CATALOGADO

534

18281

CNEA TE 35/137

BIBLIOTECA

CENTRALES NUCLEARES EN LA REPUBLICA ARGENTINA SU TECNOLOGIA Y SU IMPACTO REGIONAL

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

H.22216
G 101
(F. 3113
T. 1132
t.
ordat.
5.

LA FOTO DE TAPA MUESTRA
EL NUCLEO DE LA CENTRAL
ATOMICA DE ATUCHA

LA INFORMACION CORRESPONDE AL MANUSCRITO
RECIBIDO EN ABRIL - 1974

DISEÑO GRAFICO: PLANIFICACION
Y DIAGRAMACION/C.F.I.
BUENOS AIRES - ARGENTINA
OCTUBRE 1974

Impreso en Argentina — Printed in Argentine
Hecho el depósito que marca la Ley 11.723
©1974 Comisión Nacional de Energía Atómica
Av. Libertador 8250 — Consejo Federal de Inversiones — Alsina 1401 — Capital Federal — República Argentina.

Autoridades
Cnea/cfi

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

PRESIDENTE
CLTE. (R.E.) PEDRO E. IRAOLAGOITIA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PRESIDENTE DE LA ASAMBLEA
MINISTRO DE HACIENDA, ECONOMIA Y OBRAS PUBLICAS DE LA PROVINCIA DE JUJUY
Dr. JOSE CAR

SECRETARIO GENERAL
DR. ALBERTO GONZALEZ ARZAC

Prólogo

El presente estudio se preparó en el cumplimiento del Convenio firmado el 28 de diciembre de 1972 entre el Consejo Federal de Inversiones (CFI) y la comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), por el cual el CFI convino con la CNEA la realización de un estudio de la posible participación de la industria e ingeniería nacional en el programa de centrales nucleares, contemplando los aspectos que hacen al desarrollo regional.

A fin de dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 3º de dicho convenio, se constituyó un Comité Coordinador integrado por los siguientes representantes:

REPRESENTANTES POR CNEA

TITULAR: ING. OSCAR WORTMAN
ALTERNO: ING. OSCAR JOSE QUIHILLAT (h)

REPRESENTANTES POR CFI

TITULAR: Hasta el 27-8-73 ING. JUAN A. VALEIRAS
Desde el 28-8-73 ING. HECTOR PALOPOLI

ALTERNO: Hasta el 27-8-73 ING. HECTOR PALOPOLI
Desde el 28-8-73 LIC. ALBERTO E. DEVOTO

Equipos de Trabajo

Para la realización del estudio se constituyeron los siguientes equipos especiales de trabajo bajo la Dirección General del Ing. Oscar WORTMAN:

1): COORDINACION
2): IMPACTO REGIONAL
3): ESTUDIO DE MERCADO
4): DISEÑO DE COMPONENTES
5): EQUIPAMIENTO INDUSTRIAL
6): REACTORES NUCLEARES
7): CONTROL DE CALIDAD
8): CIRCUITOS TERMOHIDRAULICOS
9): INSTRUMENTACION Y CONTROL
10): TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA
11): ANALISIS DE INFORMACION

Capitulos y Autores

H.22216
9.101
T.3113
H.22216

Pag.

Capítulo 1: Las Centrales Nucleares como Factor de Progreso de la Tecnología Nacional.
Ings. Oscar WORTMAN y Oscar José QUIHILLAT (h). **1**

Capítulo 2: Influencias Regionales de las Centrales Nucleares.
Lic. Gerardo GARGIULO **9**

Capítulo 3: Oferta Nacional de Componentes para Centrales Nucleares y Demanda de Componentes "Equivalentes"
Ing. Aldo SOLODKOWSKY
- Tuberías de Acero Inoxidable y Accesorios para las mismas.
  Ing. Aldo SOLODKOWSKY y Osvaldo LANZOS.
- Componentes de los Sistemas de Ventilación.
  Ings. Aldo SOLODKOWSKY y Omar REATTI. **43**

Capítulo 4: Diseño y Especificación de los Componentes Principales y Auxiliares.
Ings. Luis DARNOND, Jorge BERTONI, Jürgen FRITZSCHE, Juan M. LARUMBE VALLE, Raúl LOPEZ, Gerónimo MARTINEZ, Omar REATTI y Simón SIMCHES. **99**

Capítulo 5: Equipamiento Industrial
Ings. Héctor TERRAZA y Luis A. BIELSA.
- Fabricación de Acero Inoxidable de Bajo Carbono.
  Ings. NIEDERMEIER y Daniel BALZARETTI **217**

Capítulo 6: Ingeniería de Centrales Nucleares.
Ing. Guillermo H. CARAFFA **223**

Capítulo 7: Control de Calidad.
Ings. Juan N. BAEZ, Néstor CURTO y Claudio VENTURINO. **251**

Capítulo 8: Circuitos Termohidráulicos.
Ing. Arnoldo Blumenkrantz **283**

Capítulo 9: Instrumentación y Control para Centrales Nucleares.
Ing. Horacio PICCARD y Lic. Gerardo GARGIULO **293**

Capítulo 10: Transferencia de Tecnología.
Dra. Sara VOLMAN de TANIS **349**

Capítulo 11: Análisis de Información.
Dra. Sara VOLMAN de TANIS. **363**

H.22231
U.151

Las opiniones vertidas por los autores son a título exclusivamente personal, no comprometiendo a las instituciones involucradas.

Colaboradores

Para la realización del estudio se contó con la colaboración de varios sectores de la CNEA y de la industria privada. Los siguientes especialistas contribuyeron efectuando tareas vinculadas con los temas que en cada caso se citan.

Colaboradores de la CNEA

- Instrumentación y Control
  Ing. H. MAZZAFERRI, C.D. PALMA, J.C. GUINDO, R. GASPAR, V. ZUCCARO, M. GOLDSTEIN, H. PALAMIDESSI, I. LORENZETTI, J. ESPEJO, C. MAYANS, S. GIAMBIAGGI.
- Circuito Primario:
  Ings. Bernardo KLAJMAN y Néstor PEREZ
- Auxiliares Nucleares:
  Ing. Anibal NUÑEZ
- Auxiliares Convencionales
  Ings. Rafael PIANTINO y Antonio MARADONA
- Circuito Experimental de Alta Presión
  Ings. Luis DARNOND, Jürgen FRITZSCHE
- Componentes Eléctricos
  Ings. Eduardo HUBER y Ricardo MOSCON
- Ingeniería de Procesos Nucleares
  Ings. David PARKANSKY, Roberto CIRIMELLO y Carlos MAYANS.
- Documentación y Adquisición de Información:
  Rita CANDAME de GALLO y Laura BAEZ.
- Tareas especiales de Coordinación y Compaginación:
  Dra. Sara VOLMAN de TANIS
- Evaluación de Instalaciones Industriales:
  Ing. Horacio GRASSO

Colaboradores especiales de otros sectores:

- Equipamiento Industrial:
  Ings. Roberto VILLANUEVA y R. DIAZ
- Diseño de Componentes
  Ings. Bernardo RIKLES y Luis A. BRAUN BIDAU
- Equipamiento Eléctrico:
  Ing. CANILLAS
- Circuito Experimental de Alta Presión:
  Ing. D. PERINIC
- Instrumentación y Control:
  Ing. Ernie SIDDAL

Se agradece, además, la colaboración prestada por las siguientes Empresas:

Colaboración de empresas:

ACERIAS BRAGADO S.A.
AESA S.A.
ASTILLEROS ARGENTINOS ASTARSA
ASTILLEROS Y FABRICAS NAVALES DEL ESTADO
BENITO ROGGIO E HIJOS S.A.
BYRON JACKSON S.A.
CEGELEC
COMPAÑIA SUDAMERICANA DE BOMBAS
DALMINE SIDERCA
ELECTROMECANICA ARGENTINA S.A.
EMAG S.R.L.
FAVRA S.A.
INCONAS S.A.
INDICE S.A.
INGENIERIA TAURO
MAITINI Y SANI S.A.
MC. KEE & CO. ARGENTINA S.A.
MEREX ARGENTINA S.A.
MOTOMECANICA ARGENTINA S.A.
RENSA S.A.
SADE S.A.
M. SCHMIDT Y CIA
SIAM DI TELLA ELECTROMECANICA S.A.C.I.F.
SULZER ARGENTINA
TECHINT S.A.
TERMECO S.A.
TUFLIN S.A.
WORTHINGTON ARGENTINA S.A.I.C.

INDICE

Capítulo 1

LAS CENTRALES NUCLEARES COMO FACTOR DE PROGRESO DE LA TECNOLOGIA NACIONAL

Réferencias:

Anexo 1: Convenio celebrado entre la CNEA y el CFI

Capítulo 2

INFLUENCIAS REGIONALES DE LAS CENTRALES NUCLEARES

2.I.	Introducción
2.I.a.	Las centrales nucleares
2.I.b.	Contenido del informe
2.II.a.	Características generales de la instalación de Centrales Nucleares
2.II.a.1.	Introducción
2.II.a.2	Requerimientos de infraestructura económica para construir centrales nucleares
2.II.a.3	Requerimientos de infraestructura social
2.II.a.4	Requerimientos de mano de obra
2.II.a.5	Regulación y canalización de los efectos en las zonas aledañas a las centrales nucleares
2.II.a.6	Efectos sobre la zona derivados de la Central Nuclear en Atucha
2.II.a.7	La Central de Embalse de Río Tercero
2.II.b.	Localización de las actividades de un eventual plan nucleoeléctrico
2.II.b.1	Introducción
2.II.b.2	Centrales nucleares
2.II.b.3	Combustibles de centrales nucleares
2.II.b.4	Actividades necesarias para construir centrales nucleares
2.II.b.5	Otras actividades
2.II.b.6	Resumen general del eventual plan nucleoeléctrico
2.II.c	Referencias
Anexo:	Análisis de costos y beneficios de la fabricación local de componentes de Centrales Nucleares. Metodología.

Capítulo 3

OFERTA NACIONAL DE COMPONENTES PARA CENTRALES NUCLEARES Y DEMANDA DE COMPONENTES "EQUIVALENTES"

3.I	Objetivo, presentación del problema
3.II	Metodología; consideraciones sobre su elaboración y aplicación
3.II.a	Introducción
3.II.b	Antecedentes
3.II.c	Recursos

3.II.c.1	Grupos de trabajo
3.II.c.2	Grupos de Industria Nacional
3.II.c.3	Interacción de los grupos en el marco del convenio
3.II.d	Condiciones de contorno
3.II.d.1	Introducción
3.II.d.2	Tipo de central a considerar
3.II.d.3	Plan de centrales nucleares
3.II.d.4	Grado de confiabilidad de la hipótesis sobre el Plan de Centrales Nucleares, su influencia sobre los posibles proveedores y sobre los grupos de trabajo.
3.II.d.5	Modalidades de la compra de componentes para la Central Nuclear Córdoba
3.II.d.6	Grado de integración nacional de los componentes.
3.II.d.7	Dirección del proyecto. Su incidencia en la promoción de la producción nacional y grado de integración de los componentes para las obras del plan nuclear.
3.II.d.8	Posibilidades sobre la participación de la CNEA en la dirección del proyecto para las futuras obras del plan nuclear.
3.II.d.9	Mecanismo de compra para las futuras obras del plan nuclear, que resultaría más adecuado para la promoción de la industria nacional
3.II.d.10	Otras condiciones de contorno
3.II.e.	Metodología
3.III	Preselección de componentes
3.IV	Caracterización de los componentes preseleccionados y agrupación de los mismos por su función.
3.V	Mecánica seguida en las reuniones con la oferta para los distintos grupos de componentes preseleccionados e ingeniería.
3.VI	Demanda de Componentes "Equivalentes"
3.VII.	Tuberías de acero inoxidable y accesorios para las mismas
3.VII.a	Requerimiento de tuberías de acero inoxidable para la central nuclear Córdoba y futuras del plan nuclear
3.VII.a.1	Antecedentes de la Central Nuclear en Atucha
Adjunto A:	
Adjunto B:	
Adjunto C:	
3.VII.a.2	Tuberías de acero inoxidable para la Central Nuclear Córdoba
3.VII.a.3	Tubos de acero inoxidable con costura
3.VII.a.4	Accesorios de acero inoxidable, bridas, codos, etc.

3.VII.a.5 Conclusiones y sugerencias
3.VII.b Bombas y válvulas
3.VII.b.1 Introducción, alcances, recomendaciones y limitaciones
3.VII.b.2 Caracterizaciones disponibles
3.VII.b.3 Oferta nacional
3.VII.b.4 Reuniones mantenidas con posibles proveedores
3.VII.b.5 Transferencia de tecnología de la industria canadiense para la producción de válvulas de uso nuclear.
3.VII.b.6 Bombas primarias y del moderador
Adjunto A:
Adjunto B:
Adjunto C:
Adjunto D:
3.VII.c Recipientes e intercambiadores de calor
3.VII.c.1 Demanda originada en la Central Nuclear Córdoba y futuras del plan nuclear, Caracterizaciones disponibles
3.VII.c.2 Oferta nacional. Reuniones y consultas realizadas para analizar la factibilidad de producción local
3.VII.c.3 Efecto de la demanda de la Central Nuclear Córdoba y futuras del plan nuclear sobre la oferta local
3.VII.c.4 Conclusiones y recomendaciones
Adjunto A:
Adjunto B:
3.VII.d Componentes de los sistemas de ventilación
3.VII.d.1 Tipo de componentes considerados
3.VII.d.2 Antecedentes de la Central Nuclear en Atucha
3.VII.d.3 Característica de los componentes considerados para la central Nuclear Córdoba
3.VII.d.4 Posibilidades de la oferta local
3.VII.d.5 Origen previsto para estos componentes en la Central Nuclear Córdoba
3.VII.d.6 Conclusiones y recomendaciones
3.VII.e Máquinas y equipos eléctricos
3.VII.e.1 Introducción
3.VII.e.2 Caracterizaciones de componentes eléctricos requeridos para la Central
3.VII.e.3 Posibles requerimientos adicionales a las normas para algunos componentes de la "Isla Nuclear".
3.VII.e.4 Entrevistas mantenidas con posibles proveedores.
3.VII.e.5 Estado actual de la industria
3.VII.e.6 Motores eléctricos
3.VII.e.7 Transformadores de potencia
3.VII.e.8 Playa de maniobra intemperie

3.VII.e.9 Tableros de control, maniobra y distribución de MT y BT.
3.VII.e.10 Otros equipos y accesorios eléctricos
3.VII.e.11 Turbogeneradores
3.VII.e.12 Conclusiones y recomendaciones
Adjunto A:
Anexo
3.VIII Conclusiones y recomendaciones

Capítulo 4

DISEÑO Y ESPECIFICACION DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES Y AUXILIARES
4.1 Introducción
4.II Descripción técnica de un reactor HWR
4.III Descripción de los componentes del circuito primario
4.III.a Generadores de vapor
4.III.b Bombas principales
4.III.c Tubería principal
4.III.d Conjunto calandria-blindajes terminales
4.IV Diseño mecánico
4.IV.a Diseño de cañerías
4.IV.a.1 Códigos y normas aplicados
4.IV.a.2 Métodos de cálculo
4.IV.a.3 Conclusiones
4.IV.b Diseños de equipos de calderería
4.IV.b.1 Objetivo
4.IV.b.2 Consideraciones generales
4.IV.b.3 Informaciones obtenidas
4.IV.b.4 Conclusiones
Anexo 1: El reactor nuclear de potencia
Anexo 11: Componentes del si primario
Anexo II
II.1 Componentes del sistema primario
II.I.1 Calandria
II.I.2 Generadores de vapor
II.I.3 Tuberías
II.I.4 Bombas principales
II.I.5 Tubos de presión
II.I.6 Válvulas del sistema de transporte de calor
II.II. Sistemas auxiliares nucleares
II.II.1 Sistema de purificación del sistema de transporte de calor.
II.II.2 Sistema de presurización y control de inventario de D20.
II.II.3 Sistema de refrigeración en la parada
II.II.4 Sistema de purificación y refrigeración de las piletas de combustibles usados
II.II.5 Sistema de transferencia de resinas
II.II.6 Sistema de abastecimiento de D20

II.II.7 Sistema de recuperación de D20 del edificio del reactor
II.II.8 Sistema de limpieza de D20
II.II.9 Sistema de enriquecimiento de D20
Anexo III: Sistema de moderador
III.1 Sistema principal del moderador
III.2 Sistema de purificación del moderador
III.3 Sistema de deuteración y dedeuteración del moderador
III.4 Sistema de gas de cubierta del moderador
III.5 Sistema de colección de D20 del moderador
III.6 Sistema de muestreo del moderador
III.7 Sistema de venenos líquidos
Anexo IV: Manejo de combustible
IV.1 Mecanismo de barra de control
Anexo V: Sistema de vapor
V.1 Sistema del vacío del condensador
V.2 Precalentadores de baja presión
Anexo VI: Planillas de datos característicos garantizados motor Diesel
Anexo VII: Circuito de agua de refrigeración principal
VII.1 Toma de agua generalidades
VII.2 Sistema de limpieza mecánica - generalidades
VII.3 Generalidades
Anexo VIII: Talleres y herramientas
VIII.1 Equipamiento del taller mecánico de zona controlada
VIII.2 Equipamiento del taller mecánico convencional
VIII.3 Equipamiento para taller de soldadura
Anexo IX: Sistema de ventilación

Capitulo 5

EQUIPAMIENTO INDUSTRIAL
5.1 Introducción
5.II. Generadores de vapor
5.II.a Características constructivas
5.II.b Limitaciones
5.III Calandria
5.III.a Características constructivas
5.III.a.1 Cuerpo de calandria (calandria shells)
5.III.a.2 Escudos (end shields)
5.II.a.3 Mecanizado
5.III.a.4 Ensamble del cuerpo de calandria y los escudos
5.IV Conclusiones
5.V Bombas principales
5.V.a Prueba de las bombas
5.V.a.1 Medición del caudal
5.V.a.2 Medición de la presión
5.V.a.3 Medición de la velocidad
5.V.a.4 Medición de la potencia absorbida

5.V.a.5 Instrumentación complementaria
5.V.b. Forjado del eje
5.V.c. Fundición del cuerpo y rodete
Anexo 1: Consideraciones acerca de la elaboración de aceros inoxidables de extra bajo carbono (0.03%C).

Capítulo 6

INGENIERIA DE CENTRALES NUCLEARES

6.1 Introducción
6.II. Actividades y grupos que intervienen en proyectos de centrales nucleares
6.II.a. Actividades básicas
6.II.a.1 Investigación
6.II.a.2 Desarrollo
6.II.a.3 Ingeniería básica
6.II.b. Grupos básicos de trabajo
6.II.c. Actividades que materializan un proyecto
6.II.c.1 Ingeniería de detalle
6.II.c.2 Montaje y construcción
6.II.c.3 Dirección del proyecto
6.II.d Grupos de trabajo que intervienen en las áreas industriales en 6.II.c
6.III. Actividades de apoyo técnico
6.IV. Objetivos de la CNEA
6.V Situación de la ingeniería en la Argentina
6.V.a. En la CNEA
6.V.b. En las empresas del Estado
6.V.c. En las empresas de Ingeniería
6.VI. Observaciones
6.VII Recomendaciones
6.VII.a. A corto plazo
6.VII.b. Para el mediano plazo
6.VII.c. En el largo plazo
6.VIII. Conclusiones
Anexo 1: Incidencia de las tareas de ingeniería en el costo total de una central nuclear
Anexo II: Cuestionario y guía de entrevista en empresas de ingeniería
Anexo III: Síntesis de la documentación enviada por las empresas de ingeniería
Anexo IV: Participación de las empresas de ingeniería radicadas en el país en la Central Nuclear de Córdoba

Capítulo 7

CONTROL DE CALIDAD

7.1 Introducción
7.II. Control de calidad en la industria nuclear
7.II.a La garantía de calidad o gestión de calidad

7.II.b Control de calidad en la fabricación de componentes
7.II.b.1 Recipientes de uso nuclear
7.II.b.2 Bombas y válvulas
7.II.b.3 Intercambiadores
7.III. Control de calidad en la industria mecánico-metalúrgica del país.
7.III.a Equipamiento y servicios de ensayos
7.III.b Normas y especificaciones
7.III.c Personal
7.III.d Política de calidad
7.IV Conclusiones
Anexo 1: Normas para la aplicación de construcción de centrales nucleares
Anexo II: Quality Assurance program requirements QA-1, QA-2, QA-3

Capítulo 8

CIRCUITOS TERMOHIDRAULICOS

8.1 Necesidades de un circuito de alta presión en CNEA
8.I.a Generalidades
8.I.b Circuitos de ensayos existentes en el país
8.1.b.1. Capacidad experimental presente
8.I.c. Circuito de alta presión
8.II. Listado de ensayos previstos
8.II.a Necesidades de un circuito a presión y temperatura para diseño de elementos combustibles
8.II.b. Ensayos termohidráulicos
8.II.c. Diseño de componentes
8.II.d Experiencias secundarias de instrumentación y control
8.III Definición del circuito ideal
8.III.a Características y lista de componentes
8.III.b Diagrama de flujo
8.IV Uso del LOOP MZFR para los fines de CNEA
8.V Instalaciones complementarias para el circuito
8.VI Requerimientos de operación y mantenimiento
8.VII Conclusiones y recomendaciones

Anexo 1: Circuito de Freón

Capítulo 9

INSTRUMENTACION Y CONTROL PARA CENTRALES NUCLEARES

9.1 Descripción general de los sistemas de instrumentación y control de una central nuclear.
9.I.a. Introducción

9.I.b Requisitos generales
9.I.c Instrumentación de grandes componentes
9.II Componentes de sistemas de instrumentación
9.III Preselección de componentes
9.III.a Criterio para la preselección de componentes
9.III.b Listado de componentes que integran la instrumentación de una central nuclear
9.IV Listado de componentes preseleccionados.
9.V Análisis de las posibilidades de fabricación de componentes.
9.V.a Metodología.
9.V.B Aplicación
9.V.c Aspectos referentes a la elaboración de la encuesta
9.V.d Aspectos referentes a la realización de la encuesta.
9.V.e Caracterización de las empresas
9.VI Consideraciones referentes a transferencia de tecnología
9.VI.a Introducción
9.VI.b Caracterización de las situaciones en que debe haber transferencia de tecnología
9.VI.c Experiencia del DICNEA
9.VI.d Trabajos sobre transferencia de tecnología encarados en el marco del convenio CNEA-CFI.
9.VI.e Esquemas de trabajos posibles
9.VII Conclusiones

Anexo I: Sistemas modulares
Anexo II: Planilla para listado de componentes
Anexo III: Listado de componentes tipo de instrumentación de procesos
Anexo IV: Listado de componentes tipo de circuitos lógicos
Anexo V: Listado de componentes del sistema de computación
Anexo VI: Equipamiento de instrumental
Anexo VII: Encuesta
Anexo VIII: Desarrollo de componentes

Capitulo 10

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

10.I Introducción
10.II Antecedentes
10.III Panorama general de la República Argentina
10.III.a Aspectos legales que controlan el conocimiento y la tecnología
10.III.a.1 Patentes

10.III.a.2 Contratos de licencias y transferencia de tecnología
10.IV Importación de tecnología
10.IV.a Integración en el Japón
10.IV.b Integración en la India
10.IV.c Integración en Yugoeslavia
10.IV.d Integración en la Argentina
10.IV.d.1 Búsqueda de tecnología
10.IV.d.2 Mecanismo institucional para la búsqueda de tecnología sobre construcción de centrales nucleares
10.IV.d.3 Conclusiones

Referencias

Capitulo 11

ANALISIS DE INFORMACION

11.1 Introducción
11.II Generalidades del "boom" de la información
11.II.a Transmisión de la información tecnológica
11.III. Características de un sistema de información
11.III.a Características de los usuarios
11.III.b Operaciones de un servicio de documentación
11.III.c Sistemas de información
11.IV Operaciones del servicio de información de la Gerencia de Tecnología de la CNEA
11.IV.a Introducción
11.IV.b Descripción
Anexo I: Lista de palabras claves
Anexo II: Sistema de recuperación tipo Taube-Uniterm

capitulo 1

Las centrales nucleares como factor de progreso de la tecnología nacional

Ings. Oscar Wortman y Oscar José Quihillalt.

El día 20 de marzo de 1974, las más altas autoridades del país pusieron en operación comercial la Central Nuclear Atucha. Esta primera central nuclear de potencia es el resultado de un gran esfuerzo. Como consecuencia de la continuada labor de CNEA a todos los niveles, tomó vigencia en el país el concepto de que la energía nuclear no es un lujo de un país rico, sino una importante alternativa para producir energía eléctrica en un país como la República Argentina. Simultáneamente debió realizarse la formación y capacitación de los físicos, ingenieros y técnicos que se necesitan para llevar adelante un proyecto de este tipo. Las implicancias que una obra como Atucha tiene sobre la estructura científica, técnica e industrial del país, han sido analizadas en otros trabajos (1). La CNEA, desde el estudio de factibilidad para esta Central, dedicó gran parte de su esfuerzo a fin de aumentar al máximo la posible participación de la industria nacional en la misma, por los efectos "catalizadores" que de ellos se derivan (2).

"El problema de la eventual participación de la industria argentina en el programa de energía nuclear trazado por CNEA, comenzó a ser investigado hacia 1963-64". "Se trataba, en primer lugar, de llegar a comprender en términos técnicos la interacción posible entre el sector industrial y un plan de instalación de centrales nucleares, plan que en ese entonces no sólo no había sido aprobado por autoridad competente, sino que ni siquiera había sido formulado en forma definitiva; se trabajó en base a un plan hipotético —pero posible— que permitió analizar la futura (y también hipotética en ese momento) industria nuclear argentina como "industria industrializante" en el sentido de F. Perroux" (3).

Esta tarea "pionera" realizada con Atucha puede resumirse de la siguiente manera:

— Se realizaron estudios de la industria argentina, de su equipamiento, de sus posibilidades de expansión, de sus limitaciones técnicas, con el objetivo de aumentar al máximo la posible participación nacional en la obra.

— Se celebró con la firma adjudicataria un contrato que, a diferencia de lo que había ocurrido en otras grandes obras públicas, explicitó con todo detalle —producto del esfuerzo de investigación previo— el alcance de la participación local (4).

— Debió estructurarse sobre la marcha el marco legal apropiado, para que una obra de esta complejidad compatibilizara los deseos de CNEA de máxima participación nacional, con los requerimientos técnicos, económicos y de plazos de entrega que tenía el proyecto.

— Se realizó la capacitación científico-técnica de un numeroso grupo de profesionales que, en Europa y en la central

durante la construcción y puesta en marcha de la misma, tomaron contacto con las técnicas más sofisticadas de soldadura, control de calidad, mecánica metalúrgica, selección de materiales, etc.

El balance cuantitativo es también significativo:
"La participación total de la industria argentina fue de aproximadamente 38% del monto total de la obra. Pero el esfuerzo del Grupo Industria Nacional (GIN) se volcó sobre los suministros electromecánicos, es así que un total de 96 items y sistemas (71 items previstos en la lista positiva original del contrato, más 25 items que fueron incorporados durante la construcción) por un monto aproximado de 18,7 millones de marcos alemanes, equivalentes a más de 2.200 millones de pesos moneda nacional, fueron provistos localmente. La Central Nuclear Atucha ha sido la primer gran obra pública argentina, en la que se efectuó de manera intencional y en forma sistemática, una apertura del paquete tecnológico para tratar de obtener la más eficiente participación del esfuerzo local" (3).

Como continuación natural, y por los requerimientos de un sistema eléctrico en expansión, en 1968 se comenzó el estudio de factibilidad de la segunda central nuclear.

Este estudio realizado por CNEA y EPEC (Empresa Provincial de Energía de Córdoba), analizó el caso de una central pequeña (150 MW) aislada del sistema eléctrico interconectado.

Aún en estas condiciones, el estudio mostró que la central nuclear era competitiva en la Provincia de Córdoba, respecto a las fuentes de producción de energía eléctrica térmicas convencionales, dado el elevado costo de combustible en la zona.

Habiéndose decidido la interconección con el Sistema Eléctrico Nacional, en diciembre de 1971 se llama a concurso internacional de ofertas para una central nuclear a construirse en la Provincia de Córdoba, de una potencia eléctrica neta de aproximadamente 600 MW, sobre la base de un pliego elaborado íntegramente por personal de la CNEA, con la colaboración de técnicos de EPEC (5). El lugar de instalación se fijó, atendiendo a las condiciones de refrigeración, en el Embalse Río III de dicha provincia. En mayo de 1972 se reciben las ofertas correspondientes al concurso arriba mencionado. A fines del año 1972, el Consejo Federal de Inversiones propone a las autoridades de la CNEA la realización de un estudio sobre la "Posible Participación de la Industria e Ingeniería Nacional en el Programa de Centrales Nucleares, contemplando los aspectos que hacen al desarrollo regional". El 28 de diciembre de 1972 se firma el convenio correspondiente, cuya copia figura en Anexo I de este capítulo, e inmediatamente se forman los distintos equipos de trabajo que cubrieron los siguientes aspectos:

1) Coordinación
2) Impacto Regional
3) Estudio de Mercado
4) Diseño de Componentes
5) Equipamiento Industrial
6) Reactores Nucleares
7) Control de Calidad
8) Circuitos Termohidráulicos
9) Instrumentación y Control
10) Transferencia de Tecnología e Informática

El objetivo común, que impulsó a ambas instituciones a firmar el convenio, fue el deseo de contar con un estudio que expresara en forma ordenada los conocimientos y experiencias existentes en distintos sectores de la CNEA y del país sobre el tema mencionado, a fin de dar las bases para la toma de decisiones en las áreas cubiertas por el estudio. Debe destacarse el carácter multidisciplinario de la tarea realizada: Investigadores, Ingenieros de distintas orientaciones y Economistas, analizaron el problema de diseñar, especificar, construir y obtener las complejas partes que requiere una central nuclear moderna.

Lo más importante es que lo analizaron con criterio técnico-económico para la Argentina de hoy. Evaluaron la industria mecánica, eléctrica y electrónica y se trató de compatibilizar sus posibilidades con los requerimientos tecnológicos de las centrales nucleares. La necesidad de satisfacer estos requerimientos puede jugar un papel preponderante en el desarrollo de todas las Regiones del País. La firma del Contrato de la Central Nuclear Córdoba el 20 de diciembre de 1973 ocurre en forma casi simultánea con la finalización del estudio encomendado por el CFI a la CNEA.

El análisis técnico que debió hacerse para este trabajo, ayudó en algunos aspectos a mejorar la participación de la industria e ingeniería nacional que se preveía para dicha central. Un ejemplo de ésto es la participación en la ingeniería de detalle y en el rubro electrónico (6). La participación nacional estimada para la Central Nuclear de Córdoba es del orden del 50%. Es interesante destacar que al pasar a niveles superiores en lo que respecta a participación nacional en centrales nucleares, se requieren esfuerzos que aumentan progresivamente a medida que se alcanzan porcentajes mayores de integración, puesto que estos incrementos se basan exclusivamente en la incorporación de suministros electromecánicos de creciente complejidad tecnológica que deben ser fabricados localmente. En particular en suministros electromecánicos, la participación nacional es de aproximada-

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

- mente 35 millones de dólares norteamericanos que representan el 33% del valor total del rubro.

La complejidad tecnológica de algunos items o sistemas que serán provistos por firmas argentinas es digna de destacarse: por ejemplo, los intercambiadores de calor del moderador, los grandes motores de 6.6 KV, las bombas de condensado y del moderador, algunos sistemas de regulación electrónica, se fabricarán en la Argentina. En total, la lista de suministros comprende más de 250 items y sistemas agrupados en los sectores Eléctrico, Calderería, Estructurales, Tuberías y Grúas, Electrónico, Bombas y Válvulas, Tratamiento de Agua, Ventilación, Equipos para Talleres, Aislación Térmica y Varios.

Otra innovación que figura en el contrato de Córdoba, y que surge de la experiencia acumulada durante la gestión de Atucha y el desarrollo de este estudio, es la fijación de los sistemas y componentes en los cuales intervendrán firmas de ingeniería argentinas. La dificultad principal con que se tropezó en la realización de este estudio fue la falta de información detallada sobre características y especificaciones de equipos. Esto es explicable por el estado de las tratativas con los eventuales adjudicatarios, que debieron efectuarse simultáneamente con la elaboración del trabajo. Sin embargo, las conclusiones y recomendaciones que se extraen de cada uno de los capítulos, permiten orientar la acción futura a seguir en los distintos aspectos de esta nueva tecnología.

El estudio, luego de una serie de reuniones donde se compatibilizaron las áreas cubiertas por cada equipo de trabajo y autores, quedó finalmente conformado con los siguientes capítulos:

Capítulo 1: Las Centrales Nucleares como Factor de Progreso de la Tecnología Nacional

Capítulo 2: Influencias Regionales de las Centrales Nucleares.

Capítulo 3: Oferta Nacional de Componentes para Centrales Nucleares y Demanda de Componentes "Equivalentes".
Tuberías de Acero Inoxidable y Accesorios para las mismas.
Componentes de los Sistemas de Ventilación.

Capítulo 4: Diseño y Especificación de los Componentes Principales y Auxiliares.

Capítulo 5: Equipamiento Industrial.
Fabricación de Acero Inoxidable de Bajo Carbono.

Capítulo 6: Ingeniería de Centrales Nucleares.

Capítulo 7: Control de Calidad.

Capítulo 8: Circuitos Termohidráulicos.

Capítulo 9: Instrumentación y Control para Centrales Nucleares.

Capítulo 10 Transferencia de Tecnología.

Capítulo 11 Análisis de Información.

Las necesidades para cubrir la demanda de energía del sistema eléctrico argentino permiten afirmar, aún tomando hipótesis pesimistas por debajo del promedio mundial, que deberán ser instalados del orden de 30.000 MW de origen nuclear antes de fin de siglo (7).

Una estimación realista indica que, para principios de la próxima década, es posible, si se instrumenta adecuadamente el desarrollo de ciertas capacidades de fabricación, alcanzar una participación en el rubro suministros electromecánicos del orden del 67% (que equivale aproximadamente a un monto de 75 millones de dólares norteamericanos por central).

Por otra parte, de implementarse un programa como el propuesto podría pasarse de una participación nacional total en la central del orden del 50% a un 75 al 80%. Esto significaría una inversión total aproximada de 180 millones de dólares norteamericanos por cada central que se construya (8).

Para alcanzar este objetivo se requiere un esfuerzo nacional de magnitud que comprende al gobierno a la industria y a la estructura científico-tecnológica argentina.

La industria nuclear presenta un conjunto de problemas que pueden considerarse entre los más sofisticados de la tecnología contemporánea.

Desde el punto de vista de la realización del proyecto y construcción de una central nuclear, se requieren capacidades de ingeniería y equipamiento industrial que no existen en el país y que es necesario desarrollar. Para ello hay un solo camino, incrementar en forma paulatina la toma de responsabilidades en la dirección del proyecto de la central nuclear. Solamente de esta manera se podrá realizar la adecuada promoción industrial y reemplazar con "know-how" propio, el que en un principio deberá necesariamente provenir del extranjero. Esta integración progresiva del contenido nacional en las centrales nucleares futuras, debe ser considerado un programa de trascendencia nacional, por los valores económicos puestos en juego y el dinamismo y la propagación de conocimientos que se produce a través de la industria e ingeniería nuclear y que afecta toda el área productiva de bienes de capital. Lo que no es posible es subestimar las dificultades de un programa de esta naturaleza. Las cifras que surgen del estudio sobre necesidades de personal científico y técnico que se requieren en este campo, dan una idea de las dificultades en juego, si se tiene en cuenta que lleva un mínimo de 10 años la preparación de personal calificado en ciertas áreas de alta especialización. El presen-

te trabajo pretende, como objetivo principal, señalar el carácter complejo del esfuerzo que se precisa para implementar un programa de centrales nucleares en la Argentina, explicitando qué se debe entender por participación de la "Tecnología Nacional" en dichos proyectos".

Y por otra parte poner en evidencia el impacto económica que puede producir una central nuclear en su zona de influencia.

REFERENCIAS

1) La construction d'une central núcléaire en Argentine et ses conséquences sur le processes d'industrilization du pays. Jorge Sábato et Jean Marie Martin, Revue Tiers Monde, Tome VIII, Nro. 81, 1967.

2) Estudio de Preinversión de una Central Nuclear para la zona del Gran Buenos Aires-Litoral. (Volumen IV, Capítulo 5B. "Posible contribución de la industria nacional a la construcción y operación de la Central Nuclear Buenos Aires"). CNEA, 1965.

3) Apertura del Paquete Tecnológico para la Central Nuclear de Atucha (Argentina). Jorge A. Sábato y Oscar Wortman. En publicación.

4) Anexo 8: "Súministros y Prestaciones de Origen Argentino" al Contrato celebrado entre CNEA y Siemens A.G., para la construcción de la Central Nuclear Atucha, Mayo 1968.

5) Pliego de Especificaciones para el llamado a concurso de ofertas de la Central Nuclear Córdoba, CNEA, Diciembre 1971.

6) Anexo 4: "Suministros y Prestaciones de Origen Argentino" al Contrato firmado entre CNEA y el Consorcio ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED e ITALIMPIANTI SOCIETA ITALIANA p. a., para la construcción de la Central Nuclear Córdoba, Diciembre 1973.

7) Centrales Nucleares en la Argentina. Conferencia pronunciada por el Alte. Oscar A. Quihillalt en el Centro Argentino de Ingenieros, Julio 1972.

8) Participación de la Industria Argentina en la Central Nuclear en Atucha y Futuras. Juan N. Báez, Luis Darnond, Horacio O. Grasso, Oscar J. Quihillalt, Mariano Sarrate y Oscar Wortman, CNEA, Publicación N°345.

ANEXO 1

CONVENIO

Entre la COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, en adelante "LA CNEA", representada por su Presidente, Contraalmirante (R.E.) D. Oscar A. Quihillalt, y el CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES, en adelante "EL CFI", representado por su Secretario General, Lic. D. Santiago E. J. Gilotaux,

ACUERDAN:

Artículo 1º- Realizar un estudio de la posible participación de la industria nacional en el programa de centrales nucleares, contemplando los aspectos que hacen al desarrollo regional.----------

Artículo 2º- Son autoridades superiores del presente convenio el señor Presidente de la CNEA, y el señor Secretario General del CFI. ---------

Artículo 3º- A los efectos de la ejecución del presente, la CNEA y el CFI convienen en crear un Comité Coordinador, integrado por un representante de cada organismo, con sus respectivos alternos.----------

Artículo 4º- El presente convenio tendrá vigencia por el término de un (1) año, al cabo del cual podrá ser renovado conforme lo dispongan las autoridades superiores y previo un informe que deberá ser elevado por el Comité Coordinador con una anticipación no menor de sesenta (60) días corridos a la fecha de finalización del mismo.------- ----------

Artículo 5º- Para la realización del estudio conforme al Plan de Trabajo que se indica en el Anexo 1, la CNEA afectará los especialistas que revistan en su plantel de acuerdo al detalle que figura en el Anexo II. --------

Artículo 6º- La CNEA gestionará dentro de sus posibilidades la participación de expertos internacionales, y para las especialidades que estimativa-

//.

mente se indican en el Anexo III. ----------

Artículo 7º- La CNEA pondrá a disposición del estudio oficinas equipadas para su funcionamiento. Serán por cuenta de la CNEA los gastos de comunicaciones, correspondencia, materiales de oficina, edición de informes, así como el pago de las erogaciones correspondientes a transporte y viáticos de sus expertos vinculados al estudio según detalle del Anexo II. -----

Artículo 8º- El CFI aportará los recursos para atender los gastos de contratación de expertos y personal auxiliar local, movilidad, viáticos del personal contratado y de los expertós internacionales y adquisiciones, conforme al presupuesto detallado en el Anexo IV. ----------

Artículo 9º- A los efectos del artículo anterior, fíjase preventivamente la suma de TRESCIENTOS MIL PESOS ($ 300.000.-) sujeta a los reajustes que surjan de las evaluaciones que trimestralmente presentará el Comité Coordinador a las autoridades superiores y cuyo monto no excederá de SESENTA MIL PESOS ($ 60.000.-). ----------

Artículo 10º- Los nombramientos o contrataciones de personal necesario para el estudio, como también todo otro tipo de contratación serán efectuados por el CFI, de acuerdo con sus disposiciones legales, a propuesta de la CNEA y con cargo al presupuesto del estudio. ----------

Artículo 11º- Son funciones del Comité Coordinador: ----------

a) Supervisar el desarrollo del Plan de Trabajos e informar trimestralmente a las autoridades sobre el grado de avance del mismo. ----------

b) Proponer modificaciones a dicho Plan de Trabajo. ----------

c) Aconsejar sobre Convenios con organismos o entes estatales o privados

///

relacionados con trabajos que hagan a la finalidad del estudio.----------

d) Informar trimestralmente a las autoridades superiores sobre la administración de los fondos afectados al estudio.--------- ----- - - -------

e) Proponer a las autoridades superiores los reajustes de presupuesto y dentro de los límites establecidos en el Artículo 9º.--- - ----------

f) Elevar a las autoridades superiores un informe sobre la oportunidad y condiciones para renovar el presente Convenio, con una anticipación no menor de sesenta (60) días corridos a la fecha de su finalización.----------

g) Proponer el destino de los elementos patrimoniales adquiridos con los fondos asignados al estudio.---- ---- - --------- --------- - ---------

h) Proponer las remuneraciones del personal a contratar.--- ------- ---

Artículo 12º- La Propiedad Intelectual de los estudios efectuados será de la CNEA y del CFI. Las publicaciones que resultaren del presente convenio especificarán explícitamente que el trabajo fue hecho bajo los términos del mismo, pudiendo ser citadas como antecedentes por los técnicos que hubieran participado en los estudios respectivos.---------

De conformidad, ambas partes suscriben el presente convenio y sus Anexos, en dos (2) ejemplares de un mismo tenor y a un solo efecto en la Ciudad de Buenos Aires, a los 28 días del mes de diciembre de mil novecientos setenta y dos ----------

OSCAR A. QUINILLALT
Presidente

capítulo 2

Influencias Regionales de las Centrales Nucleares.

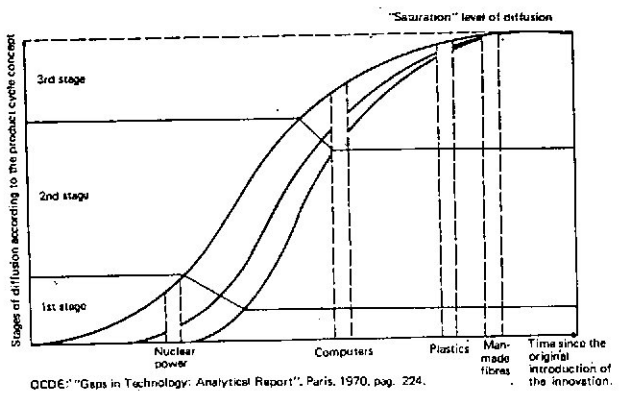
Lic. Gerardo Gargiulo

2.1 INTRODUCCION

2.1.a. Las centrales nucleares

Durante los últimos años hemos sido testigos del rápido crecimiento de la generación de energía eléctrica a partir de fuentes nucleares. En la actualidad el único aprovechamiento económico de la energía nuclear es la producción de vapor para generar electricidad en plantas de gran tamaño y probablemente este sea el único uso comercial significativo por muchos años. Por otra parte, a pesar de que las centrales nucleares vienen realizándose en el mundo desde la década de 1950, se encuentran en la primera fase de su desarrollo. Esto significa que hay cambios rápidos en la tecnología y que constantemente se tornan obsoletos, diseños, técnicas y equipos con la aparición de nuevos conceptos relativos a materiales, componentes o sistemas. Cada planta se transforma en el paso necesario para construir mejor la siguiente central. Cada proyecto permite mejorar los sistemas y componentes y también lograr más eficiencia en el planeamiento y construcción de estas obras.

Las centrales nucleares se encuentran en el primer estadio de difusión, de acuerdo a lo estimado por la OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico), y en tal carácter se observa la existencia, lo cual se caracteriza por la simultánea de varios tipos de procesos paralelos, procesos que son dejados de lado (caso de los reactores GCR) por ejemplo, y aparición de otras nuevas (reactores de alta temperatura, reproductores rápidos, etc. Los rápidos cambios en la tecnología inciden en una utilización masiva de mano de obra de nivel científico-técnico y un gran énfasis en producciones especiales de componentes, insumos, etc. lo que acarrea la utilización masiva de mano de obra, ya que las series cortas o producciones especiales no justifican la inversión en equipos automatizados. En esta etapa se pueden realizar considerables economías de aprendizaje ya que la experiencia adquirida en una obra puede ser capitalizada para lograr reducciones significativas en la construcción de las siguientes.



OCDE: "Gaps in Technology: Analytical Report". Paris. 1970. pag. 224.

La tercera etapa se caracteriza por la desaceleración de la curva de demanda y aún es posible que la demanda decline si entran al mercado productos sustitutivos. La tecnología se torna estable y la proporción de científicos y tecnólogos en la fuerza de trabajo se reduce a un mínimo. El capital y la mano de obra no especializada se convierten en los principales factores de producción.

Los beneficios que nuestro país puede lograr de la incorporación de tecnologías que se encuentran en la primera etapa de su ciclo de vida son evidentes: se fomenta el desarrollo de las industrias de bienes de capital, las actividades de ingeniería, los servicios técnicos de control de calidad y la infraestructura tecnológica. Para que ésto se materialice es necesario recorrer el camino que desde hace varios años transita la Comisión Nacional de Energía Atómica: analizar los distintos sistemas y componentes del proyecto, desarrollar proveedores locales, aprender con cada Central todo lo que se pueda, desarrollar infraestructura tecnológica, etc. El camino seguido por la CNEA pronto le permitirá dirigir la construcción de Centrales evitando la compra "llave en mano".

2.1.b Contenido del Informe

Este informe es complementario de los realizados por los diversos grupos de trabajo del Convenio CFI-CNEA. En él se analizan las influencias regionales de las centrales nucleares haciendo notar el conjunto de acciones necesarias para optimizar los beneficios zonales de tales obras y los efectos que tendría un eventual plan de centrales. (sección 2.II.b)

En la Sección 2.II.b.4 se discuten las actividades necesarias para construir una central nuclear.

En el Anexo se incluye una propuesta de metodología para analizar los costos y beneficios de la fabricación local de componentes de centrales nucleares.

2. II. a CARACTERISTICAS GENERALES DE LA INSTALACION DE CENTRALES NUCLEARES

2. II. a. 1 Introducción.

Los aspectos específicos del desarrollo de la tecnología nuclear han merecido en los últimos treinta años la dedicación de muchos miles de científicos e ingenieros en el mundo entero.

En contraste los aspectos económicos de la utilización de la energía nuclear han recibido sólo una pequeña fracción del esfuerzo total dedicado a este tema. Esto se debe en parte a la dificultad real de predecir los posibles impactos de un sector cuya tecnología se encuentra en eclosión y cuya demanda de productos (por ejemplo energía y radioisótopos) crece entre el 10% y el 30% anual.

El análisis de los aspectos económicos de las centrales nucleares se ha dirigido con preferencia hacia el tema de los costos de producción de energía eléctrica, y en mucha menor medida al estudio de la fabricación de materias primas especiales como agua pesada y zircaloy. Los estudios relativos al impacto industrial son muy contados y los relativos al análisis de las influencias sobre el área cercana a su localización son prácticamente inexistentes. Sin embargo, el impacto regional e industrial de las dos primeras centrales nucleares argentinas tiene significación y constituye un estímulo al desarrollo de áreas y sectores productivos.

En esta sección se analizan los requerimientos y posibilidades regionales derivadas de la instalación de centrales nucleares. El análisis de esta problemática comprende tres partes: los requerimientos generales, la central en Atucha y la central en Embalse de Río Tercero.

2. II. a. 2 Requerimientos de infraestructura económica para construir centrales

2.II.a.2.1 Transporte

Para construir centrales nucleares se requiere capacidad para transportar los equipos que forman parte de la obra, algunos de los cuales pueden llegar a pesar 300 a 400 toneladas (caso del recipiente de presión de Atucha, el estator del generador, etc.).

Para trasladar dichos elementos, que actualmente son de procedencia externa, se requieren facilidades portuarias y capacidad de transporte terrestre de cargas especiales de gran peso.

En el caso de Atucha, se construyó un puerto en las cercanías de la Central (1 km). Allí se instaló una grúa de gran capacidad, y por medio de un carretón especial se trasladа-

ban los componentes hasta el lugar de su instalación. En el caso de la central de Embalse de Río Tercero, será necesario contar con facilidades portuarias, ya sea el puerto de Rosario, San Nicolás u otro; y después de desembarcada la pieza, trasladarla por medio de vehículos especiales hasta el emplazamiento de la Central. Los caminos a utilizar desde el puerto hasta el emplazamiento de la Central deben ser reforzados y acondicionados especialmente.

2.II.a.2.2 Energía

Las Centrales Nucleares requieren una línea de alta tensión para abastecer sus propias necesidades de energía y otra línea de alta tensión para enviar la energía producida. La línea de entrada abastece las necesidades de la obra. En Atucha hay una línea de salida y dos de entrada: la del obrador, que tiene una tensión de 33 kv. y trasmite una potencia de hasta 20 MVA, y la línea de arranque tiene 132 Kvy puede llegar hasta una potencia de 60 MVA.
Una vez finalizada esta obra, dichas instalaciones podrían ser utilizadas por la industria: la línea del obrador puede abastecer de energía a empresas industriales de consumo eléctrico mediano y bajo.

2.II.a.2.3 Comunicaciones

Las centrales requieren entre 5 y 10 líneas telefónicas y 1 a 3 telex. Cabe resaltar que, a pesar del escaso número de líneas necesarias para comunicarse con distintas regiones del país, la instalación de Centrales Nucleares puede incentivar la modernización de las comunicaciones de la zona, si ello motiva una ampliación o mejora de las instalaciones de la central telefónica local.

2.II.a.3 Requerimientos de infraestructura social

2.II.a.3.1 Vivienda

El personal que trabaja en las Centrales puede alojarse a distancias variables de las mismas, a excepción de: el grupo inspector (durante la construcción y el moblaje) y el personal jerárquico (durante la operación) que deben tener facilidades para un rápido traslado a la usina. En el caso de Atucha, se ha construído un barrio que se encuentra a sólo 8 km. del emplazamiento sobre ruta pavimentada, lo que permite llegar a la usina en breves minutos. El resto del personal no tiene restricciones especiales en cuanto a la ubicación de su vivienda.

Para cada Central deberán proveerse:

1. un grupo de viviendas (aproximadamente 20-40) a distancias y en condiciones tales que permitan a sus ocupantes un rápido traslado a la Central. Estas viviendas serán ocupadas por el grupo inspector durante la construcción y el montaje y luego por el personal jerárquico de la Central.
2. viviendas para el resto del personal necesario para la operación de la Central, excepto personal de la zona que ya tenga vivienda.
3. viviendas para los técnicos extranjeros que participan en la instalación y puesta en marcha de la Central.
4. viviendas para el personal transitorio que participa en la instalación de la Central.
5. servicios urbanos, comercio e industrias necesarias para la población mencionada.

2.II.a.3.2 Salud

Toda obra de gran envergadura requiere facilidades sanitarias para la atención de su personal. Considerando que las centrales suelen localizarse a cierta distancia de las ciudades, la obtención de asistencia sanitaria se constituye en uno de los problemas característicos desde la etapa de construcción de la Central.
Por otra parte la demanda indirecta de facilidades sanitarias, emergente de los familiares de los trabajadores de la Central, también requiere la atención adecuada, convirtiéndose en un prerequisito para la radicación de técnicos y profesionales de la zona.

2.II.a.3.3 Educación

Las necesidades de educación se derivan fundamentalmente de las familias de los trabajadores de la construcción y empleados para la operación de la Central.
Como en el caso anterior, la disponibilidad de escuela primaria y secundaria puede ser un requisito para arraigar nueva población en las proximidades del lugar del emplazamiento.

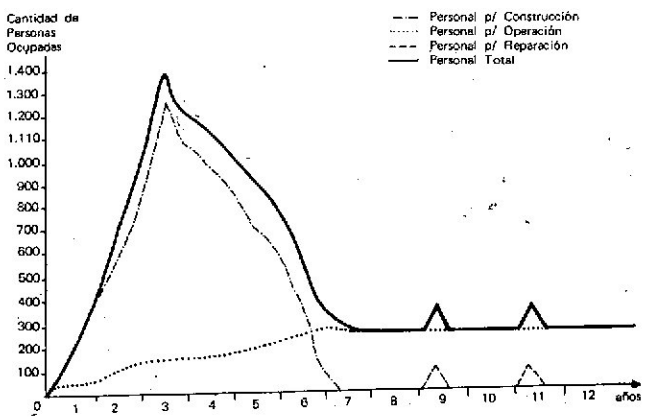
2.II.a.3.4 Asistencia social y microplanificación

Uno de los problemas subyacentes en obras tales como las Centrales Nucleares es la clara diferenciación entre su personal y los habitantes del lugar. Esto debe ser considerado en los planes urbanos y sociales de las localizaciones de futuras centrales, pues debería evitarse en lo posible el establecimiento de barreras, ya sea por idioma, ubicación espacial de las viviendas, etc., que ayude a dicha diferenciación.
La instalación de una central exige la planificación integral de la modernización de la zona a fin de procurarlo a la misma facilidades para integrar a la misma un grupo de personas, caracterizadas por una elevada especialización tecnológica. Para ello es indispensable infundir modernidad y dinamismo al núcleo urbano tradicional.

2.II.a.4 Requerimiento de mano de obra

Las centrales nucleares presentan dos etapas claramente distintas en cuanto a requerimientos de personal:
a) el período de construcción y montaje
b) el período de operación
El período de construcción y montaje dura aproximadamente seis años, abarca desde los primeros trabajos en el lugar, hasta que la planta comienza a funcionar. Durante este período la ocupación de personal cumple un ciclo que parte prácticamente de valores nulos, llega a un máximo hacia el 3er. año y luego decae nuevamente hasta alcanzar los valores correspondientes al personal de operación. Para ilustrar la situación se incluye a continuación un cuadro con el personal ocupado en la construcción de la central de Atucha.

GRAFICO N° 1:
PERSONAL OCUPADO EN UNA CENTRAL NUCLEAR



El período de operación se inicia con la entrega regular de energía de la central a la red de distribución y se prolonga a través de la vida útil de la misma (30 años). En este período las necesidades de personal son constantes (260 personas) y sólo en los períodos de mantenimiento preventivo de las instalaciones (uno o dos meses cada dos años), en los que la central se detiene, es necesario contratar personal adicional (alrededor de 100 personas) en forma transitoria.

Los requerimientos de personal son expresados en el gráfico adjunto.

2.II.a.5 Regulación y canalización de los efectos sobre la zona aledaña a las centrales

Las autoridades locales enfrentan un conjunto de problemas derivados de la instalación de centrales nucleares que consisten en la adecuación de la actividad productiva local a la nueva demanda, la adecuación de la infraestructura para afrontar un mayor uso de la misma, y adecuación de las condiciones sociales para evitar posibles conflictos y promover la integración del personal de la central con la comunidad y actividades preexistentes en la zona. La instalación de centrales crea un conjunto de impulsos de desarrollo a la actividad económica de la región. Sin embargo, estos estímulos no suelen ser proporcionales a las necesidades de la zona y propenden a desarrollar asimétricamente la actividad económica del lugar. Por otra parte la actividad productiva local no siempre reacciona en forma proporcional y rápida a los estímulos de la demanda. En muchos casos es posible observar de espíritu empresarial, sobreestimación y subestimación de la demanda, incorrecta apreciación de oportunidades y perspectivas, temor al sobredimensionamiento, etc. Para dimensionar los estímulos y reacciones de la actividad productiva es necesario realizar planes directrices y labores operativas de estímulo, regulación y canalización de iniciativas, propendiendo a la incentivación de los sectores que siendo necesario para el desarrollo local aún no han sido suficientemente estimulados, y dimensionando adecuadamente los efectos de las actividades que responden a los requerimientos que emanan de la Central.

Para la construcción de las centrales se requiere infraestructura adecuada y generalmente se tiende, al menos en las primeras etapas de construcción, a aprovechar la infraestructura existente aunque no tenga la dimensión requerida. En el caso de Atucha, por ejemplo, se realizó un uso intensivo del camino de acceso y a consecuencia de ello fue necesario reconstruir los sectores que no habían sido especialmente acondicionados. Desde el punto de vista regional es preferible que la infraestructura necesaria para la construcción sea instalada antes de que comiencen las tareas de obra civil y montaje.

La integración económica y social de las actividades nucleoeléctricas con las preexistentes en cada localización exige encarar a nivel provincial y municipal acciones de desarrollo integral y microplanificación en los siguientes campos:

Planeamiento urbano; construcción de viviendas; obras públicas urbanas: pavimentación, electrificación, escuelas, atención sanitaria, comunicaciones, etc.; estímulo al comercio y manufactura de pequeña escala para abastecimiento local; desarrollo de comunidad, a fin de integrar desde el punto de vista social el nuevo grupo humano con la población existente; desarrollo del turismo, etc.

Las actividades mencionadas configuran acciones de complementación con la instalación de cada Central. Obviamen-

CUADRO N° 1: PERSONAL OCUPADO EN LA CONSTRUCCION DE LA CENTRAL NUCLEAR EN ATUCHA

FECHA	TOTAL	Dirección de Obras			Parte Mecánica				Parte Eléctrica		Obra Civil	
		P. Alemán	P. Argentino		P. Alemán		P. Argentino		P. Alemán	P. Argent		
		Ingenieros	Ingenieros	Empleados	Ingenieros	Supervisores	Ingenieros	Resto	Supervisores	(1)	Ingenieros	Otros
31. 3.68 *	32	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	30
30. 6.68 *	104	2	1	—	—	1	—	5	—	2	3	90
30. 9.68 *	187	3	1	—	—	2	—	8	—	8	5	160
31.12.68 *	379	4	1	—	—	4	—	18	—	12	8	324
31. 3.69	569	6	1	3	3	6	2	42	—	6	10	483
30. 3.69	795	5	2	4	—	1	2	45	—	4	14	718
30. 9.69	958	7	2	6	—	4	2	61	—	6	14	856
31.12.69	914	9	3	10	—	6	2	94	1	7	11	771
31. 3.70	1115	11	3	15	—	25	2	244	3	14	10	788
30. 6.70	1254	13	3	17	1	47	2	457	6	15	9	684
30. 9.70	1181	14	3	18	1	44	2	547	10	36	7	499
31.12.70	1051	14	3	21	1	47	2	501	15	86	6	355
31. 3.71	969	13	2	27	1	46	2	498	23	114	5	238
30. 6.71	863	13	2	28	1	46	—	471	23	107	3	169
30. 9.71	884	19	2	29	2	65	—	473	28	112	2	152
31.12.71	852	27	2	32	2	73	—	508	34	107	1	66
31. 3.72	899	33	2	31	2	82	—	513	36	108	1	91
30. 6.72	790	40	2	34	1	74	—	414	42	90	1	92
30. 9.72	570	49	2	31	—	47	2	291	37	59	—	52
31.12.73	543	45	2	29	—	36	2	288	35	59	—	47
31. 3.73	440	45	2	28	3	51	2	189	34	46	1	39
30. 6.73	351	37	2	29	1	29	1	148	30	43	1	30
30. 9.73	317	36	2	28	2	26	1	137	27	37	1	20
31.12.73	200	30	2	28	1	20	1	82	10	15	1	10

* Estimado
(1) Capataces, Operarios y otros
xx Personal Técnico
Fuente: Partes diarios de asistencia

te, las actividades de los gobiernos locales no quedan reducidas a la complementación, sino que deben tratar de maximizar las posibilidades de desarrollo local, que crean una planta de gran tamaño y el establecimiento en la zona de varias decenas de ingenieros y técnicos.

El planeamiento de la infraestructura de cada proyecto de Central Nucleoeléctrica debería ser realizado conjuntamente por las autoridades regionales competentes y CNEA a fin de maximizar los efectos beneficiosos y evitar eventuales perjuicios a las posibilidades de desarrollo local.

El caso de Atucha muestra que la instalación de la Central fue un poderoso incentivo para propiciar el desarrollo de la vocación de dicha región: actividad industrial. Para aprovechar esta circunstancia, la infraestructura debiera haber sido instalada de otra manera, por ejemplo, prolongando el camino a la Central de modo tal de incorporar más áreas industrializables o bien ampliando las facilidades de la Central de ENTEL existente en Lima, en vez de mejorar la comunicación telefónica a través de Zárate. Para el caso de otros posibles emplazamientos de Centrales Nucleares, la infraestruc-

tura a construir puede incentivar el desarrollo de la actividad turística, agricultura intensiva, etc., en la medida que coadyuva a desarrollar la vocación de la zona. Por ello es importante analizar previamente los efectos que se pueden lograr con dicha infraestructura y considerar como un factor más de la localización de las Centrales, la maximización del efecto de inducción de la infraestructura.

2.II.a.6 Efectos sobre la zona derivados de la central nuclear en Atucha

2.II.a.6.1 Progreso de la población de Lima

La Central Atucha se halla instalada en el partido de Zárate, provincia de Buenos Aires. En 1960 este partido contaba con 55.503 habitantes de los cuales 46.460 se radicaban en la ciudad de Zárate y el resto, 9.043 personas eran población rural y de pequeños núcleos. poblacionales. En el año 1965, Lima, el centro urbano más cercano a la Central Atucha, alcanzaba a 3.000 habitantes. En 1973 la población urbana de Lima se calcula en 6.500 personas. Hasta 1968 las actividades predominantes en Lima eran los servicios al agro a través del comercio y pequeñas industrias, tales como panaderías, talleres de reparación, etc.

La construcción de la Central Nucleoeléctrica motivó un incremento del tránsito a través del pueblo y un aumento considerable de la demanda de sus actividades.

Los cambios en materia de transportes fueron sustanciales: los servicios diarios de trenes pasaron de 12 a 21 y los taxis aumentaron de 1 a 10. Se implantaron líneas de transporte colectivo a Zárate y Buenos Aires alcanzando a 30 servicios diarios y se crearon dos empresas de taxiflet. Se construyó un camino entre el pueblo y la Central. En la esfera educativa Lima contaba con una escuela primaria y un jardín de infantes.

Con posterioridad a 1968 se inauguraron:
- una escuela profesional mixta (1969) (actualmente tiene 150 alumnos)
- una escuela de adultos (40 alumnos)
- una escuela secundaria (1973)

Los servicios de salud que eran atendidos previamente por una sala de primeros auxilios han sido reforzados con el concurso adicional de una clínica privada. El servicio médico del personal de la Central fue contratado con una clínica de Zárate. Las actividades comerciales no se han adaptado a las circunstancias con la misma celeridad que lo hicieron las de transporte; sólo puede computarse como nuevos una farmacia, una gomería y una fiambrería, pero el pueblo de Lima siguen presentando carencias tales como expendios de combustible, ferretería, hotelería, artículos de consumo durables y semidurables, etc., a pesar del incremento operado en la demanda. En los últimos meses inauguró una sucursal el Banco de la Provincia de Buenos Aires y próximamente lo hará el Banco de la Nación Argentina. También mejoró la comunicación telefónica, ya que a través de las líneas que pertenecen a la Central, la población puede comunicarse con Buenos Aires.

2.II.a.6.2 Impacto Laboral

Durante la construcción de la Central se contrató personal de la zona para las tareas de construcción y montaje. Muchos de ellos se radicaron en forma permanente en Lima y trabajan actualmente en la zona de Zárate-Campana. El personal contratado en la zona alcanzó su máximo en la obra en 1970, llegando a 1.000 personas. Para la operación de la Central serán necesarios 260 personas de las que sólo 100 serán habitantes del núcleo tradicional de Lima, 60 habitarán en el barrio de la Central y el resto, aproximadamente 100, se trasladará cotidianamente desde la zona de Zárate-Campana.

Por otra parte la Central requiere pocos servicios externos que pueden ser suministrados por la población local, tales como: jardinería, vigilancia y limpieza. Los otros servicios externos deberán ser contratados en centros urbanos de mayor tamaño y complejidad, tal es el caso de reparaciones y service. El barrio de la Central, en el que viven 60 familias, también es fuente de trabajo en servicios tales como: jardinería, servicio doméstico, mantenimiento de las construcciones, etc.

2.II.a.6.3 El barrio de la Central

En las cercanías del núcleo tradicional de Lima se edificó un barrio en el que se aloja parte del personal de la Central.

En los primeros años el barrio de la Central estuvo ocupado por el personal extranjero de la empresa adjudicataria, y luego, en la medida en que los mismos regresaban a su país, las viviendas fueron ocupadas por personal argentino. La integración social entre el barrio y el núcleo tradicional de Lima no fue fácil, en parte debido a la presencia de la población extranjera, dando origen a los problemas típicos de la interacción entre una sociedad tradicional y un núcleo humano moderno y dinámico.

2.II.a.6.4 Perspectivas de desarrollo de la zona de Lima

La instalación de la Central significó abrir nuevas posibilidades de desarrollo para la zona de Lima. Sin embargo dichas posibilidades se derivan en mayor medida de los efectos indirectos de la Central que de la actividad específica. En efecto, el camino construído entre la Central y el pueblo de Lima por el cual se llega a la ruta 9; la línea para el obrador y la modernización de Lima, otorgan facilidades para desa-

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

rrollo de la zona.

La usina, a excepción del combustible provisto por CNEA, es casi autosuficiente, incluso realiza el tratamiento de sus subproductos y desechos, sin crear actividades externas o satélites. En cambio el camino pavimentado, que llega hasta las cercanías del Río Paraná de las Palmas, crea condiciones propicias para la instalación de actividades industriales. Se conoce la existencia de los siguientes proyectos:

1) Desaguadero-Astillero. La firma Aceros Bragado compró 90 ha. en la zona.
2) Planta Química. La empresa Anilinas Argentinas compró 60 ha.
3) Planta Química. La empresa Trinidad compró 20 ha.
4) Planta de Papel prensa. Asociación Papelera Empresaria Argentina S.A. que se presentó en la 2a. licitación para establecer una planta de papel prensa, también compró terrenos.
5) Consorcio Argentino-Chileno compró 42 ha.

Si estos proyectos se concretan, posiblemente el desarrollo regional que se logre con ellos será mayor que el inducido por la primera Central Nuclear.

2.II.a.6.5 Impacto económico en la zona

Durante el período constructivo (6 años), en el cual intervienen hasta 1.300 personas (ver Cuadro N° 1), se pagaron en concepto de remuneración al trabajo (sueldos, salarios, indemnizaciones, etc.) aproximadamente 17 millones de dólares. Se puede estimar que de los 17 millones se gastaron en la zona unos 12 millones de dólares y que por los efectos multiplicadores de ese gasto se hayan generado ingresos por un monto similar al anterior, con lo cual el efecto total ascendería a U$S 24 millones. Las compras de insumos en la zona durante el período de construcción se limitan principalmente a material de limpieza y ferretería. Se estima que en Atucha se gastaron unos $ 30.000 mensuales, lo que hace un total de U$S 40.000 por año. El efecto indirecto puede estimarse en U$S 15 á 20 mil anuales.

Las compras de componentes e instalaciones de escaso valor unitario (escaleras, barandas, etc) que, a causa de los costos de transporte, coloca a la industria local en condiciones ventajosas respecto a otros proveedores ascendieron aproximadamente a U$S 350.000, lo que equivale a un efecto final de U$S 500.000. En efecto total en la zona en los 6 años habría sido aproximadamente U$S 25 millones. Cuando la Central entre en su período operativo, los gastos en concepto de remuneración al trabajo e insumos a adquirir en la zona serán algo menos a un millón de dólares anuales. Considerando los efectos indirectos se llegaría a un total de U$S 2 millones anuales.

2.II.a7. La Central de Embalse de Río Tercero

2.II.a.7.1 Antecedentes

A iniciativa de la Empresa Provincial de Energía de Córdoba en el año 1967 la CNEA encaró la realización de un estudio de factibilidad para la instalación de una central nuclear en dicha provincia. Sobre la base de estos estudios y de otros realizados en conjunto con la Secretaría de Energía, se llegó a la conclusión de que el sistema eléctrico de la provincia de Córdoba debería interconectarse con el sistema Gran Buenos Aires - Litoral y que la central a instalarse debería tener una potencia de 600 Mw. Decidida la construcción de la Central, las obras comenzarán en el primer semestre de 1974. La Central tendrá un reactor de tipo CANDU, alimentado a uranio natural, moderado y refrigerado por agua pesada. El reactor se instalará en un edificio cilíndrico de 30 m. de diámetro y 40 m. de altura. El grupo turboalternador, la máquina más grande de la Central, tendrá una longitud de 60 m., una potencia de 650 Mw. y se instalará en un edificio de 110 m. de largo, 57 m. de ancho y 52 m. de altura. El Embalse de Río Tercero, en cuyas orillas se instalará la central, proveerá el agua para el enfriamiento del condensador. La toma de agua se realizará cerca de la Central mientras que la descarga se efectuará por medio de un canal de 5 km. de longitud que desagua en el brazo sudoeste del lago. La totalidad de los edificios necesarios cubrirá una superficie de alrededor de 40.000 m^2, utilizándose más de 70.000 m^3 de hormigón. La duración de los trabajos será de 69 meses, a partir de su iniciación, incluyendo la instalación y puesta en operación de la central. La implantación de la Central fomentaría el desarrollo de la región, estimándose que el nivel de actividad de la misma podría triplicarse o quintuplicarse en los próximos 10 años.

2.II.a.7.2 Características actuales de la obra

El Embalse de Río Tercero está situado en el Departamento de Calamuchita, Córdoba. Sus orillas pertenecen a cuatro jurisdicciones municipales: Embalse, Rumipal, La Cruz y Villa del Dique. Como área de influencia local también pueden considerarse las ciudades de Almafuerte y Río Tercero, situadas a 28 y 45 km del emplazamiento.

2.II.a7.2.1 Caracterización de la región

Desde el punto de vista de la actividad productiva predominante, la zona podría dividirse en tres áreas:

a) La zona de Río Tercero y Almafuerte, municipios con producción agropecuaria de envergadura, cuenta con una población urbana que supera las 30.000 personas. En las ciudades se manufactura la producción de la zona, existiendo talleres de apoyo a la actividad agropecuaria, y

además fundiciones y fábricas medianas y grandes de productos metalmecánicos.

b) En los municipios de Embalse, Rumipal y Villa del Dique la actividad principal es el turismo. Son intendencias de pequeña extensión y escasa población permanente, que bordean la parte norte, este y sur del lago. Cuentan con núcleos urbanos que cuadruplican o quintuplican la población durante el verano y también con infraestructura de transporte y servicios urbanos.

c) El municipio de La Cruz que se extiende en la margen oeste y sudoeste del lago y cuenta con algunos núcleos urbanos de pequeño tamaño y se extiende hasta la Sierra de los Comechingones, abarcando una superficie extensa y despoblada, la cual se utiliza, en parte, en tareas agrícolo-ganaderas.

La primera subzona por sus características industriales podría contribuir al suministro de componentes y materiales para la construcción de la central y también al abastecimiento de partes y reparaciones.

La segunda subzona podría ofrecer alojamiento y servicios urbanos al personal encargado de la construcción y operación de la central.

La tercera subzona podrá proveer parte de la mano de obra necesaria para la construcción y también núcleos urbanos para el establecimiento de viviendas.

2.II.a.7.2.2 Transporte

La zona cuenta en la actualidad con ferrocarril y caminos pavimentados, especialmente la ruta 36, la ruta que une la mencionada 36 con Villa María, pasando por Almafuerte y Río Tercero, el camino que une la ruta 36 con el pueblo La Cruz, etc. Teniendo en cuenta que la mayor parte de los componentes y materiales de la central serán transportados por camión y las piezas pesadas en carretones especiales, los caminos de acceso a la central deberían ser reforzados con anterioridad al desarrollo de la obra, en consonancia con el uso que se realizará en los mismos. Las rutas previstas para los componentes pesados de la central son: Rosario - Casilda - Venado Tuerto - Canals - J. Posse - Almafuerte; o bien: San Nicolás - Pergamino - Canals - J. Posse - Almafuerte. Ambas necesitan obras complementarias tales como despejes en el puerto y recorrido urbano; estabilización de los desvíos para casos de lluvia; ensanches de curvas y contracurvas; nuevas carpetas; ensanches de esquinas en poblaciones; y otros trabajos de menor envergadura. Las obras necesarias significan abrir caminos aptos para el tránsito pesado de cargas especiales desde la zona del Litoral hasta la zona Centro. No se ha decidido aún la variante del trazado de la ruta de transporte especial en la zona de Almafuerte - Central Nuclear, lo cual podría tener alguna repercusión local.
La CNEA está realizando estudios tendientes a optimizar el trazado y la economía del transporte.

2.II.a.7.2.3 Energía

Para el suministro de energía eléctrica, la zona cuenta con el servicio provincial de EPEC que puede abastecer todos los requerimientos derivados de la construcción de la central.

2.II.a.7.2.4 Comunicaciones

La Central requiere alrededor de 10 líneas telefónicas y 1 ó 2 de télex. Estos servicios pueden ser suministrados directamente desde una localidad lejana (Río Tercero ó Sta. Rosa de Calamuchita) sin actuar como incentivos para la zona o bien pueden actuar como catalizadores de una mejora de las comunicaciones de la zona.

2.II.a.7.2.5 Infraestructura científico-técnica

La obra necesita la implantación de infraestructura técnica en la zona a fin de realizar labores de control de calidad, ensayos, entrenamiento de personal, control de recepción, etc. Sería deseable desde el punto de vista regional que estas tareas sean encaradas fundamentalmente por el Centro de Investigación de Materiales de la Universidad Nacional de Córdoba y por la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Tecnológica Nacional. Esto no significa desconocer el potencial de otros grupos que eventualmente podrían desarrollar total o parcialmente las tareas aludidas, pero los dos centros mencionados reúnen en la actualidad muchas de las condiciones necesarias para realizar tal labor.

Los cuatro municipios del lago carecen de las líneas necesarias para las actuales necesidades de comunicación. Además el ordenamiento regional de ENTEL no favorece la integración de la zona. En efecto dos de los municipios están bajo la órbita de la central de Río Tercero y los otros dos dependen de la central de Calamuchita. Con este planteo quedan directamente afectadas las posibilidades de desarrollo conjunto de la zona ya que se crean problemas tales como la ubicación de las viviendas del personal profesional y técnico de la central, quienes para poseer facilidades de comunicación con la usina deberán fijar sus residencias en los municipios de Embalse y La Cruz.

2.II.a.7.2.6 Población de la zona

La población permanente de la zona ha evolucionado de la siguiente manera:

Cuadro 2: Población de la zona de emplazamiento de la Central Nuclear Córdoba.

Centros Urbanos	1960	1960	1973 (1)	1973 (2)
1.1 Almafuerte	4406	4957	nd	nd
1.2 Río Tercero	18512	23068	nd	nd
2.1 Embalse	2112	2719	3000	3500
2.2 Rumipal	476	nd	700	1100
2.3 Villa del Dique	890	1055	1400	2000
3.1 La Cruz	575	nd	700	2500
3.2 Amboy	487	nd	600	2500

Fuente: Datos Censales. nd= no hay datos

1) Estimación en base a datos recogidos en las intendencias locales.
2) Estimación de la población de los municipios en base a datos recogidos en las intendencias locales.

2.II.a.7.2.7 Empleo

Las oportunidades de empleo en la zona del emplazamiento (Embalse, La Cruz, Rumipal y Villa del Dique) son actualmente estacionales o esporádicas. Desde este punto de vista, la central configura una esperanza de aumento del número de empleos permanentes a través de los cargos directos y de la actividad indirecta que servirá de apoyo a la usina. En el momento de máxima actividad, las labores de construcción de la central requerirán alrededor de 1.000 a 1.200 trabajadores de la zona. Esto ocurrirá en 1976. Luego las necesidades de personal de la zona disminuirán al terminarse las obras e instalaciones, es decir que los empleos de este personal tienen carácter transitorio. Conjuntamente con el personal local trabajarán técnicos extranjeros realizando tareas de dirección, montajes especializados, control de calidad, etc. Este personal que en el momento de máxima actividad llega a las 250-300 personas suele tener requerimientos sustancialmente distintos a los habitantes de la zona. Córdoba ya tiene experiencia similares a raíz de la construcción del gasoducto de Bell Ville.

Cabe señalar por último que cuando la central entre en su fase operativa sólo trabajarán en ella unas 260 personas.

2.II.a.7.2.8 Educación

En el aspecto educativo la zona cuenta con varias escuelas primarias y colegios secundarios que aparentemente podrían absorber la mayor parte de las necesidades de la nueva población del lugar.

2.II.a.7.2.9 Salud

Desde el punto de vista sanitario, la zona del emplazamiento cuenta con un edificio de hospital en el complejo de hoteles del Ministerio de Bienestar Social, e instalaciones auxiliares en los demás centros poblados. En Almafuerte y Río Tercero se cuenta también con facilidades hospitalarias. El Municipio de Embalse ha iniciado conversaciones con la Subsecretaría de Salud Pública para reequipar el edificio y se considera que es una ocasión propiciar que se dote a la zona de los recursos sanitarios necesarios para atender las necesidades de la obra.

2.II.a.7.2.10Vivienda

En lo referente a vivienda, en los municipios de Embalse, Rumipal y Villa del Dique existen viviendas utilizadas sólo dos o tres meses al año que podrían solventar parte de las necesidades del personal de la central. Una fracción del personal que será empleado en la obra ya vive en centros poblados y tienen resuelto su problema de vivienda. Sin embargo, la mayor parte del personal de la obra enfrentará éste problema, siendo necesario planear la construcción de viviendas. Con respecto a facilidades de alojamiento en la zona, la CNEA realiza un relevamiento hotelero que llegó a las siguientes conclusiones: "Existe una infraestructura hotelera de distintas categorías que absorben el turismo zonal y cuyo funcionamiento intensivo es aproximadamente de dos o tres meses al año, de fines de diciembre a mediados de marzo y posteriormente en julio durante las vacaciones de invierno, es decir que un 80% del período anual están prácticamente sin funcionamiento". "También existe, próximo al lugar de emplazamiento de la Central, una colonia de vacaciones explotada por el Ministerio de Bienestar Social y de propiedad del Ministerio de Obras Públicas de la Nación; en el lugar está instalada una oficina de la Dirección de Arquitectura de la Nación, dependiente del Ministerio nombrado en último término, de la que se obtuvieron los siguientes datos:

a) El Complejo edificio está formado por:
- 5 unidades turísticas (hoteles) con capacidad de 700 camas c/u. funcionan como alojamiento de 2a. categoría.
- 2 unidades de 250 camas c/u. funcionan como hoteles de 1ra. categoría.
- 50 casas mínimas amuebladas (bungalows), de dos habitaciones, comedor, cocinas, baños que cuentan con todos los servicios sanitarios.

"De los datos obtenidos se desprende que este complejo turístico tiene un funcionamiento intensivo de dos meses al año, durante el resto funciona un solo hotel y no a pleno, idéntica referencia para los bungalows".

"La utilización de este sistema estará supeditado al resultado de las gestiones que oportunamente se realicen ante las autoridades correspondientes".

En zonas cercanas al emplazamiento de la Central, existen

terrenos de propiedad fiscal aptos para el emplazamiento de núcleos de vivienda, con capacidad para construir hasta 30 casas. La zona facilitaría un trato urbanístico no tradicional aprovechando la naturaleza: desniveles y plantaciones de cedros y eucaliptus para construir un barrio para funcionarios de la usina.

2.II.a.7.2.11 Infraestructura de los municipios de la zona

Los municipios de la zona cuentan con escasos recursos para atender los problemas actuales, tal como muestran las cifras siguientes:

Municipio	Personal (1)	Presupuesto (2)
Embalse	15	500
La Cruz	11	300
Rumipal	15	500
Villa del Dique	10	450
Total:	**51**	**1750**

1) Personal permanente. No hay profesionales.
2) En miles de $ Ley 18.188.

2.II.a.7.3 Perspectivas que ofrece la construcción de la central

La construcción de la Central Nuclear acarreará en la zona un conjunto de efectos indirectos que contribuirán a elevar sustancialmente la producción de la misma. Sin embargo en el mismo germen de dicho proceso de desarrollo se observa que podría mejorarse la coordinación entre los distintos entes que participarán en él mediante una regulación centralizada del proceso, ya que la tendencia no es precisamente hacia el progreso ordenado de la zona. Algunos de los hechos previsibles para la región, si no se toman medidas directrices, son los siguientes:

2.II.a.7.3.1

La urbanización tenderá a realizarse linealmente acompañando el trazado de la red vial. Es decir, la ciudad propenderá a desarrollarse longitudinalmente como dos hileras de casas o eventualmente como dos manzanaas al costado del camino. Esto acarrea problemas de economía urbana ya que con dicho trazado se dificulta la provisión de servicios, definición del centro cívico, áreas de comercio, zonas industriales, etc. y finalmente se llega al entorpecimiento de la misma ruta que dió origen a la urbanización, requiriéndose un nuevo trazado para la misma.

2.II.a.7.3.2

A raíz de las necesidades de personal para la obra es muy probable que se repita la experiencia de Atucha, en el sentido que la construcción de la central se constituya en ocasión para numerosas familias migren del campo a zonas urbanas. Esto parecería inevitable dado el limitado número de la mano de obra urbana de la zona. También es muy probable que una parte de los migrantes encuentren empleo en la construcción de viviendas o en la prestación de servicios a aquellos que están ocupados en la central. Las posibilidades de encontrar mano de obra urbana en la zona de Almafuerte Río Tercero es pequeña dado que en dicha área se construirá el dique de Piedras Moras. Los problemas que acarrea la población que migra del campo a la ciudad son bien conocidos, por lo que sólo se procederá a enunciar algunos de los principales: vivienda, organización comunitaria, atención sanitaria, facilidades educativas, etc.

2.II.a.7.3.3

La construcción de la central puede actuar muy favorablemente sobre las actividades manufactureras de la zona. El análisis de las posibilidades de desarrollo industrial será realizado en otro capítulo del informe. En esta parte sólo se ilustrarán algunos problemas típicos y algunas posibilidades de desarrollo industrial en armonía con el desarrollo integral de la región.

Los efectos de la obra se harán sentir sobre las canteras de piedras y arena; la elaboración de materiales de construcción; la industria de alimentos; los talleres de reparación; etc. En el municipio de Embalse existe una cantera de piedra que podría ser empleada para la construcción de la central. Se calcula que serán empleadas unas 80.000 tons. de piedra, una cantidad similar de arena y 25.000 tons. de cemento; además de los ladrillos, y otros materiales de construcción que pueden ser manufacturados localmente. Entre los varios establecimientos de elaboración de alimentos existentes en la zona, se ha elegido el caso de un matadero municipal, situado en las inmediaciones de la central, a fin de ilustrar el conjunto de situaciones y posibilidades relativas a esta industria. Las instalaciones actuales, por motivo de seguridad, deberán ser trasladadas. La nueva ubicación del matadero aún no ha sido fijada. Dado que se trataría de una unidad a reconstruir, la nueva planta podrá ser dimensionada para cubrir las necesidades de la población de la zona y constituir un establecimiento modelo e inclusive abastecer otras zonas.

Respecto a la nueva ubicación, desde el punto de vista de la planta existen en el área una gran cantidad de lugares suficientemente buenos para su localización; desde el punto de vista de la región seguramente hay dos o tres lugares más favorables que el resto para este tipo de actividad industrial, ya que la concentración de la actividad fabril permite contar con servicios a menor costo, optimizar el uso del suelo, evitar la dispersión de contaminantes, etc. factores de im-

portancia en una zona en la que debe preservarse el paisaje con fines turísticos. Además, el matadero y otras fábricas podrían constituir lugares de atracción turística. Ello puede lograrse mediante la construcción de instalaciones, auxiliares de bajo costo que faciliten la visita y observación del proceso productivo. Los talleres de reparación (de automóviles, de aparatos eléctricos, etc.) también experimentarán un aumento de sus labores. Respecto a esta actividad y similares, habrá que evitar que las labores de reparación y atención de clientes conspiren contra las aspiraciones turísticas de la región.

2.II.a.7.3.4

Como se comentó anteriormente, la construcción de la central requiere el concurso de aproximadamente 1.000 personas de la zona. Estos empleos son transitorios y cuando la central se encuentre operando sólo empleará unos 150 operarios de la zona. El resto (110 personas) serán ingenieros y técnicos provenientes fundamentalmente de otras áreas.

A partir de 1976/7 se producirá una disminución paulatina del número de empleados en la obra. Esto exige planear la gestación de ocupaciones mediante algún plan de desarrollo del turismo,la construcción o la manufactura. La construcción de la central de bombeo podría absorber una parte sustancial de los trabajadores que queden vacantes, si se establece un programa coordinado entre ambas obras.

2.II.a.7.3.5

Uno de los problemas sociales más característicos en estas obras es la integración entre la población preexistente en la zona con el personal que interviene en la construcción y operación de la central. Es probable que haya algunos problemas con el personal extranjero y con los profesionales. La experiencia de Atucha ha mostrado que los problemas con el personal argentino tienden a solucionarse por sí mismos, pero las exigencias y modo de vida de los extranjeros puede llegar a provocar conflictos con los círculos tradicionales de la población local.

2.II.a.7.3.6

Tres de los municipios de la zona cuentan con el turismo como fuente importante de ocupación. En este sentido la central puede actuar: a) como un atractivo turístico más ó b) simplemente entorpeciendo las posibilidades del área.

Desde los comienzos del proyecto se ha establecido una zona de seguridad en la que no podrán radicarse viviendas ni otro tipo de actividad estable. Además, el canal de descarga afecta una zona de unos 6 km. de costa que, si bien no es utilizada en la actualidad, podría usarse en el futuro con fines turísticos. Hasta el momento no se han estudiado las posibilidades de convertir a la central en un atractivo turístico y dotarla de instalaciones auxiliares para permitir la visita masiva de turistas. Tampoco se ha analizado en detalle el conjunto de instalaciones anexas a la central con fines turísticos que permitirían ampliar y magnificar la atracción que despierta la central.

Cabe recordar que muchos centros turísticos que cuentan con una atracción local, poseen además actividades satélites que permiten multiplicar el tiempo de estadía de los turistas. Ejemplo de actividades complementarias a la usina serían centros de divulgación científica, realización de experimentos, demostraciones, etc, que eventualmente podrían encararse con el concurso de las universidades locales, La construcción de la central implicará un redimensionamiento del turismo de la zona de Embalse, Villa del Dique, Rumipal, etc. y esto significa que de acuerdo a las ordenanzas, disposiciones y otras medidas que oportunamente se dicten, será posible incrementar, zonificar o disminuir la afluencia del público al área.

2.II.a.7.3.7

La experiencia histórica, incluso de la misma área de Embalse, indica que si no se toman las medidas pertinentes para armonizar y articular los esfuerzos que realizan distintas empresas y organismos en el área, la construcción de la central conducirá a un desarrollo caótico e invertebrado. Valga como ejemplo la descoordinación entre las inversiones realizadas por algunos municipios en balnearios y playas, que pueden usarse sólo cuando las aguas del lago alcanzan sus cotas máximas, y las decisiones de la Empresa Agua y Energía Eléctrica que utiliza las aguas para generar energía dejando involuntariamente "en seco" las instalaciones municipales. Ejemplos como éste se repetirán en magnitud mayor en la medida que se deje actuar por separado a los planificadores municipales, provinciales, nacionales y a las empresas y otros entes públicos y privados.

2.II.a.7.4 Conclusiones y Recomendaciones

2.II.a.7.4.1 A las Autoridades de la Provincia de Córdoba

a) Es necesario **establecer un grupo de trabajo** que articule y coordine las iniciativas de los diversos entes e instituciones en la zona de Embalse de Río Tercero. Algunas de sus tareas serían:

— Asegurar el refuerzo de la infraestructura vial de la zona antes que comiencen las labores en la central.

— Coordinar con ENTEL la satisfacción de las necesidades de la región evitando que la falta de facilidades cree barreras espaciales dentro de ella.

- Coordinar y facilitar la participación de la Universidad Nacional de Córdoba y de la Universidad Tecnológica en labores de entrenamiento de operarios y servicios técnicos a la obra. Y luego velar para que la capacidad científico-técnica desarrollada en tal evento sea utilizada por la actividad industrial de la Provincia.
- Atenuar y resolver en lo posible los conflictos que puedan emerger de la transitoriedad de las obras de la central y de los eventuales problemas que surjan en relación a los técnicos extranjeros.
- Respaldar y asesorar al municipio de Embalse a fin de que el re-equipamiento y transferencia del hospital del Ministerio de Bienestar Social a la órbita de aquél, se realice en consonancia con las necesidades de la zona y las derivadas de la construcción de la central.
- Proponer soluciones concretas al problema de la vivienda de los trabajadores que acudirán a la construcción de la central.
- Proporcionar asistencia social y facilidades de vivienda a las familias que migran del campo a la ciudad para participar en la construcción de la central.
- Promover las leyes, decretos, resoluciones y ordenanzas necesarias para establecer el mejor ordenamiento urbano de la zona, evitando las costosas ciudades longitudinales, el florecimiento de actividades manufactureras en lugares inoportunos, la contaminación de escenarios turísticos, etc.
- Promover la coordinación entre la construcción de la central y otros proyectos a realizarse en el área a fin de no crear una demanda excesiva de mano de obra en un corto período de tiempo.
- Promover las leyes, decretos, resoluciones y ordenanzas que permitan el mejor desarrollo de las actividades turísticas de la zona.

b) Realizar estudios y planes directrices que señalen las grandes líneas de acción que deberán seguir los organismos e instituciones que desarrollen actividades en la zona de Embalse de Río Tercero. Los estudios y planes más importantes se refieren a:

- Ordenamiento Urbano: es necesario proceder de inmediato a realizar un plan regulador de la actividad urbana a fin de maximizar los beneficios que puedan volcarse sobre la zona y evitar que el crecimiento de las ciudades perjudique las posibilidades futuras.
- Plan de fomento del turismo: a fin de instalar atracciones para los visitantes, reglamentar el uso de los recursos naturales, etc.
- Plan de aprovechamiento de la mano de obra interviniente en la construcción de la central. Es necesario prever la ocupación del personal transitoriamente ocupado en la obra de la central, en forma armónica con el aprovechamiento de los recursos y oportunidades de la zona.

2.II.a.7.4.2 Al Consejo Federal de Inversiones

a) Proporcionar asistencia técnica y financiera a la Provincia de Córdoba y a los municipios de la zona del Embalse para realizar los estudios de ordenamiento urbano, desarrollo turístico y ocupación de la mano de obra después de la construcción de la central.

b) Proporcionar asistencia técnica y apoyo al grupo de trabajo que actúe coordinando el desarrollo de la zona de Embalse, especialmente con respecto a las gestiones a realizar ante instituciones y empresas de jurisdicción nacional, tal como CNEA, ENTEL, etc.

c) Realizar estudios tendientes a **extender a otras regiones experiencias similares a las del CIM** (Centro de Investigación de Materiales) y de la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Tecnológica, propendiendo a fomentar la utilización de la infraestructura científico-técnica en proyectos de relevancia regional.

2.II.a.7.4.3 A los Municipios de la zona de emplazamiento de la Central

a) Consolidar esfuerzos intercomunales para la coordinación de proyectos, ordenanzas, etc. ya que cada municipio regula una porción del área de influencia de la central. Si se desea aprovechar al máximo las oportunidades de desarrollo que la usina ofrece a la zona, es necesario que haya un plan conjunto y una acción coordinada por un ente intercomunal.

b) Incorporar como asesores permanentes del ente intercomunal dos profesionales: un urbanista y un asistente social para que actúen en la resolución de los problemas que pudieran derivarse de la construcción de la central.

2.II.a.7.4.4 A la Comisión Nacional de Energía Atómica

a) Organizar un programa de difusión de los aspectos técnicos y de seguridad de la Central a los pobladores de la zona colindante.

b) Organizar conjuntamente con los Organismos correspondientes visitas escolares a las obras de la Central. Coadyuvando con ello pueden utilizarse las instalaciones hoteleras dependientes del Ministerio de Bienestar Social.

c) Gestionar ante el consorcio adjudicatario los pedidos que puedan eventualmente realizar las autoridades provinciales o municipales, especialmente aquellos tendientes a maximizar los beneficios y el desarrollo del área.

2.II.b Localización de las actividades de un eventual plan nucleoeléctrico

2.II.b.1 Introducción

Esta sección intenta reflejar las características del impacto provincial que tendría un eventual plan de centrales nucleares. Ante la diversidad de hipótesis referentes al papel, de la energía nuclear como fuente energética en los próximos años, se ha preferido explorar la alternativa de máxima participación de esta fuente energética a fin de obtener un orden de magnitud de las repercusiones regionales del programa. Esto supone que entre 1973 y 1990 se comenzarán a construir 16 Centrales, y que 11 se encontrarán en producción en esta última fecha. Como indicador de evolución y de localización se utilizó el número total de personas empleadas y el número de profesionales. Esto permite homogeneizar la consideración de actividades tan dispares como investigación y desarrollo, ingeniería, construcción, operación y gestión de las diversas plantas, minas, establecimientos, laboratorios y otras entidades que participan en este programa. Como resultado adicional de las estimaciones se obtuvieron un conjunto de parámetros que permiten estimar el impacto regional para cualquier plan alternativo al considerado. En esta sección se analizan cuatro grupos de actividades.

2.2 Centrales Nucleares

2.3 Combustible de Centrales Nucleares

2.4 Actividades necesarias para construir Centrales Nucleares

2.5 Otras Actividades

En la sección 2.6 se analizan los resultados globales

2.II.b.2 Centrales Nucleares

2.II.b.2.1

El programa de centrales nucleares (hipótesis máxima) encara la construcción de más de 10 centrales, de acuerdo al cuadro siguiente:

Cuadro N° 3: Programa de centrales

Ubicación de la central	Potencia MW (e)	Fecha comienzo de:	
		contrucc.	operac.
I. Atucha	319	1968	1973
II. Embalse Río Tercero	600	1974	1980
III Centrales a construir entre 1975/90 y en operación en esta última fecha (1)	6000		
IV.Centrales en construcción en 1990 (2)	3600		

1) A los efectos de la estimación de repercusiones regionales se consideró que los 6000 MW corresponden a 10 centrales, cuatro de los cuales se localizarían en Atucha y otras zonas de la Región Metropolitana, cinco en los siguientes lugares: Santa Fe, Bahía Blanca, Necochea, Mendoza y Córdoba y la restante central aún no tiene localización previsible.

2. Centrales sin localización previsible

Los problemas de localización de centrales nucleares serán ilustrados en las secciones 2.2.2 y 2.2.3.

2.II.b.2 Condiciones para el emplazamiento de centrales en la zona del Gran Buenos Aires-Litoral. (1).

El emplazamiento de una central nuclear debe satisfacer varios requerimientos de carácter técnico y económico. Entre dichas exigencias se destacan: disponibilidad de agua de refrigeración; topografía favorable; adecuado lecho de fundación; facilidades de acceso; aceptables características metereológicas y edafológicas; y alejamiento de centros poblados. Para una adecuada integración de la central en el sistema eléctrico Gran Buenos Aires-Litoral (GBA-L) es aconsejable que se localice en la misma zona que va a servir. Las centrales requieren abundante agua para refrigeración, ésta sólo puede ser proporcionada por los ríos más caudalosos de la región. Debido a ello el sector de posibles emplazamientos de centrales queda reducido a una estrecha franja que comprende ambas márgenes del río Paraná-Paraná de las Palmas y la ribera del Río de la Plata. Una razón de orden práctico aconseja excluir de dicha zona los lugares anegadizos, lo que reduce dicha zona a unos 580 km de ribera. Dentro de dicha área se seleccionaron cinco zonas que cumplían requisitos enunciados anteriormente.

- Pueblo San Martín: zona que se extiende sobre la margen izquierda del río Paraná, en la provincia de Entre Ríos. Abarca una extensión de costa de 50 km. Presenta características favorables desde el punto de vista fisiográfico, geológico y metereológico para la ubicación de centrales pero tiene desventaja su extremo alejamiento del mayor centro de carga del sistema GBA-L y sus poco adecuadas condiciones de acceso.
- Oliveros: se extiende a lo largo de la margen derecha del río Coronda y de su continuación como brazo del río Paraná, desde Puerto Gaboto hasta Oliveros en la Provincia de Santa Fe. La longitud total de este tramo de costa es de 15 km. En este lugar se dan condiciones fisiográficas, geológicas y climatológicas favorables. A ellas se suman grandes facilidades de acceso fluvial, ferroviario y terrestre. Se encuentra ubicado entre dos grandes centros de consumo: Rosario y Santa Fe-Paraná.

- Ramallo: la zona se extiende sobre la margen derecha del río Paraná, desde la localidad de Ramallo hasta el pueblo Vuelta de Obligado, en la provincia de Buenos Aires, y su extensión sobre la costa es de 27 km. Las condiciones fisiográficas y sobre todo las geológicas son favorables. Algunas de las zonas circundantes son anegadizas, lo que acarrearía un aumento en los costos de las obras viales o ferrocarriles que resulten necesarias. El acceso caminero actual es desfavorable y la terminal ferroviaria se encuentra alejada. El acceso fluvial, en cambio, como así también las facilidades para la toma de agua se consideran buenas.
- Atucha: el área favorable para la instalación de centrales se extiende sobre la margen derecha del río Paraná de las Palmas desde la desembocadura del río Baradero hasta las cercanías de la Vuelta de San Antonio, con una longitud de 8 km. Las condiciones fisiológicas y geológicas, las facilidades de acceso, toma de agua, etc. destacan al emplazamiento Atucha como muy conveniente. Su escasa distancia al límite del Gran Buenos Aires favorece la integración de la central al sistema eléctrico GBA-L.
- Magdalena: abarca el litoral del Río de la Plata desde Atalaya hasta la desembocadura del río Samborombón, que constituye a su vez el límite del sistema GBA-L. Su longitud total es de 100 km. El emplazamiento Magdalena presenta como característica más favorable su corta distancia a los límites del Gran Buenos Aires, situación análoga al emplazamiento Atucha. Las condiciones climáticas son convenientes y los accesos vial y ferroviario satisfactorios. La fisiología y geología de la zona, en cambio, es desfavorable y esta circunstancia redundará en mayores costos de las obras de toma de agua de refrigeración y las fundaciones.

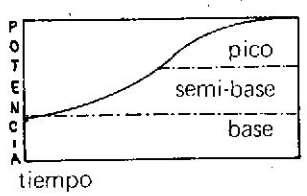
LA DEMANDA DE LA ENERGIA Y LAS CENTRALES NUCLEARES

2.II.b.2.3 La demanda de la energía y las centrales nucleares

La demanda de energía eléctrica sufre importantes variaciones diarias, variaciones de la curva de carga, que deben ser abastecidas con diversas instalaciones de generación. Una curva típica sería la siguiente:

Gráfico N° 2:

Curva de Carga



La base de la curva de carga debe ser abastecida por las instalaciones de menor costo operativo, por ejemplo los mayores turbogrupos del sistema, y por la energía hidroeléctrica de producción constante (si la hubiera). La segunda porción de la curva implica una utilización diaria de los equipos de 6 a 18 horas. Para abastecer a esta demanda se utiliza energía acumulable (hidroeléctrica) y turbogrupos de rápida puesta en servicio. La tercera parte de la curva de carga, el pico, es abastecido por equipos de mayor costo operativo: turbinas de gas, centrales de bombeo (si las hubiera), etc. Las centrales nucleares resultan más rentables que otros tipos de usina cuando son instalaciones de gran tamaño unitario y se las utiliza a pleno durante todo el día, es decir son típicas usinas de base. Por ello la localización de las centrales nucleares está íntimamente ligada al desarrollo de grandes centros de consumo de energía eléctrica, en los que la demanda sea suficientemente madura, en el tamaño de la base, como para permitir el funcionamiento rentable de centrales nucleares. Las facilidades de transmisión con líneas de alta tensión contribuyen a ampliar el ámbito de localización de las centrales, permitiendo situarlas en centros de consumo que aún no estuvieran suficientemente maduros.

En nuestro país los centros de consumo que poseen una demanda suficientemente madura para recibir el aporte de centrales nucleares serían el sistema GBA-L y el sistema Centro (Córdoba), pero bajo requisito de interconección con GBA-L. Para el futuro se prevé la incorporación del sistema Cuyo, también con requisito de interconección con C y GBA-L, y del sistema del Sur de la Provincia de Buenos Aires, interconectado con GBA-L. Hacia fines de la década del ochenta también podría comenzar a madurar el sistema NOR-OESTE y por lo tanto cabe plantear su probable incorporación como localización de centrales nucleares. La maduración de un sistema podría adelantarse aumentando drásticamente su demanda de energía. La solución más ensayada es la construcción de una central de bombeo, que absorbe parte de la producción de la central nuclear durante las horas de menor consumo, a fin de bombear agua desde un depósito inferior a otro superior y luego, coincidiendo con las horas de mayor consumo, se utiliza esa misma agua para generar energía hidroeléctrica. La central de Embalse de Río Tercero contará con una central de bombeo en sus proximidades. En el afán de adelantar la maduración de un sistema eléctrico se suele plantear la instalación de un eventual parque industrial que utilice la energía producida por la Central. A este respecto cabe aclarar que la energía eléctrica no es factor de localización de actividades manufactureras. Las excepciones son contadas: metalurgia básica del aluminio, aceros especiales, etc. Además para inte-

grar el parque industrial se necesitaría un cuantum de inversiones varias veces superior a de la misma central y la coordinación de un cúmulo de decisiones de inversión en el momento y lugar en que se produce la oferta de energía. Operación de esta magnitud y simultaneidad no tienen precedente conocido.

2.II.b.2.4 Resumen de las localizaciones de Centrales Nucleares por Provincias y Regiones

Cuadro N° 4: LOCALIZACION DE CENTRALES POR PROVINCIA Y REGIONES

Obra o Actividad	Personal Ocupado						Monto de Inversiones u$s x 10^6/
	Total			Profesional			
	1973	1982	1990	1973	1982	1990	1974 1990
1. Prov. de Buenos Aires	–	–	520	–	–	70	560
CN (Bahía Blanca)	–	–	260	–	–	35	280
CN (Necochea)–	–	–	260	–	–	35	280
2. Prov. de Córdoba	–	260	520	–	35	70	560
CN II (Emb. Río III)	–	260	260	–	35	35	280
CN (Emb. Río III)	–	–	260	–	–	35	280
3. Prov. de Mendoza	–	–	260	–	–	35	280
CN (Mendoza)	–	–	260	–	–	35	280
4. Prov. de Santa Fe	–	–	260	–	–	35	280
CN (Santa Fe)	–	–	260	–	–	35	280
5. Región Metropolitana	260	780	1300	35	105	175	1080
CN I (Atucha)	260	260	260	35	35	35	–
6. Sin localización prevista.	–	905	1165	–	182	217	1550
TOTAL	260	1945	4025	35	322	602	4310

2.II.b.3 Combustible de Centrales Nucleares

Bajo este título se agrupó la prospección y extracción de mineral, su tratamiento y purificación, la elaboración de elementos combustibles y el control de post-irradiación.

2.II.b.3.1 Prospección y exploración

Como primera etapa se seleccionaron las áreas de nuestro territorio que cuentan con posibilidades uraníferas, las que suman 1,3 millones de km cuadrados. De ellas 400.000 km^2 constituyen áreas de "interés inmediato". Las técnicas de prospección utilizadas incluyen la prospección aérea, geoquímica, geofísica e ionometría. La exploración comprende el reconocimiento preliminar, el reconocimiento subprofundo, la exploración, el desarrollo y la evaluación del yacimiento. Estas tareas se desarrollan en 14 provincias y las previsiones a largo plazo indican la incorporación de otros tres distritos

Cuadro N° 5: Personal dedicado a prospección y exploración

	1973		1982		1990	
Provincias	Tot.	Prof.	Tot.	Prof.	Tot.	Prof.
1 Bs. As.	—	—	—	—	15	1
2 Catamarca	24	2	101	101	90	9
3 Córdoba	28	3	101	10	120	12
4 Chubut	52	5	145	15	120	12
5 Jujuy	28	3	101	10	90	9
6 La Pampa	—	—	—	—	15	2
7 La Rioja	24	2	88	9	90	9
8 Mendoza	56	6	145	15	120	12
9 Neuquén	24	2	101	11	120	12
10 Río Negro	16	2	101	11	120	12
11 Salta	52	5	145	15	120	12
12 S. Luis	24	3	88	9	90	9
13 S. Juan	24	2	88	9	90	9
14 S. Cruz	24	3	101	11	120	12
15 Sgo. Estero	12	1	57	6	75	7
16 Tucumán	12	2	88	9	90	9
17 T. del Fuego	—	—	—	—	45	2
TOTAL	400	40	1450	150	1500	150

2.II.b.3.2 Yacimientos uraníferos

La Comisión en la actualidad explora y realiza labores mineras en los siguientes yacimientos: Tonco, Cosquín, Comechingones, Sierra Pintada, Malargue y en Chubut.Central.

2.II.b.3.2.1 Distrito de Tonco

Se encuentra a 150 km al SO de la ciudad de Salta. El mayor de los cuerpos uraníferos es el de "Don Otto", que presenta una mineralización contínua en superficie a lo largo de 2.500 m. con espesores útiles de 1 m. y leyes medidas de 0,1 a 0,15%. Personal ocupado: 150, entre ellos 5 profesionales.

Inversiones previstas: ninguna. Estas instalaciones operarán hasta 1979/80 entregando una producción anual de 15/20 toneladas de uranio.

Con posterioridad a dicha fecha, por agotamiento del yacimiento, se clausurarán las explotaciones mineras. Respecto a la planta de beneficio mineral, cabe la alternativa de desmontarla y trasladarla junto con su plantel a otra localización donde pueda aprovechar el mineral proveniente de otros yacimientos. Las reservas certificadas alcanzan a unas 900 t de uranio

2.II.b.3.2.2 Distrito de Cosquín

Se encuentra en el valle de Punilla, desde el lago San Roque hasta las cercanías de la Cumbre, con un desarrollo superior a los 30 km. Las reservas certificadas superan las 2.500 toneladas de uranio, y el potencial probable alcanzaría a 13.000 toneladas. El yacimiento tiene minerales de 0,04 a 0,1% y habría dificultades para su explotación por encontrarse debajo de áreas urbanas.

2.II.b.3.2.3 Distrito Comechingones

En la vertiente occidental de la Sierra de Comechingones se presentan numerosas vetas que a veces alojan minerales de uranio.

Recientemente se localizaron algunos cuerpos mineralizados de interés, por lo que se está considerando su explotación a breve plazo. La planta estaría localizada en Villa Larca (Prov. de San Luis) y demandaría una inversión cercana al millón de dólares, la que se efectuaría entre 1974 y 75. La actividad minera ocuparía alrededor de 30 personas, entre ellas un profesional. Se espera extraer una producción anual equivalente a 25 toneladas de uranio entre 1975/80. Dada la escasa magnitud del yacimiento, a menos que se localicen nuevos depósitos, se instalaría una nueva planta de beneficio de minerales utilizándose la instalada en la ciudad de Córdoba.

2.II.b.3.2.4 Distrito Malargüe (Mendoza)

En un área de 150 km^2, situada a 45 km al SO de Malargüe se ubican varios yacimientos cuprouraníferos. Se trata de un distrito que abasteció durante varios años las necesidades de la CNEA, encontrándose aparentemente en la etapa final de su explotación. En estos momentos ocupa 85 personas en la explotación minera y 100 en la planta, entre ellos 5 profesionales. Aún no se ha decidido el destino de las instalaciones y equipos. Con posterioridad al agotamiento de la mina, aunque es probable que la CNEA realice tratativas para transferir la propiedad de la planta a la Provincia de Mendoza, a fin de que continúe operando en beneficio de minerales de cobre y manganeso. La planta tiene una capacidad de procesamiento de 100 tn de mineral/día. La producción anual es de 20 toneladas de uranio. Para garantizar un mejor aprovechamiento de la planta habría que realizar estudios de abastecimiento de mineral, los que abarcarían aspectos tales como: análisis de las perspectivas minerales de la zona; factibilidad de extracción de cobre, manganeso y otros metales por empresas de pequeña envergadura en zonas aledañas a Malargüe; estructura de la empresa que manejaría la planta de concentración, etc. También habría que analizar la conveniencia de trasladar los equipos de la planta a otra localización a fin de realizar la concentración de minerales del lugar. En este caso se perdería la obra civil existente. Junto a la planta de concentración hay una fábrica de ácido sulfúrico de una capacidad de 25 toneladas/día, que abastecería

las necesidades de la primera. La fábrica de ácido sulfúrico no ha sido puesta por falta de capital operativo. En este caso habría que estudiar la posibilidad de transferir la planta a entidades interesadas en su explotación.

2.II.b.3.2.5 Distrito Chubut Central:

Agrupa varios yacimientos de los cuales el más conocido es el de "los Adobes", el N de la localidad Paso de los Indios. Si bien se trata de un cuerpo mineralizado de pequeño tamaño (120 t de uranio) el mineral es de fácil beneficio y tiene una ley promedio del 0,15%. Debido a las características de la mina se intentará realizar la extracción en un lapso de un año, dejando el mineral a disposición de la planta, la cual lo elaboraría en 3 ó 4 años. Una vez finalizado el procesamiento del mineral de los Adobes y si no se localizan nuevos yacimientos, la planta sería desmontada y trasladada a otra zona. Cabe señalar que se está explorando intensamente en dicha área. La zona de Los Adobes y Paso de Los Indios, lugar en el que se instalará la planta, brinda pocas oportunidades de empleo, por lo que aún podría ser palpable el efecto de instalar una pequeña planta, operarla y luego desmontarla.

2.II.b.3.2.6 Distrito Sierra Pintada (San Rafael, Mendoza)

La aplicación de modernas técnicas de prospección permitieron descubrir importantes yacimientos de uranio en las cercanías de San Rafael. Los mismos se extienden desde Sierra de las Peñas, Arroyo del Tigre, Cuesta de los Terneros, Los Mesones, hasta el Nihuil. La mineralización se distribuye en varios niveles, los que pueden integrar espesores útiles desde 3 hasta 15 metros. Las leyes medias fluctúan desde 0,15 a 0,25% en los niveles más ricos.

La estimación de reservas certificadas hasta la fecha asciende a 4250 toneladas de uranio a un costo no mayor de U$S 10 la libra y si no se consideran los recursos razonablemente asegurados, factibles de alcanzar con una intensificación de los trabajos de exploración, las cifras ascienden a 10.200 t de uranio. La forma del yacimiento y dimensiones del cuerpo principal, harían posible su explotación minera a cielo abierto, lo que aseguraría condiciones económicas convenientes.

Las inversiones previstas para la primera etapa alcanzan a U$S 50 millones, las que se efectuarían en 1973/77. La producción anual sería de 400 t de uranio y la ocupación alcanzaría a 300 personas, incluyendo 10 profesionales. Se prevé la ampliación de las instalaciones, para lo cual se demandará una inversión adicional de U$S 25 millones, que se efectuaría a partir de 1979. Mediante esta ampliación se duplicaría la capacidad de producción abriéndose 160 nuevos empleos, entre ellos cuatro para profesionales.

2.II.b.3.2.7 Potencial uranífero argentino

Además de los yacimientos citados se conocen varios otros distritos tales como: Sañogasta (La Rioja), Guandacol (La Rioja), Tinogasta (Catamarca), Rahuelo (Neuquén), Chihuidos (Neuquén), Barreal-Jachal (San Juan), etc. donde se han intensificado las labores de exploración y desarrollo. La medición del potencial existente se realiza agrupando las reservas según los costos de producción en tres categorías:

- entre u$s 5 y 10 por libra
- entre u$s 10 y 15 por libra
- entre u$s 15 y 30 libras

La primera categoría es la que tiene vigencia actualmente, dados los precios del mercado internacional. Es probable que la segunxa categoría comience a ser explotada hacia fines de la presente década. En lo que se refiere al grado de seguridad en la evaluación de las reservas se utilizan tres conceptos:

- reservas: mineral certificado y en condiciones de ser explotado de inmediato.
- recursos razonablemente asegurados:. comprende aquellas contenidas en depósitos conocidos sobre los cuales no hay información completa.
- recursos adicionales posibles: minerales cuya existencia se presume

Cuadro N° 6: Reservas Uraníferas Argentinas (En t de Uranio)

Categ. costos	h/10	10-15	15-30	total
Reservas	9.300	4.200	4.300	17.800
Recursos razonablemente asegurados	3.200	2.700	7.500	13.400
Recursos adicionales posibles	7.800	11.200	25.000	44.000
Total	**20.400**	**18.000**	**36.800**	**75.200**

2.II.b.3.3 Instalaciones industriales de concentración

Además de las plantas de "Don Otto" y "Malargüe", cuyas características fueron mencionadas junto a los yacimientos homónimos, existe una tercera planta de concentración en la ciudad de Córdoba, cuyas instalaciones tienen carácter experimental. En la actualidad brinda ocupación a 65 personas, entre ellas 8 profesionales. En el futuro mediato sería necesario instalar otra planta industrial, cuya inversión será de aproximadamente u$s 60 millones. En ella se crearán 300 empleos, entre ellos 10 correspondientes a profesionales. La construcción de la planta se realizará en 1981/82.

2.II.b.3.4 Purificación nuclear

El correcto funcionamiento de un reactor exige muy alta calidad y pureza en el uranio que sirve como combustible. Para ello los concentrados deben ser rigurosamente refinados y transformados en óxidos que alcancen el grado de pureza nuclear. En la actualidad CNEA cuenta con instalaciones piloto en sus laboratorios, pero para abastecer las necesidades ha encarado el proyecto de una planta en la ciudad de Córdoba. Planta de refinación (Córdoba): se han previsto inversiones del orden de u$s 1,3 millones, las que se realizarán entre 1974/75. Con esta actividad se brindará trabajo a 20 personas, entre ellos 3 profesionales. Se prevén dos ampliaciones de la planta, la primera en 1976 y la segunda en 1977, las que demandarán en total u$s 2 millones y duplicarán las necesidades de personal.
Se ha previsto la instalación de una segunda planta de refinación, también en dos etapas, que se construiría entre 1979/83, brindando ocupación a 40 personas, incluyendo 6 profesionales.

2.II.b.3.5 Fabricación de combustible para reactores de potencia

Se encuentra en estudio un proyecto de factibilidad de una planta de elementos combustibles para abastecer las necesidades del plan de Centrales Nucleares. La construcción se realizaría en dos etapas entre 1974/79, siendo la inversión de aproximadamente u$s 13 millones.
Esta planta requiere en total 210 personas, entre ellas 24 profesionales. Para abastecer las necesidades del plan de centrales sería necesaria otra planta similar a instalarse en 1978/82, la cual duplicaría la ocupación para 1990.

2.II.b.3.6 Gestión de aprovisionamiento de combustibles

Esta actividad constituye una labor permanente que se realiza en la Sede de la CNEA, teniendo en cuenta el número de centrales operando en 1973, 1982 y 1990 se ha elaborado el siguiente cuadro de requerimiento de personal:

Cuadro N° 7 Requerimientos de personal

	Total	Profesionales
1973	9	3
1982	18	6
1990	30	11

2.II.b.3.7 Resumen

Para producir combustible para Centrales Nucleares será necesario realizar un conjunto de actividades cuya repercusión regional figura en el siguiente cuadro. Las actividades que figuran sin localización comprenden:

- Actividad minera: corresponde a un incremento de 500 empleos, entre ellos 10 para profesionales, entre 1982/90
- Actividad de purificación: corresponde a un incremento entre 1982/90 de 40 empleos, entre ellos 6 para profesionales.
- Planta de Elementos Combustibles: se estimó que en 1982 esta actividad empleará un total de 210 personas, entre ellas 24 profesionales. En 1990 el personal total ascendería a 420, entre ellos 48 profesionales.
- Planta industrial: en 1990 ocupará 300 personas, entre ellas 10 profesionales. La inversión prevista es de u$s 60 millones.

(*) Ver página 27.

2.II.b.4 Actividades necesarias para construir centrales nucleares

La construcción de una Central Nuclear requiere un conjunto de actividades técnicas: ingeniería, dirección del proyecto, dirección de la obra, servicios administrativos y adiestramiento de personal para la operación de centrales.

2.II.b.4.1 Ingeniería

Comprende la ingeniería básica y de detalle.

La ingeniería básica tiene por objeto la concepción general de la Central. Constituye la actividad más característica de todo el conjunto y de ella dependen conceptualmente en mayor o menor medida las demás actividades. El conocimiento de ingeniería básica y por ende las actividades homónimas para una Central Nuclear puede separarse en dos grandes partes: el sistema nuclear de generación de vapor (SNGV) y la parte "convencional" que comprende la utilización del vapor y la producción de energía eléctrica. El SNGV se caracteriza por las exigencias nucleares de su tecnología. La ingeniería de esta sección de la planta requiere un conocimiento completo de los procesos y reacciones nucleares, materiales, combustibles, etc. El eje central de la ingeniería del SNGV sobre el cual se elabora el bosquejo, el

CUADRO Nº 8: REPERCUSION REGIONAL DE LA OBTENCION Y ELABORACION DE COMBUSTIBLE

Localización de las actividades	1973	1982	1990	1973	1982	1990	Inversiones 73/82 (1)
1. Buenos Aires	–	–	15	–	–	1	–
2. Catamarca	24	101	90	2	10	9	–
3. Córdoba	93	206	225	11	24	26	3
4. Chubut	52	145	120	5	15	12	1
5. Jujuy	28	101	90	3	10	9	–
6. La Pampa	–	–	15	–	–	2	–
7. La Rioja	24	88	90	2	9	9	–
8. Mendoza	241	605	580	10	29	26	75
9. Neuquén	24	101	120	2	11	12	–
10. Región Metropolitana	9	18	30	3	6	11	–
11. Río Negro	16	101	120	2	11	12	–
12. Salta	202	145	120	10	15	12	–
13. San Luis	54	88	90	4	9	9	1
14. San Juan	24	88	90	2	9	9	–
15. Santa Cruz	24	101	120	3	11	12	–
16. Santiago del Estero	12	57	75	1	6	7	–
17. Tucumán	12	88	90	2	9	9	–
18. Tierra del Fuego	–	–	15	–	–	2	–
19. Sin localización	–	210	1260	–	24	74	78
Total	839	2243	3355	62	208	262	98

(1) en millones de u$s. Se trata de inversiones en plantas nuevas.

anteproyecto de la central, es el diagrama de flujos del proceso. Debido a su gran complejidad, son pocas las instituciones en el mundo que realizan esta ingeniería básica. La ingeniería de la parte convencional se define de acuerdo a las condiciones de operación del turbogrupo. En la actualidad la ingeniería básica del SNGV debe adquirirse con cada proyecto, alentándose para el futuro mediato la esperanza de concretar una mayor participación local. Con respecto a la parte convencional, existen antecedentes de empresas locales que realizaron parcialmente esta actividad.

En términos generales se puede afirmar que al realizar la ingeniería básica se produce la selección de tecnología respecto al reactor, turbogrupo y principales equipos y sistemas. En la ingeniería de detalle se selecciona la correspondiente a materiales y componentes. La ingeniería de detalle consiste en el análisis y cálculo definitivo, elaboración de los planos de detalle, pliegos de especificaciones y todo lo necesario para la fabricación, adquisición, construcción e instalación de sistemas, estructuras y componentes de acuerdo con los lineamientos establecidos en la ingeniería básica. Se estima que el proyecto de una Central Nuclear requiere del orden de dos millones de horas/hombre de ingeniería, de las cuales una parte creciente de las mismas se realizará en el país y el resto deberá encargarse en el extranjero. La proporción de ingeniería local depende de varios factores: la capacidad local de ingeniería, la repetitividad del módulo para varias centrales, por ejemplo: instalar varias usinas semejantes a las ya dispuesta para Embalse de Río III; etc. Las actividades de ingeniería de nuestro medio han evolucionado en los últimos años hacia la formación de empresas especializadas, las cuales realizan labores de ingeniería básica, de detalle, dirección de proyectos, dirección de obras, montaje, etc.

La capacidad individual de ingeniería básica y de detalle de

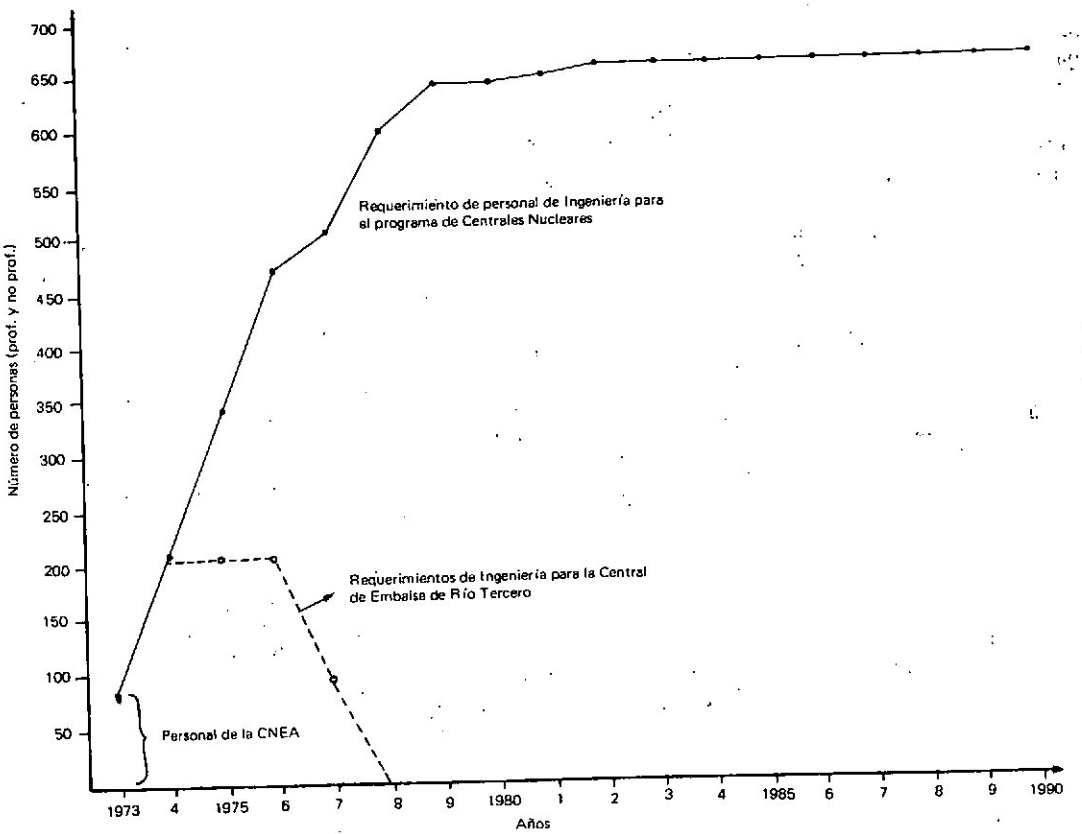
dichas empresas es todavía reducida, pero en numerosos proyectos han logrado aumentarla mediante la formación de consorcios interempresarios. Cabe destacar que las cuatro firmas más grandes se hallan localizadas en la Capital Federal y que excepto en sistemas auxiliares e ingeniería de la obra civil, no se aprecian muchas posibilidades de intervención de empresas de ingeniería del interior del país. A fin de observar la probable integración de la tarea de ingeniería en el país, se han elaborado proyecciones que pueden considerarse de máxima participación local.

Cuadro N° 9 Requerimientos de personal para ingeniería

	1973	1982	1990
Total	50	665	665
Profesionales	30	240	240

Lo que equivala a un desarrollo en la siguiente forma:

Gráfico 3: Número de personas trabajando en ingeniería de Centrales Nucleares



Estos totales se alcanzan considerando que la participación nacional máxima sería hasta el 90% de la ingeniería y que las economías de escala no representarían más que un 35%. Las mayores empresas de ingeniería local emplean en conjunto unas 600 personas (en ingeniería) abarcando con ello diversos proyectos industriales y de infraestructura. El gráfico muestra que para 1980 deberá contarse con una capacidad similar dedicada exclusivamente a Centrales Nucleares.

2.II.b.4.2 Dirección y coordinación del proyecto

Bajo este título se consideran las siguientes actividades:

a) la programación de la obra, que consiste en establecer el cronograma completo de las operaciones y su secuencia.
b) el seguimiento de la marcha de la obra, órdenes de ejecución y control del avance del trabajo.
c) las actividades de compras, selección de proveedores, llamado a licitación, adjudicación, etc.
d) el desarrollo de proveedores locales, ya que de otro modo éstos competirían en desventaja con empresas extranjeras y de hecho quedarían marginados en buena parte de las licitaciones.
e) seguimientos de las tareas subcontratadas a terceros.
f) inspección del montaje y desempeño de los diversos componentes y sistemas a fin de asegurar el cumplimiento de los requisitos prefijados.

La dirección y coordinación del proyecto es una actividad clave en lo referente a impacto local, ya que la política de compras afecta a la industria de bienes de capital. Al propender a una participación creciente de la industria nacional en sucesivas Centrales, es necesario realizar labores tendientes a facilitar las condiciones de competitividad de las firmas nacionales frente a las extranjeras, para ello es necesario:

- adecuar la capacidad de producción a los requerimientos.
- lograr el desarrollo armónico de las diversas actividades de las empresas proveedoras: producción, control de calidad, diseño, compras, financiamiento, etc.
- lograr una escala de producción que redunde en costos razonables para los niveles de eficiencia locales.
- capacitar al personal.

Para ello se pueden utilizar diversas formas de asistencia técnica que van desde las acciones más simples de información sobre los proyectos previstos, a fin de que las empresas comiencen a interesarse, hasta la asistencia más completa que involucra el asesoramiento completo en el aspecto tecnológico, la capacitación de personal, la realización de ensayos, la elaboración de planos, etc. En lo económico, la fabricación local de componentes y partes, significa generalmente aumentar el costo de la obra. Sin embargo, desde el punto de vista nacional con dicha participación se logran un conjunto de beneficios económicos y tecnológicos, que en algunos casos superan con creces el aumento de costos. La labor de desarrollo de proveedores no puede especificarse en detalles sino que, dados los criterios generales, debe evaluarse cada caso desde una óptica técnico-económica a fin de verificar la capacidad real de los eventuales proveedores locales y determinar por medio de análisis de costos y beneficios la conveniencia del abastecimiento local. Las labores de desarrollo de proveedores incluyen las siguientes tareas. En los aspectos técnicos:

- suministrar información completa y anticipada sobre las características de los componentes y sobre los problemas de fabricación de los mismos.
- proveer servicios técnicos rutinarios (control de calidad, ensayos, etc.)
- suministrar asistencia técnica para solucionar los problemas de fabricación y diseño del proveedor.
- establecer normas para la calificación de empresas en un registro de proveedores de centrales nucleares.
- proveer prototipos y/o facilidades de ensayo de componentes.
- realizar investigación y desarrollo en temas relativos a componentes con la finalidad de transferir los resultados a los proveedores locales.

En los aspectos económicos.

- Subsidiar los mayores costos locales de acuerdo a un análisis de costo-beneficio que tome en consideración aspectos microeconómicos, macroeconómicos, tecnológicos y sociales.
- Asesorar, supervisar o gestionar la compra de tecnología extranjera para la fabricación de componentes en el país.
- Promover la industria local proveedora de componentes mediante créditos, subsidios, excepciones, etc.
- Realizar contratos de provisión de componentes similares a mediano plazo.

La entidad responsable de la obra asimismo debe propender al diseño local de equipos y establecer pautas de desarrollo de dichas actividades. Para ello puede ser adecuado dividir los componentes en cinco grupos:

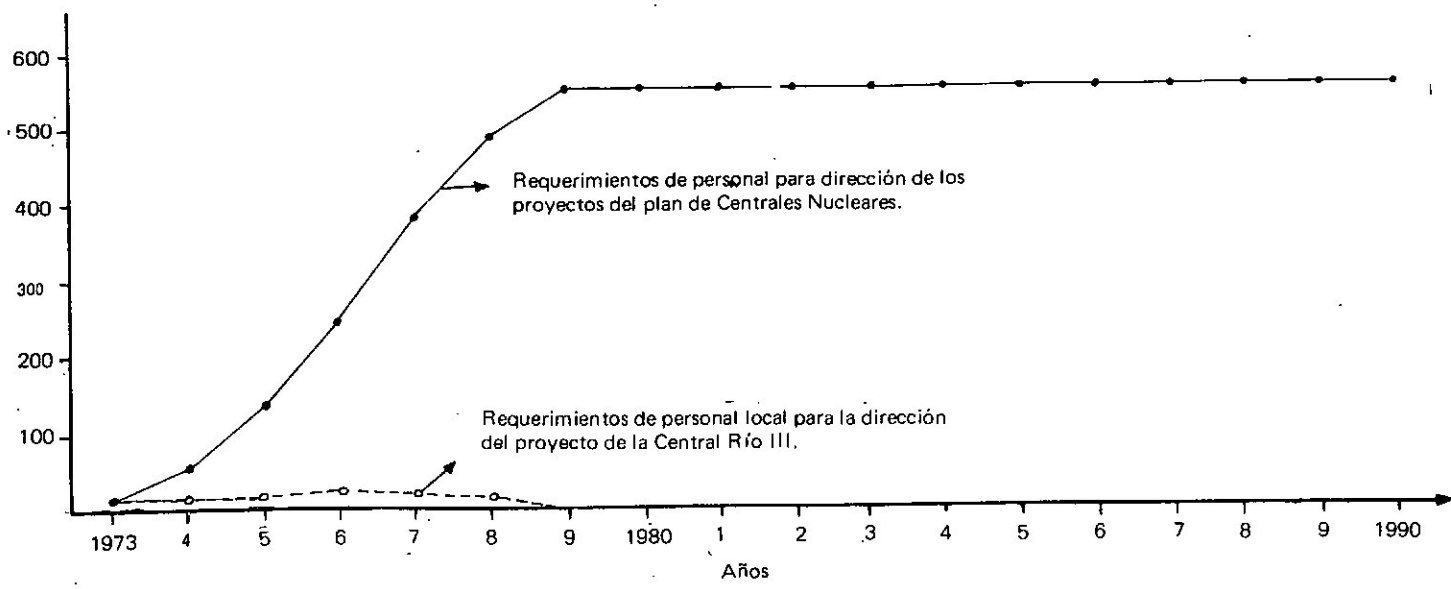
- los que se fabrican en el país con diseño local.
- los que se pueden fabricar en el país con diseño local.
- los que se fabrican en el país con diseño importado.
- los que se pueden fabricar en el país con diseño importado.
- los que no pueden fabricarse en el país ni aún con diseño importado, por qué exigen condiciones de fabricación, maquinado, soldadura, control, etc. muy diferentes

a las disponibles en el país.

Con respecto a la primera categoría obviamente no habría problema de diseño, cabe resaltar que corresponde a escasos componentes de pequeño tamaño. La segunda categoría reflejaría los casos que a pesar de existir suficiente capacidad de diseño no ha comenzado la fabricación local, ya sea por motivos de tipo fabril o empresarial. Estos casos requieren una acción definida de promoción para la realización local de los diseños a corto plazo. Es el caso de ciertos intercambiadores de calor, por ejemplo.

En la tercera categoría se incluyen la mayoría de los componentes electromecánicos de origen local, ya que por razones tecnológicas o comerciales (garantía, marca, etc) los fabricantes locales no pueden prescindir de este requisito. Correspondería a recomendaciones de mediano plazo en materia de diseño. La cuarta categoría incluye los componentes que requieren una superación de las limitaciones productivas de la industria. Esto se traduce en gestiones de mediano a largo plazo para las actividades de diseño local. Es el caso de los items que figuran en la "lista probable". Las previsiones realizadas con respecto a la actividad de dirección y coordinación de la Central Nuclear de Río Tercero, indican una participación local del orden del 20%, especialmente en las labores de desarrollo de proveedores e inspección. La decisión de utilizar uranio natural en la Central de Río Tercero posiblemente lleve a instalar varias centrales semejantes en cuanto a combustible y tamaño. En tal caso se verificaría una situación de dependencia con respecto a AECL-ITALIMPIANTI por ser éstos los únicos oferentes. Estos hechos tornan imprescindible una rápida integración local de forma tal de realizar la totalidad de la dirección del proyecto para la próxima central.
Esto supone un crecimiento de la actividad de acuerdo al siguiente gráfico.

Gráfico 4: Número de personas trabajando en dirección del proyecto de centrales nucleares



Las proyecciones pueden resumirse en los siguientes guarismos:

Cuadro N° 10 Requerimientos de personal para Dirección del Proyecto

	1973	1982	1990
Total	8	550	550
Profesionales	6	275	275

Para 1982 y 1990 se prevé que un 80% se localizaría en la Sede de CNEA y un 20% en el sitio de construcción de centrales.

2.II.b.4.3 Dirección de la Obra

Este conjunto de actividades está integrado por tareas de ingeniería civil, mecánica, eléctrica y otras. Del mismo modo como las características teóricas y funcionales de la plan-

ta dependen de la ingeniería básica y de detalle, los aspectos prácticos de calidad y precisión se logran durante el montaje de la obra. Esta actividad comprende la obra civil, la instalación de los sistemas eléctricos y mecánicos y las labores de control de calidad de soldaduras, montajes, etc. Insume una gran cantidad de mano de obra, gran parte personal transitorio, generalmente habitantes de la zona aledaña al emplazamiento de la Central.

La dirección de la obra en el caso de la Central de Río Tercero estará en manos del Consorcio adjudicatario. En las siguientes centrales es posible pensar en una rápida integración local de estas tareas. En síntesis, la evolución de la actividad puede resumirse en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 11 Requerimientos de personal para Dirección de la Obra

	1973	1982	1990
Total general	—	3900	3900
Profesionales	—	540	540
Dirección			
— total	—	300	300
— profesionales	—	150	150
Construcción y montaje			
— total	—	3600	3600
— profesionales	—	390	390

2.II.b.4.4 Servicios administrativos

Se trata de actividades de control contable, personal, relaciones públicas, asuntos legales, etc. A pesar del aparente carácter convencional de dichas labores, presentan algunas particularidades derivadas de las características de las obras. Por ejemplo, el elevado número de trabajadores transitorios contratados, los que en el momento de máxima actividad, llegan a cerca del millar, suele suscitar problemas de vivienda, transporte, facilidades educativas y sanitarias para ellos y para sus familias. Los emplazamientos previstos para las centrales en varios casos no coinciden con centros urbanos donde ya habitan trabajadores que puedan ser contratados transitoriamente. En estos casos, la instalación de centrales nucleares en zonas no urbanas configura una esperanza de progreso para los pobladores del lugar, y como sucede en toda acción pionera, pronto la obra se encuentra involucrada con un conjunto de problemas anexos a su actividad específica, pero íntimamente relacionados con el desarrollo de las localidades cercanas. Las oficinas administrativas se convierten en la caja de resonancia de los problemas de los habitantes del lugar. Los efectos de las centrales, en la zona circundante a las mismas, tiene suficiente importancia como para justificar una labor de coordinación estrecha con las autoridades locales, a fin de maximizar el desarrollo de la región y evitar los problemas que se derivan de la transitoriedad de las labores. El beneficio que la central aporta a la zona de su emplazamiento será mayor si logra integrarse al conjunto de actividades preexistentes en la región, coadyuvando a desarrollar la vocación de dicha zona. Por ejemplo, en Atucha situada en pleno litoral industrial, el efecto regional será tanto mayor cuanto más induzca a la instalación de plantas fabriles: en Río Tercero, lugar de turismo, la central debería constituirse en un centro de atracción de turistas con capacidad para recibir gran cantidad de visitas diarias. La tecnología nuclear es motivo de interés para la mayor parte de la población y esto debiera ser aprovechado para instalar en las centrales facilidades de divulgación masiva de conocimientos científicos. Coordinando esta actividad con entidades y establecimientos educativos y culturales se contribuye a mejorar el conocimiento de la población en relación a las tecnologías avanzadas. El personal requerido para actividades de servicios administrativos:

Cuadro N° 12' Requerimiento de personal para Servicios Administrativos

	1973	1982	1990
Total		200	200
Profesionales		50	50

2.II.b.4.5 Adiestramiento de profesionales, técnicos y operarios

Esta actividad se realizará en Atucha a fín de aprovechar las instalaciones de la Central Nuclear I. El personal necesario para realizar el entrenamiento alcanza las siguientes cifras:

Cuadro N° 13: Requerimiento de personal para Adiestramiento

	1973	1982	1990
Total		51	64
Profesionales		26	30

2.II.b.4.6

Resumen:

Cuadro N° 14: Necesidades de personal para construir Centrales Nucleares

	1973		1982		1990	
	Tot.	Prof.	Tot.	Prof.	Tot.	Prof.
a) Región Metropolitana	58	36	1156	486	1169	490
b) Localización transitoria	—	—	4210	645	4210	645
Total	58	36	5366	1131	5379	1135

2.II.b.5 Otras Actividades

En este capítulo se analizan:
1. Actividades de elaboración de componentes.
2. Planta de Zircaloy.
3. Planta de Agua Pesada.
4. Estudios energéticos y de preinversión.
5. Actividades de investigación y desarrollo.

2.II.b.5.1 Elaboración de componentes

La elaboración de componentes de centrales abarca una gama muy amplia de productos de las industrias: química, metalúrgica básica, mecánica, eléctrica y electrónica. El plan de centrales propende a maximizar la fabricación local de componentes de centrales y, a excepción de unos pocos equipos cuya producción no sería conveniente, todo el resto debería fabricarse localmente. En Atucha el 10% de los suministros electromecánicos fue de origen local. En la Central de Río Tercero se espera llegar al 30% y en las siguientes centrales al 50, 75, 80% hasta alcanzar entre el 90 y 95% de la integración local. La industria local en la actualidad no cuenta con personal profesional que se haya especializado en componentes de Centrales Nucleares. Sólo las grandes empresas han dedicado algunos meses/hombre a estos temas. A grandes rasgos se estimaron las necesidades de personal para ingeniería de componentes:

Cuadro N° 15: Requerimiento de personal para Ingeniería de Componentes

	1973	1982	1990
Total	3 (1)	57	110
Profesionales	3 (1)	19	30

(1) Localizados en Región Metropolitana.

Estas cifras son totales, que incluyen personal de CNEA y de proveedores. Cabe resaltar que la industria nuclear canadiense dedicada al SNGV en 1970 empleaba un total de 1150 personas, incluyendo 390 profesionales. Las proyecciones para 1980 estimaban: 1930, profesionales: 631; para 1990 total: 2670; profesionales: 886 (Ver J. Howieson, 1971). Como meta máxima nacional podría plantearse para 1982 alcanzar el nivel de Canadá en 1970 y para 1990 alcanzar la meta de la proyección a 1980. Ello daría los siguientes totales para fabricación de componentes.

Cuadro N° 16: Necesidades de personal para Fabricación de Componentes

	1973	1982	1990
Total	–	600	800
Profesionales	–	120	150

Esto excluye los componentes de la parte convencional

2.II.b.5.2 Planta de Zircaloy

Hacia fines de la presente década se instalaría una planta de zircaloy que demandará una inversión de U$S 10 millones Aún no ha sido decidida su localización.

2.II.b.5.3 . Planta de agua pesada

Las centrales del tipo CANDU necesitan algo menos de 1 ton. de agua pesada (A) por Mwe de potencia instalada. Esto significa que el plan de centrales nucleares enunciado en capítulos anteriores requiere el abastecimiento de aproximadamente 600 tons anuales de AP cuyo valor es aproximadamente U$S 40 millones. La CNEA realizó algunos análisis preliminares en relación a la instalación de una planta de 200 tons. anuales que se ampliaría a 400 tons. anuales a fines de la presente década. A los efectos de homogeneizar estimaciones, en esta proyección se supone que se realiza una nueva ampliación de 200 tons en 1982/84, con lo cual la capacidad instalada total equivaldría a la demanda.

Aún no se ha realizado el estudio de factibilidad de la planta, ni de su localización, sin embargo existen algunos antecedentes que ilustran sobre las posibles localizaciones, teniendo en cuenta los requerimientos de la planta y de la tecnología a utilizar. El AP se encuentra en el agua común en proporciones cercanas a 140-150 partes por millón. Los procesos de obtención de la misma se basan en la separación de los dos fluídos por etapas, hasta obtener una pureza de 99,75% AP. El lugar que se elija como emplazamiento de la planta debe cumplir con las siguientes condiciones:
1. Disponibilidad de energía a bajo costo.
2. Disponibilidad de agua de características químicas y físicas apropiadas.
3. Mano de obra especializada.
4. Proximidad de industrias afines y de talleres de reparación.
5. Facilidades de transporte

El emplazamiento de la planta debe ser estudiado desde un doble punto de vista: microeconómico y macroeconómico es decir, explicitando por una parte los costos de producción y por otra el impacto regional. Erigir la planta en una ubicación remota, pero con condiciones naturales favorables (energía barata, agua pura, etc), seguramente conllevará a un aumento en los costos de la mano de obra, construcción y montaje de la planta, pero que, como contrapartida, permitirá desarrollar un foco de actividad industrial. De las condiciones económicas mencionadas, las dos primeras ligadas a los recursos naturales disponibles, junto con la referida a infraestructura industrial parecerían ser los tres factores de mayor relevancia en el establecimiento del sitio

de instalación. El consumo de energía de la planta completa sería de aproximadamente 40 Mw, más la necesaria para producir 600 tons/h de vapor. La incidencia de este factor en los costos de producción puede llegar al 30%. Para ello se necesita una fuente energética barata, tal como gas, carbón en la boca de la mina, o bien vapor proveniente de una central termoeléctrica o nuclear, energía geotérmica, etc. Los requerimientos de agua son de dos tipos: como materia prima y como refrigerante para el proceso.

Como materia prima, a fin de evitar procesos de purificación, se requieren aguas con pocas impurezas. Esto se logra especialmente con aguas de deshielo. Además en algunas zonas de la Patagonia y Comahue, especialmente en algunos lagos, la concentración de AP podría ser mayor a los valores consignados debido a procesos naturales de evaporación. El volumen necesario de agua como materia prima sería de 20-25 millones de tons para producir 600 tons anuales de agua pesada. Con respecto al agua para refrigeración, cuanto menor sea su temperatura también menores serán las instalaciones necesarias. En Argentina se dan condiciones naturales favorables para esta planta en las regiones del Comahue y Patagonia, donde existen numerosas fuentes de agua pura y también energía barata. En especial merecen citarse las zonas de Neuquén y Río Negro cercanas a Colonia Catriel; la zona de Santa Cruz por donde atraviesa el gasoducto que une los yacimientos "El Cóndor" con Pico Truncado, etc. Desde el punto de vista de disponibilidad de recursos naturales en las regiones mencionadas caben otras alternativas, tales como el uso de energía geotérmica, uso del carbón de Río Turbio en la boca de la mina, etc. La planta también podría instalarse en el litoral, aprovechando las aguas de los grandes ríos. La fuente de energía en ese caso podría ser una central térmica o nuclear que cediera a la planta de AP vapor proveniente de la etapa de baja presión. El volumen de vapor requerido por la planta, en caso de ser suministrado por una central de 600 Mw, probablemente será del orden del 5% de su potencia térmica.

Con respecto a la mano de obra, la planta necesita la siguiente cantidad de empleados:

Cuadro N° 17: Necesidades de Personal para la planta de Agua Pesada

	1982	1990
Total	330	440
Profesionales	74	100

En Comahue y Patagonia, a raíz de la explotación petrolera, se han radicado algunos trabajadores de características similares a los requeridos por esta industria. En tales zonas el efecto de la planta sería ampliar el mercado de trabajo preexistente. En otras zonas puede ser difícil conseguir personal con conocimientos o experiencia en procesos químicos, lo cual trae aparejado la necesidad de adiestrar la fuerza de trabajo de la planta y solventar el período de aprendizaje. Una planta del volumen de la de agua pesada, necesita una constelación de actividades manufactureras satélites, la mayor parte de las cuales deberían realizarse en la misma localización. Cabe destacar que debido a la naturaleza del proceso, las plantas de AP tienen problemas de corrosión que requieren reparaciones rápidas, provisión de materiales especiales, etc. y que para ello se requiere una infraestructura metalmecánica adecuada.

Este factor orienta las ventajas de localización hacia las ciudades más industrializadas, el Litoral, y también hacia Bahía Blanca si hubiera el volumen de agua necesario. El costo de construcción e instalación de la planta también varía de una zona a otra, siendo menor donde se dispone de las mejores facilidades de transporte de grandes equipos y de la mano de obra capacitada para realizar las distintas tareas de construcción y montaje.

Se han mencionado sólo los principales factores de localización sin descartar la existencia de otros que eventualmente surgirán del análisis en mayor profundidad que acompañará al estudio de factibilidad. De los comentarios realizados respecto a cada uno de los factores surge "apriori" que no hay ninguna localización que maximice simultáneamente la relación beneficio-costo en términos de la economicidad de la planta y de las economías regionales, si no que cada uno de los posibles emplazamientos verificaría un determinado costo de producción y un determinado efecto de propulsión en la actividad económica regional. En definitiva, la ubicación de la planta dependerá en gran medida del peso que se conceda en la evaluación a los beneficios de tipo privado (economicidad de la planta) o al impacto regional (desarrollo industrial de zonas alejadas), ya que parecería un cierto antagonismo entre ambas finalidades. Cabe destacar que una planta de agua pesada puede cumplir una labor pionera de desarrollo industrial y realizar funciones que, trascendiendo el carácter fabril, alcance dimensión social: adiestramiento de la mano de obra, desarrollo de proveedores locales, desarrollo de talleres de reparación electromecánicos, asentimiento de una infraestructura de profesionales universitarios y técnicos especializados, lo que a su vez puede tener efectos colaterales como por ejemplo el refuerzo a las actividades educativas de la zona, etc. La otra cara de una actividad pionera es la pérdida de eficacio en la labor específica, es decir mayores costos de producción de AP, para lo cual habría que establecer el punto de equilibrio entre

los beneficios zonales y los mayores costos que en definitiva abonarían los usuarios de la electricidad que producirán las Centrales Nucleares.

2.II.b.5.4 Estudios energéticos y de preinversión

Se realizarán con personal de CNEA estimándose que se requiere el siguiente número de personas.

Cuadro N° 18: Necesidades de personal para estudios energéticos y de preinversión

	1973	1982	1990
Total	14	22	28
Profesionales	10	16	19

2.II.b.5.5 Investigación y desarrollo

La Comisión Nacional de Energía Atómica posee laboratorios en la Sede Central, en el Centro Atómico Constituyentes y en el Centro Atómico Ezeiza. En ellos se realizan labores de ID que tienen relación con el programa de Centrales Nucleares:

a) Combustibles
b) Reactores
c) Materiales de uso nuclear
d) Materiales de Centrales Nucleares
e) Elaboración de componentes
f) Comportamiento de componentes
g) Otros

La estimación de las necesidades de personas de estas actividades dependen del tipo de resultados de ID que se deseen obtener: innovaciones o mejoras; novedades mayores o servicios. También dependerá del conjunto de requerimientos que se planteen al equipo de ID, lo que implica decidir qué parte de las tecnologías de Centrales Nucleares será local y cuáles son las condiciones de participación local mínimas en las varias tecnologías importadas. Ante la carencia de estos elementos se realizó una proyección tentativa basada en el juicio de varios expertos de la CNEA.

Cuadro N° 19: Personal necesario para realizar tareas de ID.

	1973	1982	1990
Total	300	2000	4000
Profesionales	175	750	1500

La meta de 750 profesionales propuesta para 1982 significa igualar el número que Canadá poseía en 1970.
Para 1990 se propone duplicar la cifra de 1982, lo cual prácticamente coincide con el equivalente de tiempo completo de científicos e ingenieros ocupados en ID en temas nucleares en la industria privada de EE. UU. en 1956.

2.II.b.5.6 Resumen

Cuadro N° 20: Requerimientos de personal por Jurisdicción

	Total			Profesionales		
	1973	1982	1990	1973	1982	1990
1) Reg. Metropolitana	314	2022	4028	185	766	1519
2) Sin localización.	3	987	1390	3	229	296
Total	317	3009	5418	188	995	1815

2.II.b.6.1 Análisis de la distribución regional de las actividades

El cuadro 21 muestra una tendencia hacia la concentración de las actividades en la Región Metropolitana y en las provincias más industrializadas. Esto se aprecia con mayor facilidad en el siguiente cuadro resumen.

(*) Ver cuadro 21 en la página 35

La Región Metropolitana concentra actualmente el 43,7% del total de personal y el 81,6% de los profesionales, mientras que el resto del país con el 56% del personal total solo da empleo al 18,4% de los profesionales. En las proyecciones, el conjunto de actividades cuya localización aún no ha sido decidida más las caracterizadas por la transitoriedad de su emplazamiento especialmente la construcción de centales; ver Sección 1.3 requerimientos de empleo, concentrarían el 50% del personal afectado al plan de centrales nucleares en 1982 y el 44% del mismo personal en 1990.

El rubro que más incide en la tendencia hacia la concentración en la Región Metropolitana es centrales nucleares, tanto en lo relativo a construcción como a operación. Como se indicó en la Sección 2.2.3 las centrales nucleares se instalan donde existe un sistema eléctrico maduro. Es importante observar que este hecho espontaneamente constituye un estímulo para la centralización, tal como se observa en los cuadros 21 y 22. La observación de una tendencia espontánea es el primer paso para el estudio de medidas que permitan canalizar las actividades del plan nucleoeléctrico hacia las metas que se formulen en materia de desarrollo regional.

(*) Ver cuadro 22 en la página 35

2.II.b.6 RESUMEN GENERAL DEL EVENTUAL PLAN NUCLEOELECTRICO

Las cifras estimadas en los capítulos anteriores se resumen en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 21: REQUERIMIENTOS DE PERSONAL PARA LAS ACTIVIDADES DEL PLAN DE CENTRALES NUCLEARES.

	Total			Profesionales		
	1973	1982	1990	1973	1982	1990
1. Buenos Aires	–	–	535	–	–	71
2. Catamarca	24	101	90	2	10	9
3. Córdoba	93	466	745	11	59	96
4. Chubut	52	145	120	5	15	12
5. Jujuy	28	101	90	3	10	9
6. La Pampa	–	–	15	–	–	1
7. La Rioja	24	88	90	2	9	9
8. Mendoza	241	605	840	10	29	61
9. Neuquén	24	101	120	2	11	12
10. Región Metropolitana	644	3976	6527	262	1363	2195
11. Río Negro	16	101	120	2	11	12
12. Salta	202	145	120	10	15	12
13. San Luis	54	88	90	4	9	9
14. San Juan	24	88	90	2	9	9
15. Santa Cruz	24	101	120	3	11	12
16. Santa Fe	–	–	260	–	–	35
17. Santiago del Estero	12	57	75	1	6	7
18. Tucumán	12	88	90	2	9	9
19. Tierra del Fuego	–	–	15	–	–	2
20. Sin localización prevista	–	2102	3815	–	435	587
21. Localizaciones transitorias	–	4210	4210	–	645	645
Total	1474	12563	18177	321	2656	3814

CUADRO N° 22: DISTRIBUCION DEL PERSONAL CORRESPONDIENTE A LAS ACTIVIDADES DEL PLAN DE CENTRALES NUCLEARES. (En porcentaje)

	Total			Profesionales		
	1973	1982	1990	1973	1982	1990
Región metropolitana	43,7	31,6	35,9	81,6	51,3	57,6
Córdoba, Mendoza, Chubut y Salta	39,8	10,9	10,1	11,2	4,5	4,7
Demás provincias	16,5	7,3	9,8	7,2	4,5	5,4
Sin localización y localizaciones transitorias	–	50,2	44,2	–	40,7	32,3
Total:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

2.II.b.6.2 Análisis por tipo de Actividades

El análisis de las actividades comprendidas en el plan de CCNN muestra en mayor detalle cómo se gesta la tendencia hacia la concentración de actividades en la Región Metropolitana. En el cuadro 23 se refleja la evolución por tipo de tareas:

Cuadro N° 23: Requerimientos de personal para el plan de Centrales Nucleares por tipo de actividad (total)

Actividad	1973	1982	1990	Ev. 73/90 1973 =100
Operación de CCNN	260	1945	4025	1550
Combustible	839	2243	3355	400
Construcción de CCNN	58	5366	5379	9300
Varios (excluído ID)	14	1009	1418	10140
Invest. y Desarrollo	300	2000	4000	1333
Total	1471	12563	18177	22723

Con las cifras del cuadro 23 puede apreciarse que dentro del plan hay actividades que ya han alcanzado una cierta envergadura y que, por lo tanto, es esperable que tengan una evolución pausada, mientras que otras se encuentran en sus comienzos, lo cual se manifiesta en la alta tasa de crecimiento que registran sus proyecciones. Entre las actividades de menor crecimiento se encuentran las relativas a combustibles que, como lo muestra el cuadro N° 8, son las de mayor relevancia desde el punto de vista regional. El moderado crecimiento de estas actividades contrasta con el vigoroso desarrollo de la construcción de centrales, fabricación de componentes y operación de centrales, actividades que tienden a localizarse en los grandes centros urbanos.

2.II.b.6.3 Propuesta tendiente a una mayor distribución regional

Algunas de las actividades que fueran tentativamente localizadas en la Región Metropolitana podrían desarrollarse en el interior del país. Las razones para ubicarlas en primera instancia cerca de la Capital eran el aprovechamiento de facilidades ya existentes. Sin embargo, el costo adicional de radicarlas en el interior, en algunos casos, no parecería muy significativo, por ejemplo: actividades de investigación y desarrollo y actividades de ingeniería y dirección de proyectos. Como hipótesis global se considerarán los siguientes cambios:

a) La mitad de la investigación y desarrollo podría realizarse fuera de la Región Metropolitana.

b) En el caso de ingeniería, dirección de proyectos y capacitación del personal para la operación de centrales también se podría aspirar a que el 50% de la actividad se realizara en el interior del país.

c) Por otra parte entre las actividades "sin localización prevista" sei incluyen algunas que no se localizarían en la Región Metropolitana, tal es el caso de instalación de concentración y purificación, la actividad minera, la planta de zircaloy y la planta de agua pesada.

Reordenando las cifras se logra el siguiente cuadro que muestra un aumento considerable de la participación del interior.

Cuadro N° 24 Distribución de las actividades del plan CCNN considerando la máxima participación del interior del país. (En el número de personas empleadas).

	Total			Profesionales		
Localización	1973	1982	1990	1973	1982	1990
1) Reg. Metr.	644	2608	4362	262	793	1248
2) Rest. país	830	4213	7530	59	921	1524
3) Sin localización prevista y localizac. transitorias	–	5732	6285	–	966	1042
Totales	1474	12563	18177	321	2656	3814

Con esta nueva distribución la participación del interior en el Plan de CCNN alcanza cuantitativamente y cualitativamente un impacto apreciablemente mayor. Considerando los datos correspondientes a las localizaciones seguras (rubro 2 del cuadro 24) y a pesar de que las actividades de mayor repercusión regional son las de más lenta evolución dentro del plan, la participación de las provincias decrece en las cifras de total de personas (del 56,3% al 41,5%), mientras que se duplicaría en número de profesionales (del 18,4% al 40,0%). Por otra parte algunas de las centrales computadas en el rubro 3 del cuadro 24 se localizarán en el interior. Considerando ésto la actividad regional (medida en número total de personas), sería superior a la considerada en el párrafo anterior, y se verificaría un aumento mayor del porcentaje de profesionales.

Cabe consignar que esta hipótesis de mayor distribución regional significa la creación de por lo menos 7000 nuevos empleos en el interior, entre ellos 1500 para profesionales. Sin duda ésto contribuirá significativamente a elevar el nivel tecnológido de varias regiones, con lo cual se lograrán beneficios culturales y educativos adicionales que concurren a la elevación de la calidad de vida de la población del interior.

2.II.c. Referencias

1. Aikin, A. M. "Nuclear Power and National Economy" en IAEA **"Nuclear Energy costs and Economic Development".**
2. Arumugham, P. N. "A report on Argentinian Participation in Nuclear Power Programme in Argentina " Informe Interno, Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, 6 de Octubre de 1972.
3. Atomic Energy of Canadá Limitated: **"The Twelfth Symposium on Atomic Power"** Chalk River, Ontario, Canadá, AECL N° 3067, 1968.
4. Atomic Industrial Forum **"Scientific and Engineering mampower Requeriments for the Atomic Industry"** Atomic Industrial Forum, Inc., New York, 1957
5. Baez, J., Darnond. L., Grasso, H.; Quihillalt, O., Sarrate, M., y Wortman, O.: "Participación de la Industria Argentina en la Central Nuclear en Atucha y Futuras", CNEA, Buenos Aires, 1973.
6. Baranson, J.: "Engineering for inderdeveloped Countries" en Mechanical Engineering, March 1966.
7. Baranson, J.: "Multinational Corporations and Developing Country Goals for Technological Self-Sufficiency" Financiadora de Estudos e Projetos S.A., Río de Janeiro, 1972, mimeo.
8. Baranson, J.: "Automatización de la Industria en los países en desarrollo" en Finanzas y Desarrollo, Diciembre de 1971.
9. Bravo, V., Sarraillet, H., y Suárez, C.: "Estudio sobre Industrialización Nuclear", Fundación Bariloche, informe a CNEA, 1971, mimeo.
10. Brown, L.: **"Diffusion Processes and Location: a Conceptual Framework and Bibliography"** Regional Science Research Institute, Philadelphia, University of Pennsylvania, 1968.
11. Bustos, M. "L'importance de L'Enginnering dans une Politique d'Indistrialisation des Pays Sous-Developpés" Université des Sciences Sociales de Grenoble, Institute de Recherche Economic et de Planification, Grenoble, 1970.
12. Canadian Nuclear Association: **"Proceedings of the 1972 Annual Conference"** Ed. AECL, 1972.
13. Comisión Nacional de Energía Atómica: "Estado Actual de la Industria del Uranio en Argentina, Demanda. Plan para satisfacer la demanda". CNEA, Mayo de 1973, mimeo.
14. Glasstone, S.: **"Principles of Nuclear Reactor Enginnering",** D. Van Nostrand Co., Princeton, New Jersey, 1956.
15. Guard, R.F.: "The evolution of Canadian Architec-Engineering" en Canadian Nuclear Ass. **Proceedings of the 1972 Annual** Conference.
16. Haywood, L.R.: "The Role of AECL Laboratories" en AECL **"The Twelfth AECL Symposium on Atomic Power"**
17. Haywood, L.R.: "Trends in Atomic Power Costs". Atomic Energy of Canada Ltd, Chalk River, Ontario, March, 1966.
18. Howieson, J. "The Canadian Nuclear Industry" Atomic Energy of Canada Ltd. Report AECL-3978, 1971.
19. International Atomic Energy Agency **"Nuclear Energy Costs and** Economic Development" Viena, 1970.
20. International Atomic Energy Agency **"Bid Evaluation and Implementation of Nuclear Power Projects"** IAEA-151, Viena, 1971.
21. Isard, W., y Whitney, V.: **"Atomic Power: an economic and social analysis"** New York, The Blakiston Co. 1952.
22. Joss, J. "Implementation of Certain Nuclear Power Plants Projects in the United Kingdom" en IAEA, 1971.
23. Judet, P., Perrin, J., y Tibergein, R.: L'Enginnering", Université des Sciences Sociales de Grenoble, Institute de Recherche Economic et de Planification, Grenoble, 1970, mimeo.
24. Pawliw, J. "Nuclear Components", en Canadian Nuclear Ass., 1972.
25. Polliart, A.J.: Special Considerations in Construction of Nuclear Power Plants in Developing Countries" en IAEA, 1971.
26. Quihillalt, O.A.: "Energía Nuclear" Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Nov. 1972, mimeo.
27. Silberman, E. y Cretella, R.: "Posibilidades Argentinas para la Producción de Agua Pesada" Comisión Nacional de Energía Atómica, Informe N° 90, Buenos Aires, 1963.
28. Surya Rao, J.: "Organising Nuclear Power Projects in a Developing Country" en IAEA, 1971.
29. U. S. Atomic Energy Commission: **"The Nuclear**

Industry" US Government Printing Office: WASH 1174-71, Washington D.C., 1971.

30. Stevens, B. y Brackett, C. **"Industrial Location":** a Review and Annotated Bibliography of Theoretical, Empirical and Case Studies" Regional Science Research Institute, University of Pennsylvania, 1967.
31. Vidossich, F;: "La transferencia de Conocimiento Técnico en la Industria de Máquinas Herramientas en Brasil" Naciones Unidas, CEPAP, Doc. N° E/CN/920, 1972, mimeo.
32. Araoz, A. y Kamenetzky, M.: "La evaluación de proyectos de inversión en ciencia y tecnología en países en desarrollo Principios para una metodología". Instituto Torcuato Di Tella, Centro de Investigaciones en Administración Pública, Buenos Aires, 1973.
33. Beckmann, M., Sato, R. y Schupack, M.: "Alternatives approaches to the estimation of production functions and of technical change" The Economic Review, Vol 13, Feb. 1972.
34. Bennett Lewis, W.: "Economic relations between fast and heavy water power reactors" AECL, Chalk River, Ontario, 1970; AECL 3066.
35. Ferrer, A. "Incorporación, adaptación y creación de tecnología en una estrategia de desarrollo económico de América Latina" OEA-CACTAL, Brasilia 1972, mimeo.
36. Figueiredo, N.: "La transferencia de tecnología en el desarrollo industrial del Brasil" Naciones Unidas, CEPAL, E/CN. 12/937, Diciembre de 1972.
37. Gargiulo, G.R.: "Hacia un enfoque para el análisis de la demanda y requerimientos científicos y tecnológicos" OEA, AC-PE, Junio de 1972, mimeo,
38. Gliazer, L.: "The influence of science on economic develp
38. Gliazer, L.: "The influence of science on economic development" Problems of Economics, March 1972.
39. Healey, D.T.: "Development policy: new thinking about an interpretation" Jounal of Economic Literature, Sept. 1972.
40. Kennedy, C. y Thirlwall, A.: "Survey in applied economics: Technical progress" The Economic Journal, March 1972.
41. Nicholson, R.L.R.: "The practical application of cost-benefit analysis to research and development investiment decisions" Public Finance, Vol 26 N° 2 1971.
42. Ocde: "Gaps in technology: analytical report" Paris, 1970.
43. Ocde: "Manual of industrial projects analysis in developing countries". Paris, 1968.
44. Pannetier, R. y Lemistre, R.: **"Le Bi-Repertoire Nucléaire",** Centre d'Informations et de Diffusion, Vinvennes, Francia, 1971.
45. Sylvester, G. Gargiulo, G.R. y Lousteau Heguy: "Diseño de un formulario para evaluar la capacidad de innovación tecnológica del sector industrial argentino" CITMADE, INTI, Buenos Aires, 1972, restringido.
46. Tanis, S. Volman de : "Estudio sobre las patentes de invención en el área nuclear de la Argentina en el período 1953/72. CNEA, Gerencia de Tecnología, 1971.
47. U.S. Atomic Energy Commision: "Cost-Benefit of the US Breeder reactor program" US Government Printing Office: WASH 1184, Washington D.C. 1972.
48. Vietorisz, T.: "Projects evaluation in the presence of economies of scale and indivisibilities" United Nations, UNIDO, CID/IPE/B. 28. Discussion paper, 1965. mimeo.

ANEXO

ANALISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS DE LA FABRICACION LOCAL DE COMPONENTES DE CENTRALES NUCLEARES, METODOLOGIA.

2.1 Introducción

La tarea de desarrollo de proveedores, reseñada en el capítulo II, sección 2.4.2. implica la evaluación técnica y económica de la promoción de la industria local. En este capítulo se reseña brevemente el procedimiento empleado en la central Atucha para adquirir componentes locales. La tarea de desarrollo de proveedores en el caso de la central de Río Tercero exige disponer de una herramienta metodológica adecuada a efectos de determinar la aceptabilidad de los mayores precios locales en relación a los extranjeros.

A efectos de comenzar a discutir el tema, se elaboraron notas sobre el método de análisis costo-beneficio, que se incluyen en las secciones 3, 4 y 5 de este capítulo.

2.2 Análisis de la aceptación de suministros argentinos para la central Atucha

En el Anexo 8 del contrato entre la Comisión Nacional de Energía Atómica y la empresa Siemens Aktiengesellschaft, sobre la central nuclear construída en Atucha, Siemens declaraba su disposición para adjudicar suministros y prestaciones de origen argentino por un monto total de por lo menos 100 millones de marcos alemanes. Los suministros y prestaciones de origen argentino se distribuyeron en cinco rubros: obra civil, montaje, costos de transporte, seguros y suministros electromecánicos. Estos últimos alcanzaban a un total de 13 millones de marcos. Los precios de los suministros electromecánicos habían sido determinados para la oferta de Siemens, en base a los precios de componentes alemanes. La CNEA, según consta en el citado Anexo, se comprometía a pagar los mayores costos de los suministros electromecánicos de origen argentino, en relación a los precios alemanes. A tales efectos, se realizó un análisis de cada caso en particular a fin de establecer la diferencia de precios y permitir a la CNEA, tomar la decisión de aceptar o no los sobreprecios locales. Para ello se utilizó una fórmula de comparación tal como la que se incluye a continuación.

$$POA \leq (1 + SP)\ (PA + CF)$$

POA: Precio oferta argentino
SP: Sobrepecio aceptable
PA: Precio alemán FOB.
C + F: Costo + Flete.

El SP estaba expresado como tasa de incremento unitaria. Se consideró un sobreprecio normal de 0,15 (15%). En los casos que la producción local de componentes representaba un evidente beneficio tecnológico neto, se consideró un sobreprecio extraordinario.

El cálculo del sobreprecio extraordinario se basó en un esquema de costo-beneficios. La experiencia recogida en esta oportunidad aconseja analizar por separado los costos de ingeniería, fabricación, control de calidad y montaje de cada equipo. Y por otra parte perfeccionar el sistema de análisis costo-beneficio. A este último requerimiento se tratará de responder en los párrafos siguientes planteando algunas pautas metodológicas y una lista de indicadores.

2.3 Consideraciones generales

El análisis costos-beneficio es una forma cuantitativa de expresar la evaluación de un proyecto. El uso de este método se adecúa especialmente a los casos en los que el proyecto tiene **repercusiones en el futuro** y también cuando dichas repercusiones **se diseminan en varias direcciones.** El estudio de la participación de la industria local en el suministro de componentes para las centrales nucleares (CN) tiene ambas características:

a) la provisión local de componentes exige una expansión de la capacidad productiva de las empresas proveedoras, lo cual aumenta la oferta de la misma otorgando más calidad o mayores posibilidades de diversificación.
b) la fabricación local de componentes tiene efectos microeconómicos, macroeconómicos, sociales y tecnológicos que es necesario identificar y estimar.

Es importante recordar que las técnicas de costo-beneficio ayudan a tomar decisiones **dentro de un marco general previamente definido,** pues dicho marco general permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos que se logra con distintas alternativas. En el caso de fabricación de componentes para C.N. el marco general presenta algunos problemas que es necesario profundizar. Pueden diferenciarse cuatro tipos de componentes:

I: los que se fabrican en el país con características de servicio y calidad suficientes;
II: los que se fabrican en el país con características de servicio suficiente pero de calidad o vida útil insuficiente;
III: los que no se fabrican en el país pero que podrían fabricarse;
IV: los que no se fabrican en el país y cuya producción local sería antieconómica.

La problemática de análisis costo-beneficio presenta las siguientes características:

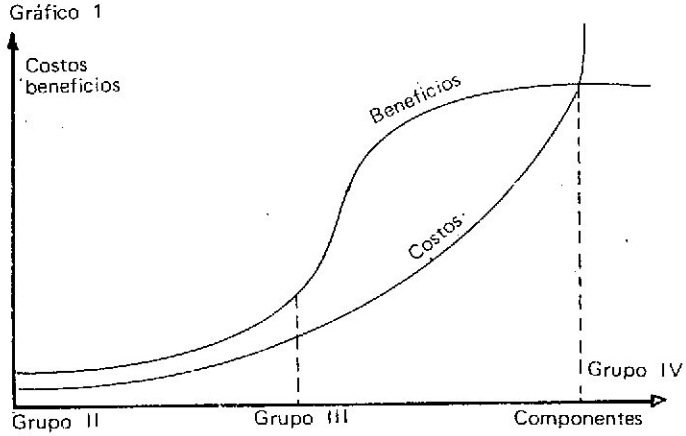
a) costo-beneficio de la producción de componentes del

grupo I.

b) costo-beneficio de la producción de componentes de los grupos II, III y IV.

En el caso de componentes del grupo I el análisis costo-beneficio se basa en las alternativas de producción local o importación. En el caso de componentes de los grupos II, III y IV se requiere un análisis costo-beneficio que considere los beneficios indirectos, ya que se presume que son relevantes. El tratamiento conjunto de estos tres tipos de componentes se justifica por el hecho de que todos requieren un aumento de la capacidad técnica de las empresas (equipamiento, tecnología y capacitación) y en todos los casos se produce un aumento cualitativo en la oferta de las empresas proveedoras. La clasificación de los componentes en un grupo u otro dependerá del análisis de costo-beneficio, tal como lo muestra el gráfico siguiente:

Gráfico 1



En los gráficos 2.1 y 2.2 se ilustra la hipótesis mencionada para los componentes de los grupos II, III y IV, es decir que un salto en la capacidad técnica de la empresa (CTE) para cumplir con las exigencias de los componentes de las C.N. amplía su oferta en forma más significativa que el valor que pudieran tener dichos componentes.

Gráfico 2.1

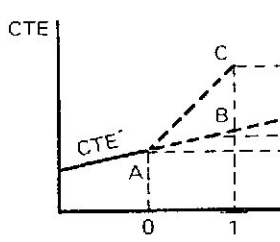
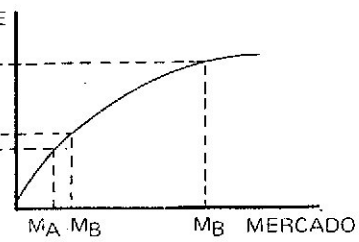


Gráfico 2.2



En el gráfico 2.1 se puede observar la evolución histórica de la CTE, siendo A la capacidad existente en el momento actual; B refleja la CTE en el futuro cercano; y C muestras las consecuencias del salto mencionado en la CTE. En el gráfico 2.2 se aprecia que con diferentes grados de CTE la empresa puede acometer mercados de distinta magnitud, tales como M_A, M_B y M_C (la función de magnitud del mercado en relación a la CTE es hipotética). Volviendo al marco general, la información existente sobre el mismo permite configurar el siguiente cuadro:

a) objetivo: alcanzar la mayor participación local en la provisión de componentes de C. N.

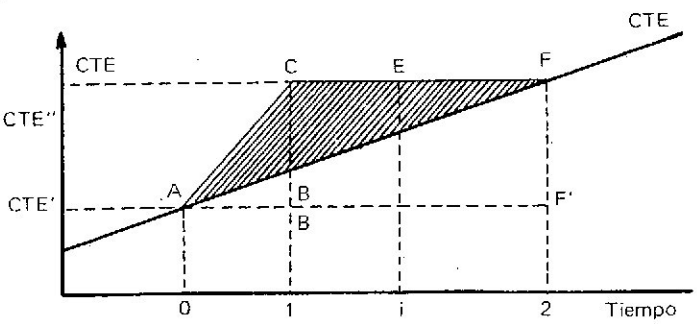
b) restricciones: dicha participación no podrá realizarse a niveles en los que los costos sociales superen a los beneficios sociales.

Las empresas proveedoras están sujetas a las disposiciones y situaciones coyunturales normales del sector industrial.

se supone que se instalarán varias centrales similares a la de Río Tercero.

2.4 Enumeración de costos y beneficios

La vida del proyecto es esencial para estimar los beneficios y costos atribuibles al mismo. En todos los casos puede suponerse que la capacidad técnica de las empresas (CTE) evoluciona positivamente, a lo largo del tiempo, lo que significa que en algún momento estarán capacitadas para elaborar componentes si la tecnología de éstos permanece constante. En el gráfico siguiente se ilustra la situación:



En el momento inicial (O) la empresa puede seguir dos caminos de expansión de su CTE; ABDF o ACEF. Con ambos se alcanza el nivel de CTE necesario para producir componentes, (CTE''), pero en períodos distintos. El esfuerzo de superar las limitaciones en el menor tiempo posible AC posibilita alcanzar el nivel CTE'' con bastante antelación a lo

que resulta de la tendencia anterior. La diferencia de capacidad técnica en t = 1 es CB y no CB° (=CTE'' - CE°) Los beneficios derivados del esfuerzo AC se representan en el área sombreada y no del trapecio A C F F° ya que la empresa de todos modos hubiera logrado el nivel requerido (CTE'') en t igual 2, signo igual.

Los beneficios que deben ser computados período a período corresponden a los que se derivan de la diferencia entre las dos sendas de expansión del CTE, ejemplificadas para t=i por ED. Los costos de superar las limitaciones en forma rápida constituyen un anticipo de futuras erogaciones y sólo debe atribuirse la diferencia entre los costos derivados del salto de CTE° a CTE'' menos el valor actual de los costos de tal evolución, si ésta se hubiera realizado siguiendo la tendencia de evolución de la empresa. El período que interesa analizar para cada proyecto es el comprendido entre 0 y 2. No es relevante estudiar los beneficios más allá de t=2 porque no corresponden al efecto que se desea estudiar: el impacto de la superación rápida de limitaciones. La estimación del período de vida dependerá para cada componente de los siguientes factores:

- naturaleza y magnitud de las limitaciones existentes (salto)
- vida útil del diseño utilizado para cada componente (tecnología constante).

Los beneficios derivados de la mayor participación local en la provisión de componentes pueden clasificarse en tres grupos:

a) directos: corresponden a la fabricación de componentes.
b) indirectos: corresponden al incremento de la producción de la industria local inducido por la superación de limitaciones en su capacidad de producción.
c) inesperados: corresponden a repercusiones imprevistas del esfuerzo de superación de limitaciones de la industria local.

Los beneficios y costos pueden ser de naturaleza varia:

a) microeconómicos: corresponden a los efectos sobre unidades de producción:
   - empresas proveedoras de componentes.
   - empresas proveedoras de materias primas y semiterminados para componentes.
b) macroeconómicos: corresponden a los efectos sobre macrovariables:
   - Producción
   - Inversión
   - Importaciones (bienes y tecnología)
   - Exportaciones (bienes y tecnología).
c) sociales: corresponden a los efectos sobre variables sociales.
   - empleo
   - capacitación y aprendizaje
   - etc.
d) tecnológicos

El análisis de costos incluye:

a) el análisis de los costos derivados de la superación de limitaciónes de producción.
- el análisis del los costos de manufactura de los componentes.

Es importante estudiar los costos de manufactura pues deben ser inferiores a la suma de los beneficios directos e indirectos para que tenga sentido el análisis de los costos derivados de la mejora en la CTE.

2.5 Valuación de los costos y beneficios

La valuación de los costos y beneficios implica definir indicadores cuantificables y resolver el sistema de precios a utilizar.

2.6 Los indicadores de beneficio que se proponen son los siguientes:

a) beneficios microeconómicos:
   directos: beneficios que obtienen las empresas por elaboración de componentes.
   indirectos: beneficios que obtienen empresas por superación de limitaciones (ampliación del mercado y mejor uso de la capacidad de producción)

El análisis de los beneficios microeconómicos implica estimar los beneficios de las empresas fabricantes de componentes y de las proveedoras de materias primas y semiterminados que se generan por la elaboración de equipos para la central.

b) beneficios macroeconómicos:
   directos: valor agregado generado por los fabricantes y sus proveedores. Importaciones que son sustituídas. Exportaciones eventuales. Desarrollo.
   indirectos: valor agregado generado por la ampliación del mercado.
   Importaciones sustituídas.
   Exportaciones eventuales.
c) beneficios sociales:
   directos: Empleos generados por la producción de com-

ponentes.
Capacitación de profesionales técnicos y operarios.

indirectos: Empleos generados

d) tecnológicos:

2.7

Los indicadores de costo podrían ser los siguientes:
(Los costos ordinarios de producción son deducidos de los beneficios).

a) directos: costo financiero de anticipar inversiones y capacitación.
costo de anticipar compra de tecnología.

indirectos:

b) macroeconómicos:
directos: Distorsión en precios relativos por sobrepre

directos:
- Distorsión en precios relativos por sobreprecio de la inversión. (mayor costo de componentes locales).
- Utilización de la capacidad instalada y a instalar.
- Utilización del ahorro interno (costos de oportunidad)
- Necesidades de nuevos productos importados.
- Necesidades de tecnología importada.
- Contribución a imperfección del mercado.
- Costo de entrenamiento

indirectos:
- Distorsión en precios relativos.
- Necesidad de nuevos productos y tecnología importada.
- Contribución a la imperfección del mercado.

imprevistos:
- apropiación de facilidades de servicios públicos.

c) Sociales.
d) Tecnológicos

La lista de indicadores pretende ilustrar los temas que deberían ser considerados. Desde el punto de vista operativo parece factible implementar un sistema de evaluación del sobreprecio extraordinario, siguiendo los lineamientos aquí esbozados y comenzando con un conjunto de indicadores mínimo, para progresivamente ampliar el esquema de análisis.

capitulo 3

Oferta Nacional de Componentes para Centrales Nucleares y Demanda de Componentes Equivalentes

Ing. Aldo Solodkowsky

3.1 Objetivo, Presentación del Problema

Con el propósito de facilitar la interpretación, análisis y discusión de este informe resulta conveniente recordar o volver a señalar la parte del Objetivo del convenio referente al aumento de la participación nacional de la industria y otros servicios para las Centrales del Plan Nuclear. En tal sentido, se puede sintetizar el Objetivo del Convenio de la siguiente manera:

- Estudiar la forma de maximizar los efectos directos e indirectos derivados de la demanda de componentes y servicios de ingeniería para el Plan de Centrales Nucleares.

Expresado en términos más precisos, se trata de proponer acciones para lograr premeditadamente el máximo porcentaje de integración nacional compatible con la condición: Beneficios Sociales mayores que Costos Sociales. En principio, ello implica:

a) Individualizar y explicitar los inconvenientes o limitaciones que se opongan a tal logro.
b) Analizar y precisar los procedimientos que permitan superar tales inconvenientes o limitaciones.

A los efectos de plantear el problema, es oportuno señalar que los inconvenientes y limitaciones son del siguiente tipo:

a) **Limitaciones de oferta** de componentes electromecánicos y servicios de ingeniería, de índole predominantemente técnico-económico (capacidad tecnológica, equipamiento, materiales, recursos humanos, etc.) En algunos casos la limitación de la oferta tiene su origen en las características de la demanda. De tal forma que la demanda adicional de componentes o servicios "equivalentes" originada en otros sectores que puede coadyuvar a superar las limitaciones de la oferta.
b) **Limitaciones "institucionales"** que obstaculizan organizar el volumen, regularidad y otras características de la demanda; y por otro lado superar las limitaciones de la oferta. En lo que a este trabajo respecta, se han designado más adelante como "Condiciones de Contorno".

Bajo tal enfoque, la aplicación hasta sus últimas instancias de la metodología que se proponga, debería posibilitar la obtención de los siguientes resultados:

- estimar los costos (inversiones, gastos, etc.) necesarios para superar las limitaciones de la oferta.
- estimar los beneficios del aumento de producción resultante; en el amplio sentido de beneficio social: efectos directos e indirectos sobre las actividades terminales y subsidiarias, la balanza de pagos, ocupación y capacitación de recursos humanos, etc.
- consecuentemente, determinar la conveniencia o no de promocionar tales actividades, y señalar los mecanismos de promoción más idóneos; incluyendo los que podría

aplicar la CNEA directamente o bien gestionando su aplicación a través de los organismos pertinentes del Sector Público.

- señalar las limitaciones institucionales o condiciones que obstaculicen el logro del objetivo; indicar y evaluar la posibilidad de superarlas.
- estimar el tiempo de maduración para que se efectivice la eventual producción de tales componentes y servicios.

Lo mencionado anteriormente permitiría, entre otras cosas, plantear las expectativas para la reubicación de las actividades a promoverse en las llamadas listas positivas, probable y negativa (*) de la C. N. Córdoba, y para las futuras Centrales del Plan Nuclear, de acuerdo al siguiente cuadro genérico:

Rubro (*)	Plan de Centrales Nucleares							
			2a.		3a.		4a.	
	$	%	$	%	$	%	$	%
Lista Positiva								
Lista Probable								
Lista Negativa								
Total		100%		100%		100%		

(*) Por cada gran componente o grupos de componentes Servicios de Ingeniería, Dirección del Proyecto y otros rubros factibles de mayor integración nacional.

Como resultado de la aplicación del cuadro precedente para los distintos rubros en que se divide la obra, se tendría una estimación del grado de avance de la participación nacional para dichos rubros y consecuentemente para el total de la obra en las próximas Centrales del Plan Nuclear. Ello permitirá además, estimar las necesidades financieras y preveer las fuentes de financiación, etc.

Planteado el problema y los resultados que se desearían obtener, se pasa a explorar la metodología más apropiada.

(*) En este informe se harán frecuentes referencias a estas listas. Ellas se refieren al origen nacional o importado de bienes y servicios, y deben interpretarse de acuerdo a lo siguiente:

- **Lista Positiva:** incluye los bienes y servicios de origen nacional.
- **Lista Probable:** incluye los bienes y servicios para los cuales no se tiene plena seguridad de que puedan ser de origen nacional por insuficiencia de algunas características de la oferta o por aspectos técnico-económicos que hagan necesaria su importación.
- **Lista Negativa:** incluye los bienes y servicios de origen importado por falta de oferta nacional

3.II. METODOLOGIA, CONSIDERACION SOBRE SU ELABORACION Y APLICACION

3.II.a Introducción

Al comenzar este trabajo y tomar conocimiento de los antecedentes, recursos y otras condiciones de contorno inherentes a la implementación de los objetivos del Convenio, se estimó conveniente reelaborar la metodología tentativa para adecuarla a tales datos o particularidades. De ello surgió la metodología y las modalidades operativas a seguir, las cuales se discutieron con el coordinador y los grupos de trabajo. Los aspectos principales de los mencionados antecedentes, los recursos y las condiciones de contorno que estimamos conveniente explicitar se indican en los siguientes puntos.

3.II.b. Antecedentes

Entre otros, cabe mencionar los estudios e informes, que desde distintos ángulos, apuntan al mismo objetivo del Convenio, ya como elaboraciones predominantemente conceptuales, ya como profundizaciones sobre componentes y procesos de fabricación, o bien como lineamientos generales sobre la posible participación de la ingeniería y la industria local en la realización de la Central Nuclear Córdoba:

- Estudios de Factibilidad para la Central Nuclear Atucha CNEA/1966.
- Informe de J. M. Martín 1968.
- Estudio de la Fundación Bariloche 1969.
- Informe del Ing. Arumughan de la Comisión de Energía Atómica de la India 1972.
- Actividades del Grupo Industria Nacional tendientes a incrementar la participación de componentes de fabricación local para la C. N. Atucha.

Sobre la base de estos antecedentes, el presente trabajo tratará de evitar reiteraciones y tenderá a explorar formas o mecanismos viables que posibiliten cristalizar las apreciaciones contenidas en los antecedentes mencionados para aplicar en las próximas Centrales del Plan Nuclear y, de ser posible, comenzar a implementar ya la acción con los recursos disponibles y las condiciones que se exponen a continuación:

3.II.c Recursos

3.II.c.1 Grupos de trabajo

Se constituyeron los siguientes grupos de trabajo para la implementación del Convenio:

- Coordinación.
- Circuitos Termohidráulicos.
- Control de Calidad.
- Diseño de Componentes.
- Estudio de Mercado.

- Impacto Regional
- Equipamiento Industrial.
- Informática y Transferencia de Tecnología.
- Instrumentación y Control.
- Reactores Nucleares.

A excepción de los grupos Estudio de Mercado y Equipamiento Industrial, los restantes se formaron con personal de la CNEA. Los integrantes de estos grupos se capacitaron y adquirieron experiencia en el país y en el exterior en aspectos de diseño, análisis de especificaciones, procesos de fabricación, recepción y montaje de componentes nacionales e importados, etc., tanto para los reactores experimentales construídos por la CNEA, como para la C. N. Atucha, y en el estudio de las distintas ofertas para la C. N. Córdoba. Serían por lo tanto interlocutores aptos para acrecentar y transferir tales experiencias y conocimientos a la industria local, como así también para señalar sus limitaciones y las alternativas más adecuadas para superarlas.

3.II.c.2 Grupo Industria Nacional

Se contó también con el aporte de este grupo que, en estrecho contacto con el SATI, había intervenido activamente en las gestiones sobre la participación de la Industria Local en la C. N. Atucha y en la confección del llamado a licitación y estudio de ofertas para la C. N. Córdoba.

De esta manera se reunieron valiosos antecedentes y singulares experiencias sobre la capacidad de oferta local, preselección de proveedores, negociación con los contratistas, menejo de las cláusulas de reajustes de precios, aspectos legales, trato con los organismos de aplicación de la legislación referente al Compre Argentino, etc.

Debe mencionarse que el espíritu predominante en este Grupo tendió, en el caso de la C. N. Atucha, a superar el cumplimiento de la legislación mencionada, aún dentro de las limitaciones impuestas por las características de una contratación del tipo "llave en mano", para utilizar la capacidad de compra del estado como instrumento de promoción de actividades industriales que pudieran significar un avance tecnológico, particularmente para aquellos componentes no convencionales que pudieran sentar las bases de una industria nuclear nacional y que por la sola aplicación de la legislación mencionada y el carácter de "obra de interés nacional" se hubieran podido importar sin mayores problemas.

Entre otras razones, ello se pudo lograr estableciendo, en los llamados a licitación y posteriores negociaciones con la firma adjudicataria de la Central, cláusulas que posibilitaron mecanismos de contratación relativamente novedosos y sin mayores antecedentes en el país para complejos electromecánicos de esta envergadura, que bien pueden considerarse situados entre los más avanzados de la tecnología mundial. Nos referimos particularmente al Anexo VIII del Contrato de la C. N. Atucha, al Capítulo 9 del llamado a licitación para la C. N. Córdoba, y al Anexo 4 del Contrato para dicha Central (firmado en Diciembre de 1973). (*)

(*) A disposición para su consulta en el Grupo Informática.

3.II.c.3 Interacción de los grupos en el marco del Convenio

En las primeras reuniones formales e informales mantenidas con los grupos de trabajo se afirmó que se presentaba una magnífica oportunidad para realizar un trabajo interdisciplinario que potencializara los conocimientos y experiencias individuales a los efectos de la acción que pudiera desarrollarse ante la oferta local, tanto para la C. N. Córdoba como para las futuras del Plan Nuclear. Consecuentemente, la metodología tendió a vertebrar la participación conjunta de los distintos grupos en aquellos aspectos técnico-económicos que fueran comunes y, además, su mecánica de aplicación estableció canales de comunicación fluídos con los posibles proveedores (oferta), que permitieron mutuas reglamentaciones. Se entendió que el rédito de aplicar tal procedimiento compensaría con creces el mayor tiempo que implicaba.

3.II.d Condiciones de Contorno

3.II.d.1 Introducción

Tal como se señaló en 3.II.a las condiciones de contorno actuales y sus cambios previsibles imponen ciertas modalidades a la metodología y subsecuentes acciones para el logro de los objetivos del Convenio. Por lo tanto se estima conveniente explicitar sus características principales por considerar que las mismas (las que se tenían como dato para Atucha son distintas a las que se tienen para la C. N. Córdoba y así sucesivamente) imponen en cierto momento restricciones o limitaciones, y que son mutables por la adición de recursos, decisiones de política emanadas de CNEA y otros entes estatales, condiciones geopolíticas, etc. que tiendan a una configuración del entorno más favorable a la consecución de los objetivos.

3.II.d.2 Tipo de Central Nuclear a considerar

Al comenzar este trabajo no estaba aún decidido el tipo de central a instalar, lo cual hacía más dificultoso avanzar en las caracterizaciones concretas de los componentes a estudiar. Posteriormente se decidió adoptar para la C. N. Córdoba un reactor nuclear de potencia alimentado con uranio natural, y la preadjudicación recayó en la oferta de AECL-Italimpianti que ofrecía para la isla nuclear el tipo HWR-Candú de 600 Mwe. Tal elección, si bien no explícita-

mente, configuraba una política de largo alcance, en lo que a tipo de Central y módulo de potencia respecta, para el Plan de construcciones de Centrales Nucleares destinado a satisfacer una parte importante de las futuras necesidades de potencia eléctrica de base.

3.II.d.3 Plan de Centrales Nucleares

Consecuentemente, y teniendo en cuentas otras apreciaciones respecto a las necesidades a ser cubiertas, se tomó como hipótesis que se construirían, además de la C. N. Córdoba. por lo menos tres centrales de tipo y potencia similares que, salvo modificaciones menores, requerirían el mismo tipo de componentes, los cuales se demandarían a la industria proveedora en forma regular con una frecuencia de unos dieciocho meses. Además se debería preveer la posibilidad de que dicho plan sería continuado por otro de centrales de mayor potencia unitaria, que requerirían algunos componentes de mayor envergadura, en cuya construcción se utilizarían técnicas de producción (diseño, fabricación, control de calidad, etc.) de características no muy alejadas de las utilizadas para la producción de componentes de las cuatro centrales del Plan.

Tal fue el panorama que posteriormente se presentó como de cumplimiento muy probable en las reuniones que se mantuvieron con los posibles proveedores de ingeniería y componentes, tendiendo a inducir una actitud más positiva por la cuantía del negocio y la regularidad de la demanda que a largo plazo ello significaba (posibilidad de amortizar nuevas inversiones en equipo y capacitación de recursos humanos, etc.)

3.II.d.4 Grado de confiabilidad de la hipótesis sobre el Plan de Centrales Nucleares, su influencia sobre los posibles proveedores y sobre los grupos de trabajo

Cabe señalar que la hipótesis señalada en 3.II.d.3 fue tomada en muchos casos con cierto escepticismo. Debe reconocerse que tal actitud tiene su justificación en los vaivenes que a través del tiempo tuvieron los planes y programas de inversión pública. En efecto, los distintos planes de equipamiento tanto en el sector eléctrico como en otros (naval, petróleo, gas, petroquímica, ferroviario, etc.) han sufrido varias alteraciones en los últimos años, y de ninguna manera configuraron un marco de referencia que permitiera a la oferta cualificar y cuantificar la demanda derivada de tales planes como para poder programar, sin elevado riesgo, inversiones a mediano plazo para el consecuente aumento cualitativo y cuantitativo de su capacidad productiva.

Es importante consignar que, de tal forma, las inversiones apuntaban a salvar deficiencias productivas coyunturales, pero no a una reestructuración de la tecnología de productos y de producción adecuada a una regularidad y mayor nivel de demanda. La hipótesis que se presentó no fue una excepción; en los momentos en que se desarrollaron las entrevistas con la oferta, las decisiones sobre participación de la energía nuclear en el sector eléctrico estuvieron muy controvertidas al punto de que en el llamado "Plan Zubiri", elaborado en la Secretaría de Obras y Servicios Públicos y elevado al Ministerio de Economía hacia Agosto de 1973, no se contemplaba la instalación de ninguna otra Central Nuclear además de la C. N. Córdoba. Dicho plan fue luego modificado por el que acaba de darse a conocer en el Plan Trienal como programa para el sector generación de energía eléctrica.

En el mismo, para el período considerado, se contempla la construcción de otras dos Centrales Nucleares de potencias idénticas a la de la Central Nuclear Córdoba con desfasajes de dos años entre la puesta en servicio de las mismas, pero tal programación se dió a publicidad cuando ya se habían tenido que dar por finalizadas las reuniones con la oferta, al menos en esta etapa. Es necesario recordar que la participación de la Industria Nacional y la eficiencia de las inversiones, dependerá en alto grado, de la confianza en el cumplimiento de los programas del Plan Nuclear por parte de las empresas que deban tomar la decisión de sumarse a la CNEA, en el esfuerzo de desarrollo para lograr el incremento de dicha participación. Máxime cuando se exija, de los posibles proveedores la readecuación o desarrollo de nuevos productos, inversiones en equipo, diseño, capacitación de personal, etc., factores que por otro lado exigen un largo tiempo de maduración hasta su puesta a punto.

3.II.d.5 Modalidades de la compra de los componentes para la C. N. Córdoba

Son conocidas las acciones que desarrolló la CNEA a través del Grupo Industria Nacional y el SATI para posibilitar la mayor participación local en la provisión de componentes electromecánicos para la C. N. Atucha. Para tal Central dicha participación alcanzó al 12% del total de suministros electromecánicos utilizados en la misma. Para la Central Nuclear Córdoba, cambiaron las condiciones en lo que respecta a financiación, estipulaciones de llamado a licitación sobre la participación de la industria local, tipo de central, tratativas durante el período de negociación del contrato, etc. Por otro lado se produjo un aumento de la capacidad de oferta de la industria local entre 1968, año en que se firmó en contrato para la C. N. Atucha y 1973 en el que se negocia la contratación de la C. N. Córdoba. Cabe mencionar que, para varios rubros, dicho avance de capacidad tecnológica fué posibilitado por compras locales efectuadas para la Central

Nuclear en Atucha. La conjunción de tales hechos ha posibilitado un notable aumento de la participación nacional negociada para la Central Nuclear Córdoba. En efecto, a la firma del contrato los componentes de la lista positiva representan un 33,2% del total de suministros electromecánicos y los de la probable estaban estimados en un 7%; en conjunto más del 40%. Los valores monetarios y porcentajes correspondientes se indican con más detalle a continuación:

Origen Previsto de los Suministros Electromecánicos para la C. N. Córdoba

a) Suponiendo que sólo se compren en el país los componentes de la "Lista Positiva".

Origen		Valor u$s x 1000	Porcentaje
L. Positiva:	nacional	35.100 (*)	33,2%
L. Probable:	importación	7 .000 (**)	66,8%
L. Negativa:	unportación	63.500 (**)	
Sum. Electrom. Total		105.600	100%

b) Suponiendo que se compren en el país, los componentes de la "Lista Positiva" y la totalidad de los de la "Lista Probable"

Origen		Valor	Porcentaje
L. Positiva:	nacional	35.100 (*)	41%
L. Probable:	nacional	9.100 (*)(***)	
L. Negativa:	importación	63.500 (**)	59%
Sum. Electromec. Total		107.700	100%

(*) A precios básicos locales del 2 de Mayo de 1972, no incluyen intereses ni reajustes.

(**)A precios externos de importación del 2 de Mayo de 1972; no incluyen intereses ni reajustes.

(***)

(***)Se ha supuesto que el valor de los componentes de la "Lista Probable" serían del orden del 10%del de la "Lista Negativa", y un mayor precio local del 30%respecto a los de importación.

Se observa, en líneas generales, que prácticamente todos los componentes que actualmente se producen en el país, están ubicados en la "Lista Positiva" y aquellos componentes para los cuales no se tiene aún seguridad de que puedan ser reducidos en condiciones técnico-económicas aceptables, se han ubicado en la "Lista Probable". Para que estos últimos puedan ser provistos localmente, los posibles proveedores deberían salvar ciertas limitaciones, tanto en aspectos tecnológico-productivo propios o de la industria subsidiaria, como en otros relativos a economicidad. De tal forma se puede decir que, en las actuales condiciones, la participación de la industria nacional, para la Central Nuclear Córdoba, ha alcanzado un "techo" y está limitada por razones tecnológico-económicas. Por lo tanto, para lograr el aumento de la participación nacional de componentes electromecánicos en las futuras Centrales del Plan Nuclear, caben dos posibilidades:

- esperar que la oferta "per se" supere sus limitaciones tecnológicas y aumente su capacidad productiva;
- influir activamente sobre la misma para acelerar tal proceso en base a una demanda regular y repetitiva y utilizando los mecanismos para estimular a la oferta que se citan en otros puntos de este trabajo.

El objetivo del Convenio y los lineamientos de la política industrial, obviamente, indican que se debe seguir la segunda alternativa, que es la que se está tratando de implementar.

Para su logro, en lo que a modalidades o mecanismos de compra respecta, cabe tener presente lo que a continuación se expone.

Las posibilidades de comunicación y de influir sobre la oferta, están indudablemente, condicionadas por la capacidad de decisión de la CNEA en la adjudicación de las Ordenes de Compra, ya sea como compradores directos, ya sea como prescriptores (en este último caso con menor fuerza de negociación).

3.II.d.6 Grado de Integración Nacional de los Componentes

Surge de los objetivos del convenio, que no sólo deberá tratarse de maximizar la participación nacional de componentes provistos localmente por las empresas terminales adjudicatarias de las Ordenes de Compra, sino que debe implementarse la promoción de tal forma que (*) la integración nacional sea la máxima posible, compatible con las posibilidades, costos y beneficios que de ello se obtenga.

(*) Por ejemplo, que presenten propuestas con mayor integración nacional en factores de diseño, tecnología local, desarrollo de la industria subsidiaria, evitando en lo posible la importación de materias primas, partes o subconjuntos, etc. (Ver II.4.f.).

Ello rige tanto para los componentes a promover (tales como aquéllos ubicados en las listas probable y negativa de la C. N. Córdoba) como para los que ya son producidos por la industria terminal (ubicados en la lista positiva).

Genéricamente en la producción de cualquier componente por parte de la industria terminal intervienen los siguientes factores:

- Diseño Mecánico.

- Provisión de Materias Primas, Partes y Subconjuntos con distinto grado de elaboración por parte de terceros.
- Fabricación. Comprende procesos de maquinado, soldadura, tratamientos térmicos, etc. y ensamble o montaje.
- Controles de Calidad y Ensayos de recepción del componente terminado.

La incidencia de cada uno de los factores de producción mencionados en el costo total es variable según el componente y las decisiones alternativas que puede adoptar el productor terminal en función de la disponibilidad de factores, sus intereses particulares o de los del grupo empresario al cual pertenezca, etc. Se pueden dar casos extremos en los que la importación del diseño, materias primas, partes y subconjuntos, tengan una alta incidencia respecto al valor agregado nacional de fabricación (que se puede reducir a montaje) y control de calidad y ensayos. Si esa "producción nacional" terminal no implica realmente un avance tecnológico, capacitación de personal y posibilidades concretas de progresiva integración nacional del resto de los factores, el beneficio resultante para el país puede llegar a ser nulo.

Respecto al origen nacional o importado y otras características de estos factores cabe señalar lo siguiente:

— **Diseño Mecánico:** puede ser nacional o importado. Para un mismo producto suelen coexistir en plaza ambos orígenes por parte de distintas empresas. Ejemplo: Motores eléctricos de baja tensión, bajo normas CEI; tubos de acero inoxidable con costura, componentes estructurales; ciertos intercambiadores de calor, etc. El Diseño Mecánico, particularmente, puede jugar un papel importante en el proceso de integración nacional por cuanto el dominio local del mismo permitiría para varios casos encontrar soluciones que, sin sacrificar las prestaciones y confiabilidad del componente, posibiliten o prescriban la utilización de materiales, partes o subconjuntos producidos o de posible producción nacional, como asimismo el empleo de equipamiento y tecnologías de fabricación disponibles en el país o adecuados al estadio de desarrollo local. Consecuentemente, el manejo autónomo de las compras posibilitaría el desarrollo de las actividades de diseño locales, ya sea desalentando la compra en el exterior de aquellos Diseños Mecánicos que convendría promover localmente, o bien teniendo en cuenta el origen del diseño en las decisiones de adjudicación a igualdad de otros factores de oferta. Cabe señalar que el Diseño Mecánico está interrelacionado con el medio productivo en el cual se desenvuelve, y además se verifica un proceso de realimentación mutuo con las actividades de Ingeniería Básica, Ingeniería de Detalle y otros aspectos de tecnología de materiales.

Oportunamente se señalará en el punto II.4.g. la influencia indirecta que sobre el mismo tiene la Dirección del Proyecto y la elección de la Ingeniería Básica y de Detalle.

— **Materias primas, partes y subconjuntos:** pueden ser de origen local o bien total o parcialmente importados. Se dan ciertos casos en los que pudiendo ser de origen local, a algunas empresas les podría resultar conveniente importarlos.

— **Fabricación:** obviamente, el proceso de ensamble o montaje es realizado por la industria terminal.

Lo mismo sucede con los procesos previos de fabricación tales como maquinado, soldadura, tratamientos térmicos, etc. Excepcionalmente se opta por contratar procesos de maquinado a terceros, cuando las necesidades para cierto producto superan las posibilidades del propio equipamiento, o en aquellos casos en que se producen cuellos de botella en la propia capacidad de maquinado. En general, el grado de integración nacional de este factor es alto, supera el 90% y puede llegar al 100%. El porcentaje importado es difícil de determinar y se origina en el pago de know-how para algunos de los procesos; en muchos casos dicho know-how es parte de la compra externa del diseño, o de la licencia que contempla conjuntamente la provisión de diseño, know-how y asistencia técnica en forma de consultas o directamente por el envío de expertos de la firma que vende la tecnología de producto y de producción. Las modalidades varían también para el caso de productos en serie o de grandes componentes de fabricación unitaria.

— **Controles de Calidad y Ensayos de recepción:** para la C. N. Atucha los controles de calidad y de recepción de los componentes "no nucleares" de fabricación local se hicieron en forma conjunta por la CNEA y Siemens. Para aquellos componentes que afectaban a la disponibilidad del área nuclear intervino además, en un principio y el TUV, contratado por la CNEA. (Ver capítulo 7).

3.II.d.7 Dirección del Proyecto. Su incidencia en la promoción de la producción nacional y grado de integración de los componentes para las obras del Plan Nuclear

Para evitar confusiones, cabe precisar que entendemos por "Dirección del Proyecto" al conjunto de tareas referidas a la construcción de complejos electromecánicos que en otros países suele denominarse como "Architect Engineering" o "Engineering". Tal actividad comenzó a desarrollarse como servicio relativamente independiente de la actividad dependiente de la actividad productiva de bienes en los EE UU. y posteriormente en los países más industrializados de Europa. Su función implica predominantemente la realización de tareas de programación, coordinación y control, tanto de los aspectos o factores que pueda o le convenga

BIBLIOTECA

ejecutar "per se" al Director del Proyecto, como de aquellos que decida subcontratar a terceros (Consultores, Oficinas de Ingeniería especializada, laboratorios de Investigación y Desarrollo o Fábricas de Tecnología, (*) etc.

(*) Jorge Sábato "Laboratorios de Investigación o Fábricas de Tecnologías" 1972. Ed. Ciencia Nueva

El Director del Proyecto asume la responsabilidad ante el comitente de lo que realice, subcontrate y compre, en aspectos de rendimiento, seguridad y otras garantías, que se especifiquen en el Contrato. En función del tipo de obra y otras circunstancias, la "Dirección del Proyecto" puede ser asumida por una sola empresa (Siemens para la C. N. en Atucha; Ingeniería Tauro para la planta de Papel Prensa; SEGBA para el Grupo N° 6 de la Central Costanera) o por un conjunto de ellas que se asocien a tal efecto (AECL-Italimpianti para la C. N. Córdoba; Mc Kee - Techint - Sade para Petroquímica General Mosconi; Tauro - Contreras - Evangelista, para la planta de Etano "General Cerri" de Gas del Estado. Se observa, además, que el "Director del Proyecto" puede tener distinto grado de vinculación e intereses comunes con empresas productoras de bienes (Siemens, Techint) o con Institutos de Investigación (AECL). En cuanto a los grados de libertad del "Director del Proyecto" en las decisiones de elección sobre origen y provisión de la Ingeniería Básica, Ingeniería de Diseño, Compra de Componentes, Ingeniería de Montaje, etc., etc., etc., hasta la puesta en marcha y operación industrial del complejo en cuestión, pueden ser variables.

En general tratan de tomar el "paquete" para la ejecución "llave en mano" y de evitar restricciones en las decisiones de compra y subcontratación, pero ello suele estar condicionado en muchos casos por la fuente de financiación, las reglas de juego de la legislación vigente, el grado de desarrollo industrial y la disponibilidad de recursos y capacidad de negociación del país y ente para el cual se realizará la obra, etc.

En ciertas condiciones, el comitente puede tener mayor capacidad negociadora y "acotar" las decisiones de la elección de Ingeniería Básica, de Diseño, Compras, supervisión del grado de avance, control de recepción de materiales etc. para la mejor gestión o defensa de sus intereses. Para ello es necesario que el comitente tenga objetivos definidos sobre: desarrollo industrial, autonomía en el manejo de la tecnología, eficiencia de sus inversiones, recursos humanos técnicamente preparados y compenetrados del objetivo político-económico, apoyo institucional, un cierto grado de conocimiento acerca de lo que puede y le conviene comprar y en que forma, etc. Es de hacer notar la evolución de los procedimientos de licitación y compras de complejos electromecánicos por parte de Gas del Estado, YPF, SEGBA y otros entes estatales. En lo que a CNEA respecta, cabe agregar a lo mencionado en 3.II.d.5 que también participó activamente en los análisis de las distintas alternativas de la Ingeniería Básica propuesta por los distintos oferentes y que tales análisis en función de los intereses nacionales jugaron un papel importante en la elección de lo que se consideró la mejor oferta.

En resumen, pueden ser varias las modalidades de contratación entre el comitente y el Director del Proyecto, como asimismo la participación del comitente en dicha Dirección. No podemos dejar de mencionar la maraña de intereses e interferencias geo-políticas que suelen acompañar a este tipo de operaciones, de elevado monto y situados en la frontera tecnológica, por el cual los tradicionales proveedores tratan de mantener su predominio, ligados a los de sus respectivos países. Al respecto, consideramos oportuno transcribir las opiniones vertidas por el Presidente de un grupo de empresas de "engineering" de Francia, orientadas a la exportación:

"El "engineering" permite a las técnicas francesas afirmarse en el mundo y a los productores de equipos aumentar sus cifras de ventas y desarrollar su volumen de exportación, por el solo hecho de que una oficina de Ingeniería Francesa sea la encargada de la concepción y realización de un proyecto, redactar las especificaciones y establecer las normas, y, eventualmente, preparar los pedidos de oferta, lo cual constituye para nuestros fabricantes una cierta ventaja y les puede permitir a competitividad igual, ganar sobre la competencia extranjera. Aún más, cuando las sociedades de "Engineering" obtienen en el extranjero contratos con créditos franceses, es su modalidad elegir subcontratistas o proveedores francesas" (*)

(*) "Les Echos". Suplemento al N° 10457. "Los grandes equipamientos franceses en el extranjero".

Desde ya que los países tradicionalmente exportadores de complejos electromecánicos, manifestarán mayor interés relativo en obtener adjudicación de obras referidas a Centrales Nucleares, y la consiguiente provisión de aquellos equipos con tecnología avanzada, cuya producción repercute sobre el resto de la actividad tecnológica-industrial por su carácter de industria-industrializante (*) lo cual significa, por sus efectos indirectos, un beneficio apreciablemente mayor que la venta de equipos de producción normal (**). En efecto, el "engineering" y la capacidad de suministros electromecánicos de mayor sofisticación son indicadores e inductores del adelanto del nivel industrial y tecnológico. Sin lugar a dudas, las eventuales "pérdidas contables" en las primeras realizaciones deben considerarse como inversiones en capa-

citación y desarrollo que a mediano plazo redituarán buenos beneficios en vista de la demanda proyectada de energía eléctrica de origen nuclear. Con respecto a este punto de vista, se puede decir que, desde que se vislumbra la necesidad de construir un complejo electromecánico hasta su operación industrial se producen, en líneas generales, tareas de la siguiente naturaleza:

(*) Según conceptos de F. Perroux. Conferencias en la Facultad de Ingeniería UNBA - 1965.

(**) Las condiciones de financiación y formas de pago, cláusulas de multa, etc. que se obtuvieron de Siemens para la Central Nuclear en Atucha, es muy posible que no se hubieran obtenido para otra obra de tipo convencional.

Por parte del comprador (*):

a) Estudios de Prefactibilidad y de Factibilidad;
b) Preparación de las bases para el llamado a concurso de ofertas.
c) Llamado a licitación; recepción de propuestas.
d) Estudio de propuestas; preadjudicación.
e) Negociación del Contrato; adjudicación.

Por parte del ente Adjudicatario: (**): provisión o subcontratación y subsecuente, coordinación y control de:

f) Ingeniería Básica;
g) Ingeniería de Detalle;
h) Ingeniería de Compras;
i) Ingeniería de Montaje;
. . . . . .
. . . . . .
n) etc. etc. hasta la puesta en marcha y operación industrial.

(*) En algunos casos según su capacidad y naturaleza de la obra, el ente comprador puede requerir el auxilio de consultores externos en distinto grado, para algunas de las secuencias indicadas; predominantemente a) y b). Por ser conocido es innecesario extenderse sobre la influencia que pueden tener tales estudios previos sobre el resto de las negociaciones. Se hace notar que para la C. N. en Atucha y la C. N. Córdoba, todas las fases desde el hasta el fueron efectuadas en su totalidad por personal de la CNEA.

(**) En este punto ya fue mencionada la participación que tuvo la CNEA en la elección de la Ingeniería Básica y las estipulaciones del contrato respecto al origen nacional de Ingeniería de Detalle, y componentes electromecánicos para la Central Nuclear Córdoba.

Nos interesa particularmente la Dirección del Proyecto desde el punto f) en adelante, por lo siguiente: estas fases, disciplinas, o especialidades, si bien pueden tener cierta autonomía, en los hechos están interrelacionadas o encadenadas de tal forma que se enriquecen y realimentan mutuamente a los efectos de concretar la alternativa que resulte más beneficiosa para el medio en el cual deben realizarse las obras (o para el Director del Proyecto, si retiene la capacidad de decisión y sus intereses no coinciden con los del medio citado). (*). Por ejemplo, las alternativas de Ingeniería Básica y las soluciones de la Ingeniería de Detalle pueden estar condicionadas por la disponibilidad tecnológica-productiva que señale la Ingeniería de Compras, acerca de la capacidad de los productores finales de componentes y sus eventuales limitaciones originadas en materiales o procesos productivos.

(*) Conceptos tomados de: "L'Importance de l'Engineering dans une politique d'Industralisation des pays sous-developpes" Maximiliano Bustos.

(**) Para la alternativa de los generadores de vapor y las bombas principales, AECL adoptó, en algunos casos, la Ingeniería Básica y de Detalle a las posibilidades de la industria de su país y paralelamente procedió a promover la capacidad tecnológica de la misma para el logro de soluciones que consideraron más acertadas para las futuras centrales.

(***) Cabe señalar que, de ello, los responsables de la aplicación de la Política Tecnológica e Industrial podrán inferir las decisiones para superar las limitaciones detectadas, bien por producción de Tecnología propia, o indicar las condiciones de negociación óptimas para la compra de tecnología disponible en otros países y su adaptación a las características del sistema productivo local.

Lo señalado permite objetivar la incidencia que puede tener la Dirección del Proyecto en la promoción industrial a través del manejo de la Ingeniería Básica, de Detalle y de Compras. De los puntos "3.II.d.5" y "3.II.d.6" surge que, para la mejor defensa de los intereses del país, es necesario que en obras del Plan Nuclear la CNEA tenga una creciente participación en las decisiones de compra y adjudicación de componentes y servicios de ingeniería.

La máxima libertad de acción se logrará en la medida en que la CNEA pueda hacerse cargo, total o parcialmente (en forma asociada) de la Dirección del Proyecto. Por otro lado, debe tenerse en cuenta que la Dirección del Proyecto es una parte de la obra que la CNEA debe pagar, y, que tal actividad produce beneficios directos además de los importantes beneficios indirectos ya indicados.

Para la Central Nuclear Córdoba se estima que el precio de tal prestación representa 10 a 15% del costo total de la obra. Además, la implementación local de esta actividad significaría ahorro de divisas, capacitación de recursos humanos de elevado nivel, etc.

3.II.d.8 Posibilidades sobre la participación de la CNEA en la Dirección del Proyecto para las futuras obras del Plan Nuclear

Dada la complejidad de las realizaciones, la Dirección del Proyecto para este tipo de obras requiere un conocimiento profundo de la actividad. En las actuales condiciones la CNEA, "per se" no estaría capacitada por falta de recursos humanos propios como para tomar toda la responsabilidad con un riesgo aceptable. El entrenamiento previo de perso-

nal especializado requeriría una larga maduración, y si bien es deseable, se estima que quizás no estará disponible para la próxima Central. Sin embargo, se considera posible implementar alternativas viables a corto plazo, según se expone a continuación. A los efectos de este enfoque, es sabido que una Central Nuclear básicamente está compuesta por una "Isla Nuclear" que aloja al reactor, los generadores de vapor, etc., y otra "Isla Convencional" en la cual se dispone el turbogenerador, condensador, etc. En líneas generales, para la C. N. Córdoba la "Isla Nuclear" es responsabilidad de AECL y la "Isla Convencional" de Italimpianti; ambas empresas formaron un Consorcio para dicha Central.

"Isla Convencional": existe en el país capacidad, antecedentes y experiencias concretas como para comenzar ya a implementar la Dirección del Proyecto de la "Isla Convencional" para las futuras Centrales del Plan Nuclear. En efecto, SEGBA está realizando la Dirección del Proyecto, bajo su total responsabilidad, del Grupo N° 6 de la Central Costanera, cuya potencia es de 350 Mw, y su puesta en marcha está prevista para Marzo de 1975. El grupo de trabajo formado ad-hoc, está compuesto predominantemente con personal de sus Gerencias de "Estudios, Proyectos y Obras" y "Explotación". de la misma empresa hay antecedentes en tal sentido de una central de menor potencia: Puerto Nuevo N° 9 de 250 Mw, que entró en funcionamiento en 1970.

Además se cuenta con la capacidad de varias empresas locales de Ingeniería de Detalle y Montaje.

La Ingeniería Básica es de libre disponibilidad, y muy posiblemente deba en principio comprarse en el exterior. En cuanto al tipo de relación que mancomune los recursos citados, podría formarse un Consorcio ad-hoc, u otras formas de acuerdo o subcontratación intensiva.

"Isla Nuclear": el problema parecería más complejo por cuanto el conocimiento de la Ingeniería Básica confiere, a aquellos pocos que la poseen, una mayor capacidad de negociación. La Dirección del Proyecto, que podría estar "atada" a tal provisión, y sus actividades consecuentes les permite acrecentar con nuevas experiencias sus conocimientos, para aumentar su capacidad tecnológica y avanzar en el perfeccionamiento de la concepción de la Isla Nuclear.

Sin embargo, no debe descartarse que, en ciertas condiciones de "cooperación técnica", pueda lograrse una progresiva participación de la CNEA con la eventual colaboración de los recursos antes citados. La participación progresiva de la CNEA junto con AECL en la Dirección del Proyecto implica una transferencia de tecnología y conocimientos que AECL tiene en ese rubro y ello requerirá un esfuerzo económico importante (ver capítulo 1).

3.II.d.9 Mecanismo de compra de componentes para las futuras obras del Plan Nuclear, que resultaría más adecuado para la promoción de la Industria Nacional.

Teniendo en cuenta que:
— Se ha adoptado un tipo de central y módulo de potencia que será repetido para las próximas centrales del Plan Nuclear.
— Se ha confirmado un programa de construcción de Centrales Nucleares de acuerdo a lo indicado en el Plan Trienal.
— Se contempla la construcción de otras obras que complementan el Plan de Centrales Nucleares. (Planta de Agua Pesada, Fábrica de elementos combustibles, etc.).
— Es muy posible que la participación del país, en la Dirección del Proyecto de tales obras, se acreciente y con ello se logre la autonomía en las decisiones de adjudicación de compras de componentes y en la subcontratación de servicios de ingeniería.
— Tal autonomía posibilitará la concreción de convenios de compra a mediano plazo u otro tipo de acuerdos que mejore las condiciones de precio para la CNEA y disminuya las posibilidades de riesgo por parte de los eventuales proveedores o subcontratistas.
— Ello permitirá, también, influir en el grado de integración nacional tanto de los componentes situados en el "Límite tecnológico" cuya producción deberá promoverse, como de aquellos que por ser producidos actualmente están ubicados en la "Lista Positiva" de la Central Nuclear Córdoba. Por lo tanto, será necesario contar para las futuras obras del Plan Nuclear, con un mecanismo de compras que resulte adecuado a lo antedicho.

Estimamos que tal mecanismo podría ser aplicado por un grupo de **Ingeniería de Compras** estrechamente ligado, o del cual dependerá una "oficina" de **Promoción de Proveedores** que, de común acuerdo a través del manejo de las adjudicaciones o convenios y el apoyo técnico que en cada caso resulte adecuado, deberán ejercer una influencia importante sobre el desarrollo y la capacidad tecnológica de aquellas actividades y empresas que resulten de interés promover.

En función de los antecedentes y experiencias recogidas de la Central Nuclear Atucha y Central Nuclear Córdoba, se considera que los recursos humanos más adecuados para la implementación de la Ingeniería de Compras y promoción de proveedores son los que están actuando en el Grupo Industria Nacional, el cual deberá contar con la colaboración de gran parte de los grupos de trabajo que participan en el Convenio y seguramente con el refuerzo de nuevo personal técnico y administrativo. Cabe recalcar que los responsables

de la promoción de proveedores deberán mantener una comunicación, realimentación y acción continua con la oferta en el período del Plan, como así también con la Dirección del Proyecto, Oficinas de Ingeniería, y de Diseño Mecánico, Grupos de asesoramiento, proveedores de materias primas partes y subconjuntos para el productor terminal, etc. Por tales razones se decidió darle particular importancia a lo que cabría de trabajo interdisciplinario entre los grupos del convenio, durante las entrevistas que se mantuvieron con la oferta para poder apreciar actitudes, aptitudes y condiciones reales en que se desenvuelve la industria local. Tal realimentación permitiría orientar los estudios y acciones de los grupos de trabajo para obtener las soluciones más adecuadas, tendientes a superar las limitaciones que en cada campo (Diseño, Equipamiento, Control de Calidad, etc.) se hubieran detectado.

3.II.d.10 Otras condiciones de contorno

Se menciona a los efectos que de oportunamente se tomen en cuenta:

- Necesidades y fuentes de financiación. Por ejemplo: influencia en el porcentaje de participación nacional, etc.ç
- Ley de Contabilidad. Por ejemplo: obstáculos para la adjudicación a empresas terminales que, eventualmente a mayor precio, ofrezcan componentes con mayor grado de integración nacional, y ello convenga.
- Posibles influencias de la Empresa Nacional de Energía y de la Corporación de Empresas del Estado. Por ejemplo: organización conjunta de conocimientos, capacidad de compra y otros recursos en función de intereses y objetivos comunes.

3.II.d.10.1 Algunas reflexiones sobre las condiciones de contorno

En 3.II.d.1 se señaló la conveniencia de explicitar las características emergentes de las condiciones de contorno y se indicó que deberían desarrollarse gestiones tendientes amodificarlas en la medida que impongan restricciones o limitaciones al objetivo. En varios de los puntos desarrollados se señalaron proposiciones que podrán servir de base para posteriores aportes, profundizaciones y discusiones desde otros enfoques que posiblemente no se haya tenido en cuenta. Ahora se estima oportuno añadir las siguientes consideraciones sobre la influencia de las condiciones de contorno en la implementación de las inversiones del sector público como factor de desarrollo industrial y autonomía tecnológica, que serían comunes a la CNEA y a otros entes estatales por entender que tal comunidad de intereses potencializaría la posibilidad de revertirlas en función de los objetivos señalados:

a) Tales objetivos vienen siendo expuestos desde hace muchos años en diversos documentos y distintos Planes de Desarrollo. Son también explicitados en el Plan Trienal. Sin embargo su implementación ha sido, hasta el presente, prácticamente imposible.

b) El marco legal para evitar por parte del sector público importaciones de bienes de capital que podrían ser provistos por la industria local está constituído básicamente por el Decreto 5340/63 "Compre Argentino" y otras disposiciones complementarias. En un principio su aplicación, fue hasta cierto punto, desvirtuada por regímenes de excepción y resistida por varias Empresas del Estado por diversas razones.

c) Con el tiempo, a través de la maduración y mesura de su aplicación, tales mecanismos posibilitaron un mejor entendimiento entre demanda y oferta, las resistencias iniciales se debilitaron, los regímenes de excepción tendieron a limitarse, y se produjeron logros efectivos. Concomitantemente, en las empresas estatales se fue creando una actitud mejor dispuesta hacia la industria nacional.

d) Por otro lado, las disposiciones mencionadas, más que a la promoción activa de la oferta que significara avances tecnológicos, tendían a proteger por vía de la demanda a las actividades existentes o a los nuevos productos que la industria "per se" decidiera producir.

e) Estimamos que el espíritu que anima a la CNEA respecto a la promoción industrial, en mayor o menor grado existe ahora también en buena parte de otros entes estatales, para los que el equipamiento de origen local resultó adecuado, posibilitó mejores condiciones operativas por disponibilidad de repuestos y facilidad de mantenimiento, etc.

f) El hecho de que ahora se cuente, en mayor medida que hasta hace algunos años, con planes y programas de inversión a mediano plazo posibilita la concreción de los objetivos.

g) Las modalidades de compra de complejos electromecánicos se han enriquecido y variado. Algunas empresas, con mayores recursos de ingeniería actualizados y compenetrados de sus necesidades, operan licitando separadamente la Ingeniería Básica, y luego adjudican, a empresas de Ingeniería locales, la Dirección del Proyecto, la Ingeniería de Detalle, la Ingeniería de Compras, Montaje, etc. hasta su puesta en marcha; reservándose en diverso grado el poder de supervisión, decisión en las adjudicaciones de compras, etc. SEGBA, por su parte, ha asumido la Dirección del Proyecto de sus obras (Ver. 3.II.d.8.)

h) Por lo señalado en d) estimamos que la legislación vigente mencionada en b), debería ser complementada con otras disposiciones tendientes al logro de los objetivos señalados. En tal sentido, se tiene entendido que se estarían gestando los mecanismos legales, en función de los lineamientos del Plan Trienal.

i) En una posterior etapa de consolidación, se puede entrever que, formal o informalmente, se producirán intercambios de información y una cierta cooperación entre las "Ingenierías de Compras y Promoción de Proveedores de los distintos entes estatales, canales de comunicación más fluídos con la oferta, y algún tipo de realimentación y coordinación con los organismos centrales de Política Industrial y Tecnológica.

j) Tales disposiciones de legislación industrial y su consecuente aplicación, además de potencializar la capacidad de compras del estado contemplando los objetivos señalados, conferirá al país o a los entes estatales mayor capacidad de maniobra para la negociación en mejores condiciones de: Complejos Electromecánicos sofisticados que requieran Ingeniería Básica y Tecnologías de poca disponibilidad, aspecto que interesa particularmente a la CNEA para las obras del actual Plan Nuclear y las que le suceden.

k) En suma, se están dando las condiciones que posibilitarían la concreción de los objetivos.

La reorganización de los recursos de las empresas estatales para implementar la aplicación de la legislación implica cambios conceptuales, en la rutina y la oposición de posibles intereses creados, lo cual requerirá un cierto tiempo de maduración que, obviamente tratará de minimizar.

3.II.e Metodología

El objetivo del Convenio junto con los Antecedentes, Recursos y Condiciones de Contorno explicitados en los ítems anteriores, configuraron el marco de referencia en el cual se trató de encuadrar la metodología y las modalidades operativas del trabajo, de acuerdo a lo señalado en los siguientes memorandum y los restantes puntos del informe:

Memorandum N°1: CONVENIO CFI-CNEA. Consideraciones sobre su implementación.

Idem N° 2: Lineamientos metodológicos para encuadrar los estudios de oferta y de demanda de los objetivos del Convenio.

Idem N° 2a.: Lineamientos o criterios para la preselección de componentes y procesamiento de los mismos.

Idem N° 3: Metodología para el análisis de los componentes preseleccionados, a los efectos de determinar la conveniencia de promocionar su producción en el país.

Estos memorandum se adjuntan como anexos.

Al respecto cabe agregar: El memorandum "1" trató de comunicar a los distintos grupos la conveniencia de consubstanciarse con los objetivos del Convenio y con los antecedentes que se consideraron de interés para adoptar criterios y terminologías comunes a los efectos de facilitar aquellas tareas que convendría que fueran interdisciplinarias. Los memorandum "2" y "2a", tuvieron como finalidad informar a los distintos grupos sobre:

- Criterios que se deberían tener en cuenta para preseleccionar los componentes a estudiar, (de particular interés para los grupos "Reactores", "Diseños y Especificación de Componentes" e "Instrumentación y Control").
- Razones por las cuales resultaba conveniente estudiar las características de la demanda de dichos componentes, por su influencia en el costo, y oportunidad de promocionar su producción. (En los contactos previos se había percibido la conveniencia de informar sobre tales aspectos preponderantemente económicos a algunos integrantes de los grupos, volcados fundamentalmente a tareas de investigación o técnicas).
- Los aspectos inherentes a las limitaciones de la oferta que se deberían analizar para hacer posible la producción local de los componentes preseleccionados y maximizar su porcentaje de integración nacional.
- Los distintos mecanismos promocionales o recursos que podrían ser utilizados para que los probables proveedores tendieran a superar las limitaciones indicadas.

El memorandum "3" es esencialmente operativo. En él se indica el procedimiento que, en función de los memos anteriores, se consideró adecuado para que cada uno de los grupos pudiera sacar el mayor provecho de las reuniones que se mantuvieran con los posibles proveedores.

La mecánica adoptada en las reuniones entre los grupos y los posibles proveedores para los distintos grupos de componentes preseleccionados, se analiza en el punto 3.V.

3.III Preselección de componentes

Los componentes de una Central Nuclear son numerosos y de características muy variadas. Resulta importante diferenciar los equipos principales o específicos de los restantes. Los componentes que hacen específicamente al procedimiento suelen ser de características muy especiales y su concepción es el resultado de modernas tecnologías de diseño, conocimiento de materiales y procesos de fabricación. En general, solamente el proveedor del procedimiento (In-

genieria Básica) es capaz de establecer sus especificaciones.

Para el caso de Centrales Nucleares se trata de componentes tales como: la Calandria o Reactor, Generador de Vapor, Bombas, Válvulas e Intercambiadores de los circuitos primarios y del moderador, etc. Por sus características se los considera como Grandes Componentes, son de alto valor unitario y a buena parte de ellos se hace referencia en el Memo "4" adjunto en Anexos. Estos Grandes Componentes fueron analizados predominantemente por el grupo Equipamiento. Nos referiremos en el Memorandum "6", adjunto como Anexo, a la preselección tanto de aquellos Grandes Componentes que pueden considerarse no específicos del proceso nuclear (bombas de río, recipientes de presión, etc.) como de aquellos otros de menor envergadura que suelen utilizarse en la construcción de otros tipos de complejos electromecánicos (Industria Petroquímica, Gas, Petróleo, Generación de Energía Termoeléctrica a partir de combustibles tradicionales, etc.), pero que por los eventuales requerimientos de seguridad en su utilización en Centrales Nucleares pueden requerir mayores grados de confiabilidad que incidan en su diseño y fabricación.

3.IV Caracterización de los componentes preseleccionados y agrupación de los mismos por sus funciones.

En el sentido de este trabajo la Caracterización de un componente comprende: especificaciones técnicas que permitan al posible proveedor indicar la posibilidad de fabricación; cantidades necesarias; precio aproximado e información sobre materias primas a utilizarse. Eventualmente, resultarían de suma utilidad planos de conjunto y peso de las mayores piezas para los Grandes Componentes. De acuerdo a lo que surge de la metodología, la caracterización de los componentes preseleccionados como así también la agrupación de los mismos por sus funciones resultaba una información básica imprescindible para los análisis de la demanda y de la oferta.

— En lo que respecta a la demanda, dicha información debería permitir la cuantificación de la misma, derivada del Plan de Centrales Nucleares y además orientar sobre la demanda de "componentes equivalentes" originada en otros sectores.

— En cuanto a la oferta, tales caracterizaciones resultaban obviamente necesarias para plantear la posibilidad de producción local en las reuniones que se mantuvieran con los posibles proveedores.

Estas tareas de Caracterización y Agrupación por funciones, estuvieron a cargo de los grupos "Reactores" y "Diseño y Especificación de Componentes" respectivamente. En las reuniones que por los motivos mencionados se mantuvieron con dichos grupos surgió que el material disponible (oferta del Consorcio AECL-Italimpianti) no permitiría confeccionar una caracterización taxativa, sino sólo especificaciones indicativas, y en muchos casos incompletas para los componentes de las listas probable y negativa, que son, precisamente, aquéllos cuya factibilidad de producción en el país interesa analizar. Se quedó en tratar de complementar tales especificaciones indicativas con las caracterizaciones que eventualmente podrían disponerse de los componentes que fueran similares a los de la Central Nuclear en Atucha, y de los conocimientos que podrían aportar los posibles proveedores. Además, se acordó en requerir información complementaria al Consorcio, aunque se estimaba difícil de que fuera suministrada antes de la firma y homologación del Contrato de Adjudicación. (*)

Obviamente, tal falta de información repercutió en el desarrollo del trabajo, tanto en el análisis de la oferta como en los aspectos referidos a la demanda de "componentes equivalentes". A pesar de ello, y para evitar mayores dilaciones, se decidió con la información disponible:

(*) Tal situación se contempló posteriormente en el punto 4.3.4, del Anexo 4, del Contrato para la Central Nuclear Córdoba, que dice:

> "Los CONTRATISTAS deben presentar a CNEA (Organismo Inspector) dentro de los 90 (noventa) días de la fecha de entrada en vigencia del CONTRATO, un cronograma para los suministros de la "Lista Probable" con las mismas características del indicado para los suministros electromecánicos en 4.1.8 de este Anexo". (refiriéndose a los de la "Lista Positiva").
> "Conjuntamente con este cronograma, los **CONTRATISTAS presentarán a CNEA, información técnica preliminar de estos suministros, suficiente para que CNEA, con la asistencia de los CONTRATISTAS, pueda iniciar el estudio de su posible fabricación por parte de la Industria Argentina".**

Con ello quedarían cubiertas, para ese entonces, las caracterizaciones para los componentes de la "Lista Probable".

En cuanto a los componentes ubicados en la "Lista Negativa", los CONTRATISTAS (el Consorcio) no tendrían ninguna obligación de suministrarlos, y con respecto a ellos subsistiría el problema de falta de información.

- para el análisis de la oferta, comenzar a coordinar reuniones con los posibles proveedores.
- para el análisis de la demanda, comenzar a recabar información de aquellos sectores en los que se presumía pudieran utilizar componentes equivalentes a los preseleccionados.

En los próximos puntos "V" y "VI" damos cuenta de los planteos que se realizaron en ambos tipos de tareas.

3.V. Mecánica seguida en las reuniones con la oferta para los distintos grupos de componentes preseleccionados e ingeniería

En una primera etapa se resolvió coordinar reuniones conjuntas en las que participarían:

- Las empresas que por su experiencia y antecedentes pudieran ser posibles proveedoras de los componentes preseleccionados y, eventualmente, aportar información adicional para caracterizar a los mismos.
- Los grupos del Convenio que pudieran evacuar consultas, ofrecer información complementaria y plantear problemas concretos que hiciesen a la posibilidad de producción en sus distintos aspectos de diseño, materiales, control de calidad, equipamiento para los distintos procesos de fabricación, etc.

En una etapa posterior cuando se contara con las caracterizaciones completas y con un enfoque general de las limitaciones productivas, se prevería organizar reuniones individuales y visitas a las plantas con aquellas empresas que por su capacidad tecnológica, predisposición y actitud, etc. resultaren más adecuadas a los objetivos. En su aspecto operativo las reuniones mencionadas en primer término se plantearon de la siguiente forma: En las gestiones de coordinación de las reuniones se indicaba a las empresas, los temas a tratar, solicitando la concurrencia preferentemente de personal técnico.

Durante las mismas se suministraba información detallada sobre:

- Objetivo del Convenio CFI-CNEA.
- Plan de Centrales Nucleares a construirse, inversiones que ello implicaba.
- Participación de la industria local en la Central Nuclear en Atucha, estado de las negociaciones sobre dicha participación para la Central Nuclear Córdoba, ubicación de los componentes en las "Lista Positiva", "Lista Probable", y "Lista Negativa"; posibilidades de incrementar dicha participación de acuerdo a la respuesta de la oferta.
- Mecánica de compras de componentes para la Central Nuclear Córdoba y las previstas para las futuras Centrales con mayor capacidad de decisión por parte de la CNEA.
- Características del convenio con AECL sobre transferencia de tecnología y eventual apoyo que podría prestar la CNEA a la industria nacional al respecto.
- Facilidades que podría ofrecer la CNEA en aspectos de Informática, Control de Calidad, Metalurgia, Ensayo de Materiales, Interpretación de Normas y todo aquello referente al Servicio de Asistencia Técnica a la Industria.
- Eventual colaboración y apoyo ante otros organismos del estado para superar las limitaciones en ID y financieras para el desarrollo de prototipos, puesta a punto de procesos productivos, etc.
- Sugerencias sobre formación de consorcios o de subcontratación intensiva u otro tipo de asociación entre los proveedores para potencializar sus capacidades financieras y técnicas a los efectos de superar las limitaciones productivas, particularmente de aquellos componentes que por sus características no resultaría viable encarar su producción en forma individual.
- Se les entregaba copias de las "Lista Positiva", "Lista Probable" y "Lista Negativa", y las caracterizaciones disponibles de los componentes que se estaban tratando.

Como contrapartida, se les solicitaba:

- Que analizaran las caracterizaciones entregadas bajo la óptica de su posibilidad de producción local en los aspectos de diseño, materias primas, procesos de fabricación, etc. según el cuestionario entregado con las caracterizaciones que se adjunta en el Anexo para definir las limitaciones y posibles formas de superarlas.
- Que indicaran cuáles otros entes podrían utilizar "componentes equivalentes" a los efectos de guiar nuestro trabajo al respecto.

En lo que respecta a las entrevistas individuales, al momento de tener que dar por finalizado este trabajo y aún sin contar con las caracterizaciones completas, sólo resultó oportuno realizarlas para el caso de tuberías, con algunas empresas productoras de equipos eléctricos y con la principal fábrica de ventiladores industriales del país.

Para la parte del trabajo correspondiente al análisis, capacidad y posibilidades de la Ingeniería local, se optó por coordinar entrevistas individuales por cada empresa con la concurrencia de los grupos de trabajo pertinentes. (*). Cabe mencionar que estas reuniones dieron muy buenos resultados.

(*) Fueron entrevistas las siguientes: DESACI, Ingeniería TAURO Mc. Kee, Vialco, INCONAS, B. Roggio e hijos, SADE, TECHINT, etc.

Con la alimentación de las entrevistas mencionadas, el Grupo Industria Nacional pudo preparar un listado de actividades de Ingeniería Básica y de Detalle para los distintos Sistemas y Sub-sistemas de la Central Nuclear Córdoba, a los efectos de negociar taxativamente para cada uno de ellos la participación local en dichos rubros, tal cual se podrá apreciar en el Anexo "IV" del Contrato.

3. VI Demanda de componentes "Equivalentes"

Para aquellos casos en los cuales la demanda derivada del Plan de Centrales Nucleares, de aquellos componentes que se tiene particular interés en producir localmente, resulte insuficiente, es necesario para poder hacerlo económicamente de estimar la demanda de "componentes equivalentes" que pudiera originarse en otros sectores. Se esperaba que, en ciertas condiciones, la demanda conjunta resultante podría revertir la limitación de economicidad, o dicho en otros términos, posibilitar la producción local a costos aceptables, y por lo tanto la conveniencia de promocionar su producción. Ello presuponía que los sectores de demanda involucrados actuasen coordinadamente para interesar a la oferta o posibles proveedores, asegurándoles por algún tipo de acuerdo una demanda mínima que justificara las inversiones adicionales que requeriría la producción de tales componentes: o bien que los posibles proveedores aceptasen el riesgo de realizar tales inversiones por la sola expectativa de que se pudiera llegar a concretar la demanda potencial. Por otro lado, se encontró que la expresión "componentes equivalentes" requería una mayor definición del criterio de "equivalencia". Ello surgió de las conversaciones que se realizaron al respecto y de los antecedentes preparados por la Fundación Bariloche para la organización del Seminario sobre participación de la Tecnología y la Industria Nacional en el equipamiento del sector energía. (*).

(*) El temario de tal seminario está a disposición para consulta en el grupo Informática. Luego de varias postergaciones el mismo se realizaría hacia Abril ó Mayo de 1974.

Por tal razón, en función de los lineamientos metodológicos de los Memorandum "2" y "3", se propuso para aunar conceptos un "criterio de equivalencia", el cual expone en el Memorandum N° "5" que se adjunta como Anexo. Tal cual se indicara en el punto "IV", la falta de caracterizaciones significó un obstáculo en el trabajo.

De cualquier forma, al igual que para la oferta, se decidió tomar contacto con aquellos entes que podrían demandar grandes componentes que fueran equivalentes a los requeridos por el Plan de Centrales Nucleares. Se hicieron entrevistas en YCF, YPF, SOMISA y Gas del Estado. Por otro lado se buscó información sobre futuras inversiones en Petroquímica. En todos los sectores citados se tenían previsto planes de inversión a mediano plazo, pero no se podrían considerar como "firmes". (Ultimamente sufrieron cambios según el Plan Trienal).

La magnitud de las inversiones estaban expresadas en términos monetarios y no se contaba con desagregaciones por tipo de equipos que permitieran la consecución de nuestro fin. Las empresas correspondientes al rubro energía estaban tratando de cuantificar la demanda de equipos en forma más desagregada, entre otros fines, para el citado Seminario. (*). Luego de presentar el problema en una de las reuniones mensuales del Convenio, se convino en que se coordinarían entrevistas con los representantes técnicos más adecuados en las oficinas de ingeniería de los entes citados, a las cuales concurrirían, además, los grupos "Reactores", "Diseño" "Diseño y Especificaciones de Componentes" y "Equipamiento"; y que las mismas se llevarían a cabo cuando se tuviese caracterizaciones más completas particularmente de los "grandes componentes" tanto en la CNEA como en las mencionadas empresas.

(*) Hacia Octubre de 1973, tomamos conocimiento de un trabajo realizado en el Instituto Argentino del Petróleo titulado: "Equipos que necesitará la Industria Petrolera en el Area de refinación para adecuar su capacidad a la demanda prevista." (A disposición para su consulta en el Grupo de Informática).

El intento de procedimientos indirectos, ya por los estudios de demanda que pudieran haber hecho los posibles provee dores, o bien por el análisis histórico de las importaciones de los últimos años, no resultó satisfactorio. El análisis de las importaciones históricas a través de la ubicación de dichos componentes en la posición arancelaria de la NADI y posterior consulta de la magnitud de las mismas en los Anuarios de Comercio Exterior, también resultó inconducente por la agregación que comporta dicha nomenclatura. Este tipo de análisis sólo tuvo utilidad para el caso de Tuberías de Acero Inoxidable, según podrá apreciarse en el estudio correspondiente a las mismas. (Ver 3.VII.a)

A pesar de los tropiezos señalados, se estima que el concepto sigue teniendo vigencia. El planteo y los objetivos se consideraron correctos en los entes consultados, y se puso de relieve la necesidad de superar tales obstáculos. Se considera que este tipo de análisis podrá llevarse a cabo, pero que requerirá una mayor maduración particularmente en los aspectos que hacen a la desagregación de las inversiones por tipo de equipos, y la obtención de especificaciones y otros datos que permitan la caracterización de los mismos. Ello tanto para el Plan de Centrales Nucleares, como para los restantes entes del sector público. Por otro lado el intercambio de ideas, opiniones e información que se realizará en el Seminario mencionado será de utilidad para aunar criterios.

3.VII. Tuberías de acero inoxidable y accesorios para las mismas. (M. A. Solodkowsky y O. Lanzos)

3.VII.a Requerimientos de Tuberías de Acero Inoxidable para la Central Nuclear Córdoba y Futuras del Plan Nuclear

3.VII.a.1 Antecedentes de la Central Nuclear en Atucha

Según información que recibimos de la CNEA, para la Cen-

tral Nuclear en Atucha, fueron utilizados predominantemente tubos de acero inoxidable sin costura. La empresa adjudicataria de la obra importó totalmente tubos de acero inoxidable sin costura (y posiblemente con costura para grandes diámetros y paredes finas); pero no podemos asegurar que ello se haya debido a exigencias exclusivamente técnicas. No se conoce con exactitud la cantidad utilizada en la Central Nuclear en Atucha: De las averiguaciones realizadas en la Central por el Ing. Lanzos y el Ing. Darnond del Grupo "Diseño y Especificación de Componentes", la cantidad utilizada superaría las 50 toneladas. Según otras opiniones habría sido apreciablemente mayor, y quizás en las estimaciones antedichas no se haya computado por falta de información, algunos subsistemas más lo utilizado como insumos en intercambiadores de calor y otros componentes.

ADJUNTOS A.3VII.a
ADJUNTOS A

1. Tuberías de acero inoxidable sin costura

La única fábrica de tuberías de acero sin costura que opera en el país es Dalmine-Siderca. Su gama de producción cubre una amplia gama de medidas de tubos de acero al carbono y aleados hasta un diámetro de 14". Su capacidad de producción es del orden de las 150.000 toneladas anuales. Otros datos que puedan ser de interés para nuestro trabajo serán informados oportunamente. El objeto de las entrevistas y visita a dicha fábrica fué explorar las posibilidades de que puedan interesarse en la fabricación de tubos de acero inoxidable sin costura a fin de sustituir la importación de los que se necesitarán para las Centrales Nucleares y otras instalaciones, particularmente las de la Industria Petroquímica. Hacia Octubre de 1972 habían manifestado inquietud en la posibilidad de fabricar tal tipo de tuberías.
Surge de las entrevistas que:

a) Se realizó un estudio de mercado y de factibilidad técnico-económico por el cual se llegó a la conclusión de que, por el momento, la demanda proyectada no justificaría la fabricación nacional de tal tipo de tuberías.
b) En los planes de ampliación de capacidad de acería y de producción de tubos, cuya puesta en marcha está prevista para 1975-1976, no se contempla la fabricación de tuberías sin costura de acero inoxidable.

2. Tuberías de acero inoxidable con costura

De los análisis de:

a) Las especificaciones técnicas de las tuberías de acero inoxidable de utilización en Centrales Nucleares.
b) Los folletos de proveedores de tales tuberías de fabricantes de otros países que se recibieron por las gestiones realizadas del grupo Informática.

Debería estudiarse la posibilidad de sustituir tubos sin costura por tubos con costura, lo cual, sería factible hacerlo para varios subsistemas sin desmedro de las condiciones de operación y seguridad. Las especificaciones de la C. N. Córdoba fueron preparadas para otro mercado de oferta de componentes y para los grandes diámetros se contemplaría la utilización de tubos con sostura, probablemente por falta de oferta local en el país de origen de tubos sin costura. Consecuentemente se ha decidido coordinar las siguientes reuniones con fabricantes nacionales de tubos de acero inoxidable con costura:

ADJUNTO B

REQUERIMIENTOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS CAÑERIAS DE ACERO INOXIDABLE CON COSTURA DE ACUERDO AL CODIGO ASME III (CLASE 3)

Objeto

El propósito de este estudio ha sido analizar las caracterizaciones de productos tubulares para la C. N. C. y las prescripciones que resultan de las normas referentes a cañerías soldadas.

Ello se ha hecho a efectos de suministrar información adicional a los fabricantes locales para poder, conjuntamente con los mismos, determinar sus posibiles limitaciones de producción respecto a especificaciones y, en tal caso, examinar las mejores alternativas para superarlas, de acuerdo a lo que que fuera planteado en la metodología de trabajo.

II Caracterizaciones disponibles de la oferta para la C. N. C.

De las caracterizaciones disponibles (pues no cubren todos los sistemas) de cañerías para la C. N. C. se resumen los siguientes datos:

a) Diámetros: van desde 1/4" hasta 16"
b) Presiones (ya sean de diseño, de trabajo o máximas): alcanzan valores de hasta 10,5 kgr/cm^2
c) Temperaturas (de diseño o máximas): llegan hasta 99°C.
d) Medios: diversos, especialmente agua pesada.
e) No se indican espesores, largos, ni tampoco si se trata de cañería con o sin costura.
f) En ellas se hace referencia al Código ASME III Clase 3.

III Código ASME

La subsección ND de dicho Código contiene las reglas que conforman los requerimientos para los materiales, diseño, fabricación, instalación, inspección, ensayo de componentes Clase 3.

CAÑERIA DE ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO CON COSTURA

A fin de señalar algunos requerimientos de interés, en relación con el tema que nos ocupa, estableceremos la siguiente subdivisión:
Cañería soldada sin metal de aporte.
Cañería soldada con metal de aporte.
Cañería soldada con metal de aporte (de gran diámetro y pequeño espesor de pared)

1.1 Cañería soldada sin metal de aporte

1.1.1 Aceros utilizados:

los aceros utilizados son los siguientes:

304; 304 H; 304 L; 309; 310; 316; 316 H; 316 L; 317; 321; 321 H; 347; 347 H; 348 y 348 H.

Las composiciones químicas están dadas en la Tabla I.

Los aceros: 304 H; 316 H; 321 H; 347 H y 348 H, son modificaciones de los aceros: 304; 321; 347 y 348, respectivamente, y son destinados para servicios de alta temperatura.

1.1.2 Proceso

el acero debe ser obtenido por el proceso de horno eléctrico u otro proceso aprobado por el comprador.

1.1.3 Fabricación

la cañería será fabricada por un proceso automático de soldadura sin adición de metal de aporte.

1.1.4 Tratamiento térmico

toda cañería debe ser suministrada a tratamiento térmico, el que, excepto para los grados "H", consistirá en calentar hasta una temperatura mínima de 1.038°C y templar en agua o enfriar rápidamente por otros medios. Todos los grados "H" serán suministrados con tratamiento de solubilización.

1.1.5 Observaciones

en la Especificación SA-312 pueden encontrarse los requerimientos relativos a: Análisis Químicos; Ensayos de Tracción; Ensayos de Aplastamiento; Ensayos de Presión Hidróstática; Especímenes, Métodos y Número de Ensayos. Como así también lo relacionado con Variaciones Permisibles; Terminación; Identificación y Requerimientos Suplementarios.

1.2 CAÑERIA SOLDADA CON METAL DE APORTE

1.2.1 Aceros utilizados:

los aceros que se utilizan son los siguientes:

304; 316; 347; 321; 309; 310 y 348.

En la Tabla I se indican las correspondientes composiciones químicas.

1.2.2 Dimensiones:

si bien no existen restricciones, en lo que a dimensiones se refiere, es práctica comercial que los diámetros nominales no sean menores de 8".

1.2.3 Fabricación:

las soldaduras serán hechas automáticas o manualmente por un proceso eléctrico que involucra deposición de metal de aporte, de acuerdo con procedimientos y operarios calificados. Los aspectos técnicos relacionados con la soldadura, refuerzos, remoción de defectos y terminación pueden encontrarse en la Especificación SA-358.

1.2.4 Tratamiento térmico:

toda cañería debe ser suministrada con tratamiento térmico, el que consiste en calentar hasta una temperatura mínima de 1.038°C y templar en agua o enfriar rápidamente por otros medios.

1.2.5 Observaciones:

los requerimientos relativos a: Análisis Químicos, Ensayos Mecánicos (Tracción, Doblado, Presión Hidrostática, etc.); Exámen Radiográfico; Especímenes, Métodos y Número de Ensayos, pueden hallarse en la Especificación SA-358. Como así también lo relacionado con Tolerancias; Terminación; Identificación y Requerimientos Suplementarios.

1.3 CAÑERIA SOLDADA CON METAL DE APORTE (de Gran Diámetro y Pequeño Espesor de Pared)

En este caso las dimensiones están comprendidas entre 14" y 30" de diámetro nominal, pudiendo oscilar los espesores de pared, según las exigencias, entre 0,156" y 0,132".

1.3.1 Aceros utilizados:

se utilizan los siguientes aceros:

304; 309; 310; 321; 347; 316; 317 y 348. Las correspondientes composiciones químicas están dadas en la Tabla 1. Otros aceros especiales pueden ser especificados por el comprador.

1.3.2 Proceso:

el acero será de proceso de horno eléctrico, pudiendo la chapa ser laminada en caliente o frío o terminada en caliente, según sea el espesor de pared. A no ser de que otro modo se indique en la orden de compra, la chapa será entregada con tratamiento de solubilización. El fabricante puede desistir de este tratamiento si la cañería terminada será tra-

tada térmicamente después de fabricada, lo que debe ser especificado bajo Requerimientos Suplementarios.

1.3.3 Fabricación:

las soldaduras serán hechas por el proceso de soldadura eléctrica manual o automática. Para soldadura manual el operario y procedimiento deben ser calificados. Las exigencias técnicas relativas a la soldadura, refuerzos, remoción de defectos y terminación pueden encontrarse en la Especificación SA-409.

1.3.4 Tratamiento térmico:

el tratamiento térmico final a aplicarse es el mismo que el citado en 1.2.4. Tanto en ese caso como en éste, si dicho tratamiento es a una temperatura más baja, o si no se aplica, por estar así especificado en la orden de compra, debe señalarse por grabado en la cañería.

1.3.5 Observaciones:

las exigencias respecto de: Análisis Químicos; Ensayos Mecánicos; Ensayos de Presión Interna; Variaciones Permisibles en Dimensiones; Terminación; Identificación y Requerimientos Suplementarios, pueden hallarse en la Especificaciónn SA-409.

Acero	Carbono por ciento	Manganeso, máx. por ciento	Fósforo, máx. por ciento	Azufre, máx. por ciento	Silicio, máx. por ciento	Níquel por ciento	Cromo por ciento	Molibdeno, por ciento	Titanio, por ciento	Columbio más Tantalio por ciento	Tantalio, máx. por ciento
304	0.08 máx.	2.00	0.040	0.030	0.75	8.00 a 11.0	18.0 a 20.0				
304 H	0.04 a 0.10	2.00	0.040	0.030	0.75	8.00 a 11.0	18.0 a 20.0				
304 L	0.035 máx.	2.00	0.040	0.030	0.75	8.00 a 13.0	18.0 a 20.0				
309	0.15 máx.	2.00	0.040	0.030	0.75	12.0 a 15.0	22.0 a 24.0				
310	0.15 máx.	2.00	0.040	0.030	0.75	19.0 a 22.0	24.0 a 26.0				
316	0.08 máx.	2.00	0.040	0.030	0.75	11.0 a 14.0	16.0 a 18.0	2.0 a 3.0			
316 H	0.04 a 0.10	2.00	0.040	0.030	0.75	11.0 a 14.0	16.0 a 18.0	2.0 a 3.0			
316 L	0.035 máx.	2.00	0.040	0.030	0.75	10.0 a 15.0	16.0 a 18.0	2.0 a 3.0			
317	0.08 máx.	2.00	0.040	0.030	0.75	11.0 a 14.0	18.0 a 20.0	3.0 a 4.0			
321	0.08 máx.	2.00	0.040	0.030	0.75	9.00 a 13.0	17.0 a 20.0		a		
321 H	0.04 a 0.10	2.00	0.040	0.030	0.75	9.00 a 13.0	17.0 a 20.0		c		
347	0.08 máx.	2.00	0.040	0.030	0.75	9.00 a 13.0	17.0 a 20.0			b	
347 H	0.04 a 0.10	2.00	0.040	0.030	0.75	9.00 a 13.0	17.0 a 20.0			d	
348	0.08 máx.	2.00	0.040	0.030	0.75	9.00 a 13.0	17.0 a 20.0			b	0.10
348 H	0.04 a 0.10	2.00	0.040	0.030	0.75	9.00 a 13.0	17.0 a 20.0			d	0.10

a) El contenido de titanio no debe ser inferior a cinco veces el contenido de carbono y no más de 0.60%.
b) El contenido de columbio más tantalio no debe ser inferior a diez veces el contenido de carbono y no más de 1.00%.
c) El contenido de titanio no debe ser inferior a cuatro veces el contenido de carbono y no más de 0.60%.
d) El contenido de columbio más tantalio no debe ser inferior a ocho veces el contenido de carbono y no más de 1,00%

ADJUNTO "C"

Denominación CAÑERIAS
Sistema de venenos líquidos
Fig. 3.2.7.
Código ASME III - clase 3

Material:	Acero Inox. 304/304 L
P. diseño:	10.5 Kg/cm^2
t diseño:	93° C
Medio:	D_2O, Solución Gd $(NO_3)_3$, Solución D BO_3
Diámetros:	1/2", 3/8"

Sistema de colección D_2O de moderador

Fig.
Código ASME III - clase 3

Material:	Acero Inox. 304
P diseño:	2,1 kg/cm^2 y 3,5 Kg/cm^2
t diseño:	99° C
Medio:	D_2O
Diámetros:	2", 1", 1/2"

Sistema de Gas de cubierta del moderador.

Fig. 3.2.4
Código ASME III - clase 3

Material:	Acero Inoxidable tipo 316 ó 304 L.
Medio:	He, O_2, Vapores de D_2O
Diámetros:	3", 2", 1", 1/2", 1/4"
Máxima presión:	0,84 Kg/cm^2

Denominación: CAÑERIAS

Sistema principal del moderador
Fig. 3.2.1
Código ASME III - clase 3

Material:	Acero Inoxidable
Diámetros	12", 16", 14", 10", 4", 3", 2", 1", 1/2",
Presión:	8 Kg/cm^2
Medio:	D_2O

Sistema de purificación del moderador

Fig.
Código ASME III - clase 3

Material:	Acero Inox. 304 L.
Presión trabajo:	8 Kg/cm^2
t máx.:	71° C
Diámetros:	2", 3"
Medio:	D_2O

Sistema de transferencia de Resinas

Fig. 3.4.4.
Código

XIII - C. Cañerías

Material:	Acero Inoxidable
Diámetros:	1", 1/2"

Denominación CAÑERIA

Sistema de Deuteración y De-deuteración del moderador.
Fig. 3.2.3.
Código ASME III - clase 3

Material:	Acero Inoxidable: 304 L ó 316
Medio:	D_2O y H_2O, Resinas fluidificadas
Diámetros:	2", 1", 1/1", 3", 4" y 3"8"
P máxima:	8 Kg/cm^2

Sistema de abastecimiento de D_2O
Fig. 3.8.1
Código ASME III - clase 3

Material:	Acero Inoxidable 304 L
Diámetros:	2", 2.1/2".
Medio:	D_2O

Sistema de recuperación de D_2O del edificio del reactor.
Fig. .3.8.2
Código ASME III - clase 3

Material:	Acero Inoxidable 304
Diámetros:	2", 4", 1"
P diseño:	2,1 Kg/cm^2
t diseño:	99° C
Medio:	D_2O

Denominación: CAÑERIAS
Sistema de limpieza de D_2O
Fig. 3.8.4.
Código ASME III - clase 3

Material:	Acero Inoxidable 304 L
Medio:	D_2O/H_2O
Diámetros:	1", 1/2"

3.VII.a.2 Tuberías de Acero Inoxidable para la Central Nuclear Córdoba

Cantidades: No se pudo obtener información acerca de la cantidad de tubos de acero inoxidable que se prevé utilizar para la Central Nuclear Córdoba ni en valor, ni en metros, ni en peso. En base a 3.VII.A.I, estimamos que puede superar las 90 toneladas. Disponer con cierta exactitud de esta información, y de ser posible más desagregada por diámetros, espesores y otras características que faltan a las especificaciones, será de suma utilidad para poder tratar con los

fabricantes de tubos de acero con costura nacionales la factibilidad de su provisión local.

Caracterizaciones: De las caracterizaciones que obran en nuestro poder (Adjunto "C"), las cuales fueron extractadas de la oferta del Consorcio por el Grupo "Reactores" y ordenadas por el Grupo "Diseño" y Especificación de Componentes", observamos que:

a) no se especifica que deban ser con o sin costura;
b) deben cumplir con el código ASME III, Clase 3. Cabe aclarar que del análisis de dicho código, puede interpretarse que las tuberías podrán ser con o sin costura, si cumplen los restantes requerimientos indicados en la mencionada norma y además los que indique "quien coloque la orden de compra";
c) Las exigencias de presiones y temperatura son relativamente bajas en general no superan los 10 Kg/cm^2 y los 100° C.
   Debe mencionarse que los tubos con costura provistos por la Industria Nacional superan las exigencias mencionadas;
d) Para la mayoría de tales tuberías, los diámetros son inferiores a 4", llegando en algunos casos a 16".
   La Industria Nacional de tubos con costura, según informaciones recibidas y catálogos de fabricantes, provee tales diámetros.

Al respecto hacemos notar que lo mencionado en c) y d) estaría indicando que se trataría de tubos de paredes relativamente delgadas, lo cual no implica limitaciones para que puedan ser con costura. Es además, en estos casos, donde la competitividad de los tubos con costura respecto a los sin costura es mayor. Por otro lado cabe señalar que en los folletos de empresas extranjeras fabricantes de tuberías de acero inoxidable, recibidos en la CNEA por gestiones del Grupo "Informática" (Adjunto "D") se observa "prima facie" que ofrecen ambos tipos, con y sin costura, como para ser utilizados en Centrales Nucleares, o al menos no indican que los tubos con costura no puedan ser usados en tales instalaciones.

Posible influencia del origen de las especificaciones en el tipo de tubos a utilizar.

Es sabido que en AECL de Canadá - al igual de lo que se está tratando de hacer en la CNEA - se siguió una política de máxima integración local, aunque ello significase un aumento de costo en la construcción de sus Centrales Nucleares. En Canadá se fabrican tubos de acero inoxidable sin costura (al menos hasta diámetros medianos) y con costura; desde ya, para la satisfacción de las necesidades del mercado interno y para exportación. En 1972 se registraron, por primera vez, importaciones de Argentina con origen Canadá de tubos de acero inoxidable sin costura, aunque en pequeña proporción respecto a la importación de otros orígenes;
Va de suyo que las especificaciones para la Central Nuclear Córdoba fueron preparadas, según lo anotado anteriormente, para otro mercado de oferta, y habiendo fabricación de tubos sin costura, quizás no tuvieran interés en analizar la posibilidad de usar tubos con costura, al menos para aquellos diámetros disponibles de oferta local.

Posibilidad de utilización de Tubos con Costura en la C. N. Córdoba y futuras.

El análisis mencionado en el punto anterior debe ser realizado en función de las posibilidades de oferta de las empresas argentinas. Al respecto en el informe del Ing. Lanzos que se acompaña se hizo un estudio sobre los requerimientos según normas, para tubos con costura cuyo objeto principal es informar a los posibles proveedores sobre tales aspectos y definir mejor el problema. (Adjunto "B"). De tal forma, se explicitarán las limitaciones que podría tener la oferta local y el costo y oportunidad de superarlas.

3.VII.a.2.1 Fabricación Nacional: tubos de acero inoxidable sin costura no se producen en el país, pero sí en aceros al carbono y aleados. Los fabrica la empresa DALMINE-SIDERCA, y su producción cubre una amplia gama de medidas de hasta un diámetro de 14". Su capacidad de producción es del orden de las 150.000 toneladas anuales. En la actualidad están trabajando en tres turnos a plane capacidad y exportan alrededor del 30% a 40% de su producción.

Otros datos que puedan ser de interés respecto a su gama de producción, pueden consultarse en los folletos adjuntos, (Adjunto "D"). A los efectos de ver las posibilidades de que dicha empresa pudiera fabricar tubos sin costura de acero inoxidable, ya con el equipo existente, o bien con inversiones adicionales complementarias, se visitó la planta y se mantuvieron reuniones con personal del Departamento Comercial y con Personal Técnico de la misma. De tales entrevistas surge que:

- Las pruebas que realizó Dálmine en Italia para fabricar tuberías de acero inoxidable con los equipos que poseen (similares a los de la planta en Argentina, no dieron resultados satisfactorios.
- Manifestaron haber hecho un estudio de mercado y de factibilidad técnico-económico, por el cual llegaron a la conclusión de que por el momento la demanda proyectada estaría lejos de justificar las inversiones requeridas para la fabricación nacional de tal tipo de tubos.
- Consecuentemente, en los planes de ampliación de acería y producción de tubos, cuya puesta en marcha está pre-

vista para 1975-1976, no se contempla la fabricación de tubos de acero inoxidable.

3.VII.a.2.2 Importación

A los efectos de tener una idea de la magnitud de la demanda local, se analizaron las importaciones de los últimos años.

Tal tipo de tubos está clasificado en la nomenclatura NADI, bajo la posición 73. 18. 02. 31. A la fecha están gravados con un derecho de importación del 50%. Las importaciones registradas para dicha posición en los anuarios de comercio exterior durante el período 1969-1972, fueron:

Año	Toneladas	u$s	u$s /kg
1969	188	313.000	1,7
1970	434	587.000	1,4
1971	238	428.000	1,8
1972	248	560.000	2,2

Debemos tener presente que tales valores incluyen tubos de distintos diámetros, espesores, calidades, etc. Lograr información más desagregada resulta sumamente arduo y en muchos casos, para otros productos, nos resultó imposible. Deben analizarse los manifiestos de importación archivados en Aduana con permisos especiales, y salvar otra serie de escollos que no se justifican, por ahora, para este trabajo. Observamos que el precio unitario nos pareció anormalmente bajo.

De consultas realizadas al (*) representante en el país de una firma productora inglesa, con filial en Canadá, que fabrica tubos de acero inoxidable con y sin costura, se nos informa que el precio de tales tubos en el mercado internacional, cuando ellos son de primera calidad, respondiendo a normas y especificaciones estrictas, es apreciablemente superior al que resulta de la mezcla de importaciones argentinas, y se puede situar en el orden de los 4 u$s a 5 u$s/ kg. La diferencia se debería a "prácticas comerciales" realizadas por varios importadores locales, entre otras, la compra a bajo precio de material de segunda, rezagos, rechazos de clientes, stock de sobre-producción, etc. (**). Con tal material pueden satisfacer aquella demanda local que no requiere tubos con estrictas especificaciones, pudiendo competir por precio en tales condiciones con la oferta nacional o de importación de tubos con costura que satisfacían las exigencias técnicas de la demanda. De ello deducimos que las reales necesidades del mercado local de tubos, que por exigencias tecnológicas deberían ser sin costura, habrían sido inferiores a las indicadas en el cuadro precedente.

(*) Vende también flejes y chapas de acero inoxidable de importación a fabricantes nacionales de tubos con costura.

(**)No se debe descartar la posible sub-facturación

Por otro lado, el avance de la tecnología en la fabricación de tuberías de acero inoxidable con costura, (en los procesos de preformado, soldadura, trafilado, tratamientos térmicos, bruñido, y otros tratamiento superficiales, etc.) está posibilitando la sustitución de tubos sin costura, por tubos con costura en mejores condiciones de precio y sin sacrificio de las propiedades de confiabilidad para aplicaciones que en un estadio tecnológico anterior no resultaban posibles.

Tal panorama, que se puede sintetizar como de bajas cifras de ventas frente a las inversiones necesarias para la producción de tubos de acero inoxidable sin costura y de riesgo por por los eventuales avances tecnológicos que posibilitarían mayores-grados de sustitución por tubos con costura, corrobora las apreciaciones recibidas de Dálmine-Siderca, acerca de la inconveniencia actual de encarar en el país tal tipo de producción.

3.VII.a.3 Tubos de Acero Inoxidable con Costura

3.VII.a.3.1 Introducción:

Los tubos de acero inoxidable con costura se utilizaron en un principio sólo como elementos estructurales. Con las mejoras de las tecnologías de producción, que se reflejan sobre los costos y la confiabilidad de su utilización, se ha expandido hacia requerimientos más exigentes para la conducción de fluídos sometidos a presiones y temperaturas, ya sea como simples conductores o como integrantes de equipos intercambiadores de calor y otros. En tal sentido y aún para mercados que registran producción de ambos tipos, están en muchos casos sustituyendo a los tubos sin costura, a tal punto que los fabricantes tradicionales de tubos sin costura han agregado a sus líneas de producción líneas de fabricación de tubos con costura, que para una vasta gama de diámetros y en espesores relativamente finos resultan más económicos y reúnen similares condiciones de confiabilidad. Cabe destacar que se prevén continuos aportes tecnológicos que amplíen la gama de utilizaciones. Esta es una de las causas por las que interpretamos la flexibilidad de las normas internacionales sobre tuberías, en lo que respecta a la utilización de tubos con y sin costura.

3.VII.a.3.2. Importaciones

La posición arancelaria correspondiente a este tipo de tubos en la nomenclatura NADI es la 73. 18. 03. 02. Están gravados con un derecho de importación del 80%. Las importaciones de dicha posición registradas durante los últimos años en los anuarios de comercio exterior fueron:

Año	Toneladas	u$s	u$s s/kgs.
1969	62,1	132.000	2,1
1970	158,8	264.000	1,7
1971	50,4	107.600	2,1
1972	5,9	19.500	3,3

La posición arancelaria indicada incluye tubos de distintos diámetros, espesores, calidades, etc. Los precios unitarios resultan mayores a los correspondientes a la mezcla de tubos sin costura importados durante los mismos años. Ello puede deberse, en parte, a las "prácticas comerciales" indicadas en "2.2". Observamos que las importaciones registradas en 1972 son apreciablemente menores a las de los años anteriores. Interpretamos que ello es debido al afianzamiento de la oferta nacional y al aumento de la capacidad local en cantidades, calidades y tamaños. Consiguientemente las importaciones registrada en 1972, podrán considerarse complementarias a la producción nacional o debidas a "prácticas comerciales" y de oportunidad.

3.VII.a.3.3 Fabricación Nacional de Tubos de Acero Inoxidable con Costura

De acuerdo a los memos del Adjunto "A", se coordinaron reuniones entre los grupos del convenio que podrían tener interés y los fabricantes nacionales. A los mismos cabe agregar un nuevo fabricante que estaría poniendo a punto sus equipos y ya ha comenzado a ofrecer en el mercado; se trata de la firma DECAL.

Por nuestra parte tomamos contacto con proveedores de materias primas para dichos fabricantes y algunos usuarios. De las reuniones citadas y de las informaciones complementarias recogidas surge que:

- Todas las empresas mencionadas operan con tecnología propia, a excepción de Aceros Johnson que lo hace bajo licencia de AVESTA de Suecia.
- En estos momentos, uno de los fabricantes más afianzados en el mercado y que ofrece la gama más completa de tubos y accesorios es la firma Fritzner Hnos. Esta firma proveyó a CNEA tuberías y accesorios para el Reactor R. A. 3. Esta Empresa ha dejado muestras de tuberías y accesorios para que en la CNEA se las someta a los ensayos que se estimen convenientes. Las restantes lo harán oportunamente.
- La industria local provee tales ruberías a la industria química, petroquímica, alimenticia, medicinal y otras, como así también a empresas de calderería y acero inoxidable.
- Los productos indicados en el catálogo de Frtizner como de fabricación standard cumplen con el tipo de acero y superan las exigencias de presiones y temperaturas que se indican en las caracterizaciones mencionadas en "1.2". Sin embargo, es posible que para su utilización en centrales nucleares se deban exigir condiciones de trol de calidad, de terminación y limpieza superiores a la de los productos standard.
- El proceso de fabricación para diámetros de hasta 4" se realiza partiendo de flejes que se preforman en máquinas de tipo "Yoder" y se sueldan en cabezales bajo Argón. Para diámetros superiores a las 4", se parte de chapa que se preforma básicamente por cilindrado y se presenta en máscaras "ad-hoc" para su soldado bajo atmósfera de Argón, previo preparado de las juntas a soldar. Posteriormente se realizan los tratamientos térmicos, de calibrado y superficiales; pero estos procesos no están puestos completamente a punto en todas las empresas y algunas aún no poseerían el equipo adecuado.
- Fritzner Hnos. manifiesta utilizar acero inoxidable tipo "L" para limitar las tensiones del proceso de soldadura. Actualmente realizan procesos de calibrado a medida según tolerancias de norma AISI, y según necesidades del cliente efectúan con un equipo "ad-hoc", tratamiento superficial de bruñido interior para eliminar rugosidades de soldadura y obtener superficies lisas y libres de porosidades, lo cual posibilita condiciones de limpieza casi absoluta. En cuanto a procesos de trafilado y normalizado por tratamiento térmico lo tendrían a punto para dentro de un año; para este proceso posiblemente utilicen Know-How provisto de Alemania. El mismo implica una severa prueba de tensión que evidencia posibles fallas de soldadura.
- El proceso de trafilado y tratamiento térmico sólo es realizado en estos momentos por la firma TAICA, pero esta firma sólo fabrica tubos hasta 5/8".
- Aceros Johnson manifiesta estar poniendo a punto un cabezal de tratamiento térmico para normalizado de la soldadura; en cuanto al resto de los procesos de terminación los incorporarían en la medida que el mercado se los demande.
- Respecto a Controles de Calidad, se adaptan a las exigencias del cliente y comprenden básicamente detección de fugas por Helio, pruebas de presión hidráulica, aplastamiento y doblado, etc.
- En general manifiestan estar trabajando a pleno de su capacidad y considerando inversiones para el aumento cualitativo y cuantitativo de la producción.
- Una de las firmas, luego de exportaciones piloto que resultaron exitosas, está exportando tubos y accesorios en cantidades crecientes, en proceso de consolidar sus mercados externos.
- Respecto al grado de integración nacional, cabe mencionar que el acero inoxidable que se importa en su totali-

dad en forma de flejes o chapas por no producirse aún en el país, representa aproximadamente un 60% a 65% del costo. Su incidencia es menor para aquellos tubos que son requeridos con mayores exigencias de control de calidad, terminación superficial, etc.

- Volumen de producción: por las reservas de los fabricantes sobre este punto, la información recogida no fue del todo precisa, pero complementada con las de otras fuentes, estimamos que la producción nacional se sitúa en el orden de las 350 tns. anuales y la tasa de crecimiento de la demanda es relativamente alta, superaría el 15%.
- Es de señalar que las firmas consultadas se han mostrado remisas a explayarse sobre la tecnología utilizada, salvo en sus aspectos generales. Particularmente una de ellas habría puesto a punto un proceso de soldadura que consideran avanzado, de alta confiabilidad y productividad. Sin embargo no tendrían, en principio, problemas en que se visiten sus plantas, lo cual oportunamente debería ser realizado por el Grupo "Industria Nacional", el Ing. Lanzos, el Grupo "Control de Calidad" y algunos expertos del SATI en soldadura, tratamiento térmico, y terminación superficial. Tales contactos serían válidos para plantear concretamente y a nivel adecuado los problemas que se presenten y, eventualmente, detectar aquellas limitaciones para las cuales CNEA pueda hacer algún tipo de aporte, servicio de informática, transferencia de tecnología, ID, puesta a punta de procesos, etc. Durante las visitas sería conveniente, además, corroborar algunas de las manifestaciones vertidas por los fabricantes en las entrevistas, y solicitar referencias de usuarios.

3.VII. .4 Accesorios de Acero Inoxidable, Bridas, Codos, etc.

3.VII.a.4.1 Introducción

Estos productos no habían sido preseleccionados para analizar la factibilidad de que fueran provistos localmente para el plan de Centrales Nucleares. Posiblemente su incidencia en el costo de la Central o en el sistema de tuberías sea bajo, sin embargo su efecto sobre la actividad productiva de los mismos, tanto la terminal como la de fabricantes de materias primas no debe menospreciarse. Por lo tanto estimamos conveniente hacer algunos comentarios al respecto, ya que en principio se importarían para la Central Nuclear Córdoba (ver 1.2) y "prima facie" estimamos que podrían ser provistos por la Industria Nacional para las futuras.

3.VII.a.4.2 Fabricación Nacional

Por lo menos dos empresas, Fritzner Hnos y FAMIC los producen localmente. Según informaciones recibidas por la firma Fritzner Hnos y Picardo y Antelo que distribuye los productos de FAMIC y también opera como importador, rara vez se han importado, desde mediados de 1971, accesorios de medidas inferiores a 4", aún aquéllos que se utilizan en sistemas de tuberías sometidas a altas presiones y temperaturas. El grado de integración es elevado, ya que se diseñan, funden, forjan, maquinan y, según los requerimientos, reciben tratamientos térmicos y superficiales totalmente en el país.

Al igual que para los tubos, la firma Fritzner, dejó algunas muestras y proporcionará las que le sean solicitadas para ser sometidas a los ensayos y análisis que la CNEA estime conveniente.

3.VII.a.4.3 Importación

La posición arancelaria de la nomenclatura NADI para estos productos es la 73. 20. 00. 01. Están gravados con un derecho de importación del 60%. Las importaciones de tal posición, registradas en los anuarios de comercio exterior para los últimos años, fueron las siguientes:

AÑO	toneladas	u$s	u$s S/kg.
1969	16,0	90.400	5,6
1970	10,5	109,300	12,0
1971	35,0	200,800	5,7
1972	2,6	35,300	13,6

La evolución de las importaciones, para las que en 1972 se verifica un fuerte descenso, corroboraría las apreciaciones vertidas en "4.2".

3.VII.a.5 Conclusiones y Sugerencias

Al momento de tener que dar por terminado este estudio, estimamos que, lejos de haber agotado el tema, tornamos el mismo de "caja negra" a "caja gris" y quedan bastante explicitados los pasos a dar para terminar de aclarar el asunto, como así también abiertos los canales de comunicación de los distintos grupos de trabajo con los posibles proveedores para efectuar las necesarias realimentaciones tendientes a buscar la forma de superar las eventuales limitaciones productivas para lograr la máxima provisión nacional. Algunas de ellas están siendo consideradas por la oferta que prevé ya las inversiones a tales efectos, Informar a la misma de las necesidades y posibilidades concretas de negocios derivados del Plan de Centrales Nucleares es imprescindible, para que tales inversiones puedan económicamente readecuarse a las necesidades señaladas. De ser posible la utilización de tubos con costura y los correspondientes accesorios para todos o algunos de los sistemas o sub-sistemas de la Central Nuclear

Córdoba y futuras, estimamos que podrán darse o crearse las condiciones como para que ellos puedan ser provistos por la industria nacional.

En tal caso, la demanda derivada del Plan de Centrales Nucleares, por su cantidad y exigencias de calidad, tendrá efectos importantes directos sobre la oferta terminal en cifras de negocios y elevación del nivel tecnológico. Además deberán computarse efectos indirectos no menos importantes para las actividades de fundición, forja, maquinado, etc. para el caso de los accesorios, como así también para la futura fabricación nacional de chapas de acero inoxidable que tenemos entendido que está siendo considerada conjuntamente por las empresas Aceros Ohler y SOMISA.

Surge de todo lo señalado anteriormente que en un principio se debería:

a) solicitar mayor información específica y antecedentes sobre la aplicación y los tipos de tubos de acero inoxidable con costura que concretamente puedan ser utilizados para los distintos sistemas o subsistemas de la Central. Para ello, y en base al análisis del Anexo B, se puede recurrir al Consorcio o bien a los fabricantes extranjeros que han enviado el material informativo recopilado por el grupo "informática" u otras fuentes.
b) se indague, además, acerca de las cantidades a ser requeridas para la Central Nuclear Córdoba y futuras del mismo tipo con la mayor apertura posible por diámetros, solicitaciones de presión y temperatura etc., para poder tener una idea de la cifra en venta que ello podrá significar para los eventuales proveedores nacionales las cuales, sumadas al crecimiento cualitativo y cuantitativo que registrá el mercado local y las posibles exportaciones, indicará la conveniencia u oportunidad de programar inversiones adicionales. Estimamos que estas cantidades son obtenibles a través de AECL.

— Recalcamos la conveniencia de que para éste como para otros rubros, la actividad de "promoción de proveedores" será analizada por el Grupo "Industria Nacional".
— Por último, estimamos que la demanda efectiva, o colocación de las órdenes de compra por estas tuberías y accesorios para la Central Nuclear Córdoba, no se produciría antes de 1976. Para ese entonces, es posible que la evolución tecnológica presente otro panorama más favorable respecto al uso de tubos con costura. En tal caso, posiblemente se pueda accionar ante el Consorcio (aisladamente o conjuntamente con los posibles proveedores y con apoyo de la legislación correspondiente), para que tales componentes sean provistos localmente.

Hacemos notar que tal posibilidad se contempla en el Item 4.3.3. del Anexo "4" del Contrato de la Central Nuclear Córdoba, que al respecto dice:

"La Lista Probable podrá ser aumentada durante el transcurso de la obra con otros suministros que las PARTES, de común acuerdo, estimen de posible fabricación argentina".

3.VII .b Bombas y Válvulas

3.VII .b.1 Introducción, Alcances, Limitaciones y Recomendaciones

En este informe se consideran sólo una parte de los requerimientos de bombas y válvulas para la Central Nuclear Córdoba y futuras del Plan Nuclear. En efecto, las caracterizaciones disponibles corresponden, sin cubrir la totalidad, a bombas y válvulas de sistemas primario, del moderador y auxiliares nucleares, en consecuencia, no se pudieron considerar las bombas y válvulas de la parte "convencional", incluídas las del Sistema de Tratamiento de Aguas.

Como se verá, de los cuatro tipos de bombas ubicadas en la "Lista Probable" sólo se dispuso de especificaciones para una de ellas.

Se estima que se trata de bombas con alto valor agregado tecnológico y además, por las potencias de los motores que las accionarán, de altos costos-precios. Por otro lado no se dispuso de información sobre dicho valor, unitario o global, de las bombas y válvulas ubicadas en las "Lista Probable" y "Lista Negativa" de la Central Nuclear Córdoba, que son las que merecerían particular interés técnico y económico, tanto por el incremento de la participación local en suministros electromecánicos como por sus efectos sobre el aumento de la capacidad tecnológica de los procesos de fabricación.

En cuanto a las bombas y válvulas ubicadas en la "Lista Positiva", que no tendrían mayores efectos técnicos sobre los actuales procesos fabriles, se estima que podrían lograrse efectos económicos y técnicos en la eficiencia de la inversión y sobre el grado de integración en aspectos de diseño y de tecnología, si la CNEA tuviera autonomía para accionar conjuntamente sobre los mecanismos de promoción oferta-demanda para las futuras Centrales del Plan Nuclear. Por tales razones, se estima que, en cuanto se disponga de mayor información, deberían continuarse las reuniones con los posibles proveedores y los análisis técnico-económicos tendientes a determinar la factibilidad de fabricación en el país de las bombas y válvulas ubicadas en las "Lista Probable y Negativa". Se considera que tales tareas podrán ser efectuadas por los Grupos del Convenio formados con personal de la CNEA, ya que la metodología y los canales de comunicación con la oferta quedaron establecidos.

Con estas salvedades sobre los alcances y limitaciones y las recomendaciones sobre la continuación del estudio, se reseña en los puntos siguientes el trabajo realizado hasta el momento de tener que redactar este informe.

3.VII.b.2 Caracterizaciones Disponibles

En el Adjunto "A" se incluye un listado con la designación de las bombas y válvulas requeridas según las "Lista Positiva", "Lista Probable" y "Lista Negativa", para la Central Nuclear Córdoba (*).

(*) Además hay otras bombas y válvulas correspondientes al Sistema de Tratamiento de Aguas. Todas ellas están en la "Lista Positiva", Ver Anexo "4" del Contrato de la Central Nuclear Córdoba.

Los Adjuntos "B" y "C" contienen las caracterizaciones disponibles de bombas y de válvulas respectivamente, que cubren una parte de los sistemas primario, del moderador y auxiliares nucleares. De las bombas ubicadas en la "Lista Probable", sólo se tienen especificaciones técnicas de las bombas del moderador, faltan caracterizaciones de las bombas del condensado, bombas para el sistema de eliminación del calor residual y bombas auxiliares de proceso.

En la "Lista Negativa" se advierte una nota por la cual se indica que: "En términos generales las válvulas de calidad nuclear, para estos sistemas, diseñadas especialmente para índice de pérdidas nulos o muy bajos, serán de importación".

Tales especificaciones de pérdidas no se indican explícitamente en las caracterizaciones. Debido a ello quedaron algunas lagunas en las reuniones con los posibles proveedores que, en función del resto de las especificaciones sobre tipos, tamaños y materiales, indicaron que no tendrían problemas en fabricarlas, o que eran de producción usual en el país.

3.VII.b.3 Oferta Nacional

El volumen de oferta nacional se ha ido desarrollando y su capacidad técnica se acrecienta en la medida en que la conjunción de factores tales como el nivel de demanda, derechos de importación, condiciones de abastecimiento de materiales o parte semiterminadas a ser provistas por terceros, particularmente fundición, etc., justificaban económicamente la sustitución de importaciones. Se estima que el grado de autoabastecimiento actual supera el 85%.

Entre las últimas realizaciones de bombas de gran envergadura se mencionan a las que están siendo construídas para el condensador del Grupo N° 6 de la Central Costanera SEGBA; se trata de bombas de 24.000 m^3/hora, 12 metros c.a., 370 rpm. Cabe consignar que, en este caso, los modelos de fundición quedan de propiedad de SEGBA, que ha normalizado caudales y alturas. El maquinado de los cuerpos y grandes piezas fué realizado por AFNE. En lo que respecta a bombas multicelulares de alta presión se está ofreciendo de hasta 120 atmósferas.

Para la citada Central Térmica de SEGBA, el Compre Argentino autorizó, en 1973, la importación de las bombas de alta presión para la alimentación de la caldera de 350 Mw.

Se trata de bombas de 180 atmósferas a 7.000 rpm, que serán accionadas a través de acoplamientos hidráulicos variadores de velocidad con los motores de 7.500 HP que está construyendo SIAM, según lo indicado en el punto "6.2" del informe sobre "Máquinas y Equipos Eléctricos". Se hace notar que para este caso, a pesar de la potencia y de la criticidad del equipo, no se requirieron ensayos conjuntos motor-bomba.

En lo que respecta a la industria petroquímica, que es una importante fuente de demanda de bombas de alta confiabilidad y que deben responder a normas exigentes, se estima que el 80% de las bombas de impulsión para el Plan Petroquímico serán fabricadas en el país, lo mismo que, prácticamente, la totalidad de las bombas de proceso.

En lo que se refiere a válvulas, también la oferta cubre una amplia gama de tipo, diámetros y materiales. Se estima que el grado de autoabastecimiento local supera el 90%.

En el Adjunto "D" se incluyen memorias y catálogos de las más importantes fábricas de bombas y válvulas, a los efectos de completar el panorama sobre la oferta nacional.

3.VII.b.4 Reuniones Mantenidas con Posibles Proveedores

Para este grupo de componentes se mantuvieron varias reuniones en las que participaron los Grupos de Trabajo afectados al Convenio y personal de las siguientes empresas:

Por Bombas:
- Byron Jackson
- C.S.B. Compañía Sudamericana de Bombas
- Emag
- Schmidt y Cía
- Sulzer
- Worthington

Por Válvulas:
- Emag
- Favra
- Merex
- Motomecánica
- Sulzer
- Tuflin

En el Adjunto "E" se incluyen algunos de los memos que fueron circulados a los distintos Grupos del Convenio, a los efectos de la mejor coordinación y desarrollo de las reuniones indicadas. En las primeras reuniones se corroboró que las limitaciones productivas más importantes consistían en:

- capacidad de banco de pruebas y ensayos. Sobre la eventual superación de esta limitación nos remitimos al acápite referente a "loop" de pruebas del Informe del Grupo "Circuitos Termohidráulicos".
- obtención de piezas fundidas de acero inoxidable, tipo 304, 304L y 316, en pesos mayores de 1.000 kg. de calidad confiable para evitar defectos que podrán aparecer durante los procesos de maquinado, si no se someten a controles de calidad y ensayos previos, según normas.

Por esta última razón fueron invitadas a participar, en las posteriores reuniones, a las siguientes empresas:

- Acería Bragado;
- AESA;
- RENSA:
- Maitini y Sinaí.

En el Adjunto "E" se incluye un listado de la documentación suministrada a todas las empresas mencionadas sobre: normas y especificaciones, consideraciones sobre elaboración de aceros inoxidables de bajo carbono, notas sobre características de bombas de calidad nuclear, caracterizaciones disponibles, etc. Dicha documentación fué preparada por los distintos grupos del Convenio a los efectos de informar a los posibles proveedores sobre temas específicos e ir cuantificando el problema. Al momento de tener que dar por terminado este trabajo, el tema presenta muchas lagunas y se reitera la conveniencia de continuar las comunicaciones con la oferta que serán tanto más útiles en la medida en que:

a) se obtengan caracterizaciones más completas, incluyendo planos de conjunto y valores monerarios de los componentes de las "Lista Probable y Lista Negativa".
b) los posibles proveedores sean persuadidos de que la CNEA podrá decidir, o al menos influir apreciablemente, en las decisiones de adjudicación de órdenes de compra y consiguiente elección de proveedores;
c) se puede ofrecer concretamente posibilidades de compromisos o acuerdos de compra a mediano plazo para el conjunto de las futuras Centrales del Plan Nuclear.

3.VII.b.5 Transferencia de Tecnología de AECL a la Industria Canadiense para la Producción de Válvulas de Uso Nuclear

Resulta interesante resumir la opinión que se recogió sobre la experiencia del epígrafe. De acuerdo a la misma, el proceso de creación de tecnología por parte de AECL y su transferencia a las empresas canadienses, tuvo un tiempo de maduración de más de dos años. En síntesis, sus secuencias fueron las siguientes:

1) AECL trató de interesar a los fabricantes de válvulas para que desarrollaran tipos de calidad nuclear sin encontrar mayor respuesta. Los mismos estimaron que la demanda, los precios que podrían obtener, los problemas de aprovisionamiento de materias primas y partes, el buen nivel de ocupación de sus plantas, las erogaciones para tal desarrollo, etc., implicaban riesgos superiores a los posibles beneficios. Por otro lado tampoco querían responder negativamente, pues AECL era un potencial cliente interesante para la venta de válvulas convencionales. Según la versión, esta etapa fue de un diálogo poco fructífero (*).

(*) Es de hacer notar que las reuniones con los posibles proveedores que se están realizando en virtud del Convenio CFI-CNEA, tienen cierta similitud con las señaladas en esta etapa. La diferencia estriba en que se apunta predominantemente al aumento de la participación de la Industria Local en Suministros Electromecánicos por sustitución de importaciones de productos finales y no concretamente, al aumento del grado de integración de los componentes en sí, en el cual la sustitución de tecnologías es un factor importante. En los casos pertinentes se señaló la posibilidad de impulsar el grado de integración en materias primas, partes y utilización de tecnologías locales.

2) Luego de comprobar la dificultad del procedimiento anterior, AECL decidió desarrollar predominantemente "per se" la construcción de prototipos en base a válvulas de otros orígenes y a experimentaciones con materiales, asientos, diversas alternativas para lograr estanqueidad, etc., en función de sus propias necesidades y de los recursos y características de los que estimaron deberían ser posibles proveedores, a los cuales subcontrataron trabajos de maquinado y diseño mecánico. Se trataba de conjugar aspectos de confiabilidad, tecnología propia, mínimas inversiones, economicidad.
3) Logrados los protoipos satisfactorios, procedieron a redactar normas y especificaciones de materias primas y del producto final, como así también de procedimientos de fabricación, montaje, controles de calidad intermedios y ensayos finales, etc. Con los prototipos y la documentación mencionada, convocaron a los fabricantes para interesarlos en la fabricación, lo cual recién se concretó cuando la demanda interna hizo eclosión y se pidieron cotizaciones para adjudicación en firma de Ordenes de Compra por montos importantes.
4) Por las realimentaciones usuales de "performances" de fabricación y uso en operación, los diseños iniciales se fueron perfeccionando y disminuyendo los costos-pre-

cios.

En estos momentos Canadá exporta válvulas de cero pérdidas en calidad nuclear. Deben contabilizarse además otros beneficios indirectos sobre la industria subsidiaria, nivel de ocupación de personal calificado, efectos de demostración para el desarrollo de otros componentes, etc.

3.VII.b.5.1 Experiencia de la CNEA sobre Válvulas para el Sistema de Ventilación del RA3

Cabe mencionar que en oportunidad de necesitarse válvulas mariposa de accionamiento rápido para el sistema de ventilación del reactor RA3, la CNEA desarrolló tal tipo de válvula, cuyo detalle más importante, radicaba en el asiento y en el árbol que acciona la leva, problemas que fueron resueltos satisfactoriamente. En tal ocasión una importante empresa local, a la cual se consultó respecto de su fabricación, no demostró interés por tratarse de unas pocas unidades y la construcción se realizó con la colaboración de pequeños talleres. Para la Central Nuclear Córdoba, este tipo de válvulas figura en la "Lista Positiva" (ver informe sobre Componentes del Sistema de Ventilación).

3.VII.b.6 Bombas Primarias y del Moderador

Para la Central Nuclear Córdoba se requieren 4 bombas primarias y 2 para el moderador, cada una de las cuales será impulsada por motores de unos 9.000 HP y 1.000 - 1.500 HP respectivamente; es conocido que además tienen un alto valor agregado tecnológico y en procesos de control de calidad, fundiciones especiales de alto precio, etc. Si bien, como se señaló en el punto "3" no se dispone de información sobre valores monetarios, lo anteriormente señalado indica que los mismos serán elevados y constituyen un porcentaje importante del monto de componentes importados (las del moderador figuran en la "Lista Probable" con fundición y sellos importados: sin embargo se tienen razones para conjeturar que es alta la probabilidad de que deban importarse. Los proveedores de este tipo debombas para las Centrales Candú, construídas en Canadá son: Byron Jackson Div. of Borg Warner (Canada) y Bingham Pumps. Hay pocas firmas en el mundo que han desarrollado tecnología propia para este tipo de bombas. Los costos y riesgos de desarrollo serían relativamente elevados, ello estaría confirmado por la información recibida acerca del apoyo económico brindado por el gobierno de los EE. UU. a posibles fabricantes (Byron Jackson es uno de ellos) y a empresas de fundición para la puesta a punto de moldeos de grandes piezas de acero inoxidable, de muy bajo carbono y alta confiabilidad.

Por otro lado, se tiene información acerca de la reciente asociación de dos importantes firmas europeas, Sulzer de Suiza y K. S. B. de la República Federal de Alemania, para el desarrollo y construcción de bombas para uso nuclear. Dichas empresas contarían con el apoyo de sus gobiernos y aportes de otras instituciones para la construcción del "loop" de pruebas necesario. Las bombas primarias y del moderador para la Central Nuclear Atucha fueron fabricadas por una empresa Austríaca por encargo de Siemens. En lo que respecta a la experiencia de la India para la fabricación de este tipo de bombas, nos remitimos al informe del Ing. Arumughan de la Comisión de Energía Atómica de la India, que se incluye en el Adjunto "F". Una firma argentina, subsidiaria de una empresa extranjera, ha mostrado interés para estudiar la factibilidad de instalar una planta para la fabricación de tales bombas en el país, en la oportunidad de que la frecuencia fuere de una central cada año o año y medio y se pudieran asegurar la provisión de las piezas fundidas en condiciones adecuadas.

En lo que respecta a los sellos se estima que, en principio, se podrían fabricar en el país con un grado de integración del 50% al 60%. Por su importancia económica y efectos técnicos, estimamos que la factibilidad de fabricación local merece un análisis más profundo.

En principio se debería importar la tecnología que suponemos podría ser bien negociada, se estima que la limitación inherente a la fundición puede superarse a no muy altos costos, requiriéndose en los primeros momentos la importación de las mayores piezas; el maquinado podrá ser realizado por AFNE, y, en cuanto a "loop" de pruebas, nos remitimos al informe del Grupo "Circuitos Termohidráulicos". Eventualmente podrá analizarse la posibilidad de una complementación industrial, o intercambio de productos de alto valor tecnológico agregado, con la India que también ha adoptado el tipo CANDU para sus Centrales Nucleares, e inclusive con AECL, Canadá.

ADJUNTO a
3.VII.b.
Adjunto a

2.7 **Bombas y válvulas**

2.7.1 Para el área convencional están incluídas en la "Lista Positiva A" todas las bombas excepto:
- a) Bombas de condensado
- b) Bombas de alimentación "Boilers"
- c) Bombas de toma de agua
- d) Bombas auxiliares de procesos ("Process Auxiliary Pumps")

2.7.2 Bombas del sistema de enfriamiento de emergencia USI 34322.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

3 Bombas del tanque de residuos activos líquidos. USI 79212.

4 Todas las válvulas de M. y B. presión para parte convencional y auxiliar hasta 12".

5 Bombas para el sistema de purga de los generadores de vapor. USI 36312.

6 Bomba de lavado de las mallas.

7 Válvulas de control hasta 12".

8 Bombas y válvulas para la planta de enriquecimiento de agua pesada.

9 Robinetería para el sistema de agua potable.

10 Válvulas para el sistema de recuperación de agua pesada (Edificio del Reactor) USI 38213.

11 Bombas para el circuito de enfriamiento de blindaje USI 34112

12 Válvulas y separadores para el circuito de enfriamiento del blindaje. USI 34113

13 Válvulas de enfriamiento por rociado (spray) y enfriamiento de emergencia. USI 343.

14 Bombas para el sistema de transferencia de resina, (provisión parcial). USI 34512

15 Válvulas para el sistema de transferencia de resina. USI 34515.

16 Bombas del sistema "Liquid Zone Control". USI 34812.

17 Válvulas del sistema "Liquid Zone Control". USI 38413.

18 Válvulas del abastecimiento del agua de proceso. USI 71313 (provisión parcial)

19 Bombas del sistema de abastecimiento del agua de proceso. USI 71312 (provisión parcial).

20 Válvulas del abastecimiento de agua de uso doméstico. USI 71513.

21 Válvulas de la distribución de agua desmineralizada. USI 71653

22 Bombas del sistema de drenaje y saneamiento. USI 717.

23 Bombas y eyectores del sistema de manejo de deshechos activos. USI 79

24 Válvulas de control del sistema de manejo de deshechos radiactivos. USI 79

LISTA PROBABLE

Bombas y Válvulas

1 Válvulas de media y baja presión de más de 12".

2 Bombas de condensado.

3 Bombas para el sistema de eliminación de calor residual.

4 Válvulas del moderador (suministro parcial, casting importados).

5 Bombas auxiliares de proceso "Process auxiliary Pumps".

6 Bombas del moderador (suministro parcial, casting y sellos importados)

LISTA NEGATIVA

(Bombas principales del sistema moderador) * y suministro parcial de las válvulas.
Válvula del sistema de purificación.
Bombas y válvulas del sistema de deuteración y de dedeuteración.
Compresores y válvulas del sistema de gas de cubrimiento.
Bombas y válvulas del sistema colector de agua pesada del mostrador.
Bomba de muestreo del envenenamiento del líquido.

Válvulas motorizadas.
Bombas del sistema primario de transporte de vapor.
Bombas de abastecimiento de agua pesada.
Bomba de recuperación, transferencia y almacenamiento de agua pesada.

Bombas del sistema colector de agua pesada auxiliar del sistema primario de vapor.

Compresores de control de la zona líquida.

Bombas de abastecimiento del moderador de agua pesada: Bombas de enfriamiento y almacenamiento de agua pesada.

Notas: En términos generales, las válvulas de calidad nucleares para estos sistemas, diseñados especialmente para índices de pérdidas nulos o muy bajos, serán de importación.

(*) Pasaron a la lista probable.

CARACTERIZACIONES DISPONIBLES ADJUNTO "B"

Denominación BOMBA DE CIRCULACION.
Sistema principal del moderador.
Codificación: 3211 P1; P2.
Fig. 19 Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	2
Tipo:	Centrífuga-Vertical-doble Succión
Caudal:	3.400 m^3/h
Altura:	76,2 m. c.a.
Material:	Acero inoxidable (en contacto con D_2O)
Medio:	D_2O (71°C
Motor:	1500 Hp
Refrigeración Motor:	H_2O
Pony Motor: (auxiliar)	50 Kw, 200 rpm, 341 m^3/h
Caract. Particulares:	Doble sello mecánico con sello de retroceso. Acoplamiento rígido. Eje de la bomba soportado con cojinete de empujes radiales.

Sistema de deuteración y de-deuteración del moderador.
Codificación: 3.2.2.2. - P1
Fig. 21 Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	1
Tipo:	"Canned"
Caudal:	5,5 m^3/h
Motor:	7 Hp
Material:	Acero Inoxid. 304 L ó 316
Medio:	D_2O

Denominación BOMBAS DE CIRCULACION
Sistema de Colección de D_2O del moderador.
Codificación: 3251 - P1
Fig. 23 Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	1
Tipo:	Centrífuga horizontal
Caudal:	4 m^3/h
h:	30 m. c. a.
Motor:	3 HP
Material:	Ac. Inox. 304

Sistema de refrigeración del Blindaje.
Codificación:
Fig. 13 Cap. 4
Código

N°	3
Tipo:	
Caudal:	1072 m^3/h
Altura:	24,4 mca
Motor:	150 HP
Medio:	H_2O desmineralizada
Material:	
t operación:	66° C

Denominación: BOMBAS DE LAS PILETAS DE RECEPCION Y ELEMENTOS COMBUSTIBLES FALLADOS

Sistema de purificación y refrigeración de las piletas de combustibles quemados.
Codificación
Fig. 14 Cap. 4
Código ASME III - clase 3.

N°	2
Tipo:	
Caudal:	60 m^3/h
Altura:	29 m. c.a.
Motor:	10 HP
Medio:	H_2O desmineral.
Material:	

Denominación: BOMBAS DE MUESTREO
Sistema de venenos líquidos
Codificación: 3271 P1; P2
Fig. 25 Cap. 4
Código ASME III; clase 3

N°	2
Tipo:	Centrifugas, tipo "Canned"
Caudal:	0,273 m^3/h
Medio:	Soluciones: BO_3D, $(NO_3)_3$ Gd resp
Material:	Ac. Inox. 304/304 L.

Denominación: BOMBA DE LAS PILETAS DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES GASTADOS

Sistema de purificación y refrigeración de las piletas de combustibles quemados.
Codificación:
Fig. 14 Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	2
Tipo:	
Caudal:	291 m^3/h
Altura:	18,3 m.c.a.
Motor:	30 HP
Medio:	H_2O Desmin.
Material:	

Denominación: BOMBAS DE VACIO
Sistema de purificación y refrigeración de las piletas de combustibles quemados.
Codificación:
Fig. 14 Cap. 4
Código ASME III - Clase 3

N°	1
Tipo:	Sumergible
Caudal:	8,24 m^3/h
Altura:	13,7 m. c. a.
Motor:	7,5 HP
Medio:	H_2O Desmin.
Material:	

Denominación: BOMBAS DEL REBOSADERO
Sistema de purificación y refrigeración de las piletas de combustibles quemados
Codificación:
Fig. 14 Cap. 4
Código ASME III - Clase 3

N°	1
Tipo:	
Caudal:	54,8 m^3/h
Altura:	10,7 m. c. a.
Motor:	5 HP
Medio:	H_2O desmin.
Material:	
Accesorios:	Filtro

Denominación: BOMBAS DE EVACUACION DE LIQUIDOS RADIACTIVOS
Sistema de transferencia de resinas
Codificación:
Fig. 15 Cap. 4
Código:

N°	1
Tipo:	Centrífuga horizontal
Caudal:	2,74 m^3/h
Altura:	18.3 m. c. a.
Material:	Acero Inoxidable
Medio:	H_2O radiactivo

Denominación: BOMBAS DE CARGA.
Sistema de abastecimiento de D_2O
Codificación Fig. 16 Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	2
Tipo:	"Canned"
Caudal:	30 m^3/h
Motor:	15 HP
Medio:	D_2O
Material:	Acero Inoxidable 316

Denominación: BOMBAS DE SUMIDERO
Sistema de recuperación de D_2O del edificio del reactor.
Codificación:
Fig. 17 Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	3
Tipo:	Rotor sumergido
Caudal:	4,05 m^3/h
Altura:	15 m. c. a.
Material:	Acero inoxidable 304

Denominación: BOMBA DE EVACUACION DE DRENAJES
Sistema de recuperación de D_2O del edificio del reactor.
Codificación: 3821 - P1
Fig. 17 Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	1
Tipo:	
Caudal:	
Material:	Acero Inoxidable 304

Denominacion: BOMBAS DE ALIMENTACION
Sistema de limpieza de D_2O
Codificación: 3841 - P1; P2
Fig. 18 Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	2
Tipo:	"Canned"
Caudal:	0,54 - 1,35 m^3/h
Material:	Acero Inoxidable 304 L
Medio:	D_2O/H_2O
Motor:	1 HP

CARACTERISTICAS DISPONIBLES DE VALVULAS ADJUNTO "C"

Denominación: VALVULAS Y ACCESORIOS
Sistema principal del moderador
Fig. 19 Cap. 4
Código ASME III - clase 3
Material: Acero Inoxidable

a) Exclusa 16"
   N° 2

b) Detención 14"
   N° 2

c) Exclusa 14"
N° 2

d) Exclusa 10"
N° 4

e) Globo 1"
N° 12

f) Globo 3"
N° 2

g) Globo 1/2"
N° 2

h) Reducciones

i) Manómetros
N° 2

Denominación: VALVULAS Y ACCESORIOS
Sistema de purificación del moderador.
Fig. 20 Cap. 4
Código ASME III - clase 3
Material: Acero Inoxidable 304 L

a) Globo 3"
N° 5

b) Globo 2"
N° 5

c) Neumáticas Si - No 2"
N° 5

d) Automática de control 3"
N° 1

e) Caudalímetro tipo placa orificio
N° 1

f) Medidores de presión diferencial
N° 4

Denominación: VALVULAS Y ACCESORIOS
Sistema de Deuteración y De-Deuteración de moderador
Fig. 21 Cap. 4
Código ASME III - clase 3

Material: Acero Inoxidable 304 L ó 316

a) Diafragma 1"
N° 3

b) Diafragma 3/4"
N° 10

c) Diafragma 1/2"
N° 8

d) Diafragma 3/8"
N° 12

e) Esféricas 1"
N° 6

f) Esféricas 2"
N° 6

g) Esféricas 3/4"
N° 1

h) De aguja 3/8"
N° 3

i) Automáticas 3/8"
N° 2

j) Recipientes de muestreo
N° 2

k) Conexiones flexibles
N° 10

l) Flotámetros
N° 3

m) Densímetros
N° 2

Denominación: VALVULAS - ACCESORIOS
Sistema de gas de cubierta del moderador.
Fig. 22 Cap. 4
Código ASME III - clase 3

a) Diafragma 1"
N° 7

b) Diafragma 1/2"
N° 3

c) Globo 3"
N° 1

d) Globo 3 1"
N° 4

e) Aguja 1/4"
N° 3

f) Aguja 1/2"
N° 1

g) De control neumáticas - 2"
N° 2

h) De control neumáticas 1/2"
N° 2

i) De control neumáticas 1/4"
N° 2

j) Manómetros

k) Caudalímetros

Denominación: VALVULAS Y ACCESORIOS
Sistema de colección de D_2O del moderador.
Fig. 23 Cap. 4
Código ASME - clase 3

a) Diafragma 1/2"
N° 10

b) Diafragma 2"
N° 1

c) Diafragma 1"
N° 1

d) Detención 1/2"
N° 3

e) Indicadores de flujo

f) Caudalímetros

g) Manómetros

h) Válvula Neumática 1"
N° 1

i) Placa orificio de restricción 1/2"

Denominación: VALVULAS Y ACCESORIOS
Sistema de venenos líquidos
Fig. 25 Cap. 4
Código ASME III - clase 3

a) Diafragma 1/2"
N° 11

b) Diafragma 3/8"
N° 4

c) Esféricas
N° 4

d) Globo 1/2"
N° 4

e) Aguja 1/2"
N° 2

f) Neumáticas si - no 1/"
N° 2

g) Flotámetros
N° 2

h) Recipientes de muestreo
N° 2

i) Trampas de D_2O

Denominación: VALVULAS Y ACCESORIOS
Sistema de purificación del sistema de transporte del calor.
Fig. 10 Cap. 4
Código ASME III - clase 2

a) Exclusas accionada por motor. 3".
N° 4 (clase 1)

b) Exclusa acero por motor 4"
N° 4

c) Globo acc. por motor 6"
N° 1

d) Globo acc. por motor 3/4"
N° 1

e) Globo 6"
N° 2

f) Globo 4"

g) Globo 3/4"
N° 6

Sistema de transferencia de Resinas
Fig. 15 Cap. 4
Código:

XII - D - VALVULAS ACCESORIOS

a) Diafragma 1" u 1/2"
N° 20

b) Conexiones móviles
N° 10

Denominación: VALVULAS Y ACCESORIOS
Sistema de abastecimiento de D_2O
Fig. 16 Cap. 4
Código ASME III - clase 3

a) Diafragma 2"
N° 8

b) Diafragma 21/2"
N° 16

c) Retención 2"
N° 3

d) Recipiente de muestreo

e) Estación de trasvase de D_2O

f) Flotámetros

g) Manómetros

Sistema de recuperación de D_2O del dedificio, del reactor.
Fig. 17 Cap. 4
Código ASME III - clase 3

a) Diafragma 1"
Nº 2

b) Retención 2"
Nº 5

c) Retención 4"
Nº 2

Denominación: VALVULAS Y ACCESORIOS
Sistema de limpieza de D_2O
Fig. 18 Cap. 4
Código ASME III - clase 3

a) Diafragma 1"
Nº 42

b) Diafragma 1/2"
Nº 30

c) Flotámetros

d) Conducímetros

e) Manómetros

f) Conexiones móviles

Documentación Suministrada a empresas fabricantes de bombas, válvulas y fundidores de acero

ADJUNTO "D"

1) Atomic Energy of Canada Limited "Quality Assurance Program Requirements QA-1"

2) Comentarios sobre normas para ensayos de fundición Ings. Curto y Báez.

3) Especificaciones para Control de Calidad de fundiciones de acero

3.1) ASTM. E 71 - 52
"Industrial Radiographic Standars for Steel Castings"

3.2) ASTM E 71 - 64
"Reference Radiographs for Steel Castings up to 2 inch. in thickness".

3.3) ASTM 186 - 67
"Reference Radiographs for Leavy walled (2 to 4.1/2 inch.) Steel Castings"

3.4) ASTIM E 192 - 64
"Reference Radiograps of investment Steel Castings for aerospace applications".

3.5) ASTM e 94 - 68
"Reccomended Practice for radiographic testing"

3.6) ASTM E 125 - 63
"Reference Photographs for magnetic particle indications ou ferrous Castings"

3.7) ASTM E 109 - 63
"Dry Powder Magnetic Particle Inspections".

3.8) ASTM E 138 - 63
"Net Magnetic particle inspections".

3.9) ASTM E 138 - 65
"Liquid Penetrant Inspections".

4) Volumen de suministros y condiciones técnicas de recepción para la CNA.
"Bombas principales de refrigeración".

5) AECL
Specification Squirred Cage Inductions Motors Larger Than 200 HP.

6) Algunas consideraciones acerca de la elaboración de acero inoxidable con un contenido de Carbono de 0,035 - 0,040%.

7) Lista positiva, probable y negativa de suministros electromecánicos.

8) Publicación de AECL para bombas del primario.

9) Caracterización de bombas y válvulas. Sistemas auxiliares nucleares.

10) AECL
Specification: En el V Generating Station
Moderator Circulation Pumps

Esta documentación está a disposición para su consulta en el Grupo Informática.

3.VII.c Recipientes e Intercambiadores de Calor

3.VII.c.1 Demanda originada en la Central Nuclear Córdoba y Futuras del Plan Nuclear. Caracterizaciones Disponibles.

Los recipientes e intercambiadores de calor están considerados en el rubro "Calderería" de las listas positivas, probable y negativa.

Recipientes:

En el adjunto "A" se incluyen las caracterizaciones disponibles y las apreciaciones de una de las empresas consultadas sobre la factibilidad de producción local. Surge de las mismas que para todos los recipientes considerados hay antecedentes de diseño y fabricación de componentes de características similares. Por otro lado, en las listas de origen de la Central Nuclear Córdoba, se puede apreciar que todos los tanques y recipientes de presión están ubicados en la "Lista Positiva", es decir, serán comprados en el país, por el Consorcio AECL - Italimpianti. Por lo tanto resulta innecesario

profundizar el tema, a excepción de algunas consideraciones sobre su grado de integración con diseño y tecnologías locales para las futuras centrales del Plan Nuclear, que se harán más adelante.

Intercambiadores de Calor

En el Adjunto "B" se incluyen las caracterizaciones disponibles y las apreciaciones de una de las empresas consultadas sobre la factibilidad de producción local.

3.VII.c.2 Oferta Nacional, Reuniones y Consultas Realizadas para Analizar la Factibilidad de Producción Local

El sector denominado "calderería" incluye la fabricación de tanque, recipientes de presión, intercambiadores de calor, calderas y otros equipos de naturaleza similar. Dicha actividad ha alcanzado un nivel de desarrollo importante en el país, que en alto grado de autoabastece de los productos citados. Entre las empresas más conocidas o que han realizado los trabajos de mayor envergadura se pueden citar:

Astarsa	Lito Gonella
Pieruzzini y Klein	Cometarsa
Tamet	Florcalde
Mello Goodwin	Lampeluz
Galimberti	Saim
AFNE	FEBO

Las nombradas producen una amplia gama de productos incluyendo componentes estructurales. Las tres nombradas en último término se ocupan preferentemente de calderería de acero inoxidable. Astarsa que también construye buques de envergadura, desarrolla una actividad importante en calderería pesada convencional y de acero inoxidable para la industria petroquímica. Trabajos de maquinado pesado suelen ser contratados con AFNE, que posee un importante parque de máquinas herramientas.

En cuanto a una de las últimas realizaciones, puede mencionarse una caldera de 350.000 Kw nominales para el tuboalternador N° 6 de la Central Costanera de SEGBA, que está construyendo Tamet conjuntamente con la Deutsche Babcox y Wilcox. Se tiene información de que el grado de integración nacional de la misma superaría el 80%. En el adjunto "C" se incluyen memorias y catálogos de fabricación de varias de las empresas mencionadas.

A través de las Cámaras de Fabricantes, las firmas antedichas están vinculadas a la Asociación de Industriales Metalúrgicos que tiene conocimiento de los trabajos que se están realizando por el Convenio y que estableció contactos con la CNEA acerca de la participación de la industria local en la provisión de suministros electromecánicos para la Central Nuclear Córdoba. Por otro lado varias de ellas fueron evaluadas técnicamente y recibieron pedidos de precios del Consorcio AECL - Italimpianti. En este caso, para analizar la producción local de los equipos límites, resultó conveniente consultar en principio a las firmas Astarsa y Cometarsa, que cuentan con antecedentes de relevancia en la fabricación de recipientes de presión e intercambiadores, y además fabricaron tal tipo de componentes en "calidad nuclear" para la Central Nuclear Atucha. A tales efectos se coordinaron reuniones en las que participó personal de dichas empresas y los pertinentes Grupos de trabajo afectados al Convenio. Las contestaciones que se recibieron de Astarsa acerca de la factibilidad de producción de los componentes para los cuales se contó con caracterizaciones técnicas, se incluyen en los Adjuntos "A" y "B" correspondientes a recipientes e intercambiadores respectivamente, a continuación de las características antedichas. Las apreciaciones de Cometarsa fueron coincidentes con las de Astarsa.

3.VII.c.3 Efectos de la Demanda Originada en la Central Nuclear Córdoba y Futuras del Plan Nuclear sobre la Oferta Local

Se tiene información de que las compras que efectuará el Consorcio en el país, para los intercambiadores ubicados en la lista positiva serían del orden de los 15,4 millones de pesos, de los cuales unos 9,5 millones corresponderían a intercambiadores para la parte "Convencional" y aproximadamente 5,9 millones a los de la parte "Nuclear". En cuanto al monto de las compras a realizarse en el país en recipientes y otros rubros de "Calderería Varia", sería del orden de los 29 millones, de los cuales 22 millones serían para la parte "Convencional" y 7 millones para la parte "Nuclear". Dichos valores no incluyen el Condensador Principal de la turbina que se construirá en el país con placas-tubo y diafragmas importados, por el cual la erogación local sería del orden de los 30,2 millones de pesos más unos 8,2 millones correspondientes a tubos de Bronce Almirantazgo para dicho condensador, que también serán provistos por la industria local. (*). En cuanto a los valores de los intercambiadores ubicados en las "Listas Probable y Negativa", no se dispuso información en la CNEA al respecto, ni se han podido averiguar por otras vías. Es sabido que por ser equipos especiales, construídos a pedido, no se cotizan en base a listas de precios..

En lo que se refiere a efectos sobre la capacidad técnica, la construcción en el país de los recipientes, y de aquellos intercambiadores ubicados en la "Lista Positiva", no implican ningún avance sobre los actuales procesos de fabricación de la industria local. Podrá lograrse un efecto sobre la capacidad de diseño si conjuntamente con las compras para las fu-

turas Centrales del Plan Nuclear., se promueve la utilización de diseño y tecnologías nacionales para aquellos intercambiadores y recipientes que, si bien están ubicados en la "Lista Positiva", sean ofrecidos bajo licencia con diseño y tecnología importados. Económicamente ello repercutiría sobre el grado de integración local, ocupación y capacitación de personal técnico calificado.

(*) Todos los valores mencionados son a precios básicos de oferta del 2/5/72.

Por el contrario los intercambiadores ubicados en las "Listas Probable y Negativa" que deben tener tubos de aleaciones de Niquel (Inconel, Incoloy), posibilitarían el perfeccionamiento de procesos de fabricación existentes o la incorporación de nuevas tecnologías en procesos de placado, soldadura y tratamientos térmicos. De no resultar posible o conveniente el desarrollo de diseño y tecnologías propias para estos intercambiadores, existe tecnología de libre disponibilidad y la CNEA podrá inducir en la elección de aquella fuente que, por su origen o naturaleza, estime más conveniente para las condiciones y necesidades locales.

3.VII.c.4 Conclusiones y Recomendaciones

Recipientes y Intercambiadores Ubicados en "Lista Positiva"

Se vió que para estos componentes no existen problemas de fabricación local y que, aparte del efecto económico sobre la oferta, no se producirían mayores aumentos sobre la capacidad tecnológica, a no ser que se acondicionen los efectos de la demanda conjuntamente con alicientes a la oferta para inducir la sustitución de diseño y tecnología importada por nacional. Tal acción resultaría dificultosa si se mantuviese el mecanismo de compras de la Central Nuclear Córdoba y la CNEA no toma mayores prerrogativas sobre eventuales acuerdos con la oferta y decisiones sobre la adjudicación para las futuras obras del Plan Nuclear.

Intercambiadores de Calor Ubicados en las "Listas Probable y Negativa"

Se mencionaron en el punto "3" los efectos técnicos sobre los procesos de fabricación que implicaría la producción nacional de estos intercambiadores. Deberá continuarse el análisis técnico - económico sobre la conveniencia de promover fabricación nacional en cuanto se cuente con caracterizaciones más completas, precios de importación y su eventual costo - precio local, habida cuenta de los beneficios indirectos sobre la elevación de la capacidad técnica, ahorro de divisas, nivel de ocupación de mano de obra y demanda derivada de materias primas nacionales. Respecto a necesidades de equipamiento para la fabricación de estos componentes se estima que no harán falta inversiones de envergadura.

En cuanto a Control de Calidad, se estima que no habrá mayores inconvenientes. El organismo que sobre este factor está implementando la CNEA, además de actuar en los controles de calidad de materia prima, precalificación de equipos y personal, procesos intermedios de fabricación y ensayos finales de recepción, podría prestar una importante colaboración a los probables proveedores para subsanar falencias que los mismos puedan tener sobre el tema. El grupo de Diseño y Especificaciones de Componentes podrá, a su vez, colaborar en la interpretación de normas y, conjuntamente con el resto de los grupos de trabajo, en la selección de diseños y tecnologías más adecuadas en el caso de que deban importarse. Será de utilidad el material recopilado sobre el particular por el Grupo Informática.

Caracterizaciones disponibles de recipientes. Apreciaciones de un proveedor local sobre su posible fabricación en el país. -

Adjunto "A".

Denominación RECIPIENTE DE CABEZA
Sistema principal del moderador.
Codificación: 3211 - TK1
Fig. 19. Cap. 4
Código: ASME III - clase 3.

N°	1
Tipo:	Cilíndrico horizontal
Capacidad:	8,5 m^3
Pd:	
td:	
Medio:	D_2O
Material:	Acero Inoxidable
Accesorios:	Nivel

Denominación: RECIPIENTE DE CABEZA DE D_2O
Sistema de deuteración y de-deuteración del moderador.
Codificación: 3222 - TK3
Fig. 21. Cap. 4
Código: ASME III - clase 3

N°	1
Tipo:	Cilíndrico vertical
Capacidad:	0,425 m^3
Medio:	D_2O
Material:	Acero Inox. 304 L ó 316
P. de trabajo:	Atmosférica
t. de trabajo:	Ambiente
Accesorios:	Nivel de posición Múltiple (4)

Denominación: RECIPIENTE DE CABEZA DE H_2O
Sistema de deuteración y de-deuteración del moderador.
Codificación: 3222 - TK4
Fig. 21. Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	1
Tipo:	Cilíndrico vertical
Capacidad:	0,425 m^3
Medio:	H_2O desmineralizada
P. de trabajo:	Atmosférica
t de trabajo:	Ambiente
Material:	Acero Inox. 304 L ó 316
Accesorios:	Nivel de Posición Múltiple (5)

Denominación: RECIPIENTE DE DEUTERACION
Sistema de deuteración y de-deuteración del moderador
Codificación: 3222 - TK1
Fig. 21. Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	1
Tipo:	Cilíndrico vertical fondo cónico.
Capacidad:	0,255 m^3 (D-0,6 m. - 1,6 m)
Medio:	D_2O/H_2O
Material:	Acero Inox. 304 L ó 316
Accesorios:	Colectores "Johnson", 0,20 mm.
P de operación:	1 Kg/cm^2
t de operación:	ambiente

Denominación: RECIPIENTE DE DEUTERACION
Sistema de deuteración y de-deuteración del moderador.
Codificación: 3222 - TK2
Fig. 21. Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	1
Tipo:	Cilíndrico vertical
Capacidad:	0,255 m^3
Diámetro:	0,6 m.
Altura:	1,6 m.
Accesorios:	Colectores "Johnson", 0,20 mm.
P de operación:	1 Kg/cm^2
t de operación.	ambiente
Material:	Acero Inox. 304 L ó 316

Denominación: RECIPIENTE DE COLECCION DE D_2O
Sistema de colección de D_2O del moderador.
Codificación: 3251 - TK1
Fig. 23. Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	1
Tipo:	Cilíndrico horizontal
Capacidad:	0,2832 m^3
Presión de diseño:	2,1 Kg/cm2
t de diseño:	99° C
Material:	Acero Inox. 304
Medio:	D_2O
Accesorios:	nivel

Denominación: RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO DE BORO (BO_3D)
Sistema de venenos líquidos.
Codificación: 3271 - TK2
Fig. 25. Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	1
Tipo:	Cilíndrico vertical
Capacidad:	0,425 m^3
P diseño:	10,5 Kg/cm^2
t diseño:	93° C
Medio:	Solución BO_3D (8,55 gr. B_2O_3/1)
Material:	Acero Inox. 304/304 L
Accesorios:	Agitador incorporado, niveles y boca para adición de B_2O_3 con válvula esférica.

Denominación: RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO DE GADOLINIO. $(NO_3)_3Gd$.
Sistema de venenos líquidos
Codificación: 3271 - TK1
Fig. 25. Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	1
Tipo:	Cilíndrico vertical
Capacidad:	0,425 m^3
P diseño:	10,5 Kg/cm^2
ti diseño:	93° C
Medio:	Solución $(NO_3)_3$ Gd (3,17 g Gd $(NO_3)_3$ 6 H_2O/1
Material:	Acero inoxidable 304/304 L
Accesorios:	Agitador incorporado, niveles y boca para adición de nitrato de gadolinio con válvula esférica.

Denominación: RECIPIENTE DE DECAIMIENTO.
Sistema de venenos líquidos.
Codificación: 3271 - TK3
Fig. 25. Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	1
Tipo:	Cilíndrico vertical
Capacidad:	0,0368 m^3
P diseño:	10,5 Kg/cm^2
t diseño:	121° C
Medio:	D_2O
Material:	Acero Inox. 304/304 L

Denominación: RECIPIENTE DE EXPANSION
Sistema de refrigeración del blindaje.
Codificación:
Fig. 13. Cap. 4
Código:

N°	1
Tipo:	
Capacidad:	25,3 m^3
P operación:	atmosférica
t max. operac.	66° C
Medio:	H_2O desmineralizada
Material:	Acero al Carbono

Denominación: RECIPIENTE DE RESINAS NUEVAS
Sistema de transferencia de resinas.
Codificación:
Fig. 15. Cap. 4
Código: 3451 TK1

N°	1
Tipo:	Cilíndricas vertical con fondo cónico 120°
Dimensiones:	Diámetro: 1,20 m. Altura recta: 1,20 m.
Material:	Acero al Carbono
Presión operación:	Atmosférica
t operación:	Ambiente

Denominación: RECIPIENTE DE RESINAS GASTADAS
Sistema de transferencia de resinas:
Codificación:
Fig. 15. Cap. 4
Código: 3451 TKZ

N°	1
Tipo:	Rectangular dividido en 3 secciones.
Dimensiones:	11 m. X 3,35 m. X 3,66 m.
Capacidad:	238 m^3

Denominación: RECIPIENTE DE COLECCION
Sistema de recuperación de D_2O del edificio del Reactor.
Codificación: 3821 - TK1
Fig. 17. Cap. 4
Código ASME III - clase 3
N

N°	1
Tipo:	Cilíndrico horizontal
Capacidad:	0,5 m^3
Medio:	D_2O sucia
Material:	Acero Inoxidable 304
Presión de diseño:	2,1 Kg/cm^2
t diseño	99° C

Denominación: RECIPIENTE DE ALIMENTACION
Sistema de limpieza de D_2O
Codificación 3891 - TK1/TK6
Fig. 18. Cap. 4
Código ASME III - clase 3

Tipo:	Cilíndrico vertical
Capacidad:	5.662 m^3
Medio:	D_2O/H_2O
Material:	A. Inox. 304 L.
Accesorios:	Nivel

Denominación: RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO DE D_2O.
Sistema de abastecimiento de D_2O
Codificación 3811 - TK1 - TK2 - TK3 - TK4
Fig. 16. Cap. 4
Código ASME III - clase 3

N°	2
Tipo:	Cilíndrico vertical
Capacidad:	182 m^3
Medio:	D_2O
Material:	Acero Inoxidable 304

Denominación: RECIPIENTE DE CABEZA
Codificación: 3211 - TK1
Sistema: Sistema principal del moderador
1 No hay problema de diseño
2 Para diseñarlo hace falta:
2.1 Presión de trabajo o diseño
2.1.2 Temperatura de trabajo o diseño
2.2 Ubicación y diámetro conexiones
3. Calidad: Especificación ASTM de materiales o Sec. II ASME:
4. Hay antecedentes y experiencia en diseños y fabricación.
5. Chapa debe importarse. USA, Europa, Occ. o Japón

Denominación: RECIPIENTE DE CABEZA DE D_2O
Codificación: 3222 - TK3
Sistema: sistema de deuteración y de-deuteración del moderador.

1- No hay problema de diseño
2- Hace falta ubicación y Ø conexiones
3- Hay antecedentes y experiencia en diseño y fabricación
4- Chapa debe venir de USA, Europa Occ. o Japón

Denominación: RECIPIENTE DE CABEZA DE H_2O
Codificación: 3222 - TK4
Sistema: Sistema de deuteración y de-deuteración del moderador.
1- No hay problema de diseño
2- Hace falta ubicación y Ø conexiones
3- Hay antecedentes y experiencia en diseño y fabricación
4- Chapa debe venir de: USA - Europa Occ. o Japón

Denominación: Recipiente de deuteración.
Codificación: 3222 - TK2
Sistema: SISTEMA DE DEUTERACION Y DE-DEUTERACION DEL MODERADOR.
1- No hay problema de diseño.
2- Hace falta ubicación y Ø conexiones
3- Hay antecedentes y experiencia en diseño y fabricación
4- Chapa debe venir de USA, Europa Occ. o Japón

Denominación: RECIPIENTE DE COLECCION DE D_2O
Codificación: 3251 - TK1
Sistema: sistema de colección de D_2O del moderador
1- No hay problema de diseño
2- Hace falta ubicación y Ø conexiones
3- Hay antecedentes y experiencia en diseño y fabricación
4- Chapa debe venir de: USA - Europa Occ. o Japón

Denominación: RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO DE BORO (BO_3D)
Codificación: 3271 - TK2
Sistema: sistema de venenos líquidos
1- No hay problema de diseño
2- Hace falta ubicación y Ø conexiones
3- Hay antecedentes y experiencia en diseño y fabricación
4- Chapa debe venir de: USA, Europa Occ. o Japón

Denominación: RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO DE GADOLINIO $(NO_3)_3$ Gal.
Codificación: 3271 - TK1
Sistema: sistema de venenos líquidos
1- No hay problema de diseño
2- Hace falta ubicación y Ø conexiones
3- Hay antecedentes y experiencia en diseño y fabricación
4- Chapa debe venir de: USA, Europa Occ. o Japón con las especificaciones del agitador para ver si se hace en el país

Denominación: RECIPIENTE DE DECAIMIENTO
Codificación: 3271 - TK3
Sistema: sistema de venenos líquidos
1- No hay problema de diseño
2- Hace falta ubicación y Ø conexiones
3- Hay antecedentes y experiencia en diseño y fabricación
4- Chapa debe venir de: USA - Europa Occ. o Japón

Denominación: RECIPIENTE DE EXPANSION
Codificación:
Sistema: sistema de refrigeración del blindaje
1- No hay problema
2- Para diseñar hace falta:
2.1 Código
2.1.2 Tipo horizontal, vertical, etc.
2.1.3 Ubicación y diámetro conexiones
3- Chapa especificación
4- Hay antecedentes diseño y fabricación
5- Chapa podría obtenerse de SOMISA

Denominación: RECIPIENTE DE RESINAS NUEVAS
Codificación:
Sistema: sistema de transferencia de resinas
1- No hay problema
2- Para diseñar hace falta:
2.1 Código
2.1.2 Tipo horizontal, vertical, etc
2.1.3 Ubicación y diámetro conexiones
3- Chapa especificación
4- Hay antecedentes diseño y fabricación
5- Chapa podría obtenerse de SOMISA

Denominación: RECIPIENTE DE RESINAS GASTADAS
Codificación:
Sistema: Sistema de transferencia de resinas
No hay problema.

Denominación: Recipiente de deuteración
Codificación: 3222 - TK1
Sistema: Sistema de deuteración y de-deuteración del moderador
1- No hay problema de diseño
2- Hace falta ubicación y Ø conexiones
3- Hay antecedentes y experiencia en diseño y fabricación
4- Chapa debe venir de: USA - Europa Occ. o Japón
Definir o entregar folleto Colector "Johnson"

Intercambiadores de calor - Caracterizaciones disponibles y apreciaciones de un fabricante local sobre su fabricación en el país -

ADJUNTO "B"

Denominación: INTERCAMBIADOR DEL MODERADOR
Sistema principal del moderador
Codificación: 3211 - HX1; 3211 - HX2
Fig. 19. Cap. 4

N°	2
Tipo:	Tubos en U - 4 pasos lado tubo - 2 pasos lado carcasa - Montados verticalmente
t_i tubos:	71° C t_i max. 77° C
t_f tubos:	41° C
t_i carcasa:	22° C
Medio tubos:	D_2O
Medio carcasa:	H_2O
Caudal tubos:	1692 m^3 (normal)
Caudal carcasa:	469 m^3/h
Capacidad:	60 MW
Tubos: a) Diámetro interno	15,8 mm
b) Espesor:	1,12 mm.
c) Material	Incoloy 800
Placa tubo: Material:	Acero al Carbono
Recubrimiento:	Inconel 600
Presión tubos:	8 Kg/cm^2
Código: lado carcasa / lado tubos	ASMA III - clase 3

Denominación: REFRIGERADOR DE ENTRADA
Sistema de purificación del moderador
Codificación: 3.2.2.1. - HX1
Fig. 20. Cap. 4

N°	1
Tipo:	
t_i (tubos):	71° C
t_f (tubos)	43° C
t_i (carcasa):	22° C
Medio tubos:	D_2O
Medio carcasa:	H_2O
Caudal normal tubos:	27,36 m^3/h
Caudal máximo:	54,7 m^3/h
Tubos: a) Diámetro:	15,8 mm.
b) Espesor:	1,12 mm.
c) Material:	Incoloy 800
Placa tubo:	Acero al Carbono, recubierto con Inconel
Carcasa - material:	Acero al Carbono
Presión en los tubos:	8 Kg/cm^2
Código: ASME III - clase 3	

Denominación: INTERCAMBIADOR DE CALOR REGENERATIVO
Sistema de purificación del sistema de transporte de calor
Codificación: 3335 - HX 1
Fig. 10. Cap. 4

N°	
Tipo:	
Código: ASME III - clase 2	
Superficie:	313,2 m^2
p diseño: lado tubos:	315° C
lado carcasa:	315° C
p diseño: lado tubo:	116,2 Kg/cm^2
Material: Tubos:	Acero al Carbono
Carcasa:	Acero al Carbono
Q normal:	122,4 m^3/h
Q max.:	244,8 m^3/h
t* entrada: tubos:	266° C
carcasa:	50° C
t* salida: tubos:	116° C
carcasa:	204° C

Denominación: INTERCAMBIADOR DE CALOR POSTERIOR (NO REGENERATIVO)
Sistema de purificación del sistema de transporte de calor
Codificación: 3335 - HX2
Fig. 10. Cap. 4

N°	1
Tipo:	
Código: ASME III - clase 2	
Area:	173,7 m^2
t diseño: lado tubos:	315° C
lado carcasa:	
P diseño: lado tubo:	116,2 Kg/cm^2
lado carcasa:	
Material: lado tubo:	Incoloy
Lado carcasa	Acero al Carbono
Q normal: lado tubo:	122,4 m^3/h
lado carcasa:	
Q máximo: lado tubos:	244,5 m^3/h
lado carcasa:	
t entrada: lado tubos:	116° C
t entrada: lado carcasa:	22° C
t salida: lado tubos:	50° C

Denominación: INTERCAMBIADORES DE CALOR DEL BLINDAJE

Sistema de refrigeración del blindaje.
Codificación:
Fig. 13. Cap. 4

N°		2
Tipo:		
Caudal:		1072 m^3/h
t entrada:	tubos	63° C
	carcasa:	22° C
t salida:	tubos	49° C
	carcasa:	
Material:	tubos:	Bronce Almirantazgo
	carcasa:	Acero al Carbono
Capacidad:		13,6 MW
Medios:	tubos:	H_2O desmineralizada
	carcasa:	H_2O

Denominación: INTERCAMBIADORES DE CALOR DE LAS PILETAS DE RECEPCION Y ELEMENTOS COMBUSTIBLES FALLADOS
Sistema de purificación y refrigeración de las piletas de combustibles quemados
Codificación:
Fig. 14. Cap. 4

N°		1
Tipo:		
Capacidad:		0,32 MW
Caudal:		123,5 m^3/h
Material:	tubos:	Bronce Almirantazgo
	carcasa:	Acero al Carbono
Medio:	tubos:	H_2O desmineralizada
	carcasa:	H_2O

Denominación: INTERCAMBIADORES DE CALOR DE LA PILETA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES GASTADOS
Sistema de purificación y refrigeración de las piletas de elementos combustibles quemados.
Codificación:
Fig. 14. Cap. 4

N°		1
Tipo:		
Capacidad:		2 MW
Caudal máx.:		583 m^3/h
Material:	tubos:	Bronce Almirantazgo
	carcasa:	Acero de Carbono
Medio:	tubos:	H_2O desmineralizada
	carcasa:	H_2O

Intercambiadores de calor

Denominación: INTERCAMBIADORES DEL MODERADOR.
Codificación: 3211 - HX1; 3211 - HX2
Sistema: sistema principal del moderador
Nota: aparentemente los caudales estarían invertidos, los 1692 m^3/hs. corresponderían al H_2O
Faltan:

1.1 Diseño termodinámico "thermal rating"
1.2 Exigencias de proceso (características específicas que el equipo debe satisfacer)
1.2.1 Ubicación conexiones y su Ø y características.
1.3 Clasificación según TEMA
2. Presión lado (carcasa) cuerpo
3. Espesor del placado (Chapa Inconel 600) o espesor a darle a la soldadura si fuera con recubrimiento de soldadura en placa de tubos.
4. Material lado cuerpo - que consideramos acero al carbono por tratarse de H_2O con especificación ASTM.
4.1 Material cabezal fijo "channel" si es placado o totalmente de elección
5. Materia prima: importada
6. **Hay experiencia en diseño, pero no la hay en fabricación.**

Denominación: INTERCAMBIADOR DE CALOR REGENERATIVO.
Codificación: 3335 - HX1
Sistema: sistema de purificación del sistema de transporte de calor.
Nota: Llama la atención que este intercambiador antes del 3335 - HX2 tenga acero al carbono y al 3335 - HX2 sea Incoloy.

Faltan:

1,1 Diseño termodinámico "thermal rating"
1.2 Exigencias de proceso (Características específicas)
1.2.1 Ubicación y Ø y características de conexiones.
1.3 Clasificación TEMA
5. Materia prima importada
6. **No hay experiencia en diseño ni en fabricación. Astarsa puede obtenerla de su asociada S FAC.**

Denominación: INTERCAMBIADOR DE CALOR POSTERIOR (NO REGENERATIVO)
Codificación: 3335 - HX2
Sistema: Sistema de purificación del sistema de transporte de calor.

Faltan:

1.1; 1.2; 1;2;1; 1.2;2; 3; 4.1; 5; según detalle del 3211 - HX 1 y HX2.

6. No hay experiencia en diseño ni en fabricación. Astarsa puede obtenerla de su asociada SFAC.

Denominación: Intercambiadores de calor del blindaje.
Codificación:
Sistema: Sistema de refrigeración del blindaje.

Faltan:
1.1; 1.2; 1.2.1; 1.3
2.
5.
6. Hay experiencia en diseño y fabricación.
7. Falta Código.

Denominación: intercambiadores de calor de las piletas de recepción y elementos combustibles fallados.
Codificación:
Sistema: sistema de purificación y refrigeración de las piletas de combustibles quemados.

Faltan:
1.1; 1.2; 1.2.1; 1.3
2.
3.4.1
5.
6. Hay experiencia en diseño y fabricación
7. Falta Código.

Denominación: INTERCAMBIADORES DE CALOR DE LA PILETA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES GASTADOS.
Codificación:
Sistema: Sistema de purificación y refrigeración de las piletas de elementos combustibles quemados.

Faltan:
1.1; 1.2.1; 1.2.1; 1.3
2.
5.
6. Hay experiencia en diseño y fabricación
7. Falta Código.

3.VII.d Componentes de los sistemas de ventilación

3.VII.d.1 Tipo de Componentes Considerados:

a) serpentinas, calefactores y enfriadores.
b) válvula de regulación
c) ventiladores no herméticos
d) conductos
e) válvulas herméticas
f) ventiladores herméticos
g) cajas metálicas para filtros
h) filtros.

3.VII.d.2 Antecedentes de la Central Nuclear Atucha

Para la Central Nuclear Atucha los componentes del tipo a); b); c); y d), fueron provistos por la industria nacional. Los restantes, e); f); g) y h), se importaron en su totalidad. Es de hacer notar que:

- en su oportunidad se trató de que al menos una parte de estos últimos componentes fueron provistos localmente, para lo cual se realizaron consultas y se trató de interesar a posibles proveedores quienes, en general, desistieron por considerar que las exigencias técnicas y normas de control de calidad y recepción, superaban sus posibilidades y entrañaban responsabilidades que estimaron no podrían cumplir.
- posteriormente, los mismos posibles proveedores, al examinar concretamente los componentes arribados de importación a la Central Nuclear Atucha, advirtieron que hubieran podido producirlos, sin mayores problemas y eventualmente con relativamente porcas inversiones adicionales respecto al monto de la prestación. Manifestaron que las apariencias de complejidad que surgían de las especificaciones y demás exigencias solicitadas, no coincidían con lo que posteriormente pudieron examinar "in situ"; y que, posiblemente, si hubieran contado con más detalles y planos de conjunto, hubieran adoptado otra actitud.

3.VII.d.3 Características de los Componentes Considerados, para la Central N. Córdoba

Si bien las caracterizaciones disponibles de tales componentes para la Central Nuclear Córdoba son bastante incompletas, permiten entrever que, en cuanto a sus exigencias y características generales, serán apreciablemente similares a los que fueron utilizados en la Central Nuclear Atucha, a excepción de las cajas de filtros, que en este caso son de concepción diferente. Por lo tanto se dispuso para su análisis de un listado de los componentes que serían utilizados en la Central Nuclear Córdoba, indicándose para cada caso si el equipo similar instalado en la Central Nuclear Atucha fué de provisión local o importado, y las empresas que, respectivamente, suministraron los mismos. También se contó con una reseña, basada en los antecedentes de la Central Nuclear Atucha, de las características generales constructivas, ensayos requeridos, etc. de: Ventiladores, Válvulas, Cajas de Filtros y filtros, Conductos, Persianas e Intercambiadores de calor.

La experiencia de Atucha fue capitalizada para la construcción del sistema de ventilación del reactor experimental, RA3 (*), y para el análisis de las distintas ofertas presentadas para la Central Nuclear Córdoba.

3.VII.d.4 Posibilidades de la Oferta Local

Por lo antedicho se estima que, prácticamente, todos los elementos citados, que fueron importados para la Central Nuclear Atucha, podrían fabricarse en el país en condiciones económicas. De los mismos, los de mayor sofisticación serían los ventiladores herméticos y las válvulas herméticas de cierre rápido (*). La totalidad de los ventiladores no herméticos provistos para la Central Nuclear Atucha, fueron fabricados por la firma Ciarrapico, —que es una de las de mayor envergadura en el país en tal rubro—, por encargo de las empresas Termeco y Lix - Klet que fueron las subcontratistas locales que intervinieron en tales sistemas.

(*) Ver punto 3.VII.b.6.

De las conversaciones mantenidas y la visita realizada a Ciarrapico surge que no tendrían problemas para la fabricación de tal tipo de ventiladores. Eventualmente podrán ser consultados otros posibles productores. En lo que respecta a válvulas herméticas de cierre rápido hay antecedentes de producción nacional de diámetros menores para el reactor RA3 citado. No hay inconvenientes técnicos mayores a superar. Las de mayor diámetro requeridas para la Central Nuclear Córdoba y futuras del Plan Nuclear podrán ser fabricadas localmente en condiciones tanto más económicas, en la medida en que pueda organizarse dicha demanda en cantidades y continuidad para llegar a un acuerdo con el más conveniente de los posibles proveedores.

3.VII.d.5 Origen Previsto para estos componentes en la Central Nuclear Córdoba

Se ha previsto que todos los componentes considerados serán comprados localmente por el Consorcio, AECL-Italimpianti. En efecto, figuran en la "Lista Positiva" los sistemas completos de:

- Ventilación de la parte convencional.
- Ventilación y enfriamiento del edificio del reactor.
- Ventilación del Edificio de Servicio.
- Recuperación de Vapores de Agua Pesada.

De estos sistemas, están excluídos de la "Lista Positiva" y figuran en la negativa, solamente los turbocompresores de refrigeración.

3.VII.d.6 Conclusiones y Recomendaciones

- Se señala, lo cual tiene vigencia para otros casos, que las especificaciones técnicas sin otras caracterizaciones complementarias como ser planos de conjunto, precios estimados del componente importado, etc., pueden hacer inferir algunos componentes parezcan más complificados de lo que en realidad son y producir un efecto negativo sobre la actitud de posibles proveedores técnicamente aptos para encarar su fabricación, pero faltos de información técnica y económica. En estos casos la CNEA podrá, en virtud de la experiencia recogida en la Central Nuclear Atucha, que será enriquecida por la de la Central Nuclear Córdoba, prestar un eficiente servicio de información a los fabricantes nacionales para el resto de las Centrales del Plan Nuclear.
- En lo que respecta a grado de integración nacional, se estima que buena parte de los componentes considerados podrán ser realizados con diseño mecánico y tecnología local. En tales casos la política de compras para las futuras Centrales deberá desalentar la importación de tecnología.
- Se tiene información de que algunos de los componentes del sistema de recuperación de vapores de agua pesada son de mayor complejidad que los de los restantes sistemas de ventilación mencionados en el punto 5). De tal forma y a pesar de figurar en la "Lista Positiva", es posible, que si no se procede a promover con tiempo su fabricación local independientemente de las acciones que en tal sentido pueda tomar el Consorcio, deban importarse ante situaciones de hecho creadas por insuficiencia de la oferta local.

(*) Ver punto 4.2.6.1 del Anexo "4" del Contrato AECL - Italimpianti - CNEA.

3.VII.e Máquinas y Equipos Eléctricos

3.VII.e.1 Introducción

En el presente informe son considerados componentes del siguiente tipo: motores eléctricos de baja y de media tensión, transformadores de potencia, aparatos de AT, y otros equipos eléctricos para Centrales Nucleares. De acuerdo a lo planteado oportunamente se prestará particular atención a aquellos componentes situados en el límite tecnológico para la industria local y a los que representen un volúmen de demanda que pueda ser un factor importante para la consolidación, economividad o evolución de la actividad. Para cada caso se señalan las limitaciones productivas o de otra naturaleza que determinarían su importación para la Central Nuclear Córdoba y la posibilidad de que las mismas puedan ser superadas para las futuras Centrales del Plan Nuclear.

También se hace referencia a otros equipos que son de fabricación usual en el país y que, salvo excepciones, serán provistos localmente por estar ubicados en la Lista Positiva de la Central Nuclear Córdoba.

3.VII.e.2 Caracterizaciones de Componentes Eléctricos Requeridos para la Central Nuclear Córdoba y Futuras del Plan Nuclear

Se dispuso de especificaciones técnicas generales, las que fueron extractadas de la oferta del Consorcio AECL-Italimpianti por el Ing. Moscón del Departamento de Reactores Nucleares. Se incluyen en este informe como Adjunto "A". Del análisis de las mismas surge que la totalidad de los componentes eléctricos no requerirán un tratamiento productivo diferente al de sus similares utilizados en Centrales Térmicas Convencionales u otros Complejos Electromecánicos. En efecto, se indica que deben cumplir con las normas CEI, requisito al cual responden la totalidad de los posibles proveedores habituados a observar las exigencias prescriptas por las más variadas normas y tipos de ejecución tanto para el mercado local como para la exportación. Sin embargo, se obtuvieron referencias acerca de posibles requerimientos adicionales para algunos componentes a instalarse en la "Isla Nuclear". Ello se trata en el punto siguiente.

3.VII.e.3 Posibles Requerimientos Adicionales a las Normas para Algunos Componentes de la "Isla Nuclear"

Si bien no se hace ninguna indicación adicional a las normas CEI en las caracterizaciones hasta ahora disponibles, es posible que aquellos componentes a ser instalados en la "Isla Nuclear" requieran un tratamiento más cuidadoso durante su producción y ser objeto de controles de calidad y ensayos de recepción más estrictos o con menores tolerancias. Por otro lado, cosa que tampoco se indica en las caracterizaciones disponibles, surgió de conversaciones con el Consorcio referentes a los Motores de Media Tensión para el accionamiento de las bombas. principales del circuito primario y del moderador, que las aislaciones de los mismos podrían deteriorarse prematuramente por las radiaciones a las que estarán sometidos y consecuentemente afectar su vida útil. Sin embargo no se tiene confirmación de ello y el tema no se extendió a otros componentes eléctricos que también estarán alojados en la "Isla Nuclear", y que serán de provisión local. Al respecto cabe mencionar que en la CNEA se está programando el ensayo de aislantes utilizados por fabricantes locales en motores de media tensión para determinar su comportamiento bajo irradiación. Si los mismos no resultaren aptos, ello no obstaculizaría la fabricación local de tales motores con la utilización de aislantes adecuados de posible importación en el caso de que no resulte conveniente su producción en el país. La incidencia de los aislantes en el costo de los motores de baja tensión es del orden del 6% para los de media tensión los datos disponibles son insuficientes pero se estima que sería del orden del 10% al 12% aproximadamente. En resumen, la radiación a la que estarían sometidos los motores citados en la "Isla Nuclear" y las eventuales mayores exigencias respecto a cuidados en los procesos productivos, controles de calidad y ensayos no son impedimentos para la fabricación nacional de los mismos.

3.VII.e.4 Entrevistas Mantenidas con Posibles Proveedores

Para este caso, resultó conveniente coordinar una primer entrevista con la Cámara Argentina de Industrias Electromecánicas –CADIEM– (*). A la misma concurrieron, en representación de dicha Cámara, funcionarios de las siguientes empresas: EMA, AEG, CEGELEC, SIAM Electromécánica, TAIT, ATMA, ACEC, H. Pinelli y General Electric.

(*) A la CADIEM, están asociadas unas 120 empresas, entre las cuales se cuentan a las más importantes del sector.

Durante la misma fueron informados del objeto del Convenio, de las necesidades de componentes eléctricos para la Central Nuclear Córdoba y futuras del Plan Nuclear, etc. Posteriormente se realizaron consultas sobre la posibilidad de producción local de los equipos límites con las siguientes empresas:

- por transformadores: SIAM Electromecánica, Cegelec, y Tubos Transeléctric.
- por Motores de Media Tensión: SIAM Electromecánica, TENAS, ACEC y Siemens.
- por Tableros y Aparellage: EMA - Electromecánica Argentina, SIAM Electromecánica, etc.

Además se coordinó una reunión en la CNEA durante la cual el Ing. Canillas a cargo de la Gerencia de Proyectos y Diseño de SIAM Electromecánica, el Ing. Marabotti de la misma empresa y el Ing. Callens de Cegelec, informaron a los distintos grupos de trabajo del Convenio sobre las posibilidades de fabricación local de Grandes Transformadores y Motores de Media Tensión y evacuaron los interrogantes de los distintos grupos en aspectos de diseño, licencias, antecedentes de equipos fabricados, control de calidad y ensayos, etc. En base a lo planteado en dicha reunión SIAM Electromecánica que, en estos momentos es la empresa que puede encarar la producción de los mayores motores y transformadores, envió una reseña que se incluye como Adjunto "B" de este informe.

3.VII.e.5 Estado Actual de la Industria

La industria de motores eléctricos, transformadores y aparatos, ha alcanzado un desarrollo importante, responde a los requerimientos cuantitativos y cualitativos del mercado y sus productos tienen una general aceptación por parte de los usuarios del sector público y privado. Ello se refleja en la baja incidencia de las importaciones para la satisfacción de la demanda interna. En 1970 las importaciones de motores representaron algo menos que el 3% de la producción nacional y para el caso de transformadores fueron del orden

del 3,5%. En cuanto a sus exportaciones y otros aspectos relativos a normas, calidad, tecnologías, etc. se podrán consultar en el Adjunto "C". Respecto a la oferta de otros productos del sector, nos remitimos al Catálogo "Electricidad y Electromecánica" Adjunto "D".

3.VII.e.6 Motores Eléctricos

3.VII.e.6.1 Motores Eléctricos de Baja Tensión

— **Demanda Originada en la Central Nuclear Córdoba y Futuras del Plan Nuclear.**

Se desconoce la cantidad y potencial total de los motores BT que serán instalados en la Central Nuclear Córdoba. En base a la potencia de los transformadores auxiliares, habida cuenta del coeficiente de simultaneidad, se estima que la potencia instalada en motores BT, oscilaría en los 15.000 HP.

Las potencias unitarias cubren una amplia gama, desde fraccionarios hasta 150 - 200 HP.

— **Oferta Nacional**

Son varias las fábricas locales que pueden proveer los motores BT cumpliendo normas CEI. Algunas operan con licencias externas y otras han desarrollado diseño y tecnología propios.

— **Efectos de la Demanda Originada en Centrales Nucleares sobre la Oferta Local**

La producción de motores trifásicos de hasta 200 HP de empresas asociadas a la CADIEM, durante el año 1972 fue de aproximadamente 900.000 HP. De tal forma, la incidencia de la demanda de motores BT, originada en Centrales Nucleares en tal actividad, tiene poca relevancia, tanto en aspecto cualitativos como cuantitativos. Sin embargo, es una demanda interesante aún para las mayores fábricas ya que puede representar más del 10% de su facturación anual en ese rubro.

3.VII.3.6.2 Motores Eléctricos de Media Tensión

— **Demanda Originada en la Central Nuclear Córdoba y futuras del Plan Nuclear**

De acuerdo a las caracterizaciones mencionadas en el punto "2" se trata en su totalidad de motores de 6,6 KV, de dos y cuatro polos, (*), las demás especificaciones generales podrán apreciarse en el Adjunto "A".

(*) Sin embargo se tiene información de que Italimpianti pidió precios a fabricantes locales por motores de 6 y 8 polos a efectos de cotizar la Central Nuclear Córdoba.

Están destinados en su totalidad al accionamiento de bombas, a excepción de cuatro de aproximadamente 400 HP, que accionarán a compresores de refrigeración. Las potencias requeridas cubren una cama que va desde los 250 HP hasta los 9.100 HP. En el cuadro siguiente se resumen cantidades, potencias y su ubicación en las "Listas Positiva, Probable y Negativa" para la Central Nuclear Córdoba.

Equipo a Accionar	Cant. Nº	Pot. Unit H.P.	Pot. Total H.P.	Ubic. Lista
a. Bombas Principales	4	9.100	36.400	Negativa
b. Bombas Moderador	2	1.020	2.040	Probable
c. Bombas principales de alimentación	3	5.000	15.000	Probable
d. Bombas del Condensador	3	1.950	5.850	Probable
e. Bombas toma de agua	3	5.400	16.200	Probable
f. Bombas de emergencia (auxiliares de proceso)	3	2.200	6.600	Positiva
g. Bombas para refrigeración de parada	2	250	500	Positiva
h. Bombas dosificadoras de agua	3	300	900	Positiva
i. Compresores de refrigeración (*)	4	400	1.600	Positiva

(*) Estos motores no figuran en las caracterizaciones del Adjunto "A". Se trata de motores para el accionamiento de cuatro compresores de refrigeración; la potencia es aproximada.

En resumen, la potencia en motores de MT y su ubicación en las listas es:

Lista Positiva	9.000 HP	11%
Lista Probable	39.090 HP	46%
Lista Negativa	36.400 HP	43%
TOTAL	85.000 HP	100%

La razón de la inclusión en la "Lista Negativa" de los motores para las bombas principales que serán de importación sería principalmente las altas exigencias requeridas para el ensayo conjunto de la moto-bomba en "loops" de prueba que no se poseen en el país.

— **Oferta Nacional**

Los posibles proveedores de este tipo de motores son varios, pero no todos cubren la gama de potencias requeridas. A continuación se reseña el límite de potencia que tales proveedores manifiestan poder producir, potencia del mayor producido o en producción a la fecha, licencias, etc.

- SIAM Electromecánica. Hasta 25.000 HP en cualquier tipo y tensión. Han provisto 6 motores de 1.630 HP, 3,3 KV, 1.500 rpm para AEG Argentina destinados a la Central Térmica de Necochea de DEBA; y tienen en proceso de fabricación 3 motores totalmente cerrados, refrigerados por agua de 7.500 HP, 6,6 KV., 1.500 rpm. construídos bajo licencia Westinghouse Electric Int'l, por encargo de la Cía Sudamericana de Bombas, destinados a accionar bombas de inyección de calderas (importadas) para la Central Costanera de SEGBA. Se estima que esta empresa puede construir incluso los mayores motores de 9.100 HP requeridos para la Central Nuclear Córdoba y futuras del Plan Nuclear.
- TENAS. Ofrecen hasta 5.000 HP bajo licencia Hitachi; han fabricado 4 motores de 750 HP, 2,3 KV, 1.000 rpm para Worthington Argentina y tienen en proceso de fabricación motores de 3.000 HP, 6,6 KV, 1.000 rpm para SEGBA.
- SIEMENS Argentina. Ofrece motores de hasta 1.600 HP. Han construído de hasta 1.400 HP, 6,6 KV, 1.500 rpm; bajo licencia SIEMENS A.G.
- ACEC Argentina. Ofrece motores de hasta 1.350 HP, a 3.000 rpm y 1.100 HP a 1.500 rpm. Han construído en 6,6 KV de hasta 500 HP Bajo licencia ACEC - Charleroi.
- ALMOT. Ofrecen hasta 600 HP con diseño propio. Han fabricado motores de 500 HP, 2,3 KV, por encargo de YPF y AyEE. Es de hacer notar que varias de las empresas mencionadas no han producido la máxima potencia que ofrecen debido a limitaciones de la demanda y no por imposibilidad técnica de producción. A los efectos de la preselección de proveedores y de la adjudicación para las próximas Centrales del Plan Nuclear se señala la conveniencia de tener también en cuenta el grado de integración nacional de cada oferta, ya que, para las mayores potencias, algunos fabricantes terminales podrían optar, debido a imposibilidad productiva o conveniencias económicas, por importar los rotores completos y otros por fabricarlos localmente.

- **Efectos de la Demanda Originada en el Plan de Centrales Nucleares sobre la Oferta Local.**

a) Aumento de capacidad técnica y antecedentes en aspectos de mayor potencia y confiabilidad.
Se acaba de señalar que para varios de los posibles proveedores es la limitación de demanda la que ha condicionado las máximas potencias producidas o en producción. En tal sentido, considerando que los mayores motores en proceso de producción son de 7.500 HP, los motores para las bombas principales del primario de 9.100 HP posibilitarían aumentar el "techo" de los antecedentes. En lo que respecta al aumento de capacidad técnica por la utilización de materiales especiales, confiabilidad, etc., ello sería consecuencia de la construcción en el país de los motores antes citados y de los de las bombas del moderador, según lo señalado en el punto "3" sobre características de la aislación y eventuales mayores exigencias de control de calidad durante los procesos de fabricación y ensayos de recepción.

b) Erogación de divisas en el supuesto caso de que se opte por la importación.
La erogación de divisas, si los motores para la Central Nuclear Córdoba fueran importados, sería de aproximadamente u$s 1.760.000, sobre la base de motores normales de dos y cuatro polos, y apreciablemente mayor si los motores fueran más lentos, o de características especiales. Tal valor es el resultado de una estimación hecha en base a información obtenida de precios netos internos de países del Mercado Común Europeo para motores de 2 y 4 polos, 6,6 KV., cerrados según Normas CEI, eje horizontal. De la cantidad, potencia unitaria y total de los motores requeridos para la Central Nuclear Córdoba y de los precios específicos adoptador resulta el siguiente cuadro, en el cual se indican también los posibles proveedores locales:

	Nº	HP/motor	HP total	u$s/HP	u$s/1000	Posibles proveedores locales
a.	4	9.100	36.400	20	728	Siam
b.	3	5.400	16.200	20	324	Siam
c.	3	5.000	15.000	20	300	Siam, Tenas
d.	3	2.200	6.600	20	132	Siam, Tenas
e.	3	1.950	5.850	20	117	Siam, Tenas
f.	2	1.020	2.040	22	45	Siam, Tenas, Siemenes. Acec.
g.	2	250	500	46	23	Siam, Tenas, Siemens, Acec.
h.	3	300	900	40	36	Siemens, Tenas Acec, Alm.
i.	4	400	1.600	35	56	Siemens, Tenas, Acec, Alm.

Se hace notar que en las listas de precios consultadas, figuran motores de hasta 1.000 a 1.300 HP, indicándose que para potencias mayores debe pedirse precio a fábrica. Ello es debido a que, en dichos países, los motores de hasta las potencias antedichas suelen construirse en pequeñas series o se disponen de partes y subconjuntos en stock para posterior montaje, ya que el volúmen del mercado y la frecuencia de la demanda lo justificarían y el plazo de entrega puede ser un factor decisivo en la obtención de la orden de compra.

Para los motores mayores de 1.300 HP hemos adoptado un precio específico de 20 u$s/HP. Según los casos el mismo podrá ser mayor o menor, ya que en la cotización de tales motores, considerados fuera de serie y a menudo con otras características especiales en su sistema de ventilación, posición del eje, cupla de arranque, etc., inciden tanto en el costo como en la conformación del precio ofertado, varios factores como ser: órdenes en cartera o carga de fábrica, interés técnico, política comercial frente a la competencia local o extranjera, etc.

c) Efectos sobre la actividad local y los niveles de costo y precios internos.

El precio en el país, suponiendo que se optara por importar tales motores sin excepciones arancelarias, sería del orden de $ 37.000.000. Este valor surge de aplicar al precio FOB, los derechos de importación del 80%, fletes, seguros, aranceles, etc. En lo que respecta a los precios locales, en condiciones de oferta monopólica y demanda ineclásica, cabe suponer, al menos teóricamente, que se situarían en un nivel algo inferior independientemente de los costos. Si los costos locales fueran relativamente altos, el derecho de importación resultaría insuficiente como mecanismo de protección promoción, y la actividad tendería a desaparecer; por el contrario, si su nivel permitiera beneficios extraordinarios, se distorsionaría el mercado por la incoporación de oferentes marginales que trabajan a costos crecientes con las consiguientes deseconomías que, trasladadas al precio, afectarían la eficiencia de las inversiones. Este es un tema espinoso y para el caso que se está considerando tiene varias facetas cuyo análisis excede el propósito de este informe. No se dispuso de información sobre el nivel de costos locales, en cuanto al nivel de precios resulta superior al 60% respecto a los de importación. Sobre el particular transcribimos el punto "2.7" del Adjunto "C".

"Es sabido que en la etapa actual del desarrollo del país el sector industrial trabaja, en general, a precios superiores a los de países tradicionalmente industriales y está volcado preferentemente al abastecimiento del mercado interno".

"La industria electromecánica no es una excepción, los precios internos argentinos son más elevados que los precios internos de los países más industrializados"

"La relación entre ambos es muy variable por tipo de productos y se sitúa, a calidades y prestaciones similares, en el orden de 1,2 a 1,6 pudiendo ser algo mayores para equipos cuya demanda local es irregular y que en consecuencia son fabricados a pedido, mientras que en los países más industrializados se fabrican para stock."

"Estas diferencias son debidas a múltiples causas, entre las que citamos: economías de escala, economías externas, costo de la experiencia para la formación del know-how, costo de licencias o de desarrollo local, mayores costos de insumos nacionales, paridades cambiarias, etc.".

"Estimamos que, en la industria electromecánica, se dan las condiciones para alcanzar una eficiencia interna relativa tal que muchos de sus productos, apoyados con los reintegros y reembolsos, podrían acrecentar notablemente las exportaciones que ya se están realizando . . ."

Lo que se acaba de mencionar sobre precios y mayores costos locales deberá tomarse en cuenta como marco de referencia para la readecuación de los mecanismos de promoción y compra para las futuras Centrales del Plan Nuclear ya que, según el objetivo, se trata de lograr la máxima integración nacional de suministros electromecánicos en las mejores condiciones económicas. Al respecto, los requerimientos de motores de media tensión para el Plan de Centrales Nucleares reúnen requisitos de cantidad y regularidad de demanda, de tal forma que, una organización y administración adecuada del mecanismo de compras, posibilitaría minimizar los mayores costos locales. En efecto, suponiendo la construcción de una Central Nuclear cada dos años, la demanda anual de motores de media tensión sería de:

1.500 HP/ año para la gama de potencia de 200 a 1.000 HP.

41.000 HP/ año para motores de potencias superiores a 1.000 HP.

Ello representa, respecto a la producción nacional anual promedio del período 1970 - 1972, (*) los siguientes porcentajes:

18% para la gama de potencia de 200 a 1.000 HP.

450% para motores de potencias superiores a 1.000 HP.

Por lo señalado en a), b) y c) resulta obviamente importante agotar las instancias para que todos los motores de la "Lista Probable" requeridos para la Central Nuclear Córdoba, puedan ser fabricados en el país, e inclusive intentar la posibilidad de que puedan también producirse los de las bombas del primario. En las reuniones que los posibles proveedores mantuvieron con los grupos de trabajo del Convenio y por otro lado, según se nos informó con AECL, se vió que sería posible que el Consorcio aceptase que los motores para las bombas de la "Isla Nuclear" sean fabricados en el país bajo licencia Westinghouse o General Electric, y al menos un prototipo enviado al "loop" de prueba de AECL en Canadá para el ensayo conjunto motor-bomba.

(*) En base a estadísticas de producción de la CADIEM, y suponiendo según averiguaciones realizadas, que para la gama 200-1000 HP el 20% fue de motores de media tensión, y para la gama de más de 1.000 HP todos fueron de media tensión.

	200-1000 HP		más de 1.000 HP
	Total	M.T.	Total = M. T.
1970	46.500	9.300	4.900
1971	42.400	8.500	21.200
1972	39.000	7.800	1.300
Prom. anual		8.500	9.100
Demanda anual P.C.N.		1.500	41.000

3.VII.e.7 Transformadores de Potencia

— **Demanda Originada en la Central Córdoba y Futuras del Plan Nuclear**

En el cuadro siguiente se resume la cantidad, potencia y tensiones de los transformadores a instalarse en la Central Nuclear Córdoba y su ubicación en las "Listas Positiva y Probable". No figura ninguno en la "Lista Negativa"

Transformadores	Cant. Nº	Potencia MVA	Tensiones KV	Ubic. Lista
a. de Consumo propio	2	33	22/7	Positiva
b. de Arranque	2	20-33	132/7	Positiva
c. Auxiliares de grupo (*)	2	—	—	Positiva
d. de Servicios Auxiliares	6	1,5	6,6/0,4	
e. deiluminación	2	0,4	6,6/0,4/ 0,24	Positiva
f. Elevador, banco trifásico y una fase de reserva	4	por fase 255	22/240	Probable
g. Autotransformador interconexión A.T. (**)	1	750	240/132/ 45	(**) .....

(*) Se desconocen las características.

(**) Según se indica más adelante, no está definida la instalación de este autotransformador. En el caso de que se instale, se estima que, de acuerdo al punto "4.1.6." del Anexo "4" del Contrato, se ubicará en la "Lista Positiva" o "Probable".

Los transformadores a. b. c. d. y e., ubicados todos en la "Lista Positiva", son necesarios para el funcionamiento de la Central en sí y serán prácticamente iguales para el resto de las Centrales del Plan Nuclear. Puede haber un cambio en la tensión primaria del transformador de Arranque de acuerdo a la ubicación geográfica y línea de A.T. que lo alimente. El f. es el transformador elevador de la tensión de generación a la tensión de transmisión. En cuanto al autotransformador g. aún no está decidida su instalación.

Nota: La tensión secundaria del transformador f.; la instalación y características del transformador g.; y las características de la Playa de Maniobra Intemperie, no están definidos.

Se ha fijado un plazo de un año a partir de la firma del Contrato para tomar una determinación sobre tales rubros. Ello dependerá de la solución de interconexión que adopten los entes pertinentes.

— **Oferta Nacional**

En el cuadro siguiente se indica:

- las empresas más importantes;
- las potencias y tensiones límites que ofrecen;
- la potencia, tensión y destino del mayor transformador construído o en construcción.

Empresa	Ofrece hasta		Construídos o en construcción		
	potencia MVA	tensión KV	potencia MVA	tensión KV	
AEG	25	66	—	— —	
CEGELEC	120	220	55	132/13,2	SEGBA
E. MIRON (*)	20	66	20	66/13,2	AyEE
FARADAY	5	66	5	66/13,2	AyEE
N. RIVERA	5	66	5	66/13,2	SEGBA
SIAM Elec. (*)	300	500	300	17/220	SEGBA
TUBOS T.E.	40	132	30	132/13,8	Ac. Bragado

(*) Manifiestan estar en proceso de ampliación, aumentarán su límite de oferta a 100 MVA - 132 KV.

— **Efectos de la oferta local de los transformadores requeridos para el Plan de Centrales Nucleares.**
Se considerarán los transformadores necesarios para el funcionamiento de la Central Nuclear en sí, ya que la potencia en transformadores elevadores, y eventualmente otros que hagan a la interconexión con la red de transmisión, son inherentes a las necesidades de potencia eléctrica del país, independientemente de la fuente de generación, ya sea ésta Nuclear, Térmica convencional o Hidráulica. Los transformadores que forman parte de la Central, que fueron señalados como a. b. c. d. y e. están todos en la "Lista Positiva", son de usual fabricación local y por lo tanto no tendrán ningún efecto sobre la elevación del umbral tecnológico de la industria.

En cuanto a su impacto sobre la actividad del sector, son pertinentes las siguientes consideraciones:

— la potencia total de los mismos suma unos 136 MVA (18% de la potencia aparente de la central) A una frecuencia de una central cada dos años, significaría una demanda anual de 68 MVA.

— el promedio anual, durante el período 1970 - 1972, de la potencia producida en el país en transformadores de más de 1 MVA fue del orden de los 1.250 MVA. (fuente: estadísticas de la CADIEM).

— la demanda arriba indicada de 68 MVA representa aproximadamente un 5,5% de la producción promedio anual, 1970 - 1972.

En resumen, la demanda de transformadores inherentes al funcionamiento de Centrales Nucleares no producirá efectos sobre el umbral tecnológico, y su repercusión sobre el volúmen de la actividad es relativamente interesante.

3.VII.e.8 Playa de Maniobra Intemperie

Como se hizo notar más arriba no hay definición al respecto. En las caracterizaciones del Adjunto "A" se indican los aparatos de la oferta base. Por la indefinición antedicha, no hay ubicación explícita de tales aparatos en las "Listas Positiva, Probable o Negativa".

Sin embargo, teniendo en cuenta lo enunciado en el punto "4.1.6" del Anexo "4" del Contrato, se estima que todos los aparatos, incluyendo los interruptores tripolares de AT., se ubicarían en la "Lista Positiva", a excepción de los descargadores de 135 KV y 220 KV, que actualmente no se fabrican en el país.

3.VII.e.9 Tableros de Control, Maniobra y Distribución de MT. y BT.

Todos los tableros mencionados figuran en la "Lista Positiva". No se disponen de datos sobre volumen físico. En cuanto a valor monetario, se tiene información de que la erogación del Consorcio será del orden de los 14 millones de pesos. Ello representa una demanda muy interesante para los posibles proveedores. Pueden ser fabricados por varias empresas locales, entre otras: EMA, SIAM, Siemens, LAGO Electric, Tubos T.E., etc. En general, el grado de integración es alto ya que se fabrican en el país seccionadores, contactores, interruptores, botoneras, aisladores, instrumentos de medición, etc.

3.VII.e.10 Otros Equipos y Accesorios Eléctricos

Se trata de dos generadores de emergencia de 3.600 Kw, cables, artefactos de iluminación, baterías alcalinas, etc.
Todos ellos están ubicados en la "Lista Positiva". Son de fabricación usual en el país, y la demanda originada en el Plan de Centrales Nucleares, no incidirá apreciablemente en el volumen de producción.

3.VII.e.11 Turbogeneradores

El costo del turbogenerador a instalarse en la Central Nuclear Córdoba será del orden de los u$s 25.000.000, a precios básicos de oferta. Dicho valor no incluye el precio del condensador y componentes auxiliares, parte de los cuales están ubicados en las "Lista Positiva" y "Lista Probable". El turbogenerador es el componente de más costo de la Central, representa aproximadamente el 24% del valor total de los suministros electromecánicos y un 40% de los suministros electromecánicos importados. Como es sabido, dichas máquinas no se fabrican actualmente en el país, pero se tiene información de que una sociedad mixta Argentino - Checoslovaca, instalaría una planta para producirlas. No se han obtenido mayores detalles en cuanto al grado de maduración del mencionado proyecto, ni sobre tipo de máquinas a fabricar.

Respecto al origen de los mismos para las futuras centrales del Plan Nuclear, dependerá de la concreción en tiempo adecuado del proyecto citado.

3.VII.e.12 Conclusiones y Recomendaciones

Para los componentes considerados, a excepción de los motores de media tensión, la participación local es alta y no se presentan aspectos conflictivos en cuanto a su ubicación en las "Listas Positiva", Probable y Negativa. Respecto a los motores de media tensión, analizados en el punto 6.2, los condicionamientos de su origen nacional o importados no son intrínsecos a la oferta local, sino a los ensayos conjuntos que deberían ser realizados particularmente para las bombas de la "Isla Nuclear". Para la oferta nacional de este tipo de motores, la demanda originada en el Plan de Centra-

les Nucleares, puede tener efectos importantes, tanto sobre la elevación del umbral tecnológico y aumento de los antecedentes de la producción nacional, como por su elevado volumen con respecto al nivel de producción de los últimos años. Para concretar tales efectos y posibilitar además la mayor economicidad en costos-precios por economías de escala y regularidad de demanda, será necesario:

- para la Central Nuclear Córdoba: agotar las instancias para que los motores ubicados en la "Lista Probable" sean comprados por el Consorcio en el país. Los eventuales fletes de traslado para aquellos casos en que se demuestre necesario enviar un prototipo para el ensayo conjunto con las bombas en el "loop" de pruebas de AECL, son relativamente bajos frente al costo de tales motores y a los beneficios que su fabricación local implicaría. Ello será tanto más importante en la medida que pueda concretarse lo expresado a continuación.
- para el resto de las Centrales del Plan Nuclear, el acondicionamiento de los efectos citados dependerá en gran parte de la readaptación de los mecanismos de compra, en el sentido de que las decisiones de adjudicación y eventuales acuerdos de provisión a mediano plazo puedan ser negociados por la CNEA con aquellos proveedores que considere más adecuados. En tales condiciones, la CNEA podrá influir también en el grado de integración nacional de varios de los restantes componentes eléctricos ubicados en la "Lista Positiva", particularmente en la promoción de diseño y tecnologías locales.

Nota: Las consideraciones sobre el nivel local de costo-precios efectuadas en el punto "3.VII.e.6.2." tienen vigencia para otros componentes con similares características de oferta y demanda, y por lo tanto también son válidas las consideraciones sobre economicidad de costos, originada en una adecuada programación de las compras a través de acuerdos a mediano plazo.

Caracterizaciones disponibles de Máquinas y Equipos Eléctricos -

Adjunto "A".

COMPONENTES ELECTRICOS

Tableros de 6,6 kV

Normas: C E I
Estructuras metálicas autosustentada para interior.
Barras: Cobre electrolítico, con caída de tensión en 5%.
Interruptores: extraíbles, corte en aire de 800-1250-2500 A para 500 MVA.

Con instrumentos adosados a las puertas:
Relés diferenciales
Relés de máxima corriente
Amperímetros sin llave conmutadora
Voltímetros con llave conmutadora
Luces indicadoras para el interruptor
Llave de comando para el interruptor
El tablero tendrá divisiones internas para distintas zonas de tensión, las entradas y salidas de conductores será por el piso.

Tableros Centro Control de Motores

Norma: C E I
Estructura: metálico modular autosustentado para interior.
Sistema de comando: instalados en bandeja extraíbles, local y distancia.
Barras: cobre electrolítico.
Tensión 380 V
Máxima corriente de c.c.: 36 KA
Arranque: directo

Transformadores de Potencia

Normas: C E I

4. Transformadores monofásicos (tres simples bases formando un banco trifásico y una simple fase como reserva).
   Potencia de c/fase: 255 MVA
   Tensión primaria: 22 - 5% kV)) 240 ± 2 x 2,5%
   Tensión secundaria $\frac{240 \pm 5\%\ kV}{V\,3}$) 22 kV
   Conexión primaria Δ
   secundario λ con neutro accesible
   Conmutación sin carga ± 5%
   Tensión de c. cto.: 13%
   Refrigeración: por circulación forzada de aceite.
   Grupo de conexión: D y 11
   Pérdidas en el cobre: 590 kW
   Pérdidas en el hierro: 185 kW

2. Transformadores de consumo propio
   Potencia: 33.000 kVA
   Tensión primaria 22 kV)) 22 ± 1,33%
   Tensión secundaria 7 kV)
   Conexión primario Δ
   secundario λ con neutro accesible
   Conmutación bajo carga ± 12%

Fusión de c. cto.: 11%
Refrigeración: por circulación natural de aceite.
Grupo de conexión: D y 1
Pérdidas en el cobre: 180 kW
Pérdidas en el hierro: 24 kW

2. Transformadores de arranque
Potencia: 20.000 / 33.000 kVA
Tensión primaria: 132 kV
Tensión secundaria: 7 kV
Conexión primario λ
secundario λ con neutro accesible
Conmutación bajo carga ± 15%
Tensión de c. cto.: 11%
Refrigeración: circulación natural de aceite. circulación natural o forzada de aire.
Grupo de conexión: γγ o
Pérdidas en el cobre: 140 kW
Pérdidas en el hierro: 34 kW

6. Transformadores auxiliares
Potencia: 1500 kVA
Tensión primaria: 6,6 kV
Tensión secundaria: 0,4 kV
Conexión primario Δ
secundario λ con neutro accesible
Conmutación sin carga ± 5%
Tensión de c. cto.: 6,3%
Refrigeración: circulación natural de aceite - Idem aire
Grupo de conexión D y 11
Pérdidas en el cobre: 13,5 kW
Pérdidas en el hierro: 3 kW

2. Transformadores para iluminación
Potencia: 400 kVA
Tensión primaria: 6,6 kV
Tensión secundaria: 0,4 ÷ 0,24 kV
Pérdidas en el cobre: 5 kW
Pérdidas en el hierro: 1,5 kW
(el resto de las características es el mismo que para los transformadores auxiliares)

1. Autotransformador
Potencia: 750 MVA
Tensiones: 231 kV
138 ± 15% kV
Tensión de cortocircuito sobre 231/138 kV 10%
Refrigeración: circulación natural de aceite. Circulación forzada de aire.

Motores principales de Potencia

Normas: C E I
Tensión: 6,6 kV ± 10%
Potencia: desde 175 kW hasta 5,4 MW
V. Frecuencia: desde 47,5 hasta 51 Hz
Frecuencia nominal: 50 Hz
Posición: eje horizontal y vertical
Totalmente cerrados, a prueba de salpicado.
Para los motores de gran potencia con sistema de refrigeración por radiadores con circulación de agua.
Arranque: directo
Aislación: clase B hasta 80 c.
Medición de temperatura: en los de mayor potencia del bobinado, cojinetes y agua de refrigeración.
R. P. M.: de 1500 a 3000 rpm

Cantidades

4 bombas primarias	6.700 kW
2 bombas moderador	750 kW
3 bombas principales de alimentación	3.700 kW
3 bombas del condensador	1.430 kW
3 bombas de toma de agua	4.000 kW
3 bombas de emergencia	1.600 kW
2 bombas para refrigeración de parada	180 kW

Instrumentos de Medida

Medición de tensión y corriente
Transformador de tensión 6,6/0, 100 kW ó 380/100 V
Conmutador de fase amperométrico y voltímetro
Voltímetros Clase 1
Amperímetros Clase 1
Transformadores de intensidad 2.000/5A
Relés de máx. corriente y falta de tensión
Relés de protección diferencial y puesta a tierra.

2. Generador de emergencia
Potencia: 3.600 kW Cos $\varphi = 0,8$
Tensión: 6,6 kW 50 Hz
Velocidad de rotación: 428 rpm
Aislación clase B tipo "Micares"
Exitación: estática compound, sin regulador de voltaje.
Tolerancia del valor de tensión: ± 2,5% desde vacío a plena carga, cos = 0,8
Tablero de comando y control, local y señalización a distancia.

Playa de Maniobra Intemperie (oferta base)

— 1 interruptor tripolar en aceite 245 kV-18.000 MVA-

2000A;
- 1 seccionador tripolar de rotación 245 KV-2000 A;
- 3 transformadores de corriente 245 KV-2000/5 - 5A-60 VA - Clase 0.5;
- 3 transformadores de tensión 245 KV - 220.000; V3/110. V3-110; V3 V - 300 VA - Clase 0.5;
- 3 descargadores 220 KV;

- 1 interruptor tripolar en aceite 145 KV-5000 MVA-1250 A con TC incorporador;
- 1 seccionador tripolar de rotación 145 KV - 1250 A;
- 3 transformadores de tensión 145 KV - 130.000; V3/110: V3-11o: V3 V - 500 VA - Clase 0,5;
- 6 descargadores 135 KV

Cables

Normas: I. E. C.
Trifásicos hasta 240 mm^2 para mayor sección unipolar.
Protegidos mecánicamente y para poner a tierra.
Envoltura en PVC de diferentes colores p/cada tensión
Aislación: tipo Butiltenax PVC.
No deben propagar el fuego.
Sección mínima: 2,5 mm^2
Caída de tensión: del 1% para media tensión y 5% para baja tensión.

Artefactos para Iluminación

Artefactos suspendidos para tubos fluorescentes.
Artefactos con reactancia y arrancador incluído para 2 x 40 W con pantalla.
Artefactos para lámpara incandescente tipo reflector de 100 y 70 W.

Baterías alcalinas

Elemento: níquel - cadmio Recipiente: metálico
Batería para 110 Vcc. 92 celdas de 128o Ah desc. 5 h.
Batería para 220 Vcc. 180 celdas de 135 Ah. desc. 5 h.
Cargador a tiristores: Entrada: 380 ± 10% 50 Hz ± 5% trif.
Salida: 320 V máx. corriente 300 A

Inversor trifásico estáticos tiristores

Potencia: 50 kVA Cos $\varphi = 0,7$ a 1
Tensión entrada: 200 Va 297 Vc. c.
Tensión salida: 220 V entre fase ca.

MEMORANDUM N° 1

Convenio C.F.I. - C.N.E.A. - Consideraciones sobre su implementación

1) **Objetivos del Convenio:** Estudiar la forma para maximizar los efectos directos e indirectos derivados de la demanda de equipos, para el Plan de Centrales Nucleares, atendiendo a los aspectos regionales.

2) **Antecedentes:** Trabajos y Estudios destinados a lograr el mismo objetivo para la Central Nuclear en Atucha.

La experiencia realizada está en parte volcada en los siguientes documentos:
- Estudio de Factibilidad de la C.N. Atucha y Río Tercero
- Estudio de J. M. Martín y de la Fundación Bariloche.
- Preselección de empresas para participar en la provisión de equipos para la C. N. Atucha.
- Anexo 8 del contrato Atucha.
- Capítulo 9 del llamado a concurso para la C.N. Río Tercero.
- Informe Arumugham
- Informe del S.A.T.I. sobre participación de la Industria Argentina en la C.N. Atucha, perspectivas de participación en la C.N. Río Tercero y en el Plan de Centrales Nucleares.

Además existen experiencias que no fueron escritas, cuya comunicación al equipo de trabajo podría ser de utilidad.
El convenio CFI - CNEA estaría complementado por el convenio SENID-CNEA. Sería necesario conocer el objetivo de este convenio.

Nota: Sobre las expectativas cabe aclarar que, aun sin conclusiones rotundas, se debe obtener un panorama más claro que permita tomar decisiones mejor fundadas y trasmitir el objetivo en otros sectores de poder técnico y político. Como subproducto, tendremos una herramienta de apoyo a un Plan de Centrales Nucleares con reglas de juego que faciliten el objetivo del Convenio.

3) **Equipos y Grupos de Trabajo:** Para la implementación del convenio se integró un equipo formado por los grupos de trabajo que se indican en el gráfico adjunto.
La designación de dichos grupos se hizo en base a la experiencia citada en el punto 2.

4) **Funcionamiento del equipo:** La participación de los distintos grupos de trabajo para cubrir los temas del convenio CFI-CNEA están indicados en el proyecto de convenio adjunto. Ello da una idea de los objetivos parciales, de la naturaleza del trabajo de cada grupo y de las tareas interdisciplinarias que se deberán realizar.
Consubstanciarse con los objetivos del convenio y cono-

cer los antecedentes y la experiencia realizada es, obviamente, necesario para que se adopten lineamientos y terminologías comunes que faciliten dichas tareas interdisciplinarias.

5) Informaciones que requerirán los grupos de trabajo.

5.1 Informaciones de los otros grupos. Se debería plantear la información que cada grupo espera obtener del resto y la respuesta probable para evitar el planteo de metodologías inconducentes, estrangulamientos por falta de información, etc.

5.2 Informaciones de los posibles proveedores. Se trata de información sobre capacidad de ingeniería, Know-how, equipos, actividades, etc. Se deberá evitar la duplicación de encuestas, entrevistas, etc.

MEMORANDUM N° 2

Lineamientos metodológicos para encuadrar los Estudios de Oferta y Demanda en los objetivos del Convenio.

Del análisis de los antecedentes mencionados en el punto 2 del Memorandum N° 1 y del plan de trabajo del Convenio, surge que los estudios de mercado se deben plantear dentro del siguiente marco:

1. Preselección de Componentes a estudiar.
2. Perfil de demanda de los mismos.
3. Perfil de oferta. Análisis de las limitaciones para la producción nacional de los componentes preseleccionados. Posibilidad y oportunidad de superarlas.
4. Implementación de los objetivos del Convenio.
5. Prioridades de promoción.

A continuación nos extendemos sobre el significado y contenido que pretendemos para estos items.

1. Preselección de componentes a estudiar

Los componentes de una Central Nuclear son numerosos y de características tecnológicas muy variadas. Las limitaciones impuestas impiden el estudio de la totalidad de los mismos. Por lo tanto, trataremos de preseleccionar a aquéllos de mayor relevancia, es decir a los que en principio sería conveniente promocionar para que sean fabricados en el país, y sobre ellos trabajaremos más intensivamente. En una etapa posterior se verá la conveniencia de ampliar el estudio al resto de los componentes. Esta preselección se basará en:

a) La experiencia recogida en CNEA.

b) Los lineamientos que se indican en el anexo adjunto Memorándum 2.a. en el cual proponemos la siguiente agrupación.

I) Componentes que se fabrican en el país con características de servicio y calidad suficientes.

II) Componentes que se fabrican en el país con características de servicio suficientes pero de calidad o vida útil suficiente.

III) Componentes que aún no se fabrican en el país pero que podrían ser económicamente fabricados en los próximos años y para los que la demanda derivada del Plan de Centrales Nucleares juega un papel importante.

IV) Componentes que aún no se fabrican en el país y cuya producción local sería antieconómica por un plazo superior al del Plan de Centrales Nucleares.

Los Componentes de promoción prioritaria están en los grupos II y III.

2. Perfil de demanda de los componentes preseleccionados en el grupo III.

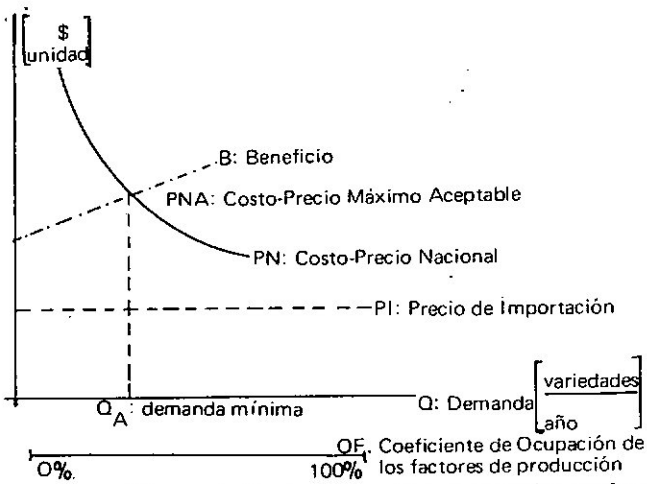
La característica de la demanda (volumen, frecuencia, etc. de cada componentes preseleccionado, conjuntamente con la demanda de otros bienes que puedan ser fabricados con los factores de producción adicionales que se requerirán para la fabricación de dicho componente, repercutirá en el costo de producción. Tal repercusión sobre el costo se manifestará, predominantemente, por la amortización de las inversiones que serán necesarias para adicionar los factores de producción citados. Obviamente el costo de producción influirá sobre la factibilidad económica, y por ende sobre la conveniencia y el grado de prioridad para la promoción de la fabricación local del componente preseleccionado. Por otro lado, la característica de la demanda podrá orientar la mejor elección de los factores de producción (tecnología, equipamiento, materias primas). En consecuencia, se analizarán el volumen, la frecuencia y otras características de la demanda derivada de:

a) el sector de Centrales Nucleares.

b) de otros sectores que requieren productos de características similares.

c) exportación.

Previendo serias dificultades para la proyección de la demanda de algunos componentes, trataremos de determinar la demanda mínima tal que Beneficios ≥ Costos. Tal demanda mínima será una magnitud que nos permitiría entrever si la misma se producirá en un plazo razonable, nos indicaría la conveniencia de profundizar los estudios. La influencia de la demanda en los costos y beneficios se puede visualizar en los siguientes gráficos.



En este gráfico se indica la forma en que variarían en función de la demanda los siguientes parámetros:

PI: Precio de Importación. Es válido suponer que para un momento dado su nivel no variará con la cantidad anual demandada.

OF Ocupación de Factores adicionales requeridos para la fabricación del componente. El Coeficiente de Ocupación aumentará proporcionalmente a la demanda.

PN Costo-Precio Nacional. Disminuirá con el aumento del coeficiente de ocupación de los factores y por ende con el aumento de demanda.

B: Beneficio. Se trata de los beneficios directos e indirectos derivados de la fabricación local del componente. Aumentaría proporcionalmente al volumen de demanda.

3. Perfil de la Oferta Nacional

Para satisfacer los objetivos del Convenio CFI - CNEA, el análisis de la oferta se encuadrará en el siguiente esquema:

a) Preselección de posibles proveedores.

b) Limitaciones de dichos proveedores. Se debe analizar la capacidad y limitaciones de los distintos factores de producción de acuerdo a lo siguiente:
   - Ingeniería Básica.
   - Ingeniería de Diseño.
   - Provisión de Materias Primas, Semiterminados y Subconjuntos o partes.
   - Tecnología de fabricación, Equipamiento y Mano de Obra para los procesos de producción: Maquinado, Forja, Fundición, Soldadura, Tratamiento térmico, Movimiento de Materiales, Ensamble y Montaje, etc.
   - Control de Calidad y Ensayos: Equipos y Personal.

c) Posibilidad y oportunidad para superar las limitaciones detectadas.
   Ello implica la consideración de aspectos tales como:
   - el costo de inversiones adicionales en Ingeniería, Equipamiento, Capacitación, etc.
   - la demora para lograr el nivel de oferta deseado.
   - la **actitud y aptitud** de la oferta actual (del capital y del management) para responder a distintas medidas promocionales.

4. Implementación de los objetivos

Los puntos anteriores deberán permitir explicitar **qué, cuándo, con quién** y **cómo hacer** para superar las limitaciones de la oferta al menor costo compatible con la obtención de los máximos beneficios directos e indirectos, derivados de la producción local de cada componente preseleccionado.

Tal implementación contemplará la utilización de mecanismos promocionales de la siguiente naturaleza:

a) Colaboración en investigación y desarrollo, apoyo tecnológico y capacitación de Mano de Obra, Servicios Científicos y Técnicos a través de CITEFA, SATI, INTI, Universidades, etc.

b) Apoyo logístico para adquisición del "Know-How", presentaciones a organismos nacionales e internacionales para la utilización de información, créditos y otros tipos de ventajas.

c) Apoyo institucional a los proveedores locales en sus relaciones con el proveedor principal de las Centrales Nucleares.

d) Contratos de provisión a mediano plazo, para algunas o todas las Centrales del Plan Nuclear, reconocimiento de sobreprecios con disminución para posteriores entregas, etc.

e) Paquetes de órdenes de compra de productos de características similares.

f) Crediticios, Financiación de prototipos, etc.

g) Estímulo de convenios interempresas o de subcontratación de servicios de factores de producción críticos.

h) Otros.

Dentro del paquete de posibles mecanismos promocionales (existentes y/o a crearse) convendrá tener presente a:

- Dentro del paquete de posibles mecanismos promocionales (existentes y/o a crearse) convendrá tener presente a:
  - aquéllos cuyo dictado y/o administración estarían a cargo de la CNEA.
  - aquéllos cuyo dictado y/o administración sería compartido por la CNEA y otros organismos del Gobierno (CONADE, CONACYT, Secretaría de Industria,

Banco Nacional de Desarrollo, etc.)

5. Prioridades de promoción

El orden de prioridad para la promoción de los distintos componentes, surgiría de lo anterior. Se deben compatibilizar conceptos de: **Beneficios superiores a los costos. Oferta Predispuesta. Implementación Factible.**

MEMORANDUM N° 3

Lineamientos para la preselección de componentes y procesamiento de los mismos.

1. Lineamientos.

De todos los componentes se trata de preseleccionar a aquellos cuya producción local convendría promocionar. Para ello, los mismos serán agrupados de acuerdo a los siguientes criterios:

Grupo I) Componentes que **ya se fabrican** en el país con características técnicas y exigencias de confiabilidad **suficientes** como para su utilización en Centrales Nucleares. La demanda derivada del Plan de Centrales Nucleares producirá, sobre la oferta de estos productos, efectos del siguiente tipo:

- aumento de la actividad industrial.
- posibles cambios en la tecnología de producción si el aumento de la demanda lo justificase, lo cual ocasionaría disminución de costos-precios, etc.
- otros.

Grupo II) Componentes **que ya se fabrican** en el país con características técnicas o de servicio suficientes y exigencias de confiabilidad o vida útil **insuficientes** para su utilización en Centrales Nucleares. La elevación de calidad se lograría sin mayores inversiones con el uso de MP más nobles, menores tolerancias, pequeños ajustes de diseño, control de calidad, etc. Es correcto suponer que los beneficios derivados de la demanda local de estos componentes para el Plan de Centrales Nucleares serán superiores al costo que implica la elevación de calidad. De tal demanda deberán esperarse entonces los siguientes efectos:

- los mencionados para el grupo I).
- sustitución de importaciones.
- los emergentes del aumento de calidad mencionado sobre la actividad productiva (oferta) y sobre el resto de los usuarios (demanda). En cierta medida, se ampliaría el espectro y se elevaría el umbral tecnológico de la oferta.

Grupo III) Componentes **que aún no se fabrican** en el país pero para los cuales la **oferta tiene "madurez"** como para encarar su producción local y para los que la **demanda** derivada del Plan de Centrales Nucleares puede ser un factor que **posibilite su producción.** Se trata de conocer si ello será posible a un costo inferior a los beneficios directos e indirectos obtenibles.

En tal caso convendría tomar la decisión de promocionar su producción. La magnitud de la ganancia será un criterio para establecer el orden de prioridad. La producción de tales componentes implicará **superar las limitaciones** actuales de la oferta en uno o varios factores de producción (Ingeniería, Equipamiento, Mano de Obra, etc.), lo cual **demandará una inversión** que para este grupo de productos será de cierta envergadura y que repercutirá en el costo de los componentes en forma inversa al volumen de demanda. Los beneficios directos e indirectos de la producción nacional de estos componentes será del siguiente tipo:

Directos:

- sustitución de importaciones.
- aumento de la actividad industrial específica con efectos multiplicadores sobre la actividad subsidiaria proveedora de bienes de capital, materia prima, cantidad y calidad de Personal Ocupado, etc.

Indirectos:

- la ampliación del espectro de oferta para satisfacer la demanda de otros sectores, además del nuclear, que en su defecto deberían importar tales productos.
- elevación del umbral tecnológico de los distintos factores de producción (mayor "madurez industrial", con la potencialización y la posibilidad de lograr nuevas metas, etc.)
- otros.

IV Componentes **que aún no se fabrican** en el país, para los cuales las características de la oferta y el volumen expectable de demanda indicarían la **inconveniencia de su producción** local por un plazo superior al contemplado por el Plan de Centrales Nucleares (se podrá analizar la posible provisión de partes nacionales para estos componentes).

2. Procesamiento de los grupos

Los componentes preseleccionados en cada uno de los grupos indicados se procesarían de la siguiente forma:

Componentes del Grupo I:

- Listado de proveedores.

Componentes del Grupo II:

- Listado de proveedores.
- Veriricar cuáles de ellos están en mejores condiciones y cuáles se avendrían a elevar el nivel de calidad para cumplir con los requerimientos del Plan Nuclear.

- En su defecto, pasarlos al Grupo III.

Componentes del Grupo III

- Listado de posibles proveedores.
- Detectar las limitaciones de cada uno de los factores de producción.
- Evaluar la demanda derivada del Plan de Centrales Nucleares, y la posible demanda de otros sectores.
- Evaluar el costo para superar tales limitaciones y el costo de su fabricación local.
- Evaluar los beneficios directos e indirectos de la fabricación local.
- Determinar el grado de prioridad de promoción.
- Implementar la promoción según los objetivos del convenio CFI-CNEA.
- En su defecto pasarlos al Grupo IV.

Componentes del Grupo IV:

- Lista de probables proveedores externos.
- Eventuales proveedores locales.

3.VIII. Conclusiones y Recomendaciones

Respecto a los resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones para cada uno de los grupos de componentes analizados, nos remitimos a los respectivos puntos del acápite VII. Además cabe señalar lo siguiente:

a) Los inconvenientes que trabaron el análisis más profundo de los componentes de las listas probable y negativa de la Central Nuclear Córdoba, fueron:
   - Deficiencias en la caracterización de los mismos, según se indica en IV.
   - Las Condiciones de Contorno analizadas en II.4.b;c,d; y e. Tales obstáculos, si bien se superaron parcialmente con trabajos adicionales, ocasionaron dilaciones y repercutieron sobre los resultados de las reuniones realizadas tanto para los análisis de la oferta como para los de la demanda de "componentes equivalentes".
   - Las limitaciones derivadas de las Condiciones de Contorno II.4.b;c y d, pueden considerarse por el momento superadas con la adopción del módulo HWR tipo CANDU de 600 Mwe. y con el programa de Centrales publicado en el Plan Trienal.

Consecuentemente se recomienda:

- Para completar las caracterizaciones de los componentes de la "Lista Negativa", procurar su obtención a través del Consorcio: en principio los catálogos de fabricantes extranjeros de componentes reunidos por el Grupo Informática son una fuente de datos básicos que podrían complementarse con pedidos de cotización y especificaciones técnicas detalladas.
- En cuanto a los inconvenientes debidos a las "Modalidades de Compra", en II. 4.e fueron señaladas las limitaciones actuales, y previo el análisis pertinente, se hicieron las correspondientes recomendaciones en II 4.i.

b) En las actuales condiciones un aumento sustancial de la participación nacional en Suministros Electromecánicos para las futuras obras del Plan Nuclear está predominantemente limitado por la capacidad de oferta. El incremento premeditado de tal participación deberá lograrse por una acción directa, para superar las limitaciones tecnológicas de la industria, conjuntamente con una organización adecuada de la demanda originada en las futuras obras del Plan Nuclear a fin de posibilitar la mayor economicidad de los componentes nacionales que convenga incorporar.

Consecuentemente se recomienda:

Respecto a la acción sobre las limitaciones tecnológicas de la oferta, instrumentar los mecanismos de promoción de proveedores que se citan a lo largo del informe, como, ser coparticipación de riesgos en el desarrollo de los prototipos, colaboración en la puesta a punto de procesos de diseño y fabricación en la industria terminal y subsidiaria, cooperación en aspectos de control de calidad, apoyo en la gestión de necesidades de tecnología, financieras o de otra índole ante los entes pertinentes del sector público, etc.

Respecto a la organización de la demanda, implementar las readecuación de los Mecanismos de Compra de acuerdo a lo señalado en II.4.i. y proceder a agotar las instancias para que la CNEA pueda tomar progresivamente la Dirección del Proyecto según se indica en II.4.h.

c) Las tareas realizadas según el procedimiento propuesto, a pesar de los obstáculos citados, condujeron a resultados que pueden considerarse satisfactorios y bien encaminados. Ello indica que la metodología y su mecánica de aplicación resultaron adecuadas y por el momento no requeriría modificaciones.

Se establecieron los canales de comunicación con la oferta y con los entes que demandarían "componentes equivalentes". La vinculación de los distintos grupos con los proveedores de componentes y servicios de ingeniería, ha permitido tomar conocimiento del grado de avance y de las condiciones reales en que se desenvuelven dichas actividades, como así también de sus posibilidades futuras.

La parte del trabajo realizada en forma interdisciplinaria

posibilitó un enriquecimiento mutuo de conocimientos complementarios, tanto en aspectos técnicos como económicos.

La información suministrada a las empresas productoras de componentes y a las de Ingeniería acerca de las necesidades derivadas de las obras del Plan Nuclear, objetivos de mayor participación nacional, eventual apoyo que podrán recibir de la CNEA, etc, ha creado expectativas que, de por sí, coadyuvan al objetivo.

En consecuencia se recomienda:

El trabajo deberá continuarse, ni bien se superen las deficiencias de información señaladas, durante todo el período del Plan Nuclear. De lo contrario, lo realizado al presente perderá gran parte de su utilidad y la discontinuidad de las tareas de promoción repercutiría desfavorablemente sobre la actitud de las empresas que fueron consultadas y a las que se requirió colaboración. Es de hacer notar que tales labores, en principio, no requerirán el grado de dedicación de los recursos que fue necesario para poner en marcha o encaminar esta etapa del trabajo. Ello podrá ser realizado por el Grupo Industria Nacional, y aquellos grupos de trabajo que se afectaron al Convenio formados con el personal de la CNEA, a excepción de algunas consultas externas que eventualmente se puedan requerir, relativas a equipamiento, aspectos económicos o aquellas especialidades que tentativamente se prevéía complementar con la asistencia de expertos extranjeros en Diseño de Componentes Nucleares, Turbogeneradores, Ingeniería de Procesos, etc. y que no pudieron ser cubiertas.

REFERENCIAS GENERALES

1) Memorias y Catálogos de Fabricantes de Válvulas.
2) Memorias y Catálogos de las Fabricantes de Calderería, Recipientes de Presión e Intercambiadores de Calor.
3) Características Generales Constructivas y especificaciones de ensayo de los componentes utilizados en la Central Nuclear Atucha.
4) Reseña sobre posibilidades de Construcción de grandes motores y transformadores SIAM Electromecánica.
5) Informe sobre situación de la industria de motores eléctricos, transformadores y Contactores. Producción nacional importaciones y exportaciones, CADIEM 1972.

Diseño y especificación de los componentes principales y auxiliares

Ings. Luis Darnond, Jorge Bertoni, Jürgen Fritzsche, Juan M. Larumbe Valle, Raúl Lopez, Gerónimo Martinez, Omar Reatti y Simón Simchez.

4. I INTRODUCCION

Las centrales núcleoeléctricas son, en última instancia, centrales térmicas en las cuales el reactor nuclear corresponde a la caldera de las centrales de tipo convencional. La energía calórica generada en el proceso de fisión nuclear se emplea, en forma directa o indirecta, para producir vapor, el cual acciona al grupo turboalternador. Este es el concepto aplicado en todas las centrales núcleoeléctricas desarrolladas hasta el presente, a pesar de haberse estudiado otros sistemas para la transformación de la energía nuclear en electricidad, tales como conversión directa, turbinas de gas, etc., pero todos ellos se encuentran por ahora en etapa experimental y con toda seguridad pasarán muchos años antes de que puedan competir con el sistema "reactor de fisión-turbina de vapor-generador eléctrico".

En la actualidad se ha llegado a un grado tal en el desarrollo de la tecnología de los reactores, que se puede afirmar que las centrales nucleares están técnicamente comprobadas y aceptadas, y su operación resulta satisfactoria y segura. En lo que respecta a su interconexión con los sistemas eléctricos existentes, es necesario descartar, que, tanto las características propias de funcionameinto de los reactores, como el grado de automatización del control de las centrales nucleares, les confieren una capacidad de seguimiento de la carga eléctrica adecuada para su interconexión con redes eléctricas.

4. II DESCRIPCION TECNICA DE UN REACTOR HWR

Los reactores HWR (Heavy Water Reactors) son alimentados con uranio natural, moderados y refrigerados por agua pesada. En este caso particular se hará la descripción del reactor, desarrollado en Canadá. El recipiente que contiene el núcleo y sus componentes es un cilindro horizontal de acero inoxidable, denominado alendria. (Figs. 1 a 3). Las dimensiones, para un reactor de 600 MW, son: diámetro 9,00m, longitud 7,50m y 2,5cm de espesor de pared.

La calandria está atravesada longitudinalmente por 380 tubos de zircaloy, dispuestos en un reticulado cuadrado. Estos tubos están mandrilados a las placas frontales de la calandria. En el interior de la calandria se encuentra el moderador, que es agua pesada mantenida a presión ligeramente superior a la atmosférica y a temperatura ambiente. En la parte inferior, y conectado con la calandria, se encuentra el tanque de descarga del moderador. Esta descarga se puede realizar en contados segundos, provocándose así la detención del reactor. En el interior de los tubos de la calandria y concéntricos con los mismos, se encuentran los tubos de presión dentro de los cuales se alojan los ele-

mentos combustibles. También estos tubos están construídos con zircaloy y sirven de conducto para el agua pesada de refrigeración. El espacio comprendido entre el tubo de la calandria y el de presión es llenado con CO_2 para proporcionar una capa aislante y evitar las fugas de calor del refrigerante al moderador. La conexión de los tubos de presión con los conductos del circuito primario se realiza mediante una pieza llamada boquilla terminal, que permite simultáneamente alojar los tapones de cierre y efectuar las operaciones del reabastecimiento de combustible. Estas boquillas terminales son construídas en acero inoxidable, y los tubos de presión están mandrilados a las mismas, en ambos extremos. (Fig. 4).

El movimiento del refrigerante se efectúa en direcciones opuestas en canales adyacentes, a fin de que no se produzcan gradientes térmicos a través del reactor. El agua de refrigeración ingresa a los tubos de presión a una presión que impide la ebullición del refrigerante. Tanto a la entrada como a la salida del reactor, se encuentran los colectores, que a su vez están conectados con los intercambiadores de calor. Los elementos combustibles consisten en pastillas de dióxido de uranio sinterizado, envainadas en tubos de zircaloy. Estos elementos, agrupados en manojos de barras, se alojan en el interior de los tubos de presión. El grado de quemado del combustible, en los HWR, es de orden de 10.000 MW(t)d/t. El circuito primario de refrigeración dispone de 4 intercambiadores de calor, 4 bombas centrífugas y los conductos respectivos con sus válvulas. Este circuito permite el establecimiento de una circulación natural, suficiente para refrigerar el reactor después de su detención accidental, para evitar el sobrecalentamiento de los elementos combustibles. Las condiciones de operación del circuito primario, de alta presión y temperatura, requieren cuidados especiales en la ingeniería y construcción, como en el control de la calidad, para asegurar una buena estanqueidad del circuito. Las pérdidas de agua pesada pueden significar un inconveniente debido a la radiactividad proveniente del tritio (H^3). El circuito del moderador no presenta este inconveniente, pues trabaja a baja presión y temperatura. Cada intercambiador de calor consiste en una carcasa en cuyo interior hay tubos en U invertida. En el secundario de los intercambiadores se genera el vapor saturado que acciona el turbogenerador. El reactor y los componentes del circuito primario se encuentran alojados en un recinto estanco. Dicho recinto está recubierto interiormente con epoxy, con el objeto de facilitar la recuperación del vapor de agua pesada que pudiera escapar del reactor. El recinto estanco está construído en hormigón denso y actúa como blindaje biológico para protección del personal.

El control de la potencia del reactor se efectúa por varios métodos: principalmente mediante la regulación del nivel del moderador en la calandria, y además, mediante barras de control con absorbentes de neutrones, y barras con material fisionable, y variando la concentración de veneno disuelto en el moderador. Los parámetros nucleares y térmicos que se obtienen mediante la instrumentación ubicada en el interior del reactor son procesados en una computadora que, en forma automática, efectúa las correcciones necesarias para optimizar la marcha de la central. De cada uno de los canales se extraen muestras de refrigerante, que se analizan automáticamente en un equipo de monitoraje, con el objeto de determinar pérdidas de productos de fisión provenientes de fallas eventuales en algún elemento combustible. El registro permanente de esta información permite solucionar de inmediato los eventuales inconvenientes producidos.

El reabastecimiento de combustible en los reactores HWR se efectúa durante su funcionamiento a plena potencia, mediante dos máquinas automáticas que operan simultáneamente en ambos extremos de cada canal (ver anexo II.3). Con el objeto de lograr una mayor eficiencia en quemado del combustible, el recambio de los elementos se hace en forma opuesta para canales adyacentes, según sea el sentido de circulación del refrigerante en cada canal. El combustible irradiado es almacenado bajo agua hasta su posterior traslado a la planta de reprocesamiento.

4.IIII DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DEL CIRCUITO PRIMARIO

4. III. a Generadores de Vapor (Fig. 6 y 7)

Consta de grupos de tubos en U ubicados en una envoltura. La parte inferior de salida de los tubos en U se utiliza para precalentar el agua de alimentacion entrante hasta la temperatura de saturación. En la parte superior de la envoltura se ubica el equipo separador de vapor. El agua de alimentación penetra a la zona laberíntica, a cuya salida se mezcla, a temperatura de saturación con el resto del agua del recinto. Agua a temperatura de saturación retorna desde el equipo separador de vapor por una zona anular exterior al haz de tubos. Se evita el contacto del agua de alimentación con la placa-tubo mediante una chapa separadora en el fondo de la sección de precalentamiento. Una camisa térmica que admite grandes variaciones de temperatura de agua de alimentación se encuentra instalada en el manguito de alimentación.

La presión de vapor en el manguito de salida se controla a 43.5 atm, y el contenido de humedad en 0,25 o/o en peso. El nivel de agua de alimentación se programa de forma tal

que se eleve con el aumento de potencia para minimizar el efecto de hinchado.

Los tubos son de Incoloy 800, la placa-tubo está plaqueada con Inconel. Debe cumplir con los requerimientos del ASME Code, Secc. III. El lado de los tubos es clase I.

4. III. b Bombas principales. (Fig. 6 y 8)

Son de tipo centrífuga, doble voluta, succión simple, de posición vertical. Los sellos del eje son tres, mecánicos y de presión total. Todos ellos, seguidos de un cuarto sello que evita, aún en el caso de falla de los 3 sellos mecánicos, grandes pérdidas mientras la bomba está parada o disminuyendo la marcha. La cavidad entre el cuarto sello y los 3 sellos mecánicos está conectada al sistema de recolección de pérdidas, para recoger la pérdida normal durante la falla de los sellos primarios. El conjunto de ellos es removible e intercambiable como un todo para facilitar el mantenimiento. Los sellos se refrigeran mediante agua pesada fría del sistema de sellos.

Las bombas están equipadas con volantes, cuya energía prolonga la operación luego de pérdida de energía del motor. El flujo de agua es así similar al que sigue a una excursión del reactor. Con las bombas paradas, la circulación natural mantiene la refrigeración adecuada del núcleo.

4. III. c Tubería principal

Consta de varios tramos, desde tubos en paralelo hasta únicos. Así, el reactor se conecta mediante 95 tubos alimentadores a cada cabezal colector de salida, con distintos tamaños de acuerdo a la potencia del canal de combustible que corresponda, luego el cabezal se conecta mediante 2 tubos con el generador de vapor, éste mediante uno con la bomba, otra vez dos al cabezal colector de entrada y nuevamente 95 al reactor. (Fig. 5). En 40 canales seleccionados se miden diferencias entre temperatura de entrada y salida, al igual que flujo. Temperatura de salida se verifica en todos los canales.

4. III. d Conjunto Calandria — blindajes terminales.

Compuesto esencialmente por un recipiente cilíndrico (calandria) conectado integralmente en cada extremo a dos estructuras (blindajes terminales) que a su vez descansan en las paredes de concreto del recinto del reactor.

El conjunto contiene los canales de combustible, los componentes del núcleo del mecanismo de reactividad, el moderador y reflector en forma de agua pesada, el blindaje del reactor, estando todo el conjunto sumergido en el agua que forma el blindaje del recinto del reactor. La calandria en sí consiste en un recipiente cilíndrico de acero inoxidable austenítico y tiene como funciones primarias la de contener el agua pesada que es moderador y reflector y soportar los mecanismos internos del núcleo. Está formada por una cáscara exterior de los blindajes extremos. Un total de 380 tubos de calandria atraviesan la calandria horizontalmente con un paso de 286 mm. para formar un arreglo circular. Los tubos están mandrilados dentro de la perforaciones de la placa-tubo y son una parte integral del límite del recipiente de presión que es la calandria. Son de una aleación de zirconio y sus dimensiones son 129 mm. de diámetro interior por 1.37 mm. de pared.

Otros componentes internos de la calandria también son de aleación de zirconio. Horizontalmente, el recipiente es trabado por los manguitos para los detectores de flujo y para la inyección de veneno dentro del moderador que atraviesan las hileras de los tubos de calandria normalmente. Verticalmente, el recipiente es trabado por el conjunto de control zonal, las guías de las barras de apagado, de los ajustadores de flujo, de los absorbedores de control y los manguitos para los detectores de flujo. Tubos de acero inoxidable conectan la calandria desde las penetraciones de mecanismos de reactividad a través del blindaje de agua hacia el exterior del recinto del reactor para conectar los componentes del mecanismo de reactividad externa. Cuatro conexiones de acero inoxidable de 153 mm a cada lado de la calandria a través de las tuberías correspondientes proveen moderador frío, que retorna a través de 2 tuberías de Ø 306 mm. que penetran al fondo de la calandria. Conexiones para despresurización, en cantidad de 4 y diámetros de 460 mm, van desde la parte superior a través del blindaje de agua hasta discos de ruptura ubicados en la cubierta blindada (shielded deck). Los blindajes extremos soportan los canales combustibles y proveen blindaje en los extremos del núcleo del reactor durante la parada.

Son de acero inoxidables y están compuestos de la placa-tubo común a la calandria y blindaje extremo, y conectan a la placa tubo exterior mediante 380 tubos conectores y una cáscara exterior. Los blindajes extremos se hallan rellenos de bolillas de acero y agua que proveen un blindaje radioactivo. Los tubos conectores están alineados con los tubos de calandria y soportan los ensamblajes de los "end fittings" de los canales combustibles.

Una estructura soporte integral, soldada a la circunferencia de los blindajes terminales, está embutida en las paredes terminales del recinto. Está diseñada para permitir movimientos diferenciales entre el conjunto del reactor y el recinto, que son resultado de efectos térmicos y de carga. El conjunto es montado en fábrica. Así ensamblado es

llevado sobre ruedas al recinto del reactor, donde es soportado por gatos con apoyos en los anillos soportes de los blindajes extremos, permitiendo retirar el transportador. La calandria se construirá según la secc. III cl. 3 del ASME como requerimiento mínimo.

4. IV DISEÑO MECANICO

4. IV. a. Diseño de cañerías

Las actividades relativas al diseño de cañerías se ubican en el área de Ingeniería de Detalle incluyendo los estudios generales de distribución, planos relativos a la ubicación de equipos, planos de detalle de cada línea, planos isométricos, especificaciones detalladas de materiales y características de cada línea, listado de materiales, análisis de flexibilidad, cálculo económico, programación del montaje.

A fin de determinar la capacidad existente en el país en relación al diseño de cañerías, se ha establecido contacto con diversas empresas de ingeniería, quienes han provisto información sobre su experiencia en el tema y la metodología de trabajo seguida, que se resumen a continuación:

4. IV.a.1 1.1 — Códigos y normas aplicados

ANSI B—31.1 Power Piping
ANSI B—31.3 Petroleum refinery piping
API American Petroleum Institute
ASME American Society of Mechanical Engineers
ASTM American Society for Testing and Materials
AWWA American Water Works Association
IRAM Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.
MSS Manufacturers Standarization Society for Valve and Fitting Industry.

1.2 — Factores intervinientes en el cálculo

Fluído
Caudal
Presión
Temperatura
Viscosidad
Corrosión
Velocidad
Pérdida carga
Peso molecular
Peso específico
Calor específico
Punto congelamiento
Vibraciones
Contenido sólidos

4. IV. a. 2 2 — Métodos de cálculo

2.1 Cálculo económico.

Se realiza teniendo en cuenta las condiciones fijadas por el proceso y evaluando los costos diferenciales de energía contra los requerimientos de inversión. Los cálculos se realizan generalmente basándose en los métodos que se indican a continuación:

1) Flow of Fluids. Tech. Papel Nº 410 de la firma CRANE
2) Cameron Hydraulic Data
3) Pipe Frictional Manual. Hydraulic Institute of New York
4) Piping Handbook. Sabin Crocker
5) Pipe Engineering Tube Turns Corp.

2.2 Ubicación espacial de cañerías y componentes.

La determinación de la ubicación espacial de cañerías y componentes se basa en consideraciones sobre:
Requerimientos de proceso
Accesibilidad operativa y de mantenimiento
Economía
Seguridad
Condiciones técnicas de diseño y requerimientos de construcción y montaje.
La resolución puede basarse en métodos analíticos o en escala.
En el segundo caso se construye un modelo conteniendo todos los equipos, estructuras, bases, cañerías, válvulas, accesorios, instrumentación, etc.
Del modelo se toman los planos isométricos para cómputo de materiales, estudios de flexibilidad y prefabricación de cañerías.
El modelo es usado finalmente como complemento de los planos en las operaciones de instalación y montaje y para entrenamiento de personal.

2.3 Análisis de flexibilidad.

Para los sistemas con temperaturas de diseño diferentes de los límites ambientes se realiza un análisis de flexibilidad, para lo cual se emplean métodos analíticos manuales o programas de cálculo por computadora.

1) Flex Analytical Charts	-Design of Piping for Flexibility
2) Tube Turns	-Piping Flexibility Analysis
3) M.W. Kellogg	-Expansion sstresses and reactions in Piping Systems
4) Petroleum Refinery Piping	-Expansion Flexibility, Structural Attachements and Restraints.
5) S. W. Spielvogel	-Piping Stress calculation simplified.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

6) Programa para análisis de flexibilidad de cañerías. Computadora IBM 360 y 370–Origen USA.
7) Programa para cálculo de espesores de cañerías. Computadora IBM 360 y 370 – Origen USA.

2.4 Documentación Técnica

La documentación técnica que conforma el proyecto de ingeniería de detalle comprende:
Diagramas de cañería e instrumentación.
Planos de distribución de planta.
Plano de implantación.
Planos de distribución de cañerías.
Modelo en escala (si corresponde).
Planos isométricos.
Listado de materiales.
Listado de líneas.
Análisis flexibilidad.
Especificaciones generales de proyecto.
Selección y ubicación de soportes.
Aislación.

4. IV. a. 3 Conclusiones

Resulta evidente la existencia de capacidad técnica y experiencia previa en el país en el diseño de cañerías. Esto se refiere en todos los casos a instalaciones no nucleares, algunas de las cuales significan sin embargo una complejidad equivalente a la de ciertos sistemas nucleares y a los sistemas convencionales de las Centrales Nucleares. En consecuencia, se estima que puede encararse en el país el diseño de sistemas bajo la jurisdicción de la Sección VIII y Sección III clase C (o normas de complejidad equivalentes) (Ver Anexo I). Los sistemas según Sección III clase A, que requieren un complejo y detallado análisis de tensiones, están fuera del alcance de las posibilidades actuales de diseño en el país. La adquisición de la capacidad técnica necesaria para encarar este aspecto del diseño significará una compleja tarea de investigación y desarrollo que por sus características encuadra en los lineamientos de lo que debería realizar la CNEA, como aporte a la maximización de la participación nacional en los proyectos nucleares.

4. IV. b. Diseños Equipos de Calderería

4. IV. b.1. Objetivo

Este informe tiene por objeto presentar el panorama de la capacidad de diseño y desarrollo de componentes para Centrales Nucleares en las principales empresas de ingeniería del país. A tal efecto, se han desarrollado una serie de entrevistas con los responsables de las áreas de trabajo respectivas, orientando las indagaciones en el sentido de detectar experiencias anteriores, nivel de capacitación del personal, tendencias futuras de la empresa, etc.

4. IV. b.2. Consideraciones generales

Se ha tomado como punto de partida para esta evaluación las exigencias impuestas por el código ASME, Sección III Nuclear Vessels. En todos los casos se ha supuesto que la ingeniería básica es provista, siendo necesario elaborar la ingeniería de detalle.

A fin de aclarar la exposición posterior, se hará una breve síntesis de la caracterización y exigencias del código en lo que a diseño se refiere:

–Los recipientes para uso nuclear se dividen en tres clases: A, B y C.

a) Los componentes Clase A son aquéllos cuyas exigencias de operación y seguridad son elevadas y en las que el control periódico es dificultoso por su uso, ubicación o imposibilidad de remoción.

Las exigencias de cálculo comprenden la realización de análisis elásticos, al límite y plástico.

b) Los recipientes Clase B tienen por objeto contener elementos del sistema, a los efectos de evitar pérdidas peligrosas de los mismos.

Los requerimientos de cálculo de esta clase exigen la realización de un análisis elástico.

c) Los recipientes Clase C son aquéllos para los que rigen con muy pocas variantes, las exigencias del código ASME, Sección VIII, Pressure Vessels.
Se adjunta en un anexo el resumen de los puntos sobresalientes del código ASME, para mayor explicación sobre las características de cada una de las clases mencionadas. Este análisis ha sido realizado en base al código ASME, edición 1968, ante la imposibilidad de contar con la última edición.

4. IV. b.3. Informaciones obtenidas:

a) Componentes Clase A:
Hay una total falta de experiencia en trabajos similares, lo que hace que se desconozca la verdadera magnitud de los problemas de diseño involucrados. Asimismo, en lo referente al cálculo de tensiones y a las verificaciones requeridas por el código, se advierte una carencia de conocimientos al respecto.

b) Componentes Clase B:
Esta clase tiene requerimientos similares a la Clase A en lo referente al cálculo de tensiones.

c) Componentes Clase C:
En lo referente al diseño, esta clase cumple los mismos re-

querimientos que la Sección VIII del Código ASME. Hay experiencia previa en recipientes que respondan a esta sección, lo que supone la posibilidad de encarar esta clase de componente.

4. IV. b.4. Conclusiones

El estado actual de la capacidad de diseño, sólo hace posible la realización de la ingeniería de detalle de componentes Clase C.

Sin embargo, se ha podido detectar cierta predisposición de las empresas a adecuarse a exigencias mayores, en tanto las condiciones del mercado lo hagan conveniente. No obstante, se estima que la CNEA debiera encarar tareas de investigación y desarrollo en las áreas todavía no cubiertas. La complementación de estas actividades de la CNEA podrían lograrse a través de Convenios suscriptos con las respectivas empresas.

ANEXO 1

EL REACTOR NUCLEAR DE POTENCIA

El reactor nuclear es un dispositivo dentro del cual se produce la reacción de fisión nuclear en cadena, automantenida y en forma controlada. Se denomina reacción de fisión nuclear al proceso mediante el cual, bajo el impacto de un neutrón, el núcleo de ciertos átomos pesados se divide en dos o más fragmentos, dando lugar a la liberación de energía (principalmente en forma de calor), de radiaciones y de 2 ó 3 neutrones. Si los neutrones emitidos durante esta reacción inciden sobre otros núcleos de material fisionable, pueden provocar nuevas fisiones. Cuando el evento de la fisión nuclear se propaga de un átomo a otro y de éste a un tercero, puede continuar la propagación de la reacción, en cuyo caso se denomina de fisión nuclear en cadena.

Se denomina combustible nuclear a la substancia que contiene material fisionable y que permite la propagación de una reacción de fisión nuclear en cadena. El nombre de "combustible" proviene de la analogía que se puede encontrar cuando se compara al reactor nuclear con una caldera de tipo convencional en la que se quema combustible fósil. El elemento uranio es el único combustible nuclear que se encuentra en la naturaleza. Está constituído casi totalmente por dos isótopos: el uranio–235 (U235), en una proporción del 0,71 o/o en peso, y el uranio–238 (U238) que constituye prácticamente todo el resto.

El U235, por ser fisionable, constituye la parte activa del combustible nuclear, pero también el U238 cumple una función importante, que consiste en transformarse en plutonio–239 (Pu239) bajo el efecto del bombardeo neutrónico. Este material artificial es también fisionable. Mediante el proceso llamado "enriquecimiento", es posible aumentar la proporción de U235 respecto del U238. Al producto así obtenido se lo denomina uranio enriquecido. El U238 también tiene una pequeña probabilidad de fisionar dentro de un reactor y de tal manera contribuir a la generación de energía calórica. Es así como dentro de un reactor nuclear no solamente se quema el U235, sino también una pequeña parte del U^{238}, además del Pu^{239} en el que este último se transforma. Cabe aquí mencionar la propiedad que tiene el torio–232 (Th^{232}), que bajo los efectos de un bombardeo neutrónico es capaz de transformarse en otro material fisionable, U^{233}. A los ya citados Th^{232} y U^{238} se los denomina materiales "fértiles", debido a la propiedad mencionada.

Las partes principales que constituyen un reactor nuclear de potencia son: los elementos combustibles, el moderador, el reflector, el refrigerante, el sistema de control, el recipiente del reactor y el blindaje. Los elementos combustibles están constituídos por material combustible nuclear totalmente revestido o envainado en un recubrimiento especial que lo aisla del exterior. Generalmente adoptan formas de barra o placa, y deben satisfacer apropiadas condiciones nucleares, mecánicas y de transferencia de calor.

El núcleo del reactor está compuesto por los elementos combustibles y el moderador. Los elementos combustibles están dispuestos en forma especial y cada uno de ellos está rodeado por un canal de circulación de fluído refrigerante y tiene además intercalado el material moderador. Este conjunto está rodeado por el material reflector, y tiene además dispuesto en forma conveniente el sistema de control.

El moderador es el material colocado dentro del núcleo del reactor, que tiene la finalidad de reducir o moderar la velocidad de los neutrones hasta un nivel conveniente, de manera que sea mayor la probabilidad de que produzcan la reacción de fisión nuclear. Entre los materiales moderadores más utilizados en reactores de potencia se pueden citar el agua pesada, el agua natural, el grafito y materiales orgánicos. De éstos, el material que modera más rápidamente, a los neutrones es el agua natural, mientras que el que produce menos pérdida de neutrones por absorción es el agua pesada. Existe un tipo de reactor que no usa moderador, debido al hecho de trabajar solamente con neutrones de elevada energía (reactores rápidos). El reflector es el material que se coloca rodeando el núcleo del reactor y tiene por misión devolver al núcleo la mayor cantidad posible de neutrones que de él pueden escapar hacia el exterior, mejorando con ello la economía neutrónica y, en consecuencia, permitiendo disminuir la cantidad de combustible nuclear necesaria. Los materiales que se utilizan son los mismos que para el moderador.

El refrigerante es el fluído que extrae el calor generado en los elementos combustibles. Este refrigerante puede ser un fluído que simultáneamente actúe como moderador y reflector, o bien puede ser otro que no contribuya apreciablemente el proceso de fisión, debiendo reunir buenas características de transferencia calórica y baja capacidad para absorber neutrones. Los refrigerantes que suelen emplearse son: dióxido de carbono, agua natural, agua pesada, metales líquidos (sodio y potasio), líquidos orgánicos, y helio. El control del reactor se realiza actuando sobre la población neutrónica existente en el núcleo,

aumentándola o disminuyéndola, variando en esta forma el número de fisiones por unidad de tiempo. Se logra así la modificación del nivel de potencia del reactor, introduciendo o extrayendo material absorbente de neutrones, material fisionable, o moderador.

Todo el conjunto de elementos ya citados se dispone dentro de un recipiente construído de acero u hormigón pretensado, que puede adoptar distintas formas, por lo general cilíndricas o esféricas, y que durante su operación se halla sometido a una determinada presión interior. La presencia de radiaciones y neutrones que escapan del núcleo del reactor, obliga a rodear todo ese conjunto con un blindaje de grueso espesor, que cumple una función de protección biológica del personal que debe trabajar en las cercanías. Los materiales que generalmente se utilizan como blindaje, son: hormigón (ya sea común o pesado), agua, plomo y roca.

El funcionamiento de los reactores nucleares de potencia que operan mediante fisiones provocadas por neutrones de baja energía (reactores "termales"), y que constituyen la gran mayoría de los que se emplean en la actualidad, puede ser sumariamente descripto de la manera siguiente: la presencia de neutrones lentos en el combustible da lugar a que comience la reacción en cadena. Los neutrones emitidos en esas fisiones son proyectados con elevada velocidad. La magnitud de esta última se reduce por sucesivas colisiones con los núcleos del moderador, hasta llegar a adquirir la energía apropiada para que sea óptima la probabilidad de que produzcan nuevas fisiones.

Cuando la masa de combustible alcanza o supera un cierto valor ("masa crítica"), la reacción de fisión nuclear en cadena puede, ya sea automantenerse o bien aumentar en forma exponencial. Con los dispositivos de control se puede gobernar el número de fisiones por unidad de tiempo que se producen en el núcleo. De esta manera se puede controlar el nivel de potencia del reactor, ya sea manteniéndolo en un cierto valor, o aumentándolo o disminuyéndolo a voluntad. Las fisiones que se producen dan lugar a la liberación de energía térmica y, en consecuencia, al consiguiente aumento de temperatura de los elementos combustibles. El refrigerante que circula en contacto con estos últimos les extrae el calor y lo transporta al exterior del núcleo. Los neutrones, que tienden a escapar hacia el exterior, chocan contra el reflector y una parte de ellos vuelve a la zona activa, pudiendo producir nuevas fisiones. Las radiaciones que salen del núcleo son detenidas por los blindajes, no contribuyendo a la generación de energía aprovechable.

La potencia térmica que es posible extraer del núcleo de un reactor dado está limitada, entre otras cosas, por la máxima temperatura del recubrimiento de los elementos combustibles, compatible con su integridad mecánica y seguridad de funcionamiento. Asimismo, las diferencias existentes entre las características físicas de cada tipo de reactor, hacen que también difiera el grado de "quemado" del combustible en cada uno de ellos.

Según sean el sistema y los materiales constitutivos adoptados en el diseño de un reactor, como así también el grado de enriquecimiento de su combustible, varía la masa operativa necesaria para el mismo. Todo reactor nuclear opera con una masa de combustible superior a la crítica. Esta diferencia proporciona un "exceso de reactividad", que se traduce en una capacidad de aumento de potencia del reactor. Para evitar que la misma supere la máxima potencia de operación es necesario compensar dicho exceso de reactividad mediante los dispositivos de control. Cuando el exceso de reactividad decrece como consecuencia de la disminución del número de átomos fisionables de combustible y el aumento de los productos de fisión (veneno), es necesario proceder al recambio de elementos combustibles agotados.

En general, los reactores de potencia poseen ciertas características inherentes de autocontrol. Entre los factores de autorregulación del reactor, el más importante es el llamado "coeficiente de temperatura", que actúa en el sentido de disminuir la reactividad, si por alguna causa aumentase la temperatura en el núcleo. Los reactores termales no pueden dar lugar a una explosión nuclear. Sin embargo pueden ocurrir accidentes, cuyos posibles efectos están limitados por las medidas de seguridad que se adoptan en el diseño.

ANEXO II

I COMPONENTES DEL SISTEMA PRIMARIO

I.1 Calandria

Máximo diámetro exterior (excluyendo boquillas)	7.960 mm
Espesor de paredes	28,5 mm
Diámetro interior	7.900 mm
Disposición de los canales de combustible	Cuadrado uniforme
Longitud	5.940 mm
Distancia entre centros de canales de combustibles	285,5 mm

Material:	
Carcasa	Acero inoxidable tipo 304L (ASTM A—240)
Tubos de calandria	Aleación de Zirconio
Peso:	
Vacío incluyendo blindajes terminales	460.000 Kg.
Presión:	
Operativa – No presurizada	
Hidrostática máxima en el fondo	1,2 Kg/cm^2
Temperatura:	
Operativa	77°C
Máxima	99°C
Mínima	18°C
Diseño	100°C
Peso de cada blindaje	250.000 Kg.
Espesor total	1.070 mm
Dimensiones del anillo del blindaje externo:	
Diámetro	9.000 mm
Espesor	1.200 mm
Espesor de la placa tubo exterior	50,8 mm

I.1.a Cantidad de Conexiones en la Carcasa de la Calandria

Ubicación	Motivo	Cantidad
Parte Superior	Detectores de flujo	27
	Barras de parada	22
	Barras de ajustadoras	21
	Barras de control de zonas de agua liviana	6
	Barras de control sólidas	4
	Presión de alivio	4
	Sistemas de helio	2
	Observación	2
Costado	Entradas del sistema del moderador	8
	Canales de inyección de veneno para la parada	6
	Compartimentos para cámaras iónicas	6
	Detectores de flujo	3
Parte Inferior	Salidas del sistema del moderador	2
	Sistema de helio	1
	Drenaje	1

I.2 Generadores de Vapor (Fig. 6 y 7)

Número de unidades	4
Diámetro exterior de la carcasa	
Extremo mayor	4,627 mm
Material de la carcasa	Acero al carbono ASTM A516 grado 70 (Las soldaduras son del tipo de penetración total).
Número de tubos (cada generador)	3.500
Diámetro interior del tubo	13,6 mm
Espesor del tubo	1,12 mm
Distancia entre tubos	6,4 mm
Disposición de los tubos	Tresbolillo
Material de los tubos	Incoloy 800
Temperatura de entrada del refrigerante primario	310°C
Temperatura de salida del vapor	260°C
Potencia térmica por generador	500 MW (t)
Caudal de vapor Nominal	873,7 t/h
Lado carcasa	
Presión (absoluta):	
Operativa	43,9 Kg/cm^2
Diseño	52,27 Kg/cm^2
Prueba	80,2 Kg/cm^2
Caida de presión:	
Nominal (100 o/o de potencia)	0,19 Kg/cm^2
Máxima (20°C)	0,23 Kg/cm^2
Temperatura: Diseño	265,6°C
Placa tubo	
Material Base	Acero al carbono ASTM A105 grado II (forjado)
Material del recubrimiento	Inconel (depositado por soldadura en una o varias capas de ambos lados)
Separadores de vapor y secadores	
Número	49
Tipo	Ciclónico
Contenido en o/o del vapor de salida	99,75 o/o
Pasos de hombres y agujeros de mano:	
Número	3
Función	2 para acceso a la parte inferior de la placa tubo y 1 para acceso a los separadores de vapor.
Tamaño	406 mm
Detalles de cierre	Tipo de sel, o de presión.

I.3 Tuberías

I.3.a Sistema de transporte de calor

(Solo grandes tuberías)	
Diámetro interior	400 mm
Espesor	29,4 mm
Presión (absoluta	
Operativa – máxima	104,7 kg/cm^2
Diseño – máxima	117,1 kg/cm^2
Prueba – mínima	168,7 kg/cm^2
Temperatura	
Operativa	299°C
Máxima	304°C
Diseño	316°C
Prueba	20°C
Material	Acero al carbono ASTM A–106 grado B

I.3.b Cañería Principal de Vapor

Diámetro interior	570 mm
Espesor	19 mm
Presión absoluta:	
Operativa	43,7 kg/cm^2
Diseño	53,8 kg/cm^2
Prueba – mínima	80,2 kg/cm^2
Temperatura:	
Operativa	254°C
Máxima	267°C
Diseño	268°C
Prueba	20°C
Material	Acero al carbono ASTM A106 Grado B

I.3.c Cañería de Agua de Alimentación

Diámetro interior	203 mm
Espesor	8,2 mm
Presión absoluta	
Operativa	149°C
Máxima	149°C
Diseño	149°C
Ensayo	20°C
Material	Acero carbono ASTM A106 Grado B
Espesor	8,2 mm

I.3.d Sistema del Moderador

Diámetro nominal	508 mm
Espesor	Varios
Material	Acero inoxidable 304
Presión de diseño	10,5 kg/cm^2
Presión de prueba	13,13 kg/cm^2
Temperatura de operación	77,0°C

I.4 Bombas Principales (Fig. 6 y 8)

Tipo	Vertical centrífuga, doble voluta, simple succión.
Caudal	8.020 m^3/h
Altura de elevación	229 mca
Tipo de sellos	Triple sello mecánico del eje, inyección desde la descarga de la bomba y retorno al sistema de inyección desde la bomba de alimentación del sistema.
Presión del agua de sellos	89,7 Kg/cm^2
Temperatura del agua de sellos	40°C
Presión de diseño de los sellos	123 kgr/cm^2
Temperatura de diseño	279°C
Potencia del motor de accionamiento	6,7 MW

I.5 Tubos de Presión (Fig. 4)

Número	380
Material	Zirconio–2,5 o/o Niobio
Espesor de pared	4,16 mm
Diámetro interno	103,7 mm
Longitud	6.300 mm
Material de los extremos (end Fitting)	Acero inoxidable 403
Peso de un tubo, extremos incluidos	480 kgr.
Presión de diseño	127,7 kg. a/cm^2
Presión de ensayo con el canal ensamblado	192,5 kg.a/cm^2
Presión de ensayo del tubo solo	259,2 kg. a/cm^2
Temperatura de diseño	315°C
Temperatura de ensayo	18°C

I.5.a Tubo de Calandria

Número	380
Material	Zircaloy 2
Diámetro interno	129,0 mm
Espesor de la pared	1,37 mm
Longitud	5.700 mm

I.6 Válvulas del sistema de transporte de Calor

Tipo	Esclusa, globo, retención y regulación.
Diámetro nominal	Varios (detalle parcial en planilla 1)
Cantidad	Idem anterior
Material	Acero al carbono
Standard	ASTM A 216 Grado WCB A 105 Grado II II
Método de fabricación	Fundición; forjado
Tipo de Unión	Bridada y soldada
Material del asiento	Bajo cobalto
Tipo del accionamiento	Esclusa: convencional Globo: convencional Retención: oscilación convencional Regulación: globo de doble compuerta convencional.
Tipos de sellos	Esclusa: doble empaquetadura con carga variable. Globo: fuelle Retención: soldado Regulación: doble empaquetadura con carga variable.
Presión de diseño	Valor de referencia según ANSI igual a 408,6 kg.
Presión de ensayo	294,6 kg/cm^2
Fluído	D_2O
Ensayos	ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section III.

TIPO	DIAMETRO NOMINAL	CANTIDAD
Esclusa motorizada	12"	6
	10"	16
	8"	8
	2"	1
	3/4"	3
Esclusa manual	12"	1
	4"	1
	3/4	3
Globo motorizada	4"	1
	2"	1
	1 1/2"	1
Globo manual	4"	6
	2"	1
	1 1/2"	4
	3/4"	26
Retención	12"	2
	4"	4
	2"	2
	3/4"	1
Regulación	4"	10
	3"	2

II SISTEMAS AUXILIARES NUCLEARES

II.1 Sistema de Purificación del Sistema de Transporte de Calor (Fig. 10).

(ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sección III Clase 2)

II.1.a Columnas de Intercambio Iónico

Nº = 2
Tipo = Lecho mixto, resinas desechables
Recipiente = Cilíndrico, fondo cónico
Di = 1,22 mm
Vol. resina = 1,08 m^3
Altura lecho = 0,92 m
tº diseño = 315ºC
P diseño = 112,6 kg/cm^2
Caudal máximo = 122 m^3/h (c/columna)
Material = Acero al Carbono
Medio = D_2O

II.1.b Intercambiadores de Calor

II.1.b.i Intercambiador de Calor Regenerativo

Nº = 1
Tipo =
Superficie = 313,2 mm^2
tº diseño = lado tubos = 315ºC
lado carcasa = 315ºC
P diseño = lado tubo = 116,2 kg/cm^2
lado carcasa = 116,2 kg/cm^2
Material = tubos = Acero al Carbono
Q normal = 122,4 m^3/h
Q máximo = 244,8 m^3/h
tº estimada entrada = tubos = 266ºC
carcasa = 50ºC
tº estimada salida = tubos = 116ºC
carcasa = 204ºC

II.1.b.ii Intercambiadores de calor posterior (no regenerativo)

Nº = 1
Tipo =
Area = 173,7 m^2
tº diseño = lado tubos = 315ºC
lado carcasa =
P diseño = lado tubo = 116,2 kg/cm^2
lado carcasa =
Material = D_2O Incoloy
lado carcasa = acero al carbono
Q normal = lado tubo = 122,4 m^3/h
lado carcasa =
Q máxima = lado tubos = 244,8 m^3/h
lado carcasa =
tº entrada estimada = lado tubos = 116ºC
tº entrada estimada = lado carcasa = 220C
t salida estimada = lado tubos = 50ºC
lado carcasa =

II.1.c Filtros

II.1.c.i Principales

Nº = 2

Tipo = Cartuchos desechables
Material filtrante = papel plegado
Caudal de diseño = 122,4 m^3/h
Capacidad = 326,5 $m^3/hç$
P diseño = 112,6 kg/cm^2
tº diseño = 315ºC
Capacidad de Retención = particulas mayores a 10 μ
Medio D_2O
Material = Acero al Carbono

II.1.d Calderería

Maetrial = Acero al Carbono
P diseño = 112,6 kg/cm^2
tº diseño = 315ºC
Medio = D_2O
Diámetros = 6", 4", 3", 2" 3/4"

II.1.d Válvulas y Accesorios

II.1.d.i Exclusa accionada por motor = 3"
Nº = 4 (clase 1)

II.1.d.ii Exclusa accionada por motor 4"
Nº = 4

II.1.d.iii Globo accionada por motor 6"
Nº = 1

II.1.d.i.v Globo accionada por motor 3/4"
Nº = 1

II.1.d.i.v Globo 6"
Nº = 2"

II.1.d.i.v Globo 4"
Nº 2

II.1.d.i.v Globo 3/4"
Nº = 6

II.1.d.i.v Globo 2"
Nº = 2

II.1.d.i.v Esféricas 2"
Nº = 4

II.1.d.i.4 Retención 3/4"
Nº = 1

II.1.d.i.v Caudalímetro tipo Venturi (6")

II.1.e. Sistema de Transferencia de Resinas, Deuteración, y Dedeuteración del Sistema de Transporte de Calor

II.2. Sistema de Presurización y Control de Inventario de D_2O (Fig. 11)

II.2.a Presurizador (Fig. 9)

Cantidad	1
Volumen	42,5 m^3
Material	Acero al carbono
Presión de diseño	109 Kg/cm^2
Temperatura de diseño	315ºC
Diámetro interno	2,000 mm
Largo total	16.200 mm
Potencia total de calefacción	1 Mw.

II.2.b Bomba de alimentación

Cantidad	2
Caudal	32,6 m^3/h
Altura de elevación	914,4 m.c.a.
Requerimiento de energía eléctrica	Clase III

II.2.c Condensador de sangría

Cantidad	1
Materiales de la carcasa	Acero al carbono
Presión de diseño de la carcasa	105,6 kg/cm^2
Temperatura de diseño de la carcasa	315ºC
Area total de intercambio	86,9 m^2

II.2.d Refrigerador de sangría

Material del tubo	Incolou 800
Material de la carcasa	Acero al carbono
Presión de diseño-lado tubos	105,6 Kg/cm2
Temperatura de diseño-lado tubos	315ºC
Area total de intercambio	65 m^2

II.3 Sistema de Refrigeración en la Parada (Fig. 12)

II.3.a Bomba

Cantidad	2
Caudal	714,0 m^3/h
Altura de elevación	58,5 m.c.a.
Requerimiento de energía eléctrica	Clase III
Presión de diseño	116,2 Kg/cm^2
Temperatura de diseño	315°C

II.3.b Intercambiador de Calor

Cantidad	2
Area de intercambio por unidad	255 m^2
Presión de diseño	116,2 Kg/cm^2
Temperatura de diseño	315°C

II.3.c Sistemas de Sellos

II.3.d Intercambiador de Calor

Cantidad	1
Material del tubo	Incoloy
Material de la carcasa	Acero al carbono
Area de intercambio	32,5 m^2
Presión de diseño–lado tubos	116,2 Kg/cm^2
Temperatura de diseño–lado tubos	315°C

II.3.e Filtros

Cantidad	2
Caudal de diseño por unidad	3,3 m^3/h
Material de la carcasa	Acero al carbono
Presión de diseño	116,2 Kg/cm^2
Temperatura de diseño	315°C

II.3 Sistema de Refrigeración del Blindaje (Información incompleta) (Fig. 13)
(Cañerías–Código–USAS, B 31–1–O (Acero al Carbono)

II.3.a Recipientes

II.3.a.i Recipiente de expansión

Nº = 1
Tipo
Capacidad = 25,3 m^3
P Operación = Atmósférica
tº máxima operación estimada = 66°C
Medio: H_2O desmineralizada
Material = Acero al Carbono

II.3.b Bombas

II.3.b.1 De circulación
Nº = 3
Tipo
Caudal = 1.072 m^3/h
Altura = 24,4 m.c.a.
Motor = 150 HP.
Medio = H_2O desmineralizada
Material
tº operación = 66°C

II.3.c Columnas de Intercambio Iónico

Nº = 1
Tipo = Lecho mixto – Resinas desechables
Caudal = 30,7 m^3/h
Volumen de Resinas = 0,57 m^3
tº operación = 50°C
Medio = H_2O desmineralizada

II.3.d Intercambiadores de Calor

Nº = 2
Tipo
Caudal = 1.072 m^3/h
tº entrada = tubos = 63°C
Carcasa = 22°C
tº salida = tubos = 49°C
Carcasa
Material = tubos = Bronce Admiralty
Carcasa = Acero al Carbono
Capacidad = 13,6 MW
Medios = tubos = H_2O desmineralizada
Carcasa = H_2O

II.4 Sistema de Purificación y Refrigeración de las Piletas de Combustibles Usados (Fig. 14)
(Cañerías: ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sección III, Clase 3)

II.4.a Columnas de Intercambio Iónico

II.4.a.1 De las piletas de recepción y elementos combustibles fallados.

Nº = 2
Tipo = Lecho mixto, resinad desechables
Caudal = 62 m^3/h
Volumen de resina = 1,07 m^3
Medio = H_2O desmineralizada
Material
tº operación = 29°C

II.4.a.2 De la pileta de elementos Combustibles Gastados

Nº = 1
Tipo = Lecho mixto, resinads desechables
Caudal = 583 m^3/h
Máximo
Volumen de resinas = 1,07 m^3

Medio = H_2O desmineralizada
Material
t° operación = 29°C

II.4.b Bombas

II.4.b.1 De las piletas de recepción y elementos combustibles fallados

N° = 2
Tipo
Caudal = 60 m^3/h
Altura = 29 m.c.a
Motor = 10 HP
Medio = H_2O desmineralizada
Material

II.4.b.2 De la pileta de elementos Combustibles Gastados

N° = 2
Tipo
Caudal = 291 m^3/h
Altura = 18,3 m.c.a.
Motor = 30 HP
Medio = H_2O desmineralizada
Material

II.4.b.3 De Vacío

N° = 1
Tipo = Sumergible
Caudal = 8,24 m^3/h
Altura = 13,7 m.c.a
Motor = 7,5 Hp
Medio = H_2O desmineralizada
Material

II.4.b.4 Del rebosadero

N° = 1
Tipo
Caudal = 54,8 m^3/h
Altura = 10,7 m.c.a
Motor = 5 HP
Medio = H_2O desmineralizada
Material
Accesorios = filtro

II.4.c Intercambiadores de Calor

II.4.c.1 De las Piletas de Recepción y Elementos Combustibles fallados

N° = 1
Tipo
Capacidad = 0,32 MW
Caudal = 123,5 m^3/h
Material: tubos = Bronce admiralty
Carcasa = Acero al Carbono
Medio = tubos = H_2O desmineralizada
Carcasa = H_2O

II.4.c.2 De la Pileta de Elementos Combustibles Gastados

N° = 1
Tipo
Capacidad = 2 MW
Caudal máximo = 583 m^3/h
Material = tubos = Bronce Admiralty
Carcasa = Acero al Carbono
Medio = tubos = H_2O desmineralizada
Carcasa = H_2O

II.5 Sistema de Transferencia de Resinas (Fig. 15)

II.5.a Recipientes

II.5.a.1 De Resinas Nuevas

N° = 1
Tipo = Cilíndricos Vertical, con Fondo Cónico 120°
Dimensiones = Diámetro = 1,20 m
Altura = 1,20 m
Recta
Material = Acero al Carbono
Presión Operación = Atmosférica
t° Operación = Ambiente

II.5.a.2 De Resinas Gastadas
N° = 1
Tipo = Rectangular dividido en 3 secciones
Dimensiones = 11 m x 3,35 m x 3,66 mm
Capacidad = 238 m^3

II.5.b Bombas

II.5.b.1 De Evacuación de líquidos Radiactivos

N° = 1
Tipo = Centrífuga horizontal
Caudal = 2,74 m^3/h
Altura = 18,3 m.c.a
Material = Acero Inoxidable
Medio = H_2O radiactiva

II.5.c Cañerías

Material = Acero Inoxidable
Diámetros = 1" – 1/2"

II.5.d Válvulas y Accesorios

II.5.d.1 Diafragma 1" y 1/2"

N° = 20

II.5.d.2 Conexiones Móviles

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

Nº = 10

II.6 Sistema de Abastecimiento de D_2O (Fig. 16) (ASME, Boiler an Pressure Vessel Code, Sección III, Clase 3)

II.6.a. Recipientes

II.6.a.1 De Almacenamiento de D_2O
Nº = 2
Tipo = Cilíndrico Vertical
Capacidad = 182 m^3
Medio = D_2O
Material = Acero Inoxidable 304

II.6.b Bombas

II.6.b.1 De Carga
Nº = 2
Tipo = "Canned"
Caudal = 30 m^3/h
Motor = 15 HP
Medio = D_2O
Material = Acero Inoxidable 316

II.6.a Cañerías

Material = Acero Inoxidable 304 L
Diámetro = 2", 2 1/2"

II.6.d Válvulas y Accesorios

II.6.d.1 Diafragma 2"
Nº = 8

II.6.d.2 Diafragma 2 1/2"
Nº = 16

II.6.d.3 Retención 2"
Nº = 3

II.6.d.4 Recipiente de Muestra

II.6.d.5 Estación de trasvase de D_2O

II.6.d.6 Flotámetros

II.6.d.7 Manómetros

II.7 Sistema de Recuperación de D_2O del Edificio del Reactor Reactor (Fig. 17)

Presión de diseño = 2,1 Kg/cm^2
Presión de operación = 0 – 2,1 Kg/cm^2
tº diseño = 99ºC
tº operación = 0,99

II.7.a Recipientes

II.7.a.1 De Colección
Nº = 1
Tipo = Cilíndrico horizontal
Capacidad = 0,5 m^3
Medio = D_2O Sucia
Material = Acero Inoxidable 304

II.7.b Bombas

II.7.b.1 De Evacuación de Drenajes
Nº = 1
Tipo
Caudal
Material = Acero Inoxidable 304

II.7.b.2 De Sumidero
Nº = 3
Tipo = Rotor Sumergido
Caudal = 4,05 m^3/h
Altura = 15 m.c.a. – Material = Acero Inoxidable 304

II.7.c Cañerías

Material = Acero Inoxidable 304
Diámetros = 2", 4", 1"

II.7.d Válvulas – Accesorios

II.7.d.1 Diafragma 1"
Nº = 2

II.7.d.2 Retención = 2"
Nº = 5

II.7.d.3 Retención = 4"
Nº = 2

II.8 Sistema de Limpieza de D_2O (Fig. 18)

(ASME Code, Sección III – Clase 3)

II.8.a Recipientes

II.8.a.1 De Alimentación
Nº = 6
Tipo = Cilíndrico Vertical
Capacidad = 5.662 m^3
Medio = D_2O/H_2O
Material = Acero Inoxidable 304 L
Accesorios = Nivel

II.8.b Columnas de Intercambio Iónico

Nº = 3
Tipo = Lecho mixto, Resinas desechables
Recipiente = Cilíndrico vertical, fondo cónico
D columna = 0,61 m
h total = 1,71 m
V resinas = 200 lt.
Mallas colectoras = tipo "Johnson" – 0,2 mm
Material = Acero Inoxidable 304 L
Medio = D_2O/H_2O

II.8.c Filtros

II.8.c.1 De Carbón Activado
Nº = 1
Tipo = De Material Filtrante Desechable (Carbón Activado)
Recipiente = Cilíndrico horizontal, fondo cónico
D = 0,6 m
h = 1,7 m
V Material filtrante = 200 lt.
Mallas Colectoras = Acero Inoxidable Tipo "Johnson" 0,2 mm
Medio = D_2O/H_2O
Material = Acero Inoxidable 304 L

II.8.c.2 Colectores de Resinas
Nº = 2
Tipo = Strainers – de Mallas retirables
Material = Acero Inoxidable 304 L
Medio = D_2O/H_2O

II.8.d Bombas

II.8.d.1 De Alimentación
Nº = 2
Tipo = "Canned"
Caudal = 0,54 – 1,35 m^3/h
Material = Acero Inoxidable 304 L
Medio = D_2O/H_2O
Motor = 1 HP

II.8.e Cañerías

Material = Acero Inoxidable 304 L
Medio = D_2O/H_2O
Diámetros = 1", 1/2"

II.8.f Válvulas y Accesorios

II.8.f.1 Diafragma 1"
Nº = 42

II.8.f.2 Diafragma 1/2"
Nº = 30

II.8.f.3 Flotámetros

II.8.f.4 Conductímetros

II.8.f.5 Manómetros

II.8.f.6 Conexiones móviles

II.9 Sistema de Enriquecimiento de D_2O

No se poseen datos para caracterizar los componentes.

ANEXO III

SISTEMA MODERADOR

III.1 Sistema Principal del Moderador (Fig. 19)

(ASME Boiler and Pressure Vessel Code – Sección III, Clase 3)

III.1.a Recipientes

III.1.a.1 Recipiente de Cabeza
Nº = 1
Tipo = Cilíndrico horizontal
Capacidad = 8,5 m^3
P_d
t_d
Medio = D_2O
Material = Acero Inoxidable
Accesorios = Nivel

III.1.b Bombas

III.1.b.1 De Circulación
Nº = 2
Tipo = Centrífuga – Vertical – doble Succión
Caudal = 3.400 m^3/h
Altura = 76,2 m.c.a
Material = Acero Inoxidable (en contacto con D_2O)
Medio = D_2O (71ºC)
Motor = 1.500 Hp
Refrigeración Motor = H_2O
Pony Motor = 50 KW, 200 rpm, 341 m^3/h
Características Particulares: Doble sello mecánico con sello de retroceso. Acoplamiento rígido. Eje de la bomba soportado con cojinetes de empuje radiales.

III.1.c Intercambiadores de Calor

III.1.c.1 Principales
Nº = 2
Tipo = Tubos en U; 4 pasos lado tubo, 2 pasos lado Carcasa – Montados Verticalmente
t_i tubos = 71ºC t_i máxima 77ºC
t_f tubos = 41ºC
t_i carcasa = 22ºC
Medio Tubos = D_2O
Medio Carcasa = H_2O
Caudal tubos = 1.692 m^3 (normal)
Caudal normal H_2O Carcasa 469 m^3/h
Capacidad = 60 MW
Tubos = a) Diámetro externo = 15,8 mm
b) Espesor = 1,12 mm
c) Material = Incoloy 800

Placa tubo = Material = Acero al Carbono
Recubrimiento = Inconel 600
Presión tubos = 8 Kg/cm^2

III.1.d Cañerías

Material = Acero Inoxidable
Diámetro = 12", 16", 14", 10", 4", 3", 2", 1", 1/2"
Presión = 8 Kg/cm^2
Medio = D_2O

III.1.e Válvulas y Accesorios

Material = Acero Inoxidable

III.1.e.1 Exclusa 16"
N^o = 2

III.1.e.2 Retención 14"
N^o = 2

III.1.e.3 Exclusa 14"
N^o = 2

III.1.e.4 Exclusa 10"
N^o = 4

III.1.e.5 Globo 1"
N^o = 12
III.1.e.6 Globo 3"
N^o = 2

III.1.e.7 Globo 1/2"
N^o = 2

III.1.e.8 Reducciones

III.1.e.9 Manómetros
N^o = 2

III.1.f Filtros

III.1.f.1 De succión de las bombas
N^o = 2
Tipo = Strainer, de mallas removibles
Característica = retención partículas mayores a 1/4"
Material = Acero Inoxidable
Caudal = 3.400 m^3/h

III.2 Sistema de Purificación del Moderador (Fig. 20)

(ASMA Boiler and Pressure Vessel Code, Sección III Clase 3)

III.2.a Columnas de Intercambio Iónico

N^o = 5
Tipo = Lecho Mixto, Resinas Desechables
Recipiente = Cilíndrico, fondo cónico
D Columna = 0,61 m
h total = 1,7 m
V resina = 200 lt
t^o operación = 43° C
P operación = 8 Kg/cm^2
Caudal normal = 27,36 m^3/h (1 Columna)
Caudal máximo = 54,7 m^3/h (2 Columnas)
Mallas Colectoras = "Johnson" 0,2 mm
Material = Acero Inoxidable 304 L
Medio = D_2O

III.2.b Intercambiadores de Calor

III.2.b.1 Refrigerador de entrada
N^o = 1
Tipo
t_i (tubos) = 71°C
t_f (tubos) = 43°C
t_i (carcasa) = 22°C
Medio tubos = D_2O
Medio carcasa = H_2O
Caudal normal tubos = 27,36 m^3/h
Caudal máximo = 54,7 m^3/h
Tubos = a) Diámetro = 15,8 mm
b) Espesor = 1,12 mm
c) Material = Incoloy 800
Placa tubo = Acero al Carbono, recubierta con Inconel
Carcasa = material = Acero al Carbono
Presión en los tubos = 8 Kg/cm^2

III.2.c Filtros

III.2.c.1 De entrada
N^o = 1
Tipo = Cartuchos cambiables
Material filtrante = papel plegable
Retención = partículas mayores de 10 u
Medio = D_2O
Material = Acero inoxidable 304 L
t operación = 43°C
Presión operación = 8 Kg/cm^2
Caudal = normal = 27,36 m^3/h
máximo = 54,7 m^3/h

III.2.c.2 Trampas de Resinas
N^o = 2
Tipo = Strainer
Material filtrante = Acero Inoxidable
Retención = partículas mayores de 0,2 mm (60 mesh)
Caudal = normal = 27,36 m^3/h
máximo = 54,7 m^3/h
Medio = D_2O
t^o operación = 43°C
P operación = 8 Kg/cm^2
Material = Acero Inoxidable 304 L

III.2.d Cañerías

Material = Acero Inoxidable 304 L
Presión trabajo = 8 Kg/cm^2
t máximo = 71°C
Diámetros = 2" – 3"
Medio = D_2O

III.2.e Válvulas y Accesorios

Material = Acero Inoxidable 304 L

III.2.e.1 Globo 3"
N° = 5

III.2.e.2 Globo 2"
N° = 5

III.2.e.3 Neumáticas Si – No 2"
N° = 5

III.2.e.4 Automático de Control 3"
N° = 1

III.2.e.5 Caudalímetro tipo placa orificio
N° = 1

III.2.e.6 Medidores de presión diferencial
N° = 4

III.2.e.7 Reducciones

III.3 Sistema de Deuteración y de Deuteración del Moderador (Fig. 21)

(ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sección III – Clase 3)

III.3.a Recipientes

III.3.a.1 De Cabeza de D_2O
N° = 1
Tipo = Cilíndrico Vertical
Capacidad = 0,425 m^3
Medio = D_2O
Material = Acero Inoxidable 304 L ó 316
Accesorios = Nivel de posición múltiple (4)
P de trabajo = Atmosférica
t° de trabajo = Atmosférica
t° de trabajo = Ambiente

III.3.a.2 De Cabeza de H_2O
N° = 1
Tipo = Cilíndrico Vertical
Capacidad = 0,425 m^3
Medio = H_2O desmineralizada
Material = Acero Inoxidable 304 L ó 316
Accesorios = Nivel de Posición Múltiple (5)
P de Trabajo = Atmosférico
t° de trabajo = Ambiente

III.3.a.3 De Deuteración
N° = 1
Tipo = Cilíndrico Vertical, fondo cónico
Capacidad = 0,255 m^3 (D = 0,6 m – h = 1,6 m)
Medio = D_2O/H_2O
Material = Acero Inoxidable 304 L ó 316
Accesorios = Colectores "Johnson", 0,20 mm
Presión de operación = 1 Kg/cm^2 estimado
t° de operación = Ambiente

III.3.a.1 De Deuteración
N° = 1
Tipo = Cilíndrico Vertical
Capacidad = 0,255 m^3
Diámetro = 0,6 m
Altura = 1,6 m
Accesorios = Colectores "Johnson" 0,20 mm
P. de Operación = 1 Kg/cm^2 estimado
t° de operación = Ambiente
Material = Acero Inoxidable = 304 L ó 316

III.3.b Bombas

III.3.b.1 De Circulación
N° = 1
Tipo = "Canned"
Caudal = 5,5 m^3/h
Motor = 7 Hp
Material = Acero Inoxidable 304 L ó 316
Medio = D_2O

III.3.c Cañerías

Material = Acero Inoxidable = 304 L ó 316
Medio = D_2O, H_2O, Resinas Fluidificadas
Diámetro = 2", 1", 1/2", 3/4", 3/8"
P máxima = 8 Kg/cm^2

III.3.d Válvulas y Accesorios
Material = Acero Inoxidable 304 L ó 316

III.3.d.1 Diafragma 1"
N° = 3

III.3.d.2 Diafragma 3/4"
N° = 10

III.3.d.3 Diafragma 1/2"
N° = 8

III.3.d.4 Diafragma 3/8
N° = 12

III.3.d.5 Esféricas 1"
N° = 6

III.3.d.6 Esféricas 2"

Nº = 6

III.3.d.7 Esféricas 3/4"
Nº = 1

III.3.d.8 De aguja = 3/8"
Nº = 3
III.3.d.9 Automáticas 3/8"
Nº = 2

III.3.d.10 Recipientes de Muestreo
Nº = 2

III.3.d.11 Conexiones flexibles
Nº = 10

III.3.d.12 Flotámetros
Nº = 3

III.3.d.13 Densímetros
Nº = 2

III.3.d.14 Visores
Nº = 2

III.3.e Filtros

Nº = 6
Tipo = Strainer
Material Filtrante = Acero Inoxidable, removible
Retención = Partículas Mayores 0,2 mm
Material = Acero Inoxidable = 304 L ó 316

III.4 Sistema de Gas de Cubierta del Moderador (Fig.22)

ASME Boilerand Pressure Vessel Code, Code, Sección III, Clase 3)

III.4.a Compresores

III.4.a.1 Principales
Nº = 2
Tipo = De diafragma o Sopladores tipo "Canned"
Caudal = 15 a 7 m^3/h
Presión de descarga = 0,14 atm
Material = Acero Inoxidable 316 ó 304 L
Medio = He
Motor = 1,5 Kw

III.4.b Recombinadores

Nº = 2
Tipo = con Catalizador. Paladio sobre Alumina en forma de Pellets en forma anular.
Caudal = 7 a 15 m^3/h
Presión Normal = 0 – 0,28 Kg/cm^2
Presión Máxima = 0,28 Kg/cm^2
Presión diseño = 10,5 Kg/cm^2
tº normal = 93ºC
tº máxima = 400ºC
tº diseño = 400ºC
Material = Acero Inoxidable 316 ó 304 L
Características = Refrigerado por H_2O (13,5 m^3/h)
Reacción = $2D_2 + O_2 - 2D_2O$
en atmósfera de He
Accesorios = 2 cortallamas por cada unidad recombinadora (4)

III.4.c Precalentadores de Gas

Nº = 2
Tipo = Eléctricos
Consumo = 1,5 Kw

III.4.d Estaciones de Botellas

III.4.d.1 He
Nº = 4 estaciones con 8 botellas c/u y 4 manifold. Total 32 botellas.

III.4.d.2 O_2
Nº = 1 estación con 2 botellas y 1 manifold

III.4.e Cañerías

Material = Acero Inoxidable tipo 316 ó 304 L
Medio = He, O_2, Vapores de D_2O
Diámetros = 3", 2", 1", 1/2", 1/4"
Máxima presión = 0,84 Kg/cm^2

III.4.f Válvulas y Accesorios

III.4.f.1 Diafragma 1"
Nº = 7

III.4.f.2 Diafragma 1/2"
Nº = 3

III.4.f.3 Globo 3"
Nº = 1

III.4.f.4 Globo 1"
Nº = 4

III.4.f.5 Aguja 1/4"
Nº = 3

III.4.f.6 Aguja 1/2"
Nº = 1

III.4.f.7 De Control Neumáticas – 2"
Nº = 2

III.4.f.8 De Control Neumáticas 1/2"
Nº = 2

III.4.f.9 De Control Neumáticas 1/4"
Nº = 2

III.4.f.10 Manómetros

III.4.f.11 Caudalímetros

III.5 Sistema de Colección de D_2O del Moderador (Fig. 23)

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sección III Clase 3)

III.5.a Recipientes

III.5.a.1 De Colección de D_2O
Nº = 1
Tipo = Cilíndrico horizontal
Capacidad = Cilíndrico horizontal
Capacidad = 0,2832 m^3
Presión de Diseño = 2,1 Kg/cm^2
tº de diseño = 99ºC
Material = Acero Inoxidable 304
Medios = D_2O
Accesorios Nivel

III.5.b Bombas

III.5.b.1 De circulación
Nº = 1
Tipo = Centrífuga horizontal
Caudal = 4 m^3/h
h = 30 m.c.a.
Motor = 3 HP
Material = Acero Inoxidable 304

III.5.c Cañerías

Material = Acero Inoxidable 304
P diseño = 2,1 Kg/cm^2 y 3,5 Kg/cm^2
tº diseño = 99ºC
Medio = D_2O
Diámetro = 2", 1", 1/2"

III.5.d Válvulas y Accesorios

III.5.d.1 Diafragma 1/2"
Nº = 10

III.5.d.2 Diafragma 2"
Nº = 1

III.5.d.3 Diafragma 1"
Nº = 1

III.5.d.1 Retención 1/2
Nº = 3

III.5.d.5 Indicadores de flujo

III.5.d.6 Caudalímetro

III.5.d.7 Manómetros

III.5.d.8 Válvula Neumática 1"
Nº = 1

III.5.d.9 Placa orificio de restricción 1/2"

III.6 Sistema de Muestreo del Moderador (Fig. 24)

(ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sección III, Clase 3)

Presión de Diseño = 10,5 Kg/cm^2
tº de diseño = 93ºC
Materiales = Acero Inoxidable 304 L
Medio = D_2O
Cañerías = 3/8", 1/4"
Válvulas tipo aguja = 38
Recipientes de muestreo = 6
Conductímetros (celdas) = 2
Válvulas de retención = 4

III.7 Sistema de Venenos Líquidos (Fig. 25)

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Seccion III, Clase 3)

III.7.a Recipientes

III.7.a.1 Recipiente de almacenamiento de Boro. (BO_3D)

Nº = 1
Tipo = Cilíndrico Vertical
Capacidad = 0,425 m^3
P diseño = 10,5 Kg/cm^2
tº diseño = 93ºC
Medio = Solución BO_3D (8,55 gr B_2O_3/l)
Material = Acero Inoxidable 304/304 L
Accesorios = Agitador incorporado, niveles y boca para adición de B_2O_3 con válvula esférica

III.7.a.2 Recipiente de almacenamiento de gadolinio

$L(NO_3)_3$ Gd)
Nº = 1
Tipo = Cilíndrico Vertical
Capacidad = 0,425 m^3
P diseño = 10,5 Kg/cm^2
tº diseño = 93ºC
Medio = Solución $(NO_3)_3$ Gd (3,17g $Gd(NO_3)_3.GH_2O$/l)
Material = Acero Inoxidable 304/304 L
Accesorios = Agitador Incorporado, niveles, y boca para adición de $(NO_3)_3$ Gd con válvula esférica

III.7.a.3 Recipiente de decaimiento

Nº = 1
Tipo = Cilíndrico Vertical
Capacidad = 0,0368 m^3
P diseño = 10,5 Kg/cm^2
tº diseño = 121ºC
Medio = D_2O
Material = Acero Inoxidable = 304/304 L

III.7.b Bombas

III.7.b.1 Bombas de Muestreo

Nº = 2
Tipo = Centrifugas, tipo "Canned"
Caudal = 0,273 m^3/h
Medio = Soluciones: BO_3D, $(NO_3)_3$ Gd respectivamente
Material = Acero Inoxidable 304/304 L

III.7.c Cañerías

Material = Acero Inoxidable 304/304 L
P diseño = 10,5 Kg/cm^2
tº diseño = 93ºC
Medio = D_2O Solución $Gd(NO_3)_3$, Solución DBO_3
Diámetros = 1/2", 3/8"

III.7.d Válvulas y Accesorios

III.7.d.1 Diafragma = 1/2"
Nº = 11

III.7.d.2 Diafragma 3/8"

Nº = 4

III.7.d.3 Esféricas

Nº = 4

III.7.d.4 Globo 1/2"

Nº = 4

III.7.d.5 Aguja 1/2"

Nº = 2

III.7.d.6 Neumáticas si — no 1/2"

Nº = 2

III.7.d.7 Flotámetros

Nº = 2

III.7.d.8 Recipientes de muestreo

Nº = 2

III.7.d.9 Trampas de D_2O

No = 2

ANEXO IV MANEJO DE COMBUSTIBLE

IV.1 Mecanismos de Barra de Control

IV.1.a. Sistema de manejo de combustible

El sistema de manejo de combustible está compuesto por los siguientes subsistemas y mecanismos:

IV.1.a.1. Máquinas de recambio de combustibles y puentes — soportes.

IV.1.a.2. Sistema alimentador de combustible nuevo.

IV.1.a.3. Puestos de comunicación.

IV.1.a.4. Sistema de descarga de combustible quemado.

A los fines del presente trabajo se ha utilizado la información disponible sobre las centrales Pickering por ser más completa y detallada, adecuándola a las características de la Central de Córdoba. No debe descartarse el rediseño de algunos mecanismos menores, pero se estima que el diseño básico no ha de ser alterado.

IV.1.b. Componentes de la Máquina (Fig. 26)

IV.1.b.1. Tambor de almacenaje

Material: a determinar
Proceso de fabricación: forjado
Proceso de diseño: considerado como recipiente de presión
Temperatura de trabajo: de 175 a 300º F
Presión de trabajo: hasta 500 psia.
Ubicación: concéntrico con la carcasa
Número de posiciones del tambor: 12

Para contener elementos combustibles:	5 posiciones
Para contener 2 tapones de canal refrigerante:	2 posiciones
Para contener 2 tapones de blindaje:	2 posiciones
Para contener 1 tapón de cabezal:	1 posición
Para contener 1 adaptador de mecanismo de empuje	1 posición
Para contener 1 manguito de guía:	1 posición
Total	12 posiciones

IV.1.c Cabezal y Tambor de Almacenaje de la Máquina de Recambio (Figs. 26 y 27)

1) Placa extremidad
2) Accionador de Placa
3) Brazo de la brida
4) Soporte de leva
5) Segmento de soporte
6) Cuerpo de agarre de brida
7) Sello
8) Anillo de fijación
9) Tuerca y engranaje
10) Soporte central
11) Conjunto Separador
12) Topes del elemento combustible
13) Pistón de bloqueo
14) Cremallera
15) Pistón de sujección
16) Conjunto de ajuste del cabezal de emergencia
17) Extremo de la cubierta del tambor de almacenaje
18) Placa de retención frontal
19) Brida Grayloc de 30"

20) Tambor de almacenaje
21) Anillo de sello Grayloc
22) Manguito de guía
23) Detector de temperatura por resistencia
24) Eje de mando del tambor de almacenaje
25) Habitáculo del tambor de almacenaje
26) Placa de retención posterior
27) Sello balanceado del eje
28) Comando indicador Ferguson
29) Blindaje nuclear
30) Cabezal de empuje
31) Indicador de posición del tambor de almacenaje
32) Motor de comando del tambor de almacenaje (hidráulico)
33) Brida Grayloc de 10"
34) Habitáculo de empuje

IV.1.d Esquema de la Parte Frontal del Mecanismo de Empuje (Fig. 28)

1) Habitáculo del tambor de almacenaje
2) Blindaje nuclear
3) Cabezal de empuje "B"
4) Manguito de cierre
5) Cabezal de empuje "C"
6) Barra deflectora
7) Anillo de empuje
8) Perno de bloqueo
9) Tapa del extremo del cojinete
10) Tapa del cojinete contrapesado
11) Tapa
12) Soporte del tubo Nº 3
13) Tuerca de retención
14) Cojinete esférico de carbón
15) Recinto del cojinete
16) Placa del cojinete
17) Llave
18) Brida Grayloc 10"
19) Recinto de los empujadores
20) Cojinete frontal del tornillo de bolas
21) Tope de sobrecarrera del empujador "B"
22) Tornillo de bolas de empuje "B".
23) Tornillo de bolas del cerrojo de empuje
24) Pistón del tubo Nº 2
25) Tubo Nº 3
26) Tubo de empuje "C" (Pertenece al sistema C)
27) Tubo de empuje a cerrojo
28) Tubo de empuje B
29) Anillo de elevación

IV.1.e Esquema de la Parte Posterior del Mecanismo de Empuje. (Fig. 29)

1) Carcasa del mecanismo de empuje
2) Tornillo de bolas del sistema de empuje "B"
3) Tornillo de bolas del cerrojo de empuje
4) Indicador de posición del empujador "C"
5) Tubo Nº 1
6) Tubo Nº 2
7) Tubo Nº 3
8) Tubo de empuje "C"
9) Tubo cerrojo de empuje
10) Tubo de empuje "B"
11) Llave de la carcasa del tubo de empuje
12) Placa de cojinete
13) Tuerca de bola
14) Placa muñón
15) Soporte del muñón del sistema de empuje "B"
16) Pistón del sistema "C"
17) Soporte del muñón del empujador de cerrojo
18) Brida Grayloc de 10"
19) Anillo de cierre Grayloc
20) Parte posterior del mecanismo de empuje
21) Superficie de sello
22) Eje principal de la caja de engranajes
23) Cubierta frontal de la caja de engranajes
24) Cubierta posterior de la caja de engranajes
25) Motor hidráulico del mecanismo de empuje "B"
26) Comando del tornillo del mecanismo de empuje "B"
27) Engranaje de comando del mecanismo de empuje "B"
28) Piñón del mecanismo de empuje "B"
29) Motor hidráulico del mecanismo del cerrojo de empuje
30) Comando del tornillo del cerrojo de empuje
31) Engranaje interno conducido
32) Engranaje interno fijada
33) Engranajes planetarios
34) Carro planetario
35) Accionamiento del engranaje planetario
36) Engranaje de comando del empujador de cerrojo y planetario conducido
37) Piñón del mecanismo del cerrojo de empuje
38) Potenciómetro del mecanismo "B"
39) Potenciómetro del cerrojo de empuje
40) Tapa del mecanismo de comando

IV.1.f. Sistema de Operación del Cabezal de la Máquina de Recambio

IV'1.f.1

Sistema	Mecanismo operador	Actuador	Mecanismo detector de posición
Mecanismo de empuje B	Motor hidráulico operado con aceite	Tuerca a bolas	Potenciómetro
Mecanismo de empuje C	Agua pesada a presión	Cilindro de presión telescópica	Potenciómetro
Mecanismo de empuje del tubo de empuje C Tambor de almacenaje	Motor hidráulico operado con aceite Motor Hidráulico	Tuerca de bolas Mecanismo "Ferguson"	Potenciómetro Potenciómetros e interruptores rotativos
Mecanismo de apertura y cierre del canal refrigerante	Aceite a presión Agua a presión	Cilindro hidráulico. Pinson-Cremallera	Interruptores "Reed"

IV.1.f.2 Tambor de Almacenaje

Temperatura	Posicionador neumático	Válvulas de Control	R.T.D's
Presión	Posicionador neumático	Válvulas de Control	Transmisores de presión

IV.1.f.3 Suministro de Potencia Hidráulica

Sistema de aceite	Motores eléctricos	Bombas	Interruptores de nivel y de presión
Sistema de D_2O	Motores eléctricos alternativas	Bombas al-	

IV.1.g Mecanismos Fundamentales

IV.1.g.1. Mecanismo de empuje: está diseñado para introducirse dentro del canal refrigerante para introducir o extraer el tapón de blindaje y para cargar un elemento combustible nuevo.

IV.1.g.2 Mecanismo de empuje C: está diseñado para desplazar el elemento combustible.

IV.1.a.1.1 Puente de la máquina de recambio:

Comprende:

1) Columnas de guías: cada columna comprende una columna principal, tornillo de bolas, estructura de soporte de tornillo de bolas, soporte de puente y la carcaza inferior de sellado del mecanismo de comando.

Características del tornillo: Diámetro 4".
Carga del diseño para condiciones de operación: 37.000 libras.

Carga estática en condiciones de accidente: 96.000 libras.

2) Estructura del puente: características: estructura soldada formada por dos miembros laterales sujetos por medio de una estructura en la parte superior blindada. El puente está sostenido por soportes apoyados en las columnas de guía. Dos carros en la parte inferior de ese puente permiten el posicionado horizontal de la máquina de recambio.

3) Comando vertical del puente: características: a motor hidráulico acoplado a la base de cada columna mediante trasmisión a tornillo sin fin con válvula de contrabalanceo para aumentar el torque en la marcha hacia abajo.
Velocidad del comando hidráulico: 720 y 120 r.p.m.
Velocidad lineal de traslación: 36 pg/min. y 6 pg/min. en el tornillo de bolas (después de la reducción).

Capacidad de carga de cada motor: igual a la carga total

IV.1.a.1.2 Puente de la máquina de recambio y sistema operativo del carro.

Sistema	Operador	Actuador
Troley según "x"	Motor hidráulico con aceite	Piñón y cremallera
Basculante según "x"	Mando de troley según "x"	
Mecanismo giroscópico según "z"	A presión de aceite	Cilindro hidráulico
Movimiento de péndulo	A presión	Cilindro hidráulico rotativo
Puente de la "y"	Motores hidráulicos	Mando a tornillo de bolas
Basculante según "y"	Motores hidráulicos con aceite	Mando a tornillo autobolcante

IV.1.a.1.3 Puente de la máquina de recambio (Fig. 30)

1) Estructura del puente de la máquina de recambio.
2) Columnas de guía de la máquina de recambio.
3) Soporte del puente.
4) Tornillos de bolas.
5) Cabezal de la máquina de recambio.
6) Carrito de desplazamiento horizontal.

IV.1.a.1.4. Troley del carro de la máquina de recambio (Fig. 31).

1) Estructura soldada de troley.
2) Soporte de los cojinetes de las guías circulares.
3) Bloques de la rotación a 90º.
4) Conjunto de la placa de comando.
5) Camisa de corrección del tornillo según "y"
6) Engranaje indicador de rotación a 90º.
7) Pivote superior.
8) Caja de bolillas para indicación según "z".
9) Impulsor de rotación a 90º.
10) Mando hidráulico a distancia para el desacople.

IV.1.a.1.5. Columna de guía (Fig. 32).

1) Soporte de tornillo de bolas.
2) Estructura de la columna.
3) Ensamble del tornillo de bolas.
4) Guía circular superior.
5) Guía circular inferior.
6) Resorte.
7) Placa soporte del resorte.
8) Soporte del puente.
9) Amortiguador de la guía circular inferior.
10) Placa cubierta superior.
11) Placa tapa inferior.
12) Tapa frontal de la base.
13) Tapa lateral de la base.
14) Tapa extremo del cojinete.
15) Tuerca del bloqueo del cojinete.
16) Arandela del bloqueo del cojinete.
17) Cojinete de empuje.
18) Asiento de tapa de cojinete.
19) Sello de aceite.
20) Soporte del tornillo de bolas.
21) Chaveta guía del puente.
22) Cojinete de la guía circular (Thomson)
23) Anillo.
24) Resorte.
25) Soporte.
26) Cojinete.
27) Soporte del puente.
28) Tuerca del tornillo de bolas.
29) Buje del muñón

IV.1.a.1.6. Columna de guía (Fig. 33)

2) Conjunto del soporte del puente.
25) Eje de comando partido.
27) Reductor de velocidad relación de reducción 20:1
32) Amortiguador.
33) Interruptores de proximidad.
35) Tope mecánico (Asiento modificado del tornillo).
105) Aclopamiento del eje Thomas.

IV.1.a.1.7. Conjunto de Comando Vertical

17) Carcasa.
18) Eje.
27) Caja de engranajes 1: 1
28) Caja de engranajes 1: 1
29) Soporte de cojinete.
30) Brida de acoplamiento "Thomas"
31) Brida de Acoplamiento.
48) Motor hidráulico (de desplazamiento constante n= 720 r.p.m.).
49) Brida "Thomas"
56) Válvula de equilibrio.
85) Interruptor de presión.

IV.1.a.2.1 Sistema Alimentador de Combustible Nuevo.

1) Tambor de Combustible nuevo: está constituído por un tambor con 16 canales, y se lo hace rotar por medio de un mecanismo "Ferguson", acoplado al tambor por medio de tren de engranajes.

2) Características de los engranajes que accionan sobre el tambor.

Nº de dientes: 192
Diámetro primitivo: 8

3) Características del sistema que acciona el anterior tren de engranajes

Nº de dientes: 36
Diámetro primitivo: 8
Lo cual significa una relación de transmisión de 3/16.

IV.1.a.2.2. Recinto de Carga de Combustible Nuevo (Fig. 34).

1) Mecanismo de carga de combustible nuevo.
2) Cabezal de empuje.
3) Cavidad.
4) Carcasa de la compuerta de blindaje.
5) Tapón.
6) Soporte de carcaza.
7) Tambor de combustible nuevo.
8) Anillo de blindaje.
9) Blindaje del mecanismo de empuje del tambor de

combustible nuevo.
10) Blindaje del mecanismo de empuje del elevador de combustible gastado.
11) Monoriel con 1 manojo de combustible nuevo.
12) Monoriel para elevación.
13) Casco para combustible nuevo.
14) Mesa giratoria.

IV.1.a.3.1. Puestos de transferencia

Consiste cada uno en un tubo que atraviesa la pared del recinto de trabajo de las máquinas de recambio, comunicando en un caso son el alimentador de combustible nuevo y en el otro con el sistema elevador de combustible quemado.

El extremo lado máquina de recambio consta de:

—1 tapón de cierre de idénticas características que el colocado en el canal refrigerante.

—1 sello "o ring" que realiza el sellado radial a lo largo del perímetro del cabezal del tubo de comunicación.

—1 brida de cierre y ajuste del "o ring".

IV.1.a.4.1 Sistema de descarga de combustible quemado (Fig. 35)

1) Puerto de transferencia de combustible.
2) Mecanismo de transferencia (no corresponde para central de Córdoba).
3) Tambor de almacenaje para combustible nuevo.
4) Conjunto de blindaje de la compuerta.
6) Elevador.
7) Tubo de transporte de combustible quemado.
8) Pared del edificio del reactor.
9) Recinto de servicio de la máquina de recambio.
10) Recinto de la máquina de recambio.

IV.1.a.4.2 Elevador de Combustible (Fig. 36) (Sujeto a modificaciones para la Central de Córdoba).

1) Disposición: consiste en un carro que se mueve entre 2 posiciones fijas, una ligada al puerto de transferencia y la otra al carro de transporte hacia piletas dentro de una estructura metálica inundada con agua liviana. Consiste en una serie de escalones montados sobre un par de cadenas. Cada "escalón" consta de 4 soportes en voladizo terminados en forma de cuña y puede sostener 2 elementos combustibles en su extremo (2 soportes por elementos combustible). Las cadenas están montadas sobre ruedas dentadas ubicadas en los extremos superiores e inferior de la misma.

2) Accionamiento: por motor neumático a través de un reductor con ruedas dentadas en la salida. Se asegura una posición fija del carrito (escalón) desplazado el mismo contra topes fijos en los extremos de su trayectoria y bloqueado el comando de accionamiento.

Cuando el carrito está en su posición superior preparado para recibir combustible del puerto de transferencia, un conjunto de soportes pivotantes rota y se coloca en posición para llenar los espacios entre las cuñas en voladizo en los escalones y para suministrar una superficie relativamente continua sobre la cual se desliza el combustible cuando es ubicado sobre el elevador. Mientras esta operación no se realiza, los soportes pivotantes permanecen en posición de "descanso" liberando el movimiento del elevador. En la parte superior del elevador se encuentran ubicados los comandos del motor neumático, el acople al puerto de transferencia y los soportes pivotantes con su accionamiento neumático. En la sección inferior del elevador se ubican las ruedas de comando para el retorno de las cadenas.

3) Estructura metálica del sistema elevador:
Disposición: carro en forma de soporte abierto y puede contener 2 elementos combustibles accionando a través de un cable de acero recubierto en plástico.
Accionamiento: por motor neumático.

IV.1.a.4.3 Sistema Elevador para Elementos Combustibles Quemados (Fig. 36) *

1) Recinto de transferencia.
2) Conjunto de la carcasa superior.
3) Conjunto de blindaje del mecanismo de empuje (sujeto a modificación)
4) Puerta de acceso.
5) Parada de combustible, retorno del mecanismo de empuje.
6) Columna.
7) Conjunto superior de la guía.
8) Placa de equilibrio.
9) Placa sobre el piso.
10) Cubierta de acceso.
11) Conjunto de la guía inferior.
12) Parte anclada del tubo.
13) Sello de la protección de la carcasa inferior.
14) Carcasa inferior.
15) Puerta de acceso.
16) Tunel de combustible gastado (sujeto a modificaciones)
17) Conjunto de la guía pasante.
18) Carrito elevador.
19) Manojo de combustible.
20) Carcasa de soporte de la cinta transportadora.

*Oferta técnica canadiense.

IV.1.a.4.4 Sistema de Almacenaje de Combustible Quemado (Fig. 37).

1) Impermeabilización externa.
2) Recubrimiento expoxy.
3) Sellado plástico contra el agua.
4) Sellado metálico contra el agua.
5) Colchón de aire.
6) Lámina plástica.
7) Capa de cemento.
8) Canal de deslizamiento.
9) Tunel de transferencia de combustible quemado.
10) Ubicación de la bomba sumergible.
11) Drenaje desde el colchón de aire. (diámetro 3")
12) Drenaje desde la pileta (diámetro 4")
13) Pasajes de hombre.

IV.1.h Barras de Control

IV.1.h.1 Barras de ajuste.

1) Nº de barras: 18

2) Elementos absorbentes:
Forma: Cilindros esbeltos consecutivos envainados en Zircaloy y ordenados según configuración radial dentro de un círculo de 2,5" de diámetro.
Dimensiones: Diámetro de cada elemento cilíndrico: 1/4"
Longitud de los elementos 12 a 13,1 pies y 6 a 9,3 pies.
Material: Cobalto.

3) Tubos de guía de los elementos absorbentes:
Forma: Tubos perforados en toda su longitud.
Dimensiones: Diámetro 3,5".
Material: Zircaloy, dentro del recipiente del reactor. Acero Inoxidable, fuera del recipiente del reactor.

4) Carrera total: 610 cm.

5) Tiempo empleado para la carrera total a velocidad máxima del mecanismo: 67 sg.

6) Mecanismo de accionamiento:
elementos constitutivos: cable, caja de contención, polea de guía, reductor de velocidad con mecanismo indicador de posición, motor eléctrico.
Disposición: cable, polea y unión de cable separados de caja de engranajes.
Sellado del eje respecto a la caja:
Lado agua pesada: Sello de placa de carbón
Lado aceite: Sello labial.
(con drenaje en el espacio entre sellos)
Conexiones motor-caja engranajes y caja engranajes-polea: mediante eje roscado con bolillas recirculantes.
Motor de comando:
tipo: trifásico de inducción
Velocidad: 1760 rpm (descargado)
Tensión: 550 volt
frecuencia: 60 ciclos

IV.1.h.2. Barras de Control Grueso

1) Nº de barras: 11

2) Elementos absorbentes:
Forma: tubos concéntricos alternados dentro de un tubo guía
Diámetro exterior de la barra: 4,875 pg.
Largo efectivo de la barra: 14,5 pies

3) Tubos de guía: Iguales características que en la barra de ajuste salvo diámetro y distribución de las perforaciones.

4) Carrera total: 663 cm

5) Tiempo de elevación de la barra para la carrera total: 160 sg (a 4,15 cm/sg)

6) Tiempo de caída libre: 1,7 sg

7) Mecanismo de accionamiento del cable:
Tipo: electromagnético de traba a fricción por energización.
Reducción: mediante tornillo de relación 60: 1
El resto del mecanismo, incluyendo el motor de accionamiento, es similar al de las barras de ajuste.

IV.1.i. Barras de Ajuste y de Parada (Fig. 38)

1) Barra de ajuste
2) Mecanismo de comando
3) Barra de control grueso (parada)
4) Nivel 320' 5"
5) Mecanismo de Comando
6) Hormigón pesado
7) Nivel
8) Tubo de guía interno: Acero inoxidable
9) Tubo de guía externo: Acero inoxidable
10) Nivel
11) Boquilla
12) Carcaza de calandria
13) Blindaje carcaza de calandria
14) Tubo guia zircaloy
15) Cable
16) Nivel 289'
17) Elemento absorbente barra ajuste
18) Tubos de calandria
19) Elemento absorbente barra C.G.
20) Tubos de calandria
21) Tubos guía
22) Blindaje carcasa calandria

ANEXO V

SISTEMA DE VAPOR

—Tubos, soportes y placas.
—Cajas de agua.
—Cajas de los condensadores.
—Pozos calientes.
—Reductores de presión para el by-pass de vapor vivo.
—Instrumentos y accesorios.

Las características de diseño del condensador son:

—Código de construcción	T.E.M.A y U.S. Hidraulic Institute
—Material:	
envoltura	acero común
Placa de tubos	metal MUNTZ
soportes	acero común
tubos	Latón Almirantazgo
número de-pasos	1
—Superficie de transferencia	43,360 m^2
—Coeficiente de transferencia	25,8 $Kcal/m^2h^oC$
—Presión de diseño de envoltura	1 Kg/cm^2
—Diámetro exterior de tubos	25,4 mm
—Espesor de pared	1,245 mm
—Número de tubos	64.732
—Longitud de tubo	8.200 mm
—Espesor placa	32 mm
—Espesor de envoltura	22 mm
—Tolerancia entre soportes y tubos	+ 0,45 mm
—Agua de circulación para carga máxima	164.340 m^3/h
—Velocidad de agua en tubos	1,71 m/seg
—Pérdida de carga	1.780 mm/H_2O
—Oxígeno máximo en la entrada bomba condensado	0,007 mg/1
Caudal de vapor a diversas cargas:	
(a) 50 o/o	1.158.532 Kg/h
(b) 75 o/o	1.657.655 Kg/h
(c) 100 o/o	2.170.250 Kg/h
Temperatura de entrada de circulación:	
máxima (diseño)	23°C
garantizada	18°C
Salto térmico a través del condensador	7°C
Temperatura de vapor saturado para las cargas:	
(a) 50 o/o	25,8°C
(b) 75 o/o	29,5°C
(c) 100 o/o	33,17°C
Temperatura en "hot well" para las cargas:	
(a) 50 o/o	25,8°C
(b) 75 o/o	29,5°C
(c) 100 o/o	33,17°C
Reserva de agua en "hot well" (a nivel normal)	250 m^3
Dimensiones generales:	
longitud	14,8 m
ancho	8,8 m
altura	7,9 m
Peso	1.390 m

V.1 Sistema del vacío del Condensador

Este sistema está diseñado para lograr 1,5" Hg abs. de vacío en el condensador y cuenta con un eyector de arranque con vapor provisto por la caldera auxiliar y 2 eyectores de doble etapa para el servicio normal con vapor tomado de la línea de vapor principal.

Con el eyector de arranque se puede alcanzar un vacío de 15 cm Hg absolutos en menos de 60 minutos. Los eyectores de doble etapa vienen provistos de condensadores intermedio y posterior. Los gases de descarga serán enviados a la atmósfera por encima del edificio de la Sala de Máquinas.

Las características del sistema son:

1 — Eyectores de vapor:	
Etapas de cada unidad	2
Equipos de reserva	1
Tipo	Condensado
Caudal de vapor requerido a máxima carga de turbina	720 Kg/h
Presión de vapor	42,19 Kg/cm^2
Temperatura de vapor	252°C
Capacidad de eyectores (aire y vapor mezclado a temperatura de saturación)	246 Kg/h
Porcentaje en peso	31 o/o aire; 69 o/o vapor
Eyector de arranque	8.000 Kg/h
Presión	15 Kg/cm^2
Temperatura	198°C
Capacidad de eyector de arranque	6.450 Kg/h (aire)
Material de tobera	acero inoxidable
2 — Condensador de eyector:	
Presión de trabajo	3,5 Kg/cm^2
3 — Tubos:	
Número	154
Diámetro exterior	20 mm
Espesor de pared	1 mm

Material	acero inoxidable	4 — Placas de tubos:	
Superficie de intercambio	25,63 m^2	Espesor	20 mm
Velocidad del agua en tubos	1,06 m/seg	Material	acero inoxidable

V.2 Precalentadores de Baja Presión

PRECALENTADOR	UNIDADES	E 101 A/B/C	E 102 A/B/C	E 103 A/B/C	E 104 A/B/C	E 105 A/B/C
Cantidad		3	3	3	3	3
Tipo		horizontal	horizontal	horizontal	horizontal	horizontal
Nº de pasos lado agua		1 + 1	1 + 1	1 + 1	1 + 1	1 + 1
Nº de pasos lado vapor		1	1	1	1	1
Disposición de tubos		U	U	U	U	U
Cantidad de placas tubo		1	1	1	1	1
Coeficiente de transmisión de calor	kcal/m2hºC	2832/1200	2726/1200	2983/1200	2806/—	—/1050
Caudal de agua	t/h c/u	1.114,319	1.114,319	1.114,319	1.114,319	1.114,319
Presión de vapor	kg/cm2	5.72	1.98	0,803	0.307	
Consumo de vapor						
a 50 o/o carga	kg/h c/u	43,763	44,611	35,532	38,294	
a 75 o/o carga	kg/h c/u	26,115	30,872	24,450	21,760	
a 100 o/o carga	kg/h c/u	12,379	19,305	14,829	9,278	
Temperatura de entrada agua						
a 50 o/o carga	ºC	112.29	87.37	62.87		33,36
a 75 o/o carga	ºC	103.22	79.52	59.58		33.36
a 100 o/o carga	ºC	92.61	70.37	48.9		33.36
Temperatura de salida agua						
a 50 o/o carga	ºC	148.57	112.29	87.37	62.87	
a 75 o/o carga	ºC	138.39	103.22	79.52	59.58	
a 100 o/o	ºC	124.26	96.61	70.37	48.9	
Diferencia terminal	ºC	4.44/5.56	4.44/8.33	4.44/8.33	4.44/8.33	
Tubos:						
—material		ASTM A179	ASTM A179	ASTM B111 715	ASTM B111 715	ASTM 111 715
—longitud	m	8.594	7.325	8.135	5.800	4.730
—DE y espesor	mm	5/8"BWG 16	5/8"BWG 16	6/8::BWG 18	5/8"BWG 18	5/8::BWG 18
—Unión de tubo a placa tubo		expansión	expansión	expansión	expansión	expansión
Carcaza						
—material		acero al carbono	acero al carbono	acero al carbono	acero al carbono 285GR.C	acero al carbono

V.2.a Características Técnicas

V.2.a.1 Recalentadores de Vapor Intermedios

—Cantidad	4
—Tipo	separador de humedad y recalentador
—Pasos lado tubos	1
—Pasos lado carcasa	1
—Disposición de tubos	triangular
—Superficie de calentamiento	1710 m^2
—Coeficiente de transmisión de calor	450 $kcal/m^2h^oC$
—Datos lado tubos	
Caudal (cada uno)	550,25 t/h
Presión de diseño	55 kg/cm^2
Presión de prueba	82.5 kg/cm^2
Caída de presión	3.4 m
Velocidad	390,000 kg/m^2h
Temperatura de entrada	251°C
Temperatura de salida	251°C
—Datos lado carcasa	
Caudal (cada uno)	777,720 t/h
Presión de diseño	13 kg/cm^2
Presión de prueba	19,5 kg/cm^2
Caída de presión	3.7 m
Velocidad	395,500 kg/m^2h
Temperatura de entrada	189°C
Temperatura de salida	237,5°C
—Tubos	
Material	Cu Ni
Cantidad	
Longitud	
DE	
Espesor	
Unión a placa tubos	
—Carcasa	
Material	acero al carbono
Espesor	30 mm
Longitud	11.1 m
—Placa tubo	
Material	acero al carbono
Espesor	185 mm
Unión a carcasa	soldada
—Bafles	
Material	acero al carbono
Cantidad	8
Espesor	20 mm
—Deflectores	
Tipo	parabólicos
Material	acero
Espesor	12 mm
—Separadores de humedad	
Tipo	Placas corrugadas de acero inoxidable

V.2.b Características Técnicas

V.2.b.1 Bombas de alimentación

Cantidad	3 x 50 o/o
Tipo	Centrífuga, horizontal
Norma	Standard Hydraulic Institute
Material del impulsor	Acero al cromo
Caudal	1815 m^3/h
Velocidad	
NPSH requerida	38 m H_2O
Diferencia mínima entre NPSH requerida y disponible	17 o/o
Altura de impulsión	479 m H_2O
Caudal mínimo de recirculación	475 m^3/h
Potencia absorbida por la bomba	3665 CV
Potencia motor	3100 KW
Acoplamiento	flexible
Sello	mecánico
Cojinete radial	fricción
Cojinete empuje	zapatas
Lubricación	forzada
Refrigeración	externa

V.2.c Características Técnicas

V.2.c.1 Bombas de baja presión

Cantidad en servicio normal	3 x 50 o/o
Cantidad en servicio emergencia	3 x 100 o/o
Caudal	8000 m^3/h
Velocidad	745 rpm
NPSH requerida	13 m de H_2O
Diferencia mínima porcentual entre NPSH requerida y disponible	5 o/o
Altura manométra de impulsión	57 m de H_2O
Potencia absorbida por la bomba	1450 KW
Potencia motor	1620 KW
Curvas características	Gráfico Nº 5159
Eficiencia bomba en punto de diseño	86 o/o
Tipo de sello	empaquetadura
Máxima pérdida admisible	0,1 1/sec
Lubricación y refrigeración	agua filtrada
Material del impulsor	acero ASTM 296-65

V.2.c.2 Bombas de alta presión

V.2.c.3 Tuberías de descarga

Cantidad	2 x 50 o/o
Diámetro nominal	
Espesor	12 mm
Material	St 37
Norma	DIN 17100
Fabricación	soldada
Conexiones	bridas y soldadura
Presión de diseño	7,8 kg/cm^2
Presión de prueba	11,6 kg/cm^2

Las cañerías serán arenadas y debidamente protegidas contra corrosión.

V.2.c.4 Cañerías en general

Material	acero al carbono
Norma	ASTM A-53 y A-139
Fabricación	soldada
Conexiones	bridas y soldadura
Presión de diseño	7,8 kg/cm^2
Presión de prueba	11,6 kg/cm^2
Soportes	completos

Arenado y protección contra corrosión

V.2.c.5 Válvulas

Tipo	mariposa motorizada
Cantidad	
Diámetro	
Espesor de pared	16 mm
Material	St 37
Fabricación	soldada
Conexión	bridas abulonadas
Tipo de asiento	acero inoxidable AISI 308
Tipo de asiento	goma sintética
Presión de diseño	7,8 kg/cm^2
Presión de prueba	11,6 kg/cm^2

Arenadas y protegidas contra corrosión.

V.2.c.6 Caldera Auxiliar

Máxima carga contínua	12.000 kg/h
Mínima carga contínua	2.400 kg/h
Temp. final agua alim.	70°C
Máxima humedad vapor vivo	2o/o
Presión de servicio	15 ata.
Eficiencia a plena carga	88 o/o
Eficiencia a 50 o/o de plena carga	88 o/o
Temperatura de humos	210 a 230°C

V.2.c.7 Desgasificador:

Operación totalmente automática	
Caudal de agua	40 m^3/h
Temperatura de trabajo	90 a 95°C
Presión de trabajo	atmosférica
Capacidad	20 m^3
Oxígeno residual	0,05 cc/1

V.2.c.8 Equipo de preparación de agua:
1 tanque vertical de 100 lts. de capacidad, con todos sus accesorios.
1 bomba de alimentación y tubería.
1 bomba dosificadora para el fosfato trisódico.
1 electroagitador de alta velocidad y sus elementos auxiliares.
2 electrobombas centrífugas para el agua de alimentación.

V.2.c.iv Normas:
Código ASME

V.2.d Características técnicas

V.2.d.1 Bombas

Cantidad	3 x 50 o/o
Tipo	centrífuga, vertical
Norma	Standard Hydraulic Institute Europump
Caudal	1670 m^3/h
Velocidad	976 rpm
NPSH requerida	0 m H_2O
NPSH disponible	1,2 m H_2O
Altura de impulsión	160 m H_2O
Caudal mínimo de recirculación	327 m^3/h
Potencia absorbida por la bomba	1260 CV
Potencia del motor	1430 KW
Acoplamiento	flexible
Sellos	empaquetadora
Cojinete radial	fricción
Cojinete de empuje	zapatas
Material impulsor	

V.2.e Características técnicas

V.2.e.1 Compresores;

Tipo	Servicio pesado, simple etapa, doble efecto, libre de aceite, enfriado por agua.
Cantidad	3 x 50 o/o
Capacidad	680 Nm^3/h c/u
Presión de descarga	7 hg/cm^2

Enfriadores y separadores de humedad y aceite.

V.2.e.2 Tanques

Capacidad	5 m^3
Cantidad	3
Presión de servicio	7 kg/cm^2

V.2.e.3 Cañerías

Material	cobre

V.e.e.4 Características del aire para respiración

Temperatura	
Humedad	
Aceite	

V.2.e.5 Características del aire para instrumentación

Temperatura	
Humedad	
Aceite	

ANEXO VI

PLANILLAS DE DATOS CARACTERISTICOS GARANTIZADOS MOTOR DIESEL

Normas	
Marcas	
Tipo	
Fabricante	
Potencia nominal (a 750 mm Hg, 27ºC y 20ºC temperatura del agua de refrigeración del sobrealimentador y 50 o/o	4820 CV
Cantidad	2 (100 o/o)
Número de cilindros motrices	9
Sobre-carga admisible durante una hora diaria	o/o
Diagramas de variación de la potencia en función de la presión atmosférica, temperatura ambiente y humedad.	
Diámetro de los cilindros motrices	420 mm
Carrera o recorrido del pistón	500 mm
Velocidad de rotación	428 rpm
Velocidad media del pistón	m/s
Presión efectiva media a potencia nominal	kg/cm^2
Presión de combustión máxima	kg/cm^2
Presión de compresión	kg/cm^2
Grado de irregularidad	± 0,5 o/o
Consumo específico de combustible referido a la potencia de 4820 CV y 428 rpm para un combustible de 10000 Cal/kg es de	150 gr/hCV con el 5 o/o de tolerancia.
Peso del motor	Kg
Peso del volante	Kg
Peso del árbol cigüeñal	Kg
Peso de la bancada	Kg
Peso de la pieza más pesada a maniobrar durante una reparación normal	Kg
Dimensiones máximas del equipo montado	mm
Altura mínima de desmontaje del pistón con biela	mm
Aire comprimido para arranque a	30 kg/cm^2

ANEXO VII

CIRCUITO DE AGUA DE REFRIGERACION PRINCIPAL

VII.1 Toma de Agua — Generalidades

VII.1.a Características Técnicas

Nº de cañerías independiente	3
Diámetro interior cañerías	3.100 mm
Longitud cañerías	1.000 (aproximadamente)
Material	acero St 37
Norma	DIN 17100
Espesores	22-19-16 mm
Fabricación	soldada
Conexiones	bridas abulonadas

Las cañerías serán arenadas y debidamente protegidas contra corrosión.

VII.2 Sistema de Limpieza Mecánica — Generalidades

El primer sistema de rejas estará ubicado a la entrada de las tres tuberías de aspiración que descansan sobre el lecho del lago. Las rejas se montarán formando un plano inclinado que permitirá se autolimpien por gravedad. En la casa de bombas al final de las tres tuberías mencionadas precedentemente, se proveerá una cámara común desde la cual el agua de refrigeración fluirá a través de 6 líneas de filtrado independientes en paralelo.

Cada sección de filtrado será diseñada para 20 o/o del caudal máximo y contará con un sistema de rejas fijas de limpieza automática por medios mecánicos y un sistema de filtros rotativos con limpieza automática por chorro de agua. Se proveerán compuertas para dividir y aislar las secciones de filtrado, permitiendo su vaciado mantenimiento y limpieza. La materia retenida por el sistema de limpieza será retornada al lago.

La casa de bombas contará con bombas para vaciado fijas y portátiles. Se proveerán dispositivos (2 x 100 o/o) medidores e indicadores de las diferencias de nivel entre la entrada y salida de las secciones de filtrado. Este sistema permitirá seguir las variaciones de nivel en las piletas y se usará para controlar automáticamente el movimiento de los filtros rotativos y los rastrillos limpiadores de las rejas fijas una

vez alcanzada una diferencia de nivel prefijada. Se suministrarán 4 compuertas móviles para dos secciones de limpieza; 2 compuertas móviles para las bombas de agua de refrigeración de los condensadores y 1 compuerta móvil para las bombas de agua de proceso. La operación de todos los equipos ubicados en la casa de bombas será totalmente automática. Se repetirán en la sala de comando los controles y señalizaciones más importantes.

Planos: 5154; 89310; 33407; 89350; 89488; 89311; 89312; 163270 bis*.

VII.2.a Características Técnicas

Nº de secciones de filtrado	6
Caudal total	196.000 m^3/h
VII.2.a.1 Rejas fijas (en la toma):	
Cantidad	3
Dimensiones	3,6 x 16,8 m
Luz entre barras	150 mm
Material	St 37
VII.2.a.2 Rejas fijas (en casa de bombas):	
Cantidad	6
Dimensiones	4 x 7 m
Luz entre barras	20 mm
Material	St 37
Sistema de limpieza	rastrillo automático
VII.2.a.3 Filtros rotativos:	
Cantidad	6
Tamaño de malla	0,8 x 0,8 mm
Disposición	vertical
Sistema de limpieza	por agua a presión
Arranque y parada automáticas	
Material de malla	
Dos velocidades de operación	
VII.2.4 Bombas portátiles de vaciado:	
Cantidad	2
Altura de impulsión	25 m H_2O
Caudal	120 m^3/h
Potencia motor	16,5 kW
VII.2.a.iv Bombas fijas de vaciado:	
Cantidad	2
Altura de impulsión	25 m H_2O
Caudal	60 m^3/h
Potencia motor	9 kW

VII.3 Generalidades

Este circuito tomará agua del lago que previamente ha pasado a través del sistema de limpieza mecánica (rejas gruesas, rejas finas, tamices), que luego será impulsada por las bombas de agua de circulación hasta los condensadores del vapor de turbina, para finalmente ser devuelta al lago. Las bombas serán verticales, del tipo de flujo mixto, y contarán con álabes ajustables que automática y/o manualmente regularán el caudal requerido para mantener una temperatura máxima del 30ºC a la salida de los condensadores.

Los impulsores y cojinetes serán fácilmente accesibles para comprobación de huelgos e inspección general. Será posible aislar cada una de las bombas de este sistema para su mantenimiento, permitiendo la operación de las restantes. Se empleará el eyector de vapor de arranque para extraer el aire del lado agua del condensador, evitándose la formación de bolsas de gases en las zonas de tubos y cajas de agua. **Normas:** DIN, ASTM, UNI, Hydraulic Standard Institute, Standard Code for Pressure Piping. **Planos:** 5156, 89310, 5155, 89316, 89313, 89317, 89314, 163972-2, 163954bis, 163936, WO. 2 bis, 163270bis.*

VII.3.a Características Técnicas

VII.3.a.1 Bombas:	
Cantidad	3 x 33,3 o/o
Succión	independiente
Tipo	álabes ajustables, verticales, flujo mixto
Caudal	54.600 m^3/h
Velocidad	222 rpm
NPSH requerida	9,95 m H_2O
Diferencia mínima en o/o entre NPSH requerida y disponible	34,5 o/o
Altura manométrica de impulsión	21,5 m
Mecanismo de ajuste álabes	hidráulico
Potencia absorbida por la bomba	3.610 kW
Potencia motor	4.000 kW
Eficiencia bomba en punto de diseño	88,5 o/o
Curvas características	Gráfico Nº 5155
Acoplamiento entre bombas y reductor	rígido
Acoplamiento entre reductor y motor	flexible
Tipo de sello	empaquetadura
Máxima pérdida admisible	0,2 l/seg.
Lubricación y refrigeración	agua filtrada
Material de álabes	Acero ASTM A 256–65
Eficiencia del reductor	97,2 o/o

*oferta técnica Canadiense

VII.3.a.ii Tuberías de descarga:

Diámetros nominales	2000/2300/2800 mm
Nº a la descarga bombas	2
Nº a la entrada condensadores	6
Espesores	16 mm
Material	St 37
Norma	DIN 17100
Fabricación	Soldadas
Conexiones	Bridas abulonadas
Presión diseño	3,5 kg/cm^2
Presión prueba	5,25 kg/cm^2

Las cañerías serán arenadas y debidamente protegidas contra corrosión.

VII.3.a.3 Válvulas:

Tipo	mariposa motorizada
Diámetro nominal	2300 mm
Cantidad	3
Espesor pared	20 mm
Material	St 37
Norma	DIN 17100
Fabricación	soldada
Conexión	Bridas abulonadas
Tipo de asiento	acero inoxidable AISI 308
Tipo de asiento	goma sintética
Presión de diseño	3,5 kg/cm^2
Presión de prueba	5,25 kg/cm^2
Tipo	mariposa motorizadas
Cantidad	12
Diámetro nominal	2.000 mm
Espesor pared	16 mm
Material	St 37
Norma	DIN 17100
Fabricación	soldada
Conexión	bridas abulonadas
Tipo de asiento	acero inoxidable AISI 308
Tipo de asiento	goma sintética
Presión de diseño	3,5 kg/cm^2
Presión de prueba	5,25 kg/cm^2

ANEXO VIII

TALLERES Y HERRAMIENTAS

Este suministro deberá comprender la provisión de máquinas-herramientas, equipos, herramientas manuales, y todas aquellas herramientas especiales para montaje y desmontaje de componentes.

VIII.1 Equipamiento del Taller Mecánico de Zona Controlada

VIII.1.a Descripción

Equipo para soldadura TIG	(1 para taller, 2 portátiles)
Equipo de soldadura eléctrica	1
Equipo de soldadura autógena	1
Agujereadora-estampa de barco	1
Agujereadora-estampa de pie	1
Sierra mecánica	1
Sierra sin fin	1 (hasta 200 kg. sobre la mesa)
Dobladora de caños	1
Rectificadora de piedra	1
Fresadora universal	1 (1 a 1,2 m de mesa)
Torno pequeño de precisión	1 (1 m. de bancada)
Amoladoras de mano	2
Rebabadora portátil	1
Llaves de impacto neumáticas	1 juego de 3/4" y otro de 1/2"
Agujereadora neumática	
Cortador neumático de impacto	1
Juegos de repasar roscas	2
Juegos de mechas grandes	4
Juego de mechas chicas	4
Escariadores	2 juegos
Punzón	1 juego
Torno	1 (2 a 2,5 m de bancada)
Agujereadora radial	1 (hasta Ø 30 mm mecha)
Alesadora	1
Piedra esmeril con base y extractor de aire y filtro	1
Rectificadora de válvula (hasta 300 Ø)	1
Rectificadora de válvula (de Ø 10 a 100)	1

VIII.2 Equipamiento del Taller Mecánico Convencional

Torno grande	1 (mínimo 1,4 m de volteo en el escote y 4 a 5 m entre puntas)
Torno mediano	1 (2,5 m de bancada 0,60 m de escote)
Afiladora de herramientas universal (fresas, machos, mechas, herramientas, etc.)	1

Fresadora universal	1 (largo de mesa aproximadamente 1,5 m)
Agujereadora radial grande	1
Prensa hidráulica	1 (de hasta 50 ton)
Limadora	1 (carrera aproximada 1 m)
Agujereadora de columna	1
Bancos de trabajo	4
Piedras esmeriles con base	2
Cizallas	2
Rectificadora de válvula	1 (de hasta Ø 400)
Rectificadora de válvula	1 (de 30 Ø a 100)
Juegos de herramientas de mano diversas, aparejos, instrumentos de medición, etc.	
Aparejos livianos, eslingas	

VIII.3 Equipamiento para Taller de Soldadura

Equipos de soldadura autógena completos	2
Equipos de soldadura eléctrica completos	2
Mesas de soldar	2

VIII.4 Equipamiento para Herrería

Fragua	1
Morsa de herrero	1
Plato de herrero	1
Bigornia	1
Herramientas de mano diversas	

VIII.5 Equipamiento para Chapistería

Dobladora de chapa	1
Cilindradora	1
Pestañadora	1
Guillotina	1
Cizalla para planchuela y perfiles	2
Bancos de trabajo	2

VIII.6 Equipamiento para Taller Eléctrico

VIII.6.a Instrumental

1 — Medidor de aislación eléctrica de 1 hasta 5 KV con puntas de prueba, completo. (megger electrónico)
1 — Probador de aislación de 1 y 2 KV completo, con puntas de prueba, etc.
1 — Equipo de prueba portátil para relés secundarios hasta 25 A equipado completo.
1 — Equipo de prueba para relés primarios y transformadores de intensidad hasta 5.000 A, con regulación gruesa y fina. Equipado con medidor eléctrico de tiempos de 0 a 20 segundos, 0,01 segundo/división.
1 — Aparato de medición de rigidez dieléctrica de aceites (fabricación Maidanik o similar)
1 — Megger completo con alcances 250, 500 y 1000 V.
2 — Indicadores de sucesión de fases.
4 — Tester Universales.
2 — Pinzas amperimétricas con alcances 0-15 — 75 — 300 - 1200 y 1500 Amperes (aproximadamente)
1 — Lámpara estroboscópica para medición de velocidades, alcances de 150 a 20.000 rpm con regulación contínua.
2 — Voltamperímetros de Fe móvil, alcances 0 — 6 — 30 Amperes y 0 — 600 V (en 5 escalas)
1 — Medidor de tierras operado a baterías, tolerancia ± 1 o/o zonas de medición 0 — 5 Ω — 0 — 500 Ω — 0 — 50 Ω - 0 — 5000 Ω.
3 — Ohmímetros.
1 — Puente de Wheatstone, equipado con puntas de prueba, etc.
1 — Autotransformador trifásico 380 — 0 — 380 V 5 KVA.
1 — Autotransformador monofásico 220 — 0 — 250 V con regulación gruesa y fina 2,5 KVA.
1 — Desfasador trifásico 3 KVA.
1 — Valija para medición de carga desequilibradas
1 — Cofímetro 0 — 100 — 380 V — 0-1 — 15 A.
1 — Detector de puestas a tierra, frecuencia de operación 5 Hz para buscar de tierras en sistemas de c.c.

VIII.6.b Máquinas herramientas

—Máquina de perforación.
—Amoladora—
—Horno de secado con regulación contínua de temperatura hasta 250°C, dimensiones (2,5 x 1,5 x 1,5 mts. aproximadamente)
—Equipo para tratamiento y purificación de aceite de interruptores y transformadores 4.000 l/h. (puede obviarse si ya se dispone de otro en la misma zona (EPEC ó AyEE).

ANEXO IX

SISTEMA DE VENTILACION

La lista de componentes del sistema de ventilación responde a Córdoba 1ª y Gentilly en la medida que se tiene información. Los planos de válvulas, etc. responden a lo que se usó para Ezeiza sobre modelo Atucha.

Abreviaturas Usadas

Ventilador de entrada	V.E.
Ventilador de salida	V.S.
Ventilador de recirculación hermética	V.R.H.
Ventilador de salida hermético	V.S.H.
Ventilador axial	agrega (A)
Ventilador centrífugo	agrega (C)
Válvulas herméticas	VV.H
Válvulas de regulación	VV.R
Filtro de entrada	F.E.
Filtro de entrada grueso	F.E.G.
Filtro de entrada prefiltro	F.E.P
Filtro de salida	F.S.
Filtro de salida prefiltro	F.S.P.
Filtro de salida absoluto	F.S.A.
Filtro rotativo de entrada	F.R.E.
Filtro de carbón activado impregnado con IK	F.C.A.
Filtro de recirculación de carbón activado impregnado con IK	F.R.C.A
Filtros de recirculación Absoluto	F.R.A
Serpentina calefactora	S.C
Serpentina enfriadora	S.E
Cajas metálicas para filtros del tipo hermético	C.M.F.H.
Cajas metálicas para filtros de carbón activado de tipo hermética	C.M.F.C.A.H
Cajas metálicas para filtros absolutos	C.M.F.A.
Cajas metálicas para filtros rotativos de entrada	C.M.F.R.E.

IX.1 Sistema de Ventilación (Preliminar)

Elementos—Cantidad y Características Técnicas —En Atucha	Fue fabricado en el país?	Firma que suministró un elemento similar para Atucha
1-V.E.(c)-1x50.000 m3/h; 120 mmc. a; 30 H.P	Si	Térmico (Ciarrapico)
2-V.E.(c)-1x40.000 m3/h; 100 mmc. a; 20 H.P	Si	" "
3-V.S.H(c)-2x25.000 m3/h; 250 mmc. a; 40 H.P	No	T.K.T. (Turbón AL)
4-V.S.H(c)-1x25.000 m3/h; 50 mmc. a; 7,5 H.P	No	" "
5-V.S.H(c)-1x35.000 m3/h; 125 mmc. a; 20 H.P	No	" "
6-V.S.H(c)-2x10.000 m3/h; 125 mmc. a; 7,8 H.P	No	" "
7-V.E(c)-1x40.000 m3/h; 75 mmc. a; 20 H.P	Si	Térmico (Ciarrapico)
8-V.S(A)-1x35.000 m3/h; 25 mmc. a; 15 H.P	Si	" "
9-V.E(c)-2x17.000 m3/h	Si	Térmico (Ciarrapico)
10-V.S.H(c)-2x17.000 m3/h	No	TKT (Turbón)
11-V.S.(A)-5x30.000 m3/h	Si	Lix KLET (Ciarrapico)
12-V.S.(A)-2x15.000 m3/h	Si	" "
13-V.S.(A)-2x20.000 m3/h	Si	" "
14-V.R.H-3x7.000 m3/h	No	TKT (Silica Gel A.G
15-V.R.H-1x7.000 m3/h	No	" "
16-V.R.H-1x3.400 m3/h	No	" "
17-V.R.H-2x850 m3/h	No	" "
18-V.R.(c)-14x1.000 m3/h	Si	Lix KLET (Ciarrapico)
19-V.R.(c)-1x10.000 m3/h	Si	" "
20-V.S.(A)-2x5.000 m3/h	Si	" "
21-V.S.(A)-2x6.000 m3/h	Si	" "
22-V.S.(A)-3x3.500 m3/h	Si	" "
23-V.E.(c)-2x10.000 m3/h	Si	" "
24-V.S.(A)-6x5.000 m3/h	Si	" "
25-V.V.H-4x20.000 m3/h	No	TKT (Dingler)
26-V.V.H-4x20.000 m3/h	No	TKT "
27-V.V.R-60xdist.medidas	Si	Termeco-Lix KLET
28-F.S.G-25.000 m3/h 30 o/o AFI	No	TKT (CEAG-AG)
29-F.S.P-25.000 m3/h 90 o/o NBS	No	TKT (CEAG)
30-F.S.A.-25.000 m3/h 99,97 o/o DOP	No	" "
31-F.S.G-25.000 m3/h 80 o/o AFI	No	" "
32-F.S.P-25.000 m3/h 90 o/o NBS	No	" "
33-F.S.G-35.000 m3/h 80 o/o AFI	No	" "
34-F.S.P-35.000 m3/h 90 o/o NBS	No	" "
35-F.S.G-40.000 m3/h 80 o/o AFI	No	" "
36-F.S.P.-40.000 m3/h 90 o/o NBS	No	" "
37-F.S.A-40.000 m3/h 99,97 o/o DOP	No	" "
38-F.R.E-50.000 m3/h	No	" "

39-F.R.E-40.000 m3/h	No	"
40-F.C.A-35.000 m3/h	No	"
41-F.R.E-34.000 m3/h	No	"
42-F.S.P-20.000 m3/h 90 o/o NBS	No	"
43-F.S.A.-20.000 m3/h 99,97 o/o DOP	No	"
44-F.R.A-21.000 m3/h 99,97 o/o DOP	No	TKT (CEAG)
45-F.R.C.A-21.000 m3/h	No	"
46-F.R.E-14x1.000 m3/h	No	"
47-F.R.E-10.000 m3/h	No	"
48-F.R.E-12.000 m3/h	No	"
49-F.R.E-2x10.000 m3/h	No	"
50-F.R.E-1x40.000 m3/h	No	"
51-S.C-1x50.000 m3/h	Si	Térmico (Helos)
52-S.E.-1x50.000 m3/h	Si	"
53-S.C.-1x40.000 m3/h	Si	"
54-S.C.-1x17.000 m3/h	Si	"
55-S.E.-1x17.000 m3/h	Si	"
56-S.E.-17x17.000 m3/h	Si	"
57-S.C.-56 (500.000 Kcal/h total)	Si	"
58-S.E.-30(1.500.000 frig/h total)	Si	"
59-S.E.-20(500.000 frig/h total)	Si	"
60-S.E.-14x12.000 frig/h	Si	"
61-S.C.-14x40.000 Kcal/h	Si	"
62-S.E.-17x5.000 frig/h	Si	"
63-S.C-1x350.000 Kcal/h	Si	"
64-S.E.-1x520.000 frig/h	Si	"
65-S.E.-10x100.000 frig/h	Si	"
66-S.C.-2x200.000 Kcal/h	Si	"
67-CMFH-1x25.000 m3/h	No	TKT (CEAG-ALEM)
68-CMFH-1x25.000 m3/h	No	"
69-CMFH-1x35.000 m3/h	No	"
70-CMFH-1x10.000 m3/h	No	"
71-CMFRE-1x50.000 m3/h	No	"
72-CMFRE-1x40.000 m3/h	No	"
73-CMFRE-1x34.000 m3/h	No	"
74-CMFRE-14x1.000 m3/h	No	"
75-CMFRE-1x10.000 m3/h	No	"
76-CMFRE-1x12.000 m3/h	No	"
77-CMFRE-2x10.000 m3/h	No	"
78-CMFRE-1x40.000 m3/h	No	"
79-CMFCA-1x35.000 m3/h	No	"
80-CMFH-1x20.000 m3/h	No	"
81-CMFCA-1x21.000 m3/h	No	"
82-CMFA-1x20.000 m3/h	No	"

IX.2 Sistema de Ventilación (Recuperación de D_2O)

IX.2.a. Tres equipos completos dobles (uno que trabaje secando y otro regenerando) para un caudal de 7000 m3/h, para secar el aire con silica-gel a un punto de rocío de 17,8ºC (aproximadamente 1400 H). Estos equipos por trabajar con agua liviana y agua pesada tritiada deben ser herméticos. Deben poseer todos los equipos eléctricos, válvulas neumáticas, controles, etc. para que su operación sea totalmente automática con sensores de humedad que verifiquen su correcto funcionamiento. La cantidad aproximada de agua pesada + liviana a recuperar es de 51 gr/hora por cada unidad.

IX.2.b Un equipo secador igual al anterior pero con un punto de rocío de 34,4ºC (230 p.p.m) con una recuperación de agua (pesada + liviana) de 1 Kgr/hora.

IX.2.c Un equipo secador similar al 1) pero para un caudal de 3400 m3/h con una recuperación de agua pesada de 2,5 Kgr/hora.

IX.2.d Un equipo para secado del aire similar al 2) pero con un caudal de 850 m3/h.

IX.3 Ventiladores

Se elegirá una construcción que evite al máximo el mantenimiento y se tratará de obtener un grado de rendimiento óptimo. Los cojinetes no requerirán mantenimiento antes de las 20.000 horas de servicio. El accionamiento se efectuará directamente o con correas en V. En este último caso, se usará un número de correas tal que la rotura de una de ellas, no comprometa el funcionamiento del ventilador. El ventilador será diseñado de modo que permita un aumento del caudal del 20 o/o sobre el punto de diseño calculado. Los motores de hasta 3 kW (referidos a la potencia nominal del ventilador) se proveerán con una potencia de 1,5 veces. El Contratista suministrará las hojas de curvas características del ventilador con los datos garantizados. La estanqueidad de los ventiladores herméticos se comprobará durante la prueba en fábrica con un método de reconocida eficiencia y con una diferencia de presión de 500 mm de columna de agua. Los ensayos de estanqueidad aprobados se realizarán antes de aplicar la primera capa de pintura. Los ventiladores podrán ser, según en uso:

a) de aspiración en ambos lados y compuesto de:

1) un cuerpo de chapa de acero gruesa, totalmente soldado con un rotor de alabes balanceados estática y dinámicamente en forma perfecta, según las reglas de la aerodinámi-

ca con eje de acero sustentado con dos rodamientos.
2) 2 rejillas protectoras de aspiración.

3) un accionamiento completo de correas en V con las poleas correspondientes y las correas de alto rendimiento necesario para una capacidad de sobrecarga de por lo menos 25 o/o.

4) una caja de seguridad para las correas, totalmente cerradas.

5) un tubo de conexión elástico en el lado de presión del ventilador para la unión con bridas en ángulo hecho de amianto.

6) un marco base soldado de hierro perfilado con malla de acero para ser llenado con hormigón, incluyendo los rieles tensores para el motor eléctrico.

7) un juego de amortiguadores que reducen las oscilaciones y los ruidos para ser ahderido sobre la superficie de la instalación y colocados de tal manera con respecto a su centro de gravedad, que todos queden igualmente solicitados.

b) De aspiración de un solo lado, hermético y compuesto de:

1) un cuerpo de hierro grueso resistente a la presión con todas las uniones soldadas en forma contínua y todos los cantos redondeados, con el rotor con álabes convexos, en forma técnico-aerodinámicas, estática y dinámicamente balanceados con el eje de acero doblemente sustentado por rodamiento y el paso del mismo con perfecto cierre mecánico.

2) un accionamiento completo con correas en V compuesto por las poleas y un número necesario de correas en V, de alto rendimiento, con una capacidad de sobrecarga de por lo menos el 25 o/o.

3) una protección para las correas en V totalmente cerrada.

4) un tubo de empalme elástico sobre el lado de presión del ventilador para su unión con bridas en ángulo, fabricado en metal y amianto y de tipo hermético.

5) un tubo de empalme elástico igual al anterior.

6) un bastidor de hierro perfilado soldado, con un entramado de acero para hormigonado que incluya los rieles tensores para la colocación del motor.

7) un juego amortiguadores idénticos a los usados en los ventiladores con aspiración en ambos lados.
Todos los ventiladores sin excepción, llevarán un sistema de indicación de funcionamiento del tipo eléctrico, con teleindicación en los tableros de control, para detectar la ruptura del acoplamiento motor-ventilador.

IX.4 Válvulas de cierre hermético

Las válvulas de cierre hermético y rápido formarán parte del recinto de seguridad primario. Ellas tendrán la tarea de aislar los recintos de seguridad hacia afuera en el caso de una presión demasiado alta en el mismo (accidente). Las válvulas serán construídas de manera que resistan temperaturas y presiones accidentales. El disco de la válvula no deberá abrirse contra la dirección de cierre por la presión de aire producida por el ventilador. La estanqueidad que tendrán estas válvulas será de 10-3 Torr.l/s en el cierre disco-asiento cónico y en los pasajes del eje hacia afuera, para diferencias de presiones máximas. Tiempo de cierre de válvula, 3 segundos.

Las válvulas herméticas se someterán a un examen de funcionamiento abriéndolas y cerrándolas diez veces, examinando después su estanquedad con aire comprimido para comprobar el cierre de la parte móvil contra el cuerpo. Los pasajes de los ejes también serán ensayados. Serán de construcción soldada de acero con terminación hermética, con bridas en ambos lados para su colocación en los sistemas de conductos. Con caja cilíndrica con asiento cónico concéntrico de acero inoxidable.

El disco de cierre llevará una junta-anillo completa de neoprene, viton o buna-n que será mantenida en su asiento (ranura) por un anillo de acero desmontable que permita el recambio de la junta sin necesidad de desarmar la clapeta de la válvula. El disco de cierre podrá girar hasta 90º. El eje de giro del disco no será concéntrico con la aleta sino que estará desplazado y, por lo tanto, será excéntrico hacia el lado contrario al asiento cónico y se encontrará fuera de la junta de cierre estanco. En la posición totalmente abierta, el disco-clapeta se encontrará paralelo al eje del tubo y ofreciendo al aire la menor resistencia posible. El accionamiento se efectuará por un engranaje helicoidal en caja estanca, que estará directamente sobre la válvula. El dispositivo tendrá indicación de su posición mecánica (abierto-cerrado). El accionamiento tendrá también una rueda para accionamiento manual. El accionamiento a distancia de estas válvulas podrá ser neumático por medio de un pistón de doble efecto o eléctrico por medio de un motor con reductor de velocidad. El equipo tendrá interruptores eléctricos para señalizar a distancia la posición de la aleta. La válvula será provista con una capa de pintura descontaminable, como así también por todas las juntas correspondientes y los materiales de fijación a las paredes y/o techos.

IX.5 Filtros

IX.5.a Filtros de cinta enrollada para aire de entrada.

Estará compuesto de un marco central con guía lateral para la cinta, rodillos de guía superior e inferior, con refuerzos verticales y horizontales para la estabilización de la cinta del filtro de aire. El equipo poseerá los motores de accionamiento que sean necesarios para el tamaño de filtro, con movimiento por piñón y cadenas. El equipo de filtrado poseerá el número de cintas para ser enrrolladas que sea necesario para el caudal nominal, y será de material filtrante elástico, formado por fibras de vidrio, unido firmemente entre sí con resina plástica artificial en sus puntos de contacto y cubiertos con una capa de gel como medio de fijación del polvo. Poseerá un control por manómetro para servicio totalmente automático con medidor diferencial de presión, con contactos eléctricos de mínima y de máxima presión y con la caja de control correspondiente con llave selectora. Se incluirá también una botonera para el avance de la cinta de filtro durante el cambio, lámparas piloto, fusibles y las protecciones necesarias contra sobrecorriente. El equipo estará compuesto de todas las bridas de hierro ángulo, bridas de cierre elástico, marcos de acero y todos los elementos que sean necesarios para su correcto funcionamiento.

IX.5.a.1 Características

a) Pérdida de presión en servicio al caudal nominal: 10 mm de columna de agua.
b) Grado de limpieza: 97 o/o referidos a un grano de límite superior a 5 μ.

IX.5.b Filtros Finos de Entrada:

Estarán formados por un marco para empotrar en la pared, pintado a fuego, donde se colocará el material filtrante. Este filtro estará formado por cajas rectangulares con el material filtrante de lana de vidrio muy fina con refuerzos de gasa sintética en el lado del aire filtrado. Este tipo de filtro tendrá un manómetro diferencial de precisión a manera de balanza anular de precisión, contactos eléctricos de mínima y máxima presión para el envío de teleinformación.

IX.5.b.1 Características del filtro:

a) Pérdida de presión: 10 mm de columna de agua.
b) Grado de filtración para un polvo de diámetro superior a 0,5 micrones: 99 o/o.

Los filtros deberán suministrarse con el 200 o/o del material filtrante de repuesto.

IX.5.c Consideraciones generales sobre filtros de salida

La estanqueidad de los filtros de alta producción para materias en suspensión y de los filtros de carbón activado serán comprobadas después del montaje por un procedimiento adecuado en los que respecta a su asiento en el cuerpo del mismo. Será posible ejecutar ensayos periódicos de la estanqueidad durante el servicio.

El Contratista proveerá el equipo necesario para realizar las comprobaciones del párrafo anterior, e incluso realizará las previsiones correspondientes en lo que a conductos se refiere, para realizar estas mediciones en todos los filtros de la central con el sistema en funcionamiento al caudal nominal.

El equipo de medición consistirá en introducir en los conductos del sistema de filtros a probar, un flujo concentrado de partículas de diámetro aproximado a 0,3 micrones de ftalato de diotilo (DOP), el que será producido por un generador de aerosoles portátil y que será provisto con todo el equipo auxiliar necesario.

Para los filtros de carbón activado se empleará una construcción de calidad comprobada y se ejecutarán de modo que permitan ensayos periódicos del grado de separación y se puedan sacar fácilmente muestras en cualquier momento. Para las instalaciones de filtros de alta producción para materias en suspensión se comprobará el grado de separación de la instalación total. Los cuerpos de los filtros combinados compuestos por los preliminares (prefiltros), de alta producción materiales en suspensión, de carbón activado y absoluto se someterán a una prueba de presión que determine en forma fehaciente, la estanqueidad para una diferencia de presión de 300 mm de columna de agua. La construcción y las dimensiones de los filtros del aire de salida y del aire circulante, garantizarán que se pueda efectuar un intercambio fácil y sin contacto de los elementos filtrantes. Todas las instalaciones de filtrado serán equipadas con indicadores de diferencia de presión, con telealarmas en los tableros por alta y baja caída de presión en los filtros. Los elementos filtrantes empleados serán totalmente combustibles, salvo que sean diseñados para temperaturas altas.

IX.5.d El filtro absoluto y prefiltro.

El conjunto constará de:
1) Un juego de cajas de filtro, para antifiltro y sección de filtrado de materias en suspensión, de chapa de hierro, de hierro perfilado soldado y armado todo como una unidad, todas las juntas soldadas serán alisadas en la parte interior al ras con la pared del armazón. Todo será pintado con pintura epoxi decontaminable.

2) Un juego de registros herméticos de dos posiciones (abierto y cerrado) con junta de cierre de neoprene para realizar el recambio de filtros en condiciones de amplia

protección radiológica. Estos registros se colocarán uno antes y otro después del filtro absoluto.

3) Un mecanismo para compensación de presión para el recambio sin presión en los filtros.

4) Un juego de tubos de emplame para la colocación de instrumentos de medición de presión diferencial, con teleindicación.

5) Una puerta de mantenimiento de cierre hermético con tuercas a mariposa para el cierre.

6) Un juego de tubos para controlar el asiento de las celdas filtrantes durante el funcionamiento de la instalación.

7) Un dispositivo especial para el ajuste regulable del filtro en su asiento.

8) Un juego de unidades de prefiltro con malla antillama de alambre chato y una caja filtrante de lana de vidrio. Estos filtros gruesos se usarán para retener las partículas relativamente grandes que pudieran ser introducidas originalmente en el sistema o durante los períodos de mantenimiento y servirán para preservar a los filtros de alta eficacia de una contaminación prematura, prolongando la vida de estos últimos.

Los filtros gruesos tendrán la suficiente capacidad como para manejar todo el caudal de aire que debe pasar por los filtros absolutos a una velocidad que no exceda los 1,5 M/S. Los filtros gruesos normalmente tendrán 50 mm de espesor de lana de vidrio. La caída de presión a través del prefiltro limpio no excederá de 5 mm de columna de agua.

9) Un juego de filtros absolutos de alto rendimiento para partículas en suspensión que constará de un marco de madera terciada, que use papel de vidrio plisado como medio filtrante; con separadores, con junta de ajuste de neopreno de una sola pieza colocada del lado del aire sucio. Para el caso de los laboratorios se usarán filtros resistentes a los ácidos.

El grado de eficiencia mínima de los filtros será del 99,98 o/o para partículas de 0,3 micrones medido por el DOP test. La pérdida de presión en el filtro nuevo para el caudal nominal será de aproximadamente 25 mm de columna de agua y las dimensiones de las unidades filtrantes serán 610 x 610 x 50 mm para el prefiltro y 610 x 610 x 292 mm para el filtro absoluto.

IX.5.e Filtro de carbón activado

El filtro de carbón activado será del tipo hermético a diedros con las siguientes características:

a) Velocidad de pasaje con el caudal nominal de 0,4 m/s.
b) Coeficiente de purificación mínima para Iodo 131:
c) Dimensiones 610 x 610 x 292 mm.
d) Pérdida de carga con caudal nominal: 25 mm de columna de agua.

El filtro tendrá junta de neoprene de una sola pieza para ajuste perfecto del lado del aire sucio, con un lecho de carbón activado de 50 mm de espesor. El filtro de carbón será también recargable y estará formado en este caso por una caja redonda con tubos de empalme de carga y descarca en ejecución hermética, de chapa de acero con tubos de empalme abulonados para la entrada y salida de aire, incluyendo construcción de apoyo. La caja de carbón será apoyada sobre chapas perforadas y tejido de alambre de acero inoxidable, construído de manera que las pérdidas y los pasos libres por el carbón no sean posibles. El conjunto se pintará con pintura decontaminable. El filtro será construído de manera que el flujo de aire a través de los lechos de carbón se efectúe en forma vertical de arriba hacia abajo.

El área efectiva del filtro de carbón será de una dimensión tal que el problema de la velocidad del aire a través de los lechos de carbón permita un adecuado tiempo de contado para remover el iodo orgánico. La resistencia será tal que la caída de presión no sobrepase los 25 mm de columna de agua. El filtro tendrá una eficacia del 99,9 o/o.

IX.6 Conductos

Para todos los conductos de entrada y de distribución, como asimismo para todos los demás conductos que no conducen aire con aerosoles o gases radiactivos, se emplearán materiales de chapa de hierro galvanizada de una calidad tal que, si se realiza un plegado de 180º, no aparezcan desprendimientos de la película de zinc, los conductos serán de ejecución longitudinalmente plegada y como mínimo de 25 micrones de espesor de zinc. En caso necesario los canales se reforzarán con nervios y en todos los casos las uniones se harán con bridas de acuerdo a las normas DIN 24159 serie 2, o equivalente. Los conductos que eventualmente lleven aerosoles radiactivos y que se encuentren en cualquier estado de presión con respecto al exterior del mismo, serán herméticos y resistentes a la presión, de ejecución, longitudinalmente soldada; siendo pintadas interior y exteriormente con pintura epoxi decontaminable.

Para la fabricación de los conductos soldados se usará la norma DIN 24156 o equivalente. En la elección de la chapa se usará la serie 3 de dichas normas, pero con un espesor mínimo de 1,5 mm. Se usarán bridas de acople entre

conductos. El 10 o/o de las costuras hechas en el taller se examinarán en el mismo y en todas las costuras hechas en el obrador se analizará la estanqueidad con un método adecuado a una presión de 300 kgr/m2. Si se constataran pérdidas durante el ensayo, el alcance del examen será ampliado de acuerdo a lo que indique el Organismo Inspector. En conductos resistentes a presión se examinarán condicionalmente las costuras con un ensayo por fisuras superficiales, empleando un procedimiento conveniente indicado por el Organismo Inspector. El ensayo de las costuras hechas en el obrador se hará paralelamente con los trabajos de soldadura, pero siempre antes de iniciar el ensayo de estanqueidad de las instalaciones totales armadas herméticamente en el obrador. El interior de los conductos será construído de manera que resulte liso y libre de obstrucciones y el material de los mismos será de chapa de acero según DIN 1623 y DIN 17100 o equivalentes tratada de manera que resulte apta para la pintura decontaminable empleada. Los conductos serán de sección indeformable, debiendo llevar al efecto, si lo necesitaran, marcos que aseguren la rigidez del conjunto. Serán fijados a las paredes y/o techos por abrazaderas que eliminen toda posibilidad de vibración y ruido.

Para los cambios de dirección se utilizarán deflectores distribuídos convenientemente y con perfiles que no provoquen ruido y no introduzcan movimientos turbulentos en la corriente de aire.

Las uniones se realizarán mediante juntas de neoprene o materiales sintéticos similares del mismo ancho que las bridas de unión y de 3 mm de espesor como mínimo. Las bridas en conjunto deben asegurarse con tornillos cadmiados pasantes con arandela y tuerca. Todos los conductos estarán provistos de aberturas de inspección y limpieza, herméticas, en la vecindad de los distintos elementos del sistema (válvulas herméticas, serpentinas, humidificadores, persianas, etc.).

Los conductos de salida de los laboratorios, que están empalmados con las campanas de tiro balanceado provistas por el contratista, serán: a) de PVC de 3 mm de espesor como mínimo, con bridas y juntas para lograr su estanqueidad o b) de acero soldado, similares a los conductos soldados antes descriptos. Estarán recubiertos interiormente con una pintura epoxi u otro tipo que sea fuertemente resistente a los agentes corrosivos y líquidos decontaminantes y de 200 micrones de espesor como mínimo. Los conductos de salida de los laboratorios en su totalidad hasta su conexión con la chimenea serán del tipo descripto, requiriéndose para la extracción de las campanas un sistema de ventilación independiente que tendrá su único punto de unión con los otros sistemas en la chimenea de salida. En este caso, todos los elementos existentes entre las campanas y la chimenea, serán resistentes a los agentes corrosivos.

Todos los conductos de sistemas de aire acondicionado de entrada y retorno, serán externamente aislados con material de aislación de acuerdo a las normas del arte de la construcción. Estos conductos aislados en las zonas de pasaje por lugares visibles se revestirán con una chapa de aluminio de 0,7 mm de espesor que formará un conducto externo a la aislación. Los conductos llevarán todos los compensadores de dilatación necesarios, los tubos de empalme de forma y de unión y chapas guías en las curvas.

Los compensadores en el caso de los conductos resistentes a la presión, se harán de material no combustible (por ejemplo metal y asbesto) abridado a los conductos y de estanqueidad garantizada. Los conductos en las zonas que atraviesan muros que pertenecen a recintos en los que puede haber actividad llevarán como protección pasamuros, hechos de chapa de hierro de 3 mm de espesor, soldados herméticamente con forma de canal S y que incluye los dos extremos con brida para su unión a un sistema de conductos o a rejillas.

IX.7 Persianas

Las persianas no deben abrirse contra la dirección de cierre por la presión de aire producida por el ventilador y serán construídas de manera que resisten temperaturas y presiones accidentales. Las persianas serán comandadas por equipo de regulación eléctrico, comandadas a distancia y trabajarán en forma automática o desde el tablero de control. Las hojas de las persianas serán de suficiente espesor y convenientemente reforzadas como para resistir las presiones a que estarán sometidos, sin deformaciones de ninguna naturaleza. Las hojas de las compuertas tendrán perfiles especiales para evitar ruidos, de pasaje de aire y se montarán sobre rodamientos y ejes de acero inoxidable, en caso de ser necesario de modo que asegura un accionamiento ágil y duradero. La conexión entre la persiana y el accionador eléctrico será construída de manera que pueda desacoplarse en forma inmediata en caso de necesidad y accionársela manualmente.

El conjunto será montado sobre un marco de perfiles de ángulo de acero, suficientemente rígido e indeformable, para ser intercalado entre bridas. Las persianas estarán protegidas con las mismas pinturas y bases que los conductos de extracción en los que están montados, a los efectos de lograr su conservación y posible decontaminación. Las hojas serán diseñadas de acuerdo a las reglas de la aerodiná-

mica, serán de acción contrapuesta y los ejes pasantes de las láminas serán diseñados con sus accionamientos exteriores al conducto. Las persianas ubicadas en los conductos de extracción herméticos serán similares a las anteriores, pero los accionamientos entre hojas, serán internos al conducto y solamente uno de los extremos de un eje saldrá al exterior para accionar la persiana y llevará un sistema de sellado por medio de "O ring" que la haga absolutamente estanca para una presión de prueba de 300 kgr/m2. Los otros extremos de los ejes estarán sellados por bridas ciegas. Las persianas tendrán indicación mecánica de la posición abierta-cerrada, sobre su cuerpo y podrán ser de chapa galvanizada o chapa de hierro según su ubicación en los distintos tipos de conductos.

Todas las persianas poseerán indicadores de fin de carrera e indicadores proporcionales de posición de las mismas, como así mismo los comandos eléctricos o neumáticos que según las necesidades les correspondieren.

IX.8 Intercambiadores de calor para ventilación

Las superficies de los intercambiadores que no sean de cobre o de aluminio y que estén en contacto con el aire, serán galvanizadas. Las demás partes de los intercambiadores recibirán una pintura antióxida. Si el aire contiene o puede contener aerosoles radioactivos se pintarán con una pintura decontaminable. La estanqueidad de los intercambiadores de calor en conductos herméticos se comprobará después del armado con un método adecuado y con una diferencia de presión de 300 mm de columna de agua. El ensayo de presión con agua o con nitrógeno para los evaporadores directos se realizará en la fábrica con una presión de 1, 3 veces la presión de diseño. Los intercambiadores serán provistos con válvulas de desagote y venteo, batea para el agua de condensación y separadores de gota.

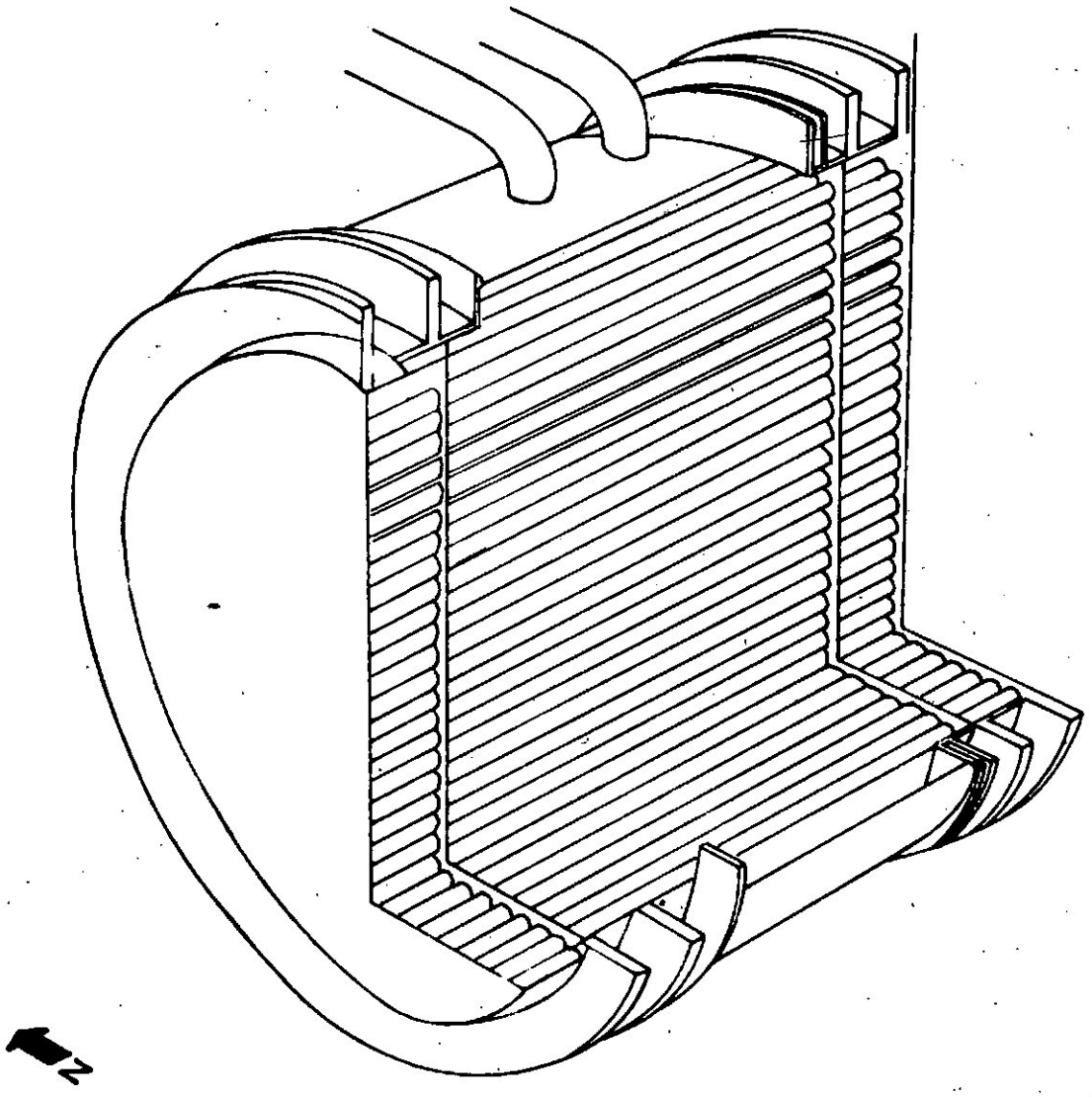


FIG. 1 PERSPECTIVA DE CALANDRIA

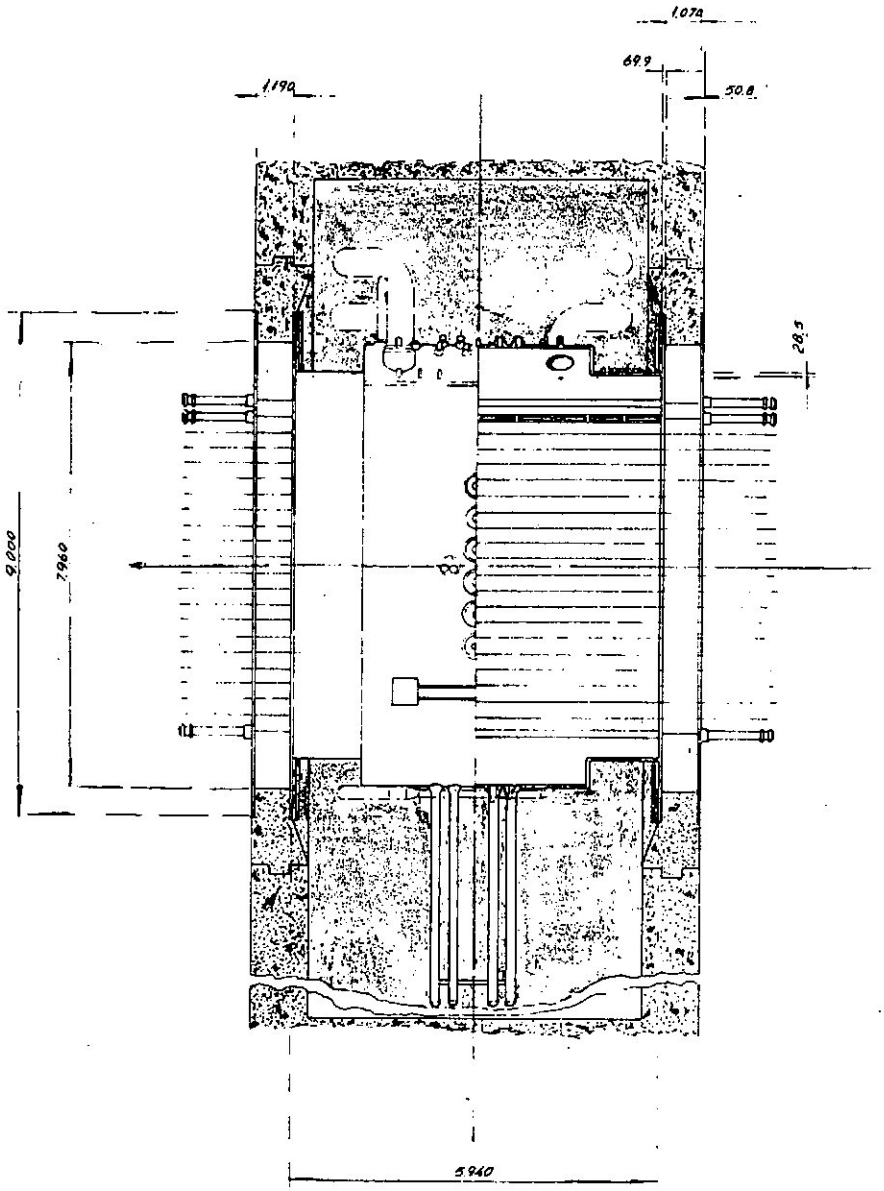


FIG. 2 CALANDRIA CORTE LONGITUDINAL VERTICAL

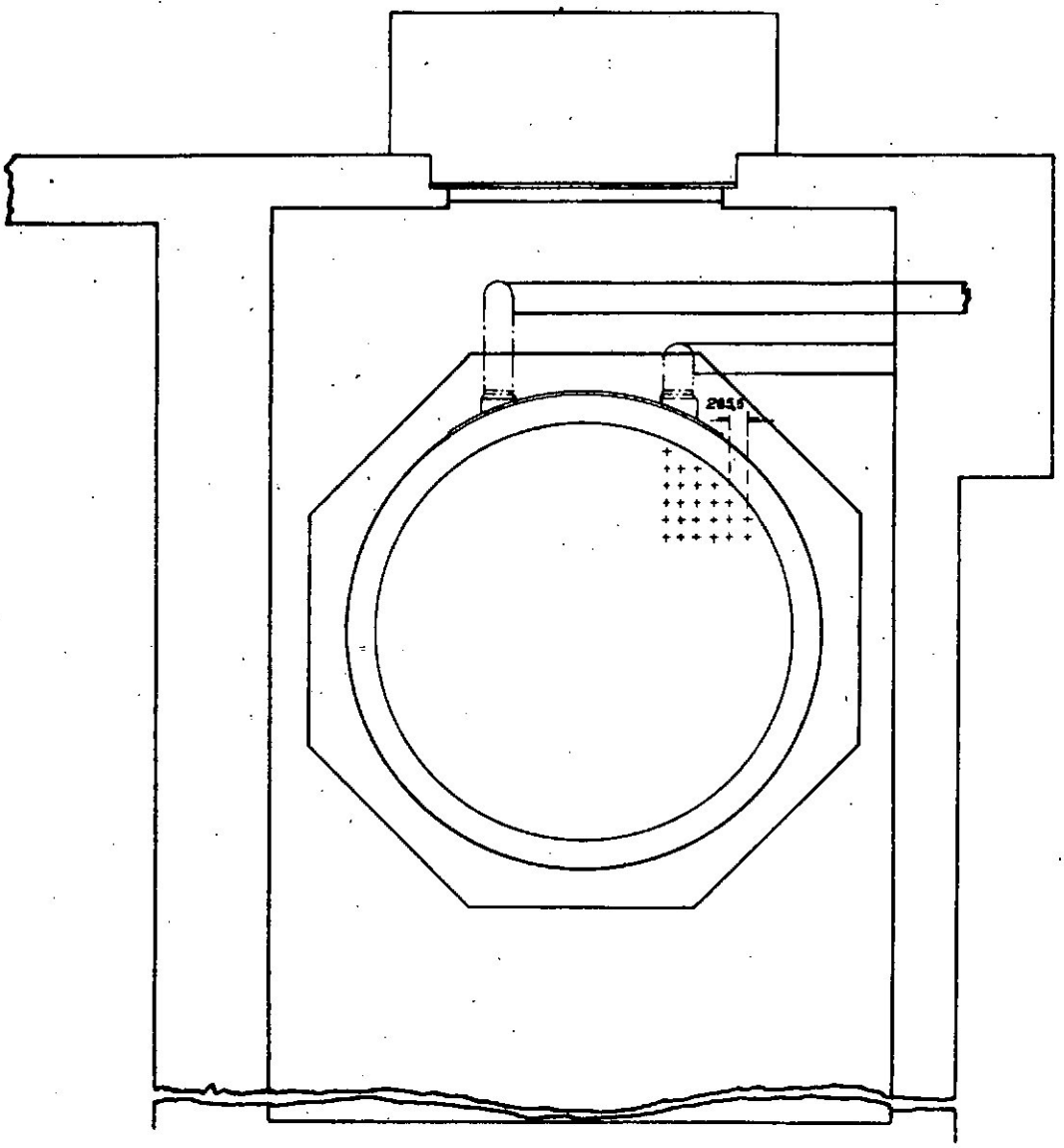


FIG. 3 CALANDRIA VISTA DE FRENTE

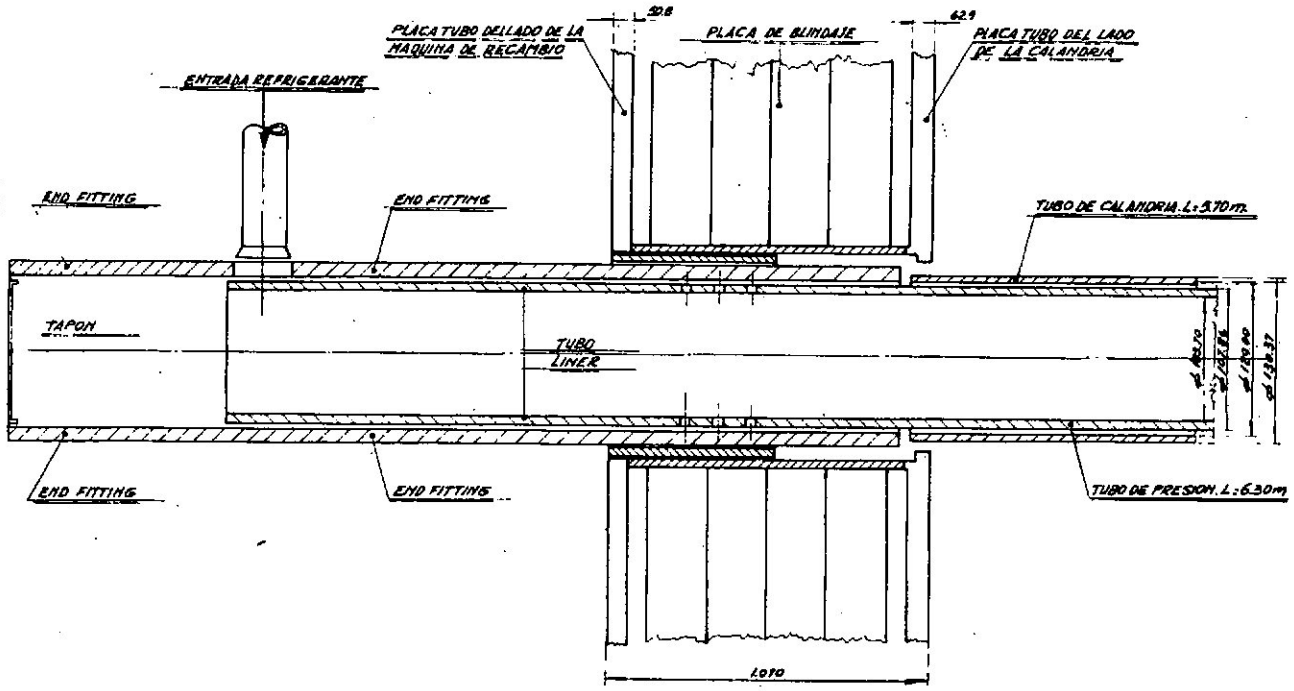
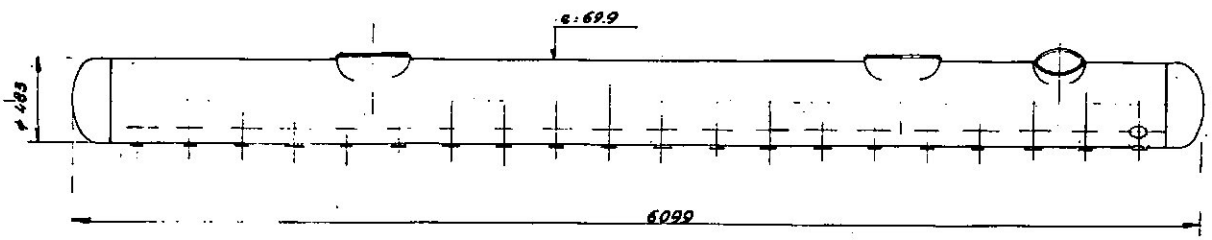
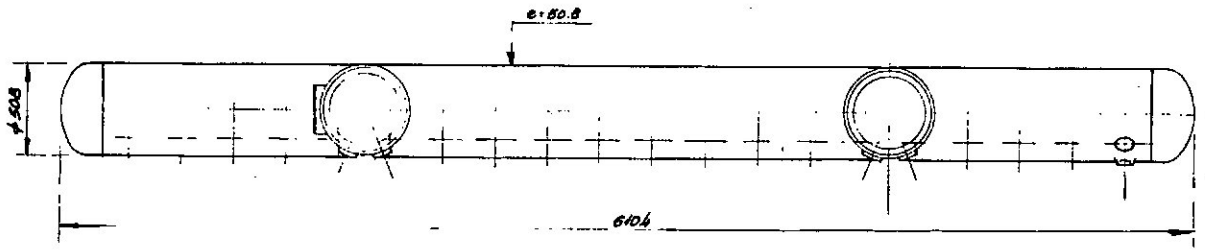


FIG. 4 ESQUEMA DEL CONJUNTO DEL CANAL DE REFRIGERACION



COLECTOR DE ENTRADA



COLECTOR DE SALIDA

FIG. 5

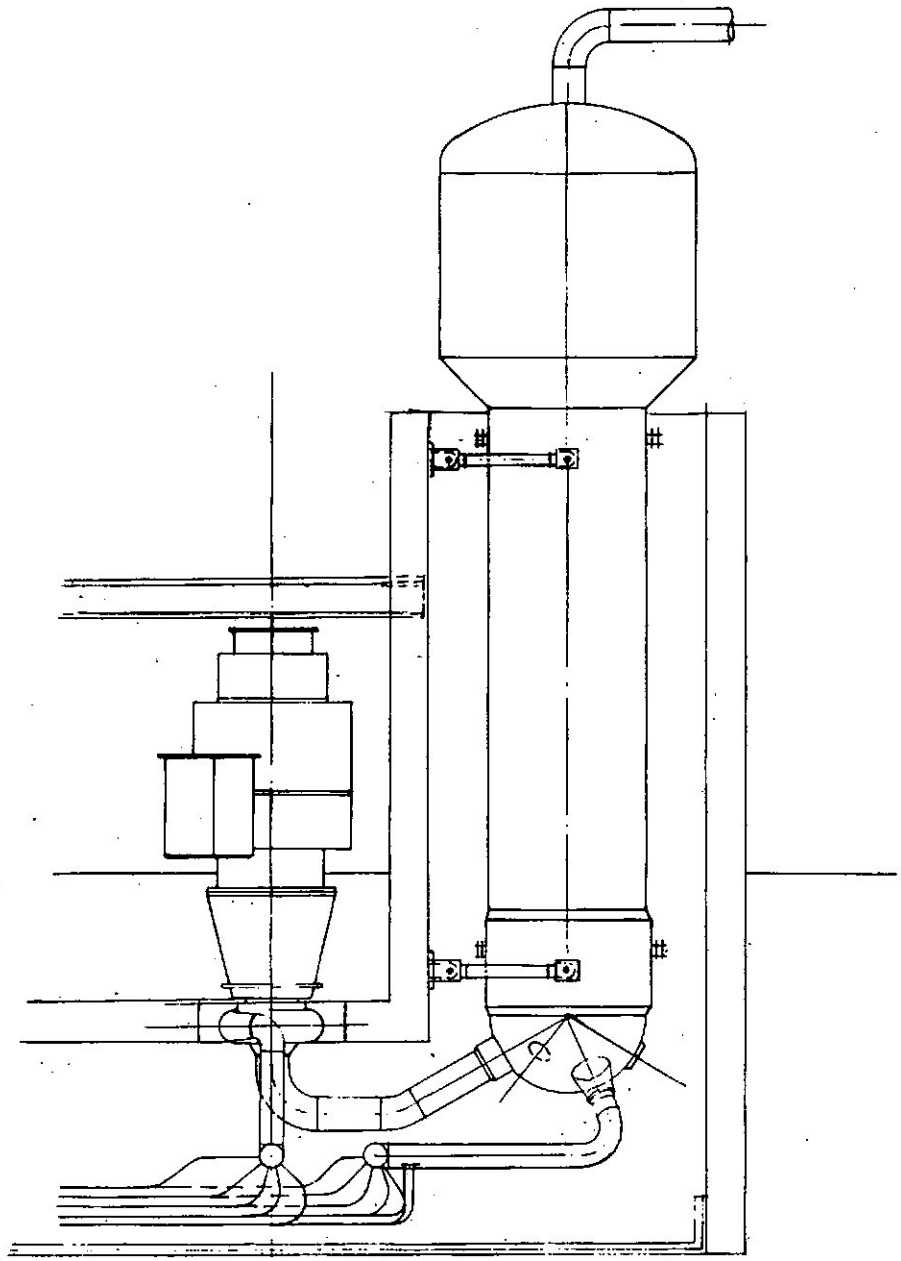


FIG. 6 CONJUNTO D CONJUNTO BOMBA Y GENERADOR DE VAPOR

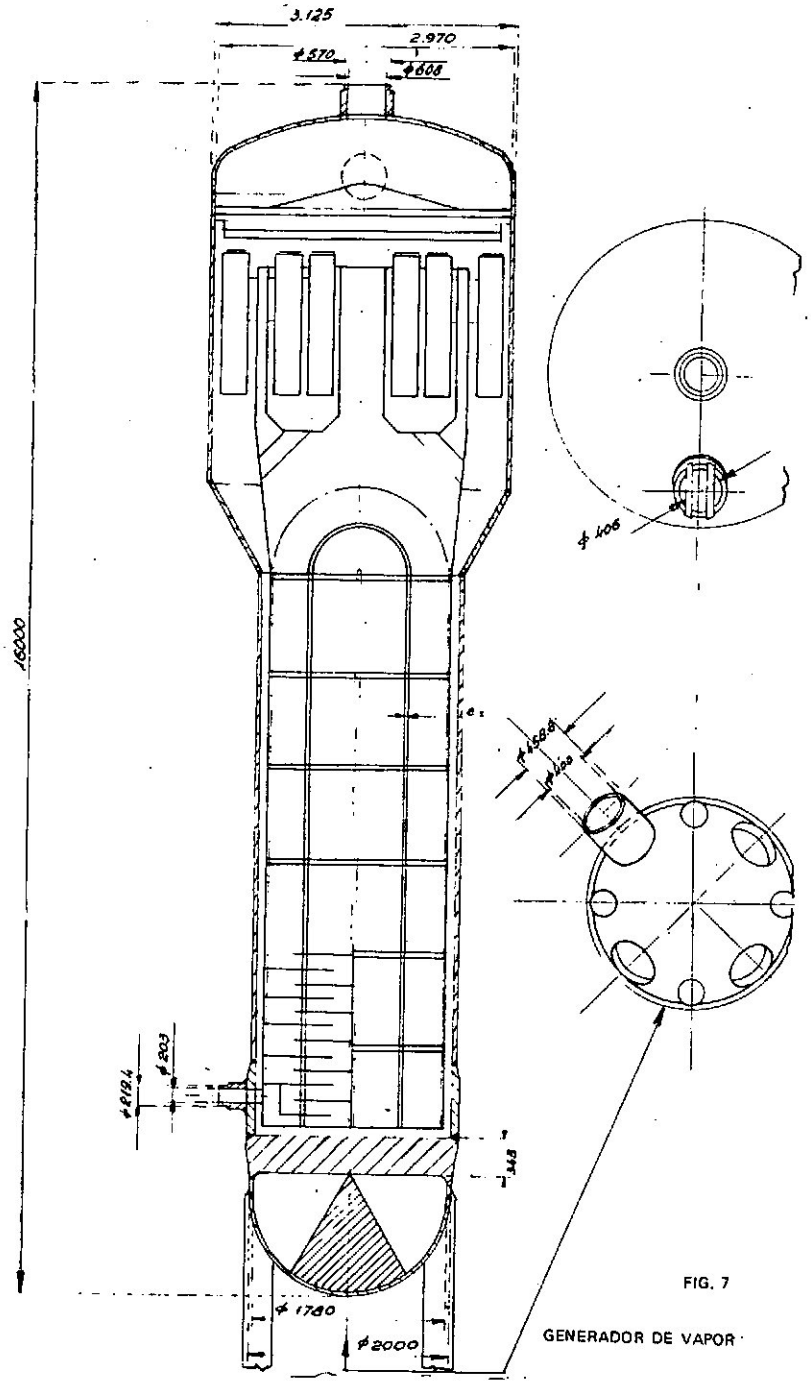


FIG. 7

GENERADOR DE VAPOR

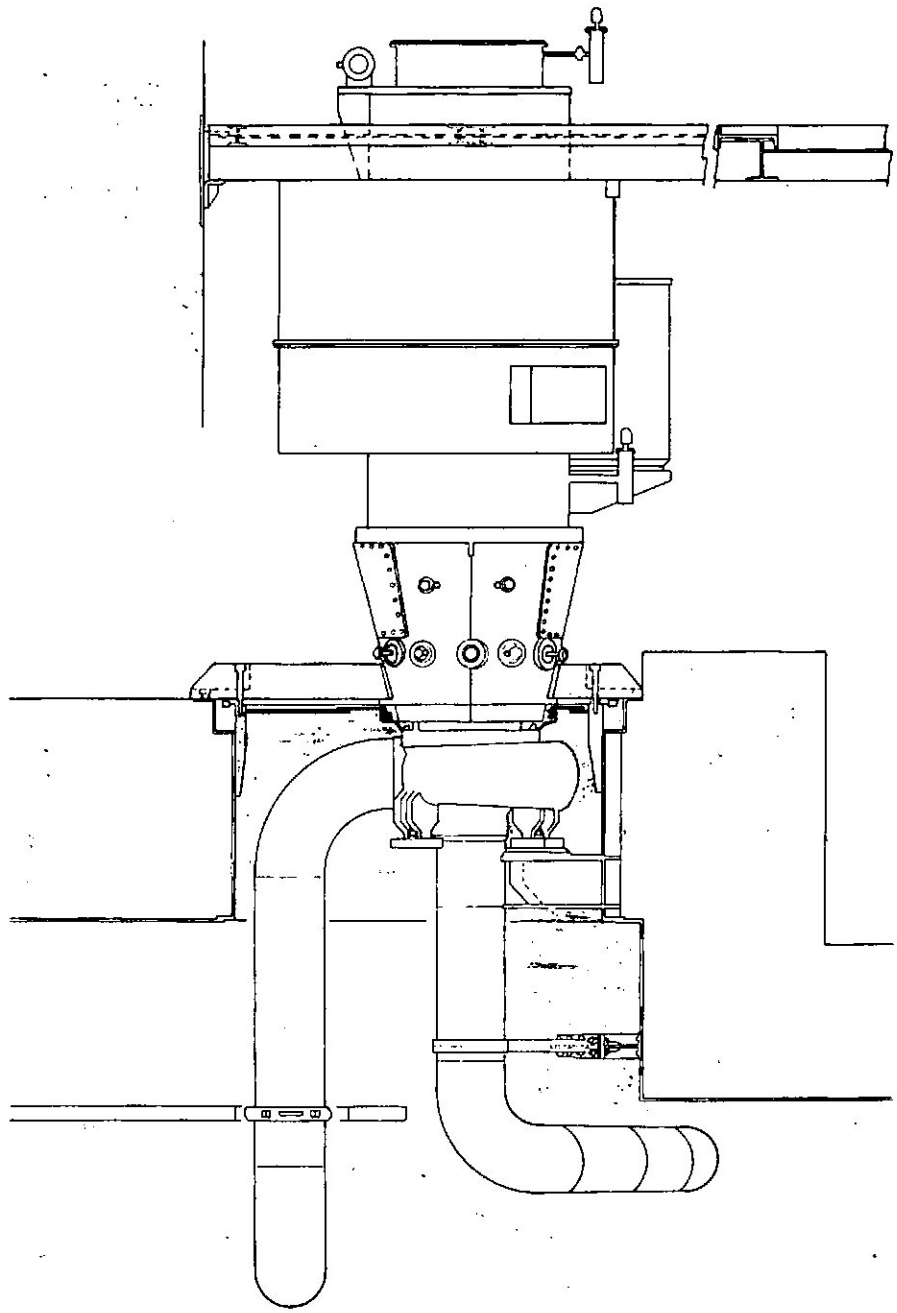


FIG. 8 BOMBA DEL PRIMARIO

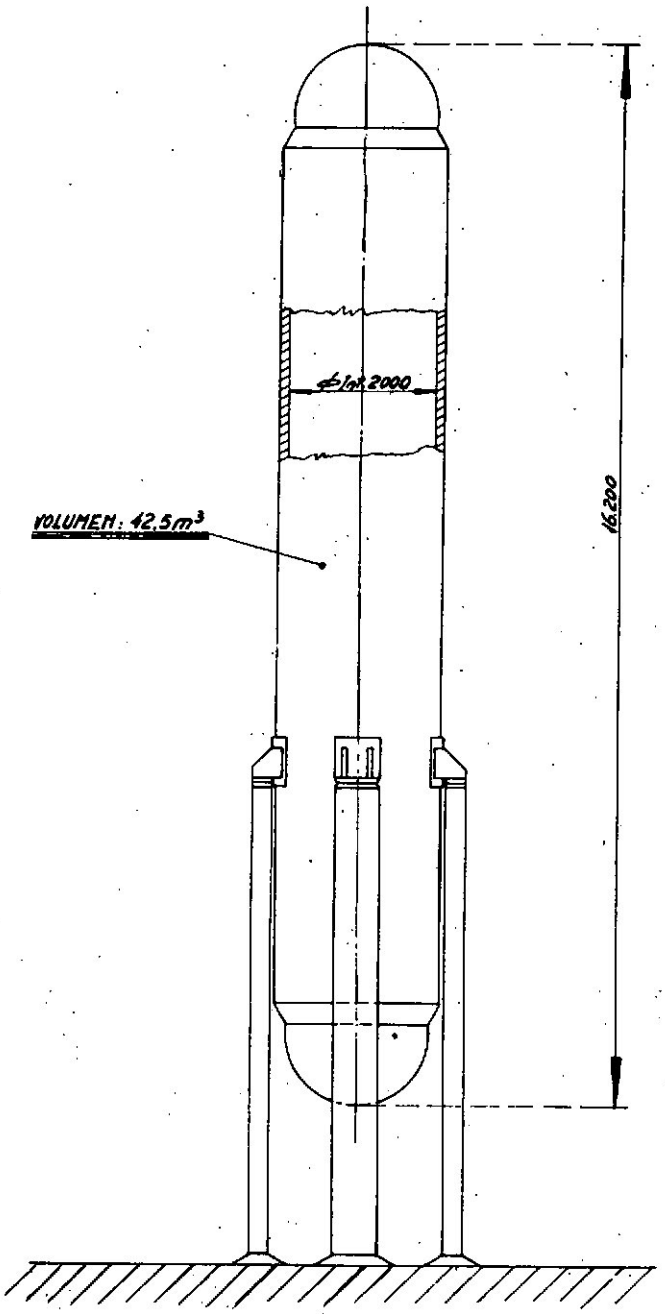


FIG. 9

PRESURIZADOR

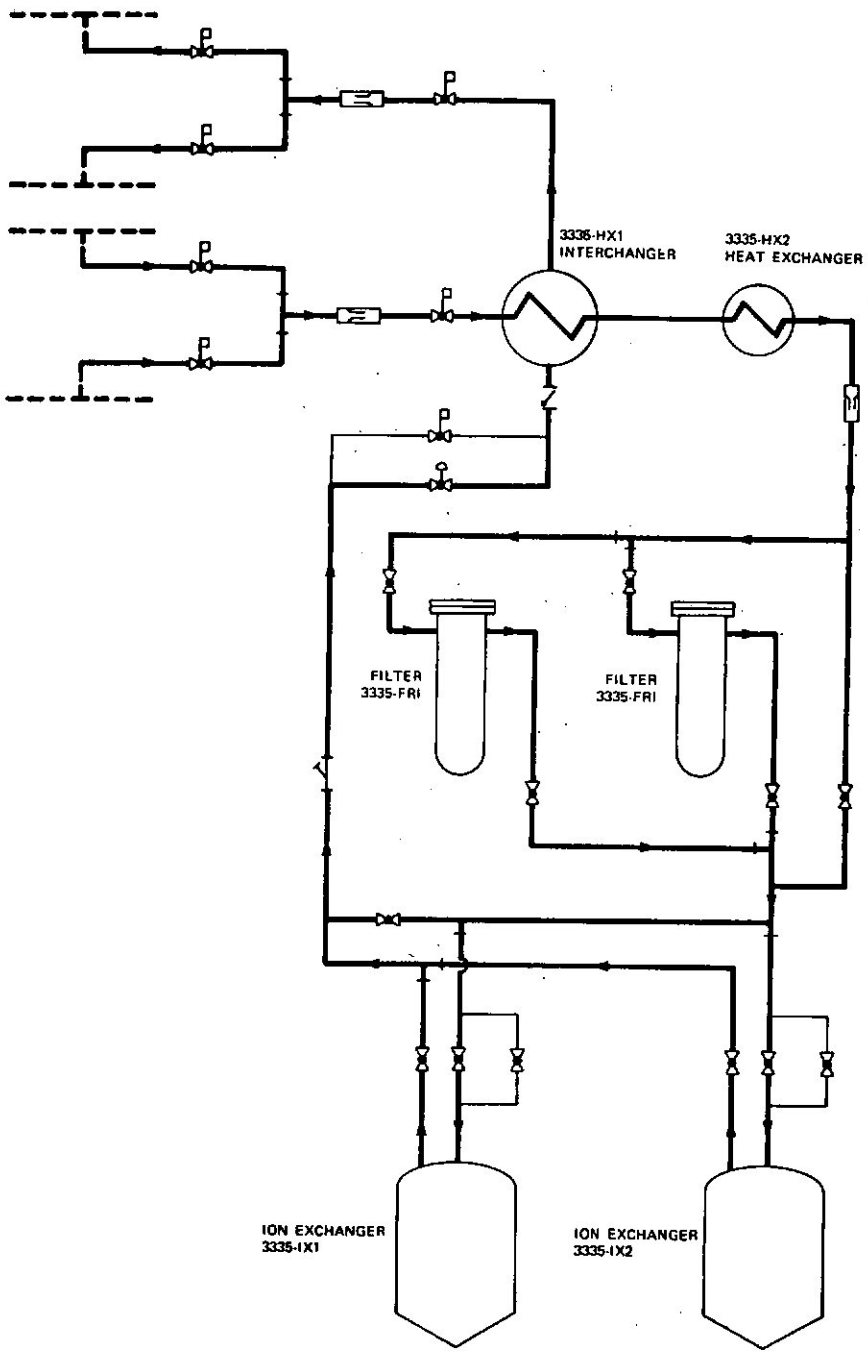


FIG. 10 HEAT TRANSPORT PURIFICATION SYSTEM FLOW SHEET

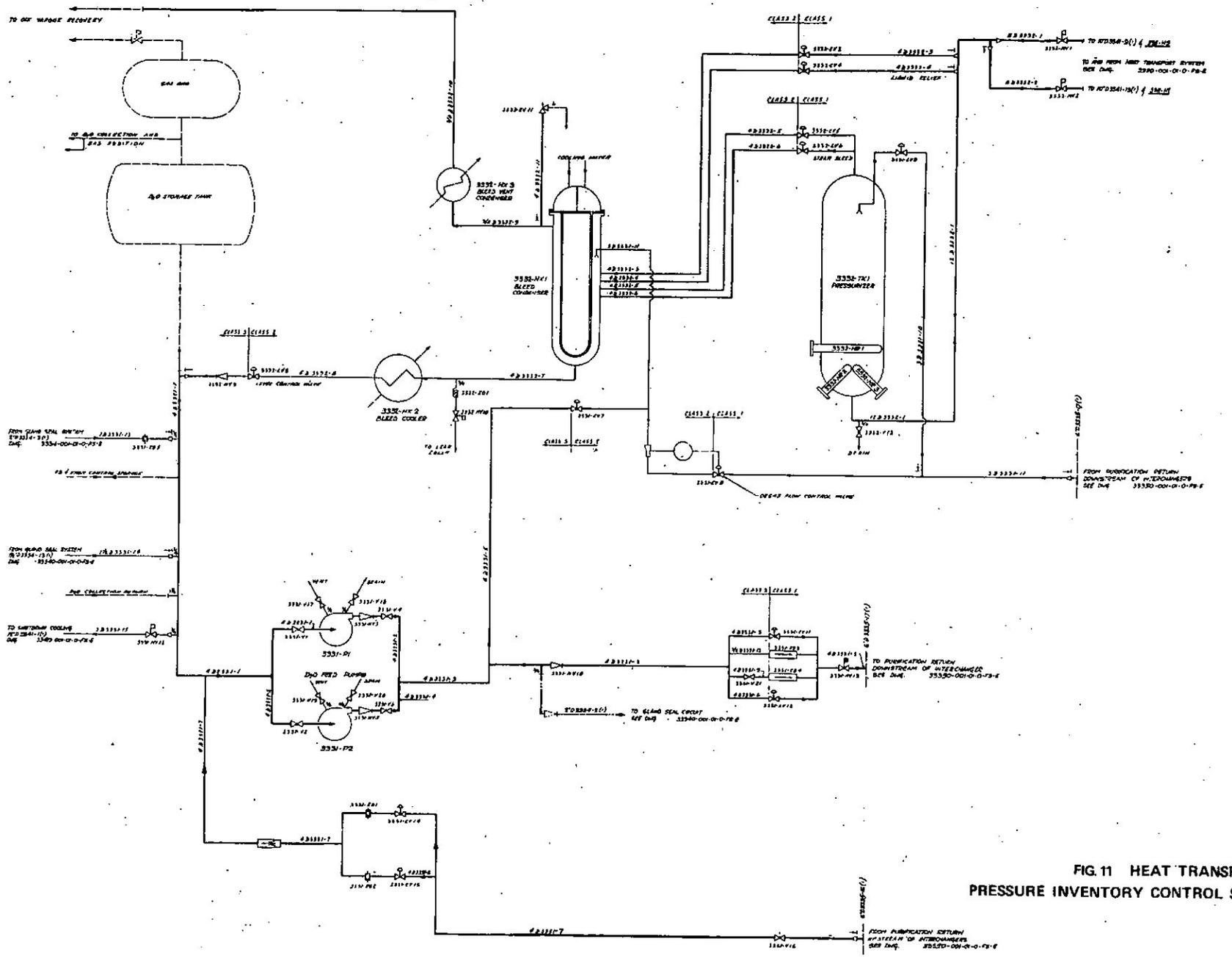


FIG. 11 HEAT TRANSPORT
PRESSURE INVENTORY CONTROL SYSTEM

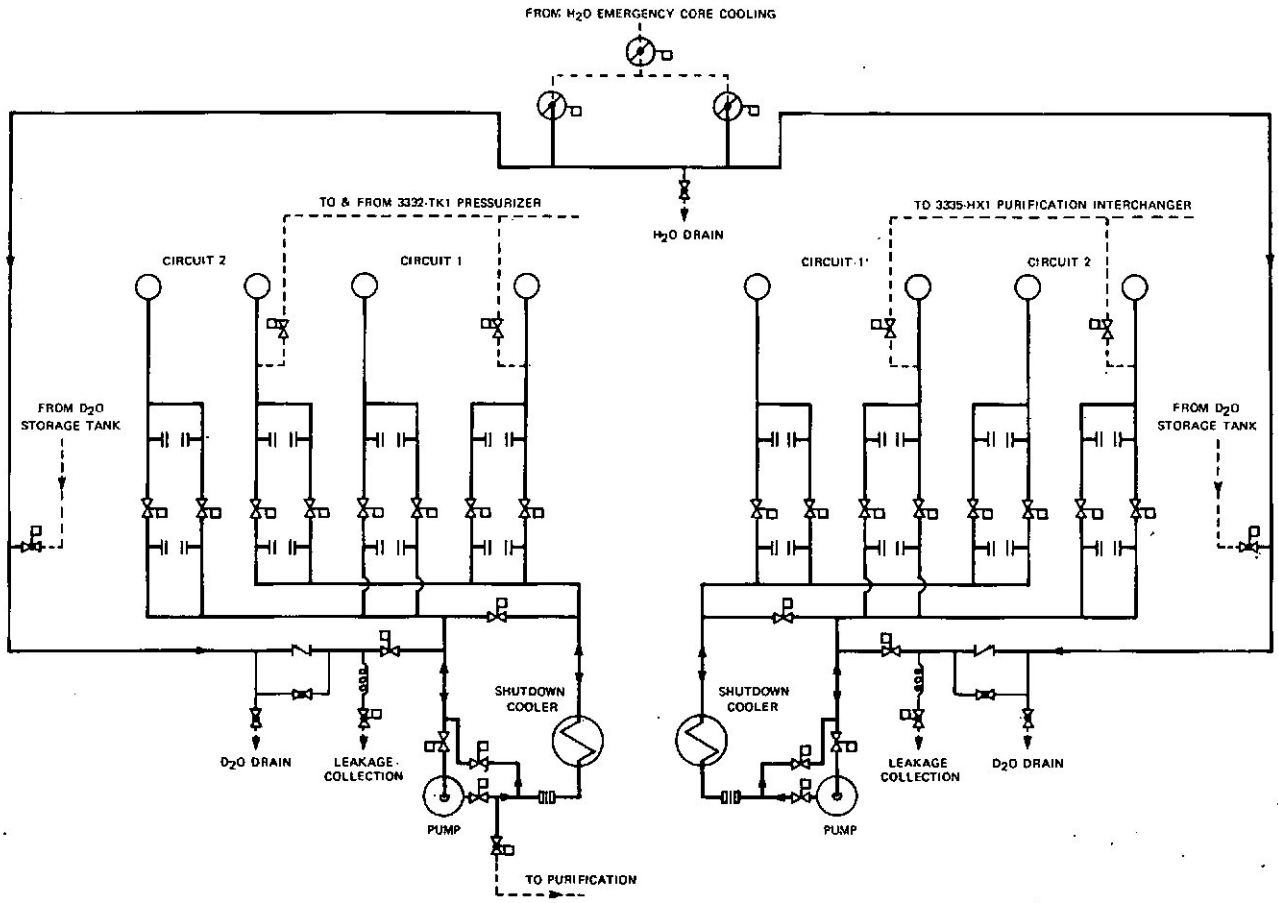


FIG. 12 SHUTDOWN COOLING & EMERGENCY CORE COOLING SYSTEM

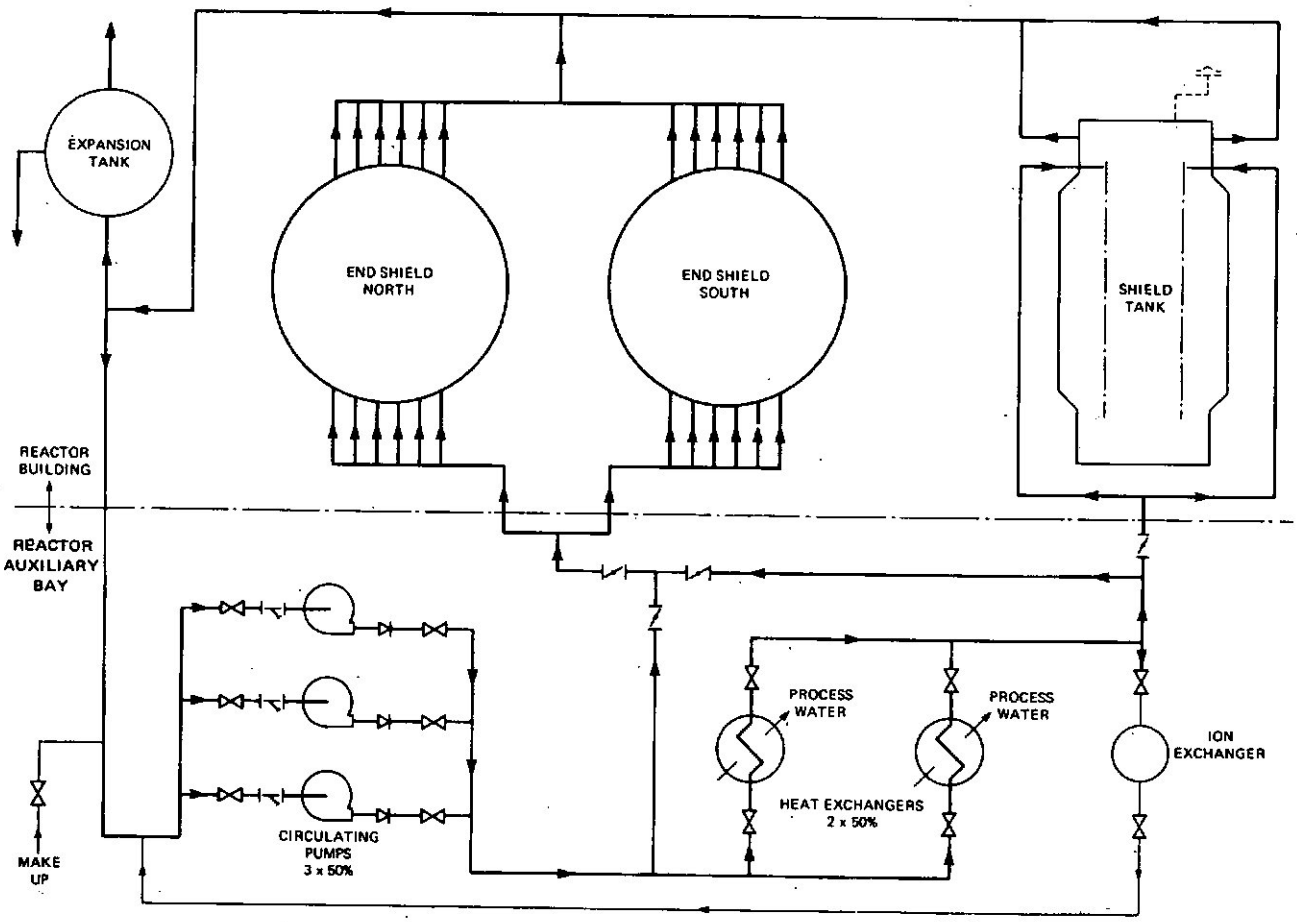


FIG. 13 SHIELD COOLING SYSTEM

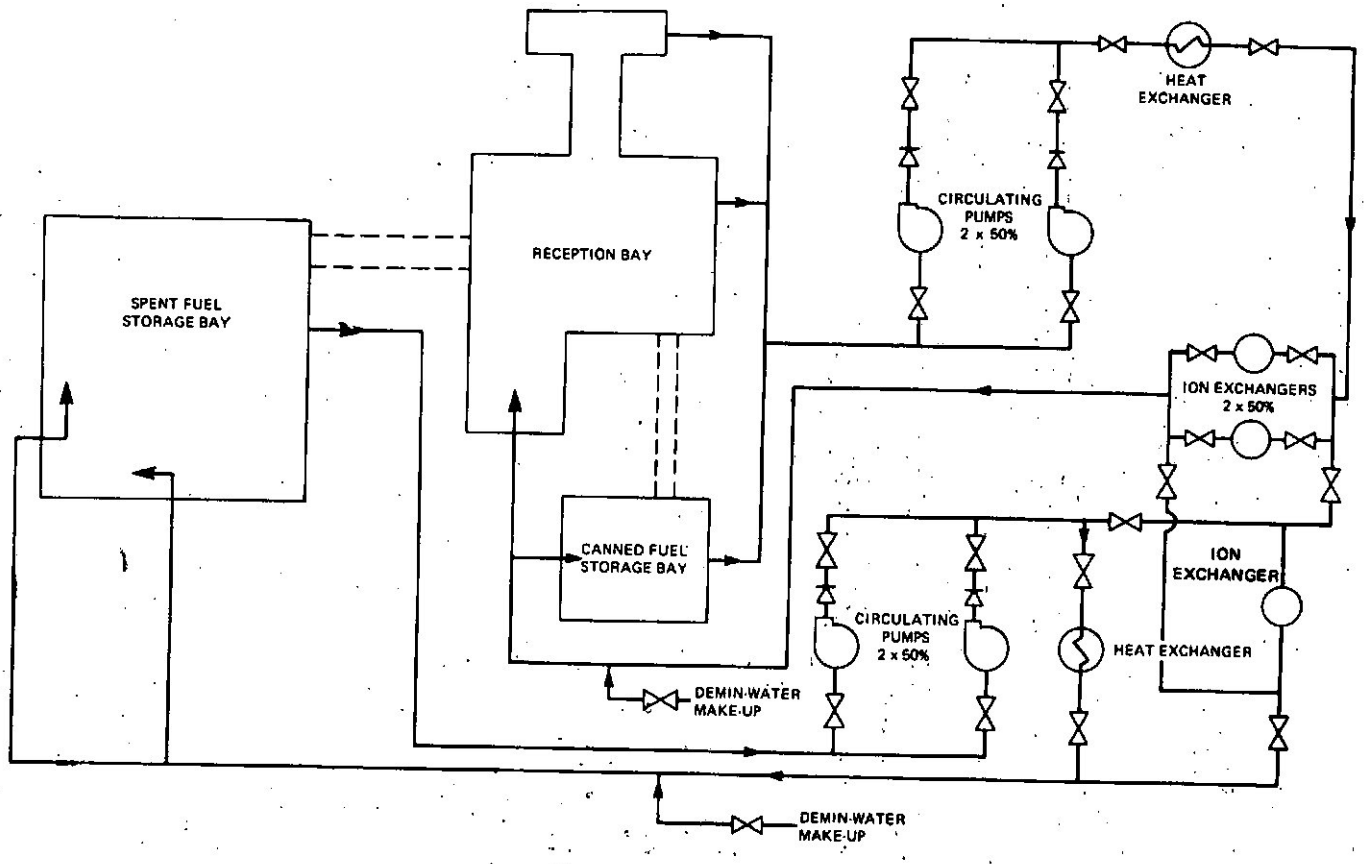


FIG. 14 SPENT FUEL BAY COOLING AND PURIFICATION SYSTEM

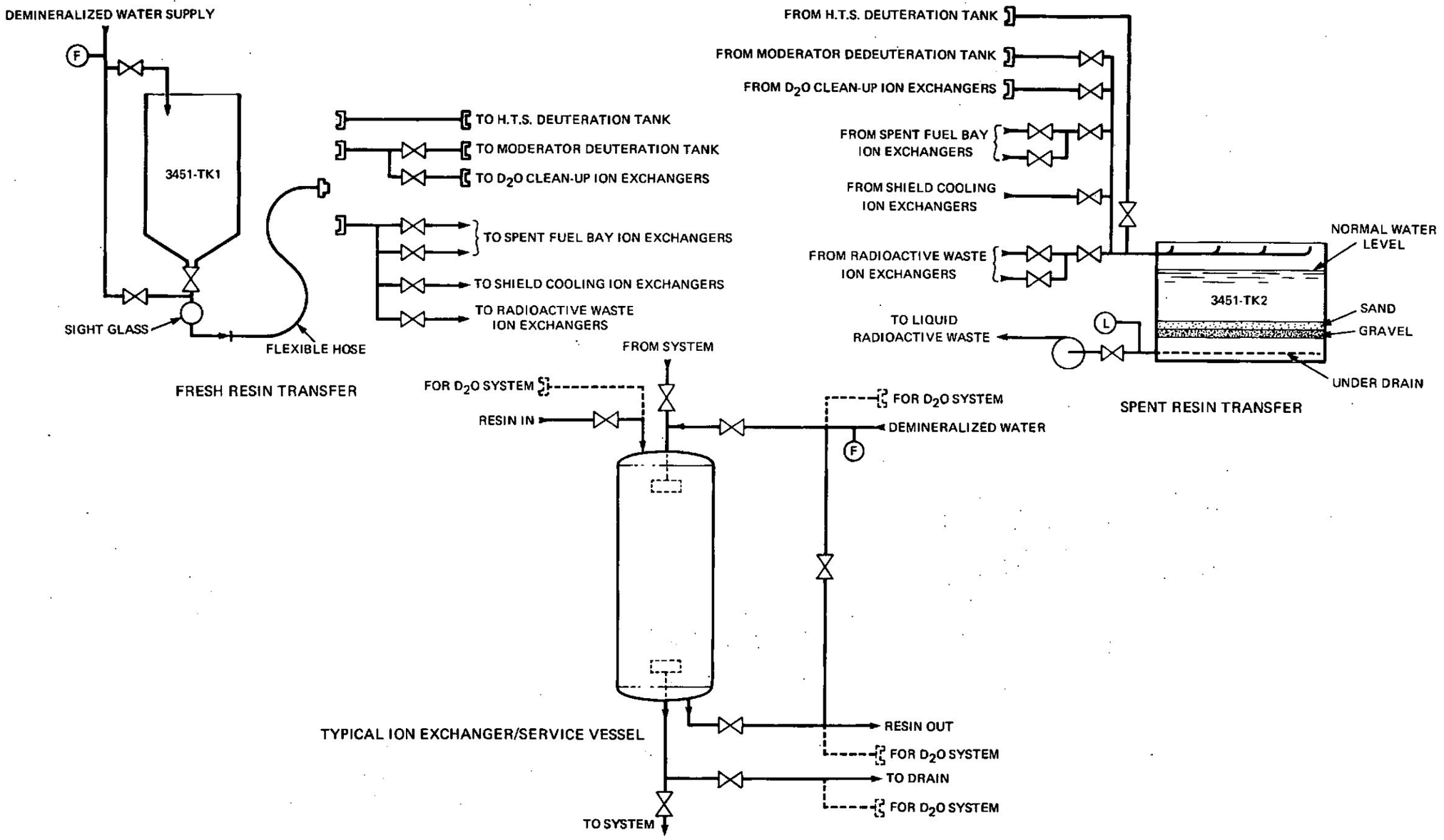


FIG. 15 **RESIN TRANSFER**

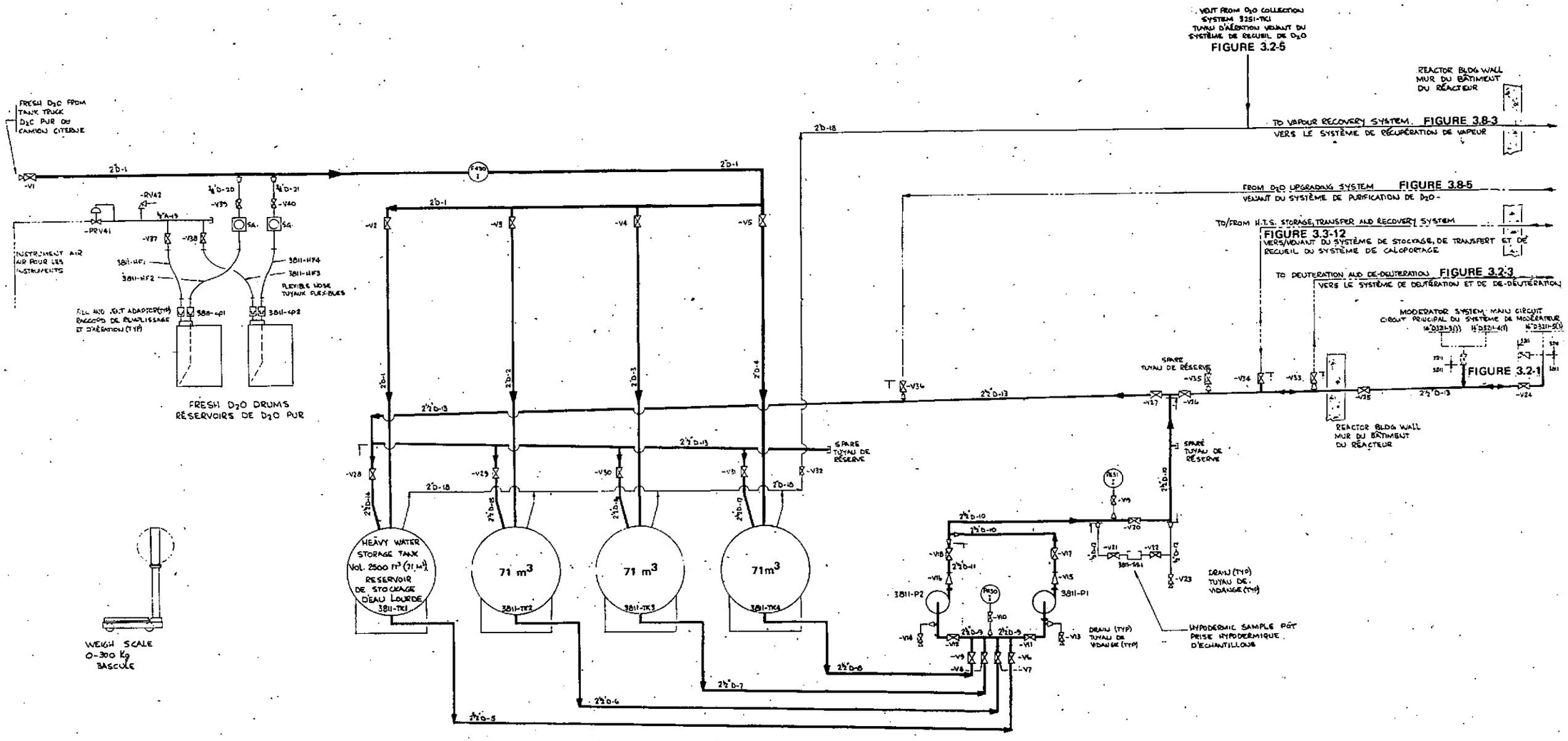


FIG. 16 **HEAVY WATER SUPPLY SYSTEM FLOW SHEET**

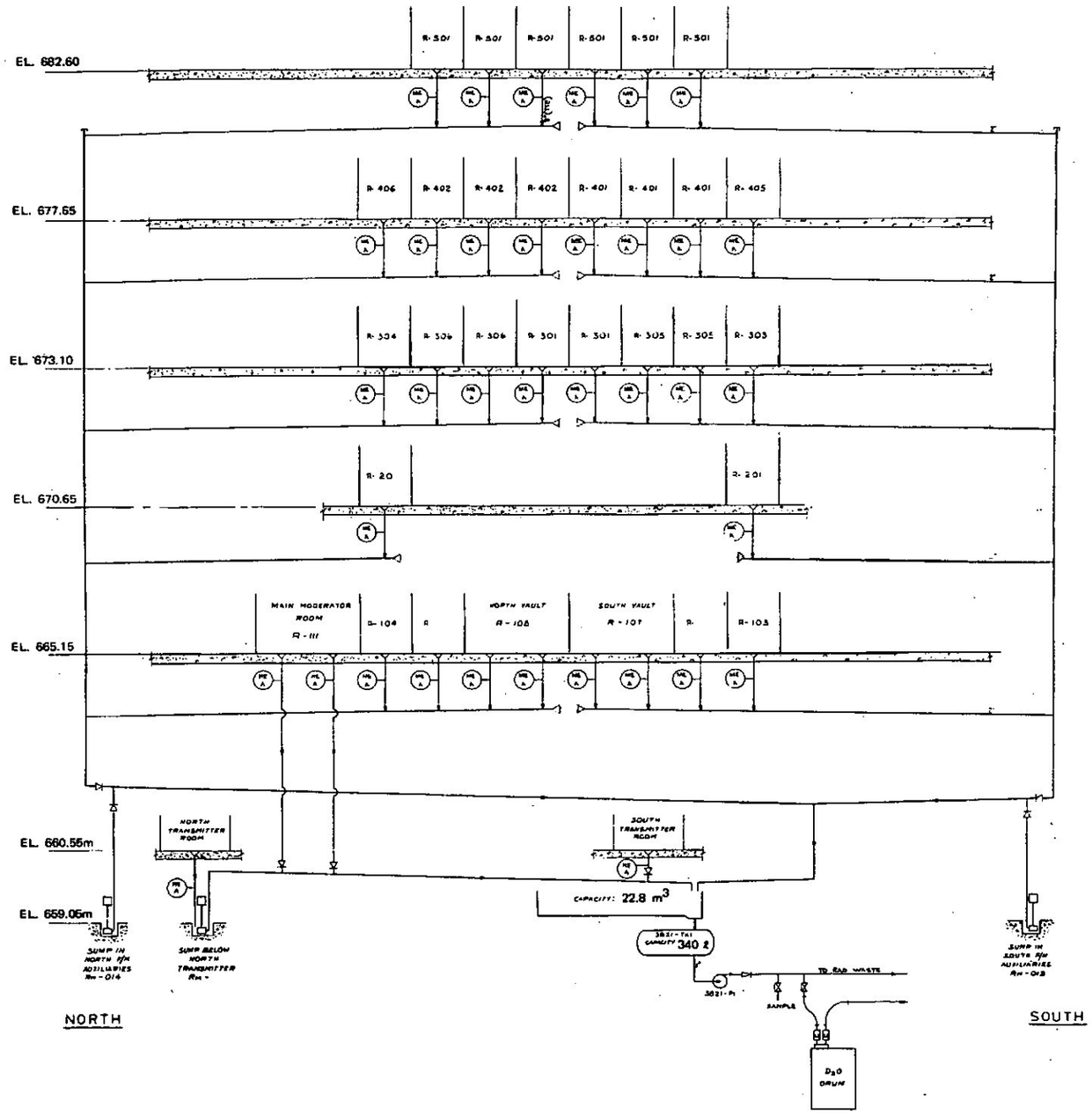


FIG 17 **REACTOR BUILDING D_2O RECOVERY SYSTEM**

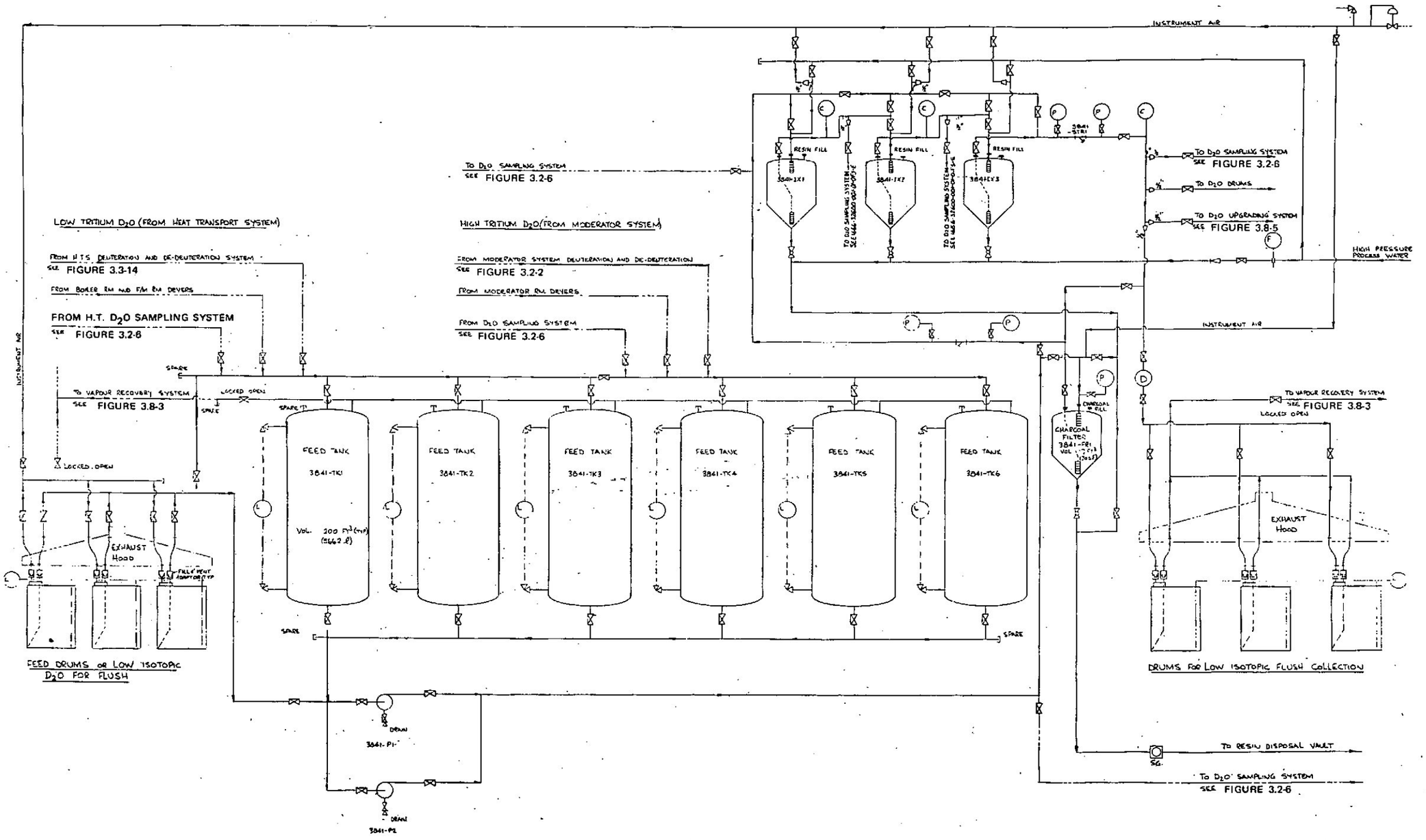
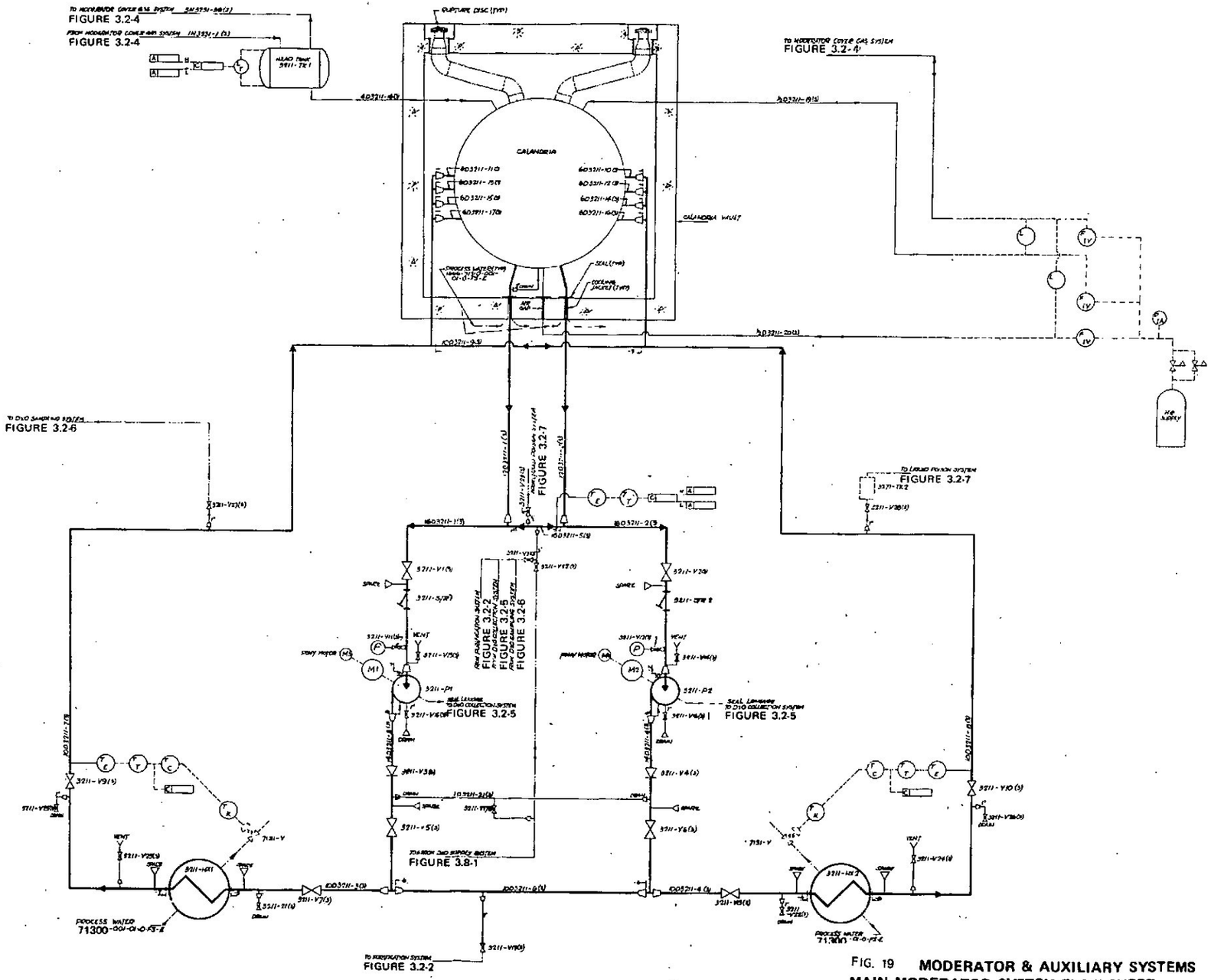


FIG. 18 D_2O CLEAN-UP SYSTEM


CALANDRIA
CALANDRIA VAULT
RUPTURE DISC (TYP)
HEAD TANK 51II-TK1
M1
M2
51II-P1
51II-P2
51II-HX1
51II-HX2
51II-V1(S)
51II-V2(S)
51II-V3(S)
51II-V4(S)
51II-V5(S)
51II-V6(S)
51II-V7(S)
51II-V8(S)
51II-V9(S)
51II-V10(S)
51II-V11(S)
51II-V12(S)
51II-V13(S)
51II-V14(S)
51II-V15(S)
51II-V16(S)
51II-V17(S)
51II-V18(S)
51II-V19(S)
51II-V20(S)
51II-V21(S)
51II-V22(S)
51II-V23(S)
51II-V24(S)
51II-V25(S)
51II-V26(S)
51II-V27(S)
51II-V28(S)
51II-V29(S)
51II-V30(S)
51II-V31(S)
51II-V32(S)
51II-V33(S)
51II-V34(S)
51II-V35(S)
51II-V36(S)
51II-V37(S)
51II-V38(S)
51II-V39(S)
51II-V40(S)

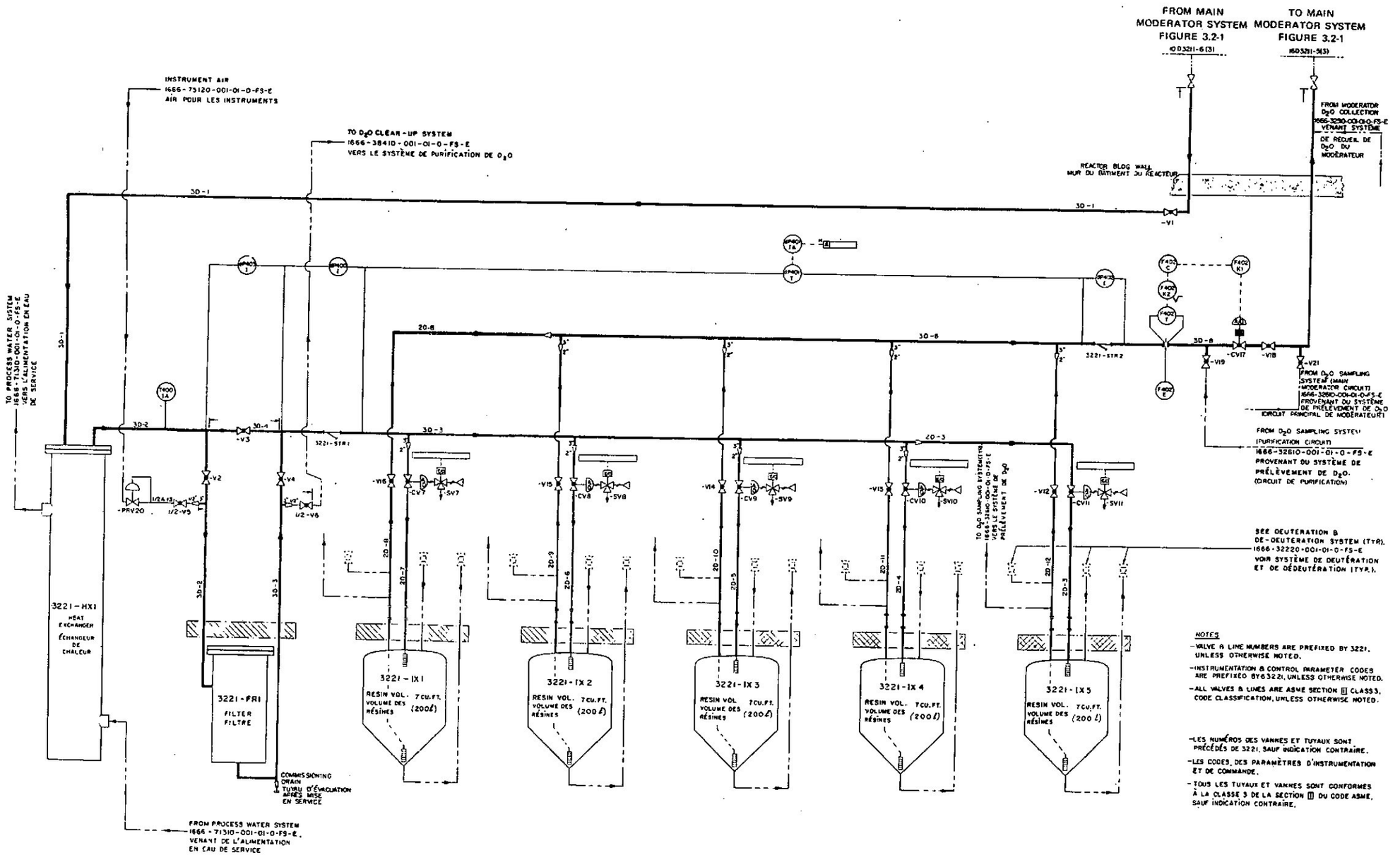


FIG. 20 **MODERATOR PURIFICATION SYSTEM**

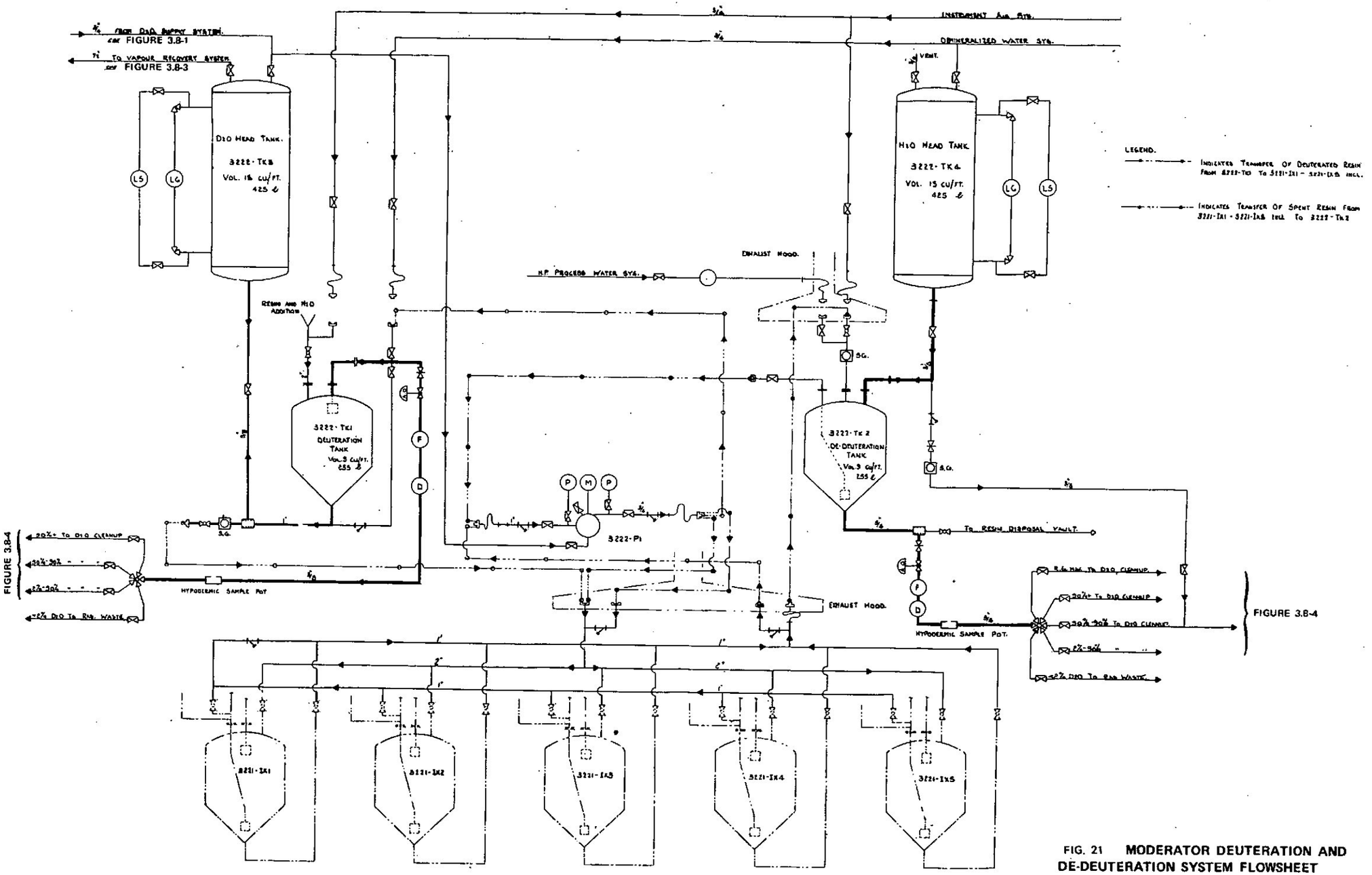


FIG. 21 **MODERATOR DEUTERATION AND DE-DEUTERATION SYSTEM FLOWSHEET**

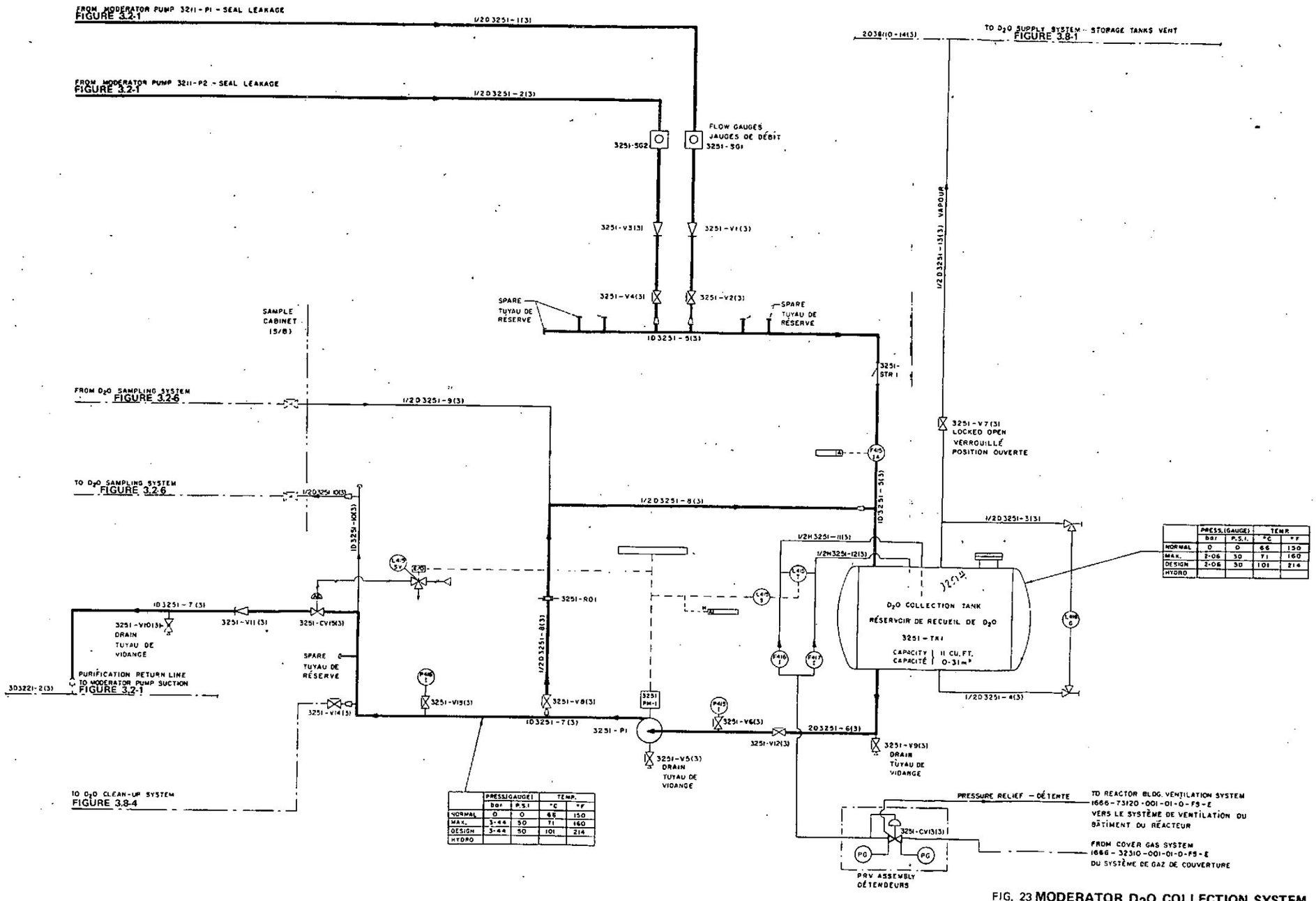
NOTES
- VALVE & LINE NUMBERS ARE PREFIXED BY 3231, UNLESS OTHERWISE NOTED.
- INSTRUMENTATION & CONTROL PARAMETER CODES ARE PREFIXED BY 63231, UNLESS OTHERWISE NOTED.
- ALL LINES & VALVES ARE ASME SECTION III CLASS 3 CODE CLASSIFICATION, UNLESS OTHERWISE NOTED.

NOTES
- LES NUMÉROS DES VANNES ET TUYAUX SONT PRÉCÉDÉS DE 3231, SAUF INDICATION CONTRAIRE.
- LES CODES DES PARAMÈTRES D'INSTRUMENTATION ET DE COMMANDE SONT PRÉCÉDÉS DU NUMÉRO 63231, SAUF INDICATION CONTRAIRE.
- TOUS LES TUYAUX ET VANNES SONT CONFORMES À LA CLASSE 3 DE LA SECTION III DU CODE ASME, SAUF INDICATION CONTRAIRE.

	PRESS (GAUGE)		TEMP	
	bar	P.S.I.	°C	°F
NORMAL	0-0.5	0-4	71	160
MAX.	0-3	4	93	200
DESIGN	1-0	15	121	250
HYDRO				

	PRESS (GAUGE)		TEMP.	
	bar	P.S.I.	°C	°F
NORMAL	0-0.5	0-4	93	200
MAX.	0-3	4	400	750
DESIGN	1-0	150	400	750
HYDRO				

FIG. 22 **MODERATOR SYSTEM COVER GAS SYSTEM**



	PRESS.(GAUGE) bar	PRESS.(GAUGE) P.S.I.	TEMP °C	TEMP °F
NORMAL	0	0	66	150
MAX.	2·06	30	71	160
DESIGN	2·06	30	101	214
HYDRO				

	PRESS(GAUGE) bar	PRESS(GAUGE) P.S.I.	TEMP. °C	TEMP. °F
NORMAL	0	0	66	150
MAX.	3·44	50	71	160
DESIGN	3·44	50	101	214
HYDRO				

FIG. 23 **MODERATOR D_2O COLLECTION SYSTEM FLOW SHEET**

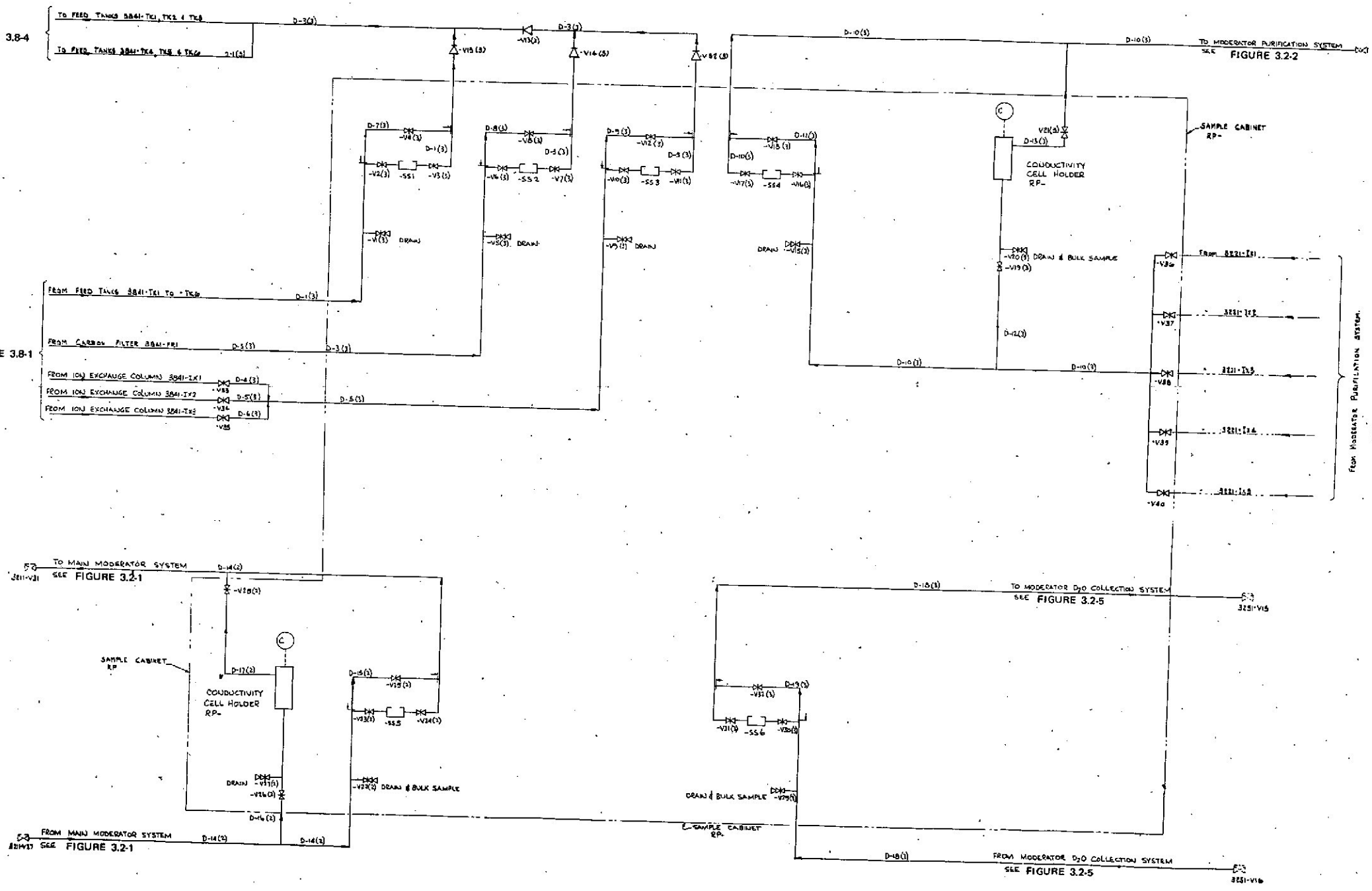


FIG. 24 **MODERATOR D_2O SAMPLING SYSTEM**

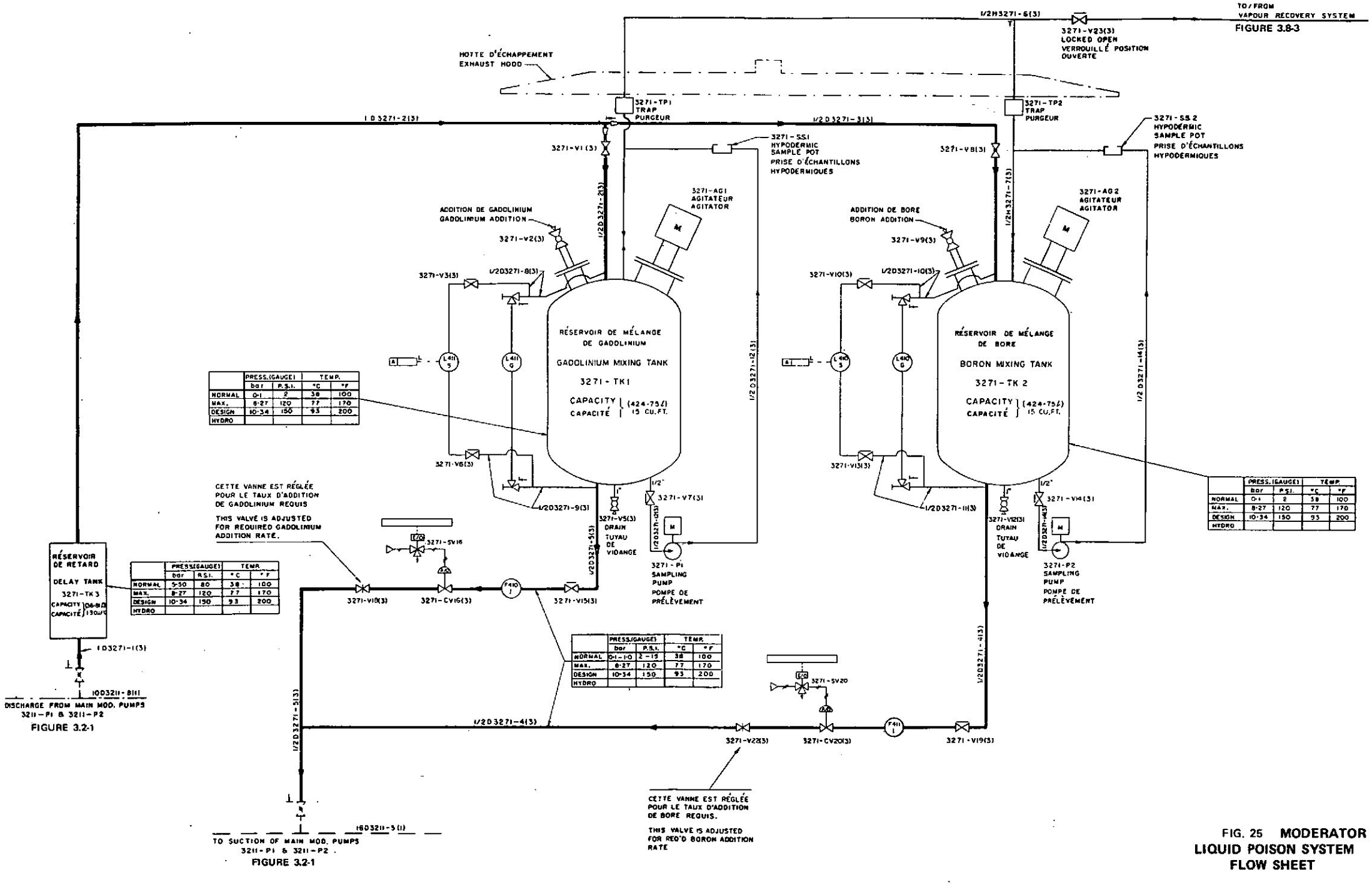


FIG. 25 **MODERATOR LIQUID POISON SYSTEM FLOW SHEET**

INVERSIONE
A

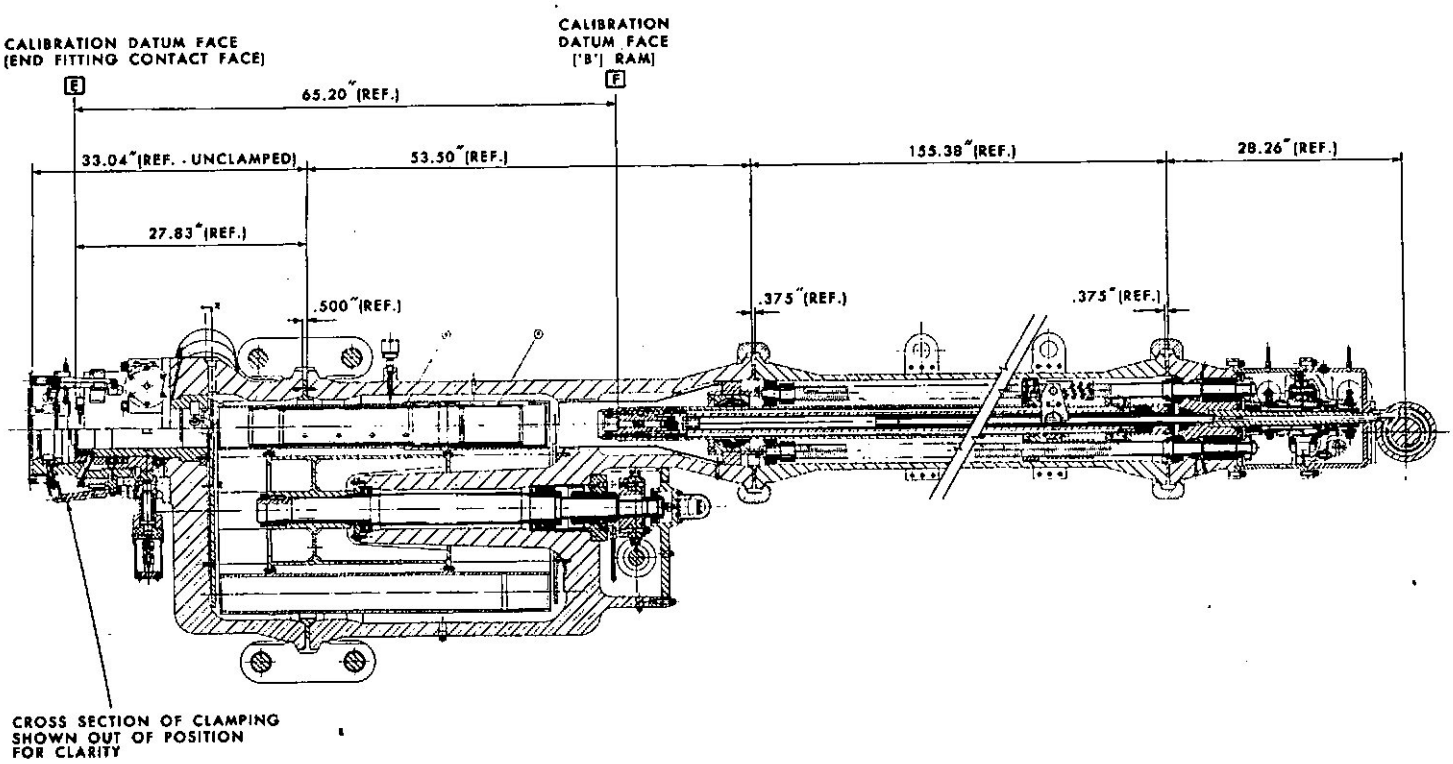
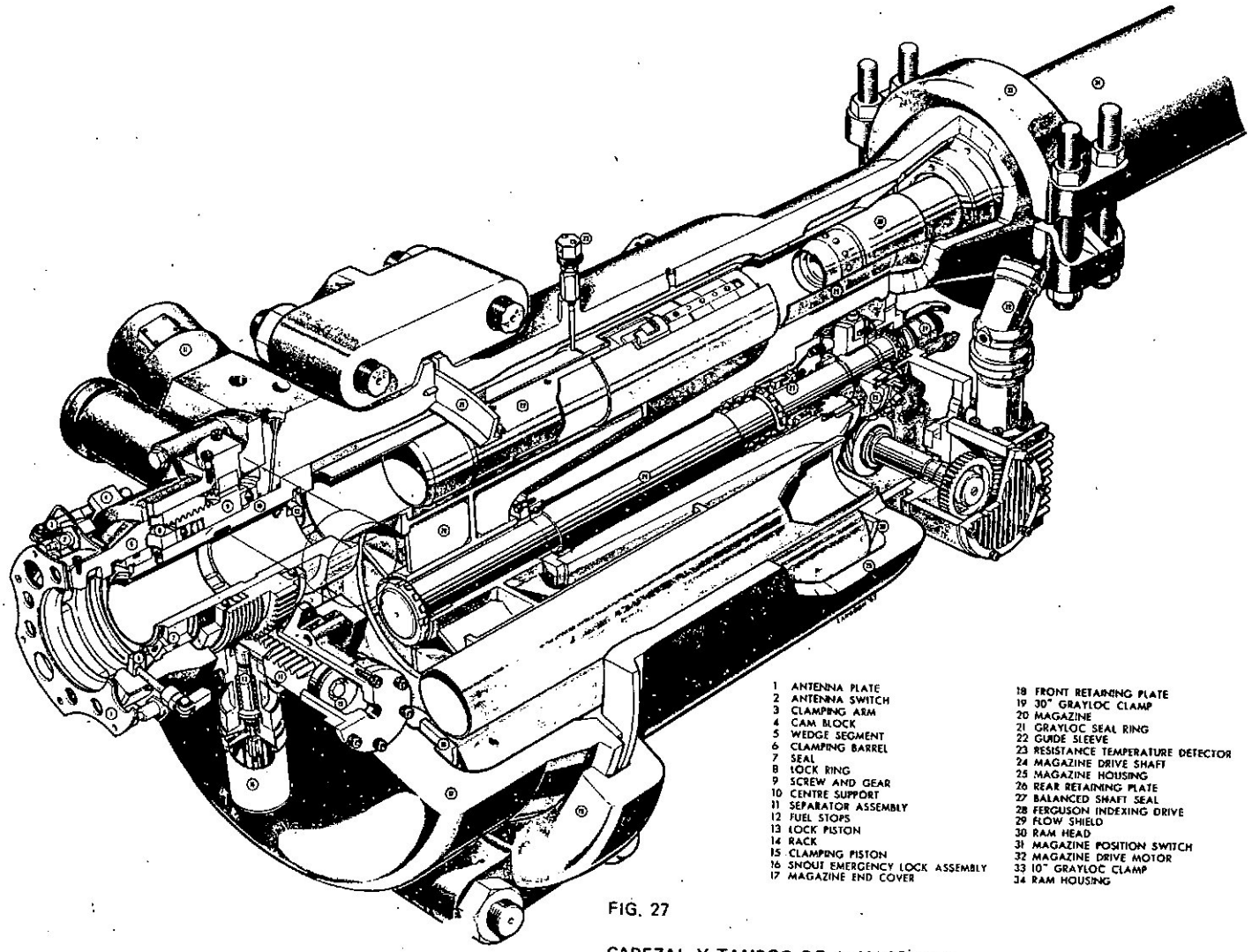


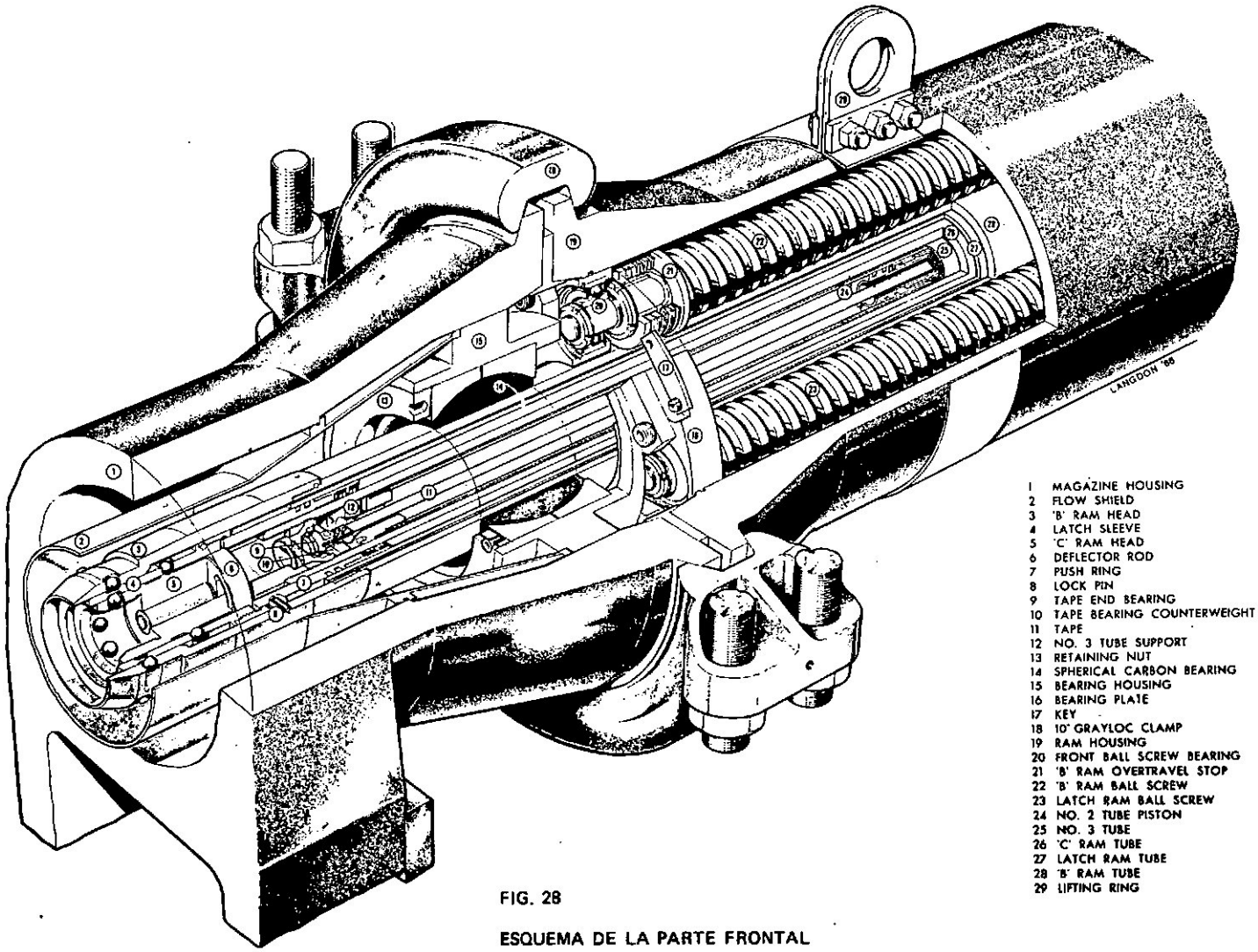
FIG. 26 COMPONENTES DE LA MAQUINA



1 ANTENNA PLATE
2 ANTENNA SWITCH
3 CLAMPING ARM
4 CAM BLOCK
5 WEDGE SEGMENT
6 CLAMPING BARREL
7 SEAL
8 LOCK RING
9 SCREW AND GEAR
10 CENTRE SUPPORT
11 SEPARATOR ASSEMBLY
12 FUEL STOPS
13 LOCK PISTON
14 RACK
15 CLAMPING PISTON
16 SNOUT EMERGENCY LOCK ASSEMBLY
17 MAGAZINE END COVER
18 FRONT RETAINING PLATE
19 30" GRAYLOC CLAMP
20 MAGAZINE
21 GRAYLOC SEAL RING
22 GUIDE SLEEVE
23 RESISTANCE TEMPERATURE DETECTOR
24 MAGAZINE DRIVE SHAFT
25 MAGAZINE HOUSING
26 REAR RETAINING PLATE
27 BALANCED SHAFT SEAL
28 FERGUSON INDEXING DRIVE
29 FLOW SHIELD
30 RAM HEAD
31 MAGAZINE POSITION SWITCH
32 MAGAZINE DRIVE MOTOR
33 10" GRAYLOC CLAMP
34 RAM HOUSING

FIG. 27

CABEZAL Y TAMBOR DE ALMACENAJE
DE LA MAQUINA DE RECAMBIO



1 MAGAZINE HOUSING
2 FLOW SHIELD
3 'B' RAM HEAD
4 LATCH SLEEVE
5 'C' RAM HEAD
6 DEFLECTOR ROD
7 PUSH RING
8 LOCK PIN
9 TAPE END BEARING
10 TAPE BEARING COUNTERWEIGHT
11 TAPE
12 NO. 3 TUBE SUPPORT
13 RETAINING NUT
14 SPHERICAL CARBON BEARING
15 BEARING HOUSING
16 BEARING PLATE
17 KEY
18 10" GRAYLOC CLAMP
19 RAM HOUSING
20 FRONT BALL SCREW BEARING
21 'B' RAM OVERTRAVEL STOP
22 'B' RAM BALL SCREW
23 LATCH RAM BALL SCREW
24 NO. 2 TUBE PISTON
25 NO. 3 TUBE
26 'C' RAM TUBE
27 LATCH RAM TUBE
28 'B' RAM TUBE
29 LIFTING RING

FIG. 28

ESQUEMA DE LA PARTE FRONTAL
DEL MECANISMO DE EMPUJE

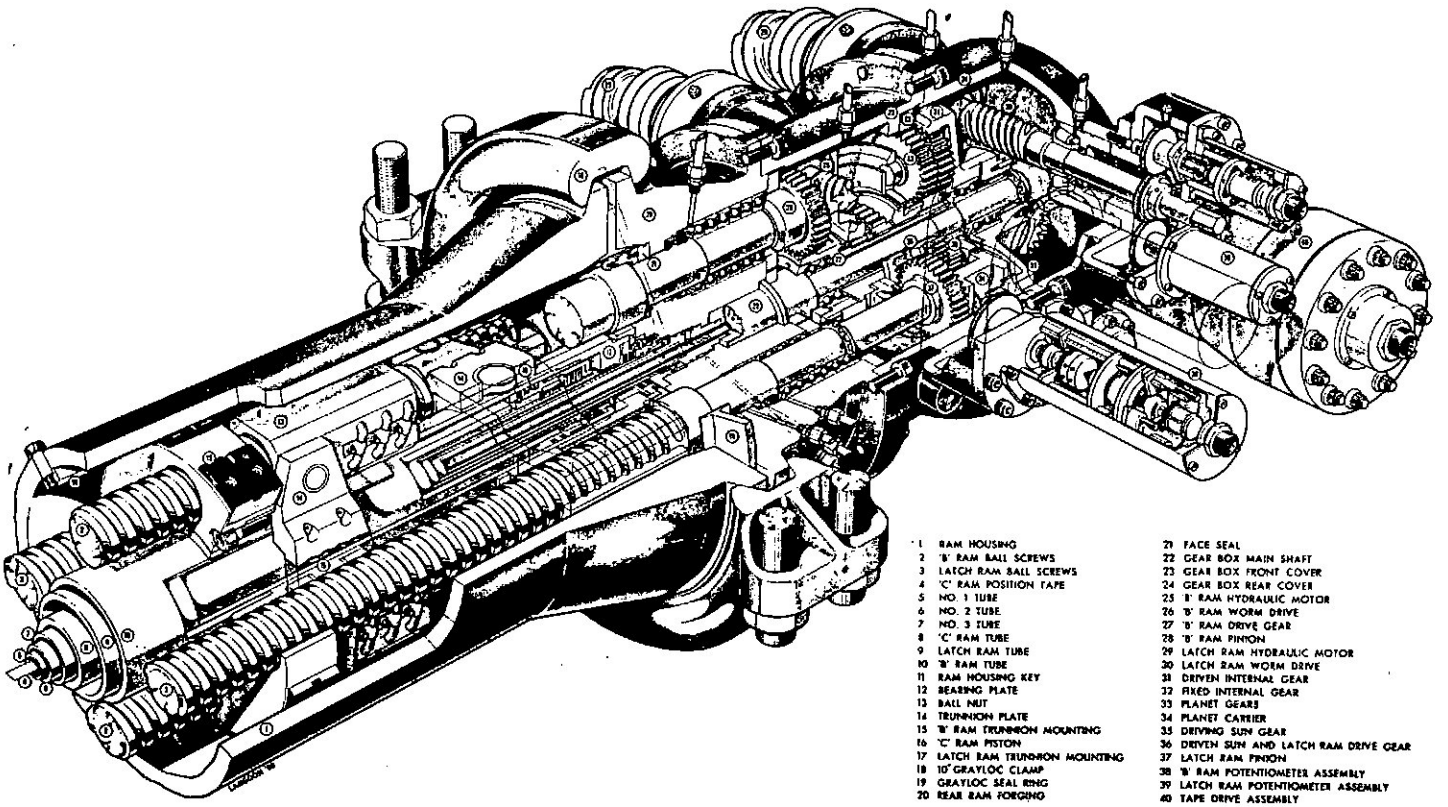


FIG. 29 ESQUEMA DE LA PARTE POSTERIOR DEL MECANISMO DE EMPUJE

1 FUELLING MACHINE BRIDGE STRUCTURE
2 FUELLING MACHINE GUIDE COLUMN
3 BRIDGE SUPPORT
4 BALL SCREW ASSEMBLIES
5 FUELLING MACHINE HEAD
6 FUELLING MACHINE CARRIAGE TROLLEY

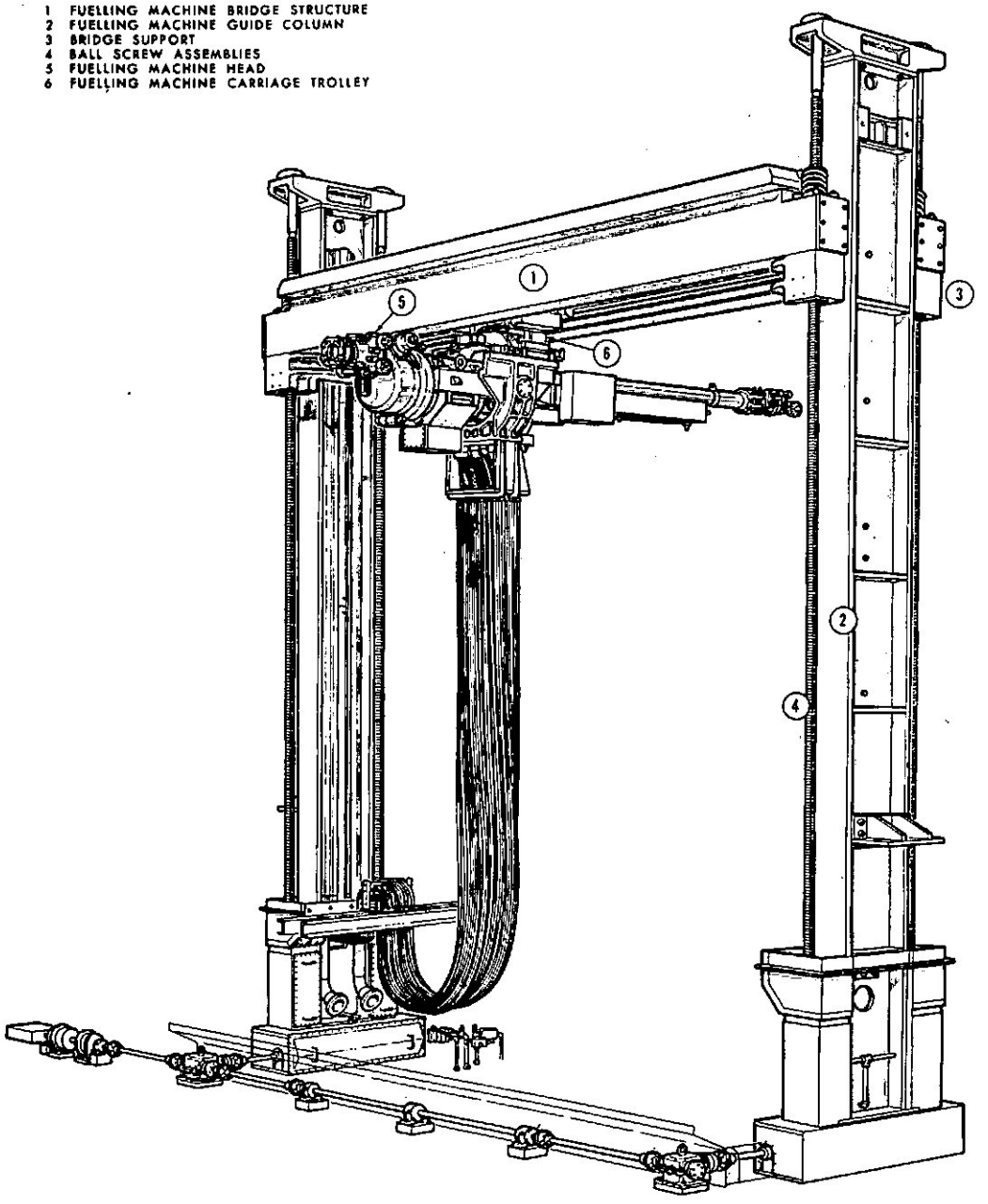
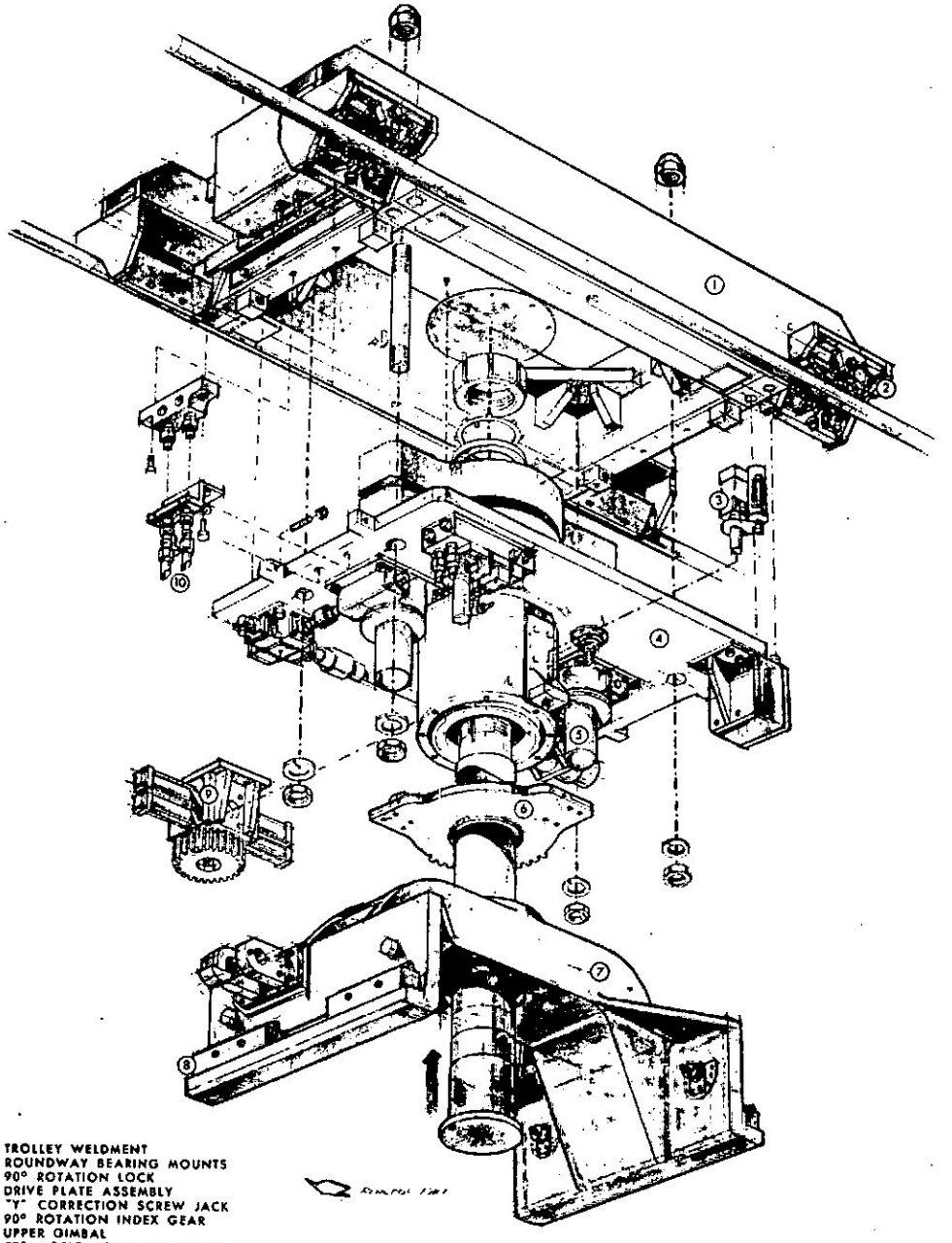
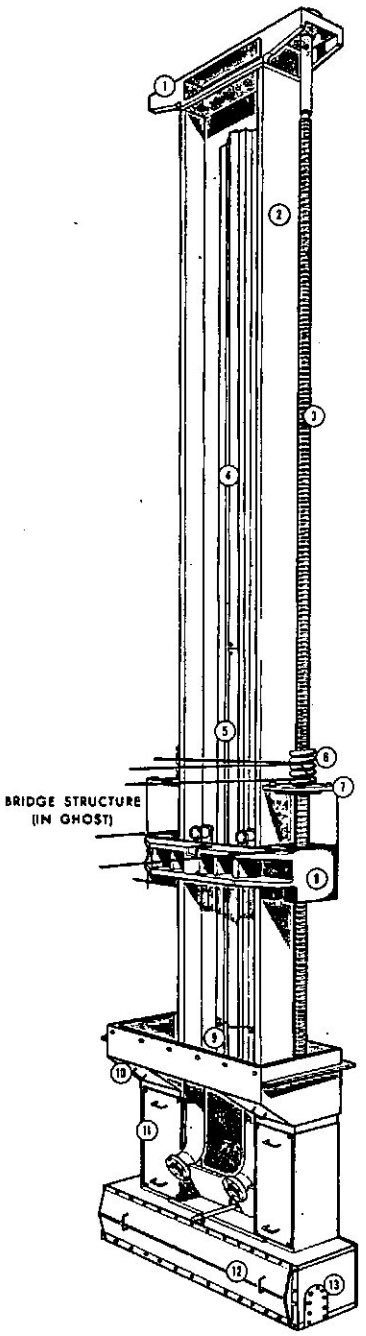


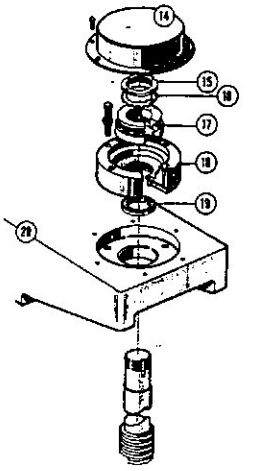
FIG. 30 PUENTE DE LA MAQUINA DE RECAMBIO



1 TROLLEY WELDMENT
2 ROUNDWAY BEARING MOUNTS
3 90° ROTATION LOCK
4 DRIVE PLATE ASSEMBLY
5 "Y" CORRECTION SCREW JACK
6 90° ROTATION INDEX GEAR
7 UPPER GIMBAL
8 "Z" MOTION BALL CARTRIDGE
9 90° ROTATION ACTUATOR
10 HYDRAULIC REMOTE DISCONNECT COUPLINGS

FIG. 31 TROLEY DEL CARRO DE LA MAQUINA DE RECAMBIO





1 BALL SCREW SUPPORT
2 COLUMN WELDMENT
3 BALL SCREW ASSEMBLY
4 ROUNDWAY UPPER
5 ROUNDWAY LOWER
6 COIL SPRING
7 SPRING SUPPORT PLATE
8 BRIDGE SUPPORT ASSEMBLY
9 LOWER ROUNDWAY PAD
10 UPPER COVER PLATE
11 LOWER COVER PLATE
12 BASE FRONT COVER
13 BASE SIDE COVER
14 TOP BEARING COVER
15 BEARING LOCKNUT
16 BEARING LOCKWASHER
17 THRUST BEARING
18 TOP BEARING SEAT
19 OIL SEAL
20 BALL SCREW SUPPORT
21 BRIDGE KEY GUIDE
22 ROUNDWAY BEARING (THOMSON)
23 COLLAR
24 COIL SPRING
25 BRACKET
26 TYCHOWAY BEARING
27 BRIDGE SUPPORT
28 BALL SCREW NUT
29 TRUNNION BUSHING

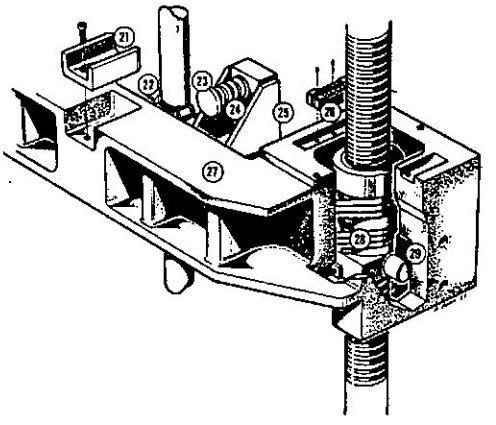


FIG. 32 COLUMNA DE GUIA

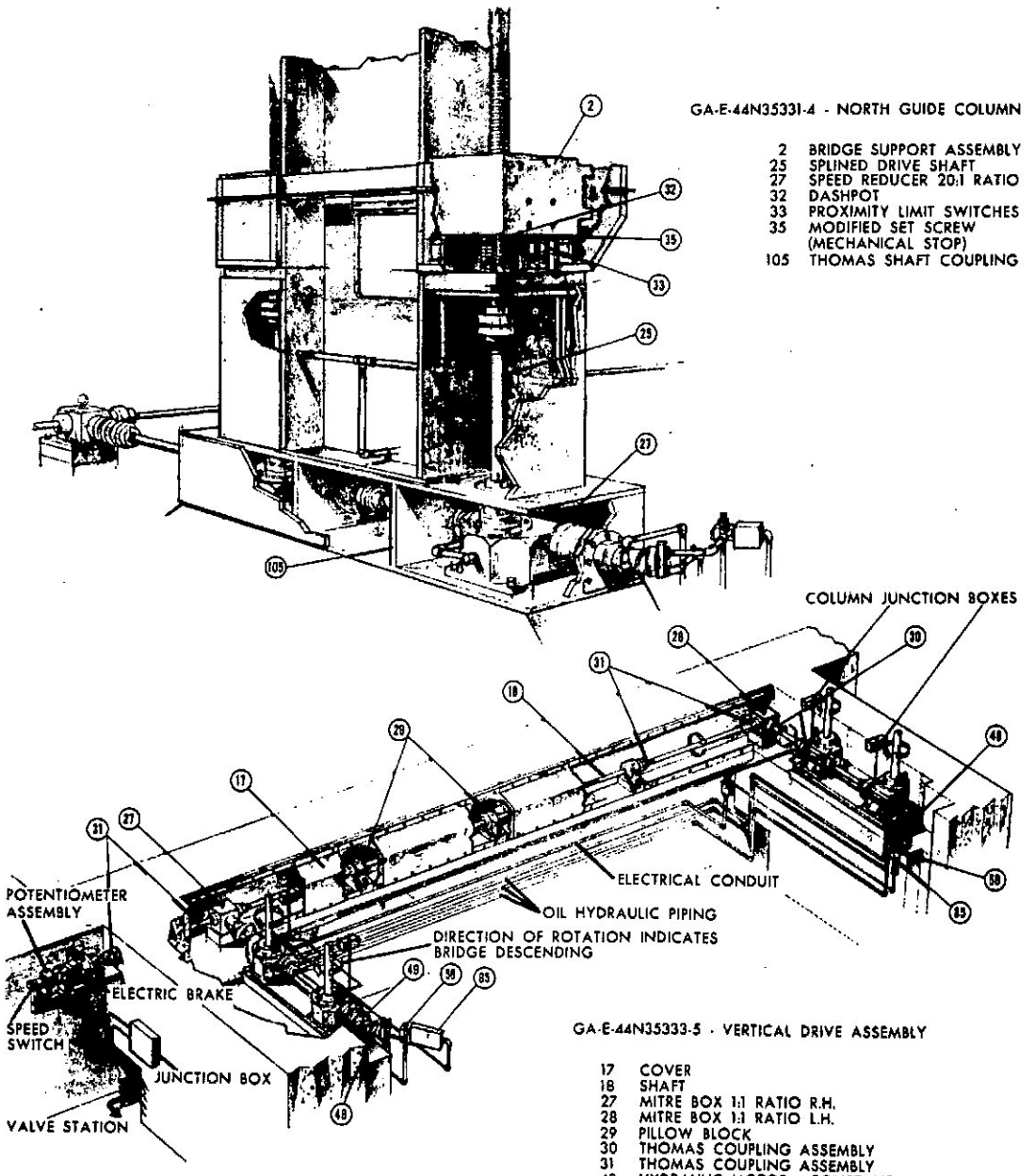


FIG. 33 COLUMNA DE GUIA

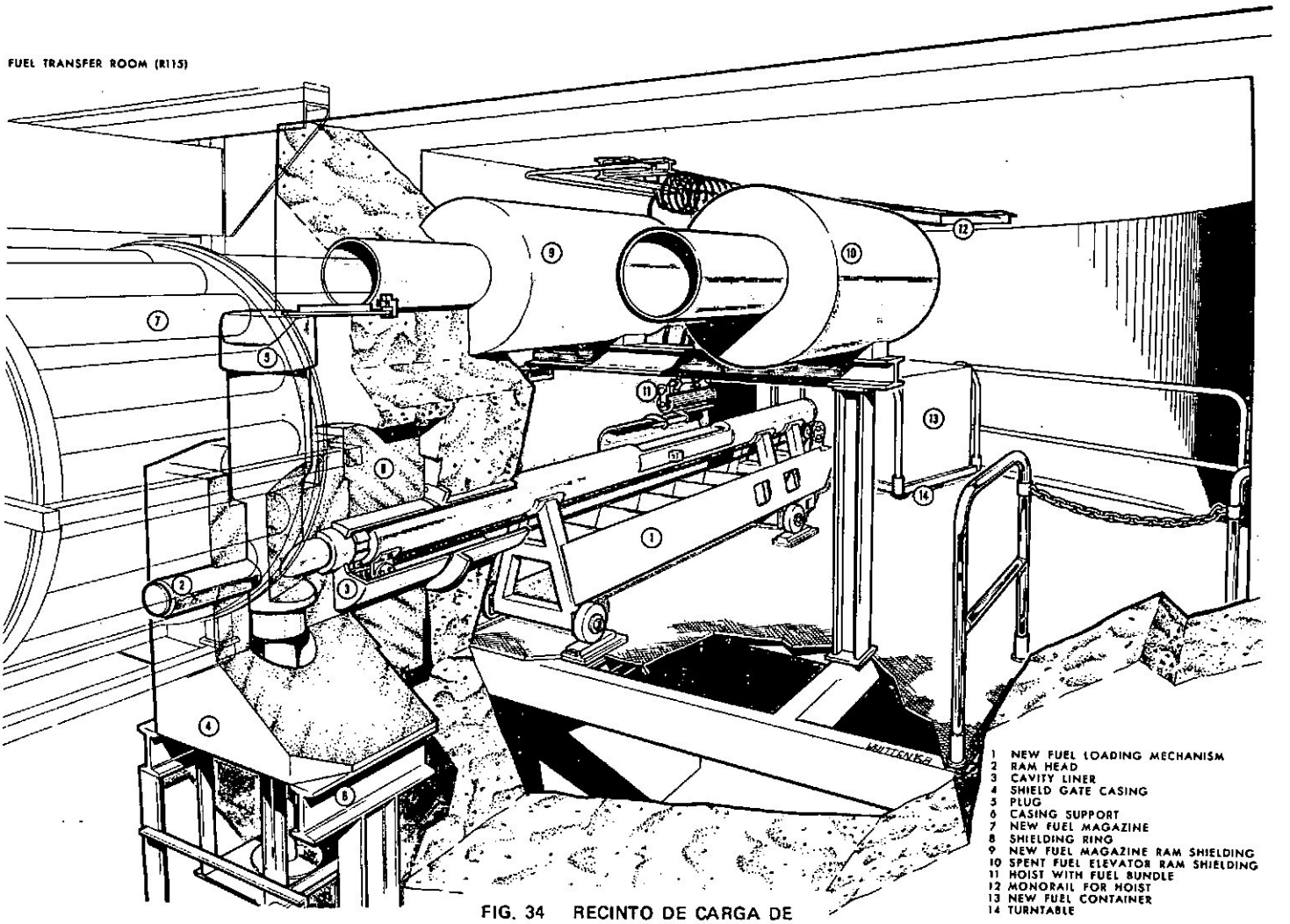
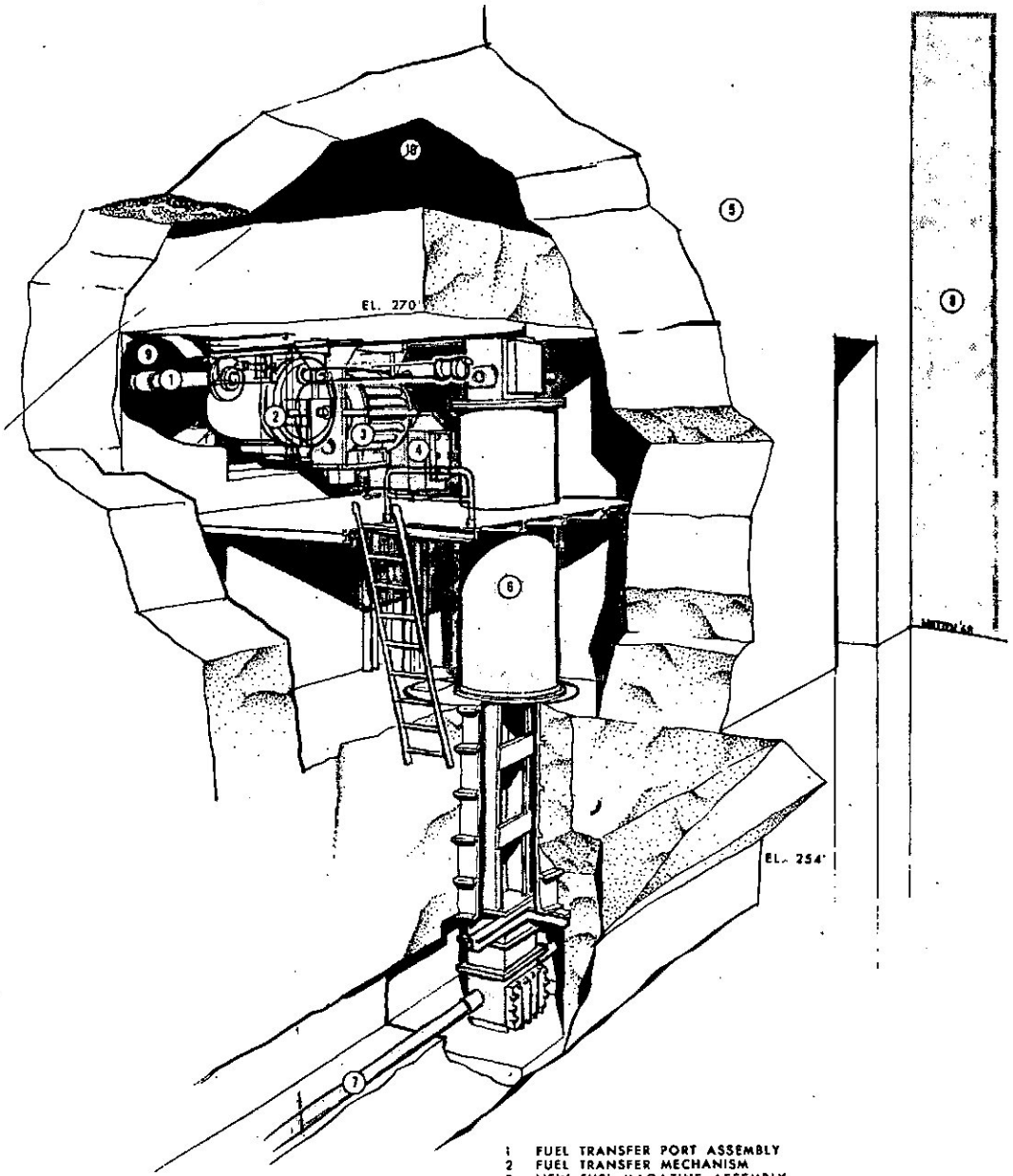
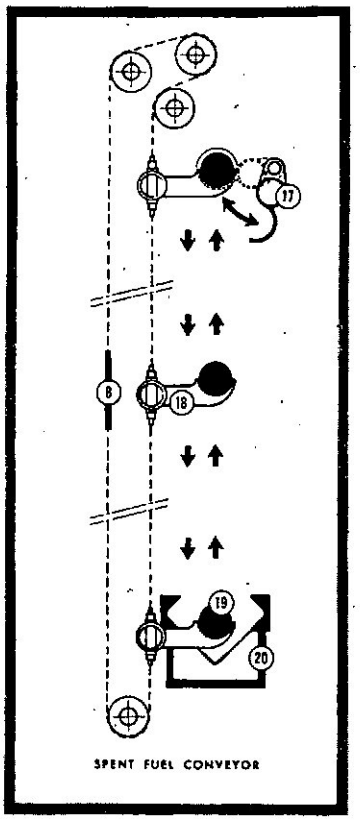


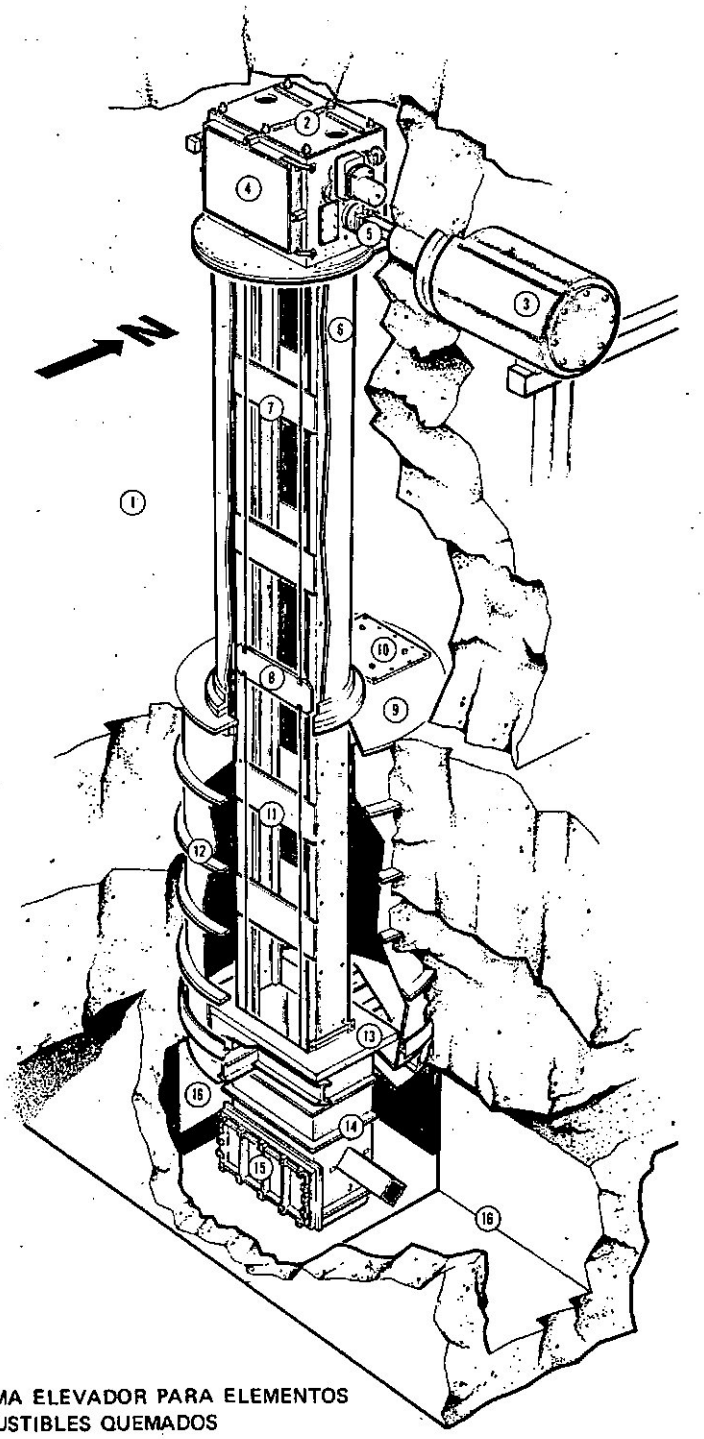
FIG. 34 RECINTO DE CARGA DE COMBUSTIBLE NUEVO



1 FUEL TRANSFER PORT ASSEMBLY
2 FUEL TRANSFER MECHANISM
3 NEW FUEL MAGAZINE ASSEMBLY
4 SHIELD GATE ASSEMBLY
5 SOUTH CROSS WALL
6 ELEVATOR
7 SPENT FUEL CONVEYOR TUBE
8 REACTOR BUILDING WALL
9 FUELLING MACHINE SERVICE ROOM
10 FUELLING MACHINE VAULT

FIG. 35 SISTEMA DE DESCARGA DE COMBUSTIBLE QUEMADO





1 TRANSFER ROOM
2 TOP HOUSING ASSEMBLY
3 RAM SHIELDING ASSEMBLY
4 ACCESS DOOR
5 FUEL STOP AND RETURN RAM
6 COLUMN
7 UPPER GUIDEWAY ASSEMBLY
8 COUNTERWEIGHT PLATE
9 FLOORPLATE
10 ACCESS COVER
11 LOWER GUIDEWAY ASSEMBLY
12 TRANSFER SHAFT EMBEDDED PART
13 BOTTOM HOUSING COVER SEAL
14 BOTTOM HOUSING
15 ACCESS DOOR
16 SPENT FUEL TUNNEL
17 GUIDE TROUGH ASSEMBLY
18 ELEVATOR CARRIAGE
19 FUEL BUNDLE
20 CONVEYOR CART SUPPORT HOUSING

FIG. 36 SISTEMA ELEVADOR PARA ELEMENTOS COMBUSTIBLES QUEMADOS

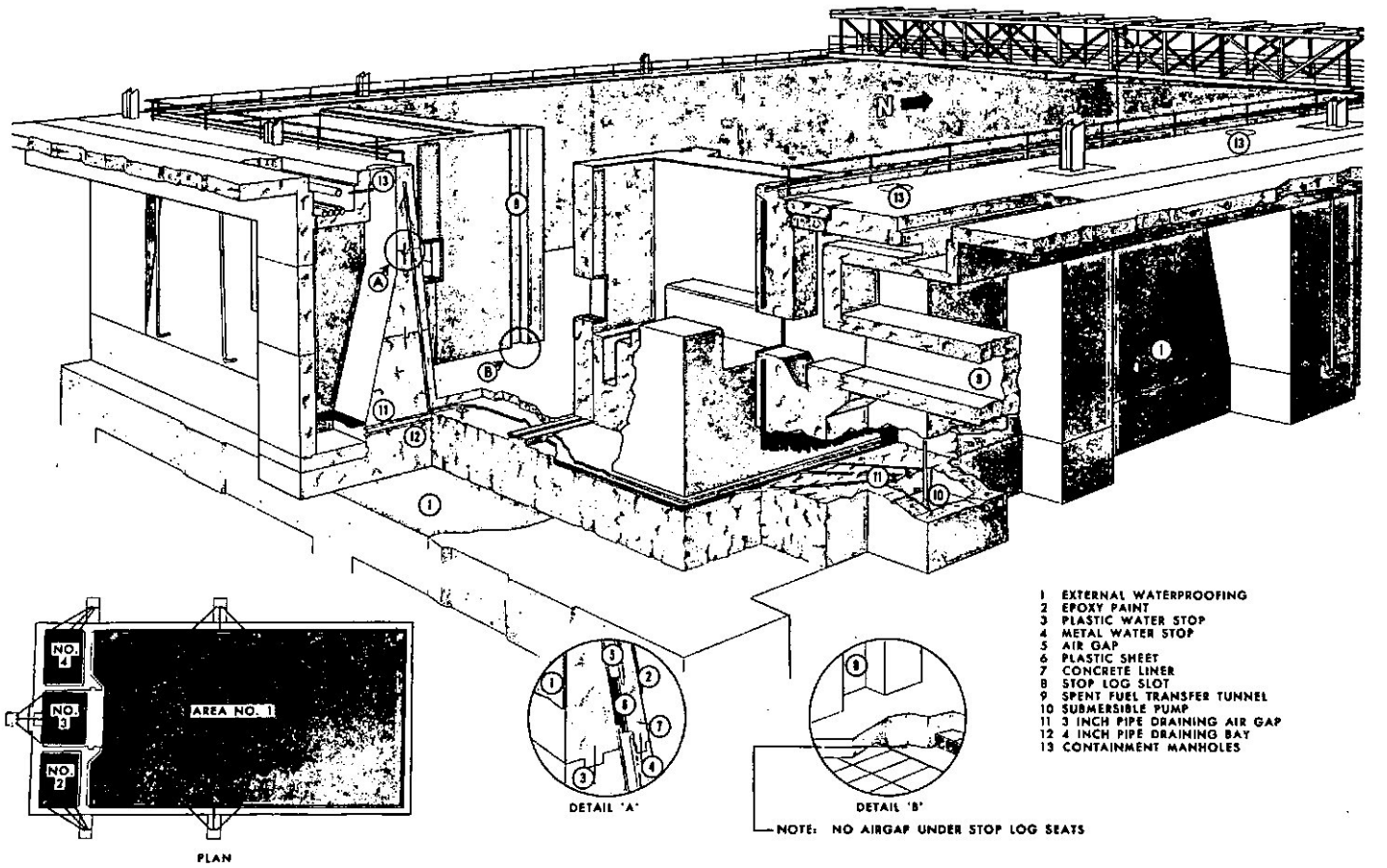


FIG. 37 SISTEMA DE ALMACENAJE DE COMBUSTIBLE QUEMADO

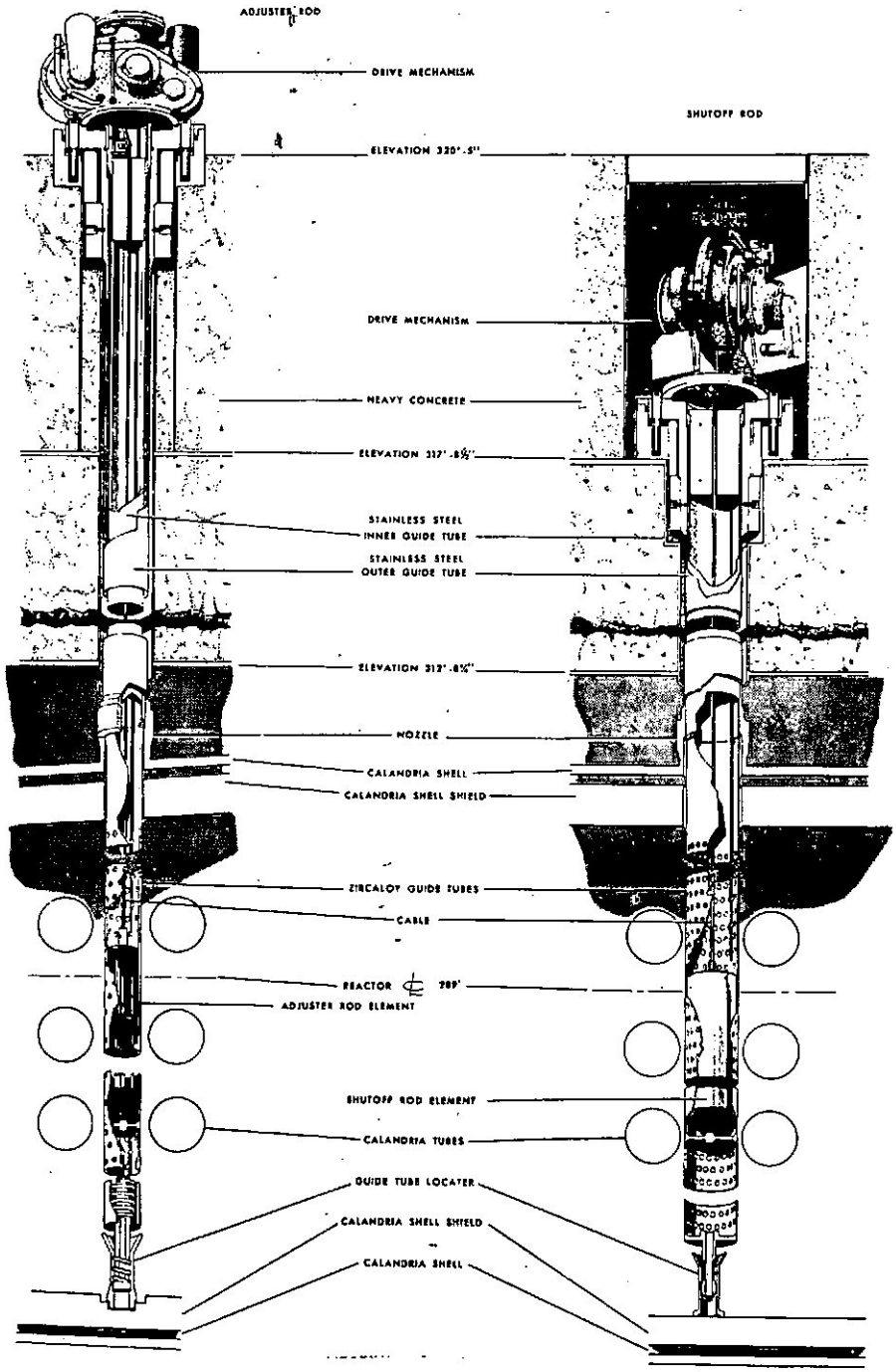


FIG. 38 BARRAS DE AJUSTE Y DE PARADA

BIBLIOTECA
INVERSIONES

capitulo 5

Equipamiento industrial

Ings. Héctor Terraza y Luis A. Bielsa.

5.I. INTRODUCCION

De resultas del análisis de los grandes componentes que conforman el parcial nuclear de una central atómica tipo Candú, surge que los elementos que la industria nacional está en condiciones de proveer con el equipamiento actual son:

—Bombas del moderador.
—Intercambiadores del moderador.
—End Shield.
—Compuerta principal.
—Válvulas del moderador.
—Válvulas clase A.

Los componentes para los cuales la industria nacional necesitaría equipamiento complementario, serían:

—Generadores de vapor.
—Calandria.
—Bombas principales.

Las implementaciones necesarias en cada caso surgen del análisis de detalle que veremos a continuación.

Existen otros componentes que la industria nacional estaría actualmente en condiciones de producir, importando ciertas piezas menores.

5.II. GENERADORES DE VAPOR

5.II.a Características constructivas:

a) Tramo cilíndrico sup:
Dimensiones: Ø 3600 mm. Alt. aprox. 3200 mm.
Espesor 78 mm.
Peso aprox. 22 Tn.
Material Acero al C ASTM A 516 grado 70.

b) Tramo tronco cónico:
Dimensiones: Ø sup. 3125 mm
Ø inf. 2970 mm
Espesor 80 mm.
Peso 6 Tn.
Material Ac al C ASTM A 516 grado 70.

c) Tramo cilíndrico inf:
Dimensiones: Øe: 2000 mm. Alt. aprox. 6000 mm.
Espesor 80 mm.
Peso 24 Tn.
Material Ac al C ASTM A 516 grado 70.

5.II.b Limitaciones:

El equipo ideal para el rolado de los elementos mencionados sería una calandria de aprox. 5500 Tn. y un ancho de 2 m. se destaca, además, que esta roladora tendría también mucha aplicación en otros campos. Pero, aún sin contar con este equipo, estaríamos hoy en condiciones de poder con-

formar las piezas solicitadas, con la ayuda de prensas existentes. La capacidad de maniobra necesaria sería aproximamente 1500 Tn, valor que está perfectamente dentro de las posibilidades de la industria del país. La etapa final de montaje de los tubos, se debe hacer en condiciones de limpieza ambiental "clean conditions". La soldadura más compleja está entre los tubos y la placa-tubo, no representando problemas insolubles su realización, aunque por supuesto deben satisfacer las severas exigencias que corresponden a los recipientes nucleares.

Con referencia a los tratamientos térmicos se los puede realizar en forma parcial durante la fabricación, contando para ello con los hornos existentes en el país. Prácticamente todos los tratamientos de distensionado se deben hacer antes de colocar los tubos, y para las soldaduras finales se hará un tratamiento localizado (inductivo).

En lo que respecta a las piezas, forjadas o soldadas en caliente podemos hacer el siguiente análisis.

Las características de las mismas son:

a) Placa-tubo (forjada):
Dimensiones Ø 2100.
Espesor aprox. 343 mm.
Peso 10 Tn.
Material Acero al C ASTM A 105 grado II.

b) Tramo cilíndrico inferior sobre la placa-tubo (forjada):
Dimensiones Ø2500 mm. aprox. 650 mm
Espesor aprox. 220 mm.
Peso aprox. 6 Tn.
Mat. Acero al C ASTM A 516 grado 70.

c) Calota sup. (Doblada en caliente):
Dimensiones Ø3150 mm. aprox. 830 mm.
Espesor aprox. 78 mm.
Peso aprox. 4,5 Tn.
Mat. Acero al C ASTM A 516 grado 70.

d) Calota inf. (Doblada en caliente):
Dimensiones Ø2000 mm. aprox. 890 mm.
Espesor aprox. 110 mm.
Peso 5 Tn.
Mat. Acero al C ASTM A 516 grado 70.

A excepción de la placa-tubo el resto de componentes se pueden realizar en el país, aunque con algunas adaptaciones en cuanto a la mecánica de fabricación. Por ejemplo: las calotas podrían ser hechas con casquete y gajos soldados, y el tramo cilíndrico inferior, sobre la placa-tubo, se obtendría por rolado en caliente. Con respecto a la placa-tubo, se necesitaría una prensa de forjado del orden de las 5000-6000 Tn. Obviamente, con esta implementación se podría con seguridad cubrir la amplia gama de piezas de este tipo, requeridas para otras industrias como son la naval (línea de ejes), petroquímica (placas-tubos), hidráulica (ejes), turbinas de gas (ejes), motores (cigüeñales y bielas), etc.

5.II.c Mecanizado:

a) La placa-tubo tiene alrededor de 8000 agujeros terminados con una tolerancia de ± 0,05; esto se puede hacer en el país con el plantel de máquinas existentes. Pero dada la envergadura del trabajo, se podría considerar la posibilidad de adquirir una perforadora de varios cabezales, por ejemplo, del tipo S.ASS tipo FNC 3-1000 con control numérico, dado que tendría también un interesante campo de acción en otras actividades.

b) El resto del mecanizado requerido para este componente está absolutamente dentro de las posibilidades del plantel de máquinas existentes en el país.

5.III CALANDRIA

5.III.a Características constructivas:

a)	Calandria:	Dimensiones Ø 9000 mm; h aprox. 4013 mm.
	(Cuerpo)	Espesor 32 mm. Peso aprox. 40 Tn.
b)	End Shields:	Dimensiones Ø 7900 mm; h aprox. 2000 mm.
	(Parte cilíndrica)	Espesor 32 mm. Peso aprox. 13 Tn.
c)	End Shields: (Placa-tubos)	Dimensiones Ø 9000 mm. Espesor 50 mm. Peso aprox. 25 Tn.
		Dimensiones Ø 8000 mm. Espesor: 76 mm. Peso aprox. 30 Tn.

5.III.a.1 CUERPO DE CALANDRIA (CALANDRIA SHELLS).

Está constituída por una porción cilíndrica y dos aros anulares en ambos extremos. Se trazan en la calandria diez puntos que determinan tres planos, a partir de los cuales, por coordenadas **xv** e **xy** surgen las posiciones de todos los agujeros horizontales y verticales. El cuerpo lleva soldados toberas y escuadras, a las que de acuerdo a las tolerancias exigidas, quizás haya que mecanizar. El rolado de los tramos parciales del cuerpo es factible, no obstante la escasa tolerancia admitida respecto del diámetro nominal.

5.III.a.2 ESCUDOS (END SHIELD)

Los escudos están compuestos por: a) Dos placas agujereadas unidas por un cuerpo cilíndrico; b) un conjunto cilíndrico exterior que estará en contacto con el hormigón; y c) un aro que actuará de soporte elástico de la calandria y que vincula a los items a) y b). Las placas a), se construirán de fajas de chapa, con la restricción que los cordones de soldadura no coincidan con las líneas de agujeros. Las placas a) se agujerean con plantillas de acero inoxidable o acero al C templado. Las placas se trazan en base a cuatro puntos de referencia básicos. Todo el reticulado se traza a partir de ellos. Los escudos poseen cinco tacos que se deben maquinar con extrema precisión pues determina el plano "A" de referencia para toda la construcción. En el conjunto escudos hay una serie de pasahombres que, consideramos, facilitarán el acceso al escudo ya armado, para colocar en él los tubos y luego llenarlo con bolas (de acero al C) y H_2O.

El objetivo de estas bolas de acero es proveer blindaje biológico respecto a las radiaciones.

5.III.a.3 MECANIZADO.

Se puede realizar en el centro de mecanizado existente modelo FAF 305/200 con mesa giratoria PM 355 FT y brazo de torneado BA 200/350.

El equipo está compuesto, básicamente por una gran columna alesadora-fresadora, que se desplaza longitudinalmente sobre una bancada de apoyo, con un recorrido efectivo de más de 25 m. la columna porta a su vez el cabezal de trabajo, que posee 100 caballos de fuerza y que se desplaza verticalmente sobre la columna en un recorrido de 5 1/2 m.

El husillo puede salir hasta 1.750 mm. del frente del cabezal y éste a su vez 1.250 mm. lográndose un desplazamiento total de 3 m.

Las piezas a mecanizar se disponen sobre un plano de apoyo de 6 m. de ancho por 21 m. de largo, con una capacidad de carga de 20 Tn. por m2 de superficie. Al extremo de este plano de trabajo, va dispuesta una gran mesa giratoria de 5 m. por 5 m. capaz de soportar hasta 160 Tn. de carga y con 100 caballos de fuerza para su giro. El movimiento puede ser lento para trabajos de fresado ó rápido para torneado. También la mesa giratoria puede desplazarse en un plano horizontal, sobre una bancada propia a 90º con respecto a la bancada longitudinal, que soporta la columna de alesado. El desplazamiento tiene un recorrido de 3.750 mm.

Para los trabajos de torneado, también fresados, perforados, etc., a realizar en la mesa, el equipo dispone de otra columna de grandes dimensiones que, según se trate el trabajo, podrá estar dispuesta en tres posiciones diversas, ya sea tomada como brazo horizontal en la columna principal de alesado ó fija sobre un plano dispuesto al efecto, al costado de la mesa giratoria ó por último sobre la misma mesa.

En los dos primeros casos, la pieza gira montada sobre la mesa; en el tercer caso es la columna de torneado la que gira, quedando fija la pieza alrededor de la mesa. Para éste último caso se puede lograr, con nuestra disposición mecanizados de hasta 20 m. de Ø.

El centro queda complementado con diversos cabezales postizos y accesorios especiales para lograr una total versatilidad de trabajos de mecanizados. También cuenta con un visualizador electrónico de cotas de posición, para todos los ejes, inclusive la mesa giratoria. Todo el centro está dispuesto para recibir mando automático por control numérico. Cuenta además con un sistema de alimentación de energía tal, que la hace totalmente independiente para trabajar en forma simultánea con la columna de alesado por un lado y la mesa giratoria por otro.

Entre las posibilidades de mecanizado, a título informativo, se pueden mencionar, por ejemplo, el mecanizado completo de bancadas, montantes, cilindros, para Grandes Motores Diesel; carcasas y rotores para generadores de centrales hidroeléctricas; componentes principales de turbinas de gas, bombas, bastidores para laminadores, componentes de reactores nucleares etc.

Por último, podemos señalar que la elevada técnica de diseño y construcción del equipo garantiza una alta presición de mecanizado, normalmente muy superior a lo requerido por las piezas que son factibles de elaborar en este tipo de centro de mecanizado.

5.III.a.4 ENSAMBLE DEL CUERPO DE CALANDRIA Y LOS ESCUDOS.

Podemos definir claramente 3 conjuntos, que son los dos escudos (end shield) y el cuerpo de calandria (calandria shells). Luego de tener fabricados estos tres conjuntos, se hace una presentación en fábrica de los escudos y el cuerpo de calandria. Para esta alineación, se deben usar los cuatro puntos de referencia de los escudos y los puntos correspondientes del cuerpo de la calandria. Luego se hace un embalaje apropiado que permitirá hacer una presentación equivalente en el sitio de instalación, y allí ensamblar por medio de soldadura los tres conjuntos. La zona de unión de la calandria a los escudos permite ajustar el conjunto, ya sea en

su medida longitudinal total, como así mismo orientar los escudos en el plano.

Es importante destacar que el mismo embalaje facilitará luego el desplazamiento de la calandria desde el área de ensamble a la posición definitiva, donde descansaría provisoriamente sobre gatos nivelados. Luego se realizaría el desmontaje de los arriostramientos, que le garantizaban la rigidez al conjunto. Posteriormente se procedería a la colocación de los tubos interiores entre ambos escudos y llenado del espacio entre placas-tubos con bolas (de acero a C) y H_2O. Finalmente se procedería al conexionado de los últimos caños y tuberías de refrigeración, para luego proceder al hormigonado.

Las cuñas que calzaban el cuerpo de la calandria y parte de los escudos, se retirarían dejando así en suspensión elástica.

5.IV CONCLUSIONES

1) Los "End Shields" se pueden construir totalmente en el país, aunque en una primera etapa bajo licencia. Es de mucha importancia comenzar ya para Río Tercero con esta provisión, para poder de ese modo tomar experiencia en el campo de los reactores nucleares.

2) La Calandria es también factible de construir, pero dado las tolerancias exigidas y tratándose de dimensiones tan grandes, sería también necesario tomar una licencia. Considerando desde ya que con la experiencia que surja de esta fabricación, se podría en más hacerlo sin ningún tipo de apoyo.

5.V BOMBAS PRINCIPALES

Existen tres factores importantes que limitan las posibilidades de fabricación nacional para este componente.
Son en orden de importancia:
a) Pruebas de las bombas.
b) Forjado del eje.
c) Fundición del cuerpo y rodete.

Decimos que sólo son estos los puntos a analizar, pues el mecanizado no representa mayor problema.

Los sellos serían de importación (en una primera etapa) y las características generales de las restantes piezas son relativamente simples.

5.V.a PRUEBAS DE LAS BOMBAS

Dado los severos controles a que se las debe someter, resultaría de absoluta necesidad un banco de prueba de bombas. La alternativa de realizar dichos ensayos fuera del país, quita proyección futura, a este rubro considerando además el interesante mercado que el campo de bombas de mediana y gran capacidad tiene el país. Dicho banco deberá tener aproximadamente las siguientes características básicas:

a) La alimentación debería ser del orden de los 10.000 KVA, con alguna eventual línea de reserva.
Se debería contar además con un transformador de arranque con escalones de conmutación de manera de poder regular la tensión bajo carga.

b) Para el accionamiento de las bombas serían necesarios motores normales con potencias de hasta 9700 KW.
El arranque y la regulación de estos motores, que están casi todos equipados con anillos colectores, se operan con ayuda de resistencias escogidas en consecuencia.

c) Los aparatos de medida del banco de pruebas de bombas comprenden los dispositivos instalados permanentemente para la medida del caudal, los instrumentos para la determinación de las presiones, de las potencias, de la velocidad y eventualmente de las solicitaciones mecánicas de los elementos constitutivos de las bombas.

5.V.a.1 MEDICION DEL CAUDAL

Se determinará con ayuda de diafragmas y de toberas colocadas en los conductos construídos a ese efecto. Deben ser de distintas secciones para permitir determinar una gama de caudales desde aprox. 0,030 a 3 m^3/seg. Los diafragmas y toberas serán construídas bajo las especificaciones ASME.

Ya que así lo requieren las normas, debería disponerse de una fosa de aforo hormigonada para hacer mediciones volumétricas de caudal.

5.V.a.2 MEDICION DE LA PRESION

Para presiones de pocos metros de columna de agua son necesarios piezómetros de mercurio. Pero para presiones de más de 20 m.c.a. sería necesario disponer de manómetros de peso muerto con pistones de superficie.

5.V.a.3 MEDICION DE LA VELOCIDAD

Será necesario contar con contadores de revoluciones normales, de aparatos estroboscópicos y tacómetros electrónicos.

5.V.a.4 MEDICION DE LA POTENCIA ABSORBIDA

Si se utilizan motores dinamométricos para la medida de potencia absorbidas se determinan el momento de giro y la velocidad angular. En caso de utilizar motores convencionales la potencia es medida por el método de los 2 vatímetros o por cronometraje con un contador de energía.

5.V.a.5 INSTRUMENTACION COMPLEMENTARIA

El banco debería contar además con los instrumentos necesarios para determinar sin histéresis, las presiones, tensiones, temperaturas y deformaciones, de las bombas sometidas a grandes cargas, en el caso en que se decidiera hacer el desarrollo de la ingeniería.

La obra civil que implica este banco deberá ser cuidadosamente diseñada para poder satisfacer los requisitos estructurales e hidráulicos requeridos. En mayor detalle se hace referencia a estos problemas en el capítulo 7 sobre "Circuitos Termohidráulicos".

5.V.b FORJADO DEL EJE

Dado que las dimensiones del mismo son Ø aprox. 250 mm., L= 4500 mm. y peso aprox. 1,7 Tn., surge claramente que estaría dentro de las posibilidades del equipo para forjado requerido por piezas del generador de vapor.

5.V.c FUNDICION DEL CUERPO Y RODETE

Las dimensiones principales del cuerpo de la bomba son:

Ø	1400 mm.
L. aprox.	3000 mm
Peso aprox.	20 Tn.

En cuanto a la composición del material, aunque no se conoce exactamente pues AECL sólo da los requisitos mecánicos que debe satisfacer, descontamos se trata de un acero inoxidable. Actualmente se obtiene en el país acero inoxidable con bajo tenor de C, pero la limitación está en la capacidad de colada que solo alcanza las 6 Tn. De lo dicho surge la necesidad de poder contar con equipos para lograr la calidad y capacidad requeridas.

Por tal motivo, adjuntamos un análisis sobre las últimas técnicas en esa materia, (ANEXO)

La solución técnicamente más aconsejada sería la de adquirir un horno de inducción de 20 Tn.

Se pueden considerar alternativas más económicas, estudiando cuidadosamente los métodos enunciados en el informe adjunto, lo que permitiría usar hornos de arco.

ANEXO I

CONSIDERACIONES ACERCA DE LA ELABORACION DE ACEROS INOXIDABLES DE EXTRA BAJO CARBONO (0,03 o/o C)

J. NIEDERMAIER – D.E.BALZARETTI

Los requerimientos de materiales de alta resistencia a la corrosión, con la condición de que ésta propiedad no se altere en el transcurso del tiempo, hizo que se desarrollen y evolucionen nuevas aleaciones dentro del campo de los aceros inoxidables. Dentro de ésta línea, se fijó especial atención en la distribución y estabilidad en solución sólida del Cromo, condiciones en las que éste elemento es responsable de la alta resistencia a la corrosión de estas aleaciones. El Cromo posee una marcada afinidad química con el Carbono que le permite reaccionar y precipitar en forma de carburos.

La precipitación y crecimiento de estos carburos se acelera notablemente con la temperatura, presentando características extremas en los bordes de granos de la zona afectada térmicamente de las soldaduras. El hecho de que se generen carburos a partir del cromo que se encuentra en solución sólida, hace que las zonas próximas a los carburos se encuentren empobrecidas en el mismo y sean vulnerables al ataque de la corrosión. En primera instancia se atacó éste problema mediante el estabilizado de los carburos por medio de un elemento más ávido por el C que el Cr, tales como Ti o Nb. De esta manera se forman carburos de estos elementos y queda el Cr en solución. La segunda instancia fue eliminar el C, o por lo menos bajarlo hasta una concentración inferior a la crítica, valor por debajo del cual no precipitan carburos, con lo que se salva definitivamente el problema.

Consideraciones sobre los procesos de elaboración de Aceros Inoxidables de Extra Bajo Carbono:

Si bien técnicamente es posible llegar a la aleación a partir de los elementos puros y ferroaleaciones de bajo contenido de carbono, la verdadera dimensión industrial se ha logrado mediante el desarrollo de técnicas de elaboración que permiten utilizar ferroaleaciones de menor costo y chatarra de inoxidable común cada vez en mayor proporción. Para ello hubo que resolver complejos problemas de acería con el fin de aprovechar fundamentalmente el Cr y Ni de la misma, y desarrollar procesos que permitan oxidar selectivamente al C para bajarlo a los límites requeridos sin una pérdida considerable de Cr.

Procesos de elaboración:

Uno de los procesos adecuados para la producción de este tipo de acero consiste en la elaboración de una aleación base a partir de chatarra y ferroaleaciones para luego decarburar mediante desgasificado por vacío, técnica que permite eliminar carbono como CO, hasta los niveles requeridos, además reducir los contenidos de O, N y H, produciéndose un acero con bajo contenido de inclusiones y gases.

Los medios de fusión adecuados para llevar a cabo este proceso son el horno eléctrico de inducción, sin núcleo, bajo vacío o el horno eléctrico a arco, con una posterior desgasificación al vacío en cuchara por cualquiera de los

sistemas conocidos. Si no se dispone del conjunto de los equipos necesarios mencionados, es posible optar por un proceso alternativo que permite utilizar el empleo del horno eléctrico a arco con revestimiento básico, como unidad única. El mismo consiste en preparar un baño a partir de chatarra de alrededor de 4 o/o de Cr y decarburarlo en el mismo horno mediante el insuflado de oxígeno gaseoso hasta llegar a temperatura de 1.800°C, lográndose un contenido de C de 0,075 – 0,05 o/o, a partir del mismo deberá proseguirse la descarburización mediante el agregado de óxido de hierro hasta lograr 0,02 o/o de C; éste es el tenor máximo de carbono final permisible para lograr las especificaciones finales, compatible con el uso de ferroaleaciones de bajo C para llevar el baño a composición. Parte del Cr oxidado (de 1 hasta 2 o/o) puede ser recuperado de la escoria mediante el uso de ferroaleaciones reductoras (Fe Cr Si). En un grado limitado, es posible eliminar las inclusiones no metálicas, producto del proceso de elaboración, mediante el burbujeo de Argón en la cuchara, las que suben hacia la superficie del baño, produciendo simultáneamente un desgasado parcial. Para dar cumplimiento a las condiciones de composición y limpieza requeridas por norma, este proceso necesita utilizar ferroaleaciones costosas; además produce un fuerte desgaste del revestimiento refractario de la solera del horno. Como paso próximo es interesante observar los desarrollos recientes en siderurgia para la elaboración de aceros inoxidables de bajo carbono, bajo nitrógeno, de alta limpieza, a costos más reducidos de materia prima, permitiendo el empleo de ferro-cromo alto en carbono, con una recuperación de cromo de 97 - 98 o/o, sin recurrir al desgasificado en vacío y, en resumen, en calidad equivalente a este procedimiento.

Proceso AOD (Argón-Oxígeno-Descarburización)

Desarrollado por Joslyn Stainless Steels, en conjunto con Linde División de Union Carbide Corporation, USA. El proceso se inicia fundiendo en horno eléctrico a arco una carga con contenido del 18 o/o de Cr preparada a partir de chatarra de acero inoxidable común y ferroaleaciones de alto carbono, ambos de bajo costo. El baño es desescoriado y transferido al convertidor de refinado para la decarburación. Luego es soplado por la base del convertidor con una mezcla de Oxígeno y Argón, en proporciones crecientes de éste a medida que se desarrolla el proceso, hasta la condición final de 0,03 o/o de carbono y una temperatura de 1.700°C. La presencia de Argón permite bajar la presión parcial del producto de la decarburación (CO), lo cual hace posible desarrollar una oxidación selectiva de carbono frente al cromo hasta el tenor mencionado con solo una pérdida de cromo de 1,5 o/o. Parte de éste es recuperado de la escoria por el agregado de ferrosilicio. Luego del ajuste de composición se realiza un lavado final mediante la inyección de Argón puro.

Proceso Uddcholm

Desarrollado originalmente por la planta Siderúrgica Uddcholm de Suecia y en la actualidad en conjunto con Creusot-Loire, Francia. Este proceso tiene la misma fundamentación físico-química que el anterior (AOD) y es desarrollado igualmente por un duplex compuesto por horno eléctrico a arco y convertidor con soplado por el fondo. La variante es que en lugar de Oxígeno-Argón se inyecta vapor de agua que al descomponerse genera una mezcla de Oxígeno-Hidrógeno (este último cumple la misma función que el Argón). Al final del proceso se efectúa un lavado con Argón, para eliminar el Hidrógeno a un tenor inferior a 5ppm.

Conclusión

El hecho de que la eliminación de carbono sea la técnica racional y muy accesible para minimizar los problemas de corrosión de los aceros inoxidables, que se empobrecen localmente en cromo por precipitación de carburos de este elemento, hace que la utilización de estos aceros aumente muy rápidamente en el campo de la petroquímica, la generación de energía, la industria nuclear, alimenticia, etc. La industria nacional está capacitada para encarar la producción industrial de estos aceros, sin la necesidad de inversión alguna, mediante la utilización del proceso de inyección de oxígeno en horno eléctrico a arco.

BIBLIOGRAFIA

1) Chipman, John. Atomic Interaction in Molten alloy Steels, JISI jun. 1955. pág. 97–106.
2) Union Carbide, Argon-Oxigen process for Stainless Steel refining, Steel International, Mayo–Junio 1969. pág. 118–120.
3) Saccomano, J.M. Choulet, R.J.and Ellis, J.D. Making Stainless Steel in the Argon-Oxigen Reactor at Joslyn, Journal of Metals. Febrero 1969. pág. 59–64.
4) Saccomano J.M. Melt Shop Superintendent. What's the story on Argon-Oxigen? . Joslyn Stainless Steels.
5) Mulling P.J. To refine Stainless Steel... in Sweden: Steam is used. Iron Age Metalworking International (IAMI), March 1973.
6) Steel Manufacturing Processes. Foundry Trade Journal, June 14. 1973.

capitulo 6

Ingeniería de centrales nucleares

Ing. Guillermo H. Caraffa

6.I INTRODUCCION

Todo proyecto requiere una serie de actividades cuya complejidad está determinada por la naturaleza y magnitud del mismo.

En el caso de las centrales nucleares, la especificidad está determinada por los problemas técnicos que se presentan en la generación nuclear de calor y en los sistemas asociados que contribuyen a mantener y controlar el proceso nuclear (reactor, sistemas principales nucleares, sistemas auxiliares y de control). Son necesarios métodos de cálculo más complejos y precisos, códigos y normas de diseño más rigurosas, la utilización de materiales especiales, inspecciones y ensayos constantes, de manera de cumplir con estrictos criterios de seguridad y confiabilidad de la planta nuclear y unirlos a los de mayor disponibilidad y flexibilidad de operación.

Estas condiciones de diseño implican la necesidad de un desarrollo específico que, partiendo de los fenómenos nucleares, se traduzca finalmente en un conjunto de conocimientos, que junto con los generados a través de las obras convencionales, posibiliten la concreción de un proyecto nuclear.

La Argentina ha incorporado la generación nuclear de energía a través de la Central Nuclear Atucha y la Central Nuclear de Río III. En la perspectiva de que serán necesarias nuevas centrales nucleares en el parque energético nacional, y considerando la situación político-económica del país, es determinante que:

—la generación nucleoeléctrica sea realizada mediante reactores de uranio natural, agua pesada y tubos de presión y sus desarrollos posteriores.

—la CNEA participe efectivamente en la realización de los planes de equipamiento eléctrico. De esta manera se asegurará que en su elaboración se consideren no sólo los factores económicos y de racional aprovechamiento de los recursos naturales, sino que además se hagan intervenir como factores de la planificación, los efectos tecnológicos de un plan de instalación de centrales nucleares.

6.II ACTIVIDADES Y GRUPOS QUE INTERVIENEN EN PROYECTOS DE CENTRALES NUCLEARES

La etapa principal de un proyecto requiere una serie de actividades que están comprendidas en áreas tales como investigación, Desarrollo e Ingeniería Básica.

Si bien se tratará de definir estas áreas, se debe considerar que las actividades que se realizan en cada una de ellas presentan una continuidad y una interrelación tal, que para

países como el nuestro, con el grado tecnológico alcanzado, se funden constituyendo una sola área, que puede denominarse Ingeniería de Centrales Nucleares. A partir de los resultados de las actividades de las áreas mencionadas, la concreción de un proyecto depende de: Ingeniería de Detalle, Montaje, Construcción y Dirección del Proyecto.
En los proyectos nucleares, gran parte de las tareas de ingeniería de detalle son realizadas por grupos que trabajan en estrecho contacto con los que realizan la ingeniería básica.

En muchos casos las actividades de ambas áreas se confunden, en particular para aquellos equipos, componentes y sistemas de la isla nuclear, que por las características de los problemas tecnológicos, necesitan que la ingeniería de detalle se realice con la colaboración y el control del área de ingeniería básica.

6.II.a Actividades Básicas

6.II.a.1 Investigación

Las actividades que se realizan en esta área corresponden a los estudios, análisis y experiencias realtivas a los fenómenos vinculados con la producción de energía en reactores, que incluye: física del reactor, parámetros nucleares, administración del combustible, medios moderadores y refrigerantes, materiales estructurales nucleares, procesos físico-químicos y en general la determinación de parámetros fundamentales de diseño.

6.II.a.2 Desarrollo

Aquí se utilizan los resultados obtenidos en el área anterior y se realizan los estudios y experiencias que conducen a optimizar los diseños, a través de facilidades experimentales (loops, laboratorios de ensayos mecánicos y de procesos, ensayos de componentes, reactores de experimentación y prototipos, etc.), para su aplicación en las áreas posteriores de ingeniería de proyectos o para la solución de problemas de diseño.

6.II.a.3 Ingeniería Básica

Para sistemas y componentes de la Central: se fijan los requerimientos funcionales, cálculos preliminares, diagramas esquemáticos y detallados de flujo, requerimientos fundamentales de operación, diseños completos de procesos, balances térmicos y másicos, parámetros básicos de sistemas, disposición y ubicación de componentes, especificaciones de materiales, determinación de las normas y códigos a aplicar en el diseño, diagramas eléctricos unifilares, diagramas básicos de instrumentación, especificación de aislaciones, etc.. Se elaboran normas, especificaciones generales, disposiciones y exigencias que deben ser respetadas y la fabricación de componentes.

Para las obras civiles: se realizan los planos arquitectónicos, estructurales preliminares, determinación de cargas sobre estructuras, y las especificaciones técnicas necesarias para realizar la ingeniería de detalle y la construcción.

6.II.b Grupos Básicos de Trabajo

Las actividades mencionadas en 6.II.a requieren del concurso de varios grupos de trabajo, cuya organización dependerá de los proyectos que deban encarar, el grado de conocimientos tecnológicos alcanzados y la experiencia sobre la solución de los problemas que se hayan presentado. Estos grupos deben encarar los temas siguientes:

— Cálculo, investigación y experiencias en física de reactores.
— Termohidráulica aplicada el cálculo y diseño de reactores nucleares y sistemas asociados.
— Estudios de seguridad (análisis de accidentes y confiabilidad de sistemas de emergencia).
— Análisis del comportamiento dinámico de la central y simulación de transientes.
— Diseño de componentes del reactor.
— Diseño de dispositivos y mecanismos para control de reactividad.
— Diseño de los sistemas principales y auxiliares nucleares.
— Diseño y fabricación del combustible nuclear.
— Gestión del combustible en el reactor.
— Diseño de componentes mecánicos y sistemas termohidraúlicos de los sistemas de manejo de combustibles.
— Diseño de los sistemas de instrumentación y control de la central.

Además deberán estructurarse grupos de ingeniería civil orientados a la realización de la ingeniería básica de las construcciones nucleares, como también grupos de ingeniería de los sistemas convencionales orientados al análisis y determinación de los parámetros fundamentales de diseño,

6.II.c Actividades que materializan un proyecto

6.II.c.1 Ingeniería de Detalle

Para componentes y sistemas: se realizan los análisis y cálculos definitivos, preparación de planos de detalle, pliegos de especificaciones para la adquisición, fabricación y construcción de componentes, estructuras, equipos y sistemas de acuerdo con lo establecido en la ingeniería básica. Se realizan tareas de cálculo económico de tuberías, ubicación espacial final de tuberías y componentes, análisis de flexibilidad, sismicidad, accidentes, vibraciones y tensiones en tuberías, componentes y elementos soportes. Se

realizan planos de cableado, instrumentación y control. Se estudian los planos y documentos técnicos de proveedores para su aprobación o rechazo.

En definitiva, en esta área se elabora la totalidad de la documentación y planos para que se pueda realizar la fabricación y montaje de sistemas y componentes.

Para las obras civiles: se realizan todos los cálculos, planos constructivos y la documentación técnica necesaria para la realización de las obras.

En las obras nucleares, la complejidad de los sistemas electromecánicos y de control, sumada a las condiciones de seguridad y protección y a las características especiales de las obras civiles, exige que la coordinación de las tareas en estas áreas sea lo suficientemente eficiente como para que en la construcción y el montaje no se ocasionen demo-

6.II.c.2 Montaje y Construcción

Las actividades que se realizan en esta área corresponden a la ejecución de las tareas necesarias para la instalación de equipos, sistemas y componentes, de acuerdo con los planos y documentos técnica provistos por la ingeniería de detalle. Se materializan las obras civiles, de acuerdo con los planos constructivos.

La coordinación de los trabajos los realiza la dirección de obras, que es una de las actividades involucrada en el área de dirección de proyecto.

6.II.c.3 Dirección del Proyecto

Las actividades de esta área son ejecutadas por la organización que toma la responsabilidad de la ejecución del proyecto. Se realizan tareas de dirección, coordinación, estudios

ras o modificaciones de importancia que produzcan gastos imprevistos.

de costos, elaboración de planes y cronogramas; actividades de compra, recepción, control de calidad y prever los procedimientos administrativos, legales y contractuales para cumplir con los plazos de entrega establecidos.

6.II.d Grupos de Trabajo que Intervienen en las Areas Industriales en 6.II.c

Las tareas de ingeniería de detalle, son generalmente realizadas por grupos que están divididos según las siguientes disciplinas:

- Obras Civiles y Estructurales.
- Equipos Mecánicos.
- Equipos de Procesos.
- Cañerías.
- Instrumentación y Control.
- Sistemas Eléctricos.

Esta división es utilizada normalmente por las empresas de ingeniería, con variantes que dependen de las características de los trabajos que usualmente realizan. Para el montaje se utiliza generalmente una división de tareas como la descripta para la ingeniería de detalle. La dirección de proyecto trabaja en estrecha vinculación con los grupos de ingeniería básica, de detalle, montaje y construcción, adoptando formas organizativas acordes con las tareas definidas para este área.

Con el fin de ilustrar la incidencia de las distintas áreas de ingeniería en las obras nucleares, en el Anexo I se desglosan valores para distintas centrales nucleares en operación, en construcción o en proyecto.

6.III ACTIVIDADES DE APOYO TECNICO

Los conocimientos que se adquieren en la realización de las actividades en las áreas mencionadas en 6.II, son también de importancia para efectuar tareas de servicios técnicos, orientadas a la optimización y solución de problemas de las plantas nucleares en operación. Además, cuando se pretende encarar un programa de obras, es de importancia contar con grupos altamente capacitados en estudios de prefactibilidad, factibilidad, estudio de proveedores de componentes, transportes y actividades administrativas y de información técnica que necesariamente estarán en íntimo contacto con los grupos de proyectos.

6.IV OBJETIVOS DE LA CNEA

Considerando que las centrales nucleares serán en el futuro una de las principales fuentes de energía eléctrica para abastecer los requerimientos crecientes del país, es preciso que la Comisión Nacional de Energía Atómica alcance la capacidad tecnológica suficiente para realizar las actividades inherentes a los proyectos de centrales nucleares. Esto significa que será privativo de la CNEA:

- Realizar las actividades de investigación y desarrollo para su aplicación en la ingeniería de Centrales Nucleares, incluyendo la ejecución de la ingeniería de reactores de experimentación, prototipos, facilidades experimentales conexas.

- Realizar la ingeniería básica y de detalle del reactor, de los sistemas principales y auxiliares nucleares y de las obras civiles correspondientes.

- Realizar la dirección del proyecto de todas las obras nucleares.

- Realizar la ingeniería básica y de detalle de todos aquellos componentes nucleares que por su tecnología deban ser considerados como estratégicos en la generación de ener-

gía nuclear, reservándose el derecho de decisión sobre la construcción de los mismos.

– Realizar la totalidad de las inspecciones y ensayos necesarios para control de fabricación de componentes y equipos y recepción de los mismos.

– Realizar la puesta en marcha y puesta en servicio de las centrales nucleares.

– Tener capacidad de decisión para subcontratar el montaje de los sistemas de la isla nuclear, la construcción de las obras civiles y la construcción de componentes electromecánicos, de manera de poder capacitar a aquellas empresas que se encuadren dentro de los intereses del país.

– Realizar actividades de apoyo técnico a reactores y centrales en operación.

– Tener capacidad para supervisar y controlar todas las actividades de ingeniería y construcción que se realicen fuera de la CNEA.

Además, la CNEA deberá desarrollar capacidad de ingeniería básica en el área convencional, de manera de poder actuar conjuntamente con la Empresa de Energía a que esté afectada la obra, y poder definir la contratación de la ingeniería de detalle, montaje y construcción de la isla convencional. Esta capacidad permitirá también la correcta selección y capacitación de las empresas de ingeniería que por su composición, origen y experiencia convengan a los intereses del país.

6.V SITUACION DE LA INGENIERIA EN LA ARGENTINA

Es importante conocer el estado actual, en materia tecnológica, de todos aquellos sectores que pueden o podrán contribuir en la ejecución de los proyectos de centrales nucleares.

Resulta de particular interés analizar, en términos globales, la capacidad de las Empresas o Entes del Estado, en especial la CNEA, y las empresas de ingeniería que actuán en el país, a fin de implementar las necesidades planteadas en los puntos anteriores.

6.V.a En la CNEA

La creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica hace 23 años, posibilita la iniciación de trabajos de investigación y desarrollo tanto en las ciencias básicas como aplicadas. Se comienza con la capacitación de técnicos y profesionales mediante cursos de reactores nucleares, se inician las investigaciones preliminares de separación isotópica de agua pesada, se promueven los trabajos de prospección de uranio, como también los estudios de las técnicas de procesado y purificación de minerales uraníferos. Se realizan los primeros estudios sobre materiales nucleares y metalúrgica general. Se producen los primeros radioisótopos, se obtienen resultados de importancia en el campo de la investigación, se obtiene uranio metálico, se comienza con la construcción del primer reactor de investigación que es inaugurado años más tarde.

Este auspicioso comienzo, orientado a la obtención de los conocimientos científicos y técnicos en el campo nuclear, no tuvo posteriormente una evolución creciente compatible con este objeto. Los grupos de investigación y desarrollo, cuyas tareas estaban orientadas a obtener los conocimientos tecnológicos necesarios para realizar la ingeniería de centrales nucleares, no encontraron el apoyo necesario. Si bien se había adquirido alguna experiencia de ingeniería con la construcción de los reactores de investigación (R A- 1 y R A- 3), al saltar abruptamente de este tipo de reactores a las centrales de potencia (C.N. Atucha), sin un plan que contemplara la realización de proyectos y construcción propias de reactores intermedios y facilidades experimentales que llevaran de una manera creciente al dominio de la tecnología nuclear, los grupos existentes y los de ingeniería posteriormente creados pasan a realizar tareas que si bien son importantes, se alejan de las actividades de diseño. Entre estas tareas pueden citarse las de inspección y control de fabricación e instalación de componentes para la Central Nuclear Atucha, y la redacción de especificaciones técnicas, evaluación de ofertas y redacción del contrato para la Central Nuclear Río III, dejándose de lado la elaboración y realización de un plan de trabajos y capacitación que conjugara todas las áreas de que se componen los conocimientos tecnológicos en el campo de los reactores nucleares.

Sólo algunos grupos de trabajo, por su propia dinámica o por la característica de sus tareas, tienen un estado más avanzado, pudiendo citarse entre ellos a los de física de reactores, grupos de cálculo, termohidráulica, instrumentación, inspección, producción de UO_2 y de elementos combustibles a nivel de prototipo.

6.V.b En las Empresas del Estado

En general, las Empresas del Estado han dirigido sus actividades de ingeniería hacia estudios de prefactibilidad, factibilidad, análisis de alternativas, licitaciones, evaluación de ofertas, inspección de sus obras y operación de las mismas. Exeptuando la actividad mencionada en último término, suelen subcontratar algunas de las actividades

restantes con empresas consultoras o de ingeniería. Salvo casos aislados, las obras se realizan adquiriendo la ingeniería básica (generalmente en el exterior), licitando la ingeniería de detalle, el montaje y la construcción que los realizan las empresas de ingeniería instaladas en el país o empresas de ingeniería del exterior.
Sin embargo, algunas Empresas del Estado, presentan actualmente ciertas características distintas a las señaladas anteriormente. SEGBA estructura un grupo de proyectos, para encarar trabajos de ingeniería en su última central de 350 MW, asumiendo la responsabilidad de la dirección del proyecto, estudios de suelos, cálculo de fundaciones, cálculo de estructuras, proyecto eléctrico total, realización de planos y documentación técnica. AFNE, además de la capacidad que posee en el diseño y fabricación de componentes, tiene experiencia en dirección de proyectos, ingeniería de detalle y tareas de inspección y control.

6.V.C En las Empresas de Ingeniería

Las actividades y características de las empresas de ingeniería se han resumido de las respuestas a un cuestionario que se les hizo llegar, figurando este material como Anexo II y Anexo III. La característica de cada empresa depende del área de ingeniería en que normalmente opera, las obras realizadas y la relación que poseen con empresas de ingeniería del exterior.
En general, los servicios que prestan se encuentran dentro de las áreas de ingeniería de detalle, montaje y construcción y dirección de proyectos, pudiendo realizar estudios de factibilidad, de consultoría o servicios de apoyo técnico para plantas en operación.
En las áreas mencionadas se realizan actividades de ingeniería mecánica, eléctrica, civil e instrumentación y han realizado múltiples obras en:
- Plantas petroquímicas.
- Plantas Químicas.
- Siderúrgicas.
- Alimenticias, Farmacéuticas, etc.
- Centrales hidroeléctricas.
- Centrales termoeléctricas.
- Centrales de gas y diesel.
- Líneas de transmisión.
- Subestaciones de transformación.
- Telecomunicaciones.
- Obras civiles industriales y habitacionales.
- Obras viales.
- Movimiento de tierra y minería.
- Tratamiento y depuración de aguas.

Como ya se dijo, las empresas de ingeniería sólo intervienen en las áreas relacionadas con la concreción del Proyecto, para lo cual utilizan la documentación de la ingeniería básica que, casi en la totalidad de los casos, proviene del exterior.

6.VI Observaciones

Del análisis de las tareas necesarias en un proyecto nuclear y la situación del país en materia de ingeniería, pueden realizarse ciertas observaciones que posibilitarán esbozar las líneas de acción para la concreción de los objetivos mencionados. Las Empresas del Estado, salvo casos excepcionales, no poseen una estructura ni una organización capaz de realizar actividades de investigación, desarrollo e ingeniería básica, que contemplen la posibilidad de efectuar los proyectos dentro de los sectores a que pertenecen. La CNEA, podría ser una de esas excepciones, ya que en ellas se realizan parte de estas tareas, pero aún no posee la organización, los recursos humanos, ni los conocimientos necesarios para tomar responsabilidades de importancia en un proyecto de central nuclear, sólo algunos grupos, como se ha mencionado en 6.V.1, están en condiciones de participar en forma aislada dentro del desarrollo del proyecto.
La tecnología nuclear se compone de los conocimientos que se generan mediante las actividades de investigación, desarrollo e ingeniería. Estas actividades no pueden realizarse independientemente, ya que la interacción constante de sus resultados son fundamentales en toda evolución tecnológica. La concreción de los objetivos indicados para la CNEA sólo se lograrán sobre esta base.
Una central nuclear presenta una gama de problemas tecnológicos que van desde los más complejos (reactor y sistemas principales nucleares) a los más simples o accesibles, como los presentados en sistemas con características similares a los de ciertas obras convencionales. Estas circunstancia implica que los mayores esfuerzos para la solución de los problemas mencionados en primer término deban ser realizados a través de actividades de desarrollo e ingeniería de reactores de investigación, prototipos, facilidades experimentales, etc. Estas tareas son imprescindibles para lograr una tecnología nuclear de avanzada para los sistemas y componentes más importantes de los reactores nucleares.
Hay una contribución mutua entre los conocimientos que se alcancen en todos los sectores del campo nuclear, tales como centrales nucleares, ciclo del combustible, plantas de agua pesada, reactores experimentales y prototipos. Se debe considerar también la contribución de la tecnología generada en el campo no nuclear, en especial la de los proyectos petroquímicos, civiles de procesos químicos,

y de fabricación de componentes. La experiencia que se adquiere en estas áreas (circulación de fluídos, transferencia de masa y calor, diseño de componentes y equipos especiales, cálculo de estructuras y tuberías, sistemas de control, etc). podrá aplicarse a un proyecto nuclear, dentro de las condiciones específicas de éste.

Hasta ahora ha existido un constante aislamiento entre la Empresa del Estado, en materia tecnológica, no pudiéndose intercambiar experiencias con el objetivo arriba mencionado. En muy pocos casos se han utilizado los equipos de trabajo de las Universidades e Institutos Nacionales y Provinciales en las áreas de investigación, desarrollo e ingeniería.

Las características de las empresas de ingeniería y la evaluación de sus actividades permite señalar que su infraestructura, organización y objetivos están dirigidas a la realización de tareas en las áreas de ingeniería de detalle, montaje de componentes y sistemas electromecánicos, construcción de obras civiles y dirección de proyectos. La experiencia adquirida a través de las obras realizadas indica que, en general, están capacitadas para realizar gran parte de estas actividades en una obra nuclear, pero deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

— Las empresas de ingeniería no necesitan actividades de investigación y desarrollo, ya que la parte básica de la ingeniería o la solución de problemas tecnológicos de cierta importancia que se presentan en un proyecto, son obtenidos desde el exterior. Esta forma de trabajo, que está ligada con los intereses económicos de las empresas licenciatarias radicadas en el exterior, no constribuyen a realimentar dentro del país los conocimientos científicos-técnicos con las otras áreas de la ingeniería, impidiendo de esta manera la evolución tecnológica en los campos en los que actúan.

— Las empresas de ingeniería mayores: SADE, Mc. Kee y Techint, han acumulado gran experiencia en las áreas de ingeniería en las que actúan, a través de los múltiples trabajos realizados, monopolizando las obras de ingeniería de envergadura, encarándolas individualmente o formando consorcio entre ellas. Esta situación ha sido posibilitada por las características de estas empresas de estar ligadas económica y técnicamente a empresas del extranjero y a empresas de construcción de componentes radicadas en la Argentina.

— Las empresas de ingeniería de capital nacional, entre las cuales puede contarse Tauro, Desaci, Inconas y varias firmas de montaje, han realizado menor número de obras y de tamaño inferior que las empresas nombradas en el punto anterior.

Por ésto poseen menor experiencia y por lo tanto menor capacidad económica y técnica. Es así que al no poder competir en igualdad de condiciones con las empresas mayores, para las obras de mayor importancia, suelen formar consorcios con firmas locales o del extranjero.

— En definitiva, el origen de las empresas de ingeniería en la Argentina está en gran parte relacionado con la política seguida por el país en materia económica y tecnológica. La no incentivación de las actividades básicas en la ingeniería, investigación y desarrollo, no permitió la evolución tecnológica en estas áreas, para llegar a través del tiempo al dominio de las mismas. Los criterios empleados en un comienzo por las Empresas del Estado, cuando para realizar una obra de importancia para el crecimiento industrial era imperativo la utilización de ingeniería del exterior y contratar con empresas no radicadas en el país, sigue existiendo con la diferencia que la ejecución puede ser realizada por empresas de ingeniería como las mencionadas en los puntos anteriores.

La CNEA deberá tratar de eliminar el criterio de compra de centrales nucleares "llave en mano", lo que en definitiva es el planteo básico para lograr los objetivos señalados en 6.IV. Las empresas de ingeniería deberán contribuir a lograr estos objetivos y posibilitar la capacitación de profesionales y técnicos de la CNEA en aquellas áreas de la ingeniería que contribuyan a lograr una tecnología nuclear realmente nacional.

6.VII RECOMENDACIONES

Considerando que la CNEA debe llegar en el más corto plazo a poder realizar las actividades en 6.IV se deben esbozar ciertos cursos de acción no sólo para las actividades internas, sino para la política que la CNEA debe adoptar para aquellas organizaciones externas a ella y que de alguna manera puedan estar involucradas en los proyectos de centrales nucleares.

6.VII.a A corto plazo

Este período se caracteriza por que la CNEA debe orientar sus actividades preferentemente a la capacitación del personal, y a la consolidación y creación de los grupos indicados en 6.II., de manera de lograr una sólida infraestructura de investigación, desarrollo e ingeniería. Parte de la capacitación del personal técnico deberá realizarse mediante cursos de ingeniería de reactores con nivel universitario y especializado y coloquios y charlas programadas para el intercambio de conocimientos y experiencias entre los grupos de diseño. Será de importancia la capacitación

de los grupos de ingeniería de centrales nucleares a través de la realización de proyectos propios (facilidades críticas, reactores y facilidades experimentales, prototipo, etc.). Para ello deberán realizarse los estudios detallados con el fin de determinar las características más convenientes de las mismas, los grupos que deben intervenir en cada proyecto y los grados progresivos de capacitación que se espera alcanzar. La realización de estas actividades concretas darán capacidad de diseño a los distintos grupos y le permitirán participar con mayor criterio técnico en tareas de inspección y control.

La posibilidad de contar con convenios de cooperación con India y Canadá y otros países, dará la posibilidad de participación de los grupos de investigación, desarrollo e ingeniería en tareas directamente vinculadas con los problemas tecnológicos de las centrales nucleares, para lo cual será necesario programar cuidadosamente estas actividades para no desviarse de este objetivo prioritario: creación de capacidad de ingeniería en centrales nucleares.

El proyecto de la C.N.Río III permitirá la participación de personal que destine la CNEA en las oficinas de Consorcio Italo-Canadiense donde se realicen tareas de proyecto, como también en empresas en la Argentina y el extranjero donde se realicen tareas de ingeniería de detalle, montaje y construcción de sistemas y componentes. (En el Anexo IV se listan las actividades a realizar por empresas de ingeniería de la Argentina, para la Central Nuclear de Río III).

Se deberán cubrir todas las posibilidades de participación involucrando a los grupos mencionados en 6.II., y a los que se inicien en actividades de ingeniería de detalle y dirección de proyecto; además, se prestará especial atención al funcionamiento de Organismo Inspector, ya que por éste debe pasar la totalidad de la documentación a medida que se realice el proyecto, y debe ser distribuída a los grupos de ingeniería que corresponda. Las pruebas, puesta en marcha y puesta en servicio de la central, darán posibilidad de capacitación a los grupos de trabajo involucrados en tareas de diseño. Los distintos grupos que participen en la central nuclear Río III deberán programar sus tareas y necesidades teniendo en cuenta que las otras formas de capacitación señaladas son fundamentales en la adquisición de los conocimientos básicos para el diseño.

Se aprovechará al máximo la experiencia e información que dará la operación de Central Nuclear Atucha. Los grupos cuyas actividades estén vinculadas con el diseño, programarán sus tareas de acuerdo con sus necesidades. Se debe tener en cuenta que los resultados y la experiencia que se adquiera, servirán en el futuro para realizar tareas de apoyo técnico de las centrales en operación.

Conviene, en virtud de lo expresado, que la operación de la C.N.Atucha sea realizada por la CNEA, hasta que la experiencia adquirida no haga necesaria esta responsabilidad.

Se comenzará a trabajar conjuntamente con Universidades e institutos nacionales y provinciales (LEMIT, INTI, Dto de Hidráulica, etc.), en áreas de investigación, desarrollo e ingeniería. Esta forma de trabajo ahorrará esfuerzos en tareas tales como estudios hidráulicos, térmicos de procesos, materiales instrumentación, etc. La CNEA debe iniciar una política de colaboración con Empresas del Estado, en especial con aquéllas que tengan experiencia en operación, compra e inspección de centrales termoeléctricas. Se podrá intentar, de esta manera, la formación de grupos conjuntos para encarar en el área convencional una política similar a la esbozada para el área nuclear. Se deben estudiar las formas de participación efectiva de la CNEA en tareas de ingeniería y dirección de proyecto en las centrales nucleares posteriores a la de Río III. Esta participación implica tomar responsabilidades contractuales en la que la CNEA se comprometerá a realizar tareas de ingeniería dentro de los plazos establecidos.

Se comenzará con la formación de grupos de trabajo en ingeniería de detalle de los sistemas y componentes principales de los reactores nucleares. Estos grupos serán los que intervendrán en la central de Río III según lo mencionado en 6.VII, y que a la vez deberán intervenir en los proyectos propios de la CNEA.

Es de importancia la formación de un grupo que comience con tareas de capacitación orientadas a realizar en el futuro la Dirección de los Proyectos de Centrales Nucleares. Este grupo deberá formarse a través de los proyectos propios y adquiriendo experiencia por medio de la Central Nuclear Río III. Deberá fijarse metas para actuar de manera creciente y con responsabilidades concretas en las futuras centrales que se instalen en el país posteriores a la de Córdoba.

La CNEA deberá comenzar los estudios tendientes a determinar qué tipo de componentes de las futuras centrales nucleares deben ser diseñados y construídos por ella, de acuerdo con el contenido estratégico de los mismos. Además, cuáles deben ser construídos por Empresas del Estado y cuáles por las empresas privadas.

La implementación de las tareas mencionadas en los puntos anteriores implica una incorporación de profesionales y técnicos, su capacitación e incorporación a los grupos existentes con responsabilidades definidas y la creación de una estructura que garantice un contínuo intercambio de expe-

riencias entre los distintos grupos de trabajo y la complementación necesaria entre las distintas áreas de ingeniería. La capacitación que tendrá una importancia fundamental deberá ser cuidadosamente programada con la colaboración de todos los grupos de trabajo.

6.VII.b. Para el Mediano Plazo

Se estima que en este período se prosigue con las tareas de capacitación a través de proyectos propios (6.VII.), y la participación creciente en la ingeniería de las futuras centrales nucleares. Se estarán afianzando las tareas iniciales en el corto plazo y se deberá contar con una estructura que posibilite la realización de trabajos de ingeniería, investigación y desarrollo, bajo planes más concretos, que podrán ser reelaborados y perfeccionados.

Es posible que en este período se deban firmar nuevos contratos de centrales nucleares. Estas posibilitarán tomar responsabilidades en los proyectos de las mismas, para lo cual los grupos de diseño deberán estar en condiciones de indicar las áreas de responsabilidad, el alcance de las tareas y la implementación de las mismas. Definir estas actividades será el trabajo de los grupos de diseño en la firma de los futuros contratos. En este período es necesario determinar con más las áreas que le corresponden a las empresas de ingeniería y las actividades que deberán realizar dentro de estas áreas. De igual manera se deberá indicar qué empresas de ingeniería y construcción convienen al desarrollo tecnológico nuclear de la CNEA, y se establecerán las formas de colaboración con las mismas. Los estudios realizados en el período anterior respecto al trabajo conjunto con Universidades, Institutos y Empresas Estatales deben terminar de implementarse, sobre todo, para los proyectos propios, y para tareas que se encaren en las futuras centrales nucleares.

En definitiva, este período es de afianzamiento de los grupos de investigación desarrollo e ingeniería, y de la estructura que los contenga y del papel que tendrán dentro de los proyectos los organismos externos a la CNEA, al ir concretando paulatinamente los objetivos indicados en 6.IV.

6.VII.c En el Largo Plazo

Cumplidas las etapas indicadas en 6.VII.1 y 6.VII.2 se habrá alcanzado una gran parte de los conocimientos necesarios para el diseño de reactores y centrales nucleares; de esta manera corresponde, en largo plazo, realizar tareas de ingeniería en proyectos de mayor envergadura de manera de proseguir con el proceso evolutivo de la techología, conseguido durante los años anteriores.

6.VIII CONCLUSIONES

Los objetivos planteados para la CNEA, en materia de ingeniería de centrales nucleares, están dentro del contexto de que la Argentina pueda alcanzar la independencia tecnológica en este campo. De aquí surge la necesidad de que los grupos de ingeniería de Centrales Nucleares centren sus tareas en aquellas actividades que posibiliten el afianzamiento de los conocimientos científico-técnicos a través de actividades de investigación, desarrollo e ingeniería, tomando como base proyectos propios que puedan ser concebidos, analizados, discutidos y realizados por los mismos.

Esta manera de trabajo permitirá conocer efectivamente los problemas a enfrentar, su magnitud y sus soluciones. Será necesario que los grupos de ingeniería de centrales nucleares no se aparten de la metodología de trabajo propuesta y evalúen la conveniencia de la realización de tareas que no estén en vinculación directa con el diseño. Los esfuerzos que deberán realizarse serán considerables, ya que a las dificultades a enfrentar por los grupos de diseño de la CNEA, se sumará el fomento de la creación de una sólida infraestructura industrial en el país; pero debe tenerse en cuenta que los conocimientos que se vayan adquiriendo en el campo nuclear, serán aplicables en otros campos tecnológicos y servirán como base de intercambio con países de Latinoamérica que hayan emprendido, o estén emprendiendo un camino similar al de la Argentina en el campo nuclear.

6.IX REFERENCIAS

- Informe Interno "Central Nuclear Río III" CNEA, Agosto de 1973.
- Informe de la Mesa de Trabajo "Ingeniería de Centrales Nucleares" al Consejo Coordinador, CNEA, noviembre de 1973.
- Informe de la Mesa de Trabajo "Objetivos de la CNEA" al Consejo Coordinador, CNEA, Noviembre 1973.
- A Report on Argentine participation in Nuclear Power Programming, Argentina, P.N. Arumughan, Octubre de 1972.
- El Rol de la Investigación y desarrollo en el programa de energía atómica. H.R., Sethna.

ANEXO I

1 Incidencia de las Tareas de Ingeniería en el Costo Total de una Central Nuclear.

(Tomado del Informe Interno "Central Nuclear Río III", CNEA, Agosto de 1973).

Se dan a continuación una serie de tablas con costos aproximados para cada uno de los items en que normalmente se subdivide una oferta de una Central Nuclear. De los mismos se desprende que la ingeniería de detalle puede llegar a representar un 10 o/o del monto total de las obras del que aproximadamente la mitad corresponde a la ingeniería de detalle de la obra Civil. Se estima en 1,2 millones de horas-hombre el trabajo de ingeniería que se emplea en una Central de 600 Mw, de los cuales cerca de 300 mil pertenecen a la isla convencional. Estos valores estimativos varían con el tipo de central, su módulo, el número de estas en construcción y la capacidad y experiencia de quien realice estas tareas.

2 Central Canadiense de 350 Mw (en millones de U$S) *

Item	Costo		Porciento del total	
Generador de vapor nuclear	22		24	
Agua Pesada	13		14	
Una Carga de combustible	4		4	
Sub-Total Suministros Nucleares		39		42
Turbo-Generador	13		14	
Sistemas Electromecánicos Auxiliares	11		12	
Sub-Total Suministros convencionales		24		26
Sub-Total Suministros (Nucleares y Convencionales)		63		68
Arquitectura Industrial	5		5	
Construcción	10		11	
Intereses durante la construcción	10		11	
Puesta en marcha y relaciones públicas	5		5	
TOTAL	93 mU$S		100 o/o	

* (Precios de 1967).

3. Costos de cuatro centrales hindúes de 220 Mw cada una (en millones de U$S).

	Central de Rajasthan		Rajasthan 2		Madrás 1		Madrás 2	
	Valor	o/o	Valor	o/o	Valor	o/o	Valor	o/o
Equipamiento Nuclear	19	24	25	28	28	27	28	31
Combustible 1/2 Carga	1	1	2	2	2	2	2	2
Sub Total Sumin. Nucl.	20	25	27	30	30	28	30	33
Suministros Convenio	17	21	19	21	34	33	32	35
Sub Total Suministros	37	46	46	51	64	62	62	68
Ingeniería y Consultoría	11	17	16	18	7	6	6	6
Ingeniería civil	8	10	7	8	12	12	8	9
Construc. de plantas y serv.	8	10	8	9	11	6	6	7
Impuestos Fletes y Seguros	10	13	9	11	7	7	7	8
Puesta en Marcha	3	4	3	3	2	2	2	2
TOTALES	80	100	89	100	103	100	91	100

ACLARACION: En este cuadro de valores no figuran los intereses durante la construcción, los que podrían tomarse como aproximadamente en un 10 o/o del valor de la obra; bajarían todos los valores porcentuales, por ej. el 17 o/o en concepto de ingeniería y Consultoría para la primera unidad se transformaría en un 15 o/o.

4 Central canadiense de 2000 Mw (4 x 500) Pickering (Millones de dol. canadienses)

Item	Valor	o/o
Terreno-Construcciones y equipamiento (Instal)	294	49
Combustible – 1/2 carga	8	1
Agua Pesada	100	17
Ingeniería	39	7
Montaje del Obrador	43	7
Administración–Inspección	15	2
Puesta en Marcha	11	2
Intereses durante la construcción	86	14
Contingencias	8	1
TOTAL	604	100 o/o

5 Central canadiense de 1000 MW (2 x 500) tipo CANDU. (Millones de dólares canadienses)

Item	Valor	o/o
Construcción (incluído montaje)	61	15
Equipamiento (excluído agua pesada y combust.)	162	39
Agua Pesada y Combustible	97	24
Ingeniería	30	7
Intereses durante la construcción	61	15
TOTAL	441	100 o/o

6 Oferta de Siemens para Atucha – 319 MW (Millones de U$S) según costos de financiación. (1968).

Item	o/o	
Provisión de elementos electromecánicos.	34	
Montaje y puesta en marcha.	8	
Transporte	2	
Repuestos	2	
Sub-total		46
Agua Pesada	18	
Primera carga	3	
Servicios del comprador	8	
Intereses durante la construcción.	11	
Obras Civiles	19	
TOTAL	100 o/o	

/ Oferta AECL Italimpianti modificada (millones U$S) agregando valores estimados para el agua pesada y los intereses Intercalares.

Item	o/o		
Sistema Nuclear	13		
Agua Pesada	11		
Carga de combustible	2		
SubTotal Sumin. Nucleares		25	
Turbo-grupo y ciclo térm.	15		
Sistemas eléctricos	4		
Instalaciones Auxiliares	4		
Instrumentación y control	2		
Repuestos	1		
SubTotal Sumin. convenc.		26	
SubTotal Suministro			52
Obras civiles	10		
Servicios y prestaciones (montaje-Ing. supervisión)	26		
Transporte	2		
Intereses durante la const.	10		
TOTALES	100 o/o		

ANEXO II

1. Cuestionario y Guía de Entrevista a Empresas de Ingeniería.

El siguiente cuestionario ha sido entregado a una serie de empresas de ingeniería y construcción que se enuncian más abajo. Se trató de completar la información por medio de visitas a las mismas, sintetizándose los resultados en el Anexo 6.III.

- SADE S.A.C.C.I.F.I.M.
- A.G. Mc Kee & Co. Argentina S.A.
- Techint S.A.
- Ingeniería Tauro S.A.I.C.I.F.
- Vialco
- Desaci
- Inconas S.C.
- Benito Roggio e Hijos S.A.
- INDICE S.A.
- CAREM
- CYRE

2. INTRODUCCION

Para realizar una primera evaluación de la capacidad de ingeniería de las empresas, en sistemas y circuitos correspondientes a centrales nucleares de potencia, se ha confeccionado un cuestionario dividido en dos partes: la primera parte tiende a evaluar la capacidad de las empresas a través de sus características generales y la segunda parte tiende a determinar el grado de capacidad técnica que han alcanzado a la fecha y que pudieran alcanzar. Además, con el fin de que el cuestionario resulte más concreto se incluye un sistema nuclear tipo y los datos básicos del mismo.

3. CUESTIONARIO

3.a CARACTERISTICAS GENERALES DE LA EMPRESA.

3.a.1 Indicar en que áreas de ingeniería se desempeña la empresa.

3.a.2 Detallar los trabajos realizados por la empresa en los últimos cinco años en áreas tales como ingeniería civil, mecánica, hidráulica, de montaje, etc., indicando:

a) Nombre y Lugar de la obra.
b) Area de Ingeniería en que intervino.
c) Fecha de iniciación y de finalización del trabajo.
d) Empresas asociadas, nombre y orígen.
e) Estimación de la prestación (en millones de pesos)
f) Horas hombre empleadas (Profesionales, técnicos, dibujantes, oficinistas, etc.)

3.a.3 Detallar el organigrama con que cuenta la empresa indicando la cantidad de personal que revista en cada sector, consignando las categorías del mismo y las funciones que desempeñan.

3.a.4 Detallar los aspectos relacionados con la empresa en materia tecnológica. (Planilla Nº 1)

3.b INGENIERIA

Las preguntas siguientes deberán ser contestadas, en lo posible, en dos casos.

a) Para obras de ingeniería realizadas por la empresa en las áreas indicadas en 2.1.2.
b) Previsiones para el caso de encarar obras en Centrales Nucleares

3.b.1 Detallar los códigos y normas utilizados en el diseño de:

a. Cañerías
b. Componentes: Int. de calor, Bombas, Válvulas, Filtros Recipientes, etc.
c. Estructuras y elementos soportes.

Detallar los factores tenidos en cuenta en el diseño en la planilla Nº 2 (ej: Temperatura, presión, etc.).

3.b.2 Describir detalladamente los métodos utilizados en:

a) Cálculo económico de las Cañerías.
b) Ubicación espacial de Cañerías y Componentes
c) Análisis de flexibilidad.

Indicar en cada caso en que obras han sido aplicados.

3.b.3 Detallar los métodos utilizados en el análisis de:

a. Tensiones
b. Vibraciones
c. Sismicidad
d. Accidentes

Indicar en cada caso dónde han sido aplicados y en qué obras se utilizaron.

3.b.4 Explicar en que etapas de los puntos anteriores se utilizan programas de cálculo por computadoras, y volcar en la planilla número Nº 3 los casos más representativos.

3.b.5 Detallar la documentación técnica que acompaña los proyectos de ingeniería ejecutiva, en cada una de las áreas que se desempeña la empresa para una determinada obra.

3.b.6 Si en algunos de los proyectos realizados han sido utilizados modelos o facilidades experimentales, detallar:

a. En qué proyecto se utilizó.
b. Descripción de los modelos o facilidades usados.
c. Finalidad perseguida y resultados.
d. Dónde han sido realizados.

PLANILLA Nº 1

3.a.4 Adquisición de Tecnología

a	b	c	d

Columna a: Indique el carácter, nombre y país de orígen de las instituciones que le proveen tecnología.

Columna b: Indique a qué se refiere la relación tecnológica con la institución indicada en la columna (a).

Columna c: Indique a cuál (o cuales) de las formas siguientes se refiere la tecnología recibida. 1. Patentes, 2. Marcas de Fábrica, 3. Asistencia técnica en Ingeniería de Detalle. 4. Asistencia técnica en administración, ventas, etc., 5. Asistencia técnica en Montaje, 6. Asistencia técnica en diseño conceptua, 7. Otras formas de colaboración técnica (especificar).

Columna d: Proyectos y Obras en las que ha sido utilizada.

PLANILLA Nº 2

FACTORES O CARGAS QUE INTERVIENEN EN EL CALCULO DE LOS ITEMS MENCIONADOS EN EL PUNTO 3.b.1

FACTORES EN OBRAS DE INGENIERIA REALIZADAS	FACTORES EN OBRAS DE INGENIERIA DE CENTRALES NUCLEARES
1.–	
2.–	
3.–	
4.–	
5.–	
6.–	
7.–	
8.–	
9.–	
10.–	
11.–	
12.–	
13.–	
14.–	
15.–	
16.–	
17.–	

NOTA: 1) Se deberá confeccionar una planilla por separado para:
a) CAÑERIAS
b) COMPONENTES (especificar cuaíes)
c) ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y SOPORTES.

2) Se deberá mencionar en que obra se ha utilizado.

PLANILLA Nº 3
PROGRAMAS DE CALCULO POR COMPUTADORAS.

Obra en que ha sido Utilizado	Nombre o Designación	Orígen	Computadora para la cual ha sido realizado.	Naturaleza del problema resuelto.	Método de Solución	Tiempo de ejecución	Requerimiento de Computadora	Lenguaje	Disponibilidad. (1)

(1) a) Propiedad de la empresa.
b) Utilizado sin ser propiedad de la empresa y si está en la Argentina o en el exterior.

PLANILLA Nº 4

DATOS ECONOMICOS

1. Forma jurídica y propiedad del capital de la empresa. Estimar aproximadamente el porcentaje de capital perteneciente a las entidades consignadas a continuación.

Propiedad del capital / Forma Jurídica	ARGENTINOS				Extranjeros y no residentes en Argentina	TOTAL
	Estado	Empresas Industriales.	Inversores particulares	otras empresas		
(1)						100 o/o

(1) Consignar si es SRL, SA, etc.

2. **Personal ocupado:**

Consignar la cantidad de personas existente al 31 de diciembre de 1972 discriminando entre permanentes y transitorios.

	TOTAL	Profesionales (1)	Técnicos (2)	Operarios	Empleados
Permanentes					
Transitorios					

(1) Se entiende por profesional toda persona con título universitario, producto de una carrera de 5 los universitarios como mínimo o conocimientos y experiencia equivalente.

(2) Se entiende por técnico toda persona con carreras universitarias menor de 5 años, o título secundario técnico o con formación equivalente.

3. Monto de las ventas en el ejercicio cerrado en 1972 en millones de pesos moneda argentina.

4. Valor de las materias primas, materiales y componentes adquiridos en el ejercicio cerrado en 1972 en millones de pesos moneda argentina.

5. Monto pagado en 1972 en concepto de colaboración tecnológica recibida de empresas extranjeras (información técnica, licencias, patentes, diseños, etc.) en miles de U$S

4. Sistema Tipo: Sistema Moderador de una CENTRAL CANDU, de 600 MW. (Ver fig. 19, Capítulo 4)

4.a Consideraciones Generales

El D_2O, contenida en la calandria, será usada para moderar las reacciones nucleares. Será circulada a través del sistema moderador y sus auxiliares para remover el calor, mantener la pureza química y controlar el nivel de actividad de la misma. El sistema moderador estará a baja presión y sobre la superficie libre de agua pesada será usado helio como gas de cubierta. Durante la operación normal del reactor el agua pesada bombeada desde la calandria a través de dos intercambiadores de calor para remover el calor de la misma. El agua pesada refrigerada será retornada a la calandria aproximadamente en la línea central de ésta. Para cumplir efectivamente sus funciones, el sistema moderador deberá poseer, entre otras, las siguientes conexiones:

- al y del sistema de Muestreo del Moderador
- al y del sistema de Purificación del Moderador
- al y del sistema de Venenos Neutrónicos
- al y del sistema de Suministro de D_2O
- al sistema de Colección de D_2O

Poseerá conexiones convenientemente ubicadas, para drenajes y venteos del sistema y de sus componentes. Poseerá además conexiones ciegas para la eventual introducción de instrumental de medida o control.

4.b Consideraciones de Diseño

El sistema principal del moderador será diseñado para:

a) Proveer la refrigeración suficiente para remover el máximo calor generado en la calandria de 120 MW.
b) Mantener la temperatura del agua pesada dentro de la calandria en un valor cercano a los 71°C.
c) Asegurar la refrigeración de la calandria, aún durante cortes de suministro eléctrico, e impedir que la temperatura de ingreso a la misma no sea superior a los 77°C.
d) Mantener la temperatura del agua pesada en un valor superior a los 18°C, para limitar las tensiones del recipiente de la calandria.
e) Proveer de agua pesada a los sistemas auxiliares en las condiciones especificadas para éstos.

4.c Descripción General

El sistema principal del moderador poseerá dos bombas principales de circulación, dos intercambiadores de calor, un recipiente amortiguador de cabeza y la instrumentación, válvulas, tuberías y accesorios necesarios para completar el sistema. El agua pesada será tomada desde la parte inferior de la calandria mediante dos tuberías de alimentación iguales, que alimentarán a un colector común. A este colector se conectarán dos bombas en paralelo cuyas líneas de impulsión desembocarán en otro colector común, al cual estarán conectados los dos intercambiadores de calor, de manera que cada bomba pueda operar con ambos. El agua pesada luego de ser refrigerada será enviada nuevamente a la calandria mediante ocho boquillas ubicadas cerca de la parte horizontal de la misma, cuatro por cada lado.

El equipamiento del sistema será ubicado a un costado del recinto de contención del agua de blindaje del reactor. Las bombas, válvulas e intercambiadores de calor, estarán localizados dentro de la zona de barrido de aire para recuperación de agua pesada. Las tuberías de succión y descarga de las bombas, que pasan a través de pared del recinto del blindaje del reactor, serán convenientemente ancladas a la misma. Se proveerán conexiones para los sistemas de purificación, venenos líquidos, suministro de agua pesada, muestreo, y a todo otro sistemas, componente o equipo de manera que el sistema del moderador pueda cumplir con sus funciones.

Durante el "commissioning" se colocarán filtros en las tuberías de succión de las bombas, para retención de partículas sólidas. Estos filtros podrán ser retirados después del "commissioning". Las bombas principales del moderador serán del tipo centrífuga, con succión doble y montadas verticalmente, estas bombas serán del 100o/o de capacidad cada una. Las bombas estarán provistas con doble sello mecánico en el eje y con sellos de emergencia. El caudal de cada una de las bombas será de 940 l/s aproximadamente, con una altura de impulsión de cerca de 55 m. Cuando se cierren las válvulas que se encuentran después de los intercambiadores de calor, éstos y los componentes del sistema podrán soportar la presión de la bomba más la altura estática adicionada.

Esta presión podrá alcanzar los 10,5 kg/cm2. Cada bomba tendrá una línea de descarga del agua pesada de refrigeración de los sellos mecánicos, que estará conectado con el sistema de colección de agua pesada. La provisión de agua de refrigeración de los sellos se hará por medio de una tubería desde la descarga de la bomba. Cada motor de impulsión tendrá un acoplamiento rígido al eje del impulsor que estará soportado por un par de cojinetes de empuje radiales. Los motores principales tendrán una potencia de aproximadamente 0,75 MW. Cada motor poseerá un intercambiador de calor refrigerado por agua, a fin de enfriar el aire que circule a través de la jaula de ardilla del motor de inducción. El caudal de agua de refrigeración de cada motor será de 3,8 l/s cuando la temperatura de entrada de la misma

sea 23ºC. Cada bomba estará provista con un motor auxiliar, con velocidad reducida y de aproximadamente 15 kW de potencia. Este motor será usado durante fallas de potencia Clase IV y proveerá a la bomba de un caudal de 234,9 l/s. Cuando existe pérdida de potencia Clase IV o corte de la misma a ambos motores principales, cada uno o ambos de los motores auxiliares de 100 o/o de capacidad cada uno, se pondrán en funcionamiento y mantendrán la refrigeración, ya que el agua pesada drenada de la calandria por cada bomba, pasará directamente por los intercambiadores de calor antes de retornar nuevamente a la calandria. Los motores auxiliares localizados en ambas bombas del moderador, serán diseñados para proveer una refrigeración adecuada al núcleo del reactor durante fallas de potencia Clase IV y para proveer una refrigeración suficiente para prevenir que la masa del moderador hierva.

Se proveerán dos intercambiadores de calor del 50 o/o de capacidad cada uno.

Serán diseñados de tubos en U, con cuatro pasos del lado de tubos y dos pasos del lado carcaza para minimizar la pérdida de carga a través de la misma. Los intercambiadores de calor serán refrigerados por agua de río, con una temperatura de diseño de entrada de 23ºC. En la tubería de salida del agua de refrigeración se colocarán tres válvulas en paralelo para controlar el caudal de la misma en 1300 l/s, y de esta manera mantener la temperatura de salida del agua pesada en 43ºC. La temperatura de entrada del agua pesada a los intercambiadores de calor, será normalmente de 71ºC.

Se proveerá un recipiente amortiguador de cabeza que asegurará el almacenamiento del agua pesada proveniente del aumento de volumen de la misma por aumento de la temperatura. Además permitirá controlar durante la operación el nivel de agua pesada en la calandria y en las cañerías de alivio, absorviendo los incrementos de presión producidos por la rotura de un tubo de presión, inyección rápida de veneno (gadolinio) para corte del reactor, e inyección de venenos líquidos, evitando de esta manera que los discos de ruptura sean rotos innecesariamente. El descenso del agua pesada desde el tanque amortiguador a la calandria será realizado por simple gravedad y la tubería correspondiente no poseerá ninguna válvula.

4.d Confiabilidad

Los tiempos de parada forzada del sistema del moderador serán menores de 16 horas por año.

4.e Consideraciones especiales

Todo el equipamiento del sistema moderador, será accesible cuando el reactor esté detenido. Los motores de las bombas del moderador, la carcaza de los intercambiadores y los intercambiadores de calor completos, podrán ser removidos del edificio del reactor usando la grúa de 50 toneladas de este edificio. La longitud máxima de los intercambiadores de calor entre la placa tubo y el final de la carcaza, será tal que permita ser retirado a través de la compuerta de pasaje. Deberá ser prevista un área despejada en la sala del moderador para la ubicación de las carcazas de los intercambiadores de calor en el caso en que éstas sean retiradas para la limpieza de los mismos dentro del edificio del reactor. Las bombas, intercambiadores de calor y demás equipamiento del sistema moderador, estarán localizados de modo tal que no interfieran con el retiro de las cámaras iónicas. Las penetraciones de cañerías en las paredes del recinto del blindaje de la calandria, serán ancladas de manera de prevenir pérdidas del agua del blindaje. Dichas penetraciones estarán ubicadas cerca del fondo del recinto. Los pasajes de las cañerías de salida del agua de la calandria a través de la pared poseerán además una camisa de refrigeración, refrigerada con agua de proceso.

Todas las válvulas del moderador serán del tipo herméticas, de fuelle elástico ("Bellows Seal") y el material de los fuelles será Inconel 600. Los tubos de los intercambiadores de calor del moderador, serán realizados en Incoloy 800. La placa tubo de los intercambiadores de calor, serán realizadas en acero al Carbono y revestidas por ambos lados con Inconel 600. Todas las partes de las bombas que estén en contacto con agua pesada, serán de acero inoxidable. Los recipientes, equipos, válvulas y cañerías, que estén en contacto con agua pesada, serán de acero inoxidable austenítico. Todas las tuberías, válvulas, terminales, recipientes, intercambiadores de calor, etc. serán manufacturados de acuerdo con la Sección III, Class 3 del ASME Boiler and Pressure Vessel Code. Para eliminar o minimizar posibles pérdidas de agua pesada, todos los componentes de este sistema deberán ser diseñados y construidos con el más alto standard, mejorando su confiabilidad y ensayándose a fin de eliminar problemas que pudieran presentarse durante la manufactura.

ANEXO III

1. Síntesis de la Documentación Enviada por las Empresas de Ingeniería

Se sintetiza en este anexo los datos económicos, organizativos y técnicos de la documentación enviada por las empresas contestando al cuestionario del Anexo II.

2. SADE S.A.C.C.I.F.I.M.

SADE es una empresa que comenzó a actuar en el país en el año 1947.

2.a Areas en que se Desempeña

Realizar tareas de ingeniería civil, mecánica eléctrica e instrumentación, montaje y construcción en:

- Producción de Energía Eléctrica
- Transmisión, transformación y distribución de energía.
- Plantas industriales.
- Obras Civiles
- Instalaciones de tracción eléctrica (ferrocarriles)

2.b Organización

La organización de SADE se estructura a través de Departamentos Operativos Autónomos; cada Departamento cubre funciones comerciales de ingeniería, de construcción y administración de obras.

- Departamento de Líneas y Redes.
- Departamento de Centrales y Subestaciones.
- Departamento de Instalaciones Industriales.
- Departamento de Obras Civiles
- Departamento de Filiales del Interior.

Hay además en SADE otros departamentos que complementan las actividades anteriores.

- Gerencia Administrativa
- Gerencia de promoción
- Servicios Generales
- Gerencia de Desarrollo y Proyectos Especiales

Para dar una idea sobre la capacidad de ingeniería, SADE señala que en el año 1972 su organización estaba compuesta por 200 personas: ingenieros, proyectistas y dibujantes en ingeniería civil mecánica y eléctrica. Se emplearon 400.000 horas– hombre de ingeniería y 11.000 millones de horas–hombre en mano de obra.

El personal ocupado al 31 de diciembre de 1972 es de:

Profesionales	152
Técnicos	367
Operaciones	2.753
Empleados	576
Total	3.848

Durante este año ha contado con 900 personas como personal transitorio.

2.c Trabajos Realizados

SADE ha realizado múltiples trabajos en: Centrales termoeléctricas, Centrales Hidroeléctricas, Subestaciones, Líneas de transmisión, Obras Civiles, Instalaciones Industriales e Iluminación.

– **Centrales termoeléctricas:** en estas obras SADE ha realizado tareas de montaje de turbinas, montajes eléctricos y mecánicos y provisión de materiales.

Algunos de los trabajos más importantes:

– Central Luján de Cuyo, Provincia de Mendoza, A y EE, 120 MW: Montaje eléctrico y mecánico y prefabricación de cañerías (Obra a cargo de la G.I.E.)

– Central Puerto Nuevo, Capital Federal, SEGBA: Proyecto y Montaje de instalaciones eléctricas y auxiliares del turbogrupo Nº 9.

– Capital Federal, CIAE grupo Nº 5 de 110 MW montaje eléctrico y mecánico.

– Central Puerto Nuevo. Capital Federal. Proyecto y Montaje de instalaciones eléctricas de las turbogrupos, calderas y equipos auxiliares para las unidades Nº 7 y Nº 9– (140 MW, 194 MW y 250 MW).

– Centrales hidroeléctricas
ha realizado el montaje

– Compuerta del Vertedero y vigas de cierre, estructuras de derivación y vertedero del dique; 18 compuertas radiales y equipos auxiliares en Portezuelo Grande para Cerros Colorados.

– Montaje de 9 transformadores y montaje de 4 generadores, cableado, iluminación y circuito anti-incendio para transformadores en el Chocón.

– Proyecto, provisión de equipos y montaje de centrales hidroeléctricas menores (para A y EE) y Dirección hidráulica de la Provincia de San Luis.

– **Subestaciones y Líneas de Transmisión**

Son múltiples las obras en estos rubros. En casi la totalidad de los casos era realizado el proyecto provisión de equipos y montaje.

– Obras Civiles

En general son instalaciones para fábricas centrales térmicas, establecimientos depuradores de líquidos cloacales, viviendas etc. En la mayor parte de los casos provee los materiales y se encarga de la construcción.

En algunos casos ha realizado el proyecto.

– Instalaciones Industriales

En este sector SADE ha realizado montaje de sistemas electromecánicos, suministros de materiales y en algunos casos la ingeniería de detalle. Los trabajos han sido realiza-

dos para las más variadas industrias. Entre las más importantes:

— Oleoducto Challalcó, Pto. Rosales, Buenos Aires.

— Instalaciones de proceso y tratamiento de Gas y petróleo, Yacimientos El Cóndor — Cerro Redondo Santa Cruz. Gas del Estado— General Cerri Bahía Blanca Buenos Aires— Tratamiento de Gas natural.

— Iluminación

Son múltiples los trabajos de proyecto, provisión de materiales, instalación y algunas casos mantenimiento de alumbrado público, de fábricas, y establecimientos.

2.d Aspectos Tecnológicos

La relación en materia tecnológica de SADE, con empresas extranjeras, consultoras y proveedoras del proceso, de acuerdo a las respuestas de la planilla 1 anexo I, es:

Asistencia técnica en ingeniería, patentes, asistencia en diseño; supervisión en ingeniería, provisión de equipos en montaje y patentes. SADE, por la característica de los trabajos realizados, es capaz de interpretar y utilizar las mas variadas normas de diseño y fabricación en cañerías, componentes y estructuras. Posee una computadora Bull G-120, Honeywell utilizándola para cálculo de caminos críticos, cálculo de estructuras y resolución de ecuaciones lineales-cálculo de tendidos de líneas, selección de cabezales y pilotes, presión horizontal originada por cargas puntuales y sobre superficies. Fuera de SADE ha utilizado programas de computadora para Estructuras, cálculo elástico de cañerías, cómputo de materiales para cañerías, esfuerzos de cañerías, balances térmicos. Estos programas en casi todos los casos provienen del exterior. En varias obras que SADE ha construído asociada con otras empresas se han utilizado modelos en escala de las mismas. En general, los modelos han sido utilizados por las empresas asociadas, ya que la responsabilidad en suministros de importancia requería este tipo de experiencia.
Actualmente se está utilizando un modelo en el proyecto de la Petroquímica General Mosconi de La Plata.

2.e Aspectos Económicos

Según lo contestado por SADE en la planilla 4 del Anexo I.

El Capital de SADE está compuesto de:

Inversiones particulares	12,76 o/o
Otras Empresas	47,43 o/o
No residentes en Argentina	39,81 o/o

Monto de venta en 1972	475 millones pesos moneda argentina
Valor de materia prima materiales y componentes adquiridos en 1972	159 millones pesos moneda argentina
Monto pagado en concepto de colaboración tecnológica de empresas en el extranjero	150.000 U$S

3. A.G.Mc Kee & Co. Argentina S.A.

Mc. Kee se desempeña en el país desde hace 17 años.

3.a. Areas en que se Desempeña

Ofrece servicios de ingeniería de detalle, compras, inspección, construcción y montaje en los campos de: Petroquímica, Siderurgia, Metales no ferrosos y Minerales, Productos Alimenticios y Farmacéuticos, Papel, Industrias Varias.

Las áreas en que se desempeñan son:

— Obras Civiles
— Estructuras Metálicas;
— Equipos mecánicos
— Cañerías y Recipientes
— Instrumentos y Electricidad

3.b Organización

La organización de la Gerencia de Ingeniería (2) puede simplificarse de la siguiente manera:

Se divide en Cinco Secciones:

— Ingeniería de Procesos (3)
— Ingeniería de Proyectos (12)
— Ingeniería Mecánica (75)
— Ingeniería Civil (50)
— Electricidad e Instrumentación (30)

La sección ingeniería mecánica consta de:

— Equipos (10)
— Cañerías (55)
— Recipientes (10)

Para instrumentación y electricidad:

— Electricidad (20)
— Instrumentación (10)

Nota: Los números entre paréntesis indican el número aproximado de personal en cada sección.

En el presente, Mc. Kee tiene un plantel de 550 empleados permanentes para servicios de Ingeniería de detalle,

compras, inspección, construcción y montaje. De los 550 empleados 220 constituyen el personal técnico del Dto. de Ingeniería. La capacidad anual de ingeniería de detalle oscila entre las 400.000 y 450.000 horas-hombre.

Posee cerca de 1700 personas que trabajan en distintas obras.

3.c Trabajos Realizados

En general Mc Kee ha realizado trabajos de Ingeniería de detalle, provisión de materiales, construcción, montaje y en algunos casos la asistencia de puesta en marcha o la puesta en marcha de plantas en el campo petroquímico, del hierro y el acero, alimenticio y de industrias varias.

— Campos Petroquímicos.

Entre las obras principales se pueden citar:

— Para Petroquímica Bahía Blanca S.A.I.C., Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires, complejo petroquímico destinado a la producción de etileno y propileno (en construcción).

— Para YPF, Plaza Huincul, Neuquén: Expansión de la Refinería de Petróleo: Topping, Platformer, Unidad Merox, Servicios Auxiliares (en construcción).

— Para Petroquímica General Mosconi; SAIC, Ensenada, Buenos Aires: complejo petroquímico: Reformación, Extracción de Aromáticos y tren de fraccionamiento, Hidrodealquilación. Cristalización de Paraxileno. Isomerización, Cicloexano, Purificación y Compresión de hidrógeno, servicios Auxiliares (en construcción).

— Para ESSO, SAPA, Unidad destiladora de vacío, Unidad de Craqueo Catalítico y fraccionamiento, Unidad para los productos livianos de Craqueo Catalítico, Modificación de la Unidad destiladora Atmosférica, instalaciones de Servicios Auxiliares.

— Para Petroquímica Sudamericana S.A., Olmos, Buenos Aires, Planta Petroquímica de dimetil Tereftalato.

— Para SHELL CAPSA, Dook-Sud, Buenos Aires: Unidad destiladora de Crudo Liviano, Unidad destiladora de Crudo Pesado, Unidad de tratamiento de Nafta, Hidrodesulfuración de Kerosen, Platformer, Recuperación y tratamiento de LPG. ADIP Gas y Líquido. Planta de Azufre, Instalaciones auxiliares.

— Para Gas del Estado, Bahía Blanca, Buenos Aires. Planta de Recuperación de Propano, Butano, y Gasolina del Gas Natural.

— Campos del Hierro y del Acero

Los principales Trabajos en este campo son los de ingeniería, provisión de Materiales, Construcción y Montaje. En general estas tareas han sido realizadas para SOMISA, en instalaciones, reparaciones, e instalaciones adicionales, de y para altos hornos eléctricos e instalaciones auxiliares. Además ha realizado estudios de factibilidad de altos hornos operados con Carbón de leña para la Dirección General de Fabricaciones Militares, Buenos Aires.

— Industrias Varias

Ingeniería de detalle, provisión de materiales, Construcción y Montaje en plantas de:

— Planta de Cemento y Subestación Eléctrica, para CACP (Lone Star) Sierras Bayas, Buenos Aires.

— Ampliación de la Planta de Concentración de Plomo y Zinc, Cía Minera Aguilar (National Lead), El Aguilar, Jujuy.

— Elaboración de Maíz y Silos, Staley Argentina, Chacabuco, Buenos Aires.

— Para Celulosa Argentina: Cap. Bermúdez Buenos Aires, Expansión de sus plantas.

— Planta integral de Papel Kraft para Papel Misionero, Misiones.

3.d Aspectos Tecnológicos

La relación de Mc Kee con instituciones que proveen tecnología es la siguiente: se ha adquirido en forma directa o a través del cliente la tecnología correspondiente a los procesos (Ingeniería básica) de varias plantas en las que Mc. Kee ha realizado la Ingeniería de detalle y el montaje.

Respecto a la Asistencia Técnica, Capacitación de técnicos, Procesos de Refinación de Petróleo, asistencia técnica en compras en USA y Japón y Proceso de Alto Horno, se ha utilizado a AG Mc Kee & Co USA y para Asistencia Técnica de Compras en Europa, Proceso de refinación de Petroleo y Proceso para Coke de petróleo a CTIP, (Compagnia Técnica Industria Petroli S.p.A).

Dado los trabajos múltiples realizados, y por el hecho que la ingeniería básica de éstos tienen diversa procedencia, Mc Kee utiliza cualquiera de las normas existentes de acuerdo con las exigencias de la empresa a que presta sus servicios. Utiliza programas de computadora según se requiera para cálculo de solicitaciones en estructuras de barras (procedencia USA), Seguimiento de Materiales, (procedencia CTIP Roma), Análisis de Flexibilidad de Cañerías (procedencia Mc Kee USA, Mave Island USA).

Programación por camino crítico (procedencia Mc Kee USA, Cálculo de Espesor de Cañerías (Procedencia CTIP Italia); Estudio de cargas eléctricas y cálculos de cortocircuito

(Procedencia E R & Co USA), estas últimas como servicio externo. Ha utilizado Modelos en escala para los proyectos:

— Ampliación de la destilería Shell SAPA, destilería ESSO, Campana, Petroquímica General Mosconi, Petroquímica Bahía Blanca. Utilizan dos tipos de modelos:

— Modelo preliminar o de bloque.
— Modelo de Producción o de Diseño de Cañerías

4. Inconas, Ingenieros Consultores Asociados, S.C.

Inconas S.C. se constituyó como sociedad en julio de 1960.

4.a. Areas en que se Desempeña

Prefactibilidad, Factibilidad, Anteproyecto, Proyecto ejecutivo, y Documentación Licitatoria de las siguientes Areas.

Ingeniería Civil Estructural, Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas, Hidráulica, Estudios Técnicos y Económicos, Vialidad y Transporte, Saneamiento, Computación Electrónica, Inspección de Obras.

Ingeniería Electromecánica

Redes de Transmisión, Redes de Distribución, Centrales hidroeléctricas, Estaciones transformadoras, Estudios técnicos y Económicos, Luminotecnica, Electrónica y Telecomunicaciones.

4.b Organización

La organización de Inconas puede resumirse de la siguiente manera:

1.— De la Administración general dependen dos oficinas: Oficina Córdoba y Oficina Buenos Aires.

2.— De la Dirección de la Oficina Córdoba dependen una dirección administrativa y una dirección técnica. El departamento técnico se divide en:

— Mecánica de Suelos.
— Vial
— Estructuras
— Hidraúlica
— Saneamiento
— Luminotecnica

De la dirección de la oficina Buenos Aires dependen:

— Inspección de obras
— Electromecánica
— Salto Grande
— Administración

Inconas cuenta con un total de 79 personas distribuídas como sigue:

Profesionales	33	
Técnicos	28	
Dibujantes	—	
Empleados	18	
Total	79	
Personal transitorio		10

4.c Trabajos Realizados

Se indican a continuación los trabajos más importantes:

4.c.1. Hidráulicos

— Aprovechamiento hidroeléctrico de Salto Grande para la Comisión Técnica Nixta de Salto Grande (en asociación con IATASA, Argentina); ICLA, Uruguay y C.T. Main Inc., EE.UU. (En proyecto) incluye:

— Análisis y ajuste del proyecto y elaboración de planos para las obras civiles. Centrales hidroeléctricas y exclusa para navegación.

— Elaboración del proyecto y planos para ejecución: de instalaciones hidráulicas, sistema de transmisión y obras de navegación.

— Dirección técnica y administración de obra.

— Inspección, control de fabricación, ensayos, embarques y transporte de Maquinarias.

— Asistencia ténica durante la puesta en marcha

4.c.2 Aprovechamiento Hidroeléctrico del Arrollo Piray Guazú

Para el Ministerio de Economía y Obras Públicas, Misiones. Proyecto (1971) y anteproyecto (1961)

Reconocimiento de la cuenca imbrífera y curso del río (para emplazamiento), relevamiento aéro fotográfico (con la colaboración del IFTA). Restitución a escala 1: 10.000 relevamientos topográficos complementarios. Estudios geológicos, Estudios hidrológicos. Estudio de la influencia de crecidas del Río Paraná. Proyecto ejecutivo del dique de embalse y central hidroeléctrica, playa de transformación y línea de transmisión.

4.c.3 Complejo hidroeléctrico La Huertita: para el Gobierno de la provincia de San Luis, Estudio de Factibilidad técnico-económico del proyecto existente.

4.c.4 Presa de Embalse del Chañarmuyo: para el Gobierno de la Provincia de La Rioja. Estudios de Factibilidad y anteproyecto y Proyecto.

4.c.5 Proyectos Electromecánicos.

— Instalaciones Eléctricas y Mecánicas. Subterráneos línea D. Buenos Aires, para la Secretaría de Estado de Transporte

de la Nación (1970), (en asociación con F. Harris Eng. Corp. (USA), Traction et Electricite y Electro bel (Belgica) y Lanusse y Asociados (Buenos Aires). Instalaciones eléctricas, mecánicas, de señalización, iluminación y control.

4.c.6 Instalación Fija de Dragado, Quequén, Bs. As. para la Dirección de Construcciones Portuarias y Vías Navegables. 1970, (en asociación con F Harris Eng. Corp. (USA) y Lanusse y Asociados (Bs. As.).

4.c.7 Factibilidad y proyecto de Interconexión Litoral–Córdoba, para Agua y Energía Eléctrica, 1970, (en Asociación con Kennedy & Conkin Arg. S.A. – Sbarra Asoc. S.C.A.)

4.d Aspectos Tecnológicos

Para sus diversos estudios utiliza el equipo de computación de la Universidad Católica de la Ciudad de Córdoba. Algunos de los programas de elaboración propia:

1) Cómputo métrico de movimiento de suelos.
2) Cómputo de Alcantarillas según normas de la D.N.V.
3) Optimización del régimen de un embalse.
4) Análisis estructural y económico de diques de contrafuerte.
5) Caminos y Canales.
6) Cálculo de vertedero con compuertas automáticas
7) Cálculo de vertedero de labio fijo

4.e Aspectos Económicos

Según lo contestado al cuestionario (planilla 4, Anexo I), Inconas es una Sociedad Colectiva con un capital constituído por el 100 o/o de inversores particulares.

Monto de ventas 1972 en millones de pesos 5,592

Valor de materia prima, materiales y componentes adquiridos en 1972 con retribuciones profesionales, sueldo, salario etc. 4,989 en millones de pesos.

5. Indice S.A.

5.a Areas en que se Desempeña

Realiza tareas de ingeniería en áreas tales como la civil, mecánica, electromecánica, de montaje, industrial, electrónica, sanitaria, hidráulica y metalúrgica.

5.b Organización

La organización de esta empresa se basa en dos grandes sectores que dependen de una Gerencia General: una Gerencia de Producción y una Gerencia Comercial.

De la Gerencia de producción depende:
– Departamento Técnico compuesto por tres secciones: electromecánica, de obras civiles y licitaciones.
– Departamento de fábrica (en formación)
– Departamento de obras con dos secciones: obras electromecánicas y obras civiles.

La Gerencia Comercial posee un departamento Contable, uno de Finanzas y Tesorería y un departamento administrativo con varias secciones cada una, compuesta por:

	Permanentes	Transitorios
Profesionales	19	6
Técnicos	4	3
Operarios	—	155
Empleados	28	26

5.c Trabajos Realizados

Los trabajos principales realizados se encuentran dentro de las áreas de ingeniería electromecánica, mecánica y civil pudiendo citarse las siguientes:

– Línea de 33 KV, Inriville. Los Surgentes. Cruz Alta, Córdoba, para E.P.E.C.. 1967–1968, dentro del área de la ingeniería electromecánica.

– Línea de Alta tensión en 132 KV, Pilar–Córdoba, para E.P.E.C., 1969–1970–(ingeniería electromecánica).

– Construcción de un oleoducto de 16", en terreno y con aislación térmica de 15,6 Km de longitud aproximadamente, entre Barrancas Agrelo–Destilería Luján y empalme de ingreso y salida, Agrelo, YPF, Yacimientos Mendoza, noviembre de 1970–Mayo 1971 (ingeniería civil y mecánica).

– Construcción de Obras Civiles y Montaje, electromecánico de once estaciones transformadoras subterráneas y tendido de C.A.S. en la ciudad de Mendoza, para A y EE, Mendoza–(1971–1972, Ingeniería Civil y electromecánica).

– Línea área de transmisión en 13,2 KV entre las estaciones de Río Huacra–Frías (Provincia de Catamarca y Santiago del Estero) para A y EE. 1971–1972 (Ingeniería electromecánica.

– Interconexión en 132 KV, estación principal Suroeste–Estación transformadora Yocsina. (Febrero 1970–Setiembre 1970).

– Red de Colectores y derivaciones domiciliarias Bo Patria y Pueyrredón, Córdoba, Municipalidad de Córdoba, (1972–1973). (Ingeniería Civil).

– Línea Aérea de Transmisión en 66 KV Canal–Laboulaye, EPEC, a iniciar (Ingeniería electromecánica).

5.d Aspectos Tecnológicos

De las respuestas que figuran en la planilla 1 se desprende que la asistencia técnica dada por varias firmas del extran-

jero se refiere a trabajos de ingeniería de detalle y montaje en líneas rurales, líneas aéreas de aita tensión y para la estación Transformadora Yocsina y Acecor, Córdoba.

En etapa de proyecto y para cálculos repetitivos ha utilizado programas de computación adecuados, en cálculo de tiros y flechas para conductores, cálculo de bases para líneas aéreas y tablas de Tensados.

La naturaleza de las obras ejecutadas ha requerido el uso de facilidades experimentales dado que no se han realizado proyectos básicos.

5.e Aspectos Económicos

El capital de INDICE S.A., está compuesto en un 100o/o de Inversores particulares.

El monto de ventas del ejercicio cerrado en 1972 ha sido de 11.201.393,45 pesos, mientras que en materias primas, materiales, componentes, se han invertido 5.882.588,08 pesos, en el mismo año.

6. Ingeniería Tauro S.A.I.C.I.F.

Ingeniería Tauro S.A.I.C.I.F. es una empresa de ingeniería, Obras Civiles e Industriales, para la construcción de edificios, grandes fundaciones, plantas químicas, petroquímicas, de proceso de gas, de petróleo y generación de energía. También la Empresa está capacitada para conducir un proyecto completo de Ingeniería de detalle para las industrias señaladas precedentemente, incluyendo la gestión de compras de todos los equipos por cuenta del cliente y la provisión del personal técnico especializado para la supervisión de las obras.

6.a Area en que se Desempeña

Las áreas de la ingeniería en que se desempeña Ingeniería Tauro SAICIF son:

Ingeniería Civil
Ingeniería Mecánica
Ingeniería Eléctrica
Ingeniería de Instrumentación
Ingeniería de Diseño de Procesos
Ingeniería de Montaje

6.b Organización

La organización de Ingeniería Tauro está compuesta por:

- Departamento de Instalaciones Industriales
- Departamento de Obras Civiles
- Departamento de Obras Especiales

El personal que revista en la empresa esta compuesto por

Profesionales	60
Técnicos	80
Operarios	522
Empleados	172
Total	834

6.a Trabajos Realizados

Además de obras de ingeniería Civil para vivienda o para instalaciones industriales puede mencionarse las siguientes obras:

— Planta Compresora Chelforó para Gas del Estado, Ingeniería de detalle, montaje, puesta en marcha, obras civiles e instalaciones auxiliares y complementarias. (1971).

— Planta compresora Barker (prov. de Bs. As.) para Gas del Estado. Ingeniería de detalle, montaje, puesta en marcha, obra civil e instalaciones auxiliares y complementarias.

— Planta Compresora, Gral. Cerri (Prov., de Bs. As.) para Gas del Estado; Ingeniería de detalle, montaje, puesta en marcha, Obra Civil, e instalaciones auxiliares y complementarias.

— Aserradero múltiple. Puerto Bossetti, Misiones para la Compañía Naviera Perez Companc S.A. proyecto, dirección y montaje.

— Instrumentación para el Topping "D", Destilería La Plata, Prov. de Bs. As,; Provisión, instalación y puesta a punto de la instrumentación neumática y electrónica (actualmente en Construcción).

— Planta de Generación de Vapor "Piedras Coloradas" para Gas del Estado, Provisión, Montaje y Puesta en Marcha. Obras Civiles, complementarias, instalaciones de control y auxiliares.

— Planta Productora de Papel Prensa, San Pedro, Pcia. de Bs. As., para Papel Prensa S.A. Ingeniería de detalle, compras inspección, construcción y montaje. 1.051.600 tn anuales. (en ejecución).

— Planta de Concentración de Minerales de Hierro, Sierra Grande, Prov. de Río Negro para Hierro Patagónico de Sierra Grande S.A. Minera Hipassam. Ingeniería civil de detalle, proyecto de estructuras, cálculo e instalación de las obras e instalaciones especiales (en ejecución).

6.d Aspectos Tecnológicos

A través de las obras realizadas, Ingeniería Tauro es capaz de interpretar y utilizar varias normas de diseño y fabricación de componentes y la utilización de los métodos comunes en el cálculo económico de cañerías y su ubicación especial.

6.e Aspectos Económicos

Ingeniería Tauro presenta la forma jurídica de Sociedad Anónima, y está compuesta por inversores particulares en un 100 o/o.

Las ganancias de la Empresa en el ejercicio de 1973 asciende a 2.112.480,29 pesos.

ANEXO IV

1. Participación de las Empresas de Ingeniería Radicadas en el País en la Central Nuclear Córdoba.

(Tomado del Contrato de la CNEA con el Consorcio Italo-Canadiense para esta Central Nuclear).

Las planillas siguientes indican las tareas que necesariamente deben ser realizadas en el país por empresas de ingeniería. El monto de las prestaciones para las tareas indicadas asciende a los 5 millones de dólares, representando este valor entre 600 y 700 mil horas-hombre. El montaje de sistemas electromecánicos a realizar por empresas de ingeniería radicadas en el país representa un valor del orden de los 20 millones de dólares.

ACLARACIONES A LAS PLANILLAS

1.— El parcial excluye la Ingeniería de Detalle de la parte del sistema que se encuentra en el interior del Edificio del Reactor.

2.— El parcial excluye la Ingeniería de Detalle del Sistema de Transferencia de Resina hasta su almacenamiento.

3.— El parcial excluye detalles que provendrán de los contratistas.

4.— El parcial excluye la Ingeniería de Detalle de la Isla Nuclear y el análisis elástico completo de la tubería.

5.— El parcial excluye el cálculo fluodinámico y el proyecto constructivo de las bombas.

6.— El parcial excluye el proyecto constructivo de los "internals".

7.— El parcial excluye el análisis elástico completo de la tubería.

8.— El parcial excluye la ingeniería básica y de detalle en el interior del Edificio del Reactor.

9.— El parcial excluye la Ingeniería de Fabricación que será realizada en la República Argentina.

10.— El parcial excluye la Ingeniería Básica en el interior del Edificio del Reactor.

11.— El parcial excluye el proyecto fluodinámico y la selección de los filtros rotativos.

12.— El parcial excluye la determinación de la ubicación de los equipos e intensidad luminosa necesaria.

13.— El parcial excluye el "consulting" sobre datos de entrada y salida.

14.— El parcial excluye el "consulting" sobre Ingeniería Básica de Filtración y Ventilación.

15.— El parcial excluye la determinación del índice de pérdida que será indicado por los contratistas. La empresa argentina estará encargada de realizar las correspondientes mediciones.

16.— Por "Construcción" se entiende la realización de las perforaciones y sondeos.

RUBRO		INGENIERIA BASICA			INGEN. de DETALLE			Montaje o Construcción de la obra civil	Observaciones
		Componentes y Sistemas	Montaje	Obra Civil	Componentes y Sistemas	Obra Civil	Montaje		
A)	**COMPONENTES Y SISTEMAS**								
I	**SISTEMA NUCLEAR PRINCIPAL**								
1)	Eliminación de Calor Residual.	C	C	C	C	L	L	L	
2)	Refrigeración de los sellos de las Bombas Primarias de Refrigeración	C	C	C	C	L	L	L	
3)	Control de Volumen (no incluye sistema de Presurización).	C	C	C	C	L	L	L	
4)	Recirculación del Sistema de Refrigeración de Emergencia del núcleo.	C	C	C	L(p)	L	L	L	(1)
5)	Gas de Aislación (espacio anular entre los tubos de presión y de calandria).	C	C	C	L(p)	L(p)	L	L	(1)
6)	Lubricación de las Bombas Primarias de Refrigeración.	C	C	C	C	L	L	L	
7)	Sistema de Rociado de Emergencia.	C	C	C	C	L	L	L	
II	**SISTEMAS AUXILIARES**								
1)	Purificación del Sistema de Transporte de Calor.	C	C	C	C	L	L	L	
2)	Moderador.	C	C	C	C	L	L	L	
3)	Venenos Líquidos del Moderador.	C	C	C	C	L	L	L	
4)	Gas de Cubierta del Moderador.	C	C	C	C	L	L	L	
5)	Manipulación, Deuteración y De-deuteración de las Resinas del Sistema de Purificación del Primario.	C	C	C	C(p)	L	L	L	(2)
6)	Deuteración y De-deuteración de las Resinas del Sistema de Purificación del Moderador.	C	C	C	C(p)	L	L	L	(2)
7)	Purificación del Moderador.	C	C	C	L(p)	L	L	L	(1)
8)	Limpieza del Agua Pesada.	C	C	C	L	L	L	L	
9)	Enriquecimiento del agua Pesada.	C	C	C	C	L(p)	L(p)	L	(3)
10)	Muestreo del Moderador, Primario y Sistemas Auxiliares.	C	C	C	L(p)	L	L	L	(1)
11)	Colección de Agua Pesada del Sistema de Transporte de Calor.	C	C	C	C	L	L	L	
12)	Colección de Agua Pesada del Moderador.	C	C	C	C	L	L	L	
13)	Transferencia de Resinas.	C	C	C	C	L	L	L	
14)	Refrigeración y Purificación del Blindaje.	C	C	C	L(p)	L	L	L	(1)
15)	Refrigeración y Purificación de Piletas de Elementos Combustibles	C	C	C	L	L	L	L	
16)	Suministro de Agua Pesada.	C	C	C	C	L	L	L	
17)	Recuperación de Agua Pesada del Edificio del Reactor.	C	C	C	C	L	L	L	
18)	Drenajes del Edificio de Servicios y de la Nave auxiliar del Reactor.	C	C	C	L	L	L	L	
III	**SISTEMAS DE MANEJO DE COMBUSTIBLES Y MECANISMOS DE CONTROL**								
1)	Refrigeración de la Máquina de Carga.	C	C	C	C	C	L	L	

RUBRO		INGENIERIA BASICA			INGEN. de DETALLE			Montaje o Construcción de la obra civil	Observaciones
		Componentes y Sistemas	Montaje	Obra Civil	Componentes y Sistemas	Montaje	Obra Civil		
2)	Hidráulico del Sistema de Barras de Control (Control de Zonas).	C	C	C	C	C	L	L	
IV	**SISTEMAS DE VENTILACION**								
1)	Recuperación del Vapor de Agua Pesada.	C	C	C	C	L	L	L	
2)	Refrigeración, Calefacción y Ventilación Nuclear (Edificio de Servicio								
	del Reactor y Sala de Control).	C	C	C	L(p)	L	L	L	(1)
3)	Refrigeración, Calefacción y Ventilación Convencional.	C	C	C	L(p)	L	L	L	(1)
4)	Agua Enfriada (chilled water).	C	C	C	L(p)	L	L	L	(1)
5)	Refrigeración, Calefacción y Ventilación del Edificio del Reactor.	C	C	C	L(p)	L	L	L	(1)
V	**SISTEMAS MECANICOS CONVENCIONALES**								
1)	Tubería de Vapor Vivo.	C	C	C	L(p)	L	L	L	(4)
2)	Agua de Refrigeración Principal.	C	C	C	L(p)	L	L	L	(5)
3)	Secado de Vapor y Recalentamiento.	C	C	C	L(p)	L	L	L	(6)
4)	Agua de Alimentación de los Generadores de Vapor.	C	C	C	L(p)	L	L	L	(4)
5	Agua de Refrigeración de Procesos.	C	C	C	L(p)	L	L	L	(1)
6)	Circuito de Condensado.	C	C	C	L(p)	L	L	L	(7)
7)	Aire Comprimido.	L(p)	L(p)	L(p)	L(p)	L	L	L	(8)
8)	Condensador.	C	C	C	C(p)	L	L	L	(9)
9)	Vacío del Condensador	C	C	C	L	L	L	L	
10)	Sellos de Turbinas.	C	C	C	L	L	L	L	
11)	Vapor Auxiliar.	C	C	C	C	C	L	L	
12)	Anti-incendio de toda la Planta.	L(p)	L(p)	L(p)	L	L	L	L	(10)
13)	Limpieza mecánica y cloración del agua.	L(p)	L	L	L	L	L	L	(11)
14)	Potabilización y Desmineralización.	L	L	L	L	L	L	L	
15)	Aislación térmica de tuberías y equipos.	C	L	L	L	L	L	L	
VI	**SISTEMAS ELECTRICOS**								
1)	Sub-estación.	C	C	C	L	L	L	L	
2)	Distribución Fuerza Motriz de los Edificios de la Parte Convencional								
	del Edificio de Servicios y de la Nave Auxiliar del Reactor.	C	C	C	L	L	L	L	
3)	Distribución de Luz en los mismos Edificios	L(p)	L(p)	L	L	L	L	L	(12)
4)	Instalación de Emergencia.	C	C	C	C	L	L	L	
5)	Instalación de 6,6 KV.	C	C	C	C	L	L	L	
6)	Instalación de 380 V.	C	C	C	C	L	L	L	
7)	Instalación de Corriente Contínua.	C	C	C	C	L	L	L	
8)	Instalación de Comunicaciones:	C	C	C	C	L	L	L	

	RUBRO	INGENIERIA BASICA			INGEN. de DETALLE				Observaciones
		Componentes y Sistemas	Montaje	Obra Civil	Componentes y Sistemas	Montaje	Obra Civil	Montaje o Construcción de la obra civil	
9)	Alumbrado Exterior.	L	L	L	L	L	L	L	
10)	Puesta a tierra de la Central.	C	C	C	L	L	L	L	
11)	Puesta a tierra de la Instrumentación.	C	C	C	C	L	L	L	
VII	**SISTEMAS DE INSTRUMENTACION**								
1)	Detección y localización de Elementos Combustibles fallados.	C	C	C	C	L	L	L	
2)	Instrumentación de arranque.	C	C	C	C	L	L	L	
3)	Monitoraje de Procesos.	C	C	C	C	L	L	L	
4)	Proyecto de detalle del cableado y conexiones del Edificio del Turbo								
	Generador.	C	C	C	L	L	L	L	
VIII	**SISTEMAS DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD**								
1)	Gestión de residuos radiactivos.	L(p)	L(p)	L(p)	L	L	L	L	(13)
2)	Sistema de descontaminación de materiales, equipos y ropas.	L	L	L	L	L	L	L	
3)	Sistema de monitoraje de áreas.								
	a) Monitoraje radiación externa.	C	C	C	L(p)	L	L	L	(1) (13)
	b) Monitoraje de los niveles de contaminación.	C	C	C	L(p)	L	L	L	(1) (13)
4)	Sistema de filtrado absoluto (provisión y prueba).	L(p)	L(p)	L(p)	L	L	L	L	(13) (14)
5)	Prueba de la cuota de pérdida del confinamiento.	L(p)	L(p)	L(p)	L	L	L	L	(13) (15)
B	**OBRAS CIVILES**								
1)	Edificio del Reactor.	—	—	C	—	—	L	L	
2)	Edificio de Servicio	—	—	C	—	—	L	L	
3)	Almacén de Residuos Sólidos.	—	—	C	—	—	L	L	
4)	Planta de Regradación de Agua Pesada.	—	—	C	—	—	L	L	
5)	Estudios Geotécnicos.	—	—	C	—	—	L	L	(16)
6)	Edificio de Toma de Agua.	—	—	C	—	—	C	L	
7)	Edificio de Turbogrupo y Playa de Transformadores.	—	—	C	—	—	C	L	
8)	Edificio de Administración.	—	—	L	—	—	L	L	
9)	Canal y Obras de Descarga.	—	—	L	—	—	L	L	
10)	Edificio de la Guardia.	—	—	L	—	—	L	L	
11)	Garage, Portería y Obrador.	—	—	L	—	—	L	L	
12)	Edificio de la Playa de Maniobras.	—	—	C	—	—	L	L	
13)	Edificio de Tratamiento de agua desmineralizada.	—	—	C	—	—	L	L	
14)	Edificio de Caldera Auxiliar y Generadores de Emergencia.	—	—	C	—	—	C	L	
15)	Puente de cables y caños.	—	—	C	—	—	L	L	
16)	Caminos, playas, cercos, desagües, cloacas y tratamiento de líquidos								
17)	Playa de maniobras.	—	—	C	—	—	C	L	

capitulo 7

Control de calidad

Ings. Juan N. Baez, Nestor Curto y Claudio Venturino.

7.I INTRODUCCION

Al hacerse el análisis y discusión de cada uno de los puntos tratados, se ha llegado a la conclusión de que muchos de ellos no han podido ser completados en su tratamiento por causas debidas, principalmente, a las dificultades para obtener información técnica apropiada sobre detalles constructivos de la Central Río III y sus componentes.

No obstante las dificultades apuntadas, se estima que el informe en su actual presentación contiene datos que serán de interés para la industria local y para la toma de decisiones con respecto a medidas que deben implementarse para facilitar la participación de la misma en la construcción de futuras Centrales Nucleares.

7.II Control de Calidad en la Industria Nuclear

Dada las características particulares de los materiales y fenómenos radioactivos que producen la energía térmica en una Central Nuclear, el control de calidad que se debe aplicar en la construcción y funcionamiento de dichas centrales difiere con respecto al aplicable en una central térmica convencional en cuanto a que no sólo debe asegurar la confiabilidad de operación económica sino que además debe permitir asegurar que su funcionamiento no implique superar un cierto valor de riesgo admisible para la población circundante. Este riesgo, admitido dentro del orden correspondiente a cataclismos o desastres naturales, debe ser cuidadosamente controlado en Centrales Nucleares. Esta razón fundamental determina toda la filosofía de aplicación del control de calidad en la Industria Nuclear y hace que esta industria sea factor de desarrollo en dicha área, especialmente en Ensayos no Destructivos.

7.II.a La Garantía de Calidad o Gestión de Calidad

Toda Central Nuclear exige un cuidadoso programa de "Garantía de la Calidad", que debe comprender las etapas de diseño, proyecto, selección de proveedores de materiales, selección de fabricantes de componentes, inspección de la fabricación de componentes, inspección de montajes, calificación de procedimientos de soldadura, calificación de operarios, pruebas repetitivas durante el tiempo de vida útil de la misma.

La Garantía de la Calidad para una Central Nuclear fue definida por vez primera por la Comisión de Energía Atómica de los EE.UU. de N.A. en el documento "Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants". En dicho documento se expresa que la garantía de la calidad está constituída por todas las acciones planeadas y sistemáticas que son necesarias para dar una seguridad razonable de que una estructura. sistema o componente se comportará satis-

factoriamente en servicio. Estas acciones incluyen el control de calidad que abarca todos los análisis, medidas y ensayos relacionados con las características físicas de un material, estructura, componente o sistema y permite comprobar el cumplimiento de especificaciones previamente impuestas.

En el documento de referencia, a través de dieciocho criterios, se hace un esfuerzo para sistematizar y ordenar los metodos de control de calidad de manera de hacer responsable, al titular de la autorización para construir la central, de establecer y realizar "un programa de calidad" que satisfaga dichos criterios desde el momento del diseño hasta el fin de la vida útil de la Central.

Tomando en cuenta como se estructura en la práctica la construcción de una Central Nuclear, vemos que en el programa de garantía de calidad se pueden distinguir tres niveles:

a) Control de Calidad propiamente dicho

Llevado a cabo por los propios proveedores o por compañías de "servicios de control de calidad" que realizan las comprobaciones, análisis y ensayos por cuenta de aquéllos.

b) Inspección, que consiste en la revisión y supervisión periódica de todas las actividades que realiza el proveedor en el control de calidad. Esta tarea debe ser independiente de quienes realizan los trabajos y está generalmente a cargo del contratista principal de la obra.

c) Auditoría de calidad que consiste en la revisión periódica y examen de todas las actuaciones realizadas por el contratista principal y el subcontratista y está a cargo del propietario de la Central.

Estas tres etapas a niveles de un programa para la garantía de calidad deben ser perfectamente previstas y coordinadas a fin de asegurar su aplicabilidad. A título ilustrativo se puede consultar el contenido de un "Programa de Garantía de la Calidad" preparado por profesionales de la Junta de Energía Nuclear de España: "Ensayos no Destructivos en Centrales Nucleares" L. Alvarez de Buergo y S. Pérez Fernández. Primeras jornadas de END, Madrid, 1973, Asociación Española para el Control de Calidad.

7.II.b Control de Calidad en la fabricación de componentes

Si consideramos el caso de la Central Nuclear de Río Tercero vemos que, para la participación de la industria nacional, el punto clave del programa de garantía de calidad es el que se refiere al control de calidad en su etapa o nivel 1, ya que el mismo es de responsabilidad del fabricante del componente o del subcontratista de montaje según el caso.

Para el proveedor nacional será importante tener en cuenta que al fabricar un componente (o realizar una tarea de montaje en obra) deberá tomar todas las providencias necesarias para garantizar:

- calidad de los materiales que emplee
- correcta aplicación de los procesos de trabajo (fundición, forja soldadura, etc.).
- calidad final y aptitud de uso del componente.

Para ello tendrá que emplear un sistema de controles que abarca la etapa previa a la fabricación, la fabricación misma y al producto terminado. Por supuesto que este sistema de control es usado en muchas empresas para su producción convencional; pero lo que se debe destacar es que en el caso de la industria nuclear este "sistema de control" será una obligación contractual sujeta a dos instancias de supervisión: a segundo nivel por el contratista principal que destaca su propio cuerpo de inspectores y, en última instancia, la auditoría de calidad realizada por la CNEA a través de su propio organismo inspector.

En la etapa previa a la fabricación, el fabricante deberá demostrar que posee un taller o fábrica en condiciones de cumplir con las exigencias de calidad especificadas para el componente y con capacidad para realizar el control de calidad a nivel inicial, ya sea por su propio Departamento de Calidad o mediante el servicio de empresas especializadas. En esta etapa los principales controles son: calificación de proveedores, certificación de proveedores, certificados de calidad y/o análisis y ensayos de materiales; calificación de procedimiento de soldadura y de soldadores; calificación de otros procesos de fabricación (forja, fundición, etc.); verificación de los métodos de ensayo y análisis a emplear.

Durante la fabricación se realizan: controles metalúrgicos; ensayos mecánicos sobre probetas; controles dimensionales y con mayor amplitud ensayos no destructivos (generalmente radiografía ultrasonido, líquidos penetrantes y magnetoscopia). En ciertos casos se aplican END especiales para determinar estructuras metalográficas o detectar contaminación ferrítica en aceros austeníticos.

Finalizada la fabricación se aplican controles dimensionales pruebas de funcionamiento o performance, prueba hidrostática, ensayos de los revestimientos etc., según corresponda al componente en cuestión.

7.II.b.1 Recipientes de uso nuclear

A medida que el tamaño y espesor de los recipientes nucleares aumenta, se requieren mejores técnicas y equipamiento para satisfacer las condiciones del ensayo. Han sido desarrolladas consecuentemente mayores tensiones en el caso

de equipos de radiografía; técnicas más refinadas de detección por el método de ultrasonido, y mejores procesos de inspección por tintas o partículas magnéticas. Por otra parte, todos los materiales deben ser sometidos a un exacto control de composición química, estructura y propiedades mecánicas.

En el caso específico de recipientes de presión de uso nuclear, los ensayos requeridos se especifican en los Códigos respectivos, aunque en este caso se hará especial referencia al Código ASME, cuya sección III trata específicamente el tema.

Los requerimientos de inspección durante la fabricación, establecidos por el Código, hacen especial mención al método radiográfico, aunque más recientemente se ha complementado con ensayos por ultrasonido de ciertas uniones especiales.

Es ampliamente conocido el hecho de que los métodos de radiografía y ultrasonido son complementarios; sin embargo, este último es probable que posea una mayor capacidad de detección en las manos de un operador suficientemente hábil. En determinadas circunstancias, como el caso de fisuras comprimidas por elevadas tensiones internas, no son localizables por radiografía, aunque sí por ultrasonido. Este hecho debe tenerse en cuenta en la elección del método de ensayo más adecuado. El método de ultrasonido posee por otra parte limitaciones, pues la naturaleza y orientación de los defectos son factores importantes en su capacidad de detección. El uso correcto de ultrasonido está basado en el conocimiento de la situación y orientación probable de los defectos.

La experiencia y el análisis de tensiones indican, en un alto porcentaje, dónde se localizan los lugares de posible existencia de defectos. Otras fallas están ubicadas al azar, debidas inicialmente a otras causas, reparaciones en soldaduras, discontinuidades geométricas, etc. Por lo tanto, en general es posible seleccionar las áreas de ensayo.

Se considera que el proceso de fabricación del recipiente se inicia por la recepción de chapas, que son ultrasónicamente examinadas el 100o/o con cabezales normales a la superficie.

La norma específica como causa de rechazo, una pérdida de eco de fondo en una área determinada. Este método es especialmente sensible a defectos de tipo laminar. Algunas especificaciones establecen también el ensayo ultrasónico con haz angular. El nivel de rechazo se especifica en base a la respuesta de defectos artificiales en patrones de calibración.

Las piezas forjadas como bridas y toberas son generalmente examinadas por el fabricante empleando ultrasonido con cabezal normal; en el caso de geometría anular se especifica además inspección con haz angular. El ensayo se repite en general al final del maquinado y tratamiento térmico.

Son causa de rechazo las indicaciones observadas con el haz normal a la superficie que causen la pérdida del eco de fondo en un área especificada, o señales mayores que un máximo establecido en el caso de haz angular. Todas las piezas forjadas son inspeccionadas, además, con el método de partículas magnéticas, después del tratamiento térmico y maquinado. Considerando el proceso de soldadura, la preparación de las mismas, luego de maquinada, se examina por medio de partículas magnéticas.

Toda indicación, por encima de una longitud especificada, es reparada. En ciertos casos se requiere además un análisis posterior con radiografía o ultrasonido.
Finalizada la soldadura se examina con partículas magnéticas y radiografía. El diseño de las soldaduras y el procedimiento requerido son factores importantes para determinar las características y extensión de los ensayos no destructivos, así como para evaluar los resultados.

Ya ha sido mencionada la complementación que existe entre los métodos radiográficos y ultrasonido. Luego del ensayo de las uniones soldadas, las superficies internas del conjunto son generalmente maquinados para ser convenientemente plaqueadas en aquellos casos en que las condiciones de uso del componente así lo requieran. A tal efecto la superficie maquinada es ensayada por partículas magnéticas, no aceptándose ninguna indicación lineal de defecto.

Los requerimientos del Código ASME establecen que, en este punto de la fabricación, el material conformado y tratado térmicamente debe ser ensayado por ultrasonido. El ensayo se realiza en el 100o/o del material y con cabezal normal.

El plaqueado realizado con material austenítico se examina con tintas penetrantes, no aceptándose ninguna indicación de defecto lineal. Por otra parte debe asegurarse que el plaqueado posea una completa adherencia con el material base, por lo que se examina con ultrasonido. Determinadas áreas como el radio interno de toberas, que se plaquea manualmente, requiere cierta preparación superficial.

Una vez soldados las toberas se examina la soldadura con partículas magnéticas, radiografía y ultrasonido utilizando cabezales angulares, generalmente de 45º y normales. La combinación de las técnicas se efectuá también aquí para asegurar la detección de defectos con distintas orientaciones relativas.

Finalizado el montaje, el recipiente es sometido a un

relevamiento de tensiones y las soldaduras son examinadas con partículas magnéticas. En este estado del proceso puede realizarse la inspección de preservicio, siempre que las técnicas empleadas sean las mismas que se usarán en las pruebas repetitivas durante el servicio. El ensayo de preservicio tiene por objeto obtener información del estado inicial del material antes de comenzar el servicio, para luego comparar este resultado con las inspecciones que se realicen periódicamente durante la vida útil de la planta.

7.II.b.2 Bombas y válvulas

Encararemos el breve estudio de los requerimientos de control de calidad para estos elementos en forma conjunta puesto que según nuestro criterio, los puntos de mayor cuidado son comunes. O sea que aquellas consideraciones a tener en cuenta para asegurar la vida y el funcionamiento normal de una bomba y una válvula, son similares. Concretamente podríamos decir que los problemas fundamentales con que podríamos enfrentarnos en estos componentes de una central nuclear son:

- materiales
- dimensiones

En cuanto a las primeras diremos que los códigos de la industria nuclear se ocupan detalladamente de todos los controles para que llenen las exigencias que se esperan en el servicio. Es conveniente decir que generalmente todas las reglas antes mencionadas sólo se ocupan de requerimientos de construcción, pero no cubren los daños que puedan ocurrir durante el servicio como resultado de la corrosión, efectos de la radiación o inestabilidad del material, siendo por código responsabilidad del propietario seleccionar los materiales más adecuados para las condiciones surgidas de las especificaciones de diseño. (NB-2160)

En cuanto a ensayos mecánicos diremos que el código ASME establece que el ensayo de impacto Charpy con entalla en V para estos casos se transforma en exigencia sólo cuando asi lo requieren las especificaciones de diseño, excepto que tengan conecciones de entrada de 6 pulgadas o menos, sin tener en cuenta el espesor. La temperatura del ensayo de impacto se ha fijado en 15,5ºC por debajo de la temperatura más baja de servicio del material.

En cuanto a los ensayos no destructivos requeridos, puede decirse que todos los materiales fundidos que retengan presión, deben examinarse con métodos radiográficos, excepto las fundiciones ferríticas que deberán ser examinadas ya sea con radiografía o ultrasonido, o una combinación de ambos. (Anexo 1) Además, todas las superficies accesibles deben examinarse con tintas o partículas magnéticas, excepto las roscadas. Lo anterior se debe realizar luego de haber maquinado las superficies. Pueden agregarse como control de material los ensayos químicos y metalúrgicos tendientes a determinar la composición y estructura de los materiales respectivamente.

En cuanto a los controles dimensionales, los códigos no hacen menciones especiales a sistemas particulares. Por lo tanto se utilizarían los sistemas convencionales.

7.II.b.3 Intercambiadores

Los intercambiadores de calor son componentes de una central nuclear en las cuales la principal preocupación para control de calidad es asegurar la integridad de los tubos en los que circulan cada uno de los dos fluídos intervinientes en el proceso.

La necesidad anterior está fundamentada en la necesidad que existe, en la mayoría de los casos, de evitar la contaminación de un fluído por otro, como sería el caso en que circulen agua pesada y agua liviana. Los problemas que pueden presentarse en servicio son fundamentalmente los de corrosión, que pueden llevar a disminuciones peligrosas del espesor de los tubos.

Para cumplir con lo expuesto, al igual que en otros componentes de aplicación nuclear o convencional, los ensayos se instrumentan en tres áreas: ensayo de los materiales, ensayo durante el proceso de fabricación y ensayos durante el servicio.

Diversos métodos de ensayos no destructivos se aplican convencionalmente en la recepción de materiales, tales como magnetoscopía, radiografía de piezas fundidas, ultrasonido en piezas forjadas, o comúnmente en chapas y tubos. Estos últimos constituyen un caso especial, pues el fabricante examina los tubos por medio de un dispositivo automático y por el método de ultrasonido, o por corrientes de Foucault.

Se busca detectar particularmente los defectos longitudinales de importancia apreciable, generalmente salientes a la superficie. El examen se realiza, cuando se emplea el método de ultrasonido, con ondas transversales y sobre el 100o/o del material. La técnica de corriente de Foucault se aplica por lo general con bobinas pasantes y mediante dispositivos automatizados.

La eficacia del ensayo depende de varios factores tales como la terminación superficial, el automatismo en la adquisición de datos cualquiera sea el método, el mantenimiento de un nivel de calibración constante, verificado con el pasaje periódico de tubos patrones con defectos artificiales. Las pruebas durante el proceso de fabricación compren-

den, entre otros, el ensayo de estanqueidad empleando amoníaco en ciertos casos, o Helio. La verificación de la estanqueidad de un circuito tiene por objeto evitar las pérdidas de fluído que puede ser nocivo para la salud o simplemente costoso, evitar el deterioro del componente o la mezcla entre dos fluídos distintos.

El método empleando amoníaco consiste brevemente en hacer vacío en el equipo e inyectarle amoníaco a presión. Luego, la zona a ensayar es recubierta de un reactivo especial, de cierto color, que vira ante la presencia de una pérdida de amoníaco.

El sistema que emplea Helio se basa en la detección de trazas del gas por medio de un espectrómetro de masa.

Pueden considerarse fundamentalmente dos técnicas, una global que comprende a todo el conjunto o componente, y otra parsial o zonal, por medio de una boquilla que arroja el gas.

La técnica mencionada en primer término consiste básicamente en ubicar el conjunto a examinar en un recinto cerrado, que puede ser de plástico simplemente; se realiza vacío en el conjunto del orden de 10-6 a 10-4 torr. Se evacua el aire dentro del recinto y se insufla Helio para tener una mezcla que sea generalmente superior al 20 o/o de He. Si existe fuga, el instrumento acusará un valor que puede ser proporcional a su magnitud.

El método de la boquilla que expele el gas difiere del anterior sólo en la forma en que el Helio se aplica al exterior del conjunto a ensayar, y él mismo es insuflado sobre áreas parciales.

Con respecto al ensayo de las soldaduras en el cuerpo y domo, se sigue un procedimiento de inspección similar al descripto en el párrafo correspondiente a la inspección de uniones soldadas en recipientes de presión.

En la etapa de ensayos durante el servicio, las condiciones a verificar son las enunciadas en el capítulo sobre bombas y válvulas, y los medios arbitrados se valen de cabezales de corriente parásitos impulsados con aire comprimido, para la detección de defectos en las paredes de los tubos desde la pared interna.

Se aplican, también, las demás técnicas de END enunciadas para los demás componentes.

7.III Control de Calidad en la Industria Mecánico Metalúrgica del País.

Al considerar la posible participación de la industria nacional en la fabricación de componentes, es importante tener en cuenta no sólo la capacidad de producción de las empresas sino también su nivel de preparación para incorporar la tecnología de la calidad exigida por las Centrales Nucleares.

Resulta, por lo tanto, necesario considerar algunos antecedentes sobre la evolución de las empresas nacionales en la última década, en lo que a incorporación de tecnología de calidad se refiere. Entre estos antecedentes podemos analizar por su importancia dos ejemplos típicos:

a) la producción de componentes para la industria automotriz.
b) la fabricación de recipientes de presión para almacenamiento, transporte y distribución de gas licuado.

En ambos casos los empresarios se encontraron frente a una demanda que interesaba fundamentalmente por su amplitud y proyecciones futuras, y que ellos estimaban que podían atender sin mayores problemas con las modalidades productivas de uso corriente. Los hechos demostraron rápidamente que, si bien el mercado era excelente, las exigencias de calidad y normalización de los productos les imponía la necesidad de adoptar normas de control de calidad perfectamente definidas que les permitiesen no sólo controlar la producción sino cumplir con los requerimientos de especificaciones de compra. Llegar a este convencimiento por parte de los empresarios significó un costo social muy importante, ya que hubo que sacrificar bienes producidos que no se ajustaban a los requerimientos de calidad. Las empresas terminales de automotores y organismos como Gas del Estado e YPF debieron extremar el celo de la Inspección y realizar, a su vez, una tarea de asesoramiento de los proveedores para lograr el abastecimiento dentro de especificaciones. Esta tarea se realizó a lo largo de muchos años, continúa aún en cierta medida e implica a su vez frustraciones y fracasos en muchas empresas proveedoras, debido principalmente a que no fue encarado de una manera concertada y organizada sino que se llevó a cabo, casi siempre, a impulsos de necesidades inmediatas. El resultado fue de todas maneras positivo por cuanto desde un punto de vista general introdujo el concepto de fabricación bajo especificaciones y controles estrictos y en términos particulares la introducción, a muchas industrias, de una cantidad de ensayos y métodos de control de calidad (muestreo estadístico, ensayos metalográficos, ensayos no destructivos, calibres neumáticos, etc). ignorados, hasta ese entonces, por el grueso de los fabricantes, especialmente aquéllos de la mediana y pequeña empresa. Obligó en muchos casos a modificar la política de calidad en la producción y a organizar o reorganizar en estas empresas las secciones o Departamentos de Control de Calidad. Finalmente, y ésto no es menos importante, los requerimientos de estas industrias hicieron que muchos proveedores llega-

ran a la conclusión de que el Control de Calidad no era solamente un factor de costo en el producto, sino que significaba un valor agregado que el cliente está dispuesto a pagar.

Si consideramos ahora la implantación de la industria de componentes nucleares, es oportuno destacar que de acuerdo con el trabajo de prospección realizado, el empresario, en general, no percibe la presencia de un mercado amplio y de gran interés y por el contrario estima que las exigencias de control de calidad van a exceder fácilmente sus posibilidades; por lo tanto, en este terreno no se podrá repetir la experiencia vivida con los ejemplos antes mencionados sino que por el contrario será imprescindible encarar una tarea concertada y organizada de tal manera que se pueda lograr en primer lugar el interés del empresario y luego la adaptación de las empresas a los requisitos de la calidad exigida para componentes núcleares. Para ello estimamos que primeramente se debe conocer el estado actual de la industria mecánico metalúrgica del país, que es el sector de interés en nuestro caso y con respecto a Control de Calidad.

Las apreciaciones que se dan a continuación son el producto de visitas técnicas realizadas en el curso del año 1973 a más de 25 empresas, pero no responden a una "encuesta de evaluación" programada dado los inconvenientes surgidos en su preparación y ejecución, por lo tanto significan una evaluación cualitativa y, en ciertos aspectos, subjetiva de la realidad existente.

7.III.a Equipamiento y Servicios de Ensayos

a) Análisis químicos: el equipamiento y los servicios disponibles son satisfactorios y se puede afirmar que no constituye un problema para las empresas el realizar por sí u ordenar a laboratorios estatales o privados la ejecución de los anális en materiales que puedan exigir el control de materias primas y productos. Existe por ejemplo un buen número de Cuantómetros de alta sensibilidad y eficiencia instalados en industrias metalúrgicas. Además, laboratorios privados y estatales ofrecen servicios de análisis químicos con garantía de rapidez y eficiencia, no sólo en el gran Buenos Aires sino también en el interior del país (Córdoba, Rosario, Santa Fe).

b) Ensayos metalográficos y mecánicos: las empresas grandes tienen montados sus laboratorios con buen equipamiento. Pequeñas y medianas industrias pueden recurrir a algunos laboratorios privados y principalmente a laboratorios oficiales como el SATI, INTI, CIM (Córdoba), IMAE (Rosario), Instituto de Metalurgia (Santa Fé), que cuentan con equipamiento moderno y que además de prestar el servicio, brindan asesoramiento en la interpretación de resultados.

c) Ensayos no destructivos: el equipamiento en este tipo de ensayos para la industria de componentes esta constituído por equipos de rayos X, gamagrafía, partículas magnéticas, tintas penetrantes, ultrasonido, espectrómetro de helio, detectores de ferrita y electromagnéticos. En nuestro país un cierto número de empresas, especialmente las dedicadas a construcción de estructuras metálicas y calderería, disponen de equipos de radiografía industrial (Rayos X o gamma) y de ensayos por partículas magnéticas y tintas penetrantes. Los casos que disponen de equipos de ultrasonido detectores de ferrita y equipos electromagnéticos son poco comunes. Sólo una empresa dispone de un equipo de detección de pérdidas por espectrometría de helio.

La capacidad de radiografía en el país está limitada a espesores menores que 100 mm de acero con la aclaración de que por encima de 50 mm sólo se puede contar con la técnica de gammagrafía con cobalto 60, con gran consumo de tiempo y baja sensibilidad. Para radiografía con rayos X, los equipos más corrientes son de 150 a 250 KV. Existen equipos de 300 KV, pero no son muy comunes.

En esta área existen por lo menos seis compañías privadas, que ofrecen servicios de ensayos no destructivos. Su equipamiento en la mayoría de los casos es pobre y se reduce a equipos de gammagrafía (generalmente Iridio 192 entre 20 100 Ci de actividad) y ensayos por tintas penetrantes. Sólo algunas de ellas ofrecen además ensayos por ultrasonido, por partículas magnéticas y radiografía con rayos X. Los laboratorios oficiales antes mencionados, excepto el CIM y el Instituto de Metalurgia, pueden realizar todos los ensayos no destructivos mencionados a requerimiento de las industrias, pero su capacidad de ofrecer servicios está limitada por los recursos de que disponen o por sus propios programas de trabajo.

7.III.b Normas y especificaciones

La carencia de un cuerpo nacional de normas completo, la ejecución de los contratos de obras sobre ingeniería de diseño y fabricación de origen extranjero, el uso de licencias y know-how también de procedencia extranjera hace que las empresas mecánico-metalúrgicas se vean obligadas a trabajar sobre normas y especificaciones de distinto origen. Las normas más usuales son ASTM, ASME, DIN, British Stamdards y AFNOR. Pero ocurre que el uso de esta diversidad de normas, muchas veces en forma simultánea en la misma empresa, no se hace en base a una política o criterio de calidad sino como una obligación contractual que se debe cumplir con el menor costo, y es por ello que el uso de la norma implica generalmente un escollo en la actividad

productiva por falta de adaptación operativa. Es frecuente encontrar que la empresa tenga solamente una copia incompleta de la norma que debe aplicar (sin las adendas actualizadas por ejemplo).

7.III.c Personal

El nivel de preparación del personal técnico involucrado en tareas de control de calidad, especialmente inspectores, es muy diferente no sólo de empresa a empresa, sino dentro de una misma empresa.

Las deficiencias más series se observan en el tipo de empresas que no tienen producciones seriadas sino que trabajan con contratos de obra, caso que corresponderá a la fabricación de componentes nucleares. En este tipo de empresas sólo las llamadas grandes tienen organizados verdaderos departamentos de control de calidad. En medianas y pequeñas empresas la tarea de control de calidad es llevada, generalmente, por el propio responsable de fabricación, quien utiliza servicios de terceros para realización de ensayos y análisis y queda a la expectativa de las reacciones de los inspectores que envía el cliente. En estas condiciones, los resultados suelen ser baja calidad o situaciones conflictivas entre empresa y cliente. En el caso de que el cliente no sea una firma dedicada a ingeniería de montaje sino, por ejemplo, una planta química que ordena un reactor a través de su propio grupo de ingeniería, suele ocurrir que el inspector del cliente no tenga la formación adecuada por no ser ésa su tarea habitual, lo que agrava la situación.

Una falla muy generalizada entre el personal de inspección en control de calidad, para el área que nos ocupa, reside en su desconocimiento de los métodos y técnicas de ensayo no destructivo y en la evaluación de resultados no sólo con ensayos no destructivos sino en metalografía y ensayos mecánicos. La razón principal de esta falla reside en carencias de los programas de estudio en las universidades donde la especialización en metalurgía es de introducción reciente. La enseñanza de ensayos no destructivos ha comenzado hace pocos años sólo en contadas universidades y no se dan cursos de postgrado sobre el tema. El Centro Argentino de END ha comenzado hace unos años a dictar cursos sobre métodos específicos que si bien tienden a perfeccionarse y completarse, son aún de carácter primario y generalmente orientadas a preparar operadores. El INTI dicta cursos también sobre métodos específicos pero con carácter esporádico. En la CNEA se dicta anualmente un curso de Introducción a Ensayos no Destructivos, destinado a profesionales de la industria.

7.III.d Política de Calidad

Si bien las grandes empresas dedicadas a fabricaciones mecánico-metalúrgicos tienen organizados sus departamentos de control de calidad, no se percibe en las mismas, menos aún en la mediana y pequeña empresa, una política moderna de control de calidad.

Existen en las empresas una tendencia generalizada a confiar más en la compra de equipos, aún los más sofisticados y costosos, que en un verdadero programa de control de calidad con una política definida y personal técnico altamente especializado. A título de ejemplo puede darse el de una empresa que monta una sección de radiografía con equipo moderno y lo pone en manos de un aficionado a la fotografía que realizaba tareas auxiliares en la planta. También se generalizó la tendencia del empresariado a considerar el control de calidad, especialmente si requiere ensayos no destructivos, como un mal que sólo se acepta porque el cliente lo exige. Por supuesto que existen excepciones que generalmente se dan entre las empresas grandes y medianas.

7.IV Conclusiones

De la labor realizada, que se ha tratado de resumir en lo expuesto precedentemente, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

a) Con respecto a equipamiento, el control de calidad requerido por la industria de componentes no plantea exigencias difíciles de cumplir. Será necesario únicamente buscar solución al problema de ensayo de pérdida por espectrometría de He y al de radiografía de grandes espesores.

Con respecto al primero, las inversiones serán relativamente pequeñas, pero debe ser encarada por laboratorios oficiales si se pretende que sea accesible a empresas medianas y pequeñas que haran uso esporádico del mismo.

Con respecto a radiografía de grandes espesores, las inversiones son del orden de 400 a 600 mil dólares y en el estado actual de nuestra industria tendrá un coeficiente de utilización muy bajo que lo hace poco rentable. Por ello se debe pensar que la única solución sería la de instalar una Planta Central de Radiografía de Alta Energía que sirva al total del país y que será suficiente para toda la década. Este tipo de planta o laboratorio de radiografía puede ser instalado con el apoyo de organismos internacionales, tales como el Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas, y está previsto como una posible continuación del actual proyecto ARG/71/537 PDNU que encara la instalación del Instituto Nacional de Ensayos Destructivos y Control de Calidad en la CNEA.

Una necesidad adicional en el área de equipamiento lo constituye la disponibilidad de laboratorios especializados

capaces de efectuar el control y calibración de equipos de ensayo.

b) En cuanto a política de calidad y formación de personal, se debe encarar un programa de acción por parte de organismos oficiales a fin de brindar a las empresas:

— Asesoramiento sobre tecnología de calidad y organización de sistemas de control de calidad.

— Asesoramiento en la adopción de técnicas de ensayo y selección de equipamiento.

— Asesoramiento en la contratación de servicios de ensayos no destructivos.

— Servicios de consultoría en ensayos no destructivos y control de calidad.

— Servicios en análisis y métodos de ensayos no destructivos, no divulgados aún en el país.

— Entrenamiento para profesionales y técnicos en control de calidad y ensayos no destructivos.

Es además imprescindible encarar la redacción de un "Código Nacional de Normas para la Industria Nuclear" a fin de no caer nuevamente en el uso indiscriminado de normas externas y permitir que las empresas fijen sus políticas de calidad en función de normas ya establecidas.

ANEXO I

Normas de Aplicación para Construcción de Centrales Nucleares.

Las reglas establecidas por la Sección III del Código ASME constituyen los requerimientos para la construcción de componentes de Centrales Nucleares tales como recipientes, tanques de almacenamiento, tuberías, bombas, válvulas, soportes estructurales del núcleo, a ser usados en cualquiera de los sistemas de la planta. El término construcción comprende, en este Código, materiales, diseño, fabricación, exámenes, ensayos y certificación requeridos en la manufactura e instalación de componentes y partes.

Se considera un sistema de potencia nuclear a aquél que sirve para producir y controlar la salida de energía térmica desde el combustible nuclear y aquellos sistemas asociados esenciales al funcionamiento y seguridad de la planta.

Un componente de sistema nuclear de potencia, especificado en esta Sección del Código, es todo aquel componente diseñado para contener presión o actuar como límite de presión en un sistema nuclear o para soportar el núcleo del reactor.

Un sistema de contención, tal como está especificado en el Código, está constituído por aquellos componentes que forman estructuras que encierran sistemas nucleares de potencia o que puede ser conectado a otros componentes de contención, y que son diseñados para ofrecer un límite de contención para evitar pérdidas, canalizar o controlar elementos radiactivos peligrosos desprendidos de los sistemas nucleares que encierran.

Siendo el Código ASME el más universalmente utilizado en la construcción de centrales nucleares de potencia, se ha considerado importante incluir un cuadro ilustrativo con la distribución de componentes y sistemas típicos de una central nuclear del tipo CANDU (tipo de la Central nuclear Río III) y las normas de inspección correspondientes, de acuerdo a la Sección III del Código mencionado. Se agrega una breve descripción del contenido de las normas y de sus alcances, divididos básicamente en dos grupos, ensayos de los materiales y ensayos durante fabricación. El Código hace referencia, además, a la Sección V donde se describen los diferentes métodos de ensayos no destructivos.

* Ver planilla pág. 255

ASME SECCION III

Componentes Clase 1

NB 2500 EXAMEN Y REPARACION DE MATERIALES QUE DEBEN RETENER PRESION

La norma especifica los métodos de ensayo y procedimientos de reparación para los siguientes materiales:

NB 2530 — Chapas
NB 2540 — forjados y barras
NB 2550 — productos tubulares soldados o sin costura
NB 2560 — productos tubulares, soldados con material de aporte
NB 2570 — productos fundidos.
NB 2580 — tornillos, espárragos, tuercas.

NB 5000 ENSAYOS DURANTE LA FABRICACION

Las normas determinan los ensayos aplicables a los siguientes procesos, y los patrones de aceptación.

NB 5130 — Preparación de las soldaduras
NB 5210–5240— uniones soldadas en recipientes, tuberías, bombas y válvulas.
NB 5240–5270— otras soldaduras.
NB 5410—Examen final del recipiente.

APLICACION DE LAS NORMAS DE INSPECCION DE COMPONENTES PARA CENTRALES NUCLEARES TIPO CANDU, DE ACUERDO AL CODIGO ASME SECCION III

Sistema o componentes	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase MC
Calandria			X	
Generador de vapor	X (1 año)	X (2 años)		
Bombas principales	X			
Colector, tubos alimentadores	X			
Sistema de refrigeración en la parada	X			
Sistema de refrigeración de emergencia		X		
Sistema de presurización y control volumen	X			
Sistema de refrigeración de sellos de bombas principales		X		
Sistema de suministro de agua pesada.			X	
Sistema de colección y drenaje de agua pesada.			X	
Sistema de limpieza de agua pesada.			X	
Sistema de enriquecimiento de agua pesada				
Sistema de manejo de combustible				
Sistema de corte Nº 2	X			
Sistema de refrigeración y purificación de piletas EC.			X	
Sistema de tomas de muestras.				
Sistema de rociado			X	
Sistema de gas de aislación entre tubos de presión-calandria				
Sistema de purificación del sistema primario	X			
Sistema de manipulación			X	
Sistema de colección de D_2O del sistema primario			X	
Sistema moderador			X	
Sistema de purificación del sistema de moderador.			X	

ENSAYOS DE MATERIALES	NB2500 a NB2580	NC2500 a NC2580	ND2500 a ND2580	
ENSAYOS DE FABRICACION	NB5000 NB5130 NB5210 aNB5270 NB5410	NC5000 NC5210 aNC5270	ND5000	

ASME SECCION III

Componentes Clase 2

NC 2500 – EXAMEN Y REPARACION DE MATERIALES QUE DEBEN RETENER PRESION.

Las normas numeradas de NC 2530 a NC 2580 especifican los ensayos de materiales similares a sus correspondientes NB– 2530 a NB 2580.

NC 5000 – ENSAYOS DURANTE LA FABRICACION

El examen no destructivo para componentes Clase 2 estará de acuerdo a lo establecido en NB 5110, para componentes Clase 1, excepto en las modificaciones especificadas. NB 5210 a NB 5270.

Componentes Clase 3

ND 2500 EXAMEN Y REPARACION DE MATERIALES QUE DEBEN RETENER PRESION.

ND 2530 a ND 2580 Similares

NB y NC de la misma numeración pero aplicables a componentes Clase 3.

ND 5000 EXAMEN DURANTE LA FABRICACION

ND 5210 y ND 5220 Similares a equivalentes NB y NC pero aplicables a componentes Clase 3.

Componentes Clase NC (Containment)

NE 5000 Este subgrupo de normas especifica los ensayos correspondientes a las partes y componentes Clase NC y cuyos requerimientos son de mucha menor extensión que los similares a las Clases anteriores.

ANEXO II

ATOMICENERGY OF CANADA LIMITED
POWER PROJECTS, SHERIDAN PARK, ONTARIO

QUALITY ASSURANCE PROGRAM
REQUIREMENTS QA–1

REV 1 JUNE 1973
CONFORMS WITH LATEST REVISION
OF. C.N.A. QUAL - 1

CONTENTS

1 SCOPE

1.1 Applicability
1.2 Contractor's Responsibilities
1.3 Jurisdictional Authority
1.4 Definitions
1.5 Comparable Quality Assurance Standards

2 REQUIREMENTS

2.1 Quality Assurance Program
2.2 Quality Assurance Organization
2.3 Quality Audits
2.4 Quality Program Documents

2.4.1 Quality Assurance Manual
2.4.2 Inspection and Test Plan
2.4.3 Procedures

2.5 Operating Functions

2.5.1 Contract Review
2.5.2 Design Control
2.5.3 Control of Documents
2.5.4 Control of Measuring and Testing Equipment
2.5.5 Control of Purchasing
2.5.6 Incoming Inspection
2.5.7 In Process Inspection
2.5.8 Final Inspection
2.5.9 Inspection Status
2.5.10 Identification and Traceability of Items
2.5.11 Handling and Storing Items
2.5.12 Manufacturing and Construction
2.5.13 Special Processes
2.5.14 Preservation, Packaging and Shipping
2.5.15 Quality Records
2.5.16 Control of Nonconforming Items
2.5.17 Purchaser Supplied Items

3 VERIFICATION OF QUALITY ASSURANCE

3.1 Initial Evaluation
3.1.1 Quality Assurance Program and Facilities
3.1.2 Inspection and Test Plan

3.2 Continuing Evaluation and Verification
3.3 Corrective Action
3.4 Access

4 DEFINITIONS

1 SCOPE

This standard specifies requirements for a quality assurance program which assures that all management and technical responsabilities for quality are integrated and executed effectively.

1.1 Aplicability

The requirements of this standard apply:

a) to the extent specified in the contract
b) when required by a Jurisdiction
c) where the control of design, purchasing, manufacturing and construction as well as inspection and testing are essential to the production of safe and reliable items.

1.2 Contractor's Responsabilities

a) To develop the controls and procedures specified herein that will prevent or promptly detect and correct nonconformance to contract requirements.

b) To satisfy Jurisdictional requirements.

c) To describe a quality assurance program in a Quality Assurance Manual and submit it to the Purchaser before the contract is let.

d) To prepare and submit an Inspection and Test Plan to the Quality Assurance Representative (QAR) before the work starts.

e) To update the Quality Assurance Manual, Operating Procedures and Inspection and Test Plan when needed to correct nonconformance and reflect current quality assurance requirements.

f) To implement the Quality Assurance Program.

1.3 Jurisdictional Authority

a) Quality Assurance requirements of all Federal, Provincial, Territorial and Municipal Acts, Regulations, Bylaws and their referenced Codes that apply to the work shall be met.

b) Where a Jurisdiction has authority over the work, the Owner is responsible to the Jurisdiction for the overall effectiveness of quality assurance requirements specified in this standard and performed by Contractors and Subcontractors.

c) The Owner's overall responsibility shall not diminish the Contractor's and Subcontractor's responsibilities to meet the requirements of this standard to the satisfaction of a Jurisdiction. The Owner shall concede to a Jurisdiction's authority to intervene directly with Contractors and Subcontractors.

d) Where the Owner performs work over which a Jurisdiction has authority the Owner shall fulfill the requirements of this standard to the satisfaction of the Jurisdiction.

e) Where a Jurisdiction imposes this standard, the activities of the Owner, Purchaser or their QAR, referenced herein are also the activities of the Jurisdiction and its representatives.

1.4 Definitions

Certain words and phrases used in this standard such as Quality Assurance Representative (QAR), evaluation, Contractor, Owner, objective evidence, etc. have specific meanings. These are defined in Section 4.

1.5 Comparable Quality Assurance Standards

Those performing the work may meet this standard if they have:

a) complied with a comparable quality assurance standard for the kind of item specified.

b) Submitted a Quality Assurance Manual as specified in Section 2.4.1.

c) submitted an Inspection and Test Plan for the work as specified in Section 2.4.2.

2 REQUIREMENTS

2.1 Quality Assurance Program

The Contractor shall:

a) Establish and maintain an effective and efficient quality assurance program governing any combination of the following activities:
i) development and design
ii) purchased items and services
iii) production, fabrication and assembly
iv) inspection and testing
v) packaging, shipping and storage
vi) construction and installation

b) Design the program to:

i) prevent nonconformance
ii) promptly detect nonconformance in quality
iii) provide timely and positive corrective action.

c) Base the extent of the program on:

i) design complexity
ii) reliability and maintainability requirements
iii) safety requirements

2.2 Quality Assurance Organization

The Contractor shall:

a) Clearly define management policies, objectives and responsibilities for the quality assurance program and show how they are integrated with other management functions.

b) Appoint a representative who shall report to management at a level which ensures quality requirements are not subordinated to design, production or delivery and define his authority to resolve quality matters.

c) Define the responsibility and autohrity of personnel primarily responsible for quality assurance and their organizational freedom to:

(i) Identify Quality Problems.
(ii) Initiate, recommend, or provide solutions, through designated channels.
(iii) Verify implementation of solutions; and
(iv) Control further processing, delivery, or installation of a nonconforming item, deficiency or unsatisfactory condition until proper dispositioning has ocurred.

d) Prepare organization charts that relate the responsibilities of quality assurance personnel to other functions.

e) Use inspectors other than those performing the work being inspected and not reporting directly to immediate supervisors responsible for producing the work being inspected.

2.3 Quality Audits

a) The Contractor shall establish, document and execute a plan for audits which objectively evaluates and verifies that:

i) he is complying with all aspects of his quality assurance program, operating procedures and contract requirements
ii) the quality assurance program is performing adequeately
iii) recommended corrective action is being implemented effectively
iv) deficient areas are being reaudited

b) The audit plan shalla define:

i) functional areas to be audited
ii) assigments of those performing the audit
iii) frequency of audits
iv) method of reporting findings and recommendations
v) the means for implementing corrective action

c) Audits shall include an evaluation of:

i) work areas, activities, processes and items being produced
ii) quality assurance practices, procedures and instructions.
iii) documents and records

d) Appropriately trained personnel who are not directly responsible for the area being audited shall perform the audits according to written procedures or check lists which identify the essential characteristics.

e) Management responsible for the area audited shall review and correct deficiencies revealed in the documented audit results.

2.4 Quality Program Documents

2.4.1 Quality Assurance Manual

a) The Contractor shall:

i) Prepare and submit to the Purchaser before the contract is let, a Quality Assurance Manual approved and signed by a senior management official. A Quality Assurance Manual submitted under a previous contract tendering document may be referred to.
ii) Periodically review and update the Manual to reflect current quality assurance procedures.
iii) Submit Manual revisions promptly.

b) The Quality Assurance Manual shall contain but not be limited to the following:

i) **Quality Organization** – The Manual shall define all the organizational requirements specified in Section 2.2.
ii) **Inspection and Test Plan** – The Manual shall identify the group responsible for the Inspection and Test Plan specified in Section 2.4.2 and define how the Plan shall be developed.
iii) **Procedures** – Procedures and operating functions specified in Section 2.4.3 which control product quality shall be included or shall be outlined and cross referenced.
iv) **Quality Audit** – Procedures for auditing the Quality Assurance Program as specified in Section 2.3 shall be included or shall be outlined and cross referenced.

2.4.2 Inspection and Test Plan

a) The Contractor Shall:

i) Prepare a written Inspection and Test Plan which describes the inspection system for the item specified in the contract.
ii) Submit the Plan to the QAR following the award of the contract before the work starts.
iii) Update the Plan during the life of the contract to to reflect inspection procedure revisions
iv) Resubmit the Plan promptly to the QAR each time it is revised.

b) The Inspection and Test Plan need not be limited to but shall:

i) Specify each inspection and test point and its relative location in the production cycle where conformance of

items to contract requirements will be verified. The Contractor may include additional inprocess inspection points for his own evaluation of quality which will not be subject to QAR acceptance. These shall be so indicated.

ii) Identify the characteristics to be inspected, examined and tested at each point and specify procedures and acceptance criteria to be used including the applicable revisions.

iii) Identify mandatory hold points established by the Purchaser which require verification of selected characteristics of an item or process by the QAR and beyond which the work shall not proceed.

iv) Define or refer to sampling plans if proposed.

v) Include or refer to the Source Inspection Plan governing the work of Subcontractors in Section 2.5.5.

2.4.3 Procedures

The Contractor shall have written procedures for maintaining effective control over the applicable operating functions listed and referenced below and any other operating functions that apply to the contract. Forms referenced in the procedures shall be exhibited. These procedures shall be updated when necessary and be made available to the QAR.

	Ref. Section
a) Contract Review	2.5.1
b) Design Control	2.5.2
c) Control of Documents	2.5.3
d) Control of Measuring and Testing Equipment	2.5.4
e) Control of Purchasing	2.5.5
f) Incoming Inspection	2.5.6
g) In Process Inspection	2.5.7
h) Final Inspection	2.5.8
i) Inspection Statuts	2.5.9
j) Identification and Traceability of Items	2.5.10
k) Handling and Storing Items	2.5.11
l) Manufacturing and Construction	2.5.12
m) Special Processes	2.5.13
n) Preservation, Packaging and Shipping	2.5.14
o) Quality Records	2.5.15
p) Control of Nonconformihg Items	2.5.16
q) Purchaser Supplied Items	2.5.17

2.5 Operating Functions

2.5.1 Contract Review

The Contractor shall review the contract on receipt to assure his capability to meet all contract requirements.

2.5.2 Design Control

The Contractor shall:

a) Establish procedures that control the design to ensure applicable design criteria, codes, regulations, standards and contract requirements are correctly translated into specifications, drawings, procedures and instructions for purchasing, manufacturing and construction that clearly and precisely reflect the quality requirements of the contract.

b) Establish procedures that provide for preparation, review, approval and release of design documents.

c) Assign qualified individuals or groups other than those who did the original design to review all aspects of the design and analyses.

d) Develop inspection and test procedures for manufacturing and construction.

e) Submit all incomplete, ambiguous or conflicting requirements to the appropriate authorities to resolve.

2.5.3 Control of Documents

The Contractor shall:

a) Make available at the correct time and place all essential drawings, specifications, contract changes, production shcedules and work and inspection instructions.

b) Provide latest copies of the Procedures Listed in Section 2.4.3 at all locations where they apply.

c) Process all changes in writing so they are acte on promptly at the specified location. Maintain a record of changes as they are made. Revise and reissue documents after a practical number of changes have been issued. Written notes on documents are acceptable provided they are controlled by specified procedures.

d) Promptly remove absolete documents from al point of issue and use.

e) Prepare and submit requests for changes to the Purchaser's documents when required.

2.5.4 Control of Measuring and Testing Equipment

All measuring and testing equipment and devices used activities affecting quality shall be controlled and maintained. At prescribed intervals or prior to use they shall be calibrated and adjusted against certificate equipment having a known valid relationship to nationally recognized standards:

The Contractor shall:

a) Include in the calibration schedule equipment type, number, location, frequency of checks, check method description and action to take when results are unsatisfactory

b) Identify measuring and testing equipment with a tag, sticker or other suitable means to show the calibration status.

c) Maintain calibration records for measuring and testing equipment.

d) Seal access to adjustable devices fixed at calibration so that any tampering will destroy the seal.

e) Make available calibration data for the QAR to verify their adequacy and accuracy.

f) When measuring and test equipment are found to be out of calibration, the validity of previous inspection and test results shall be evaluated and documented.

2.5.5 Control of Purchasing

a) Selection and Surveillance of Subcontractors

The Contractor Shall:

i) Plan and establish procedures for all procurement activities

ii) For each kind or type of purchased item determine if control of quality assurance at source is required. If so, classify the item according to which level of CNA Standards QUAL-1, QUAL-2 or QUAL-3 or other equivalent QA Standards apply. Where quality assurance at source is not required select Subcontractors who have produced the same or similar items with a proven record of acceptability.

iii) Evaluate and select Subcontractors based on their ability to meet subcontract and quality requirements.

iv) Ensure that all purchase orders contain all necessary QA requirements.

v) Establish and maintain a list of acceptable Subcontractors.

vi) Survey and verify Subcontractor's control of quality at the Subcontractor's plant as and when required.

b) Subcontract Requirements

The Contractor shall include in subcontracts the following as applicable:

i) A clear description of the items ordered that include: specifications, drawings, inspection and test requirements and other relevant technical data by title or other positive identification and applicable issue.

ii) The quality standard.

iii) Requirements for approval or qualification of items, processes and operators.

iv) Identification requirements.

v) Requirements for preservation and packaging.

vi) The right for the Contractor or Owner or both to perform quality surveillance at Subcontractor's plants.

vii) References as required by contract.

All subcontracts and associated reference data shall be available for review by the QAR. Copies shall be supplied on request.

c) Amendments to Subcontracts

The Contractor shall process amendments to subcontracts in the same way as the original subcontract and reference the original subcontract number in amendments.

d) Source Inspection

The Contractor shall:

i) Evaluate all subcontracted items which have quality characteristics that will not be inspected at the Contractor's plant to determine the need for source inspection.

ii) Prepare a Source Inspection Plan which governs inspection and testing outside the Contractor's plant.

2.5.6 Incoming Inspection

The Contractor shall:

a) Inspect, test and identify incoming items.

b) Check the controls exercised and the objective evidence provided by Subcontractors.

c) Hold incoming items until the required inspection and tests are completed or the necessary inspection reports are received and evaluated except when items are released under positive recall control.

d) Initiate corrective action with Subcontractors when nonconforming items are received, as required by the nature and frequency of nonconformance.

2.5.7 In Process Inspection

The Contractor shall:

a) Inspect, test and identify items as required by the Inspection and Test Plan.

b) Hold items until the required inspections and tests are complete or necessary reports are received and evaluated except when items are released under positive recall control.

c) Identify nonconforming items.

2.5.8 Final Inspection

The Contractor shall:

a) Inspect the final item to ensure contract requirements are met.

b) Prepare a check list of all inspection records and verify that the item has been inspected at all points shown in the Inspection and Test Plan and that these records are complete.

c) Make all inspection records available to the QAR prior to submitting items for acceptance.

d) Submit for acceptance only those items which fully meet contract requirements.

2.5.9 Inspection Status

The Contractor shall:

a) Maintain stamps, tags, routing cards, move tickets, tote box cards or other devices that positively indicate the inspection status of items.

b) Establish and maintain a system for tags or stamped impressions that indicate final inspection of items.

c) Show the identity of the Contractor and his inspector on inspection stamps.

2.5.10 Identification and Traceability of Items

The Contractor shall establish and maintain systems for:

a) Identifying all items at all times.

b) Tracing items to specific inspection or test records, when such traceability is a contract requirement.

2.5.11 Handling and Storing Items

The Contractor Shall:

a) Use methods that prevent abuse, misuse, damage and deterioration.

b) Periodically inspect items in storage for condition and shelf-life expiry.

2.5.12 Manufacturing and Construction

The Contractor shall:

a) Ensure all manufacturing, construction and inspection activities are documented to define:

i) manner of fabrication or processing
ii) sequence of operations
iii) accept/reject criteria
iv) type of equipment
v) special working environments

b) Monitor process methods, or inspect the product or do both if neither alone is adequate to ensure efficient control of quality.

c) Correct the selected controls or inspection methods when they appear unsuitable.

d) Prove prior to release for production all production jigs, fixtures, tooling masters, templates and patterns used for production. The extent and frequency of tool reproving shall be defined.

2.5.13 Special Processes

Special processes are those which cannot be directly examined to establish full conformance. Satisfactory conformance depends on evidence generated during he process.

The Contractor shall:

a) Establish and maintain documented control ot these processes.

b) Establish procedures to assure that these processes are controlled and accomplished by qualified personnel using qualitied procedures and equipment in accordance with applicable codes, standards, specifications, criteria and jurisdictional requirements.

2.5.14 Preservation, Packaging and Shipping

The Contractor shall:

a) Ensure that items subject to corrosion or damage through exposure to air or moisture or other environments during fabrication, storage and shipping are cleaned; sealed and preserved.

b) package items subject to damage during handling and shipping with padding, packing, mounting, dessicants, humidity indicators, waterproofing and external wrapping as required by contract to prevent damage.

c) Mark items according to contract requirements.

d) Inspect the preservation, packaging, marking and shipping operations to ensure contract requirements are met.

e) Establish satisfactory traffic details to ensure successfuil transit to the destination and make this information available to the QAR prior to shipping.

2.5.15 Quality Records

The Contractor shall:

a) Maintain quality records as evidence that:

i) the QA program meets the requirements of this standard

ii) the item meets contractural and jurisdictional requirements

b) Include as a minimum:

i) quality audit records which identify

– procedures audited
– methods for assessing audits
– results obtained
– analyses of audit data which demonstrate its use for corrective action

ii) inspection records which identify

– the item by reference drawing and revision number or part number
– applicable requirements
– specific inspections performed
– results obrained; if measurements are not required include in the records the basis of acceptance

c) Make quality records available to the QAR for analysis and review.

2.5.16 Control of Nonconforming Items

The Contractor is responsible for the disposition of all nonconforming items, including those of Subcontractors. Final acceptance of the Contractor's disposition of those items which violate contractual or jurisdictional requirements is the prerogative of the Purchaser and Jurisdiction.

The Contractor Shall:

a) Establish and maintain methods for controlling nonconforming items which shall:

i) define the responsibility and authority of those who disposition nonconforming items. This shall include provision for a technical review that involves those who are responsible for design, production engineering and quality.

ii) detect and record nonconformance.

iii) identify and hold nonconforming items for evaluation

iv) develop a disposition which has the concurrence of all responsible parties and submit the disposition for approval to the appropriate authorities as required.

v) impliment approved disposition

vi) specify requirements for reinspecting and retesting repaired and reworked items.

b) Provide holding areas or methods for segregating nomconforming items to prevent unauthorized use, shipment, or mixing with conforming items.
However, where physical segregation is not practical, control by tagging, marking or other positive means of identification is acceptable.

c) Maintain records identifying the item, the nature and extent of nonconformance, its disposition and objective reinspected or retested.

d) Investigate the cause of nonconformance and take appropirate action to prevent repetition.

2.5.17 Purchaser Supplied Items

The Contractor shall:

a) Establish and maintain procedures to control Purchaser supplied items based on their type and intended use.

b) Examine items on receipt for completeness and proper type and to detect damage in transit; defer examination until further processing is sheduled if sealed containers or special preservation and packaging are used.

c) Protect items against damage during storage and handling.

d) Inspect items during storage to detect deterioration.

e) Test equipment prior to or after installation or both to determine satisfactory operation.

f) Inspect for damage during preparation for installation.

g) Maintain records of the above inspections and investigations.

h) Investigate and determine the cause of damage or malfunction either during or atter installation.

i) If extensive testing or disassembly is essential to determine the cause, estimate the probable cause from available information.

j) Report to the QAR Representative any items lost or found, damaged or otherwise unsuitable for use either on receipt or while in the Contractor's custody.

3 VERIFICATION OF QUALITY ASSURANCE

3.1 Initial Evaluation

3.1.1 Quality Assurance Program and Facilities

The Purchaser shall evaluate the Contractor's Quality Assurance Program, operating procedures and manufacturing and construccion facilities to determine that they meet the requirements of this standard prior to award of contact.

The Contractor's quality assurance program, operating procedures and manufacturing and construction facilities are to be subject to jurisdictional approval where required by law.

3.1.2 Inspection and Test Plan

The QAR will evaluate the Inspection and Test Plan and all revisions to determine its acceptability.

The Inspection and Test Plan is subject to jurisdictional

approval where required by law.

3.2 Continuing Evaluation and Verification

The QAR shall carry out the required quality surveillance to ensure the Contractor is conforming to the Inspection not relieve the Contractor or Subcontractors of their responsibility for quality.

3.3 Corrective Action

When the QAR notifies the Contractor of nonconformance with established procedures, or poor practice which might affect quality, or when a control is not effective, the Contractor shall promptly initiate corrective action.

3.4 Access

The Contractor shall provide the Purchaser access to his premises for the purpose of quality surveillance and audit.

4. DEFINITIONS

Batch (or Lot) — An identifiable collection of items, or quantity of material, of a single type, grade, class size or composition produced in the same plant under essentially the same conditions and at essentially the same time. Inspection lots or inspection batches may differ from a collection of units designated as a lot or batch for other purposes.

Calibration — Comparing two instruments or measuring devices, one of which is a standard of known accuracy traceable to National Standards. It is done to detect, correlate, report or eliminate by adjustment any variation in accuracy of the instrument or measuring device of unknown accuracy.

Characteristic — Any distinct property or attribute of an item, process or service that can be described and measured to determine conformance or nonconformance to contract requirements.

Construction — An all-inclusive term covering erection, installation, fabrication and assembly of items at the permanent site of the facility or plant by the party performing the work.

Contract — The written convenent and other contract documents agreed to and legally binding between the Purchaser and Contractor which specify requirements and conditions that must be complied with to successfully complete the work.

Contractor — An all-inclusive term covering manufacturer erector, installer, fabricator or owner who performs or contracts to perform either for his own use or for that of another and for or without renumeration any work to which this standard applies.

Contract Requirements — The terms, conditions and provisions specified in the contract or in specifications, drawings and other contract documents referenced in the contract.

Evaluation — An appraisal to determine whether or not production and quality systems are, or are capable of producing a quality product or service, and generating evidence that support decisions of acceptability.

Inspector — That person who verifies conformance of the work to the contract requirements.

Inspection — The careful examination, measurement and testing of the characteristics of material and services to ensure they meet contract requirements.

Inspection Equipment — Any tool, gauge, fixture, apparatus, or other device used for inspection purposes.

Inspection Point — A location or stage in the production cycle where inspection is performed by personnel whose responsibility is to determine the acceptability of items and maintain inspection records.

Item — An all-inclusive term used to denote contractual raw materials, parts, components, assemblies, subassemblies, equipment, systems, subsystems, services, structures or finished product.

Jurisdiction — The Federal, Provincial or Municipal agency having the lawful right and power to interpret the law and exercise authority.

Manufacturing — An all-inclusive term covering the production, fabrication and assembly of items on the premises of the party performing the work.

Nonconformance — A deficiency in characteristic, documentation, or procedure which renders the quality of an item unacceptable or indeterminate. Examples of nonconformance include: physical defects, test failures, incorrect or inadequate documentation, or deviations from prescribed processing, inspection or test procedures.

Objective Evidence — Any recorded results of measurements, tests or observations which verify the quality of the work.

Owner — The party who will have title to the item being manufactured or the facility or installation under construction.

Purchaser — The party issuing a contract for procuring items and services.

Quality Assurance — A planned and systematic pattern of

all means and actions designed to assure that items or services meet contract and jurisdictional requirements.

Quality Assurance Representative (QAR) — The person appointed by the Purchaser to survey and verify the quality of Contractor's work.

Repair — Processing a nonconforming item so that it can function reliably and safely although the item still does not conform to the original requirement.

Rework — Processing a nonconforming item to conform to a prior specified requirement.

Services — Work and incidental material specified in a contract such as inspection, nondestructive examination, calibration, testing, welding analysis, etc.

Subcontractor — The party having a contract with the Contractor.

Surveillance — The continuing evaluation and analysis of records, methods, procedures, and items including verification to assure requirements are met.

Verification — Confirming that an activity or condition conforms with specified requirements.

ANEXO III

ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
POWER PROJECTS, SHERIDAN PARK, ONTARIO

INSPECTION SYSTEM
REQUIREMENTS QA–2

270

THIS INSPECTION STANDARD CONFORMS
TO C.N.A. STANDARD QUAL. 2
FIRST DRAFT
NOVEMBER 1972

CONTENTS

1 SCOPE

1.1 Applicability
1.2 Responsibilities

1.2.1 Contractor's
1.2.2 Quality Assurance Representatives
1.2.3 Owner's

1.3 Definitions

1.4 Comparable Inspection System Standards

2 APPLICABLE DOCUMENTS

2.1 CNA Standards
2.2 Jurisdictional Requirements

3 REQUIREMENTS

3.1 Inspection System
3.2 Inspection Organization
3.3 Documentation

3.3.1 Inspection Plan
3.3.2 Inspection Instructions
3.3.3 Inspection Records

3.4 Control of Inspection

3.4.1 Inspection Equipment Calibration
3.4.2 Incoming Inspection
3.4.3 Source Only Inspection
3.4.4 Preproduction Inspection
3.4.5 Inspection Statuts
3.4.6 Final Inspection

3.5 Control of Purchasing

3.5.1 Selection and Surveillance of Supplies and Subcontractors
3.5.2 Subcontract Requirements
3.5.3 Amendments to Subcontracts

3.6 Owner Supplied Materiel
3.7 Workmanship
3.8 Control of Nonconforming Materiel
3.9 Interpretation of Technical Data

4 VERIFICATION OF QUALITY ASSURANCE

4.1 Accommodation, Facilities and Assitance
4.2 Initial Evaluation
4.3 Continuing Evaluation
4.4 Corrective Action

5 PREPARATION FOR DELIVERY

5.1 Preservation, Packaging, Marking and

Shipping . . . . . .
6 NOTES . . . . . .
6.1 Alternative Inspection . . . . . .
6.2 Definitions . . . . . .

1 SCOPE

This standard specifies how to establish and execute an effective inspection system to ensure materiel and services meet requirements.

The Contractor develops the inspection and purchasing procedures needed to detect discrepancies in quality. The Quality Assurance Representative evaluates these work. The extent of his surveillance and verification of the work depends on the Contractor's performance.

This standard is the second highest level of the following three CNA quality assurance standards:

QUAL–1 Quality Assurance Program Requirements
QUAL–2 Inspection System Requirements
QUAL–3 Basic Inspection Requirements

Each higher level provides increasing control of quality.

1.1 Applicability

The requirements of this standard apply:

a) to the extent specified in the contract
b) when required by a Jurisdiction
c) to the Contractor, Subcontractor, or Owner in possession of and performing work on the materiel
d) to equipment, systems and structures built to a firm design where the control of purchasing, inspection and testing are essential.

1.2 Responsibilities

1.2.1 Contractor's

a) To develop the controls and procedures specified herein that will prevent or readily detect and correct discrepancies in quality.

b) To prepare and submit an Inspection Plan for the QA Representative to evaluate before the work starts.

c) To update the Inspection Plan and inspection procedures when needed to correct discrepancies and reflect current quality assurance requirements.

d) To conduct according to the requirements of this standard all inspection needed to demonstrate that materiel and services conform with requirements including, if applicable, the technical literature associated with Contractor's and Subcontractors' part numbers.

1.2.2 Quality Assurance Representatives'

a) To evaluate the Contractor's Inspection Plan.

b) To guide and give direction to those performing the work.

c) To survey and verify the Contractor's performance during the course of the work.

1.2.3 Owner's

a) When a Jurisdiction has authority over the quality of the work, the Owner is responsible to the Jurisdiction for the overall effectiveness of inspection requirements specified in this standard and performed by Contractors and Subcontractors.

b) When the Owner performs work over which a Jurisdiction has authority for the quality, the Owner shall fulfill the requirements of this standard to the satisfaction of the Jurisdiction.

1.3 Definitions

Certain words and phrases used in this standard such as Quality Assurance Representative, evaluation, Contractor Owner, objective evidence, etc. have specific meanings. These are defined in Section 6.2.

1.4 Comparable Inspection System Standards

Those performing the work may meet this standard if to the satisfaction of the QA Representative or Jurisdiction they have:

a) complied with comparable inspection system standard for the kind of materiel specified

b) submitted to the QA Representative an Inspection Plan for the work as specified in Section 3.3.1.

The requirements of the following inspection system documents are essentially the same as those specified in this standard:

DND–1016 Contractor's Inspection System
Canadian Department of Nation Defence

QA–21–70 Inspection System Requirements
Applicable to Ontario Hydro Requirements

2 APPLICABLE DOCUMENTS

The latest issues of the following documents in effect on the date of the purchase order form part of this standard to the extent specified herein.

2.1 CNA Standards

QUAL–3 Basic Inspection Requirements

2.2 Jurisdictional Requirements

The quality assurance requirements of all Federal, Provincial and Municipal Acts, Regulations, Bylaws and their referenced Codes that apply to the work form part of this standard.

3 REQUIREMENTS

3.1 Inspection System

Establish and maintain an inspection system which as a minimum:

a) produces objective evidence that the product meets contract requirements

b) detects and removes nonconforming materiel either prior to or at the latest stage of manufacture where a characteristic can be observed or measured

c) precisely shows the inspection status of materiel

d) identifies and handles acceptable parts or materiel to prevent abuse, misuse or deterioration. Separate storage areas suitably secured may be required

e) properly identifies and segregates nonconforming supplies from normal movement channels

3.2 Inspection Organization

Before proceeding with the work appoint a representative authorized to resolve quality matters and notify the QA Representative of the appointment in writing.
Inspectors shall be other than those who performed the work being inspected and shall not report directly to immediate supervisors who are responsible for producing the work being inspected.

3.3 Documentation

3.3.1 Inspection Plan

Prepare a written Inspection Plan which describes the inspection system for the materiel specified in the contract. Submit the Plan to the QA Representative for evaluation and approval after a period of time specified in the tendering documents following the award of the contract and before the work starts.

Update the Plan when needed during the life of the contract to reflect current inspection procedures. Resubmit the Plan promptly to the QA Representative for approval each time it is revised.

The Inspection Plan shall:

a) indicate on a flow chart or describe in writing each inspection station and its relative location in the production cycle

b) describe detailed inspection, examination and test methods for each inspection station

c) describe sampling procedures

d) refer to procedures that define criteria for approval or

rejection at each inspection station

e) show copies fo forms used to record results of each inspection

f) define lot and batch

g) show copies of tags or markings that indicate approved or rejected materiel after inspection

h) refer to incoming inspection procedures prepared according to Sections 3.4.2 and 3.4.3 for either each item purchased or by type of materiel or a combination of both

i) refer to procedures for checking and calibrating inspection equipment specified in Section 3.4.1 and to drawings of special gauges

j) refer to procedures for controlling nonconforming materiel specified in Section 3.8

k) refer to final inspection procedures specified in Section 3.4.6.

3.3.2 Inspection Instructions

a) Make available at inspection stations at the correct time the applicable issues of all essential drawings, specifications, design and inspection change orders and instructions needed for inspection

b) Let the QA Representative review these documents

3.3.3 Inspection Records

a) Keep records of all inspections as objective evidence that contract requirements are met for one year after the contract is completed or as specified in the contract. Notify the Owner or Purchaser before destroying any inspection records.

b) Positively identify in these records the materiel, specific inspections performed and results obtained.

c) If measurements are not possible, include in the records the number of conforming items, the number rejected and nature of the defects.

d) Make copies of these records available to the QA Representative who may accept them as evidence of the quality of the product.

e) Prepare forms for the release of materiel as required by the QA Representative.

3.4 Control of Inspection

3.4.1 Inspection Equipment Calibration

a) Calibrate inspection equipment prior to use and at scheduled intervals during the life of the contract.

b) Make available objective evidence of such calibration to the QA Representative.

c) Trace calibration to National Standards.

3.4.2 Incoming Inspection

a) Adequately inspect and identify incoming materiel.

b) Verify the controls exercised and the objective evidence provided by Subcontractors.

c) Quarantine incoming materiel until the required inspection and tests are completed or the necessary inspection reports are received and evaluated except when materiel is released under positive recall control.

d) Initiate corrective action with the Subcontractor when nonconforming materiel is received as required by the nature and frequency of discrepancies

e) Immediately advise the QA Representative of any nonconformance of materiel on which Owner Quality Assurance at source was performed.

3.4.3 Source Only Inspection

List and submit to the QA Representative all subcontracted materiel which have quality characteristics that cannot be inspected at the Contractor's plant. The list shall show for each item:

a) the quantity
b) Subcontractor's name
c) governing technical data
d) quality characteristics involved
e) where the Contractor proposes to demonstrate that these characteristics meet contract requirements

f) instructions for shipping directly from a Subcontractor to a consignee other than the Contractor

3.4.4 Preproduction Inspection

a) Check inspection and testing methods of first samples that represent production to ensure they meet contract requirements. Notify the QA Representative before the checks are made for him to determine if the inspection requirements conform to the contract.

b) Ensure an engineering or preproduction sample or run used to determine the final design and quality parameters of an item meet contract requirements.

3.4.5 Inspection Status

a) Maintain stamps, tags, routing cards, move tickets, tote box cards or other normal control devices that positively indicate the inspection status of the materiel. Their design shall be different from Owner inspection

identification.

b) Establish and maintain a system for tags or stamped impressions that indicate final inspection of materiel.

c) Show the identity of the Contractor and his inspector on inspection stamps.

d) Normally stamp the materiel near the part number.

e) Avoid damaging the part or assembly with the immpression of the stamp.

f) Place the stamp impression on the package, tag, label or nameplate if direct impression on the materiel is not possible.

g) Design special process stamps or tags subject to the QA Representative's approval that will not be confused whith other inspection stamps or tags for identifying welds of stressed, critical, or mayor parts or to identify materiel that has passed heat treatment, hardness tests, radiography, pressure tests, etc.

3.4.6 Final Inspection

a) Prepare a check list of all inspection documents and verify that the materiel has been inspected at all stations shown in the Inspection Plan and that all relevant inspection records are complete and certified

b) Inspect the final product to ensure contract requirements are met including where applicable:

i) cleanliness and finishes
ii) workmanship
iii) function
iv) completeness
v) preservation and packaging

c) Prior to submitting materiel for acceptance make all inspection records available to the QA Representative

d) Submit for acceptance only that materiel which fully meet requirements or materiel granted a concession by the purchaser.

3.5 Control of Purchasing

3.5.1 Selection and Surveillance of Supplies and Subcontractors

a) For each kind or type of purchased materiel determine if control of quality assurance at source is required and if so classify the materiel according to which level of CNA Standards QUAL–2 or QUAL–3 applies to ensure contract requirements will be met.

b) Where control of quality assurance at source is not required select suppliers who have produced the same or similar supplies with a proven record of reliability in service.

c) Evaluate subcontractors according to the appropriate CNA quality assurance standard.

d) Select subcontractors' based on their ability to meet subcontract and quality assurance requirements.

e) Frequently survey and verify subcontractors' control of quality.

f) Inspect and check purchased materiel according to Section 3.4.2 and 3.4.3.

3.5.2 Subcontract Requirements

Include in subcontracts the following requirements that apply:

a) The Owner's contract reference numbers, the Contractor's name and address, the Subcontractor's name and address, and complete shipping instructions.

b) A clear description of the materiel ordered that includes when applicable:

i) specifications, drawings, process requirements, classification of defects, inspection instructions and other relevant technical data by title or other positive identification and applicable issue

ii) the type, class, style, grade or other precise identification

c) Requirements for approval or qualification of materiel processes and operators.

d) Applicable CNA Standards: QUAL–2 or QUAL–3; these standards shall apply to successively lower tier subcontracts as required.

e) Information and instructions required for materiel shipped shipped directly from a Subcontractor to a consignee designated in the prime contract.

f) Requirements for batch or lot numbers or similar identification including identification of incoming subcontracted materiel that was subjected to Owner Quality Assurance.

g) Requirements for special preservation and packaging.

h) Reserve the right for himself or the Owner to survey inspection and verify process testing at Subcontractor's plants.

All subcontracts and associated reference data shall be available for review by the QA Representative.

The QA Representative may apply Owner Quality Assurance at Subcontractor's plants to ensure the materiel conforms

to requirements. Any assurance of quality provided by the Owner does not alter the prime Contractor's responsibility to provide acceptable materiel nor does it preclude that materiel may subsequently be rejected. Contractors shall not use Owner Quality Assurance as evidence of effective control by Subcontractors.

When Owner Quality Assurance of a subcontract is required the Contractor shall annotate the subcontract as follows:

"This order is subject to (Owner's name) quality surveillance. You must make necessary arrangements for quality surveillance with (Owner's name) before proceeding with this order."

The Contractor shall furnish copies fo subcontracts and referenced data as directed by the QA Representative.

3.5.3 Amendments to Subcontracts

Process amendments to subcontracts in the same way as the original subcontract and reference the original subcontract number in amendments.

3.6 Owner Supplied Materiel

a) Establish and maintain adequate procedures to control Owner supplied materiel based on its type and itended use.

b) Examine materiel on receipt for completeness and proper type and to detect damage in transit; defer examination until further processing is scheduled if sealed containers or special preservation and packaging are used.

c) Adequately protect materiel against damage during storage and handling.

d) Periodically inspect materiel during storage to detect deterioration.

e) Test equipment prior to or after installation or both to determine satisfactory operation.

f) Inspect for damage during preparation for installation.

g) Maintain suitable records of the above inspections and investigations.

h) Investigate and determine the cause of damage or malfunction either during or after installation.

i) If extensive testing or disassembly is essential to determine the cause, estimate the probable cause from available information.

j) Promptly report to the QA Representative any materiel lost or found, damaged or otherwise unsuitable for use either on receipt or while in the Contractor's custody.

3.7 Workmanship

a) Maintain workmanship at a quality level consistent with the technical and functional requirements of the materiel.

b) Define workmanship to the greatest practical extent in quantitative written standards or by production samples approved by the QA Representative as examples of satisfactory workmanship.

3.8 Control of Nonconforming Materiel

a) Define the responsibility and authority of those responsible for disposing of nonconforming materiel.

b) Positively identify nonconforming materiel according to Section 3.4.5.

c) Provide holding areas or methods for segregating nonconforming materiel.

d) Prevent Unauthorized use, shipment or mixing whith conforming materiel.

e) Document methods for repairing or reworking nonconforming materiel acceptable to the QA Representative.

f) Reinspect repaired and reworked materiel according to applicable procedures.

g) Maintain adequate records clearly identifying the materiel, the nature and extent of nonconformance and its disposition.

Acceptance of nonconforming materiel is the prerogative of and shall be as prescribed by the QA Representative or Jurisdiction.

Nonconforming materiel accepted "as is" or repaired to the satisfaction of the QA Representative shall be considered conforming unless the contract specifies that it be kept separate.

3.9 Interpretation of Technical Data

Direct all questions about the meaning or intent of specifications, drawings and related contract requirements to the QA Representative.

4 VERIFICATION OF QUALITY ASSURANCE

4.1 Accommodation, Facilities and Assistance

Provide the QA Representative with the following unrestricted assistance at no additional expense to verify that the materiel meets contract and Jurisdictional requirements:

a) accommodation at the Contractor's or his agent's premises

b) reasonable use of inspection and test equipment and personnel to operate such equipment

c) assistance needed to document, move and release materiel.

4.2 Initial Evaluation

The QA Representative will initially evaluate the Contractor's Inspection Plan, inspection facilities and procedures to ensure they meet the requirements of the contract and this standard.

The QA Representative will use the results of the assessment plus corrective action the Contractor agrees to take to determine whether to approve the Contractor's Inspection Plan before manufacturing or construction starts.

4.3 Continuing Evaluation

The QA Representative will frequently survey and verify as required the Contractor's control of quality and conformance to the Inspection Plan without relieving the Contractor or Subcontractor of his responsibility for quality.

4.4 Corrective Action

When the QA Representative informs the Contractor of deviations form established procedures, or poor practice which might affect the quality of materiel, or when a control is not effective, the Contractor shall promptly correct the condition. If the Contractor fails to do this promptly, the Purchaser or Jurisdiction may suspend acceptance of materiel until the condition is corrected.

5 PREPARATION FOR DELIVERY

5.1 Preservation, Packaging, Marking and Shipping

a) Ensure that materiel subject to corrosion or damage through exposure to air or moisture or other environments during fabrication, storage and shipping are cleaned and sealed and have preservative applied to prevent damage.

b) package materiel subject to damage during handling and shipping with padding, packing, mounting, dessicants, humidity indicators, waterproofing and external wrapping as required by contract to prevent damage.

c) Mark materiel according to contract requirements.

d) Inspect the preservation, packaging, marking and shipping operations to ensure contract requirements are met.

e) Establish satisfactory traffic details to ensure successful transit to the destination and make this information available to the QA Representative prior to shipping.

6 NOTES

6.1 Alternative Inspection

Test methods and equipment may be used other than those required by a Jurisdiction or specified in the contract if they provide, as a minimum, equivalent evidence that the materiel conforms with contract requirements.

Prior to using alternate methods or equipment describe them in a written proposal and demonstrate to the QA Representative that they effectively substantiate product quality. Where there is a dispute for borderline cases the methods and equipment specified in the contract shall prevail.

The party performing the work may use his own inspection facilities or subcontract inspection to inspection organizations providing they meet the requirements of this standard and those of Federal, Provincial and Municipal agencies having jurisdiction over the work.

6.2 Definitions

Batching (or Lotting) – A system that identifies materiel and records its movement so that it can be traced back from end item to raw materiel stage.

Calibration – Comparing a measuring device of unknown accuracy against one of known accuracy that is traceable to National Standards. It is performed to detect, and eliminate by adjustment any varlation in accuracy of the unknown measuring device.

Characteristic – Any distinct property or attribute of the materiel or service that can be described and measured to determine conformance or nonconformance to contract requirements.

Construction – An all–inclusive term covering erection, installation, fabrication and assembly of materiel at the permanent site of the facility or plant by the party performing the work.

Contract – The written covenant and other contract documents agreed to and legally binding between the Purchaser and Contractor which specify requirements and conditions that must be compled with to successfully complete the work.

Contractor – An all-inclusive term covering manufacturer, erector, installer, fabricator or Wuner who performs or contracts to perform either for his own use or for that of another and for o without remuneration any work to which this standard applies.

Contract Requirements – The terms, conditions and provisious specified in the contract or in specifications, drawings and other contract documents referenced in the contract.

Evaluation – An appraisal to determine whither or not

prod: ..tion and quality control systems are or are capable of producing a quality product or service and generating evidence that support decisions of acceptability.

Firm Design — The set of complete specifications and standards and other technical requirements agreed to between the Purchaser and Contractor when the contract is let form which the product can ben manufactured design effort.

Inspection — The careful examination, measurement, and testing of the characteristics of materiel and services to ensure they meet contract requirements.

Inspection Equipment — Any tool, gauge, fixture, apparatus, or other device used for inspection purposes.

Inspection Station — A location dr stage in the production cycle where inspection is performed by personnel whose responsibility is to determine the accepta... of materiel and maintain sospection records.

Jurisdiction — The Federal, Provincial or Municipal agency having the lawful right and power to interpret the law and exercise official authority over the quality of the work.

Lot (or Batch) — An identifiable collection of items, or quantity of materiel, of a single type, grade, class, size or composition produced in the same plant under essentially the same conditions and at essentially the same time. Inspection lots or inspection batches may differ from a collection of units designated as a lot or batchfor other purposes.

Manufacturing — An all-inclusive term covering the production, fabrication and assembly of materiel on the premises of the party performing the work.

Materiel — An all-inclusive term used to denote raw materiels, parts, components, assemblies, equipment, structures or finished product.

Objective Evidence — Any recorded results of measurements, test or observations which provide facts pertaining to the quality of the work which can be verified.

Owner — The party who will have title to the materiel, being manufactured or the facility or installation under construction including the Owner's designated Engineer, Designer, Operator or Agent.

Purchaser — The party issuing and administering a contract or subcontract for procuring materiel and services. A given party may act as both a contractor or subcontractor following this standard and as a purchaser imposing it on others.

Quality Assurance — A planned and systematic pattern of all means and actions including Quality Control designed to assure that materiel or services meet contract requirements.

Quality Assurance (QA) Representative — The person appointed by the Owner, or Purchaser to survey and verify the quality of Contractor's and Subcontractor's work, he shall not be an employee of the party performing the work.

Quality Control — The examination, measurement and testing of the physical caracteristics of materiel and the associated acceptance standards.

Quality Survey — The audit or appraisal of the adequacy of the entire system of quality assurance used by a Contractor.

Repair — Restoring nonconforming materiel to a condition acceptable to the QA Representative although the materiel does not meet contract requirements.

Rework — Restoring nonconforming materiel to meet contract requirements.

ANEXO IV

ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED
POWER PROJECTS, SHERIDAN PARK, ONTARIO

278

BASIC INSPECTION REQUIREMENTS QA–3

THIS INPECTION STANDARD CONFORMS
TO C.N.A. STANDARD QUAL. 3
SECOND DRAFT
NOVEMBER 1972

CONTENTS

1 SCOPE

1.1 Applicability
1.2 Responsibility
1.2.1 Responsibilities of Those Performing the Work
1.2.2 Quality Assurance Representative's Responsibilities
1.2.3 Owner's Responsibilities
1.3 Definitions
1.4 Comparable Quality Assurance Standards

2 APPLICABLE DOCUMENTS

3 REQUIREMENTS

3.1 Inspection Organization
3.2 Inspection Equipment Calibration
3.3 Inspection Records
3.4 Interpretation of Technical Data
3.5 Control of Nunconforming Materiel

4 VERIFICATION OF QUALITY ASSURANCE

4.1 Accommodation, Facilities and Assistance
4.2 Initial Evaluation
4.3 Continuing Evaluation and Verification
4.4 Corrective Action

5 PREPARATION FOR DELIVERY

6 NOTES

6.1 Alternative Inspection
6.2 Definitions

1 SCOPE

This standard specifies minimum requirements for inspection to ensure materiel and services meet contract requirements.

It is the lowest level of the following three CNA quality assurance standards:

QUAL–1 Quality Assurance Program Requirements
QUAL–2 Inspection System Requirements
QUAL–3 Basic Inspection Requirements

Each higher leval provides increasing control of quality.

1.1 Applicability

The requirements of this standard apply:

a) to the extent specified in the contract
b) when required by a Jurisdiction
c) to the Contractor, Subcontractor or Owner in possession of and performing work on the materiel
d) to materiel and services where it is essential that the Quality Assurance Representative has unrestricted opportunity to verify at a location acceptable to him that the work is being performed and inspected according to contract requirements.

1.2 Responsibility

1.2.1 Responsibilities of Those Performing the Work

To conduct according to the requirements of this standard all inspection needed to demonstrate that materiel and services conform with contract requirements including, if applicable, the technical literature associated with Contractor's and Subcontractor's part numbers.

1.2.2 Quality Assurance Representative's Responsibilities

To survey and verify the quality of the work until the work is completed and accepted.

The extent of the QA Representative's surveillance and verification of the work depends on the complexity of the equipment and the performance of those responsible for meeting contract and Jurisdictional requirements.

1.2.3 Owner's Responsibilities

a) When a Jurisdiction has authority over the quality of the work, the Owner is responsible to the Jurisdiction for the overall effectiveness of inspection requirements specified in this standard and performed by Contractors and Subcontractors.

b) When the Owner performs work over which a Jurisdiction has authority for its quality, the Owner shall fulfill the requirements of this standard to the satisfaction of the Jurisdictior.

1.3 Definitions

Certain words and phrases used in this standard such as Quality Assurance Representative, evaluation, Contractor, Owner, objective evidence, etc. have specific meanings. These are defined in Section 6.2.

1.4 Comparable Quality Assurance Standards

This standard may be met if those performing the work are complying with a comparable quality assurance standard for the materiel specified in the contract to the satisfaction of the QA Representative.

The requirements of DND-1017 "Basic Inspection Requirements for Contractors" applicable to Canadian Department of National Defence Contracts are essentially the same as those specified in this standard.

2 APPLICABLE DOCUMENTS

The quality assurance requirements of all Federal, Provincial and Municipal Jurisdictions that apply to the work form part of this standard.

3 REQUIREMENTS

3.1. Inspection Organization

Reform proceeding with the work appoint a representative authorized to resolve quality matters and notify the QA Representative of the appointment in writing.

Inspectors shall be other than those who performed the work and shall not report directly to immediate supervisors responsible for producing the work being inspected.

3.2 Inspection Equipment Calibration

Provide objective evidence to the QA Representative that suitable inspection devices for inspecting the materiel:

a) are in a known state of calibration

b) can provide valid measurements.

3.3 Inspection Records

a) Keep records of all inspections as objective evidence that contract requirements are met for one year after the contract is completed or as specified in the contract or by the Jurisdiction. Notify the QA Representative or Jurisdiction when records are being disposed of.

b) Positively identify in these records the materiel, specific inspections performed and results obtained.

c) If measurements are not possible, include in the records the number of conforming items, the number rejected and nature of the defects.

d) Make copies of these records available to the QA Representative who may accept them as evidence of the quality of the product.

e) Prepare forms for the release of materiel as required by the contract.

3.4. Interpretation of technical data

Direct all questions about the meaning or intent of specifications, drawings and related contract requirements to the QA Representative.

3.5 Control fo Nonconforming Materiel

a) Positively identify nonconforming materiel.

b) Provide holding areas or methods for segregating nonconforming materiel.

c) Prevent unauthorized use, shipment or mixing with conforming materiel.

d) Document methods for repairing or reworking nonconforming materiel.

e) Maintain adequate records clearly identifying the materiel, the nature and extent of nonconformance and its disposition.

Acceptance of nonconforming materiel is the prerogative of and shall be as prescribed by the Purchaser or Jurisdiction.

Nonconforming materiel accepted "as is" or repaired to the satisfaction of the QA Representative shall be considered conforming unless the contract specifies that it be kept separate.

4 VERIFICATION OF QUALITY ASSURANCE

4.1 Accommodation, Facilities and Assitance

Provide the QA Representative with the following unrestricted assitance at no additional expense to verify that the materiel meets contract and Jurisdictional requirements:

a) accommodation at the premises of the party performing the work

b) reasonable use of inspection and test equipment and personnel to operate such equipment

c) assistance needed to document, move and release materiel

4.2 Initial Evaluation

The QA Representative may initially evaluate the inspection facilities and procedures to ensure they meet the requirements of the contract and this standard.

4.3 Continuing Evaluation and Verification

The QA Representative will frequently survey and verify as required the control of inspection.

Verification by the Quality Assurance Representative shall not relieve the Contractor of his responsibility to provide acceptable materiel nor shall it preclude subsequent rejection.

4.4 Corrective Action

When the QA Representative informs the party performing the work of deviations from established procedures, or poor practice which might affect the quality of materiel, or when a control is not effective, they shall promptly correct the condition. If they fail to do this promptly, the QA Representative may suspend acceptance of materiel until the condition is corrected.

5 PREPARATION FOR DELIVERY

Inspect preservation, packaging, packing and marking to ensure they conform with contract requirements.

6 NOTES

6.1 Alternative Inspection

Test methods and equipment may be used other than those required by a Jurisdiction or specified in the contract if they provide, as a minimum, equivalent evidence that the materiel conforms with contract requirements.

Prior to using alternate methods or equipment describe them in a written proposal and demonstrate to the QA Representative that they effectively substantiate product quality. Where there is a dispute for borderline cases the methods and equipment specified in the contract shall prevail.

6.2 Definitions

Calibration — Comparing a measuring device of unknown accuracy against one of known accuracy that is traceable to National Standards. It is performed to detect, and eliminate by adjustment any variation in accuracy of the unknown measuring device.

Characteristic — Any distinct property or attribute of the materiel or service that can be described and measured to determine conformance or nonconformance to contract requirements.

Contract — The written covenant and other contract documents agreed to and legally binding between the Purchaser and Contractor which specify requirements and conditions that must be complied with to successfully complete the work.

Contractor — An all-inclusive term covering manufacturer, erector, installer, fabricator or Owner who performs or

contracts to perform either for his own use or for that of another and for or without remuneration any work to which this standard applies.

Contract Requirements — The terms, conditions and provisions specified in the contract or in specifications, drawings and other contract documents referenced in the contract.

Evaluation — An appraisal to determine whether or not production and quality control systems are, or are capable of, producing a quality product or service, and generating evidence that support decisions of acceptability.

Inspection — The careful examination, measurement, and testing of the characteristics of materiel and services to ensure they meet contract requirements.

Inspection Equipment — Any tool, gauge, fixture, apparatus, or other device used for inspection purposes.

Jurisdiction — The Federal, Provincial or Municipal agency having the lawful right and power to interpret the law and exercise official authority over the qualtiy of the work.

Materiel — An all-inclusive term used to denote raw materiels, parts, components, assemblies, equipment or finished product.

Objective Evidence — Any recorded results of measurements, tests or observations which provide facts pertaining to the quality of the work which can be verified.

Owner — The party who will have title to the materiel, being manufactured or the facility or installation under construction including the Owner's designated Engineer, Designer, Operator or Agent.

Purchaser — The party named in the contract who is procuring the materiel and services specified in the contract from a Contractor or Subcontractor.

Quality Assurance Representative — The person appointed by the Owner, or Purchaser to survey and verify the quality of Contractor's and Subcontractor's work. He shall not be an employee of the party performing the work.

Repair — Restoring nonconforming materiel to a condition acceptable to the QA Representative although it does not meet contract requirements.

Rework — Restoring nonconforming materiel to meet contract requirements.

Services — Work and incidental materiel specified in a contract such as inspection, nondestructive examination, calibration, testing, welding, analysis etc.

Subcontractor — The party having a contract with the Contractor to perform any part of the work, but does not include one who merely supplies relatively minor items of equipment or materiel.

Verification — Examination and testing by the QA Representative to confirm decisions made by those performing the work concerning conformance of materiel to contract requirements.

Work — All labour, materiel, equipment, structures, services, supplies and acts required to be done, furnished or performed to which this standard applies.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

Capitulo 8

Circuitos termohidraulicos

Ing. Arnoldo Blumenkrantz

8.I NECESIDADES DE UN CIRCUITO EXPERIMENTAL DE ALTA PRESION EN CNEA

8.I.a Generalidades:

El desarrollo de un plan nuclear independiente requerirá obviamente la disponibilidad local de capacidad de ingeniería, para la resolución de múltiples problemas tecnológicos conexos. La resolución de dichos problemas exigirá en una amplia gama de temas y en particular en aquellos donde se requieran soluciones tecnológicas originales, el prerrequisito de existencia de facilidades experimentales, que incluye naturalmente el requerimiento de personal especializado con capacidad para operarlas, planear experiencias y analizar resultados.

Se han analizado aquí los requerimientos experimentales de un loop de alta presión para estudios vinculados con la isla nuclear. Dichos requerimientos están contemplados en la hipótesis de la adopción de un plan de centrales nucleares con moderador de agua pesada y tubos a presión, incluyendo la posible variante de refrigeración por agua liviana en ebullición. Se contemplan igualmente las necesidades de optimización de la central Atucha.

Planteada la necesidad de facilidades experimentales como instrumento indispensable del desarrollo de capacidad de diseño, cabe la opción entre dos soluciones; la instalación de laboratorios adecuados en el país o la ejecución de las experiencias en el extranjero. Esta última opción incluye, a su vez, toda una gama de variantes, desde el simple alquiler de facilidades experimentales (estando el planeamiento, ejecución y análisis de experiencias a cargo de profesionales argentinos), hasta la compra de tecnología ya elaborada. Consideramos que la selección entre estas variantes representa una opción política de consecuencias importantes: la disponibilidad local de adecuadas facilidades experimentales permitirá integrar la infraestructura científico-tecnológica indispensable para el desarrollo nacional de centrales nucleares. La solución basada en alquilar facilidades en el extranjero implicaría una vinculación esporádica con lo experimental, no permitirá integrar adecuadamente los grupos de trabajo y en definitiva limitaría la capacidad real para planificar y usar adecuadamente de las experiencias, derivando finalmente en dependencia e incapacidad para encarar creativamente los problemas de operación y diseño.

Es conveniente alertar aquí contra el mito de autosuficiencia de los códigos de diseño, el que indica que es posible, por adquisición de códigos de cálculo, suplir la falta de una infraestructura científica-tecnológica y la consiguiente posibilidad de prescindir de todo apoyo experimental. Esta

argumentación es falsa, por cuanto:

a) Los códigos de cálculo representan una herramienta formal de gran eficacia que debe sin embargo ser complementada con datos y correlaciones empíricos adecuados al problema específico que se trata. La obtención de estos datos puede implicar un considerable desarrollo experimental.

b) La adaptación de nuevos desarrollos tecnológicos y la rápida obsolescencia de los criterios de diseño hace necesario disponer de la capacidad de adecuar los métodos de cálculo a las nuevas situaciones. El enfoque puramente mecánico de "uso" de tecnología importada impediría esta adecuación, a menos de perpetuar un sistema dependiente de licencias.

c) Ciertos problemas de diseño requieren indiscutiblemente una verificación experimental de perfomances.

d) Una parte de los códigos de cálculo necesarios no están disponibles por razones puramentes comerciales.

Otro aspecto importante que avala la necesidad de contar con circuitos experimentales es su uso como herramienta para la recepción de ciertos componentes que deben, necesariamente, ensayarse en condiciones similares a las de funcionamiento. De no contar con esta facilidad de ensayos, puede verse reducida la posible participación de la industria nacional en la provisión de equipos para el plan de centrales nucleares.

8.I.b Circuitos de ensayo existentes en el país

Por razones metodológicas y teniendo en cuenta sus limitaciones experimentales, se han clasificado en este estudio los circuitos de ensayo en base a su presión de servicio, según que operen a presiones cercanas a la atmosférica o a altas presiones.

Los circuitos de ensayo disponibles en el país actualmente operan exclusivamente a presiones cercanas a la atmosférica. Existe una vasta gama de experiencias de gran interés vinculadas con el programa nuclear que pueden realizarse a presión atmosférica, tales como:

Estudios de Modelos
Mezclado en Subcanales
Estudios Dinámicos de Elementos Combustibles y Componentes.
Curva Característica de Bombas
Medición de Turbulencia y Fluctuaciones de Presión
Calibración de Variados Instrumentos

Sin embargo, la verificación real de perfomances deberá hacerse en las condiciones de operación, lo que requerirá indiscutiblemente la disponibilidad de un circuito experimental que opere a altas presiones.

Se analiza a continuación las posibilidades experimentales de los cuatro laboratorios nacionales más importantes en las áreas de hidráulica y transferencia térmica. El resto de este estudio está destinado a definir las características de un circuito experimental de alta presión que cumpla los requisitos vinculados con el plan nuclear, y a evaluar en ese sentido el circuito in-pile del reactor MZFR que ha sido ofrecido a CNEA en el marco del Acuerdo de Cooperación Argentino-Alemán.

8.I.b.1 Capacidad Experimental presente

Se detallan a continuación los laboratorios nacionales visitados (incluyendo CNEA), con mención en cada caso de los temas de interés para el plan nuclear, cuyos requerimientos experimentales pueden ser cubiertos en base a la capacidad instalada presente.

8.I.b.1.1 Laboratorio de Hidráulica, Universidad de la Plata:

Estudios de Modelos
Medición de Turbulencia

8.I.b.1.2 Laboratorio Nacional de Hidráulica:

Estudios de Modelos

8.I.b.1.3 Lemit:

Calibración de Caudalímetros
Curva característica de bombas dentro de los siguientes rangos:
Hasta 3000 m3/hora
200 metros de altura de carga
200 HP
Calibración de Manómetros (hasta 500 Kg/cm2)

8.I.b.1.4 Laboratorio de transferencia Térmica, Departamento de Reactores, CNEA:

Convexión líquida, ebullición, fenómenos críticos a presiones cercanas a la atmosférica.

Transitorios de transferencia térmica
Medición de Fracción de Vapor

8.I.c Circuito de alta presión
Alcances de los ensayos

Uno de los objetivos principales del circuito experimental de alta presión (CEAP) es la comprobación de valores, correlaciones y modelos usados en códigos de cálculo, indispensables para predecir con precisión la perfomance termohidráulica y mecánica de elementos combustibles. Permitirá

igualmente estudiar los problemas mecánico-dinámicos, metalúrgicos y químicos no inducidos por irradiación, cuya solución es principalmente empírica. La instalación y operación de un circuito experimental de alta presión permitiría asimismo adquirir experiencia en los problemas de tecnología de altas presiones, característicos de la industria nuclear, así como sobre el comportamiento dinámico de circuitos presurizados y perfomance de componentes de alta presión. La disponibilidad de este circuito podría igualmente beneficiar a la industria nacional convencional, para la resolución de múltiples problemas de transferencia térmica tales como medición de coeficientes y fenómenos críticos con mezclas en ebullición, cuya resolución permitiría mejorar los diseños y contribuir al desarrollo de la ingeniería básica local.

8.II LISTADO DE ENSAYOS PREVISTOS

Se transcribe a continuación un listado de experiencias previstas vinculadas con el plan de centrales nucleares, para las que se requiere la disponibilidad de un circuito de alta presión. No se han incluído en el listado programas experimentales de tipo fundamental que posibilitaría la disponibilidad de este circuito, los cuales contribuirían a la mejor comprensión de los fenómenos y por lo tanto redundarían indirectamente en la mejora de diseños o perfomances.

8.II.a Necesidades de un circuito a Presión y Temperatura para diseño de Elementos Combustibles (E.C.)

8.II.a.1 En General

i) Mediciones de vibración de EC en condiciones de Presión y Temperatura similares a la del reactor.

ii) Ensayos de perfomance hidrodinámica (largo plazo)

iii) Comportamiento de zonas sometidas a rozamiento para evaluar desgastes y corrosión por fricción en condiciones de química de agua controlada.

iiii) Ensayos de corrosión con transferencia térmica.

8.II.a.2 Para Rediseño Atucha

i) EC normales:

i.I Ensayos de vibración y perfomance de los prototipos propuestos como diseños alternativos.

ii) EC enriquecidos con Pu:

ii.I Ensayos de vibración, corrosión por fricción, y corrosión con transferencia térmica, para los EC.

ii.II Ensayos de perfomance a largo plazo.

8.II.a.3 Para línea Cordoba (CANDU)

ii.II Ensayos de diseño (vibraciones) de nuevos diseños o diseños alternativos.

ii.III Ensayos para estudio de la influencia metalúrgica de las variaciones rápidas de temperatura de vaina por desplazamiento de la frontera de Drvout, en el caso de BHWR.

8.II.b Ensayos Termohidráulicos

8.II.b.1 En general

Medición de Flujo Colórico de Burnout en manojos de elementos combustibles

– Pérdida de carga en manojos de EC, incluyendo escurrimiento bifase.

– Efecto de excentricidades sobre el comportamiento termohidráulico del EC, particularmente su efecto sobre flujo colórico de B.O.

– Comportamiento termohidráulico del EC en condiciones de transitorios debidas a accidentes.

– Efecto de distintos parámetros constructivos sobre la eficiencia y el comportamiento transitorio del presurizador, y su comparación con modelos teóricos.

8.II.b.2 Para optimización de Atucha:

– Efecto de nuevos diseños de espaciador sobre el comportamiento termohidráulico del EC, particularmente su efecto sobre el flujo calórico de B.O.

8.II.b.3 Para línea CANDU:

Una línea particularmente interesante para el desarrollo de una política nuclear nacional es la de reactores de Uranio natural moderados por agua pesada y refrigerados por agua en ebullición. Este concepto plantea la necesidad de una serie de estudios experimentales que incluyen en particular:

– Estudios de Dryout y coeficientes de transmisión de calor en funcionamiento post-dryout.

– Inestabilidades de caudal en escurrimiento bifase.

– Medición de Fracción de Vacío.

8.II.b.4 Simulación con Freón

El ensayo termohidráulico de EC en condiciones idénticas a las del reactor y con generación eléctrica de calor conduciría al requerimiento de potencias incompatibles con las disponibilidades presentes de nuestro país.

La simulación con Freón del comportamiento termohidráulico bifase de sistemas refrigerados por agua permite por otra parte disminuir por un factor 15 las potencias necesarias, conduciendo a resultados de alta precisión (Anexo I).

El uso de Freón resulta apropiado entonces para simular

el comportamiento termohidráulico en todos aquellos ensayos (B.O. en particular) que por su naturaleza requieran la generación de elevados flujos calóricos.

8.II.c Diseño de Componentes:

El loop será utilizado para ensayar elementos componentes de circuitos, atendiendo en particular a:

– Efecto combinado de altas presiones y temperaturas sobre la estanqueidad y perfomances de distintos tipos de cierres.
– Perfomance de válvulas y bombas.

Ensayos en condiciones similares a las de operación para recepción de componentes.
El loop representaría una herramienta muy útil para el desarrollo local de ciertas partes de las máquinas de recambio de elementos combustibles.

8.II.d Experiencias en el área de Instrumentación y control

a) Ensayos de componentes y cadenas de instrumentación desarrollados en el laboratorio.

b) Ensayos de distintos criterios de control de los parámetros de la loop.

c) Ensayos de identificación de comportamiento dinámico de los componentes de la loop.

d) Proyecto de complementación de la loop, como parte de un modelo de central nuclear para ensayos de simulación.

8.III DEFINICION DEL CIRCUITO IDEAL

8.III.a Características y Lista de Componentes

En base al programa de ensayos previstos, se ha determinado que el circuito experimental debe cumplir las siguientes especificaciones:

Caudal: 200 m3/h.
Presión: 115 ata
Temperatura: 300°C
Pérdida de carga disponible en sección de ensayos: 7 at.
Potencia calefactora disponible en sección de ensayos: 1 MW (20.000 Amperes, 50 Volt, corriente continua)
Material: acero inoxidable.
Medio refrigerante: H_2O demineralizada o freón (ambos están previstos, según el tipo de ensayos).
Longitud máxima de la sección de ensayos: 6 m
El circuito podrá adecuarse para sección de ensayos vertical u horizontal.

Posibilidad de regular la disipación de potencia entre 0 y 100 o/o.

El loop representará las condiciones del circuito primario de un reactor presurizado: agua subenfriada, pudiendo sin embargo tolerarse pequeños títulos de vapor a la salida de la sección de ensayos. En una etapa posterior, se prevé la adaptación del circuito para condiciones de ebullición franca (BWR).

La regulación del sistema deberá mantener la presión constante a la salida de la sección de ensayos, debiendo existir la capacidad de hacer variar y regular la temperatura del refrigerante a la entrada de la sección de ensayos. El agua deberá ser desmineralizada y desgasada, manteniéndose su pureza en forma constante por demineralización continua.

El circuito deberá cumplir requisitos de alta estanqueidad.

El loop incluirá los siguientes componentes principales:

– Bombas centrífugas
– Intercambiador de Calor para disipar 1,2MW (ensayos de transferencia térmica)
– Presurizador, encargado de mantener la presión del sistema constante y absorber la dilatación del fluido. Se podrá complementar con un sistema adicional de regulación de volumen.
– Válvulas de regulación de caudal.
– Precalentador para regulación fina de temperatura de entrada y calentamiento de la masa de agua en puesta en marcha.
– Desgasificador.
– Filtros y sistemas de purificación del agua de refrigeración.
– Sistema secundario cerrado con torre de enfriamiento.
– Tanque de almacenamiento del sistema de alimentación y bomba de alimentación.

Las características de todos los componentes anteriores resultarán del diseño detallado a efectuarse en base a los requisitos del loop señalados más arriba. Al adaptar el circuito para régimen de ebullición franca se deberá incluir un separador de vapor y un condensador.

8.III.b Diagrama de Flujo

Se incluye a continuación el diagrama de flujo previsto (Fig. 1) para el circuito experimental de alta presión, que cumpliría las condiciones del loop requerido detalladas en el presente trabajo.

La tabla 1, complementaria del diagrama, contiene la descripción de los componentes y el número de orden correspondiente en el loop MZFR (o la indicación de que se trata de una modificación o un componente nuevo a ser provisto).

TABLA 1

Lista de componentes Principales

Denominación	Descripción del componente	No Componente Loop MZFR
1a	Bomba principal, Ø 65, 50 KW	31.101
1b	" " " "	31.201
1c	" " " "	31.301
2a	Válvula clapeta, Ø 65, p: 160	37.157
2b	" " " "	37.257
2c	" " " "	37.355
4	Calefactor y separador de gases, 90 KW	47.102
7a	Válvula de tres vías Ø 65, p: 160	38.155
7b	" " " " " "	38.255
8a	Válvula regulación motorizada Ø65 p: 160	38.159
8b	" " " " "	38.259
8c	" " " Ø20 "	Nueva
9a	Tramo de medición Ø 65	FE 109
9b	" " " "	FE 209
9c	" " " Ø 20	Nuevo
10	Filtro grueso Ø 65	45.102
11	Válvula reguladora manual Ø 32, p: 160	38.493
12	Válvula de cierre Ø 65 p: 160	37.153
13	Presurizador	27.102
15	Válvula de cierre Ø 25, p: 160	37.865
16	Amortiguador	27.502
18	Bomba de dosificación, LEWA	31.501
19	Filtro grueso, para bomba LEWA	45.501
20	Válvula de cierre manual, Ø 25, p: 160	37.886
22	" " " " Ø 15, p: 160	37.853
23	Intercambiador de calor	22.403
24	Válvula regulación manual Ø 15, p: 160	38.498
25	Válvula de cierre manual Ø 10, p: 10	37.555
26	Válvula de seguridad 9 atm	39.652
27	Intercambiador de cationes	43.601
28	Intercambiador de aniones	43.603
29	Válvula de cierre manual Ø 15, p: 160	37.653
30	" " " " "	37.654
31	" " " " "	37.659
32	" " " " "	37.697
33	" " " " "	37.698
34	Válvula de cierre manual Ø 15, p: 160	37.667
Aa	Intercambiador de calor 0,6 MW	22.101 Modificado
Ab	" " " "	22.101 Modificado
B	Filtro del circuito principal 265 l	45.101
C	Tanque de almacenamiento 2500 l	27.601

DENOMINACION	DESCRIPCION DEL COMPONENTE	NO COMPONENTE LOOP MZFR
Da	Válvula de cierre manual Ø 150 P= 160	Nuevo
Db	" " " "	"
Ea	Válvula reguladora manual Ø 65 P 160	37.164
Eb	" " "	37.264
Ec	" " "	37.253
Fa	Válvula de cierre manual Ø 65 P 160	37.465
Fb	" " " "	Nuevo
G	Tramo de medición Ø 65	"
H	Clapeta Ø 65 P 160	37.156
J	Válvula de seguridad, Presión de venteo 125 at	39.158
K	Válvula de seguridad, idem	39.258
L	Válvula de seguridad, idem	39.170
Como repuestos se necesitan adicionalmente una válvula de cada tipo y dimensión.		

8.IV USO DEL LOOP MZFR PARA LOS FINES DE CNEA

8.IV.a Características Loop MZFR

Presión diseño	100 atm.
Presión operación	90 atm.
Temperatura	300°C
Potencia Máxima c/canal ensayo	2 MW
Caudal c/canal ensayo	29 t/h

2 Canales de ensayo operables en forma totalmente independiente en base a 2 circuitos separados.

Parte de los sistemas auxiliares son comunes y conmutables a uno u otro loop.

8.IV.a.1 Circuito principal de refrigeración:

Características y componentes principales.

- Medio refrigerante D_2O
- Presurizador 100 atm.
  (27.102/202)
  Cantidad: 1 x loop
- Bombas: Tipo Centrífuga de rotor sumergido (Canned)
  31.101/202/301)
  Cantidad: 3 — 1 x loop + 1 reserva
- Válvulas de regulación Caudal entre 4 y 10 Kg/seg.
  (38.159/259)
- Intercambiadores de calor: Presión diseño 100 atm.
  (22.101/201 cantidad: 2 = 1 x loop
- Regulación de temperatura entre 100 y 250°C

Por mezclado de agua fría del intercambiador con agua caliente en Bypass.

- Separadores de gas: 1 x loop
  (48.101/201)
- Calentador: tipo: eléctrico
  (47.102/202) Cantidad:
  1 x loop
  1 x loop
- Filtros:
  (45.101/201) Caudal: 8 Kg/seg.

8.IV.a.b.2 Sistema de Alimentación

- Bomba de llenado: cantidad: 1
  (31.501)
  tipo: de membrana
  Función: llenado de los circuitos.
- Recipiente de compensación: Cantidad: 1
  (27.502)
  Función: Absorber picos de presión de la bomba de llenado.
- Tanque de llenado Cantidad: 1
  (27.501) Presión diseño: 6 atm
  Volumen: 0,4 m3

Alimentado de barriles o desde tanque de almacenamiento mediante bomba 31.601.

- Tanque de almacenamiento: cantidad: 1
  (27.601) Presión diseño: 6 atm.
  Volumen: 2,5 m3

8.IV.a.3 Sistema de instalaciones Auxiliares

- Purificación de agua de refrigeración.
  Capacidad: 300 Kg D_2O/h
  Columna catiónica (43.801)
  Intercambiador de calor (22.801)
- Purificación del agua de descarga.
- Toma de muestras.
  Enfriador (22.301)
  Recipiente de toma de muestras (27.301).
- Limpieza de filtros
- Desgasificación.

8.IV.b Comparación de los datos del loop MZFR con los requerimientos experimentales de CNEA

8.IV.b.1 Presión máxima de servicio

El diseño de la instalación debe ajustarse a las normas para recipientes a presión. Por carecer de documentación pertinente en lo que respecta al diseño de detalle de los componentes, no estamos en condiciones de verificar por cálculo la presión máxima de servicio.

En base a las especificaciones de CNEA, la firma GHH, fabricante del loop MZFR, ha propuesto el uso de los componentes del loop para una presión de trabajo de 115 Kg/cm2 (Proyecto Nº KT 70/9003 de octubre de 1971).

La presión máxima de servicio, esto es la presión de venteo de las válvulas de seguridad, debería ser aproximadamente 10 o/o más alta.

Sin embargo de la propuesta de la firma GHH no resulta claro si la presión indicada de 115 Kg/cm2 es la presión de trabajo o la máxima presión de servicio, así como las normas en que esta estimación está basada y factores de seguridad usados.

Esta cuestión debe aún ser aclarada, para lo cual se ha solicitado información detallada a la firma GFK.

8.IV.b.2 Temperatura máxima de servicio

La firma GHH indica como temperatura máxima de servicio 300ºC. También aquí es necesario verificar hasta dónde se siguen cumpliendo las normas.

El desarrollo de las temperaturas es fundamentalmente distinto en el loop MZFR y en el loop requerido por CNEA. En servicio normal del loop MZFR las bombas transportan agua de aproximadamente 110ºC. En el circuito CNEA, en los ensayos sin calentamiento eléctrico de la sección de ensayos, el agua tendrá en todo el circuito una temperatura aproximada de 300ºC. Esta situación puede tener consecuencias negativas sobre el comportamiento en servicio de las bombas principales. También sobre este punto se ha solicitado información adicional.

8.IV.b.3 Caudal máximo

Las tres bombas actuales operando en paralelo no permitirían alcanzar el caudal requerido de 200 m^3/h a menos de efectuar modificaciones importantes en el sistema. Se sugiere la conveniencia de aumentar el área de paso (sustitución de las tuberías por otras de mayor diámetro o colocación de cañerías en paralelo). Será necesario un estudio detallado de las pérdidas de carga del circuito para decidir si es necesario agregar una cuarta bomba o efectuar modificaciones en los rotores de las bombas existentes.

8.IV.b.4 Intercambiadores de calor

El intercambiador principal se utilizará sólo en el caso de ensayo termohidráulico con refrigerante Freón de secciones de ensayo calentadas eléctricamente, siendo la potencia máxima a disipar de aproximadamente 1.2 MW (potencia de sección de ensayos más potencia calórica de bombas. Cálculos preliminares indican que los dos intercambiadores principales del loop MZFR ubicados en paralelo en las condiciones y temperaturas propuestas pueden en principio disipar aproximadamente esa potencia.

La disposición en paralelo permitiría disminuir la pérdida de carga, factor que resultará crítico debido al importante aumento de caudal previsto.

Deberá preverse igualmente un intercambiador de calor para disipar la potencia calórica generada por las bombas (y eventualmente el desgasificador–calefactor) durante los ensayos sin generación de potencia, que usarán agua como refrigerante.

8.IV.b.5 Desgasificador–calefactor

El calentamiento de la instalación se realiza mediante el desgasificador–calefactor cuya potencia es 90 KW. Con esta potencia será posible llevar la masa de agua de la instalación a la temperatura de servicio de 300ºC en aproximadamente 8 horas. Los gradientes de temperatura en los componentes no sobrepasarán así 0,6ºC/min., valor considerado adecuadamente bajo.

8.IV.b.6 Sección de ensayos

La sección de ensayo deberá ser de uso universal para la simulación de los canales combustibles en los reactores de

Atucha, Córdoba y otros en el futuro. Deberá preverse por lo tanto su ubicación vertical u horizontal según el caso.

8.IV.b.7 Sistema de Purificación de Agua

En los ensayos de larga duración con elementos combustibles, la calidad del agua deberá corresponder a la de un circuito primario de reactor. Debido a la capacidad limitada de la bomba del by pass, el intercambiador iónico previsto para funcionamiento contínuo en el loop MZFR permite procesar un caudal máximo de 160 l/h, lo que representa en nuestro caso tan solo 0,11 o/o del caudal total. Debe examinarse si esto es suficiente, siendo habitual en reactores que el sistema de purificación de agua esté diseñado para 1 o/o del caudal total.

8.V INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS PARA EL CIRCUITO.

8.V.a Edificio

Las características de la instalación hacen necesaria la construcción de un edificio especial, que consideramos debiera ubicarse en el Centro Atómico Ezeiza.

El mismo debe prever:

- una zona para la sección de ensayo
- al lado de la misma un sector para el transformador—rectificador para ensayos de transferencia térmica.
- un compartimento para el resto del circuito: bombas, intercambiadores, presurizador, tanque alimentación agua etc.
- una sala de control
- una oficina
- un baño-vestuario
- una zona cercana a la sección de ensayos para el montaje de experiencias
- Auxiliares: grúa, instalacion de gas, aire comprimido, luz, teléfono, acondicionamiento de aire en sala de control y oficina.

La zona para la sección de ensayos queda definida según el tipo de EC a ensayar. En el caso del CEAP resulta importante por cuanto los EC de Atucha requieren una sección vertical de 25 m. de altura, si se quiere prever la introducción de EC más cuerpo de relleno, mientras que los EC para la CNC, tipo CANDU, requerirían una sección horizontal de longitud variable pero no más larga que 12 m.

El proyecto se ajustará dentro de una superficie de terreno de 16 m x 15 m, sin incluir las instalaciones de servicios generales conexas así como cualquier construcción de servicios auxiliares que sea conveniente no introducir en la planta de ensayos (por ej., transformador de entrada de corriente eléctrica, gas o torres de enfriamiento). Dentro de esas medidas deberá proyectarse una construcción que se puede dividir en tres partes: a) zona de ensayo y circuito experimental, b) zona taller y c) zona de controles, oficina e instalaciones auxiliares.

La construcción del punto a) del tipo industrial, se diferencia netamente por la altura desde cota cero que deberá alcanzar los 25 m. y que permitirá la colocación de un puente grúa para el manipuleo de las secciones. La zona b) o de taller por el contrario reduce su altura a 7 metros y poseerá también un aparejo eléctrico que permita el movimiento de los elementos a montar. El area c) es la más densa en edificación por cuanto dentro de su altura total de aproximadamente 14 metros deberá construirse dos entrepisos sobre locales de planta baja para la instalación de gabinete de control, oficina de jefe, etc.

Superficies a cubrir:
punto a) 4m x 15m
punto b) 5m x 15m
punto c) 7m x 15m

El costo estimado del edificio es de $ 1.000.000. A este costo debe agregarse el puente grúa y aparejo estimado en $ 250.000.

8.V.a Requerimientos de Energía

La simulación con Freón del funcionamiento termohidráulico de un canal de reactor con calentamiento eléctrico directo de la sección de ensayos requiere, como se ha indicado más arriba, la disponibilidad de una fuente de potencia eléctrica de aproximadamente 1 MW. Los requerimientos exactos de amperaje y voltaje dependerán del diseño de la sección de ensayos, pero pueden estimarse en:

20.000 Amp-50 Volt-Corriente Contínua

El costo del equipo transformador-rectificador con regulación contínua necesario para una fuente de poder de estas características se estima en $ 1.500.000. Los requerimientos de energía del resto del circuito (bombas, calefactor, etc.) se estiman en aproximadamente 300 KW. La capacidad prevista del Centro Atómico Ezeiza es de 5 MW, y el análisis efectuado indica que la provisión de energía para el circuito experimental no representaría ningún problema en dicha ubicación.

8.VI REQUERIMIENTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

8.VI.a Personal

La supervisión de circuitos a presión puede efectuarse in situ o a distancia. La supervisión a distancia puede efectuar-

se desde una consola de control adecuadamente instrumentada y ubicada en un lugar alejado. En tal caso deben cumplirse algunas prescripciones adicionales. Así por ejemplo los instrumentos de medición más importantes deben duplicarse, a saber: nivel de agua en el presurizador, presión del circuito, caudal, temperatura en el calefactor. Una supervisión in situ de la instalación es sin embargo necesaria en períodos regulares (cada 2 horas, por ejemplo). Si se adopta el esquema de supervisión a distancia, puede colocarse la consola de control en el recinto de un reactor cercano y aprovechar así el personal de operación del reactor para la supervisión del circuito. El esquema de supervisión in situ de la instalación requiere la presencia continua de por lo menos dos operadores junto al tablero de control. Como la instalación deberá ser operada también durante la noche (ensayos de performance) debería disponerse en este caso de un equipo de 8 operadores (4 turnos). La ubicación del circuito en el Centro Atómico Ezeiza permitiría obviar el requerimiento de un plantel especial de operadores y aprovechar el personal de operación del reactor RAEP para la supervisión a distancia de la instalación. En este caso se requeriría únicamente el personal destinado a tareas de mantenimiento de la instalación, que se estima en:

2 mecánicos
1 electricista

Las tareas de este personal (y el de operación si se adopta un esquema de supervisión independiente) deberán ser coordinadas por un ingeniero responsable de la instalación. La fabricación de secciones de ensayo estaría a cargo de los talleres y personal especializado ya existentes en la institución.

8.VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.VII.a La disponibilidad de un circuito de ensayos de alta presión resulta indispensable para la adquisición de capacidad de diseño y el desarrollo local de variados aspectos de la tecnología nuclear.

Estos aspectos son: Ensayos termohidráulicos, de corrosión, vibraciones y performance de elementos combustibles nuevos y rediseñados, ensayos termohidráulicos en general; ensayos de performance de componentes, como ser bombas y válvulas, orientados al mejoramiento de la industria local, y experiencias en el área de instrumentación y control.

8.VII.b Se ha definido el programa experimental a cumplir por ese circuito, y se han especificado consecuentemente sus características principales.

De ello se desprende que el circuito sería usado por varios grupos de trabajo, con necesidades diferentes, lo que asegurará un alto porcentaje de utilización de la instalación pero impondrá necesariamente tareas adicionales de interfase. En particular, el fluído refrigerante, agua en los ensayos de performance, deberá ser cambiado por freón en las experiencias de transferencia térmica, situación algo heterodoxa, por cierto, pero compatible con el alto costo de la instalación. El programa de trabajo deberá ser establecido de manera de minimizar la frecuencia de dichos cambios.

8.VII.c Se ha analizado la oferta de un loop propuesto por GFK, se han comparado sus características con las del loop ideal para CNEA, y se han definido las modificaciones a introducir para adaptarlo a las necesidades de la institución. De este análisis resulta que el loop propuesto por GFK puede ser considerado como una fuente de componentes o partes que deberán ser integrados a un nuevo sistema de características globales diferentes, requiriendo por lo tanto cambios o modificaciones parciales de importancia, que han sido definidos en IV.2

8.VII.d En base al estudio realizado se recomienda lo siguiente:

8.VII.d.1 Promover a nivel de CNEA la decisión de instalar un circuito experimental de alta presión, teniendo en cuenta las inversiones, gastos operativos e incorporación de personal que ello implica.

8.VII.d.2 Aceptar la oferta si de las consultas efectuadas resulta que los componentes del circuito se ajustan a los requerimientos de CNEA (puntos IV.2.a y IV.2.b) y si las condiciones financieras son favorables para CNEA, pero teniendo en cuenta durante las negociaciones con GFK las erogaciones que representarían las modificaciones a introducir en el circuito.

8.VII.d.3 Solicitar que las modificaciones del circuito sean a cargo de GFK, incluyendo en particular la provisión de nuevas tuberías para el circuito principal y modificaciones del intercambiador de calor, así como la modificación de las bombas o provisión de cuarta bomba en caso de ser necesario.

8.VII.d.4 Requerir la asistencia a través del Convenio Argentino-Alemán para:

Asesoramiento sobre modificaciones.
Instalación y puesta en marcha del circuito.
Instrumentación y Control del circuito.

8.VII.d.5 Se deberá estructurar un servicio responsable de las tareas relativas a este circuito experimental, el cual deberá coordinar las tareas de diseño y modificación del circuito con los grupos de GKF, licitar los componentes adicionales a ser adquiridos por CNEA, asegurar que el

conjunto cumpla los requerimientos del programa experimental, supervisar la instalación y una vez puesto en servicio, asegurar la operación y mantenimiento del sistema así como coordinar el servicio para los distintos usuarios.

ANEXO 1

CIRCUITO DE FREON

La técnica de modelos en fluidos permite el estudio térmico e hidráulico de un sistema usando un fluído diferente a aquél utilizado en dicho sistema. La extensión de esta técnica al campo de los fenómenos críticos en escurrimiento bifase ha permitido trabajar en condiciones experimentales más favorables que las del fenómeno real, particularmente en problemas vinculados con el diseño de elementos combustibles, conservando al mismo tiempo un alto grado de precisión en los resultados.

La determinación de los flujos calóricos críticos de Burnout es una etapa esencial en el diseño de reactores refrigerados por líquidos. Debido a la naturaleza compleja del problema los intentos hechos para formular un modelo teórico de predicción del flujo crítico (CHF) para manojos de elementos combustibles no han sido exitosos. Experiencias muy costosas con el fluido real de trabajo y realizadas en escala geométrica total son usadas para obtener datos sobre el flujo calórico crítico y poder así desarrollar correlaciones empíricas de diseño. A fin de reducir el gran costo eléctrico de dichas experiencias se han realizado ensayos en escala. Uno de los métodos usados a tal fin es mediante la reducción de las dimensiones de la sección de ensayos pero utilizando el mismo líquido refrigerante. Este método de reducir las escalas ha sido exitoso para geometrías simples, pero existe evidencia que no funciona bien para los manojos de elementos combustibles.

Un método alternativo que está siendo ampliamente utilizado es reemplazar el líquido de trabajo, en nuestro caso agua, por un fluído de menor calor latente de vaporización. Esto reduce considerablemente la potencia calefactora requerida por la sección de ensayos. Los fluidos usualmente elegidos para tal tipo de modelos, son miembros de la familia de los fluor carbonados, por ejemplo, (freón, arkton, etc.), debido a su bajo calor latente de vaporización, y la amplia estabilidad de sus propiedades físicas. Además, la necesidad de mantener la igualdad de la relación de densidad líquido-vapor para ambos fluídos da por resultado presiones y temperaturas de operación mucho menores para el caso del freón. Esto incrementa la capacidad de visualización, los rangos de trabajo, y reduce los costos de construcción de dichas facilidades experimentales.

FUENTE DE CALOR DEL CIRCUITO

Se analiza aquí la posibilidad práctica de realizar determinaciones de flujos y potencias críticas para elementos Atucha o Candu en escala geométrica real.

Para ambos reactores la potencia calórica crítica del elemento caliente del núcleo es entre 1,6 a 1,7 veces la potencia nominal. Esto implicaría que para poder realizar dichos ensayos con agua a presión se debería contar con una fuente de 12,4 MW. Además, un análisis de la sección de ensayo (Atucha o CANDU), en que las barras combustibles tienen diámetros exteriores de aproximadamente 1,2 cm y deben ser construídas en acero inoxidable, indica la necesidad de contar con intensidades de corriente del orden 80.000 Amp. para espesores de barra de 1 mm.

En las condiciones de nuestro medio, efectuar experiencias en las condiciones mencionadas es física y económicamente inalcanzable. Existen muy pocas loops out of pile trabajando en estas condiciones en el mundo.

El uso de una analogía con Freón permitiría por el contrario llevar las condiciones experimentales a un rango perfectamente compatible con nuestras posibilidades prácticas.

Las principales ventajas de usar este líquido son:

1) La presión a utilizar es 6 a 7 veces menor

2) El caudal másico a utilizar es 1,5 veces menor, y

3) la **potencia** a utilizar es aproximadamente 15 veces menor

Esto implicaría:

a) una potencia máxima necesaria de **900 KW**

b) además por ser menor la presión se podría disminuir el espesor de las barras, lo que permitiría llegar a intensidades de corriente menores.

A continuación se transcribe la intensidad de corriente total necesaria para analizar las performances de un manojo de elementos combustibles tipo Atucha, en analogía Freón, tabulada en función del espesor de barra usado.

espesor (mm)	I total (Amp)
1	18670
0.5	13420
0.2	7700

capitulo 9

Instrumentación y control para centrales nucleares

Ing. Horacio Piccard y
Lic. Gerardo Gargiulo.

9.I DESCRIPCION GENERAL DE LOS SISTEMAS DE INSTRUMENTACION Y CONTROL DE UNA CENTRAL NUCLEAR

9.1.a Introducción:

Una planta de generación de energía eléctrica nuclear posee tres sistemas de instrumentación y control:

a) Sistema de instrumentación y control del reactor.
b) Sistema de instrumetación y control del sistema primario de generación de vapor (generadores de vapor, presurizador, bombas del primario, etcétera).
c) Sistemas de instrumentación y control de procesos comunes a otros tipos de plantas de generación de energía, usando combustibles no nucleares (turbogenerador, etcétera).

Los dos primeros sistemas, en general, están constituidos por dos subsistemas separados por razones de confiabilidad: el sistema de regulación que ajusta en forma óptima el valor de las variables controladas a los requerimientos de la planta (demanda de energía, rendimiento, etc.) o frente a perturbaciones y el sistema de seguridad que retorna las variables controladas a valores seguros ante una falla del sistema de regulación o pérdida de integridad de algún componente del reactor. En este sentido, hay que señalar que en los reactores de potencia empleados en centrales nucleares, a fin de que constituyan un sistema suficientemente rápido y flexible, su diseño físico es tal que sus coeficientes negativos no permiten que el mismo sea seguro en sí mismo, por lo que requiere un sistema de instrumentación y control adecuado para evitar que alcance condiciones de operación inseguras.

Se deduce de lo anterior la importancia que el sistema de instrumentación tiene en una Central Nuclear, desde el punto de vista de funcionamiento, seguridad, disponibilidad y economía, ya que permite que la Central cumpla con su objetivo de producir energía en forma segura al menor costo.

9.I.b Requisitos Generales

Los sistemas de instrumentación y control deben cumplir, entre otras, las siguientes funciones:

a) Llevar al reactor y sus sistemas auxiliares desde potencia cero a la potencia demandada, sin que ningún componente de la planta pase los límites de seguridad de funcionamiento con que fue diseñado.
b) Ajustar los parámetros de control ante las perturbaciones que afectan el funcionamiento de la planta (envenenamiento por Xenon, quemado del combusti-

ble, cambio de elementos combustibles, coeficiente de temperatura, pérdida de la carga por fallas en la turbina o la línea, etcétera).

c) Llevar los parámetros a valores normalmente seguros para el reactor en una serie de circunstancias, algunas de las cuales son:
   1) Falla del sistema de regulación.
   2) Pérdida de refrigerante por falla en las bombas de circulación.
   3) Pérdida de integridad de algún componente del reactor en cuyo caso debe evitar la dispersión de radioactividad y cerrar compartimientos o cambiar el camino de circulación de aire, etcétera.

d) Controlar los niveles de radiación en toda la planta con el objeto de salvaguardar la seguridad de sus operadores, y control de los efluentes líquidos y gaseosos de dicha planta para salvaguardar la seguridad pública.

Con el objeto de cumplir con estos requisitos generales, gran cantidad de parámetros son sensados ycontrolados en la planta, entre ellos: flujo neutrónico, presión del refrigerante, presión de vapor, flujo de vapor, posición de barras de control, temperatura de elementos combustibles, etcétera.

Dos características importantes que deben cumplir los sistemas de instrumentación y control son: velocidad de respuesta y exactitud. La primera permite capacidad de seguimiento rápido de la carga y está limitada por el tiempo de respuesta mínima que se puede lograr en el sistema de seguridad (que debe ser más rápido que el de regulación del parámetro). La segunda es fundamental, particularmente en lo referente a parámetros que determinan el rendimiento de la planta, donde una pequeña variación en la determinación y ajuste del rendimiento significa millones de pesos por año en términos de costo de producción.

Lo mismo cumple para la determinación del quemado del combustible, donde una pequeña variación en la determinación y control de reactividad puede reducir el quemado del combustible en magnitudes del orden de 100 MWd/ton. Por esta razón en la medición y control de ciertos parámetros se trabaja al límite de la tecnología actual.

Debido al alto costo de los elementos protegidos por la instrumentación y a los graves daños que podrían producirse en caso de fallar la misma, los requerimientos de confiabilidad constituyen una de sus características fundamentales. Para lograr esto no sólo se emplean componentes de alta confiabilidad sino que se emplean técnicas especiales, como ser: diversidad de mediciones para controlar una misma función; redundancia de mediciones de un mismo parámetro; pruebas periódicas de los canales de instrumentación con la planta en operación y por último, métodos de coincidencia para evitar las consecuencias económicas de paradas innecesarias del reactor provocadas por fallas en la instrumentación.

En cuanto a la diversidad y volumen de instrumentación encontrados en una planta nuclear, son muy amplios y entre otros se pueden enumerar los siguientes sistemas:

1) Cadenas de medición de flujo neutrónico integradas por: detectores de radiación neutrónica, preamplificadores de pulso, amplificadores de pulsos, preamplificadores de corriente, separadores, fuentes de baja y alta tensión, diferenciadores, integradores, ventanas discriminadoras, disparos de alarma, etc., con dispositivos de indicación asociados.
2) Cadenas de medición de parámetros del tipo convencional con el uso de diversos tipos de sensores (termocuplas, resistencias dependientes de la temperatura, bandas extensométricas, sensores de presión, caudalímetros, sistemas de transmisores, medidores de nivel, de presión diferencial, título de vapor, etcétera).
3) Sistema de recolección y procesamiento de datos para registrar la gran cantidad de datos producidos por los sensores ubicados en toda la central.
   Este sistema, en general, incluye multiplexers, conversores analógico-digitales, computadora con las unidades típicas de salida de esta última (teleimpresora, perforadora de cinta, etc.), unidades de alarma.
4) Sistema de control de la planta y reactor (en el caso del reactor canadiense, éste es efectuado por dos computadoras, con sus unidades asociadas multiplexers, conversores analógicos-digitales, unidades de salida, amplificadores, motores, válvulas, etcétera.)
5) Sistemas de seguridad que involucran cadenas redundantes con el uso de elementos de tipo magnético (relays, separadores, electroimanes, motores).
6) Otros sistemas de control de procesos usando controladores, promediadores, integradores, amplificadores, unidades de control de tipo hidráulico o de aire comprimido, etcétera.
7) Monitoraje de radiación (monitores de actividad en aire, de neutrones, tritio, de efluentes gaseosos y líquidos, de pies y manos, monitores portátiles, etcétera).
8) Instrumentación asociada al sistema de distribución de

la energía eléctrica generada.

9.I.c Instrumentación de grandes componentes

Otro aspecto referente a la descripción de los sistemas de instrumentación y control, de una Central Nucelar es que ella, en general, se refiere a los grandes lazos de control, pero no se destaca el volumen e importancia de la instrumentación particular asociada a grandes componentes como ser: bombas del primario, presurizador, etc. A título de ejemplo se dan algunos datos referentes a la instrumentación de una de las bombas del primario de la Central Nuclear de Atucha.

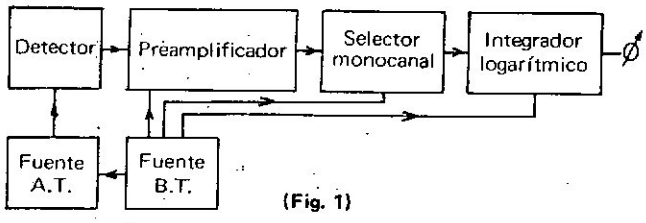
En ella se midan con fines de protección 6 parámetros, a saber:

1) Temperatura: en cojinete de empuje axial (lógica 1 de 1) en estator del motor impulsor (lógica 2 de 3) con termocupla.
2) Presión: de agua de sellos (lógica 1 de 1) con celda diferencial y de aceite lubricante (lógica 2 de 3) con manómetros, etcétera.
3) Caudal: de agua de sellos (lógica 2 de 3), de aceite lubricante (lógica 1 de 1), etcétera .
4) Vibración: juego de cojinete (lógica 1 de 1).
5) Dilatación: de eje con respecto a carcaza (lógica 1 de 1).
6) Velocidad de rotación: : con 4 sistemas de medición (lógica 2 de 3). Se controla velocidad máxima, velocidad mínima e inversión de marcha, con sensores de efecto Hall. Para este caso, según los valores alcanzados por los diferentes parámetros, se da condición de corte al reactor, lo que significa la detención de la Central.

9.II COMPONENTES DE SISTEMAS DE INSTRUMENTACION

La definición de componentes lleva implícita el concepto de grado de desagregación que se aplicará en el análisis de los sistemas de instrumentación, y es de importancia fundamental para la aplicación de la metodología propuesta en los memorandos del convenio CNEA-CFI. Para aclarar este concepto se hacen necesarios algunas consideraciones. En la jerga técnica de instrumentación electrónica se entiende por componente primario elementos tales como resistores, capacitores, transistores, circuitos integrados, etc. Ahora bien, desde el punto de vista de componentes de la instrumentación de una Central Nuclear, es imposible plantear el estudio fijando como grado de desagregación los componentes primarios, por su cantidad y por involucrar una tecnología diferente de la de diseño y construcción de una combinación de dichos componentes y que es lo que hace fundamentalmente al problema de instrumentación.

Por otra parte, considerar como componentes instrumentos medidores de período, reactímetros, monitores de radiación, etc., presenta la dificultad que se observa en el siguiente ejemplo: en general, cualquier instrumento puede constar de varios módulos, unidades funcionales o componentes funcionales. Así, el diagrama de partes de un instrumento de uso en el campo nuclear (monitor de lodo), es como se indica en la figura 1.



(Fig. 1)

donde se ve que está constituido por varias unidades o módulos funcionales, tales como preamplificadores, fuentes de alimentación, etc., cuya tecnología individual difiere de la del conjunto. Este hecho, juntamente con conceptos de flexibilidad de aplicación, confiabilidad, mantenimiento y costo, da lugar al empleo de sistemas modulares, los cuales, en base a un número de módulos, permiten construir funciones de mayor o menor complejidad con marcadas mejoras en los aspectos arriba señalados, como se explica en el Anexo I.

Por lo anterior, se entiende que el grado de desagregación conveniente al propósito del presente trabajo es el de componente definido como **unidad funcional, módulo** o **componente funcional,** o un conjunto de ellos según convenga en cada caso particular. En esta idea se ha tomado en cuenta que la definición de componente no puede ser absoluta, pues, por eje. una fuente de alimentación, según la función que cumpla y según queresponda o no a un concepto de tecnología modular, puede encuadrar en la idea de componente funcional o módulo, si está integrado a un equipo como tal, o puede encuadrar dentro de la idea de equipo si constituye un sistema independiente, como podría ser el caso de una fuente de A.T. para el detector semiconductor del monitor de elementos combustibles fallados, o el de una fuente de A.T. para propósitos generales, empleada en el laboratorio de instrumentación de una Central Nuclear.

9.III. PRESELECCION DE COMPONENTES

Entre las tareas planteadas con miras a implementar el convenio CNEA-CFI figura como básica la referente a la preselección de componentes a estudiar. Esto es así por cuanto no tiene sentido en el marco del presente estudio analizar, por ejemplo, componentes que ya se fabrican en el país con características de servicio y calidad suficiente para su aplicación en centrales nucleares. Sí, en cambio, asume especial importancia analizar aquellos componentes de aplicación en Centrales Nucleares que no se fabrican en el país, pero cuya fabricación sería de interés.

9.III.a Criterios para la preselección de componentes

Como criterios que definen el interés o la importancia de fabricar en el país ciertos componentes y que además resuelven el problema de la imposibilidad de analizar la gran cantidad de componentes, se adoptan los siguientes:

a) Preseleccionar aquellos componentes que, en base a consideraciones "a priori", permitan suponer que su fabricación tendrá un factor costo-beneficio favorable.

b) Preseleccionar aquellos componentes que, en base a consideraciones "a priori", permitan suponer que su fabricación involucrará un desarrollo tecnológico de interés.

c) Teniendo en cuenta que el número de componentes a estudiar es limitado, en lo posible el componente preseleccionado debe ser típido o representativo de un cierto grupo. Si bien el criterio (c) está contenido en cierta forma en el (b), se ha creído conveniente señalarlo explícitamente en la medida en que él cubre aspectos tecnológicos de producción y puede pasar desapercibido. Para aclarar lo anterior, tomamos como ejemplo el caso de dos componentes diferentes, para los cuales el factor costo-beneficio es favorable y el de beneficio tecnológico también. Si uno de esos componentes involucra una técnica constructiva más general, esta será favorecida en la preselección.

Como metodología de trabajo, se tratará de preseleccionar de acuerdo a los criterios (a) y (b) y luego se aplicará (c).

Definido, entonces, el grado de desagregación de la instrumentación de una central nuclear que se tomará como base para este trabajo, mediante la definición de la unidad mínima a estudiar, se presenta la dificultad de la gran cantidad de ítems y su costo unitario relativamente bajo y uniforme, factores que pueden conducir a preseleccionar como base de estudio un componente que, desde el punto de vista costo-beneficio y tecnológico no es importante y, recíprocamente, no hacer el estudio de otro que, desde el punto de vista mencionado, es muy importante. Un criterio que puede solucionar en parte esta dificultad es la ubicación del componente dentro de alguno de los rubros de aplicación que componen la instrumentación de una Central Nuclear y que son:

(1) **Instrumentación nuclear**
   a) Monitoraje neutrónico dentro del núcleo
   b) Monitoraje neutrónico fuera del nucleo
   c) Monitoraje neutrónico en arranque
   d) Monitoraje de radiaciones
   e) Monitoraje de elementos combustibles fallados

(2) **Instrumentación de procesos**
Comprende aquélla empleada para la regulación y control de la Central en su conjunto y de sus diferentes sistemas y subsistemas. Dentro de este rubro entrarían algunos dispositivos que deben reunir especificaciones especiales como ser, aquellos sensores de temperatura, caudal, etc. que van dentro del núcleo.

(3) Sistemas lógicos
Comprende enclavamientos operativos y de seguridad.

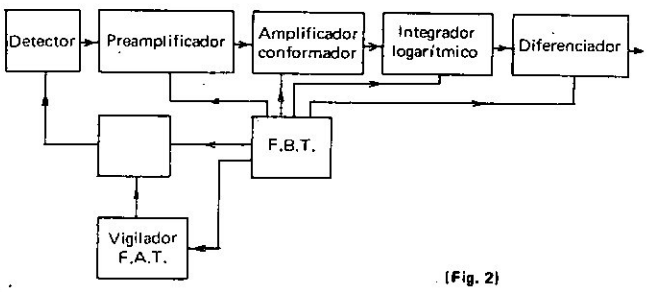
(4) **Computación**
Comprende todos los sistemas de procesamiento de señal, control y regulación a través de computadora.

La importancia de la clasificación anterior resulta de lo siguiente: la demanda de los componentes que hacen exclusivamente a la instrumentación nuclear quedará reducida en su mayoría, a la resultante de la construcción de Centrales Nucleares, con alguna incidencia resultante de la construcción de reactores experimentales, medicina nuclear y equipos nucleares de aplicación a la industria mientras que, para la mayoría de los componentes que entran dentro de los rubros (2), (3) y (4), esa demanda quedará fijada no sólo por la construcción de centrales nucleares sino también por la construcción de centrales convencionales, plantas petroquímicas, barcos, máquinas ferroviarias, etc. Luego, es lícito pensar que el aspecto costo-beneficio va a resultar más favorable para las componentes de los rubros (2), (3) y (4), que para los del (1) y para el caso de componentes cuya implementación en el país da el mismo beneficio tecnológico, la opción es clara. Se debe aclarar que el nexo entre esta clasificación por rubros y la dada en el capítulo de introducción es la siguiente: los sistemas (a) y (b) hacen uso de componentes y sistemas que caen dentro de los rubros (1), (2), (3) y (4), mientras que el sistema (c) hace uso de componentes de los rubros (2), (3) y (4).

Otro factor, que aparecerá como criterio de preselección, es el de tecnología, en el sentido de que se pueden

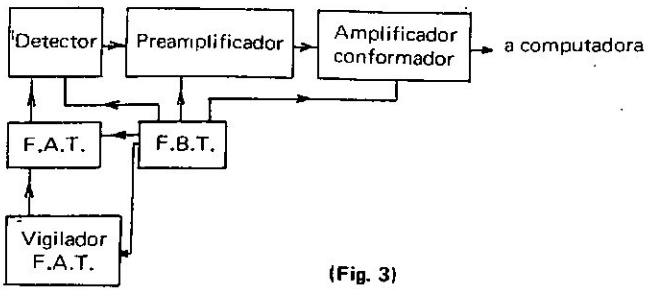
establecer dos grandes divisiones, tales como una tecnología analógica y una digital. Hay que señalar en este aspecto que el avance de la tecnología digital sobre la analógica es otro factor que debe ser considerado con respecto a las perspectivas futuras resultantes de las implementación de componentes y sistemas de instrumentación en el país ya que, según el peso que se dé a una u otra tecnología, el volumen de suministros en componentes de un rubro de aplicación u otro puede variar sustancialmente, afectando la factibilidad de su realización en el país. Para aclarar lo anterior y haciendo uso de la idea de que, de los diagramas de partes de los diferentes componentes y sistemas de instrumentación en los diferentes rubros de aplicación a la altura actual del arte, puede verse cuáles componentes, que responden a una tecnología analógica, pueden sobrevivir a un avance a fondo de la tecnología digital, damos el ejemplo siguiente:

En la Central Nucelar de Atucha, la función período del reactor se construye en forma analógica en la forma indicada por el diagrama de partes de figura 2:



(Fig. 2)

En el caso de la Central Nuclear de Río III es perfectamente posible, si ello quiere hacerse, construir la función período con computadora, con lo cual la parte analógica queda reducida a los módulos que se indican en el diagrama de partes de la figura 3.



(Fig. 3)

De este ejemplo surgen las conclusiones siguientes:

a) Que la digitalización en los procesos de construcción de funciones involucra, en la cadena de monitoraje de flujo neutrónico del ejemplo, una supresión de equipamiento del orden del 50%.

b) Que en esa supresión del 50% no entran los componentes siguientes:
   - detector de radiación
   - preamplificador
   - amplificador conformador
   - fuente de A.T.
   - vigilador fuente de A.T.
   - fuente de B.T.

Debemos aclarar que existe la posibilidad de que el preamplificador y el amplificador conformador formen parte de una interfase de la computadora, y aunque hasta el amplificador conformador el procesamiento de la señal sigue siendo analógico, desde el punto de vista de volumen de suministro el listado anterior puede ser aún más reducido, aumentando en cambio el volumen de suministros en el rubro de computación.

Si bien la consideración del factor tecnología en la preselección de componentes señala la necesidad de un pronóstico tecnológico, se considera que éste excede el marco del presente trabajo. No obstante es de interés señalar, como indicativo de evolución tecnológica, que en materia de empleo de técnicas digitales y de computación en instrumentación y control de reactores, todo parece indicar que se evoluciona en una aplicación cada vez mayor de las mismas. En este mismo sentido, habiendo señalado anteriormente la importancia del empleo de sistemas modulares para instrumentación y control de reactores, es conveniente señalar los objetivos fijados a la evolución de las normas de modularización en función de la evolución de la tecnología, y que son los siguientes:

a) En función de evolución de componentes (sin moficiación en naturaleza y características de señales de entrada y salida) la evolución de la norma debe ser tal que tienda a un aumento de confiabilidad, mantenimiento, especificaciones de operación y menor costo. Aquí, el caso típico es el de reemplazo de transistores por circuito integrados.

b) En función de evolución de técnicas de control de reactores con computadora, etc., la evolución de la norma debe ser tal que tienda a un aumento de confiabilidad, mantenibilidad, especificaciones de operación, menor costo y adaptación de señales de salida, tratamiento automáticos de la información. Aquí, ya

se propone como mínimo el agregado de funciones que adapten las señales de salida de la instrumentación analógica a entrada de computadora. Se consideran complementarios de lo anterior los siguientes conceptos:

– El desarrollo de un componente o de un sistema de instrumentación se inicia a partir de los componentes primarios y de la tecnología disponibles en ese momento y se hace de modo que satisfaga requerimientos de operación, confiabilidad, mantenibilidad y costo.

– La operación de ese componente o sistema de instrumentación, dentro de una instalación, se prolonga en tanto no haya problemas de obsolencia del sistema en sí o de componentes primarios que dejan de fabricarse.

La fabricación de ese componente o sistema de instrumentación se prolonga en la medida en que existe demanda (ésto supone que sus especificaciones siguen siendo suficientes) y que la construcción de la función (componente o sistema) con diferentes componentes y/o tecnologías no demuestre cumplir las mismas especificaciones a menor costo.

Al respecto, es interesante señalar que, en la parte de instrumentación de procesos de la Central Nuclear de Atucha, se usó el sistema Simatic P (con transistores), siendo evidente que el estado del arte daba para algo más moderno (con circuitos integrados).

Fijado en el ítem I el grado de desagregación mediante la definición de componentes y en ítem III.1 algunos criterios de preselección, para llegar a través de una adecuada combinación de los mismos a una lista de componentes preseleccionados, se realizaron las tareas que se consideran a continuación.

9.III.b Listado de componentes que integran la instrumentación de una central nuclear

Si bien ha sido frecuente en este trabajo recurrir a la información referente a la Central Nuclear de Atucha, ya que por ser construida en el país ha habido mayor disponibilidad de información y facilidades de verificación "in situ" de la misma, se ha tratado de centrar el problema en la Central Nuclear de Río III, por ser ésta a la que se van a hacer suministros y por estar fuertemente arraigada la idea de que las futuras centrales a realizar sean de ese tipo. Siendo la información disponible sobre la central de Río III, en el momento de realizar este trabajo, escasa, en algunos casos en los que ha faltado información se tómo como referencia algún sistema de la Central Nuclear de Atucha representativo de lo que faltaba. Otra limitación del listado es que la información disponible no es sobre la Central de Río III, sino sobre la Central Nuclear de Bruce (Canadá), por no estar la primera en etapa de proyecto. No obstante, por ser centrales del mismo tipo, existe la posibilidad de que la instrumentación de ambas centrales sea la misma y áun, pudiendo haber diferencias, puede admitirse que la magnitud de las mismas están dentro del grado de aproximación aceptable para el presente estudio. Otra característica del listado es que, de los ítems estudiados, el referente a instrumentación nuclear, ha sido el que metodológicamente ha sido tratado en mayor detalle (ver Anexo II), a fin de poner a prueba la metodología propuesta y ejemplificarla. En cambio, en la parte correspondiente a instrumentación de procesos, en razón de que la ejemplificación de la metodología ya fue hecha y del gran volumen de información a elaborar, ésta se ha volcado a nivel de listado de componentes tipo (ver Anexo III), lo mismo que para la parte de circuitos lógicos para enclavamientos operativos (ver Anexo IV).

La parte de circuitos lógicos para enclavamientos de protección, dada la falta de información de detalle en lo referente a la Central Nuclear de Río III y al hecho de que en la CNA está implementado en base a componentes mangéticos, filosofía diferente a la seguida en la central canadiense y a la parte de enclavamiento de la central de Atucha (componentes semiconductores), se consigna únicamente como referencia, que de implementarse en la Central Nuclear de RíoIII la parte de enclavamientos de protección en base a componentes semiconductores, se estima que el volumen de suministros y costo puede ser del orden del 50% de la parte correspondiente a enclavamientos operativos. La parte correspondiente a control de turbina no se ha analizado.

En el Anexo V se cubre la parte de preselección referente al tema de computación.

La implementación básica del listado se hizo en base a:

1) Información provista por el personal de DICNEA (Departamento de Instrumentación de la Comisión Nacional de Energía Atómica), asignado a tareas de seguimiento del montaje y puesta en marcha de la Central Nuclear de Atucha.
2) Información provista por el grupo de Informática del convenio CNEA-CFI.
3) Información disponible de Centrales Nucleares Canadienses.
4) Metodología desarrollada en Anexo II.

Esta metodologoía comprende el ordenamiento de la información en el conjunto de planillas I, en las cuales los

sistemas o equipos fueron agrupados de acuerdo a los ítems de los diferentes rubros de aplicación en ítems III.1.

Así, las planillas I-A corresponden a sistema de monitoraje de radiaciones, las I-B corresponden a la instrumentación de arranque, etcétera.

Una vez elaborados los juegos de planillas I para los distintos rubros de aplicación que se dan en Anexo II, se hizo:

a) Elaboración a partir de conjunto de planillas I del juego de planillas II, las cuales serán un listado de componentes propiamente dichos, agrupados por función.
b) Elaboración a partir de este conjunto de planillas II, de las planillas III de componentes tipo, entendiendo por componente tipo aquel cuya tecnología es tal que su realización supone capacidad para realizar toda una gama de componentes enmarcados dentro del tipo.
c) A partir de la planilla de componentes tipo, obtención de los componentes de interés por aplicación de los criterios de preselección.
d) A partir de la lista de componentes preseleccionados y a fin de analizar las posibilidades de los proveedores de realizar componentes de instrumentación en el país, en sus aspectos de desarrollo, equipamiento, etc. (ver metodología indicada en memoranda adjuntos a convenio CNEA-CFI), se caracterizaron mediante especificación detallada algunos componentes.

9.IV LISTADO DE COMPONENTES PRESELECCIONADOS

De la aplicación rigurosa de la metodología dada en apartado III, para el caso de instrumentación nuclear (Anexo II), y aplicada con diferentes grados de simplificación según el tipo, cantidad y posibilidad de uso (dentro del marco del convenio CNEA-CFI) de la información provista, para los casos de instrumentación de procesos (Anexo III), circuitos lógicos de enclavamiento (Anexo IV) y computación (Anexo V), resultaron preseleccionados los siguientes componentes:

Instrumentación nuclear

- Preamplificador de pulsos para detector semiconductor
- Preamplificador de C.C. lineal para detector autopropulsado
- Preamplificador logarítimico para detector gaseoso (C.I.)
- Fuente de A.T.
- Disparo de alarma

Instrumentación de procesos

- Conversor de f.e.m de termocupla a corriente normalizada
- Conversor separador
- Fuente de alimentación
- Controlador continuo

Circuito lógico de enclavamiento

- Módulo de protección

Computación

- Sistema de adquisición de datos
- Multiplex de bajo nivel
- Subsistema de multiprograma
- Plaquetas de interface para computadora

9.V ANALISIS DE LAS POSIBILIDADES DE FABRICACION DE COMPONENTES

9.V.a Metodología

A partir de la lista de componentes preseleccionados, se hizo para cada uno de ellos el análisis de los aspectos indicados en memoranda adjuntos al convenio CNEA-CFI:

a) Denominación del componente
b) Caracterización: especificaciones técnicas, precio, etcétera
c) Posibles proveedores
d) Materias primas y partes
e) Ingeniería básica y de detalle
f) Procesos de fabricación
g) Control de calidad

9.V.b Aplicación

a) Denominación: Preamplificador de C.C. para detector autopropulsado.
b) Caracterización:
   1) Especificaciones: se adjuntan en ítem I.7 de Anexo II.
c) Listado de posibles proveedores
   Alfa Nuclear
   Tecnitron
   Otros a determinar del relevamiento del parque industrial
d) Partes o subconjuntos
   1 chasis o módulo
   3 circuitos integrados
   1 helipot
   2 conectores
e) Ingeniería básica y de detalle (Ver Anexo VIII)
   1) Ingeniería básica

   Los aspectos de tecnología, equipamiento y personal,

deben ser provistos por el CNEA. La ingeniería básica debe significar especificaciones de sensibilidad, confiabilidad, etcétera.

2) Ingeniería de detalle

En principio, son los aspectos del desarrollo propiamente dicho.

f) Equipamiento

1) Instrumental

1 voltímetro diferencial: para medición de "drift"

1 osciloscopio: para uso múltiple

1 voltímetro de valor eficaz: para medición de ruido

1 fuente de alimentación de baja tensión: para alimentación de circuito en desarrollo.

1 multímetro: para uso múltiple

1 generador de señal de corriente: para simular el detector autopropulsado en condiciones prefijadas durante el desarrollo.

1 generador de funciones: para medición de estabilidad dinámica, velocidad de repuesta, etcétera.

1 fuente de alta tensión: para verificación de aislación.

1 megohmetro: para medir aislación.

1 cámara climática: para análisis de comportamiento en condiciones ambientales diferentes

2) Personal

Se considera que este desarrollo requiere un ingeniero y un técnico con experiencia mínima de dos años en temas afines.

g) Procesos de fabricación.

Se supone que las partes mecánicas (chasis o módulos) se compran como partes o subconjuntos. De lo contrario, involucra las operaciones mecánicas de fabricación de chasis.

1) Fabricación o pedido a otra firma de la plaqueta de circuito impreso.
2) Preparación de la plaqueta: verificación de su calidad, realización de perforaciones, etcétera.
3) Colocación de componentes sobre la plaqueta (conectores, transistores, circuitos integrados, capacitores, etcétera).
4) Verificación visual de la plaqueta armada.
5) Verificación dinámica sobre un probador.
6) Montaje y cableado de la plaqueta y demás componentes accesorios sobre el chasis o módulo.
9) Mantenimiento de línea (cubre cualquiera de las partes (4), (5), (6) y (7).
10) Envío a depósito u otro destino (ésto puede cubrir eventualmente las faces que van de (2) en adelante).

h) Control de calidad y ensayos.

1) Tecnología

Procedimientos de ensayo, interpretación de resultados de acuerdo a normas, problemas técnicos inherentes a control de calidad, etcétera.

Esta tecnología estaría dada básicamente por el DICNEA y serían las mismas que se aplicarían a los equipos en el DICNEA.

2) Equipamiento

En aspectos de Instrumental y herramental prácticamente se requiere el mismo que para desarrollo, y además, dispositivos para prueba dinámica y marcha de prueba.

3) Personal

1) técnico de escuela industrial o nivel equivalente con adiestramiento especial en el tema con supervisión de un ingeniero.

En este ejemplo, salvo la caracterización del componente y algún detalle específico del mismo, lo indicado en los aspectos de materia prima, ingeniería, personal, procesos de fabricación y control de calidad puede considerarse común a todos los componentes electrónicos preseleccionados.

En la parte de ingeniería, la elaboración del ítem equipamiento de instrumental condujo a la elaboración de un universo de instrumento que se da en Anexo VII y que se acompaña de una tabla dirigida a evaluar, durante las visitas a fábricas, la capacidad de las mismas en este rubro. La planilla permite deducir además, en forma indirecta, a través de análisis de la distribución del instrumental y de su tipo, volumen de desarrollos encarados, peso que se da al control de calidad en el proceso productivo, etc. Como parte de las tareas efectuadas en el análisis de posibilidades de fabricación de componentes para Centrales Nucleares, se realizaron visitas a diferentes firmas que operan dentro del rubro de instrumentación. Las preguntas planteadas a los proveedores tuvieron como guía el cuestionamiento que se da en el Anexo VII Algunos aspectos de esta encuesta se discuten a continuación.

9.V.c Aspectos referentes a la elaboración de la encuesta

El objetivo de la encuesta es conocer el estado actual de los proveedores a efectos de desarrollar capacidad técnica nacional en instrumentación de Centrales Nucleares. Una vez conocido, a través de la encuesta, el estado actual de los proveedores, habrá que compararlo con el estado en que deberían estar (definido "a priori") para realizar la instrumentación de Centrales Nucleares en el país a fin de hacer una evaluación de la situación y poder formular las

recomendaciones necesarias para alcanzar el objetivo señalado.

El marco de análisis en base al cual se definirá "a priori" el tipo o modelo de proveedor es el siguiente:

1) El conjunto de estos proveedores modelo, como meta mínima, a nivel de los componentes de instrumentación de una Central Nuclear en un plazo de 5 años, es decir, el porcentaje de instrumentación que deberá proveerse en la tercera Central Nuclera, Una meta más ambiciosa debería tomar en cuenta que se alcance madurez en el plazo indicado, pero teniendo en cuenta tendencias tecnológicas (si se mantiene o no la línea Candu) y pronósticos de nivel tecnológico de las empresas. Dado el plazo de tiempo fijado para desarrollar capacidad suficiente, el planteo de nivel tecnológico constante es aceptable.

2) En el lapso de tiempo indicado en (1), los proveedores se desenvolverán dentro de un sector productivo en estado mixto, es decir, en el cual coexisten empresas privadas nacionales (de capital interno), multinacionales, estatales y mixtas.

3) Los proveedores deberán responder a un concepto de tecnología conveniente, es decir, aquella concebida de modo de permitir el óptimo aprovechamiento de los recursos técnicos, energéticos, de materia prima y humanos del país, incluyendo en este concepto de optimización, el autoabastecimiento de aquellos productos que pueden determinar vínculos de dependencia. Cabe señalar que, de coexistir las hipótesis (2) y (3), lo harán en forma de compromiso.

4) Los proveedores deberán contar con el respaldo de organismos de Investigación y Desarrollo para crear tecnologías y esquemas de organización adecuados o para adoptar otros importados, si ello fuera conveniente. Esto es así, por cuanto tecnologías o esquemas de organización foráneos, no pueden, en general, satisfacer totalmente el concepto de optimización señalados en (3), ya que el marco histórico, económico y social que les sirvieron de base y a los cuales responden son diferentes de un país a otro. La industria actual requiere el laboratorio para funciones de: –
   - Apoyo a la producción.
     (control de calidad, problemas de línea, desarrollo de equipo para uso en producción, etc.)
   - Mejora de productos.
   - Desarrollo de nuevos productos.

   teniendo en cuenta que los proveedores locales actuales en el campo de instrumentación denotan carencias de tecnologías propias, parece necesario que ellos cuenten con el respaldo de organismos de investigación y desarrollo. ' Con respecto a este tipo de organismos, para tareas de desarrollo, se puede decir que, a excepción de los EE. UU., éstos se han venido multiplicando en casi todos los países industrializados y cada vez es más pronunciada la tendencia a establecerlos en otras áreas. Son múltiples las razones a favor de la subcontratación de trabajo a institutos de Investigación y Desarrollo, entre ellos se destacan la discontinuidad en el tiempo de los temas de investigación en una empresa por grande que sea, y la carga financiera que significa mantener constantemente un equipo altamente especializado con medios de trabajo abundantes y caros a su disposición" (Vidossich - Trabajo citado al final del punto 9.5.c.).

5) La industria privada nacional, generada en el contexto histórico, económico y social del país, en base a sus características de integración con capitales internos, reinversión de ganancias en el país y sensibilidad a su condicionamiento por parte del Estado a través de reglamentaciones legales y medidas promocionales, conforma una estructura compatible con el desarrollo de una tecnología conveniente. Una condición del sector electrónico nacional que respalda este enunciado es el hecho de que el esquema de trabajo es por "paquete" y no por "serie".

6) La industria privada nacional conforma una estructura compatible con la agilidad necesaria para lograr que, dentro de un plan de realización de 4 Centrales Nucleares en un plazo de 10 ó 15 años, el país realice la instrumentación de las mismas. Esta hipótesis es respaldada por las tratativas de CNEA con la Cámara Argentina de Industrias Electrónicas (C.A.D.I.E.). Si la CNEA encara el proyecto, diseño, montaje y puesta en marcha de Centrales Nucleares, en el campo de instrumentación, entre otros, la mayor parte de estas tareas, deberán recaer sobre la CNEA, y/o su equivalente, mientras que la parte de fabricación de componentes y desarrollo de aquellos que sea posible, recaerá sobre la industria privada nacional.

   Al respecto, algunos argumentos son los siguientes:
   - El volumen de inversiones necesarias
   - El carácter estratégico de la tecnología.
   - La necesidad de que esa tecnología responda a un concepto de tecnología conveniente.
   - La necesidad de un organismo que pueda dar cabida

a los numerosos grupos interdisciplinarios que deben actuar y que permita el contacto fluído entre los mismos, para afrontar con éxito el carácter multidisciplinario de las tareas a realizar.

- El hecho de que los conocimientos sobre temas de instrumentación de Centrales Nucleares sólos los poseen los que trabajan en ellos.
- La no existencia en el país de una infraestructura industrial de instrumentación como para estimar que sin un trabajo de coordinación adecuado se puedan lograr los objetivos.
- Que para que esa infraestructura abarque el tema de Centrales Nucleares, la CNEA tiene que construirlas, lo que significa que CNEA debe adquirir los conocimientos necesarios.

Parece razonable, entonces, suponer que la participación de la CNEA en la construcción de la Central Nuclear de Río III y en la tercera Central Nuclear, será preponderante frente a la de la Industria Nacional, limitándose la misma a la fabricación de componentes, desarrollo de alguno de ellos y diseño, construcción y montaje y puesta en marcha de algunos sistemas, especialmente en la parte de procesos. A partir de la cuarta Central Nuclear, las partes de instrumentación a integrar en la realización de Centrales Nucleares, por la CNEA y por la Industria Nacional, sería conveniente definirlas a medida que se avance en las tareas planteadas.

Lo supuesto es indirectamente, una definición genérica de un hipotético proveedor ideal. Se necesita definir el otro término a comparar, que es el proveedor real actual. Para ello, se ha definido un universo de proveedores mediante la selección de las empresas cuyos nombres se dan a continuación, y al lado de cada uno de ellos se ha indicado el rubro en el que se desempeña o que se estima tiene capacidad potencial para desempeñarse.

1) Elcomat (procesos)
2) Edixa (procesos)
3) Dear Medelec (procesos-nuclear)
4) Servotron (procesos)
5) Alfa Nuclear (nuclear)
6) Técnica Toledo (procesos-nuclear)
7) Wobron (procesos y nuclear)
8) Renca (procesos y nuclear)
9) Foxboro (procesos)
10) Tecnitron (nuclear)
11) Fate (Computación)
12) Coasin (computación)

Las seis primeras empresas, preevaluadas el año pasado, revisten especial interés por cuanto ellas son típicas del sector electrónico, enmarcan dentro de empresa privada de capital interno e integran un consorcio de empresas denominado ASINEL Además, los directivos de estas empresas han demostrado, durante las tratativas con CNEA, una actitud favorable al desarrollo de una infraestructura industrial en el campo de instrumentación.

Otro aspecto, que forma parte de la elaboración de la encuesta, es definir los conocimientos o "Know How", que se estima requerirá el proveedor modelo para volcarlo sobre la encuesta y poder obtener así la información necesaria. Esta tarea se ha orientado en base al trabajo sobre "Transferencia del Conocimiento Técnico en la Industria de Máquinas Herramientas del Brasil" de F. Vidossich (Naciones Unidas, Consejo Económico y Social. E/CN.12/920 Septiembre 1971). La guía empleada en la realización de la encuesta, resultante de las consideraciones anteriores y del asesoramiento del equipo económico del convenio CNEA-CFI, se da en Anexo VII.

9.V.d Aspectos referentes a la realización de la encuesta

Una vez preparada la guía de la encuesta, se juzgó conveniente que la misma fuera realizada por los responsables del estudio. Algunas de las razones se dan a continuación:

1) Los responsables del estudio han actuado y actúan en el ámbito de organismos estatales y siendo, en definitiva, el objetivo del convenio, un juicio de valor sobre la Industria en cuanto a sus posibilidades de realizar componentes nucleares, es elemental que para que éste sea válido, los responsables deben alcanzar un alto grado de consubstanciación con los proveedores y sus problemas.
2) En la medida que existe un lenguaje técnico similar que permite que el encuestador transmita conocimientos al encuestado y recíprocamente, la encuesta supone un acto docente de gran valor desde el punto de vista de desarrollo de proveedores.
3) Durante el desarrollo de la visita se plantean problemas (muchas veces los más importantes), que sólo pueden ser captados y analizados por especialistas y que escaparían completamente a las posibilidades de un encuestador sin preparación sobre el tema. Esto guarda relación con el hecho de que la encuesta, en el presente estudio, es sólo una aproximación. Para que fuera precisa, se debería conocer, perfectamente, al proveedor y el problema es que, en este estudio, precisamente se busca conocer al proveedor a través de la encuesta.
4) La encuesta supone, por parte de los directivos de las firmas que se visitan, empleo de tiempo en algo cuyos

resultados se les presentan como problemáticos. El hecho de que ella sea realizada por los profesionales responsables del estudio es una actitud de captación que facilita y mejora los resultados.

9.V.e Caracterización de las empresas

Las empresas consideradas grandes en el ramo de electrónica, están dedicadas a producción seriada de componentes (especialmente en la parte de comunicaciones), y las series cortas, previstas en la parte de instrumentación nuclear para la participación en la Central Nuclear de Río III, no representan un incentivo económico que compense los gastos emergentes de la adaptación de las líneas y laboratorios para la fabricación de esos componentes. Como de acuerdo a lo dicho en apartado V.1 de este estudio, esa producción debe realizarse como paso previo a una participación mayor, se ha puesto especial interés sobre la pequeña y mediana industria ya que, actualmente, se la considera con actitud y aptitud más adecuada para encarar el evento señalado según el sentido indicado en puntos (3), (4) y (5) del marco de referencia para la encuesta.

La encuesta, realizada hacia fines del año 1973, no alcanzó a cubrir el conjunto de firmas definido en apartado V.3 de este estudio, no obstante lo cual la información obtenida, complementada con la que ya se poseía de la preevaluación realizada hacia fines del año 1972, permiten caracterizar con cierta aproximación la empresa nacional representativa del grupo que se analiza.

La empresa "típica" de capital nacional, que se tiene como punto de partida para la eventual formación de una infraestructura industrial en instrumentación que pueda satisfacer el punto 1) del marco de referencia para la encuesta, es una empresa con superficie cubierta total comprendida entre 500 m^2 y 1000 m^2, cuyo capital y dirección está en manos de profesionales (generalmente ingenieros electrónicos) y con una organización empresarial básicamente artesanal (funciones directivas concentradas en muy pocas personas). La producción de esta firma es no integrada (la fábrica "no hace todo"), por lo que deben recurrir a los servicios de terceros especialmente en lo que hace a la provisión de partes mecánicas y componentes electrónicos primarios. En algunos casos existe cierto grado de integración de la parte mecánica.

El personal oscila entre 20 y 60 personas (incluida la dirección) del cual, entre un 10% y un 15% son profesionales. Este personal es, en cada nivel, estable y altamente capacitado por el tipo y diversidad de tareas que debe encarar, ya que la empresa produce en series cortas o a veces equipos únicos y no por series grandes ("por paquete" y no "en serie").

Económicamente, la firma típica, tiene una facturación anual que oscila entre los 100 millones y los 400 millones de pesos moneda nacional. Como dato de interés, la asociación de empresas ASINEL tiene en conjunto una facturación total anual del orden del 20% del costo de toda la instrumentación de una Central Nuclear. En cuanto a áreas de actividad, existen tres firmas con experiencia en instrumentación nuclear, pero ninguna de ellas trabajado en equipamiento que pueda resultar de aplicación directa en Centrales Nucleares. El resto de las firmas actúa en el campo de variadores de velocidad y unas tres firmas están trabajando en desarrollo de interfaces para aplicación de computadoras a control de procesos, experiencia que se considera de suma utilidad ya que, como en el caso nuclear, es transferible parcialmente a Centrales Nucleares.

La firma típica opera actualmente al 50% de su capacidad (1 ó 2 turnos), no mostrándose sus directivos proclives a un esquema de trabajo de cuatro turnos por problemas de índole administrativa y porque ello supone un crecimiento para el cual la dirección aún no está preparada (cantidad de gente en la dirección, etcétera).

La visita a empresas preevaluadas en el año 1972, que encuadran dentro de la empresa "típica", indica una velocidad de evolución técnica apreciable (hace un año, por ejemplo, una de las firmas construía circuitos lógicos para comando de línea de transporte de sección pintura en fábrica automotriz y hoy están en el desarrollo de interfaces para control de procesos con computadora). Es evidente, también, la elasticidad y dinamismo para negociar facilidades de desarrollo, etc. Concurrente con lo dicho se detectó, en los directivos de las firmas visitadas, reservas en cuanto a las posibilidades de organismos de Investigación y Desarrollo de resolver problemas sobre desarrollo de componentes. Algunas de las causas son:

- El volumen de producción escaso y la característica de tipo artesanal de la firma "típica" hacen importante la posesión exclusiva de la tecnología, a fin de poder competir y mantener a la empresa como líder.
- La falta de mecanismos de contratación de un proceso de desarrollo-producción suficientemente ágil y seguro.

La empresa "típica" prácticamente no emplea el mecanismo de uso de licencias para adquisición de tecnologías, pudiendo establecerse, en cambio, que un 60% de la información técnica de que dispone proviene de manuales de equipos, equipos extranjeros similares y revistas técnicas. Existen algunos casos de transferencia de tecnología de laboratorios estatales a alguna firma bajo condiciones muy

especiales y no regladas por normas o contratos formales.

El criterio de selección de tecnología consiste en adoptar aquélla que resuelva el problema al cliente con economía de ingeniería y cumplimiento de plazos. La empresa "típica" tiene su capital constituido por inversores particulares y los criterios de selección de inversiones responden plenamente a lo propuesto en el punto (5) del apartado V.3. Las consideraciones y conclusiones resultantes del análisis del punto (XI) de la encuesta, se dan en el apartado VI.4 de este estudio, referente a tranferencia de tecnología.

Los plazos típicos para la previsión de demanda, que enfrenta la empresa "típica", es de 180 días ó 360 días, debido a la falta, en el área de su actividad, de programas nacionales, o a la discontinuidad de los mismos cuando existen. Algunas de las medidas que podrían facilitar la actividad de la firma "típica" serían entre otras:

- créditos externos e internos
- adelanto por materiales
- pago puntual
- abastecimiento regular de insumos importados.

En la empresa "típica" se detectaron carencias importantes en instrumental y control de calidad. Estos aspectos deberán ser resueltos en una posible participación en equipamiento de la Central de Río III.

9.VI CONSIDERACIONES REFERENTES A TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

9.VI.a Introducción

El hecho de que la tecnología y organización necesarias para implementar Centrales Nucleares, sólo las poseen los realizadores de las mismas, conduce a que la única forma de adquirir esa tecnología y organización es hacer Centrales Nucleares. Estando en la actualidad esa realización condicionada por factores económicos, tecnológicos y de organización que determinan, en el caso de la Central Nuclear de Río III, una política de contratación de estas obras "llave en mano", se aprecia que el modo de adquirir los conocimientos necesarios es a través de una intervención activa (con responsabilidades directas) y lo más amplia posible en la realización de las obras. Si bien esto último implica, hasta cierto punto, la adopción de una tecnología importada, esta participación activa permitirá como mínimo lo siguiente:

a) Formar criterios referentes a la organización necesaria para llevar a cabo tareas específicas en tiempo predeterminado, cumpliendo especificaciones estrictas, con participación de la industria nacional.
b) Relevamiento dinámico del parque industrial, imprescindible para definir una intervención mayor en la realización de otras Centrales Nucleares.
c) Capacitación técnica.

En base al conocimiento concreto del problema que lo anterior significa, se podrá ir definiendo en etapas sucesivas una tecnología conveniente (punto 3 del marco de referencia de la encuesta), además de ir estructurando parcialmente una infraestructura industrial en el campo de instrumentación.

Definida entonces la necesidad de una intervención activa del Departamento de Instrumentación de la CNEA (DICNEA) como una parte de la intervención global de la CNEA, en la realización de Centrales Nucleares, es necesario señalar que dicha participación debe contar con el respaldo activo de la Industria Nacional, pues tanto ésta como el DICNEA poseen ventajas comparativas complementarias que aconsejan la integración de los esfuerzos privados-oficiales. Así:

- El DICNEA tiene experiencia y conocimientos teóricos en materia de instrumentación para Centrales Nucleares.
- El DICNEA posee un núcleo de profesionales capacitados, biblioteca, servicios de informática, etcétera.
- El DICNEA deberá hacerse cargo de la supervisión de la calidad del instrumental de la Central ("Quality Assurance").
- Los fabricantes locales tienen un conocimiento acabado de los materiales, facilidades y subcontratistas existentes en el país y una dinámica empresarial que les permite operar con flexibilidad y eficiencia.
- La Industria Nacional conforma una estructura compatible con el desarrolllo de una tecnología conveniente (ítem 5 del marco de referencia para la encuesta).
- La necesidad de una participación conjunta CNEA-Industrial Nacional supone interrelaciones profundas entre ambas, siendo una de las más destacables la que se refiere a transferencia de tecnología. En este aspecto se dan las situaciones siguientes:
  a) El DICNEA asume como subcontratista del Consorcio (Central Nuclear de Río III) o eventualmente como contratista (otras Centrales Nucleares) la responsabilidad del suministro de parte o de toda la instrumentación.
  b) La Industria Nacional asume como subcontratista del Consorcio (Central Nuclear de Río III) o eventualmente de la CNEA (otras Centrales Nucleares) la

responsabilidad del suministro de parte de la instrumentación.

c) La Industria Nacional asume como subcontratista o como contratista la responsabilidad de suministrar equipamiento de tipo nuclear para industrias no relacionadas a la CNEA.

9.VI.b Caracterización de las situaciones en que debe haber transferencia de tecnología

Caso (a):
Se refiere específicamente a la provisión de los ítems de instrumentación nuclear indicados en Item IV.7.1 del Anexo IV del Contrato para la Central Nuclear de Río III.*

- El DICNEA operaría como subcontratista del Consorcio.
- De acuerdo a la filosofía esbozada en la Introducción, el DICNEA debe realizar el desarrollo de los equipos a proveer.
- El DICNEA es una fábrica de tecnología pero no de productos. Puede elaborar con éxito prototipos pero no está preparado para producción en serie.
- La Industria Nacional está preparada para producción en serie, pero tiene carencias en personal y equipamiento para desarrollo y control de calidad.
- El DICNEA debe asegurar el éxito de la etapa productiva a través de la capacitación de los fabricantes, cronogramas de realización de los componentes en fábrica, etcétera.

Caso (b):
Se refiere específicamente a los ítems II.4.4 de instrumentación nuclear que figuran en la lista positiva "A" dada en el Anexo IV del Contrato para la Central Nuclear de Río III.

- De acuerdo a la filosofía esbozada en la Introducción, el DICNEA está interesado en conocer aspectos de ingeniería, instalación, puesta en marcha, etcétera.
- El DICNEA está vinculado a esa provisión por cuanto ese equipamiento va a operar en una central sobre la cual la CNEA tiene responsabilidad en lo referente a "Quality Assurance", Organismo Inspector).
- El DICNEA prevé que la Industria Nacional requerirá su apoyo en problemas de desarrollo y control de calidad.

Caso (c)
Se refiere específicamente a un equipo nuclear de aplicación industrial requerido por un ente ajeno a la CNEA (Ej.: medidor de nivel con fuente radioactiva).

- El DICNEA no tiene interés directo en esta provisión pero debe asumir responsabilidades dentro del esquema tecnológico-productivo del país (desarrollo de una tecnología conveniente) ya que las carencias de la Industria Nacional, en personal y equipamiento puede obligar a los fabricantes a importar tecnología para salvar la etapa de mayor riesgo, que es el desarrollo.
- El DICNEA tiene los grupos multidisciplinarios y el equipamiento necesarios.

9.VI.c Experiencia del DICNEA

Desde hace varios años, el DICNEA se ha venido realizando transferencia de tecnología sobre un esquema directo de licitación de equipos, entregando a requerimiento de los proveedores toda la información disponible y poniendo a disposición de los mismos equipamiento y componentes especiales. Además, la recepción de los equipos estuvo condicionado a una política de desarrollo de proveedores que ha permitido que fabricantes con pocos recursos pudieran mejorar sus instalaciones gradualmente, hasta llegar a la etapa actual en que las mismas son coherentes con la decisión de iniciar una etapa de producción sistemática de tecnología. En este carácter, el DICNEA se constituyó en subcontratista del consorcio AECL-INTA-LIMPIANTI en la Central Nuclear a instalarse en el Embalse de Río III, para lo cual se propuso desarrollar los componentes hasta la etapa de prototipo y luego transferir la tecnología para que la Industria Nacional los fabrique. Por tratarse de provisión de equipos a una Central Nuclear, ellos deben ser entregados a plazo fijo cumpliendo especificaciones estrictas.

El DICNEA ya inició una experiencia piloto de este tipo, en el caso de una fuente de baja tensión para laboratorio, que fue desarrollada en el Departamento en el año 1972. Posteriormente se licitó la producción de dicha fuente y una firma local recibió el encargo de realizar equipos. La experiencia recogida con la fuente de alimentación indicó que había que perfeccionar el mecanismo de transferencia de tecnología a la industria. Algunos de los problemas observados fueron los siguientes:

- El primer llamado para licitar la fuente fracasó por incumplimiento de todos los eferentes con el pliego. Este incumplimiento se refería a una condición aparentemente razonable, fijada unilateralmente por el DICNEA.
- En el segundo llamado sólo dos de las empresas invitadas se interesaron en proveer la fuente.
- El adjudicatario manifestó tener problemas de abastecimiento de algunos componentes especificados en el prototipo, que eventualmente podrían haber sido reemplazados por materiales existentes en plaza.

* Para su consulta en el Servicio de Informática de CNEA.

- Las estrictas normas de recepción, normales en estos equipos, motivaron la abstención de varios fabricantes locales.

Además, la recepción de los equipos puso en evidencia la necesidad de:

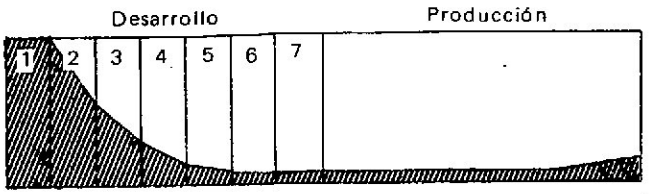
- Inspecciones periódicas a fábrica.
- Control de calidad en fábrica con supervisión de la CNEA.
- Grupo de trabajo dedicado exclusivamente a la especificación de equipos y componentes, control de calidad, etc., en el DICNEA y en fábrica.

9.VI.d Trabajos sobre transferencia de Tecnología encarados en el marco del convenio CNEA-CFI

En el marco del Convenio CFI-CNEA se preparó un cuestionario (ver Anexo VII, secciones A y B) que se cumplimentó con entrevistas durante las cuales se trató de identificar cómo encauzar desarrollos con los proveedores locales, las modalidades de asistencia, trabajos conjuntos, etc. En conjunto con el grupo económico del Convenio, los técnicos del DICNEA detallaron las tareas de desarrollo de producto en 7 etapas: Apartado 11 del Anexo VII.

Con las etapas a la vista se pidió a los empresarios que indicaran cuáles habían realizado en los 10 últimos productos que la empresa lanzó al mercado: cinco de diseño propio y cinco de diseño ajeno. Además, se presentaron las especificaciones de uno de los componentes preseleccionados y se pidió que indicaran, a su juicio, cuál debería ser el grado de intervención del DICNEA y de ellos en cada una de las diferentes etapas. En el caso de equipos de diseño propio, las empresas manifestaron que realizaban las siete etapas para productos seriados y que no realizaban las etapas 4, 6 y 7 en productos únicos. En el caso de equipos de diseño ajeno no se realizaron las etapas 1 y 2 y parcialmente la tercera. En el caso de diseños avanzados o prototipos realizados fuera de la empresa, los fabricantes tuvieron que rehacer parte de la etapa tercera, a fin de acondicionar los diseños a los materiales usuales en el mercado, equipos y facilidades disponibles en sus talleres, condiciones de mantenibilidad, etcétera.

De lo anterior, se estableció que el desarrollo de instrumental en laboratorios nacionales para su ulterior transferencia a empresas, debería cubrir la primera, segunda y tercera etapa, esta última parcialmente. De estas consideraciones surgió la posibilidad del siguiente esquema para desarrollo y producción del instrumental destinado a centrales nucleares. En él se muestra la participación del DICNEA y de los fabricantes durante todo el proceso.



Sombreado: la participación del DICNEA.
Resto: participación de las empresas industriales.

Tal como muestra el gráfico, el DICNEA asume la primera etapa del desarrollo y porciones decrecientes de la segunda y tercera. A partir de la cuarta etapa, la participación del DICNEA es reducida. Parece razonable que el proceso de desarrollo se realice en el seno del DICNEA en las dos primeras etapas, y en el laboratorio del fabricante en las siguientes. En tal caso, la colaboración entre ambos puede revestir la forma de intercambio de especialistas y eventualmente préstamo de equipos y facilidades. El proceso esbozado tiene algunas particularidades: riesgo de desarrollo, secreto y propiedad de la tecnología. Las tres primeras etapas del desarrollo están sujetas a mayor riesgo de fracaso que las cuatro últimas. La producción y control de calidad no deberían tener riesgo alguno.

La aparición de un período de alto riesgo, al comienzo del proceso desarrollo-producción, compromete toda la operación: Los fabricantes sólo pueden estimar los costos de producción cuando la tercera etapa del desarrollo ha concluido, mientras que los mecanismos usuales de contratación exigen la presentación de ofertas previas. A los efectos de analizar el problema del riesgo se estudiará el proceso de desarrollo-producción agrupado en dos partes:

a) las tres primeras etapas del desarrollo
b) las cuatro últimas etapas del desarrollo, la producción y el control de calidad.

Para concretar la primera parte del proceso se pueden utilizar contratos de investigación en los que se estipule la contribución del DICNEA y de los fabricantes al proyecto, la propiedad y reserva de los resultados, la titularidad y uso de eventuales patentes, etc. Este mecanismo ya ha sido usado por la CNEA. El método tradicional de contratar la segunda partes es un llamado a licitación. En este caso resulta complejo (pero no imposible) establecer un mecanismo que permita elaborar pliegos y adjudicar la producción, preservando el secreto y propiedad de la tecnología. Obviamente, las empresas que participan con el DICNEA en la primera parte esperan que esto acreciente sus posibilidades de participar en la segunda parte, y en caso contrario deberán recibir una compensación por los gastos realizados

en desarrollo. El hecho que en la segunda parte del proceso eventualmente no puedan ser contratadas las mismas empresas que participan en la primera, desincentiva la participación de los fabricantes locales, quienes desearían una continuidad en el proceso.

Desde el punto de vista nacional, también es deseable que la experiencia y capacitación lograda en el desarrollo de instrumental se complete con la labor de producción, ya que de esta forma se contribuye al desarrollo de las empresas locales. Por otra parte, la diversidad de equipos posiblemente no permita establecer una forma de licitación homogénea para todos los casos.

9.VI.e Esquemas de trabajo posible

Teniendo en cuenta los casos de transferencia de tecnología que deberá encarar el DICNEA, dados en apartado (1), su caracterización dada en apartado (2) y el análisis realizado en apartado (4), se tienen los siguientes esquemas:

9.VI.e.1 Caso (a)

9.VI.e.1.1. Se hace un llamado público para que las empresas interesadas presenten antecedentes para su precalificación a efectos de intervenir en la implementación de un convenio de desarrollo de componentes electrónicos con el DICNEA.

Las bases de precalificación pueden ser:

a) Que constituyan una asociación de empresas constituida por un número mínimo de 4.
b) Que la facturación total de las empresas asociadas sea como mínimo de $ 5.000.000 y la de cada una por separado sea como mínimo de $ 500.000.
c) Antecedentes en el tema.
d) Integradas con capital nacional.
e) Equipamiento total (evaluado con el criterio dado para la encuesta).
d) Otros.

9.VI.e.1.2 Convenio de desarrollo entre el DICNEA y los grupos de empresas precalificadas.

Se firma un convenio entre el DICNEA y los grupos de empresas que hayan resultado favorecidas en la precalificación. En este convenio:

a) Se fija el plazo en tiempo y la etapa de desarrollo durante los cuales tiene validez (hasta la tercera etapa de desarrollo incluido).
b) Se aclara que el costo de desarrollo de cada componente se calculará durante la tercera etapa.
c) Se fija el lugar de trabajo para el desarrollo (por ejemplo en la CNEA).
d) Se aclara que el equipamiento para el desarrollo lo provee la CNEA, salvo casos especiales indicados expresamente.
e) Se determina de común acuerdo con las empresas, cuánto personal calificado de las mismas participará en el desarrollo y la forma en que lo harán.
f) Se aclara que el desarrollo será pagado por el conjunto de empresas que gane la licitación para producción.
g) En base a lo acordado en punto (e) y teniendo en cuenta que el DICNEA provee:
   - el lugar de trabajo
   - el equipamiento para el desarrollo
   - los componentes circuitales
   - tecnología a las empresas

   se fija qué porcentaje del costo de desarrollo (incluida la ganancia) le corresponde cobrar al DICNEA y qué porcentaje le corresponde a cada uno de los grupos de empresas intervinientes.
h) Se estipula que el porcentaje correspondiente a DICNEA se dará como parte de pago adelantado a la empresa que gane la licitación (en caso de ser una de las precalificadas).

9.VI.e.a.3 Se hace el llamado a licitación

Cuando hay un prototipo funcionando

a) El grupo de empresas que gane la licitación deberá pagar el costo del desarrollo en su totalidad a la CNEA (que luego pagará a su vez a los que colaboraron en el desarrollo).
b) En caso de ser una de las precalificadas ese pago no se efectuará pues se considera un adelanto de pago de la CNEA'
c) Se estipula que la empresa que gane la licitación se deberá atener a un cronograma de realización que le será entregado con las especificaciones.
d) Se fijan las normas para el seguimiento de la producción por personal de la CNEA.
e) Se fijan las normas de control de calidad a las que serán sometidas los equipos.
f) Se fijan las normas por calidad y fecha de entrega.
g) Se fijan las multas por incumplimiento en especificaciones, fecha de entrega o atraso no ocasionado por fuerza mayor.
h) La CNEA puede parar el desarrollo y reformar algún

equipo (detalles). Se arreglará en este caso la variación de precio y de entrega, de forma que el grupo de empresas pueda cumplir y no salir perjudicada económicamente.

9.VI.e.a.4 Seguimiento durante la producción

El DICNEA hará el seguimiento de la producción.
El DICNEA podrá parar la producción por incumplimiento de cronogramas.
El DICNEA podrá parar la producción por problemas de calidad.

Caso (b)
En este caso no puede haber precalificación en la forma indicada para el caso (a) pto 9.VI.e.1. evidentemente, debe haberla en sentido absoluto, a fin de evitar volcar esfuerzos hacia empresas sin capacidad de respuesta potencial.

a) El DICNEA hará una precalificación a fin de determinar las posibilidades de la empresa o grupo de empresas subcontratistas del Consorcio.
b) Si el resultado de la precalificación es positivo, se establece un convenio de desarrollo y control de calidad, cuyos términos serían los mismos que para el caso (a), excepto la parte de llamado a precalificación y a licitación.
c) El DICNEA, a través de los mecanismos del Organismo Inspector haría uso de las atribuciones de inspección en producción y recepción de los componentes.

Caso (c)
Este caso es similar al (b) pero en el convenio de desarrollo, el DICNEA debe establecer cierto grado de control sobre el producto terminado a fin de tener antecedentes sobre este tipo de transferencia.

9.VII CONCLUSIONES

1 – La realización de Centrales Nucleares redundará en el afianzamiento de la industria dedicada a instrumentación nuclear.
2 – Existen en el país firmas que trabajan en instrumentación nuclear y las cuales, adecuadamente respaldadas, pueden participar en la implementación de Centrales Nucleares según un criterio de desarrollo de tecnología conveniente.
3 – La realización de Centrales Nucleares, no justifica, por sí misma, la existencia de una industria en el campo de instrumentación de procesos. Es importante señalar, sin embargo, que si la decisión de proveer instrumentación de procesos de origen nacional a una o varias Centrales Nucleares es concurrente con la de proveer esa misma instrumentación a plantas petroquímicas, destilerías, centrales térmicas, etc., el desarrollo de una industria de este tipo queda plenamente justificado.
4 – No existen firmas en el país capaces de encarar el suministro de componentes electrónicos para instrumentación de procesos en Centrales Nucleares, desarrollados y construidos según un criterio de tecnología conveniente.
5 – El modo de operar ("por paquete") de la empresa "típica" le da alguna ventaja con respecto a la empresa grande, para la participación en la Central de Río III.
6 – El tamaño de la empresa "típica" indica que para que ella pueda ofrecer cierta seguridad al comprador y además pueda responder en el futuro a una participación mayor, esa participación deberá ser sobre un esquema de asociación de varias empresas.
7 – El dinamismo de estas empresas plantea el problema de que, salvo que la CNEA imprima a su actividad un ritmo acorde con el de la industria, los objetivos dados en apartados V.3 y VI no podrán ser alcanzados, significando el fracaso de cualquier aspiración de integración del sistema científico tecnológico con el sector productivo, en el área analizada.
8 – No existen mecanismos de contratación suficientemente ágiles como para llevar adelante una participación de la industria nacional como la planeada para Río III o, en general, cualquier proceso de desarrollo y producción.
9 – La transferencia de tecnología de laboratorios de Desarrollo estatales a la industria nacional es prácticamente nula.
10 – En problemas de desarrollo, elaboración de normas para control de calidad, especificación de equipos y componentes, la empresa típica deberá contar con el respaldo de laboratorios estatales, en particular, los de la CNEA para la participación en la Central de Río III y siguientes.

Recomendaciones a la CNEA

a) Elaborar a la brevedad contratos de desarrollo y producción que permitan la concertación de esfuerzos privados y oficiales con miras a la implementación de la instrumentación de Centrales Nucleares por la Industria Nacional.
b) Realizar un ensayo piloto de contratación con el grupo de empresas nacionales que ha constuido una asociación (ASINEL), a fin de probar las posibilidades del sistema

actual y proponer mejoras y cambios.

c) Realizar estudios de pronóstico tecnológico con miras al desarrollo de una tecnología conveniente (ítem (3) del marco de referencia para la encuesta).

d) Promover una acción coherente y unificada de la CNEA en materia de modularización, especificaciones, control de calidad, etc. de los equipos que ella requiere y que son realizados por la Industria Nacional a fin de que esto, en forma concurrente con su poder de compra, estimule la creación de una infraestructura industrial en el campo de instrumentación.

e) Con la misma finalidad señalada en el punto (d), tratar de llegar a un planteo común frente a la Industria Nacional, con otros organismos estatales connecesidades tecnológicas comparables y poder de compra apreciable.

ANEXO I

I SISTEMAS MODULARES

El empleo de sistemas modulares los cuales, en base a un número limitado de módulos permiten construir funciones de mayor o menor complejidad mediante adecuada combinación de los mismos, señala la tendencia actual en materia de instrumentación debido a su incidencia sobre aspectos de confiabilidad, mantenibilidad y costo

Desde el punto de vista de componentes, algunas ventajas son:

a) Durante el **desarrollo** de los módulos. la especificidad funcional de los mismos permite una elaboración más acabada en cuanto a características de operación y confiabilidad.

En este sentido, conviene recordar que hay aspectos de ingeniería, como ser señales de entrada y de salida, parte mecánica, conectores, etc, que ya son dados en la norma de modularización. Además, como la unidad va a ser usada en muchos sitios y en consecuencia fabricada en gran escala, el tiempo de desarrollo a dedicar a cada unidad puede ser mayor en razón de una más fácil amortización.

b) La **fabricación** de los módulos puede hacerse en series importantes, que puede justificar cierto grado de automatización, y la instalación de bancos de ensayos para efectuar numerosas pruebas.

c) Durante la **operación,** fácil mantenimiento mediante la provisión de un número limitado de módulos de recambio.

Hay otra característica de especial interés y que es la siguiente: con equipos diferentes desde el punto de vista de funciones, se acumulan rápidamente un número de "horas aparato" (producto del número de aparatos idénticos por tiempo de funcionamiento) muy elevado que permite determinar cuantitativamente la confiabilidad experimental, cuyo conocimiento reviste interés para definir los equipos futuros con miras a obtener una confiabilidad dada a un costo mínimo.

Desde el punto de vista de sistema algunas de las ventajas son:

a) Tiempo de desarrollo de un sistema de instrumentación mucho menor (estudio de la combinación de módulos adecuada y adaptación de entradas y salidas a aspectos particulares del problema).

b) Requiere muy poco o ningún desarrollo de componentes (módulos), ya que estarían disponibles en la mayoría de los casos.

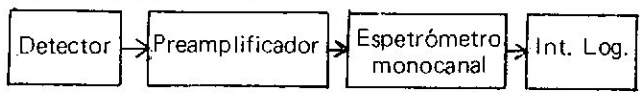
ANEXO II

I PLANILLA PARA LISTADO DE COMPONENTES

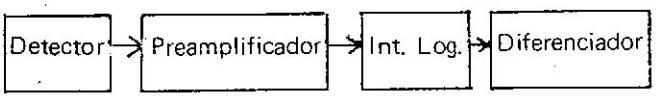
I.1 Planilla I para listado de componentes por rubro de aplicación

En el llenado de los juegos de planillas (I) los equipos o sistemas no modulares se han incluído como tales, pero el diagrama de partes se ha realizado como si fueran modulares. Si se trata de un equipo o sistema modular, el diagrama de partes consta de todos aquellos módulos que permiten cumplir una función dada (cadena de monitoraje neutrónico fuera del núcleo, etc.), es decir que, salvo alguna aclaración incluída en la columna de especificaciones generales, todos los equipos o sistemas son tratados como modulares, atendiendo a lo dicho en item II. 1 y al anexo I de este estudio. En estas planillas los diagramas de parte asumen especial importancia por cuanto, por no ser todo el equipamiento de tipo modular o el criterio de modularización empleado siempre el mismo, permiten definir grupos de módulos y prever el volumen que podría alcanzar el suministro de los mismos, (fijación de demanda). Así, por ejemplo, se tiene:

Monitor de iodo en aire.



Medidor de Período.



Se ve que ambos equipos tienen:
Detectores de radiación
Preamplificador.
Integrador logarítimico.

Otra cuestión que se ha tratado de tener en cuenta en el llenado de estas planillas es tratar de ordenar, en lo posible, todo lo atinente a denominación de sistemas, equipos, etc., ya que una normalización de terminología es útil en el sentido señalado en el item V. 1 del memorandum Nº 1 del convenio CNEA-CFI, para evaluación de propuestas, elaboración de contratos, etc.

Por esta razón, se considera de interés que cada juego de planillas, correspondiente a cada item de un rubro de aplicación dado, vaya acompañado de notas aclaratorias referentes a rubro de aplicación, distintas funciones del equipamiento dentro de ese rubro, etc. y que en este estudio se harán figurar como anexos. El desglose por item de rubro de aplicación en las planillas I se ha hecho porque facilita en cierta forma la realización del listado., permite un mejor control del trabajo y, además, disponer de un conjunto de datos estructurado en base a un criterio de ordenamiento que facilita la realización de tareas conexas al problema que se trata.

Para resolver el problema que crea la designación de las partes del diagrama de partes, por el lugar que ocupan, se hace necesario el uso de un código. Lo ideal es que ese código coincida con los usados en los planos de instrumentación. A falta de esta información, el código empleado, y que se da a continuación, es arbitrario.

I.2 Código a emplear en diagramas de partes

A = Amplificador
AL = Amplificador lineal.
A LOG = Amplificador logarítimico.
AP = Amplificador de potencia.
AANR = Alarma de alto nivel remota
AANL = Alarma de alto nivel local
ABNR = Alarma de bajo nivel remota.
ABNL = Alarma de bajo nivel local
D = Detector.
DCI = Detector cámara de ionización.
DGM = Detector GM
DPR = Detector proporcional.
DAU = Detector autopropulsado
DS = Detector semiconductor.
DA = Dispositivos de accionamiento por filtro móvil.
DI = Unidad diferenciadora.
E = Espectrómetro monocanal.
EM = Espectrómetro multicanal.
ES = Escalímetro.
FAT = Fuente de alimentación de alta tensión
FBT = Fuente de alimentación de baja tensión
FC = Fuente de corriente para prueba de detector autopropulsado.
I = Integrador
IL = Integrador lineal
I LOG = Integrador logarítmico
PA = Preamplificador.
PAL = Preamplificador lineal.
PALOG = Preamplificador logarítimico
R = Registrador.
RL = Registro local.
RR = Registro remoto.
SAL = Salidas para acción local.
SAR = Salidas para acción remota.
VFAT = Vigilador para Fuente de Alta Tensión
$\int$ = Dador de límite.
Σ = sumador

I.3 Planillas II para listado de componentes por función

Del conjunto de planillas I-A, I-B, I-C, I-D y I-E dadas como ejemplo, se obtienen las planillas II-1 que se dan a continuación:

PLANILLA II-1		FUENTES DE AT		
Item	Función y Lugar de Aplicación	Especificaciones Generales	Cantidad	Observaciones
1	Alimentación detector centelleo (Item Nº I/P. I-AI	Fuente de salida variable entre 0-1250 V en pasos de 50 V	5	

CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
BIBLIOTECA

2	Alimentación detector centalleo (Item Nº 2/P.I-A1	---	5	Se supone igual a ítem (1)
3	Alimentación detector GM (Item Nº 3/P.I-A1)	Idem ítem (1)	1	
4	Alimentación detector GM (Item Nº 4/P.I-A1)	Idem ítem (1)	1	
5	Alimentación detector proporcional (Item Nº 5/P.I-A1)	---	1	Se supone igual a item (11)
6	Alimentación detector GM (Item Nº 6/P.I-A1)	---	1	Se supone igual a item (1)
7	Alimentación detector GM (Item Nº 7/P.I-A2)	---	3	Se supone igual a item (1)
8	Alimentación detector GM (Item Nº 8/P.I-A2)	Idem ítem (1)	6	
9	Alimentación detector CI (Item Nº 9/P.I-A2)	Fuente de AT de 1.500 V	12	
10	Alimentación detector GM (Item Nº 10/P.I-A2)	Idem ítem (1)	11	
11	Alimentación detector proporcional (Item Nº 11/P.I-A2)	Fuente de salida variable en forma continua entre 0-5000 V, salida 100 μ A	9	
12	Alimentación detector semiconductor (Item Nº 1/P.I-E1	Fuente de AT de 0-5000V, bajo consumo	1	
13	Alimentación detector CI (Item Nº 1-3/PI-c1)	Fuente de salida variable de 100 ó 1000V	9	
14	Alimentación detector proporcional de Ne (Item Nº 1-2/P.I-E1)	Fuente de AT de 0-4000V, bajo consumo	6	
15	Alimentación detector proporcional de BF_3 (Item Nº 2/P.I-E1)	Fuente de AT de 0-400V, bajo consumo	12	

PLANILLA II-2		INTEGRADORES LOGARITMICOS Y LINEALES		
Item Nº	Función y Lugar de Aplicación	Especificaciones generales	Cantidad	Observaciones
1	Monitor de líquidos M4D (Item Nº 1/P.I-A1)	50-5×10^5 ppm, logarítimico	5	
2	Monitor de líquidos (Item Nº 2/P.I.-A1)	10^2-10^7 ppm, logarítimico	5	

3	Monitor de gases M4D (Item Nº 3/P.I-A1)	$2x10^{-1}$-10^4 pps, logarítimico	1	
4	Monitor de gases M4 (Item Nº 4/P.I-A1)	50-$5x10^5$ ppm, logarítmico	1	idem M4D pero para aplicación en rack.
5	Monitor de gases DDD 700 (Item Nº 5/P.I-A1)	10^2 a 10^6 pps, logarítmico	1	
6	Monitor de aerosoles Herfurth 1346 (Item Nº 6/P.I.-A1)	10 a 10^4 ppm y 10^2-10^6 ppm, logarítmico	1	
7	Monitor aerosoles Herfurth 1350 (Item Nº 7/P.I-A2)	10 a 10^4 ppm, logarítmico	3	
8	Monitor de vapor vivo M4D (Item Nº 8/P.I-A2)	50-$5x10^5$ ppm, logarítmico	6	
9	Monitor de area M4D (Item Nº 9/P.I-A2)	Similar al item 1	20	
10	Monitor de tritio SMHK (Item Nº 11/P.I-A2)	100 a 10^5 ppm, lineal	9	
11	Monitoraje neutrónico en arranque (Item Nº 1/P.I-B)	1 a 10^6 pps, logarítmico	3	
12	Monitoraje neutrónico en arranque (Item Nº 2/P.I-B)	1 a 10^6 pps	3	
13	Detección de elementos combustibles fallados (Item Nº 2/P.I-E)	1 a 10^6 pps	12	

PLANILLA II-3		PREAMPLIFICADOR DE PULSO		
Item	Función y lugar de aplicación	Especificaciones Generales	Cantidad	Observaciones
1	Item Nº 1 y 2/P.I-B Item Nº 2/P.I.-E	Preamplificadores para operar con detectores proporcionales de BF_3 y de He para contaje elevado (1 Mc/s)	18	
2	Detección de elementos combustibles fallados Item Nº 1/P.I-E	Preamplificador para operar con detector intrínseco	1	
3	Item Nº 1,2/P.I-A1	Preamplificador para operar con detector de centelleo sólido	10	

4	Item Nº 3,4,6/P.I-A1 Item Nº 7,8,10/P.I-A2	Preamplificador para operar con detector GM.	24	

PLANILLA II-4		PREAMPLIFICADORES DE CORRIENTE		
Item	Función y lugar de aplicación	Especificaciones generales	Cantidad	Observaciones
1	Adaptación de la señal entregada por cámaras de ionización Item Nº 1,2 y 3/P.I-C	Preamplificador logarítmico de CC sensibilidad 10^{-11}A, rango dinámico 7 décadas.	9	
2	Adaptación de la señal entregada por detectores autopropulsados. Item Nº 1,2,3 y 4/P.I-D	Preamplificador lineal de C.C. Sensibilidad 10^{-8}A, rango de medición 3 décadas.	98	
3	Adaptación de la señal integrada por cámaras de ionización. Item Nº 1,2 y 3/P.I-C	Preamplificador lineal de C.C. Sensibilidad 10^{-11}A, rango de medición 7 décadas.	9	

I.4 Elección de componentes tipo

Planilla II-1 para la función Fuente de Alta Tensión

Si bien no se posee información sobre fuentes correspondientes a items (2), (5), (6) y (7) de conjunto de planillas I, teniendo en cuenta el tipo de detector que alimentan, es válido decir que las fuentes correspondientes a items (2), (6) y (7) son del tipo que corresponde a item (1), mientras la de item (5) es del tipo de item (11).

Resumiendo, se tiene entonces de la planilla II-1 que, en la Central Nuclear de Río III habrá: 55 fuentes de AT con especificación aproximadamente similar a la correspondiente al item (1) de planilla II-A (detectores de centelleo y detectores GM) y 28 fuentes de alta tensión con especificación aproximadamente similar a la correspondiente a item (11) de planilla II-1-(detectores proporcionales, cámaras de ionización y semiconductores). Como la alimentación de cámaras de ionización de items (9) y (13) de planilla II-A puede hacerse tanto con un tipo de fuente como con la otra, es lícito indicar que aproximadamente el número total de funciones fuentes de alta tensión a emplear en el rubro de instrumentación nuclear de la Central Nuclear de Río III es de 80, correspondiendo 40 a cada tipo de fuente. Una vez definidos los dos tipos de fuentes de alimentación de AT que se emplean en la Central de Río III, hay que considerar:

a) Tensión de operación de tubos fotomultiplicadores.

De acuerdo a información comercial disponible, la máxima es de 3 kv y su rango oscila entre 900 V y 3 kv.

b) Tensión de operación de tubos detectores GM.

De acuerdo a información comercial disponible, la máxima llega a 2 kv y su rango oscila de 400 V a 2 kv.

c) Tensión de operación de tubos detectores proporcionales.

De acuerdo a información comercial disponible, el valor máximo es de 4 kv y su rango oscila de 1.500 V a 4 kv.

Además la consulta con las normas francesas en el tema: Nuclear Instrumentation, Nº 39, Bulletin d' Informations Scientifiques et Techniques 148 May 1970 - CEA, Multi Unit Nuclear Electronics, nos indican que, en el sistema de instrumentación nuclear para reactores, emplean fuentes de ± 3000 V con salidas de 200 μ A.

En el Catalogue d' Instrumentation Nucléaire del año 1969, tomo D sobre Standard Functional Units, para instrumentación nuclear general, que sigue el conjunto de criterios conocido como normas o especificaciones "RENATRAN", se tiene:

Una fuente modelo MHT 11 de 300 V a 3 kv ajustable en forma continua y salida 1 m A.

Una fuente modelo MHT 20 de 500 v a 5 kv ajustable en forma continua y salida de 250 μ A.

Algunas fuentes marca ORTEC, de origen norteamericano para alimentación de detectores tienen 3 kv ajustables en forma continua y una salida de 10 m A.

En base a lo anterior, se puede establecer en la función fuentes de alimentación de alta tensión a emplear en reactores de potencia, de investigación e instrumentación nuclear en general, dos **fuentes tipo** con las especificaciones básicas siguientes:

a) Fuente de 0-3 kv, de ambas polaridades, 5 m A de salida y ajustable en forma continua. Aplicación básica: polarización de fotomultiplicadores, detectores GM y cámaras de ionización.

b) Fuente de 0-5 kv, de ambas polaridades, 250 μ A de salida y salida ajustable en forma continua.

Aplicación básica: polarización de detectores, semiconductores, detectores proporcionales, cámaras de ionización.

Una vez definido el componente o función tipo a través de la especificación básica, estas especificaciones serán completadas según el componente resulte o no preseleccionado.

Planilla II-2, para la función Integrador.

Es posible hacer un agrupamiento de los integradores logarítmicos a emplear en la Central de Río III en la siguiente forma:

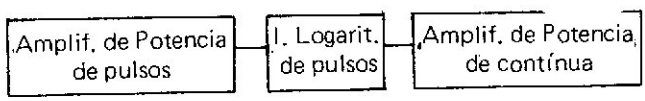
Item (1), (4), (8), (9) con rango dinámico aproximado de 1 pps a 10^4 pps y cantidad 32.

Item (2), (5), (11), (12) y (13) con rango dinámico de 1 pps a 10^6 pps y cantidad 24.

Item (3), (6) y (7) con rango dinámico de 10^{-1} pps a 10^3. pps y cantidad 5 integradores.

De este agrupamiento, parece aceptable que un integrador logarítmico representativo es aquél cuyo rango dinámico va de 1 pps a 10^6 pps. En la parte de instrumentación nuclear, el número de estas funciones sería de acuerdo a tabla II-2 del órden de 60.

Otro problema, referente a la elección del componentes tipo, es que el integrador logarítmico puede ser construído de dos maneras según los diagramas de partes siguientes:



Quedando en el caso (b) el aspecto tecnológico cubierto por la función amplificador logarítmico, desde ese mismo punto de vista importaría el integrador logarítmico de pulsos.

Para el integrador lineal, el esquema se reduce al (a) por lo que el componente tipo se considera el mismo que para el amplificador logarítmico. Si bien en algunos casos puede incluir una función para cambio automático de escala ésta se considera en forma separada. Algunas especificaciones generales para este componente tipo serían, de acuerdo a la información disponible de la Central de Atucha y del sistema modular Multibloc francés, las siguientes:

Rango dinámico:	1 pps a 10^6 pps
Linealidad:	± 10 o/o de la década
Tensión de salida:	3 V
Carga máxima conectable:	8 m A
Resolución:	60 n seg.
Rango de temperatura de operación:	10° C a 50° C

Planilla II-3 para la función Preamplificador de Pulso

Se estima que en la central de Río III habrá unos 20 amplificadores con características similares a los amplificadores de carga de item (1) y unos 34 de configuración más simple, con características similares a los amplificadores de tensión de item (3). Como la tecnología del componente de item (1) involucra la de los demás items, se lo considera como componente tipo.

Planilla II-4 para la función Preamplificador de Corriente

Se considera que cada uno de los componentes de esta planilla involucra suficiente tecnología como para ser considerados individualmente como típicos.

I.5 **Listado de componentes tipo**

I.5 Preamplificador de pulsos para detector semiconductor
I.5.b Preamplificador de corriente logarítmico para cámara de ionización
I.5.c Preamplificador de corriente lineal para cámara de ionización
I.5.d Preamplificador de corriente lineal para detector autopropulsado.
I.5.e Fuente de alimentación de alta tensión
I.5.f Amplificadores de pulsos.
I.5.g Escalímetro
I.5.h Espectrómetro monocanal
I.5.i Integrador logarítmico de pulsos
I.5.j Amplificador de potencia (Buffer)

I.5.k Fuente de alimentación de baja tensión.
I.5.l Fuente de señal normalizada (para prueba detectores autopropulsados)
I.5.m Disparo de alarma.
I.5.n Unidad diferenciadora.

I.6 Preselección de componentes

De la lista de componentes tipo resultaron preseleccionados los siguientes:

I.6.a Preamplificador de pulsos para detector semiconductor

Se estima que este componente pertenece al grupo de aquéllos que no se fabrican en el país, pero que interesa su realización pues, si bien no tiene un factor costo-beneficio favorable, el factor beneficio tecnológico es importante ya que esta tecnología involucra capacidad para resolver problemas de amplificación de pulsos con bajo ruido, alta ganancia, estabilidad de ganancia, velocidad de respuesta, etc., inclusive para detectores proporcionales y de centelleo, cuando la señal se transmite directamente desde el detector a través de una longitud apreciable de cable.

I.6.b Preamplificador de corriente continua para detector autopropulsado

Se estima que este componente pertenece al grupo de aquéllos que no se fabrican en el país, pero que interesa su realización pues si bien su tecnología puede quedar parcialmente cubierta por la realización del amplificador logarítmico, sus posibilidades desde el punto de vista costo-beneficio lo hacen interesante.

I.6.c Amplificador logarítmico para detector gaseoso

Pertenece al grupo de componentes que no se fabrican en el país, pero podría interesar su realización pues, aunque no parece tener un factor costo-beneficio favorable, su beneficio tecnológico parece interesante. Asociado a este amplificador, puede plantearse el problema de unidades de realimentación (esquema Siemens.).

I.6.d Fuentes de alta tensión (hasta 5.000 V)

Se estima que este componente pertenece al grupo de los que se fabrican en el país, pero no con los requisitos de servicio y confiabilidad requeridos en Centrales Nucleares. Es de gran aplicación nuclear (hasta 1 m A) y representa el dominio de la Tecnología para otras fuentes de alta tensión de uso en el campo nuclear.

I.6.e Disparos de alarma

Este componente pertenece al grupo de aquéllos que no se fabrican en el país, pero cuya realización puede interesar

- Preamplificador de pulsos para detector semiconductor
- Preamplificador de corriente continua para detector autopropulsado
- Amplificador logarítmico para detector gaseoso.
- Fuente de alta tensión.
- Disparo de Alarma.

por su gran aplicación en reactores que puede darle un factor costo beneficio favorable y tener un factor beneficio tecnológico aceptable.

La lista de componentes de instrumentación nuclear preseleccionados es entonces:

I.7 Caracterización de componentes

I.7.a Amplificador de corriente continua para detectores autopropulsados

I.7.a.1 Blindaje y Rechazo de Ruido

El instrumento será diseñado para máximo blindaje y rechazo de ruido.

I.7.a.2 Aislación de Señal

Entrada flotante con 10^{10} Ω o mayor de aislación entre tierra de chasis y entrada de bajo nivel. La unidad soportará 115 Veficaces entre la tierra de señal y la tierra de chasis. Una señal de alterna, cuya frecuencia puede ir desde 1 Hz hasta 10 KHz aplicada entre las tierras de señal y de chasis, estarán 70 db por debajo o más, cuando se las mida en la salida del registrador.

I.7.a.3 Rangos

10^{-8} Amperes a fondo de escala, a 10^{-5} A a fondo de escala, en 7 rangos 1 x y 3 x; para corriente positiva o negativa.

I.7.a.4 Exactitud

± 1 o/o de plena escala sobre la salida del registrador; ± 2 o/o de plena escala sobre instrumento de aguja.

I.7.a.5 Corrimiento de Cero

Menos que 0,1 o/o de fondo de escala por día, sobre el rango de temperatura de 15ºC a 55ºC con ± 10 o/o de variación de tensión de alimentación.

I.7.a.6 Caída de Tensión de Entrada

Menos que 1 mV para deflección a plena escala en cualquier rango, para ajustarla a cero correcto.

I.7.a.7 Resistencia Efectiva de Entrada

Menos que 10^5 Ω en el rango de 10^{-8} A

I.7.a.8 Tiempo de Respuesta

50 m seg máximo en el rango de 10^{-6} con 20.000 pF en la entrada; 130 m seg máximo en el rango de 10^{-8} con 20.000 pF. El tiempo de crecimiento más rápido, concordante con el rechazo de ruido deseado. El tiempo de crecimiento debiera poder ajustarse en operación a 1 seg mediante un simple cambio de componente.

I.7.a.9 Sobrecarga de la Tensión de Entrada

Soportará 500 Vcc desarrollado sobre el detector autopropulsado.

I.7.a.10 Entrada de Registrador

0-10 Volts, 5 mA, ajustable sobre todo el rango.

I.7.b Disparo de Seguridad

La tensión máxima de disparo a la entrada del circuito será de ± 10V y el nivel de disparo será ajustable desde el 2 al 100 o/o de la tensión de entrada máxima. La repetibilidad del disparo será de ± 1 o/o de plena escala sobre un rango de temperatura de 10°C a 55°C. El retardo máximo que debe tener la acción del circuito es de 5 milisegundos.

I.8 Especificaciones mecánicas

La parte electrónica de la instrumentación nuclear es modular del tipo NIM o similar (módulo metálico, cerrado).

ANEXO III

I LISTADO DE COMPONENTES TIPO DE INSTRUMENTACION DE PROCESOS

Se definen por sus funciones los módulos que permitirían implementar la mayoría de los sistemas de instrumentación y control que se utilizan en instalaciones industriales, incluídas las Centrales Nucleares. Los módulos elaboran la señal eléctrica tomada de la salida de los transductores de presión, temperatura, velocidad, caudal, etc., y entregan la señal eléctrica necesaria para excitar un elemento final de indicación y/o control que puede ser mecánico, neumático, etc. Se tienen entonces los siguientes grupos de componentes:

I.1 Transductores

Son los elementos que convierten la magnitud física a medir en una señal eléctrica. Pueden ser:

I.1.a Transductores de presión del tipo con membrana. Transforman presión en corriente (Sistema de cero, realimentado).

I.1.b Transductores de presión con tubo Bourdon. Transforman la presión en movimiento.

I.1.c Transductores de presión con celda Barton. Transforman la presión en movimiento rotativo.

I.1.d Transformadores diferenciales. Transforman desplazamiento en corriente y pueden usarse en combinación con items (a), (b) y (c).

I.1.e Resistores de platino, Transforman temperatura en señal eléctrica.

I.1.f Termocuplas. Transforman temperatura en señal eléctrica.

I.1.g Bandas extensométricas. Transforman desplazamiento en variación de resistencia eléctrica.

I.1.h Acelerómetros. Transforman la aceleración de una masa patrón en una fuerza a partir de la cual se puede hacer la transducción en diversas formas.

I.1.i Shunts

I.1.j Transformadores de medición.

I.1.k Otros

I.2 Conversores de medición

Son los elementos que convierten la señal del sensor primario en una señal eléctrica normalizada proporcional a la magnitud medida. El número aproximado de estos componentes en la Central de Atucha es del orden de 500.

Especificaciones Generales:
Salida: 4-20 m A
Carga admisible: 0-600 Ω
Protección contra circuito abierto permanente
Alimentación: 220 V ca ± 15 o/o: 47-63 Hz o 24 V cc ± 20 o/o
Precisión: ± 1 o/o
Condiciones ambientales: Temp. 0-60° C

I.2.a Módulo conversor de giro (para celda Barton o tubo Bourdon)

Señal de entrada: 0-8°

I.2.b Módulo conversor de desplazamiento lineal
Señal de entrada 0-1 a 0-200 mm.

I.2.c Módulo conversor de resistencia (para termómetros de resistencia de platino).
a) como termómetro:
cero entre 80 y 300 Ω
amplitud entre 10 y 200 Ω

b) como transmisor de resistencia: 0-50 a 0-300 Ω

1.2.d Módulo conversor de fem (para medidor de temperatura con termocupla)

Señal de entrada:
cero entre 0 y 50 mv
amplitud entre 500 μ V y 50 mv.

I.2.e Módulo conversor para bandas extensométricas (strain gauges)
Señal de entrada: 0-50 mV
Excitación: 5 a 10 V eficaces.

I.2.f Módulo conversor para cristal prezoeléctrico.

Las características dependerán del transductor y preamplificador utilizados.

La señal de entrada será del orden de centenas de mV, con impedancia de salida de 1 kΩ o menor.

I.3 Módulos conversores de alcances

Son los elementos que convierten la señal normalizada de un alcance (en corriente o tensión) a otro alcance normalizado (en corriente o tensión).

I.3.a Módulo conversor de corriente a tensión
Señal de entrada: 4-20 mA/10/50 mA
Señal de salida: 1-5V

I.3.b Módulo conversor de tensión a corriente
Señal de entrada: 1-5 V
Señal de salida: 4-20 mA

I.3.c Módulo conversor de alcance (propiamente dicho)
Señal de entrada 4-20 mA
Señal de salida 10-50 m A; 0-20 m A; 0-50 m A

I.4 Separadores

Son los elementos que separan galvánicamente las señales de entrada y de salida.

El número de estos componentes en la Central de Atucha es del orden de 200.
Señal de entrada 4-20/0-20/0-50/10-50 m A cc.
Señal de salida: Id. anterior.
Carga admisible: 0-600 Ω a 20 m A

I.5 Limitadores y comparadores

Comparan dos señales normalizadas entre sí, o una señal normalizada con un valor fijo, indicando cuándo aquella ha alcanzado el límite y/o limitándola a ese valor.

El número de estos componentes en la CNA es del orden de 500.

I.5.a Módulo indicador de límite y comparador.

Cuando una señal normalizada supera un valor fijo, da una señal de salida.

Señal de entrada: 4-20 mA o 1-5 V

Valores de los límites (señal externa o ajuste interno):
ajustable entre 0 y 110 o/o de amplitud de entrada.
Señal de salida: binaria, "1" positivo o negativo).

I.5.b Módulo selector de máximo o mínimo

Cuando se toma la señal de salida del I.5.a, la señal de salida del módulo puede ser seleccionada: a) entre una señal y un valor fijo (limitado) o b) entre dos señales cualesquiera (selector de máximo o mínimo entre las señales de entrada a I.5.1)

Señal de entrada: la señal de salida de I.5.a
Señal de salida: conmutación de 4 contactos inversores de relé: (cap. contactos 220 Vc a o 60 Vc c)

I.6 Conformadores de señal

Proporcionan señales de forma ajustable y realizan operaciones algebraicas con señales normalizadas. El número de estos componentes en la Central de Atucha es del orden de 300.

I.6.a Módulo sumador algebraico

Realiza la suma algebraica de hasta 6 señales, con potenciómetros ajustables.

$$V_s = \pm a_1 V_1 \pm a_2 V_2 \pm \ldots \pm a_6 \sqrt{6}$$

I.6.b Módulo multiplicador divisor

Realiza producto y cociente entre una señal normalizada y una constante u otra señal normalizada.

También realiza el cuadrado y la raíz cuadrada en una señal normalizada.

Señal de entrada y salida: 4-20 m A
Transferencias: $Io = K_1 Ie_1 + K_2 Ie_2$
$Io = K Ie^2$

I.6.c Módulos generador de funciones

Construye las funciones aproximándolas por trazo lineales
Número de trazos = 10
Ajuste de pendiente: -2 á + m A/m A
Corrimiento de cero: 0-20 m A

I.7 Fuentes de señal

Proporcional señales de corriente o tensión en los alcances normalizados.

I.7.a Módulo fuente de corriente para alimentación de transductores, puentes, indicadores, etc.
Salida 0-50 m A (puntos fijos: X 4, 10, 20 y 50 m A)
Carga admisible: 0-600 Ω
Precisión: 0,1 m A

I.7.b Módulo fuente de tensión para alimentación de

transductores, puentes, indicadores, etc.
Salida: 0-10 V (puentes fijos 1 y 5 V)
Carga admisible: 0-200 m A
Precisión: 0,05 V

I.7.c Módulo fuente de valor de referencia de la variable de proceso, con comando manual o remoto, motorizado.
Salida: –24/0/+24 Vc c
Carga admisible: 0-250 m A
Regulación: 1 o/o (a plena carga)

I.8 Fuentes de alimentación

I.8.a Módulo fuente de alimentación para módulos.

I.8.b Módulo de fuente de alimentación para sistemas auxiliares (contactores, relevadores, etc.)

Los items (7) y (8) totalizan en la Central de Atucha una cantidad aproximada de 300.

I.9 Controladores

Elaboran la señal de error del lazo de regulación y dan una señal para comando. El número de estos componentes en la Central de Atucha es del orden de 100.

I.9.a. Módulo controlador de tres posiciones con ajuste de banda muerta, histéresis, banda proporcional y tiempo de integración.

Con entradas para señal de valor medido y de referencia de 4-20 mA y 1-5V.

Banda muerta ajustable entre 0,5 y 10 o/o de amplitud de entrada.
Banda proporcional: 10 a 200 o/o.
Tiempo de integración: 2 seg a 20 minutos.

I.9.b Módulo controlador continuo: proporcional, integral, derivativo, para operación manual o automático, valor de referencia local o remoto, acoplamiento para dispositivo de acción adelantada "feed forward"), indicador de salida e indicador de desviación, salida para registrador, salida para fuente de tensión y de corriente.

Entrada: Id. anterior.
Banda proporcional: 0-200 o/o
Tiempo de integración: 2 seg a 20 minutos
Tiempo de derivación: 0 a 5 minutos.

I.9.c Módulo controlador de relación: la salida es proporcional a la relación entre la variable de proceso y la variable de referencia.

I.10 **Módulos de acoplamiento:** proveen la adaptación entre la señal de comando del regulador y el elemento de acción final que actúa sobre el proceso.

El número de estos componentes en la Central de Atucha es aproximadamente de 100.

I.10.a Módulo de contactores para accionamiento de cargas eléctricas por el controlador de tres posiciones.

I.10.b Módulo conmutador con teristores para accionamiento por controlador de tres posiciones.

I.10.c Módulo amplificador de potencia para acoplamiento de controlador continuo.

I.10.d Módulo de acoplamiento entre controlador continuo y carga controlada por fase (tiristores, triacs, etc.)

I.11 Accionadores finales

Son los elementos que actúan sobre el proceso, a través del cambio de una variable del mismo.

I.11.a Motores eléctricos

I.11.b Calefactores blindados.

I.11.c Convertidores electroneumáticos y convertidores electrohidráulicos. Entra la señal eléctrica y sale aire o aceite.

I.12 Indicadores varios

De magnitudes físicas, eventualmente con indicadores de límite.

I.12.a Termómetros

I.12.b Termostatos

I.12.c Manómetros

I.12.d Presostatos

I.12.e Instrumentos de aguja

I.12.f Registradores continuos o por puntos

I.12.g Otros

I.13 Elementos de comando y señalización

I.13.a. Llaves termomagnéticas

I.13.b Botoneras

I.13.c Contactores

I.13.d Microcontactores

I.13.e Relés

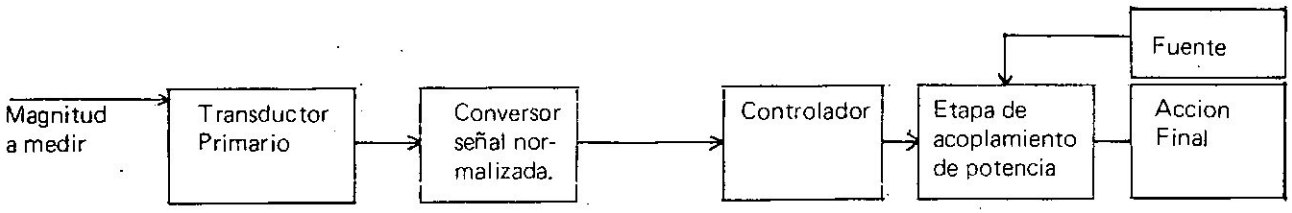
I.13.f Indicadores luminosos

I.13.g Otros

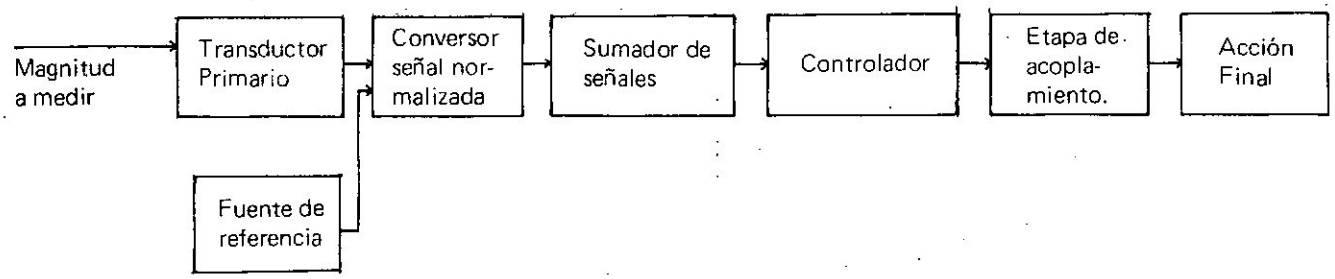
II DIAGRAMAS DE PARTES

A fin de aclarar el listado de componentes tipo, dado en item I.1 de este Anexo, se dan algunos diagramas de partes básicos.

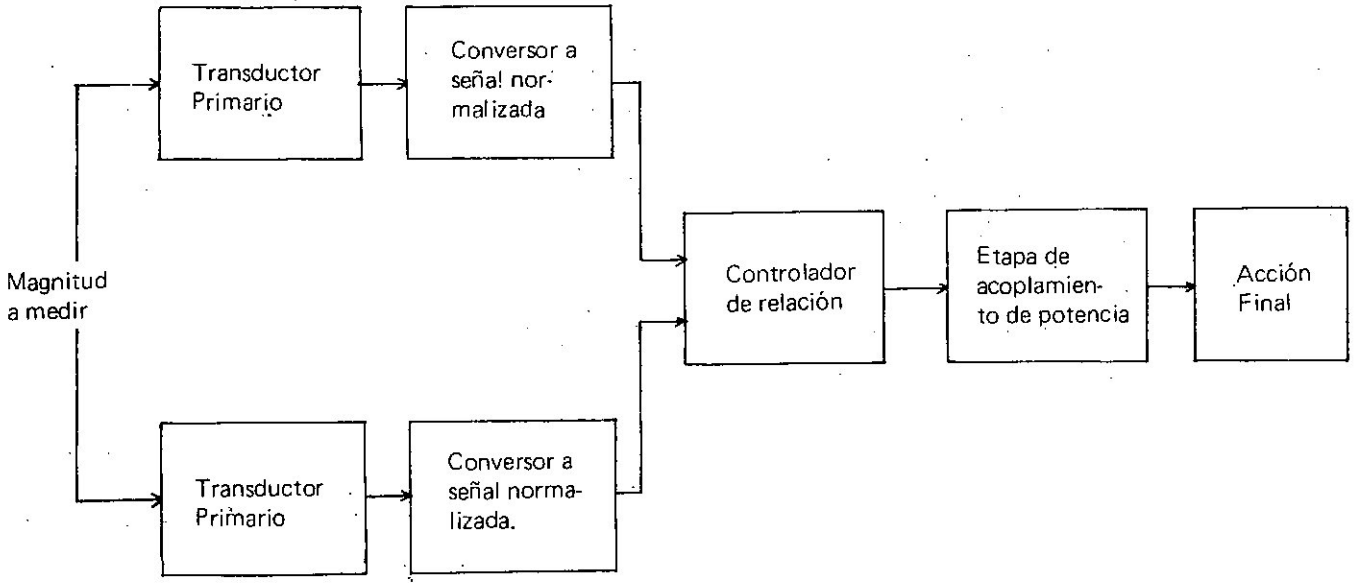
II.1 Cadena de Control Básica



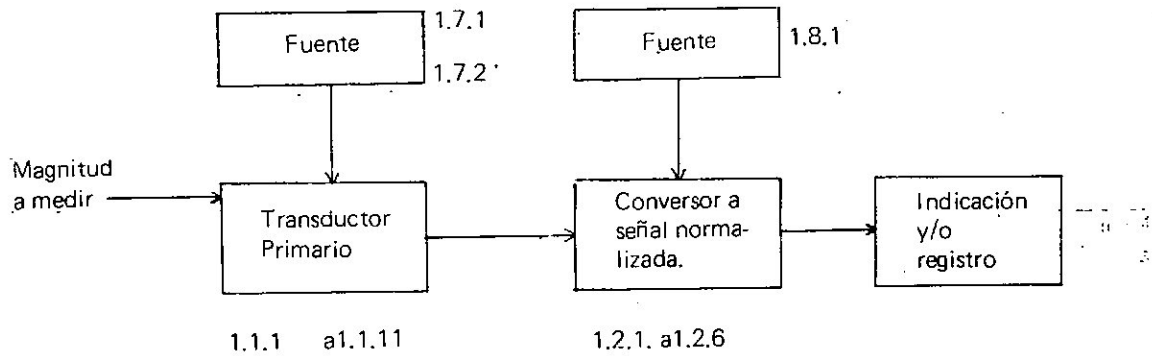
II.1.a. Cadena de Control con Valor de Referencia Externo



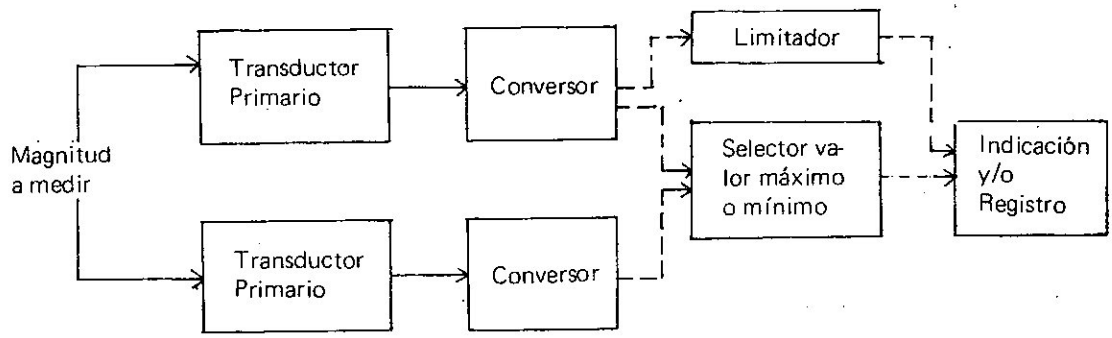
II.1.b Cadena de Control por Relación



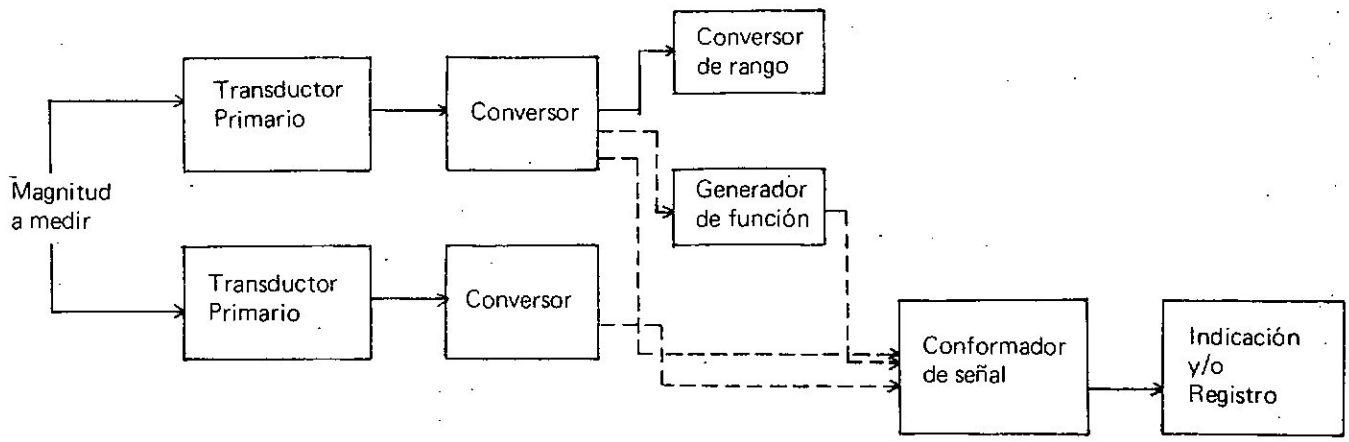
II.2 Cadena de medición básica



II.2.a Cadena con selección o limitación del valor medio



II.2.b Cadena con conformación del valor medio (y conversión de rango)



La lista resumida de componentes tipo es entonces:

1 – Transductores
2 – Conversores de medición
3 – Conversores de alcance
4 – Separadores
5 – Limitadores
6 – Conformadores de señal
7 – Fuentes de señal
8 – Fuentes de alimentación
9 – Controladores
10 – Módulos de acoplamiento
11 – Accionadores finales
12 – Indicadores varios
13 – Elementos de comando y señalización

III PRESELECCION POR RUBROS

El grupo I.1 (transductores) lo consideramos, siguiendo los memoranda de convenio CNEA–CFI, dentro del grupo de componentes que no se fabrican en el país y que tampoco sería conveniente desarrollar, en una primera etapa, por su gran diversidad, la alta tecnología y calidad de materias primas necesarias para fabricar cada uno de los componentes, etc.

El grupo I.11 (accionadores) es también bastante heterogéneo y su composición depende de la técnica empleada por el constructor de la central (comando eléctrico o neumático). Además, estos elementos son muchas veces provistos junto con el componente mecánico (Ejemplo: la válvula se suministra con su motor de accionamiento incluído). En una primera etapa no se considera útil incluirlos en un análisis de factibilidad.

Los grupos I.12 y I.13 (indicadores varios y elementos de comando y señalización) contienen distintos elementos que pueden clasificarse siguiendo los memoranda del convenio CFI en aquellos componentes que se fabrican en el país con características de operación suficientes, los que se fabrican en el país pero que no tienen características de operación satisfactorias para su uso en Centrales Nucleares y unos pocos que no se fabrican en el país pero cuya fabricación interesaría.

Los componentes de los items I.2 a I.9 son los que se eligen para aplicar los criterios de preselección. Involucran exclusivamente módulos que manejan solo señales electrónicas.

IV PRESELECCION DE COMPONENTES

Para la preselección de componentes de instrumentación de procesos debe tenerse en cuenta que la mayoría de los componentes que no se fabrican, pero cuya fabricación sería de interés, se utilizan en forma combinada y un mismo fabricante provee toda la línea. Esto hace que la demanda, y por ende el costo de fabricación de cada uno de los componentes, sea dependiente de la demanda del resto con lo que la evaluación de componentes individuales desde el punto de vista costo beneficio no es fácil de definir. Lo que sí es posible definir, es que el volumen de la instrumentación de procesos empleado en una Central Nuclear justificaría el desarrollo de una industria local sólo si ella se da en el contexto de un conjunto de instalaciones industriales que hagan uso de ese mismo tipo de instrumentación. Por lo anterior, para la preselección de componentes se ha dado especial peso al factor beneficio tecnológico y los preseleccionados han resultado aquéllos de una mayor elaboración circuital. De la lista de componentes tipo resultaron preseleccionados los siguientes:

– Conversor de fem. de termocupla a corriente normalizada.
– Conversor separador.
– Fuente de alimentación.
– Controlador continuo.

V CARACTERIZACION DE COMPONENTES

V.1 **Conversor de f.e. m de termocupla a corriente normalizada**

V.i.a **Especificaciones**

Entrada: por puente con compensación automática de temperatura de junta fina.

Alcance de entrada; ajustable entre 0-400 μ V y 0-400 m V
Ajuste de cero: variable entre 0 y 400 m V
Salida: 4-20 m A de CC
Ripple: $<$ 1 o/o de pleno alcance
Carga admisible: 0-600 Ω cumpliendo especificaciones
Protección contra circuito abierto permanente.
Precisión: ± 1 o/o del alcance.
Alimentación: a) Versión para + 24/ –24 V cc
b) Versión para 220 V (+ 15 o/o) C.A.
48 Hz a 63 Hz
Temperatura de operación: + 10°C a + 60°C
Humedad relativa: 20 o/o a 100°C

V.2 **Conversor separador**

V.2.a **Especificaciones**

Entrada: 1) 4 - 20 m A.C.C, impedancia de entrada 250 Ω
2) 1 - 5 V-C.C, impedancia de entrada 200 kΩ
Salida: 1) 4-20 m A.C.C, carga admisible 0-600 Ω
2) 1-5 V.C.C; carga admisible ⩾ 200 kΩ
Ripple ⩽ 1 o/o del alcance
Aislación: entre entrada y salida y cualquiera de ellas y fuente de alimentación o masa 2,1 kv. mínimo.
Precisión: ± 1 o/o de plena escala.
Alimentación: 1) 220 V (± 15 o/o) C.A. 48-63 Hz
2) + 24/-24 V (± 15 o/o) C,C
Condiciones ambientales: temperatura + 10º a 60ºC
humedad: 20 o/o ó 100 o/o

ANEXO IV

I LISTADO DE COMPONENTES TIPO DE CIRCUITOS LOGICOS

Se definen por sus funciones los módulos electrónicos que forman los sistemas de enclavamiento operativo de la Central Nuclear de Atucha (Simatic P).

Hay que aclarar que en las centrales canadienses estos sistemas son implementados en gran parte en base a relés. Debiendo ser en ambos casos los componentes primarios importados, se juzga igualmente conveniente dar como referencia la información disponible, ya que la tecnología de desarrollo de los circuitos lógicos con semiconductores o con reles es similar y es una cuestión a decidir en el futuro el tipo de componentes primarios a usar en la implementación de los circuitos lógicos de enclavamiento operativo de la tercera central nuclear y siguientes.

La función de los circuitos lógicos de enclavamiento operativo es básicamente evitar un mal manejo de los diferentes dispositivos de la Central. Como ejemplo puede darse el caso de una bomba cuyo eje debe estar lubricado cuando ésta entra en operación. Dicho componente llevará asociado un circuito lógico de enclavamiento que no permitirá que el motor impulsor de la bomba arranque, si previamente no se ha iniciado la operación de lubricación del eje de la misma. Se tiene entonces los siguientes grupos de componentes:

I.1 Módulo para conmutación de mando

Si un componente de la central está duplicado y cuando debe operar uno de ellos no lo hace, el módulo ordena la operación del otro componente.

El circuito esta constituído básicamente por funciones lógicas y es de cierta complejidad. La cantidad de plaquetas es de 53.

I.2 Módulo Temporizador

Genera los intervalos de tiempo necesarios para que los módulos inicien una acción dada.

El circuito es, por lo general, un oscilador de relajación de poca complejidad y de baja precisión. La cantidad de plàquetas es de 362.

I.3 Módulo de protección

Protege a un grupo de módulos, en general contra sobrecorriente y tiene también algunas funciones de monitoraje. El circuito es de poca complejidad y la función de protección la realiza mediante llaves térmicas miniatura. La cantidad de módulos es de 246 (esta función va montada en módulo tipo NIM o similares).

I.4 Módulo de comando

Tiene la función de enclavamiento propiamente dicha. Su circuito está constituído por funciones lógicas de desarrollo algo complejo. La cantidad de plaquetas es de 40.

I.5 Módulo lógico

Función AND, OR, FLIP FLOP, etc.
La cantidad de plaquetas es de 1.450.

I.6 Módulo de acoplamiento

La función es acoplar la señal elaborada por otros módulos a los accionadores.

La mayoría de las funciones están realizadas con reles y algunas tienen amplificador de potencia.

La cantidad de plaquetas es de 178.

I.7 Módulo de monitoraje.

La función es verificar tensiones de alimentación, etc y producir acción si alguna de ellas falta.

La cantidad de plaquetas es de 800.

I.8 Módulo de alimentación.

La función es alimentar a los módulos.

Su circuito consta de transformador de poder, diodos separadores, rectificador, llaves térmicas. La cantidad es de 2.

Existen otros dos módulos del mismo tipo pero menor potencia, cuya función es dar alimentación para señalización. Excepto los módulos de ítem I.3, los demás módulos son simplemente plaquetas con conector montados en un marco metálico o plástico. De acuerdo a las cantidades parciales de los distintos módulos el número total de módulos (plaquetas) es del orden de 3.000, que van montados en armarios.
El listado de componentes tipo de los sistemas de enclavamiento operativo es el siguiente:

1 – Módulo para conmutación del mando
2 – Módulo temporizador
3 – Módulo de protección
4 – Módulo de comando
5 – Módulo lógico
6 – Módulo de acoplamiento
7 – Módulo de monitoraje
8 – Módulo de alimentación

II PRESELECCION DE COMPONENTES

Teniendo en cuenta lo señalado en ítem I de este Anexo, que la cantidad y tecnología de fabricación de estos componentes indicarían un factor costo-beneficio favorable, que daría por considerar el factor beneficio tecnológico.

Al respecto, puede decirse razonablemente que la tecnología involucrada en los diferentes componentes es la misma. Por esta razón bastará preseleccionar un componente a fin de caracterizarlo. El componente preseleccionado es el módulo de protección.

III CARACTERIZACION DE COMPONENTES

III.1 **Módulo de protección**

Entrada de señal para monitoraje:
4 de 40 m A cada una
1 de 15 m A
1 de 4 m A
2 de 2 m A cada una

Salidas:
8 de 3 A (total) (fuente de + 24 V)
1 de 1 A (fuente de – 24 V)
1 de 700 m A
2 de 100 m A
3 de 200 m A
1 de 150 m A
3 de 10 m A

Consumo:
+ 24 V – 45 m A
–24 V – 15 m A

Es un circuito lógico con 7 compuertas y 2 llaves térmicas.

ANEXO V

I LISTADO DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE COMPUTACION

En la tarea de preselección de componentes para la parte de computación, se ha tomado como referencia el sistema propuesto por una empresa extranjera para el control de la central de Río III. Se estima que la mayor parte de los componentes no se fabrican en el país, pero la posibilidad de su realización es de especial interés si se tiene en cuenta lo dicho en apartado II.1 del presente informe (pronóstico tecnológico), con respecto a factores costo beneficio y beneficio tecnológico favorables. De acuerdo a esto último, se ha suprimido la parte de preselección de componentes, limitando la tarea a la caracterización de un componente a fin de obtener orientación de los posibles proveedores.

II CARACTERIZACION DE COMPONENTES

II.1 **Subsistema de multiprograma**

La función es extender las posibilidades de aplicación de una minicomputadora mediante la ampliación de la capacidad entra-salida de la misma.

Velocidad de transferencia de datos: 100.000 palabras
seg

Resolución máxima: 12 bits
Entre algunas de las funciones se tiene

II.1.a **Módulo convertidor digital analógico de tensión**

Provee una salida de tensión bipolar.
Salida - 10.240 V @ + 10.240 V de C.C o 0.5 mA
Resolución: 5 m V C.C
Precisión: ± 2.5 m V C.C
Velocidad máxima de programación: 50 μ seg dentro de 5 m V del valor final.

ANEXO VI

I EQUIPAMIENTO DE INSTRUMENTAL

Para evaluar el estado de los proveedores en este rubro se define un universo de instrumentos necesarios para el desarrollo de componentes de instrumentación nuclear de procesos, circuitos lógicos de enclavamiento y en la parte digital. Comparando este universo de instrumental con lo que posee el universo de proveedores representativos del sector, se podrá evaluar el estado de los mismos en este rubro.

El universo de instrumentos definidos ha tenido en cuenta que, en el marco de análisis definido, el DICNEA tendrá como tareas específicas el proyecto de montaje y puesta en marcha de sistemas y que la Industria Nacional debe fabricar, y en los casos posibles desarrollar, los componentes.

Para obtener mayor información de la encuesta se ha definido en forma aproximada instrumental de uso profesional y no profesional en aquellos casos en que existe gran varie-

dad de especificaciones.

La lista es la siguiente:

I.1 **Instrumental para desarrollo de instrumentación nuclear**

1) Osciloscopio: (ancho de banda vertical ⩾ 10 M c/s. sensibilidad vertical ⩾ 10 m V, con trigger)

2) Generador de funciones:

Tipo HP 3310 A. función sinnsoidal, cuadrada, rampa triangular, pulsos desde menos de 1 c/s hasta 5 M c/s.

3) Generador de pulsos: tipo Tektronix modelo 115 y/o su equivalente.

4) Generador R.F.

5) Generador de corriente: rango 10^{-13} A a 10^{-6} A y precisión mejor del 1 o/o.

6) Voltímetro diferencial
Tipo HP – 741 B y/o su equivalente

7) Voltímetro de valor eficaz

8) Voltímetro digital

9) Multímetro Tripplet 630 APL. Simpson 260 o digital Keithley modelo 160.

10) Generador de pulsos exponenciales
tipo-Tenelec modelo 310 y/o su equivalente

11) Tracer: tipo Tektronix 575 y/o su equivalente

12) Fuente de baja tensión: salida variable entre 0-30 V. 2 A, regulación contra carga 0,01 Ω, contra línea 0,005 o/o, estabilidad en 8 h mejor que 0,5 o/o

13) Fuente de alta tensión: salida variable entre 100 V y 3000 V, 1 m A

14) Puente de impedancia: tipo GR 1650 B y/o su equivalente

15) Cámara climática
Temperatura: ± 2º C + 70ºC dentro de + 2º C

Subir una atmósfera y bajar al orden de vacío de bombas mecánicas HR: 10 o/o a 100 o/o
Volumen útil: 30 dm^3 a 50 dm^3

16) Multicanal

17) Diodo detector semiconductor (Ge-Li)

18) Criostato

Se hace una estimación de 20.000 dólares para este equipamiento en país de origen, hasta (15) y de otros 20.000 dólares para (16), (17) y (18)

I.2 **Instrumental para desarrollo de instrumentación de procesos**

Excepto los indicados en apartado (a) con los números (5), (6) y (13) que no se estiman necesarios, los demás son necesarios y a ellos se agregan los siguientes:

19) Fuente de corriente: (señal) 0-100 m A, gran estabilidad

20) Transformadores de medida

21) Tester neumáticos: (presión diferencial, absoluta, etc.)

22) Termómetros: (de varilla ± 1/4º C)

23) Termocuplas: Hierro constanta (mayor sensibilidad) Cromel - alumel (la más lineal)

24) Resistores de platino

25) Celdas de medición de diferencia de presión

26) Manómetros

27) Extensómetros

28) Convertidores electrohidráulicos

29) Válvulas motorizadas

30) Válvulas neumáticas

Los items (23), (24), (25), (26) y (27) son sensores necesarios para calibración y pruebas dinámicas. Los items (28), (29) y (30) son los dispositivos finales necesarios para prueba dinámica de sistemas.

Para este equipamiento se hace una estimación de 10.000 dólares en país de origen.

I.3 **Instrumental para desarrollo en computación**

Excepto los indicados en apartado (a) con los números (5) y (13) que no se estiman necesarios, los demás son necesarios y a ellos se agregan los siguientes:

31) Generador de palabras

32) Escalímetro (50 M c/s)

33) Computadora (para probar interfaces)

34) Lector de cintas

35) Perforadora de cintas

36) Teleimpresora

Este equipamiento se estima en 50.000 dólares en país de origen.

I.4 Equipamiento de instrumental para encarar desarrollos en circuitos lógicos de enclavamiento.

Quedan comprendidos ampliamente en los enumerados anteriormente.

En base a la lista anterior se construyó la tabla que se da en el punto 19 del Anexo VII, dirigida a evaluar durante las visitas a las fábricas la capacidad de las mismas en este rubro. La planilla permite deducir, además, en forma indirecta, a través del análisis de la distribución del instrumental y de su tipo, el volumen de desarrollos encarados, pero que se da al control de calidad en el proceso productivo, etc.

ANEXO VII

1. Caracterización de la empresa

Datos generales de la empresa y de las plantas industriales al [ ][ ][ ]

1.1 Nombre o razón social de la empresa: .....

Dirección: ..... Teléfono. .....

Nombre de la persona que completó este cuestionario: .....

Fecha de iniciación de las actividades de la planta: / /

1.2 Forma jurídica y propiedad del capital de la empresa. Estimar aproximadamente el porcentaje de capital perteneciente a las entidades consignadas a continuación.

Forma jurídica \ propiedad del capital	ARGENTINOS				Extranjeros y no residentes en Argentina.	TOTAL
	Estado	Empresas Industriales	Inversores particulares	Otras empresas.		
(1)						100 o/o

(1) Consignar si es SRL, SA, etc.

1.3 Personal ocupado:

Consignar la cantidad de personas existente al 31 de diciembre de 1972 discriminando entre permanentes y transitorios.

	TOTAL	Profesionales (1)	Técnicos (2)	Operarios	Empleados
Permanentes					
Transitorios					

(1) Se entiende por profesional toda persona con título universitario, producto de una carrera de 5 años universitarios como mínimo o conocimiento y experiencia equivalente.

(2) Se entiende por técnico toda persona con carreras universitarias menor de 5 años, o título secundario técnico o con formación equivalente.

1.4 Monto de las ventas en el ejercicio cerrado en 1972 en millones de pesos moneda argentina. [ ]

1.5 Valor de las materias primas, materiales y componentes adquiridos en el ejercicio cerrado en 1972 en millones de pesos moneda argentina.

1.6 Superficie de la planta:

Total	Lab.	Prod.	C.C.	otros

2. Datos Relativos a la Producción

Consignar en volumen (Indicando la unidad) y valor (a precios de planta en millones de pesos):

a) La producción efectivamente realizada en 1972.

b) La capacidad máxima de producción considerando las instalaciones existentes y el número de turnos que resulte tecnologicamente factible operar la planta.

A – Principales Rubros de Actividad	Producción 1972				Capacidad de Producción
	o/o Produc. Total		Valor (1)		o/o Producción Total
	Seriada	Especial	Seriada	Especial	
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
TOTAL					
B – Productos de especial interés para el programa de centrales nucleares					
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
TOTAL					

(1) Valor en millones de pesos.

3. **Adquisición de Tecnología**

Describa a continuación los siguientes aspectos de la situación presente en materia tecnológica:
a) nombre y país de origen de la(s) empresa(s) asociada(s) o empresa(s) licenciatoria(s), etc. con las que la firma mantiene relaciones por compra de tecnología, asesoramiento técnico, etc.;
b) nómina de los tres rubros o productos principales a los que está referida cada una de dichas relaciones tecnológicas;
c) forma(s) que adopta la colaboración técnica recibida;
d) el objeto de la relación tecnológica,
e) formas de pago previstas en los acuerdos a cambio de la colaboración tecnológica; y
f) monto pagado en 1972.

Indicar el carácter, nombre y país de las instituciones que proveen tecnología, asesoramiento técnico, etc. (a)	Productos principales a que se refiere cada relación comercial en el mayor nivel de especificidad (b)	Formas que adopta la colaboración técnica recibida. (colocar los números de los ítems que corresponden a cada caso. (c)	Objeto de la relación tecnológica (colocar los números de los ítems que corresponden a cada caso) (d)	Forma de pago (colocar los números de los ítems que corresponden a cada caso) (e)	Monto pagado en 1972 en U$S. (f)
1. Carácter: _____ Nombre: _____ País: _____	_____ _____ _____	_____	_____	_____	_____
2. Carácter: _____ Nombre: _____ País: _____	_____ _____ _____	_____	_____	_____	_____

En columna a): Indique el carácter (casa matriz, empresa asociada, Instituto de Investigación, etc.) nombre y país de origen de las instituciones que proveen tecnología.

En columna b: Indique los tres productos principales a que se refiere cada una de las relaciones tecnológicas con firmas de la columna a). Se habrán de elegir dichos productos en función del valor de producción respecto al valor total de la producción planta en 1972.

En columna c): Indique a cuál de las siguientes formas, u otras a ser especificadas, se refiere la colaboración tecnológica recibida. Los ítems no son excluyentes debiéndose marcar todos los que corresponda.
Concesión del uso y/o explotación de:
1. Marcas
2. Patentes de invención.
3. Diseños y modelos industriales.
Provisión de conocimientos técnicos mediante
4. Planos y diagramas
5. Modelos
6. Instrucciones o especificaciones

En columna d): Indicar cuál es el objeto del acuerdo de transferencia de tecnología:
1. Introducción de nuevos productos con el proceso correspondiente.
2. Introducción de nuevos productos sin el proceso correspondiente.
3. Introducción de nuevos procesos para aplicar a productos existentes.
4. Introducción de técnicos de ensayo, control de calidad, laboratorio, etc.
5. Introducción de técnicas de administración, ventas, compras, etc.
6. Otras (especificar).

En columna e): Indicar la forma de cálculo del pago:
1. Porcentaje sobre cifra de ventas o producción de los productos licenciados.
2. Precio fijo por unidad física
3. Pago total único
4. Monto fijo por períodos
5. Otras formas, (especificar).

En columna f): Indicar el monto efectivamente pagado en 1972, expresado en U$S. Estadounidenses.
7. Formación y capacitación del personal
8. Otras modalidades (especificar)
Provisión de otros conocimientos de ingeniería de detalle para:
9. Ejecución de instalaciones
10. Fabricación de productos
11. Asesoría Técnica
12. Otras formas de colaboración (especificar)

Indicar el carácter, nombre y país de las instituciones que proveen tecnología, asesoramiento técnico, etc. (a)	Productos principales a que se refiere cada relación comercial en el mayor nivel de especificidad. (d)	Formas que adopta la colaboración técnica recibida, (colocar los números de los ítems que corresponden a cada caso. (c)	Objeto de la relación tecnológica (colocar los números de los ítems que corresponden a cada caso) (b)	Forma de pago (colocar los números de los ítems que corresponden a cada caso) (e)	Monto pagado en 1972 en U$S. (f)
3. Carácter:					
Nombre:					
País:					
4. Carácter:					
Nombre:					
País:					
5. Carácter:					
Nombre:					
País:					
6. Carácter:					
Nombre:					
País:					
7. Carácter:					
Nombre:					
País:					
8. Carácter:					
Nombre:					
País:					
9. Carácter:					
Nombre:					
País:					
10. Carácter:					
Nombre:					
País:					
11. Carácter:					
Nombre:					
País:					
12. Carácter:					
Nombre:					
País:					
13. Carácter:					
Nombre:					
País:					
14. Carácter:					
Nombre:					
País:					

4. Uso de Licencias:

Consignar los siguientes datos relativos al uso de licencias:

Número de acuerdo registrado en planilla 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Año en que comenzó el asesoramiento tecnológico														
Año del último acuerdo de tecnología														
Duración del acuerdo (años)														
Hasta qué fecha la empresa local espera continuar el acuerdo de transferencia.														
Indicar las dos causas más relevantes para mantener la licencia: 1. Suministro de diseños. 2. Asistencia técnica a fabricación. 3. Asistencia técnica a ensayos y control de calidad. 4. Prestigio de la marca. 5. Otros (especificar).														
Si la empresa realiza esfuerzos para evitar la renovación de los acuerdos de tecnología indicar qué tipo: 1. Investigación y desarrollo en dependencias de la empresa. 2. Mejorar la actividad de ingeniería y diseño en la empresa. 3. Contratar temas de investigación o ingeniería con CNEA, INTI, Universidades, etc. 4. Otros (especificar).														
Restricciones territoriales a la exportación: La licencia limita la venta de los productos a: 1. Argentina, con exclusividad 2. Argentina, sin exclusividad 3. Argentina y América Latina con exclusividad. 4. Argentina y América Latina, sin exclusividad 5. Toda A. L. y otros países con exclusividad 6. Idem, sin exclusividad 7. Todo el mundo con exclusividad 8. Todo el mundo sin exclusividad 9. No se especifica Consignar para cada acuerdo el número de caso correspondiente.														

5. Principales fuentes de información técnica.

Para cada una de las fuentes de información técnica relacionadas con las tareas de producción, diseño y control de calidad, consignar el porcentaje estimado de utilización de dichas fuentes.

[ ]	1 – fabricantes de equipo y de maquinaria (p. ej. catálogos de ventas e informes técnicos)
[ ]	2 – licenciadores de tecnologías.
[ ]	3 – licenciadores de marcas
[ ]	4 – consultores y servicios de asistencia técnica (p. ej. informes técnicos y específicos).
[ ]	5 – empresarios nacionales de la misma área de actividad industrial (p. ej. informes verbales y/o demostraciones prácticas).
[ ]	6 – casa matriz
[ ]	7 – empresarios extranjeros de la misma área de actividad industrial (p. ej. informes verbales y/o demostraciones prácticas).
[ ]	8 – investigadores de universidades o institutos de bien público.
[ ]	9 – ferias industriales (p. ej. demostraciones prácticas y catálogos de ventas).
[ ]	10 – congresos, simposios y reuniones (p. ej. comunicaciones genéricas de carácter técnico sobre nuevas utilizaciones, productos, procesos, etc.).
[ ]	11 – revistas y publicaciones técnicas de carácter periódico (1)
[ ]	12 – centros de documentación.
[ ]	13 – otros (especificar)
100 o/o	TOTAL

(1) (Especifique las tres más importantes)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Salto tecnológico para la producción de componentes de Centrales Nucleares

Para elaborar: .....
cuyas especificaciones genéricas son: .....
.....
.....

Consignar en el cuadro siguiente el monto de las inversiones necesarias para superar las limitaciones existentes en equipamiento y tecnología, la fecha prevista para la adquisición las mismas (semestre y año), el o/o de la inversión a ser adquirida localmente y las fuentes de información de que dispone respecto al salto técnico y componente.

FASES DE PRODUCCION	DISEÑO	FABRICACION	CONTROL DE CALIDAD	OTRAS
Inversiones necesarias para elaborar el componente señalado: (en $ Ley 18.188) a) en maquinarias e instalaciones ..... b) en tecnología				
Fecha prevista de las inversiones: De no haber existido un plan de centrales nucleares cuál hubiera sido la fecha de las inversiones señaladas?				
Porcentaje de la inversión a ser adquirida en el país: maquinarias e instalaciones ..... Tecnología:.....				
Señalar, utilizando los números de las categorías de la pregunta 5, las fuentes de información que la empresa utiliza en relación con la superación de limitaciones de producción				
Señalar, utilizando los números de las categorías de la pregunta 5, las fuentes de información que la empresa dispone en relación con el componente mencionado en esta pregunta				

7. Selección de las inversiones

7.1 Entidades que participan:

En el caso que la empresa requiera inversiones en equipamientos, tecnología o capacitación, para alcancar el nivel técnico necesario para fabricar componentes de centrales nulceares o equipos similares, consignar quienes participarán en la selección y evaluación de equipos, tecnología y programas de entrenamiento.

(tildar)

1. Personal de la empresa: técnicos y profesionales de producción.	
2. Personal de la empresa: técnicos y profesionales de servicios técnicos de la producción.	
3. Fabricantes locales de equipos y maquinarias.	
4. Fabricantes extranjeros de equipos y maquinarias (o sus representantes).	
5. Licenciadores de Tecnología.	
6. Consultores locales.	
7. Consultores extranjeros.	
8. Empresarios nacionales.	
9. Casa Matriz.	
10. Profesionales de instituciones de investigación.	
11. INTI.	
12. Servicios de Asistencia Técnica a la Industria. (CNEA)	
13. Otros.	

7.2 Indicar los principales factores económicos, sociales, etc. (extratecnológicos) que afectan la selección de tecnología.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

8. Utilización de mecanismos de incentivación y promoción ofrecidos por el Estado

8.1 Uso de los mecanismos

Consignar si (SI o NO) utilizó los mecanismos existentes, y en caso afirmativo indicar los montos correspondientes:

MECANISMO USO	Se utilizó	Monto ($)
Decreto 5339/63: Régimen de equipamiento (Franquicias aduaneras)		
Decreto 3113/64: Régimen de promoción industrial (Beneficios Impositivos)		
Ley 18.527: Régimen de promoción de la investigación (Beneficio Impositivo)		
Regímenes provinciales		
Servicios del INTI		
Créditos de CONADE para estudios de preinversión		
Créditos de BND para prototipos		

8.2 Causas por las que no se utilizaron los mecanismos existentes:

Consignar con SI o NO las posibles causas por las que no utilizó los mecanismos existentes.

MECANISMO. CAUSAS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Decreto 5339/63: Régimen de equipamiento (Franquicias Aduaneras)							
Decreto 3113/64: Régimen de promoción industrial (Beneficios Impositivos)							
Ley 18.527: Régimen de promoción de la investigación (Beneficio Impositivo)							
Regímenes provinciales							
Servicios del INTI							
Créditos de CONADE para estudios de preinversión							
Créditos de BND para prototipos							

(1): por no encuadrar dentro de los requisitos legales establecidos por el mecanismo

(2): por no conocer su existencia

(3): por no contar la empresa con personal adecuado para efectuar la solicitud.

(4): por no querer requerir los servicios de asesores o consultores para efectuar la solicitud.

(5): por no concedérsele el beneficio, pese a que fue solicitado.

(6): por no considerarlo suficientemente beneficioso.

(7): otros (especificar).

8.3 Mejoras a la legislación vigente para participar en el plan de obras nucleares

Indicar a continuación en forma concreta y operativa, cuales serían desde el punto de vista empresario, las modificaciones que habría que introducir para qué resultara más beneficioso. (Tratar de no generalizar o conceptualizar).

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

9. Personal de la empresa por funciones

Consignar la cantidad de personas dedicadas a las distintas tareas de la empresa:

1. Gerencia y dirección	
2. Laboratorio	
3. Producción	
4. Control de calidad	
5. Service o As. Técnica	
6.	
7.	
8.	
9. Otros	
Total	

10. Selección, definición y concepción general del producto

10.1. Para las fabricaciones especiales indicar la incidencia de los siguientes factores en la selección, definición y concepción general de los productos de la empresa:

	– pedidos de clientes
	– propuesta iniciada en la sección Ventas
	– propuesta iniciada en la sección Service o Asistencia Técnica post ventas.
	– Propuesta iniciada en el laboratorio de desarrollo
	– Propuesta de la Gerencia o del Directorio
	– Otros .....
100 o/o	

10.2 Para las fabricaciones seriadas indicar la magnitud de la demanda mínima anual en volumen y valor $

11. Desarrollo de productos

Con referencia a las actividades de la lista siguiente:

1. Determinación aproximada de las características básicas de los equipos (o su análisis si ellas son dadas). Especificaciones generales. Búsqueda de bibliografía.
2. Determinación de la configuración circuital y cálculo y selección de componentes (diseño del circuito eléctrico). Armado del circuito sobre un chasis de desarrollo. Medición y ajuste de las características mediante modificaciones de la configuración circuital y/o valor de componentes. Diseño del circuito impreso. Montaje de componentes y verificación y ajuste de características considerando las disposiciones de blindaje, etc.
3. Determinación del tipo y características de los conductores, forma de montaje, código de colores, etc. (diseño de cableado). Determinación del tipo y características del sostén mecánico del circuito, ubicación de conectores, fijación de componentes que no se montarán sobre plaqueta, etc. (diseño mecánico). Estudio de las características de mantenibilidad del instrumento. Realización de un prototipo completo.
4. Mejora, adaptación y adecuación del prototipo para su fabricación en escala industrial. Realización de una serie piloto.
5. Determinación final de las características de los equipos. Diseño final (circuito final, prototipo industrial).
6. Elaboración de planos, especificaciones, rutinas y todo otro elemento necesario para la fabricación y montaje de los diversos elementos componentes del equipo (excepto los que figuran en 7).
7. Circuitos y modelos de equipos armados con fines de ilustrar la tarea de producción.

11.1 Cuáles de estas actividades han sido realizadas en relación con los últimos cinco productos propios y los cinco últimos productos bajo licencia que la empresa lanzó al mercado?

Nombre de los productos propios	Actividades de desarrollo						
	1	2	3	4	5	6	7
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							

Nombre de los productos bajo licencia o de diseño ajeno							
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							

11.2 Consignar el personal promedio dedicado a cada una de las actividades (en h/h) discriminados por profesionales técnicos y otros para el caso de desarrollo de un producto realizando por la empresa y que guarde relación con equipamiento de C.N.

PRODUCTO	INGENIERO	TECNICO	OTROS

11.3 Antigüedad del personal profesional que resliza tareas de desarrollo de producto.
Consignar el número de profesionales que tiene menos de dos años, entre dos y cinco años o más de cinco años de experiencia en desarrollo de productos y de labor profesional.

Años de experiencia del personal profesional	Menos de 2	De 2 á 5	Más de 5
— en desarrollo de productos			
— de labor profesional			

11.4 Para los últimos 10 productos que la empresa lanzó al mercado, señalar cuántos corresponde a las siguientes categorías:

	— diseño propio
	— diseño conocido, usado sin modificaciones (copia)
	— diseño conocido usado con modificaciones
	— diseño bajo licencia
	— otros .....
10	

12. **Control de calidad:** Realiza control de calidad

12.1 De recepción ☐ no ☐ si ☐ — de componentes
☐ — de plaquetas
☐ — de partes subcontratadas a terceros

12.2 En línea de producción: ☐ no ☐ si ☐ — visual
☐ — estático
☐ — dinámico

12.3 De producto terminado: ☐ no ☐ si

12.4 Realiza puesta en marcha: ☐ no ☐ si ☐ — sobre partes
☐ — sobre equipo completo

12.5 Qué equipo posee para realizar control de calidad:
☐ — de propósitos generales
☐ — especial para la función. En este caso: dónde fue desarrollado
.....

12.6 Especificaciones y normas sobre los que se hace el control de calidad
.....

12.7 ¿A quién se informa el resultado del control de calidad del equipo terminado? ¿Con qué frecuencia se hace este informe?

12.9 ¿A quién informa la sección asistencia técnica post ventas sobre las necesidades de cambios, mejoras o modificaciones que hacen a la confiabilidad de los productos?

13. Stock de materias primas

13.1 Valor del stock de materias primas, materiales y componentes $

13.2 Valor del stock de materiales críticos importados: $

14. Fabricación de partes mecánicas

14.1 Realiza la fabricación de partes mecánicas?

14.2 Porcentaje del costo total que representan las partes mecánicas de cada equipo o/o

14.3 Valor de los bienes de capital necesarios para realizar partes mecánicas:

15. Fabricación de plaquetas

15.1 ¿Fabrica las plaquetas de circuito impreso?

15.2 Si la respuesta es negativa, dónde se aprovisiona?

.....

15.3 ¿Son provistas con/sin perforaciones?

16. Armado de plaquetas

16.1 En el proceso de armado de plaquetas se utilizan métodos:
☐ manuales, ☐ semiautomáticos, ☐ automáticos, ☐ encargo a tercero

16.2 En el caso de armado manual o semiautomático ¿cada operario arma una plaqueta entera, o bien se especializa en una sección de la plaqueta?

17. Armado de chasis

17.1 ¿Quién realiza la ingeniería de armado del chasis?

☐ – la sección de desarrollo experimental
☐ – el jefe de planta
☐ – otros.....

17.2 ¿Qué método se utiliza para el armado de chasis: manual, semiautomático, automático, encargo a terceros.

18. Confiabilidad

18.1 El test de confiabilidad:

☐ – no mide parámetros
☐ – se miden con instrumental de propósitos generales
☐ – se miden con instrumental especial para la función.
En este caso, señalar Iquién los desarrollo:.....
.....

18.2 Los test de confiabilidad que se realizan son:

- ☐ – vibración
- ☐ – hermeticidad (a la humedad)
- ☐ – ciclos térmicos
- ☐ – shock mecánico
- ☐ – shock eléctrico
- ☐ – shock térmico
- ☐ – presión
- ☐ – corrosión
- ☐ – .....
- ☐ – .....

20. Otras observaciones:

19. EQUIPAMIENTO DE INSTRUMENTAL: Consignar el equipamiento existente, tipo y uso de acuerdo a la lista:

Nombre del equipo	Cantidad	Cant. eq. profesion.	Lugar de empleo				Observaciones
			Lab.	prod.	C. de C.	Otro	
1. Osciloscopio							
2. Generador de funciones							
3. Generador de pulsos							
4. Generador de R.F.							
5. Generador de Corriente							
6. Generador de pulsos exponenciales							
7. Generador de palabras							
8. Voltímetro diferencial							
9. Voltímetro de valor eficaz							
10. Voltímetro digital							
11. Multímetro							
12. Probador dinámico de semiconductores							
13. Fuente de baja tensión							
14. Fuente de alta tensión							
15. Fuente de señal							
16. Puente de imperancia							
17. Cámara climática							
18. Transformador de medida							
19. Tester neumático							
20. Termómetros							
21. Termocupla							
22. Resistencia de platino							
23. Celdas diferenciales de presión							
24. Manómetros							
25. Estensómetros							
26. Convertidores electro-hidráulicos							
27. Válvula motorizada							
28. Válvula neumática							
29. Escalímetro							
30. Computadora							
31. Lector de cintas							
32. Perforadora de cintas							
33. Teleimpresora							
34. Multicanal							
35. Diodo Ce–Li							
36. Crióstato							
37. Megohmetro							

ANEXO VIII

I DESARROLLO DE COMPONENTES

Si bien en los memoranda adjuntos al convenio CNEA-CFI se ha seguido la definición de Ingeniería básica y de detalle dada en apartado 4.4.2 del Anexo 4 del contrato para la construcción de la Central Nuclear de Río III, en el presente trabajo los distintos aspectos de ingeniería se han involucrado bajo la denominación de **desarrollo**-definido en ítem XI de Anexo VII- por cuanto representa el lenguaje común del sector electrónico en base al cual se realizó la evaluación técnica de las empresas.

Con respecto al desarrollo de componentes electrónicos se dan a continuación algunas notas aclaratorias.

El trabajo de desarrollo puede estar determinado por

1) Mejora o adaptación de especificaciones de un componente

2) Función nueva a cumplir

3) Componentes primarios disponibles

4) Empleo de componentes primarios no tradicionales.

5) Rebajas de costos.

Se tiene, entonces, que el desarrollo electrónico puede implicar la realización de un circuito que cumpla una función que ya cumplía otro circuito (ítem (1)), o que no cumplía ninguno (ítem (2)); mediante una combinación de componentes primarios (ítem (3)) y (4), parcial o totalmente diferente a otras existentes.

Algunos ejemplos representativos son:

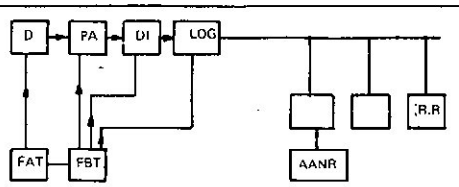
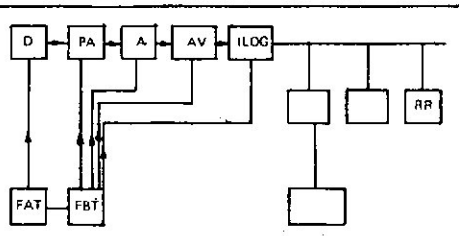
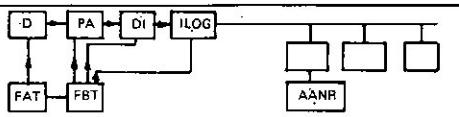
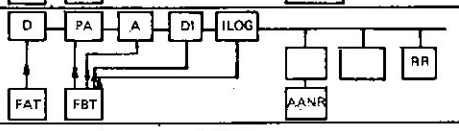
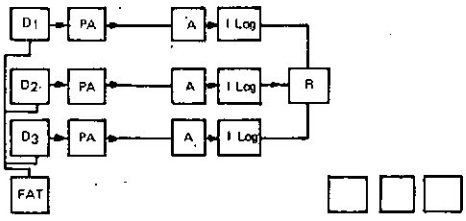
— Desarrollo de un nuevo cabezal detector del equipo monitor de área que permitió resolver problemas de montaje y calibración, resultando además de un costo menor (ítems (1) y (5)).

— Desarrollo de un cabezal detector para equipo monitor de plutonio en aire usando un detector semiconductor que permite el monitoraje del aire en puntos múltiples (ítems (2) y (4)).

— Desarrollo de un monitor de neutrones empleando un detector de neutrones semiconductor no empleado hasta ese momento. Este desarrollo significó la modificación de un preamplificador de bajo ruido para recibir alimentación y enviar información por el mismo cable y realización de dispositivos mecánicos de montaje de dicho preamplificador (ítem (1) y (4)).

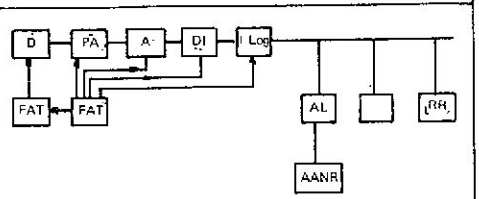
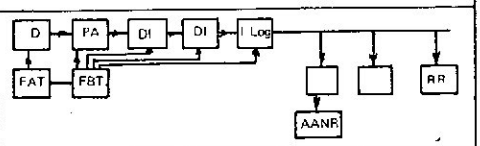
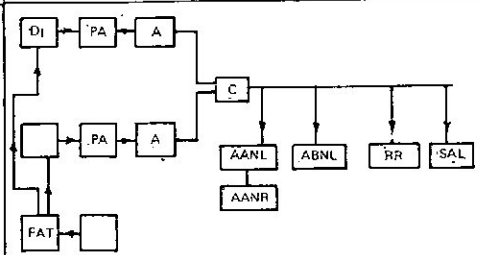
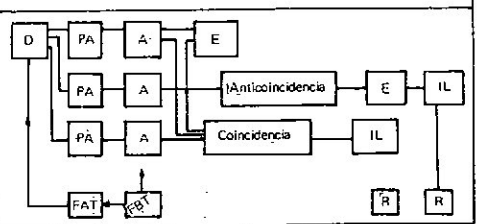
PLANILLA I–A–1

Sistema Monitoraje de Radiaciones (Monitoraje de Areas y Procesos)

	Función	Denominación	Especificaciones Generales	Cantidad	Diagrama de partes
	Monitoraje de productos de fisión en líquidos.	Monitor de líquidos **M4D**	**Detector:** Cristal de INa (TL) 2X"1" con blindaje de P_b de 50 mm. Montado "in-line" **Circuito:** Amplificador de pulsos con discriminador: umbrales 10-50-100-500-1000 mV. Integrador logarítmico 5x10 a $5x10^5$ p.p.m que corresponden a $5x10^{-6}$ a $5x10^{-3}$ U Ci/cm3, Fuente de A.T. 0-1250 V, variable en pasos de 50V. Alarmas de alto y bajo nivel. Señal de salida del equipo para registrador en sala de comando: 0-10V: 2, 5mA.	5	
2	Monitoraje de productos de fisión en líquidos.	Monitor de líquidos **C71249** (modular) A36: A_1; A166: A8, A52, A2, A68, A1 no tiene nada que ver con los correspondientes a instrumentación nuclear.	**Detectores:** 2 cristales INa (TL) 2,5"x3" 1 cristal de 2"x2"; 1 cristal de 1,5"x1,5", 1 cristal de 1"x1" todos con blindaje de Pb de 50 mm y montaje "in-line". **Circuito:** Amplificador de pulsos (x500) Discriminador (umbral entre 0,5V y 10,5V). Amplificador ventana de posición y ancho variable (0-5V). Fuente de A.T. de 3KV. Integrador logarítmico de 10^2 ó 10^7 p.p.m. que corresponden respectivamente a $5x10^{-6}$ a $5x10^3$ UCi/ci Alarmas de alto nivel y bajo nivel. **Montaje:** modular.	5	
	Monitoraje de productos de fisión en gases.	Monitor de gases **M4D**	**Detector:** Tubo GM FHZ 85 **Circuito:** como el de item 1 Rango de medición $2x10^{-1}$ a 10^4 p.p.s que corresponde a $5x10^{-6}$ a $5x10^{-3}$ UCi/cm3 **Montaje:**	1	
4	Monitoraje del aire total de salida	Monitor de gases **M4**	**Detector:** Contador proporcional FMZ 78 **Circuito:** Como de item 1. **Montaje:** como el del M4D pero para montar en rack	1	
5	Monitoraje de gases nobles en casa de piletas.	Monitor de gases DDD 700	**Detector:** proporcional con blindaje de Pb de 50 mm. Separación de Mylard entre detector y volumen a medir **Circuito:** amplificador lineal de pulsos, discriminador e int. log. (10^2 a 10^6 p.p.s). Fuente A.T. Alarmas de alto y bajo nivel	1	
6	Monitoraje de aerosoles en ambientes (salida chimenea)	Monitor de aerosoles. Herfurth 1346	**Detector:** 3 tubos detectores G.M. Valvo 18506. Cinta de papel de filtro. Orificio de medición en el blindaje de los detectores Ø = 50 mm. Caudal 25 m3/h. Motor 1,5 HP. Mecanismo de avance de filtro por pasos **Circuito:** 3 amplificadores (pulso negativo de entrada 250 mV e integradores log. 10 a 10^4 ppm y 10^3 a 10^6 ppm **Sensibilidad:** 4,15 ppm/pCi (2 hs) m^3 15,8 " " (3 hs) 48,2 " " (8 hs)	1	

PLANILLA I–A2

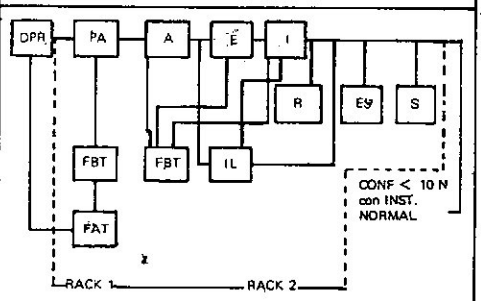
Sistema de Monitoraje de Radiaciones (Monitoraje de Areas y Procesos

Item	Función	Denominación	Especificaciones Generales	Cantidad	Diagrama de partes
7	Monsorear aerosoles en ambientes	Herfurth 1350 Monitor de aerosoles.	**Detector:** G.M. 18536. filtro fijo Ø = 22 mm. Caudal 1,5 m³/h impulsado por bomba de 0.1 HP Distancia al filtro variable entre 3 y 40 mm para cambiar rango de medición. **Circuito:** Amplificación de impulsos e integrador. Rangos de medición 10 a 10^4 ppm. Alarma de alto nivel (12V, o. 5A) **Sensibilidad:** 1.5 ppm/$\frac{pci}{m^3}$ (2 hs) 3.3 " " (3 hs) 8.8 " " (8 hs) **Montaje:**	3	
8	Monitorear N 16 en la tubería de vapor vivo	Monitor de vapor vivo M4D	**Detector:** Tubo GM FHZ78. Por ser GM la discriminación se hace con blindaje de Pb de 5 cm. Coincidencia 2 de 3 que va a sistema de seguridad. **Circuito:** similar al de ítem 1 **Montaje:** Ubicado sobre techo de recinto del reactor.	6	
9	Monitorear tritio	Monitores de área M947	**Detector:** Cámaras de ionización. Rango de energía 50Kev a 5 MeV **Circuito:** Amplificador de medida con compensación de temperatura (10^{-12} a 10^{-4} A), Fuente AT 1500V. variable en pasos Unidad de conmutación automática de detectores Rangos de medición. Cámara I; 10^{-4} a 1 R/h " II: 1 a 10^3 R/h Alarma de alto y bajo nivel ajustable entre 10^2 a 10^6 $\frac{\mu R}{h}$ (salida 30V. 30W) Señal de salida para registrador 2.5 a 10 mA. **Montaje:**	12	
10	Monitorear áreas	Monitor de área. M4D	**Detector:** tubo G.M. F.H.Z 79 **Circuito:** es similar al de ítem 1 pero integrador lineal 0-10-10^2-10^3-10^4 pps		
11	Monitorear tritio en procesos	Monitor de tritio SMHK		9	

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

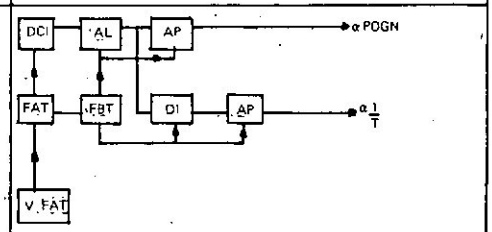
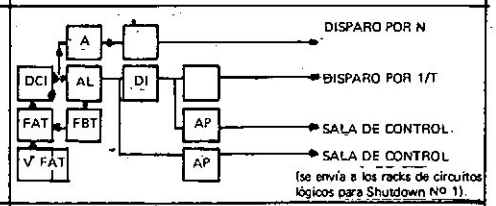
PLANILLA A I–B

Sistema de Monitoraje neutrónico para arranque – (Instrumentación de arranque)

Item	Función	Denominación	Especificaciones generales	Cantidad	Diagramas de partes
1	Monitorear flujo neutrónico durante el arranque fuera del núcleo	Cadena de arranque fuera del núcleo	**Detectores:** 1 contador proporcional de alta sensibilidad, de He Ø = 12.5 mm **Circuito:** Queda descripto mediante el diagrama de partes. Mediante esa disposición permite la operación del reactor desde 3 nV a 10^4 nV ó 3. 3×10^{-11} de su potencia nominal (Pn) (el flujo neutrónico considerado alrededor del detector) **Montaje:** Los detectores van montados en los alojamientos destinados a los detectores autopropulsados de platino para Shutdown Nº 2. La parte electrónica se reparte entre el Rack Nº 1 (pre-amplificador, FAT, y FBT) montado cerca del detector y el Rack Nº 2 en la sala de control. El cableado que liga el Rack Nº 1 con el Nº 2 es fijo.,	3	
2	Monitorear flujo neutrónico durante el arranque, dentro del núcleo.	Cadena de arranque dentro del núcleo	**Detectores:** 1 contador proporcional de alto semibilidad, de He Ø = 63 mm **Circuito:** el mismo que el de item 1 Permite la operación del reactor desde 10^{-2} nV a 10^4nV (en las advacencias del detector) o 10^{-7} de Pn **Montaje:** los detectores van montados en los alojamientos destinados a las cámaras de ionización que se emplean en el Shut down Nº 2, lo demás es similar al item 1.	3	Igual al de item 1

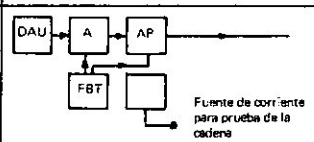
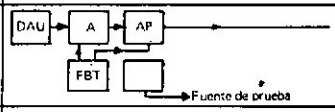
PLANILLA I–C

Sistema de Monitoraje neutrónico fuera del núcleo – (Instrumentación Normal)

Item	Función	Denominación	Especificaciones generales	Cantidad	Diagrama de partes
1	Monitoraje neutrónico fuera del núcleo, para regulación	Cadena de monitoraje neutrónico fuera del núcleo para regulación.	**Detector:** 1 cámara de ionización. Sensibilidad neutrónica 1 X 10^{-14} + A/n/cm2 seg. Sensibilidad gammia 4, 5, 10^{-12} A/r/h Corriente residual: menor que 10^{-12} A Corriente de señal en el rango de operación 10^{-11} a 10^{-4} A **Circuito:** Se indica en el diagrama de partes. Permite regular el reactor desde 10^{-7} de Pn hasta 1,5 de Pn **Montaje:** el detector irá montado en la facilidad preparada para tal fin fuera del núcleo. La parte electrónica irá en la sala de control	3	
2	Monitoraje neutrónico fuera del núcleo para Shutdown Nº 1	Cadena de monitoraje neutrónico fuera del núcleo para Shutdown Nº 1	**Detector:** idem ítem 1 **Circuito:** salvo las diferencias que resultaran del diagrama de partes, el mismo que el de ítem 1. **Montaje:**	3	
3	Monitoraje neutrónico fuera del núcleo para Shutdown Nº 2	Cadena de monitoraje neutrónico fuera del núcleo para Shutdown Nº 2	Idem item 2	3	Idem item 2

PLANILLA I–D

Sistema de Monitoraje neutrónico dentro del núcleo – (Instrumentación normal)

Item	Función	Denominación	Especificaciones generales	Cantidad	Diagrama de partes
1	Monitoraje neutrónico dentro del núcleo para regulación.	Cadena de monitoraje neutrónico dentro del núcleo para regulación	**Detector:** 1 detector autopropulsado de platino corto **Circuito:** se indica en el diagrama de partes. Permite regular el reactor hasta 1,5 Pn **Montaje:** el detector irá montado dentro del núcleo según se indica en planos. La parte electrónica va en la sala de control	54	
2	Monitoraje neutrónico dentro del núcleo para mapping	Cadena de monitoraje neutrónico dentro del núcleo para mapping	**Detector:** 1 detector autopropulsado de vanadio corto **Circuito:** se indica en el diagrama de partes. Permite conocer la distribución del flujo neutrónico en distintos puntos del reactor **Montaje:** el detector va montado dentro del núcleo según se indica en planos	38	El mismo que el de item 1
3	Monitoraje neutrónico dentro del núcleo para Shutdown Nº 1	Cadena de monitoraje neutrónico dentro del núcleo para Shutdown Nº 1	**Detector:** 1 detector autopropulsado de platino largo **Circuito:** se indica en el diagrama de partes **Montaje:** El detector va montado dentro del núcleo según se indica en plano	3	
4	Monitoraje neutrónico dentro del núcleo para Shutdown Nº 2	Cadena de monitoraje neutrónico dentro del núcleo para Shutdown Nº 2	**Detector:** idem item 3 **Circuito:** idem item 3 **Montaje:** el detector va montado dentro del núcleo según se indica en planos.	3	El mismo que el de item 3

PLANILLA I–E

Sistema de detección de elementos combustibles falla dos

Item	Función	Denominación	Especificaciones generales	Cantidad	Diagrama de partes
1	Detección de productos de fisión gaseosos en el refrigerante del primario	Detector de productos de fisión gaseosos (GFP)	**Detector:** cristal semiconductor de pequeñas dimensiones. **Circuito:** se da en diagramas de partes **Montaje:** se hace en un recinto cercano al reactor. El sistema mecánico de muestreo toma las muestras de los recolectores (header) lo retarda 15' y luego lo mantiene durante un intervalo de tiempo adecuado frente al detector. Cuando el sistema detecta el isótopo indicador en cantidad suficiente como para suponer que hay un Elemento Combustible fallado, se hace el "valving" para ver en que parte del reactor está ubicado y envía señal a computadora, la que hace entrar en operación el sistema de localización de canal combustible (NDD).	1	El circuito 1 viene del header que toma 190 feeders en salida y el 2 los otros 190 de salida del refrigerante. circuito 1 circuito 2 Retardo 15' DA Muestra DS PAC A E FAT FBT ES a computadora R
2	Detección de neutrones retardados.	Detector de neutrones retardados.	**Detector:** 1 detector proporcional de BF_3 que usa como moderador agua liviana. **Circuito:** se da en diagrama de partes **Montaje:** se hace en un recinto cercano al reactor. El sistema mecánico de muestreo consta de 12 grupos de 32 canales cada uno. El muestreo es comandado desde computadora y se hace explorando secuencialmente en tiempo cada uno de los 32 canales que componen cada grupo y simultaneamente los diferentes grupos Ej: en grupo (I) explorará el canal (1), luego el (2) y siguiendo a su vez, al mismo tiempo, en los grupos (II), (III), etc. explorará también el canal (1), (2), etc..	12	H_2O controlada desde computadora 32 DPR PA A E FAT FBT ES a computadora 32 12 32 32

capitulo 10

Transferencia de Tecnologia

Dra. Sara Volman de Tanis

10.I INTRODUCCION

Uno de los objetivos del presente estudio se encuentra enmarcado dentro del proceso de la transferencia de tecnología de la industria de los componentes de centrales nucleares de países altamente desarrollados a la industria argentina. Dicha transferencia es factor clave dentro del proceso de crecimiento económico y tecnológico de un país en desarrollo. La tecnología puede ser generada dentro del país a través de investigación y desarrollo y transferencia directa al sector productivo, o puede ser adquirida en el exterior y absorbida en diferentes etapas. Debido a que la velocidad de crecimiento es a veces muy rápida en una economía en desarrollo, la industria deberá apoyarse sobre importaciones de tecnologías que irán acopladas a las investigaciones locales y adaptarlas a los desarrollos y capacidad de la industria local. En los últimos años, en los países en desarrollo se ha incrementado la adquisición de tecnologías a países desarrollados; esta posición se encuentra en revisión, pues con las características actuales se aumenta en gran medida la dependencia tecnológica a través de los compromisos que se contraen. Se considera que una tecnología es apropiada:

a) Si ha sido seleccionada como la mejor para el país.
b) Si se toman en cuenta las etapas particulares de la economía de crecimiento y desarrollo social.
c) Los aciertos tecnológicos y sus recursos naturales. La tecnología será considerada inapropiada:
a) Si se utiliza intensivamente recursos del país que son escasos, como ser divisas en moneda extranjera.
b) Si contiene poco aprovechamiento de sus propios materiales naturales.
c) Si ignora las implicaciones de los productos, procesos y sub-productos.
d) No incentiva las innovaciones locales.
e) No incentiva los bienes de capital de la industria local.

El presente capítulo analiza algunos casos de transferencia hacia la industria local y resume la legislación vigente sobre el comercio de la tecnología, que incluye las leyes de patentes, de promoción industrial y de contratos y licencias de transferencia de tecnología.

10.II ANTECEDENTES

El control sobre la adaptación de tecnologías importadas en el mundo occidental tiene sus primeras referencias alrededor de 1966, donde se estudiaron los efectos de la incorporación de la tecnología sobre las inversiones directas, pero no fue hasta 1969 que cobró amplia notoriedad al divulgarse los resultados de los estudios del Development

Advisory Service de la Universidad de Harvard. Se observó que los pagos por tecnologías estaban subdivididos, incluyendo parte de dicho pago en el precio de materias primas, parte en componentes importados. Por ejemplo en la Argentina los valores de divisas mostraron subfacturación en materias primas y sobredimensionamiento en las remesas sobre beneficios. En Colombia el caso es diferente pues existía un estricto control de remesas al exterior pero bajos recargos aduaneros, por lo tanto la sobrefacturación, a través de la declaración de inversiones directas y pagos por tecnología, era el camino más fácil para girar dividendos al exterior. El caso de México con datos de 1969 dan un orden de los 200 millones de dólares girados al exterior en concepto de pago por adquisición de tecnología, creando una carga creciente sobre la cuenta corriente en la balanza de pagos. Además no se tienen pruebas de los costos reales del paquete de inversión– tecnología extranjera, pero se tiene prueba de que algunas erogaciones en divisas no corresponden a asistencias técnicas recibidas.

Al analizar los resultados se llegó a determinar que el comportamiento varía de país a país por efecto de las distintas políticas económicas. En definitiva las empresas multinacionales tratan de aprovechar las situaciones creadas por los sistemas impositivos de los países periféricos, es decir tratan de lograr un punto óptimo de "evasión legal" basado en la descoordinación de las políticas económicas y los marcos legales.

Un tópico muy importante a considerar es el acceso a la tecnología, saber dónde ella ha sido desarrollada en términos accesibles, para que pueda servir de puente al "gap" tecnológico existente, y primordialmente lograr la integración de la tecnología para disminuir la dependencia tecnológica. El mercado de la tecnología es muy imperfecto, pues el comprador del país menos desarrollado generalmente se encuentra más débil en su negociación debido a la falta de infra-estructura tecnológica y de conocimientos en las nuevas sofisticaciones de la estrategia de la negociación. No existen precios standard y la transferencia a través de los mecanismos existentes están expuestos en términos costosos y bajo condiciones restrictivas (véase en el punto 10.III los valores representativos de estos comentarios). Internacionalmente en la actualidad se recomienda la existencia en cada país de un mecanismo institucional que coordine y controle el proceso de este mercado. Las sugerencias se presentaron en reuniones celebradas por la UNCTAD basados en estudios como los del Pacto andino, de la OEA, etc. (2, 3, 4, 5).

A largo plazo la transferencia de tecnología tiene lugar en su conjunto a través del paquete de negociaciones; dicho paquete contiene la información total que puede ser deglosada a niveles muy precisos o en el otro extremo adquirir lo que se da en llamar instalación llave en mano. Es muy importante en el caso del comprador que posea los conocimientos que le permitan desagregar el paquete para efectuar un mejor análisis de las **tecnologías medular y periférica** (2). Se entiende por tecnología medular, en el caso de la industria de los procesos, el conocimiento del diseño básico del proceso que lo caracteriza y que constituye la información mínima necesaria para diseñar en base a ella la planta industrial. En el caso de la industria metalmecánica se refiere tanto a la secuencia de cambios cuali y cuantitativos necesarios para transformar la materia prima y productos intermedios en los diversos productos finales, así como también el conocimiento necesario para especificar y/o adquirir la maquinaria o equipo, etc.

Por tecnología periférica se entiende aquélla que no siendo característica de un proceso, es el complemento necesario para su utilización en la producción. No son conocimientos específicos del sector de circuitos auxiliares por ejemplo: capacidad de diseño, manejo de plantas, servicios de ingeniería, etc.

Con una visión clara de las tecnologías involucradas se podrán estimular los desarrollos por etapas progresivas comenzando por tecnologías periféricas. En nuestro país, como en tantos otros, se comenzó por desarrollar servicios de ingeniería y de consulta, habiéndose logrado un buen nivel en varias de las consultorías (en el punto 3 se analizará el caso de la CNEA de acuerdo a este esquema).

En cuanto a los **pagos** a realizar sobre tecnología importada, el mismo se incrementa pues debe realizarse en moneda extranjera en concepto de royalties por patentes, utilización de marcas registradas y honorarios por consultas, que alcanzan cifras millonarias.

En los países desarrollados se encuentran en el orden del 2 al 6 o/o del valor neto facturado del producto; mientras que en los países en desarrollo las cifras llegan al 20 o/o del valor neto facturado. Estas cifras son sólo una punta visible de un glaciar, pues el costo indirecto está incrementado debido al costo más elevado de los productos intermedios. Los agregados en concepto de honorarios por el capital, honorarios por conocimientos, etc. sumados a las cifras anteriores, encarecen el producto final obteniendo sumas formidables. Son interesantes los valores presentados por C. Vaitsos sobre productos de la industria farmacéutica abonados por países en desarrollo, donde las estimaciones en sobreprecios de materias primas llegan al orden de

1000 o/o y algunos casos más aún (datos comparados con precios internacionales) (6). Como consecuencia de ésto resulta evidente que se requieren medidas gubernamentales para controlar dicho comercio. El **alto costo** de la tecnología importada debe considerarse como un hecho que muchas veces se debe a la poca capacidad de negociación del país importador. Se pueden citar varios casos en este sentido:

a) Importación de una tecnología camuflada, pues no está adaptada al país importador sino que es un transplante total del país exportador.

b) Incorporar en el mismo contrato pagos extras por la utilización de marcas registradas.

c) Otro caso poco favorable se da al adquirir tecnología en forma aislada del desarrollo y capacidad de la tecnología nacional. En general la adquisición se hace en "paquete" sin discriminar el detalle de la tecnología incorporada, no se encuentran deglosadas la patentes que protegen al proceso, no se conocen fechas de vigencia de las mismas, etc.

De estos ejemplos se desprende la importancia que debe asignársele, a nivel gubernamental, al asesoramiento y control de la incorporación de la mejor tecnología, la más adecuada y que se encuentra en mejores condiciones tecnológicas y legales. La elección debe estar gobernada por una posición firme sobre el fortalecimiento de la capacidad nacional para permitir un desarrollo acelerado en el proceso económico y social; y no en forma exclusiva por consideraciones de intensidad de trabajo (o mano de obra local) vs. capital invertido en tecnología.

En general, en las condiciones de la transferencia de tecnología se encuentran **cláusulas restrictivas** en la relación contractual y sus implicaciones en inversiones directas que incluyen:

a) Restricciones de exportación de varios tipos a terceros.

b) Eliminación de la competencia por concesión de privilegios exclusivos para la utilización de los recursos locales o por obtención de protección legal a través de patentes, obteniendo privilegios de tipo monopólico.

c) Enlaces de adquisición a través de intermediarios o por adquisición de productos determinados en el país de origen.

d) Secreto en el uso del conocimiento.

e) Limitaciones en las áreas de desarrollo nacional.

f) Limitaciones de las posibilidades de cooperación regional, muchas de estas prácticas están prohibidas bajo legislación nacional en algunos países desarrollados, pero no se observa lo mismo en los países en desarrollo.

Los **sistemas de patentes,** que se aplican actualmente en la mayoría de los países, bloquean el desarrollo local e imponen condiciones restrictivas a los inventores, pues ya ha sido señalado por varios autores y organismos internacionales sobre el rol que cumple en la actualidad la patente y cómo es utilizada por las corporaciones transnacionales. Para mejor ilustración del tema citaremos un trozo de J. Robinson (7):

"La patente de invención es un mecanismo que permite bloquear la difusión de nuevos métodos productivos hasta tanto el inventor original haya recuperado un monto adecuado de beneficios. La justificación del mismo de patentes radica en suponer que, a través de una reducción en la tasa de difusión del progreso tecnológico, se asegura que habrá mayor cantidad de progreso tecnológico para difundir dentro del sistema económico... por estar basado en una contradicción es obvio que no puede existir tal cosa como un sistema de patentes "ideal", siendo también claro que el mismo va a producir resultados negativos en instancias particulares, impidiendo innecesariamente el progreso tecnológico".

C. Vaitsos (6) se expresa respecto de la patente y su rol que es un instrumento de retención del flujo de tecnología a los países en desarrollo así como de restricción del avance tecnológico local a través de la imitación y adaptación. Además aclara el autor que, dado que la concentración de prácticamente todas las patentes de los países en desarrollo se encuentra en manos extranjeras, se contradice uno de los principios más importantes de la justificación de la existencia del sistema de patentes que dice: el progreso industrial es a todas luces deseable desde el punto de vista de la sociedad. Las invenciones y su explotación económica son un prerrequisito importante del progreso industrial. La forma más simple y barata para la sociedad de alcanzar dicho objetivo es la de otorgar derechos exclusivos de propiedad sobre las invenciones.

En adición a los problemas resumidos previamente existen otros de los que sólo mencionaré: el efecto de la transferencia de tecnología sobre un esquema nacional de desarrollo industrial, los efectos combinados del crecimiento potencial con su integración local.

En los sitemas actuales de transferencia de tecnología que funcionan en la mayoría de los países en desarrollo tienden de una forma u otra a una sub-utilización de la capacidad tecnológica y científica local que retarda el desarrollo nacional en las diversas áreas de la tecnología.

10.III PANORAMA GENERAL DE LA REPUBLICA ARGENTINA

Argentina representa el caso de un país en desarrollo, caracterizado en los últimos 30 años por un proceso de industrialización. La función primordial de este proceso hasta el presente fue la de diversificar la estructura productiva, sustituir las importaciones de bienes de consumo final y aumentar el procesamiento e industrialización de sus recursos naturales.

El proceso de sustitución de importaciones de bienes intermedios y de bienes de capital fue ampliándose en forma permanente. Esta sustitución no estuvo acompañada de un proceso de investigación y desarrollo en la mayoría de los rubros, no permitiendo la industrialización promocionada por sectores y dirigida hacia un desarrollo nacional. La brecha científico-tecnológica entre la Argentina y los países avanzados va en aumento, el número de investigadores existentes por cada 100.000 habitantes es de siendo en México de 6, EE. UU. (1965), 260; U.R.S.S. (1967), 250; Japón (1969), 150; Gran Bretaña (1968), 110; Italia (1967), 40. Esta comparación podría calificarse de desproporcionada y los cuadros humanos dedicados al esfuerzo científico-tecnológico son menores también a la de otros países en desarrollo. El sub-desarrollo científico-tecnológico tiene un efecto muy negativo sobre el proceso de industrialización pues hizo que el país fuera un importador en masa de tecnologías de origen extranjero. No se establecieron las prioridades de acuerdo a un cierto programa de integración de la industria a los vendedores sobre precios de la tecnología internacionalmente competitivos, no existió una debida selección de la tecnología más conveniente tanto desde el punto de vista adaptativo al mercado local como económico. En vista de la escasez de estudios pormenorizados del último decenio sobre este tema, existen algunos datos no muy precisos que hablan en general de que los gastos de divisas por compra de tecnología del exterior bajo distintas formas ha ido en aumento y alcanza cifras del orden de los U$S 100.000.000. Durante el año 1968, Argentina abonó más de U$S 64 millones en pago por patentes y licencias y en el mismo año sólo se invirtieron en investigaciones y desarrollo de tecnología por parte del sector industrial la cantidad de U$S 5 millones, conforme a estadísticas del Consejo Nacional de Ciencia y Técnica y del Banco Central.

10.III.a Aspectos legales que controlan el conocimiento y la tecnología.

10.III.a.1 PATENTES

En el marco legal que protege a las invensiones está dictado en el espíritu de la ley Nº 111 promulgada en el año 189 con algunas modificaciones introducidas en el año 1964 por la ley 17.011 por la cual la Argentina se adhirió a la Convención de París.

Por medio de la ley 111, en nuestro país son patentables de acuerdo con el art. 3: "son descubrimientos o invenciones nuevas: los nuevos productos industriales, los nuevos medios y la nueva aplicación de medios conocidos para la obtención de un resultado o de un nuevo producto industrial". De acuerdo al art. 4", no son patentables las composiciones farmacéuticas, los planos financieros, los descubrimientos o invenciones que hayan sido publicados suficientemente en el país o fuera de él en obras, folletos o periódicos impresos, para ser ejecutados con anterioridad a la solicitud, los que son puramente teóricos sin que se haya indicado su aplicación industrial, y aquéllos que fueren contrarios a las buenas costumbres o a las leyes de la República".

Se infiere del art. 3 que son patentables los nuevos productos industriales y los nuevos medios y la nueva aplicación de medios conocidos (8), según el artículo 4 no se pueden patentar el producto o el resultado, por ejemplo, de una composición farmacéutica, empero sí puede patentarse el "nuevo medio" o la "nueva aplicación de medios conocidos", mediante los cuales se haya obtenido dicho producto o resultado. J. Katz y otros (9,10) han realizado estudios de revisión de las patentes en nuestro país por sector, país de origen del poseedor de la misma en un período que abarca los decenios del 50 y 60 concluyendo que:

a) A lo largo de las 2 últimas décadas nuestro país ha concedido un promedio aprox. de 4.500 patentes de invensión por año.

b) El patentamiento de inventores independientes ha caído vertiginosamente dentro del agregado total, siendo su lugar ocupado por el flujo de patentes extranjeras. Mientras que a principios de la década del 50, el patentamiento de inventores independientes alcanzaba al 60 por ciento del total, hacia fines de la década del 60 el mismo rubro apenas llegaba al 20 por ciento.

c) La productividad inventiva media, en el marco de la muestra investigada sólo alcanza aprox. 4 inventos por inventor, promedio bajo en relación a cifras de otros países.

d) La desconexión entre inventores independientes e industria manufacturera es total y completa, no habiéndose obsevado caso alguno de licenciamiento de patentes al secto productivo por parte de inventores independientes.

e) Aproximadamente el 50 por ciento del patentamiento extranjero en la R.A. se concentra en empresas de origen norteamericano, siguiendo luego Suiza y Holanda con

porcentajes que oscilan en el entorno del 10 por ciento en cada caso.

f) El 80 por ciento del patentamiento extranjero en nuestro medio ocurre en 2 ramas industriales, éstas sno: "productos químicos" y "maquinarias y equipos eléctricos".

g) El patentamiento de firmas multinacionales aparece significativamente asociado a la perfomance rezagada de sus respectivas subsidiarias locales. Un alto volumen de ventas en una industria específica genera expectativas favorables acerca de la rentabilidad potencial de dicha industria, e inducen frecuentemente al "patentameinto preventivo", o de "bloqueo" por parte de las firmas que desean asegurar su participación en la expansión futura.

h) Patentamiento y transferencia de tecnología son hechos que corresponden a esferas diferentes de la vida económica. No se debe incurrir en el error de identificar patente con transferencia efectiva de conocimientos. La transferencia de regalías a cambio de patentes vencidas constituye también una anomalía recurrente.

i) La afiliación argentina a los principios de la Convención de París constituye una concesión gratuita a favor de países de mayor grado relativo de desarrollo tecnológico. Dado que es insignificante el aporte local al avance de la tecnología internacional, el país recibe poco o nada a cambio de la reciprocidad del trato.

j) En el área nuclear las patentes comenzaron a presentarse en el año 1953, llegando a un total de 340 patentes hasta la actualidad. La comisión Nacional de Energía Atómica es el ente responsable de aceptación o rechazo de las solicitudes de patentes del exterior ante la dirección de Propiedad Industrial, dependiente de la secretaría de Desarrollo Industrial.

De un estudio exhaustivo realizado sobre dichas patentes (11) se resumen las siguientes conclusiones:

a) A lo largo del período de 19 años nuestro país concedió un tercio de las patentes presentadas en el área de la energía atómica, observándose una tendencia creciente en la presentación de patentes.

b) La revisión de la información y el informe elaborado por los vocales técnicos ha mejorado notablemente a través del tiempo, notándose un decrecimiento de la concesión de las mismas.

c) Las solicitudes se concentran en 3 áreas: accesorios de centrales nucleares, fabricación de elementos combustibles e instrumentación. Se hace notar que un porcentaje de dichos componentes son industrializables en el país, tal como se verá en los diferentes capítulos que componen el presente trabajo.

d) El patentamiento no está asociado a producción, como se puede inducir de las actividades desarrolladas por las subsidiarias de las firmas patentadoras (caso Siemens A.G. y su subsidiaria Siemens Argentina). Todo hace pensar que la actividad patentadora está relacionada con el patentamiento preventivo o de bloqueo, así de este modo la firma patentadora asegura su participación futura en el momento que decida la industrialización de alguno de los componentes, ya sean ella misma o cualquier otra interesada en hacerlo.

10.III.a.2 CONTRATOS DE LICENCIAS Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA.

En 1971 se emitió la ley 19.221 por la cual se crea el Registro Nacional de Contratos de Licencias y Transferencia de Tecnología con su decreto 6.187/71 donde se contemplan todas las disposiciones necesarias para la celebración de contratos. Por dicha ley se estipula en su articulado que deberán inscribirse todos los contratos celebrados de acuerdo a la siguiente presentación:

a) En el primer artículo deberá aclararse el motivo de la presentación si es por uso de marca, explotación de patentes, explotación de diseños industriales, etc.

b) Debe definirse el objeto por el cual se celebra el contrato.

c) El registro define un monto máximo al que se ajustarán los pagos por las contraprestaciones.

d) Se establece como límite de validez de los contratos inscriptos el 1 de enero de 1972. A posteriori deben volver a presentarse todos los contratos en uso.

e) Se cancelarán los contratos que no produjeran efectos en el país o principio de ejecución dentro de 2 años corridos de la inscripción.

f) El Banco Central de la R.A. solo autorizará pagos o giros al exterior por los actos determinados en el artículo 2 de la ley.

g) En jurisdicción del Registro Nacional de Contratos de Licencia y Transferencia de Tecnología se crearán los organismos técnicos necesarios para cumplir con los exámenes y evaluaciones dispuestas por dicha ley.

Recientemente se promulgó una ley sobre promoción industrial que lleva el número 20.560 con su Decreto 594 para el establecimiento de nuevas actividades industriales, expansión de la tecnología y su desarrollo, y consolidación de la industria de propiedad nacional.

Por la misma se dará prioridad a las empresas de capital mayoritario nacional y se estimularán los sectores que puedan contribuir a la sustitución de importaciones y desarrollar exportaciones manufactureras.

Además, por resolución 665/73 del Ministerio de Economía se creó un comité para el estudio y redacción del Proyecto de Ley de Transferencia de Tecnología, a efectos de cumplimentar lo establecido por el artículo 36 de la Ley 20.557 de Radicación de Capitales Extranjeros.

En el mismo se encomendaba al Poder Ejecutivo la elaboración de un proyecto de ley que regule los montos de las remesas por servicios tecnológicos, royalties, regalías y otros conceptos que impliquen la erogación en moneda extranjera correspondientes a empresas nacionales, mixtas o extranjeras.

La ley 20.557 es complementaria de la 19.231 pero en el nuevo proyecto se considera imprescindible corregir ciertas deficiencias de la misma tales como:

a) No regular actos de concesión de usos de marcas, patentes, etc. pero sí los de adquisición.

b) Debe diferenciarse las marcas como elementos que no representan aportes tecnológicos.

c) Debe conferirse a la Autoridad de Aplicación las facultades mínimas necesarias para verificar el cumplimiento de los actos inscriptos.

d) Se prohibirán adquisiciones que no se consideran justificadas por no interesar a la economía nacional o al proceso tecnológico mismo.

e) No se permitirá la adquisición cuando no exista correlación entre el precio, considerado como la suma de los costos explícitos e implícitos, y los beneficios a obtenerse, o cuando existan cláusulas cuya real significación sea prolongar o acentuar la dependencia tecnológica.

f) No se permitirá celebrar contratos con cláusulas de "amarre" o de "atadura" que sean comunes en este tipo de contratos (ya comentado en el punto 1 de este capítulo), la prohibición de celebrar determinados contratos no es absoluta porque no puede serlo, pero sí se adoptarán los recaudos indispensables al conferir facultades a la autoridad de aplicación para denegar la aprobación de los contratos, cuando existan cláusulas que produzcan de un modo directo o indirecto los efectos que se especifican.

g) En materia de concesión del uso o explotación de marcas, el proyecto tiene un articulado donde presenta una política marcadamente restrictiva. Ya que este punto no significa aporte alguno de tecnología, solo se permitirá su utilización si no interfiere en el mercado nacional.

h) Se fijan precios máximos de pagos por sectores, actividades o bienes específicos así como los plazos máximos de duración de los contratos. Por ahora se ha fijado que el precio no puede superar un 5 o/o del valor neto estimado de las ventas, y el plazo no excederá el término de 5 años. Se observa que en el espíritu de las leyes mencionadas se otorga un instrumento legal necesario para permitir desarrollar la tecnología nacional con su capacidad para que se resuelvan los problemas tecnológicos.

10.III.a.3.1 ANALISIS DETALLADO DE LOS CONTRATOS CELEBRADOS POR LA INDUSTRIA ARGENTINA HASTA FIN DE 1972. (12)

El registro ha realizado la inscripción de 1672 contratos que al 31 de diciembre de 1972 habían cumplido los requisitos exigidos de acuerdo a la ley 19.231.

De dicho análisis presentaremos un resumen de los puntos más relevantes para este estudio.

Objeto del contrato: en él están aclarados los distintos tipos de conocimientos y aportes técnicos contemplados como Transferencia de Tecnología, Concesión y Uso y/o Explotación de Marcas, Patentes de invención, Concesión del uso y explotación de Diseños y Modelos industriales, provisión de conocimientos Técnicos, instrucciones o especificaciones, provisión de conocimientos técnicos mediante formación y capacitación de personal, provisión de ingeniería de detalle para fabricación de productos, asesoría técnica.

Los resultados del análisis arrojan los siguientes resultados:

— 76 o/o de los contratos versan sobre introducción de nuevos productos acompañados del proceso correspondiente.

— 12 o/o de los contratos se refieren a la introducción de nuevos procesos para aplicar a productos ya existentes.

— 7 o/o de los contratos no especifican el objeto del contrato.

— 5 o/o de los contratos son de prestación de asesoramiento técnico, ya sea sobre proceso o producto.

Distribución por países: en el cuadro Nº 1 se presentan los datos recogidos hasta la fecha antes mencionada, adjuntado datos sobre las patentes de los cuales se obtuvo información (10)

	ESTIMACION DE MONTOS A PAGAR		CANTIDAD DE CONTRATOS		PAT. DE EMP. CON 10 O MAS HASTA 1967		PAT. EN EL AREA NUCLEAR	
PAIS	U$S	o/o	Nº	o/o	Nº	o/o	Nº	o/o
EE.UU. .	80.887310	41,99	615	41,61	1208	52	86	26,6
Italia	29.917140	15,58	93	6,29	35	1	10	3,3
Suiza	15.192210	7,89	117	7,96	280	12	—	—
Francia	14.726780	7,64	148	10,01	154	7	110	36,6
Alemania	12.890990	6,69	166	11,23	170	8	65	21,6
Gran Bretaña	9.707770	5,03	137	9,27	174	8	3	1
Holanda	6.153410	3,18	26	1,76	240	10	2	0,7
Canadá	300.850	0,16	9	0,61	53	2	13	4,3

Los datos completos del resto de países tanto en contratos como en patentes se pueden consultar en sus fuentes (10, 11, 12)

El cuadro Nº 1 indica que EE.UU. es el país que mayor monto de regalías recibe y que ha celebrado la mayor cantidad de contratos.

Italia sigue en orden de montos, sin observar el mismo proceso en el área de patentes. Alemania guarda relación similar tanto en contratos como en patentes, el hecho de que en el rubro nuclear el número es importante, se debe a que la Central Nuclear Atucha ha sido construída por una firma alemana.

Los primeros 10 países considerados en su conjunto absorben el 95,24 o/o de los pagos en regalías por contratos.

En cuanto al patentamiento en general a la cabeza van firmas norteamericanas que tienen el 52 o/o, y con participaciones mucho menores se sitúan las empresas auropeas y canadienses. Entre las europeas se destacan las suizas y holandesas, aunque el número de firmas es pequeño, poseé una parte relativamente Importanet del total de las patentes.

Distribución por sectores: en materia de contratos se observa que:

— El sector más importante es el de vehículos y automóviles, que con 120 contratos paga el 19 o/o del total de regalías.

— El sector farmacéutico con 254 contratos abona el 12o/o de regalías.

— Siguen los sectores: Productos alimenticios, pesca y productos metálicos (se exceptúan maquinarias y equipos) que en conjunto forman el 45 o/o. Llama la atención la escasa importancia de los montos correspondientes al sector maquinaria.

— En el sector nuclear todavía no se ha celebrado ningún contrato, además es de hacer notar que no se ha industrializado ninguna patente del área nuclear en el país.

Tasas de regalías: En líneas generales los montos de regalías se distribuyen de la siguiente manera:

Nº DE CONTRATOS	PORCENTAJE	TASAS EN BASE A DIVERSAS FORMAS (11)
97	6,84	0 — 2o/o
394	27,76	2 — 5o/o
570	40,25	5 — 8o/o
149	10,55	8 — 15o/o
18	1,27	15 — 30 o/o
8	0,56	30 — 51o/o

CUADRO Nº 2

El monto total estimado asciende a una suma aproximada a U$S 120 millones anuales que quizá fué mayor para 1973 por el aumento de contratos, distribuídos en 35 países sobre 36 sectores.

De los datos del cuadro Nº 2 se observa la falta de uniformidad en los montos abonados, encontrándose la mayoría entre el 5 y el 8 o/o, pero con excepciones inadmisibles como el 30—50 o/o. Obsérvase que este punto ya es considerado en el nuevo proyecto en estudio que modificaría la ley

19.231 prohibiendo montos mayores al 5 o/o.

Restricciones de venta: una de las cláusulas de un contrato es la restricción de venta de productos con o resultantes de la tecnología introducida. La mayoría de los contratos limitan la venta a la República Argentina de los productos fabricados en el país, con exclusividad el 40 o/o, sin exclusividad el 13 o/o. Para Argentina y otros países de América Latina con exclusividad el 13,64 o/o, y sin exclusividad el 4 o/o para todo el mundo con exclusividad el 0,50 o/o, y sin ella el 14,84 o/o.

Período de vigencia: el promedio general hallado de las contrataciones arroja valores aproximados a los 9 años y medio, no se hallaron datos de interés en relación al tipo de empresa local, lo mismo ocurre al analizar la duración del contrato respecto de participación extranjera en el capital del contratante local. En el nuevo proyecto este valor disminuye a 5 años.

10.IV IMPORTACION DE TECNOLOGIA

De un estudio realizado en varios países importadores de tecnología (2) se concluyó que los rasgos comunes más importantes se refieren a la desagregación y a la búsqueda internacional. Todos los países tratan de importar selectivamente las tecnologías no sólo en el sentido sectorial, sino que han ido sustituyendo a los importados a través de la desagregación y desarrollo de los nacionales. Muchos elementos de la tecnología importada fueron reemplazados partiendo sin excepción de los insumos aportados por la ingeniería de servicios e ingeniería de consulta. Solo gracias al conocimiento y absorción de tecnologías medulares es posible el desarrollo tecnológico acelerado. Otro objetivo importante es el de definir con precisión qué es necesario o conveniente importar en determinadas circunstancias y en qué términos, qué es necesario producir y en qué regiones. Todos estos puntos serán analizados en el caso de la Argentina a través de la ley de promoción industrial.

Resumiremos experiencias del Japón, India, Yugoeslavia y Argentina en búsqueda e importación de tecnología.

Estos países no fijaron, como meta, la política de "sustitución de insumos tecnológicos" para llegar a un nivel de "autarquía tecnológica" sino, por el contrario, la llevaron hacia una búsqueda de integración.

La inclusión en la división internacional del trabajo científico y técnico se ha logrado, además, con un determinante apoyo estatal que ha significado afectar la disponibilidad y el contenido de la tecnología, así como los mecanismos de control de los mercados mundiales por parte de las empresas proveedoras de conocimientos.

10.IV.a Integración en el Japón

Las integraciones de las grandes empresas japonesas con el Estado ha sido la forma más avanzada de este proceso. Se hace referencia al MITI que es la institución clave para el manejo de la política sobre importación de tecnología, estrechamente ligadas a la política sobre inversiones extranjeras. El procedimiento para la importación está ligado a controles con mecanismos legales que una empresa japonesa debía seguir para efectuar una importación.

Una vez detectada y seleccionada la fuente de tecnología por una firma japonesa interesada en adquirirla, ésta debe presentar una solicitud al Ministerio de Finanzas y al Ministerio competente en el que normalmente es el MITI. Debe acompañar una identificación de la tecnología a adquirir y su costo, el proyecto de contrato de licencia conteniendo:

a) Servicios de ingeniería.
b) Asistencia técnica.
c) Otros servicios con sus respectivos costos.
d) Un detalle bastante completo del proeycto a ser materializado en torno a la tecnología introducida.
e) Su evaluación técnica y económica. Los antecedentes son analizados por ingenieros del MITI (normalmente ingenieros del AIST, Agencia para la Ciencia y la Tecnología Industrial) quienes emiten su opinión sobre la solicitud presentada, dando especial énfasis en los siguientes puntos:

a) interés del proyecto, materias primas a utilizar, rentabilidad del proyecto, recursos humanos requeridos, etc.

b) Análisis de los términos del contrato de licencia, especialmente analizando las eventuales limitaciones al uso de la tecnología y a la comercialización interna y externa.

c) Desagregación y análisis de los servicios de ingeniería y otros, incluídos en el contrato de tecnología. Aquí interesa separar los servicios de ingeniería de detalle que forman la tecnología periférica, que pueden ser suministrados por firmas de ingeniería japonesa adecuadamente calificadas.

Se obtuvieron a través de los años de aplicación de esta metodología una eficiente participación y mejoras en los términos del contrato de licencia e incluso el tipo de tecnología ofrecida. La política del MITI ayudó positivamente a la adecuada absorción, adaptación y posterior mejoramiento de la tecnología medular importada.

Esta desagregación no fue hecha arbitrariamente por el MITI sino en consulta con la firma interesada y con las firmas de ingeniería japonesas existentes.

El caso de la industria petroquímica del Japón es ilustrativo del proceso. Durante el comienzo de la industria

petroquímica la actividad privada estuvo apoyada por los programas sobre capacitación en forma sistemática y permanente, contando con sistemas nacionales de información para reforzar las fuentes de información directa que poseen las empresas.

10.IV.b Integración en la India

Un caso interesante de resumir es el de la industria de bombas para centrales nucleares (13). Las primeras etapas se hicieron sobre modelos suministrados por la industria canadiense, proveedora de la primera central. Los primeros esfuerzos estuvieron dirigidos hacia las bombas centrífugas para temperaturas relativamente bajas y para aplicar a medios con agua pesada. Los esfuerzos iniciales apuntaron para integrar la segunda unidad de la central Rajasthan, pero no pudieron arribar en término y fueron importadas del Canadá. Los problemas principales estribaron en la calidad del acero inoxidable y detalles de su fundición. La industria de las bombas del circuito primario es la que mayores dificultades ha hallado, por lo tanto adquirieron diseño e información sobre procesos del exterior.

Al haber alcanzado una buena calidad en la fundición de dicho acero, se marcó una etapa importante dentro de la capacidad de la industria india, no sólo como poseedores del sector nuclear sino también se vieron beneficiados otros sectores como, por ejemplo, el petroquímico. También se hallaron dificultades en la experiencia de control de calidad, soldadura, específicamente selección de soldadores. A pesar de los esfuerzos invertidos en el desarrollo de la industria de bombas, todavía les quedan numerosas etapas por aclarar; pero, debido a que juega un papel vital en una central nuclear, se ha fijado dicho sector de interés prioritario.

10.IV.c Integración en Yugoeslavia

La tendencia ha sido hacia la liberación cada vez mayor de los intercambios directos entre empresas yugoslavas y extranjeras, habiéndose llegado hasta el punto de plantearse contratos de administración de empresas extranjeras especializadas. El registro se realiza sólo en entidades bancarias y en los casos que para la firma de tal acuerdo sea necesario un crédito local. Es así como el estado ha renunciado a un control sobre las negociaciones para importar tecnología, y hoy las realizan independientemente las empresas. Todo este mecanismo ha sido montado con la esperanza de que las leyes del mercado llevarán a una solución óptima social. La integración de la producción nacional con la extranjera se obtiene a través de "Acuerdos de Cooperación Industrial" a largo plazo.

Las desventajas de estos acuerdos se halla primero durante la definición de precios de productos o semi-productos intercambiados, pues generalmente los precios son imperfectos en relación a la estructura yugoslava. Se acarrean serias consecuencias sobre el empleo, balanza de pagos, disponibilidad de divisas, etc. Adicionalmente, los ACI pueden convertir a la empresa yugoslava (o a las mixtas) en una simple subsidiaria, perdiendo en gran medida su autonomía.

10.IV.d. Integración en la Argentina

Se describirá en detalle la experiencia acumulada en la Argentina en el sector nuclear, con una descripción detallada del proceso de Búsqueda Internacional de Tecnología.

10.IV.d.1. Búsqueda de Tecnología

Entre las características de la importación de tecnología, como instrumento de política, haremos las siguientes consideraciones:

a) Existe la tendencia a importar tecnología del exterior en la forma de un paquete no diferenciado, dentro de un conjunto que incluye los elementos tecnológicos, insumos financieros, productos intermedios y bienes de capital. Con frecuencia, todos estos insumos son canalizados y centralizados por un contratista único.

b) La importación de tecnología propiamente dicha se realiza, en general, sin ser desagregada y por lo tanto incluye elementos de tecnología medulares y periféricas en un mismo conjunto indiferenciado.

c) Ambas tendencias (a y b) reflejan una suerte de concentración de las fuentes de tecnologías, créditos, equipos maquinaria y materias primas en un reducido número de países originarios de las tecnologías.

d) Mejorando la información sobre las fuentes alternativas de tecnología, créditos, equipos, maquinaria, servicios, etc. se incrementaría el poder de negociación de los compradores y permitiría un uso más adecuado de los recursos disponibles en el país importador de los conocimientos. La actitud generalmente pasiva en la búsqueda y aprovechamiento de diferentes alternativas tecnológicas y fuentes disponibles no implica necesariamente un comportamiento irracional de parte de los empresarios que así actúan. En la medida en que puede asegurarse una rentabilidad (privada) favorable y suficiente por vía de la protección arancelaria o de otro tipo, no existen los estímulos necesarios para realizar esfeurzos adicionales que permitan un aprovechamiento diferente de las posibilidades ofrecidas en el mercado mundial. Sin embargo, dadas las condiciones de retraso en acceso y uso de la información y la segmentación de mercados, las empresas transnacionales se aseguran una

maximización de ganancias. Las condiciones que caracterizan a las empresas incipientes en los países en desarrollo permiten predecir que con simples mejoramientos de las condiciones competitivas se corregirá la situación existente, aumentando su eficiencia, aprovechando mejor las oportunidades y los recursos disponibles a nivel mundial.

Uno de los elementos que actúa como factor decisivo es la búsqueda internacional de conocimientos y experiencias relacionadas con las actividades productivas proyectadas o en vías de realización.

10.IV.d.2 Mecanismo institucional para la Búsqueda de Tecnología sobre Construcción de Centrales Nucleares

Presentaré un resumen de la evolución que ha tenido la Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Argentina el que servirá de ejemplo ilustrativo de las opiniones presentadas en el presente capítulo.

10.IV.d.2.1 ANTECEDENTES

La Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Argentina ha tenido como política la de producir por sus propios medios los resultados de la aplicación de la energía nuclear. Ha obtenido resultados en la producción de energía eléctrica, aplicación de la radiación en medicina, agricultura, industria, protección radiológica, etc. En este análisis deben reconocerse 2 puntos fundamentales:

a) Que la energía atómica de la Argentina se ha desarrollado sin el estímulo de una bomba. Las armas nucleares no han sido objetivo —implícito ni explícito— de dicha política.

b) El desarrollo atómico se ha desarrollado en un país sumergido en graves crisis políticas (ha tenido 12 presidentes en el período 1955-73). La CNEA fue creada en mayo de 1950 por decreto presidencial donde se especifica su misión: coordinar y promover la investigación atómica a nivel privado y estatal, proponer al Poder Ejecutivo las medidas necesarias para proteger al país y su población de los efectos de la radioactividad, proponer las medidas necesarias para asegurar el uso nacional de la energía atómica en las diferentes actividades económicas del país.

Otras leyes de importancia para el funcionamiento de la CNEA son:

a) un decreto ley de Diciembre de 1956 estableciendo que todos los materiales nucleares, y el uranio en primer lugar, serán propiedad del estado y su exploración, producción y comercialización serán responsabilidad directa de la CNEA.

b) un decreto de Enero de 1958 regula la utilización de radioisótopos.

c) un decreto de Enero de 1965 ordena a la CNEA de realizar un estudio de factibilidad técnico-económico para la instalación de una central que alimente con electircidad al Gran Buenos Aires y al Litoral.

d) un decreto de febrero de 1968 autoriza a la CNEA que acepta la instalación de la primera central de 320 MW, contrato que fue firmado en junio de 1968 con la firma Siemens Aktiengeesselschaft de Rep. Federal Alemana; comienza su operación en Marzo de 1974.

e) por decreto de diciembre de 1973 se acepta la instalación de una Central Nuclear de 600MW en Córdoba, contrato firmado con el consorcio Atomic Energy of Canadá Ltd. e Italimpianti S.A. en marzo de 1974.

10.IV.d.2.2 Desarrollo de los recursos humanos

A través de su historia, la CNEA ha dado prioridad al entrenamiento de su personal científico y técnico. Su personal ha sido enternado en áreas no necesariamente de la energía atómica, sino en los campos donde el país se encontraba con menos conocimientos.

El entrenamiento se dió lo más amplio posible, especialmente en tecnología moderna, con una evaluación de tipo universalista.

En el sector de metalurgia su personal fue entrenado activamente en tareas académicas adquiriendo conocimientos sólidos en metalurgia física. Después de un análisis de 15 años de actividad ha adquirido conocimientos para resolver los problemas que se presentaron en metalurgia nuclear, construyendo los elementos combustibles de los reactores de investigación y prototipos del elemento de la Central Nuclear Atucha. Ha desarrollado los conocimientos necesarios de las tecnologías medular y periféricas para la instalación de una fábrica de elementos combustibles de las centrales nucleares.

A través del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria ha resuelto más de 500 problemas de la industria metalúrgica del país, compenetrándose dentro de la industria metal mecánica que participa en la construcción de los componentes de centrales nucleares, en procesos de fabricación y control de calidad.

10.IV.d.2.3. Desarrollo de los materiales naturales nucleares

Las primeras exploraciones para material nuclear se realizaron en 1950. Los estudios sistemáticos continuaron, hallando recursos en uranio, torio, grafito, circonio, berilio. Los

resultados más importantes son: reservas equivalentes a 8.000 toneladas de U308, potenciales estimadas 13.000 toneladas.

De acuerdo a una estadística de la Agencia Internacional de Energía Atómica, la Argenrina se encuentra entre los 10 primeros países con reservas importantes de uranio. Con respecto a la producción de uranio de pureza nuclear la Argentina posee 3 plantas de poca capacidad, pero que ha producido las 50 toneladas de "yellow cake" necesarias para la primera carga de Atucha. En la actualidad existe en el país la capacidad técnica para llevar adelante desde la prospección hasta la etapa final de purificación del uranio necesario para la central en operación y futuras. Este conocimiento le da a la Argentina autonomía de decisión particularmente respecto del problema de selección de tecnologías.

10.IV.d.2.4. Desarrollos de capacidad técnico-científica

La CNEA ha desarrollado su propia capacidad técnico-científica, una de las armas fundamentales para controlar la tecnología nuclear, a través de los cuadros humanos junto al equipamiento e instrumentos necesarios para integrar un conjunto coherente en un todo, respecto de reactores nucleares y elementos combustibles.

Los elementos combustibles (que en valor llegan a igualar el precio de la central después de 25 años de funcionamiento de vida en promedio) se fabricaron los elementos del RA—1 tipo sandwich de U308 enriquecido, luego fueron fabricados modelos modificados para los otros reactores de investigación; haciendo fabricado hasta el presente 4000 unidades sin fallas en su funcionamiento. Para el reactor de potencia de Atucha en la actualidad se poseen los conocimientos de la ingeniería de detalle y se han construido 2 prototipos que fueron ensayados exitosamente en un reactor de la firma constructora de la Central.

10.IV.d.2.5. Las negociaciones para la adquisición de Centrales Nucleares

Caso Atucha

El comprar una central implica algo más que una simple operación comercial, particularmente cuando es la primera; políticamente además implica entrar en la era nuclear y con consecuencias en el desarrollo técnico como también en el plano socio-cultural. Se abren nuevos mercados y ya se encuentran interesadas no solo las compañías sino los gobiernos que ya entran directamente en las negociaciones.

Una vez que fue tomada la decisión gubernamental de cons

Una vez que fue tomada la descisión gubernamental de construir una Central en el cordón de gran Buenos Aires-Litoral, la C.N.E.A. ha encarado dicha construcción por etapas: a— Estudio de factibilidad; b— negociaciones; c— evaluaciones y elección final.

Etapa a: Estudio de factibilidad

La CNEA ha organizado su propio equipo de estudio bajo la responsabilidad de un miembro de la casa, siguiendo la política de total autonomía de decisión y bajo la línea de "adquirir conocimientos realizando", además que tuvo el efecto de demostración para los consultores extranjeros que pudo ser realizado utilizando personal capaz y talentoso. En el equipo participaron 15 miembros con dedicación exclusiva, y en 14 meses elaboraron el estudio de 9 volúmenes, 2 volúmenes principales y 7 anexos que cubren los aspectos técnicos, económicos, financieros, políticos, legales, sociales y de salud inherentes a la instalación y operación de una central nuclear. Las conclusiones más destacables fueron:

a) para 1972 el sistema de transmisión Gran Buenos Aires—Litoral estará preparado para incorporar la energía producida por una central a su red.

b) en dicha red la central se podrá operar durante 25 años en forma eficiente, segura y rentable similarmente a una central térmica.

c) el lugar elegido para su instalación fue Atucha aproximadamente 100 Km. al nor-este de la ciudad de Buenos Aires sobre la orilla del río Paraná de las Palmas.

d) las condiciones de seguridad son similares a la de cualquier planta de otras industrias complejas como ser la petroquímica, siderurgia, etc.

e) puede proveer una fuente de contratos importantes para la industria argentina.

f) una central nuclear significaría la utilización de los recursos naturales de uranio existentes en la Argentina que sería una fuente adicional de combustible a los ya tradicionales: petróleo, carbón y gas.

f) una central nuclear significaría la utilización de los recursos naturales de uranio existentes en la Argentina que sería una fuente adicional de combustible a los ya tradicionales: petróleo, carbón y gas;

g) el desarrollo científico y tecnológico ciertamente se beneficiará de un proyecto tipo Atucha cuyos efectos se sentirán fuera de los límites de la CNEA.

Con estas recomendaciones el Gobierno autorizó a CNEA a hacer un llamado de ofertas y negociar con los posibles oferentes.

Etapa b:

Las negociaciones se extendieron sobre los siguientes puntos claves: tipo de combustible-potencia instalada-ofertas-tiempo de entrega-financiación-provisión y manufactura de los elementos combustibles-participación local.

Las decisiones de cada uno de estos puntos departe de la Argentina redujo el número de oferentes, y las discusiones se celebraron con Francia, Inglaterra, Canadá, EE.UU. y Alemania.

Sábato (18) describe en detalle las mismas sintetizando él proceso que finalmente llevó a CNEA y al gobierno argentino a decidirse por la oferta Siemens de Alemania (ver capítulo 1).

—Las negociaciones con los ingleses: CNEA trató al principio de conseguir una oferta tipo Calder Hall pero los británicos rehusaron presentarla pues ya se encontraba en desarrollo la línea tipo (AGR Advanced Gas Cooled Reactor). Como ninguna central de este tipo estaba en operación comercial, además con el agrabante de los problemas que surgirían en la provisión de U enriquecido y el plazo de entrega demasiado corto, estas razones hicieron que se desechara esta oferta.

—Las negociaciones con los Canadienses: CNEA estaba muy interesada en una Central tipo HWR pues utiliza uranio natural con las ventajas de un diseño e ingeniería que resulta particularmente accesible a nuestra industria (tal como se detalla a través de los capítulos 3—4—5—6 y 7). La negociación fue dificultosa por parte de los canadienses pues se habían colocado en una postura de ganadores considerando que Argentina no conseguiría otra opción. Cuando reaccionaron ya era demasiado tarde.

—Las negociaciones con los Americanos: Las tratativas se desarrollaron en forma curiosa pues las 2 compañías más importantes —Westinghouse y General Electric— no mostraron mucho interés en la presentación de ofertas. Finalmente Westinghouse convencida que CNEA "tomó en serio el negocio" presentó una oferta.

—Las negociaciones con los alemanes: 2 compañías presentaron ofertas, AEG con un reactor tipo BWR (bajo licencia GE) y Siemens con HWR (baja presión) con un nuevo diseño basado en un concepto de Westinghouse pero desarrollado por Siemens. El Gobierno alemán apoyó mucho los 2 proyectos mostrando gran interés en su venta ya que era la primera central que exportarían de Alemania.

La financiación de la central Siemens era muy buena y cumplía con muchos de los requisitos de CNEA y finalmente fue aceptada.

Etapa c: Evaluación y elección final.

Un total de 17 ofertas fueron presentadas a CNEA antes del día final de presentación que fue el 31 de julio de 1967. La evaluación la realizó el mismo equipo que redactó el estudio de factibilidad bajo la coordinación de un Comité Ejecutivo y en consulta con otros organismos estatales. Las comparaciones fueron muchas para cada punto y se confeccionó una matriz de comparación con los nombres de los oferentes en columnas y las variables en las líneas. Se asignaron valores apropiados a cada variable dando un ranking de prioridades establecidos por el Comité Ejecutivo.

La oferta Siemens ofrecía en sus características más sobresalientes:

—Combustible = Uranio natural

—Elementos Combustibles: formado por pastillas de UO_2 en vaina de circalloy de 6 mts. de largo (muy dificultosa su fabricación y manipuleo).

—Moderador y refrigerante: 300 toneladas de agua pesada bajo presión.

—Financiación: 100 o/o de financiación, incluyendo costos locales a 6 o/o de interés, pagadero en 25 años y el primer pago a realizarse 6 meses después que la central entró en operación comercial.

—Participación local: estimada en 35 o/o el contrato ofrecido no es del tipo llave en mano al 100 o/o.

—Potencia: 320 MW

—Precio del contrato: 280 millones de marcos.

—Costo del moderador: US$ 25,50/libras.

10.IV.d.3. Conclusiones

De acuerdo con los ejemplos citados del Japón, Yugoslavia, Argentina y otros, contando con los esquemas legales podemos concluir que una real transferencia de tecnología del sector donde se incuba y general al sector por la produce y distribuye se da por los siguientes mecanismos:

a) Desarrollar un buen nivel educacional y académico en ciencias básicas y aplicadas.
b) Desarrollar en el campo industrial con nuevas técnicas, procesos, materiales, niveles en calidad y control.
c) Introducir la I y D en el sector industrial y ligar la infraestructura científica-tecnológica en la estructura productiva.
d) Desarrollar una política científica y áreas relacionadas para consolidar el objetivo de independencia tecnológica.

El caso de la CNEA con el ejemplo desarrollado en este capítulo presenta un esquema de cómo creció la casa en

forma orgánica con un objetivo claro: desarrollar conocimientos a través de I y D y transferirlos al área productiva. Su logro al presente en el negocio nuclear ha sido la posesión de una autonomía de decisión.

REFERENCIAS

1. MS. Wionczek. Los problemas de la transferencia de tecnología en un marco de industrialización acelerada: el caso de México. Comercio Exterior, vol. XXI Nº 9, 1971.

2. Segio Barrio Resumen de los estudios realizados por la Junta del Acuerdo de Cartagena sobre Política Tecnológica, J/AJ/31 Rev. 3, 1973.

3.

4. Comité Interamericano de Ciencias y Tecnología (CIC YT). La transferencia de Tecnología hacia los países del grupo andino. Publ. del Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico— Depto. de Asuntos Científicos, Secretaría de OEA, AC/PE—46 1972.

5. CH. Cooper y F. Sercovitch. The machnisms for transfer of technology from advanced to developing countries. Publ. de Science Policy Research Unit de la Universidad de Sussex, Gran Bretaña, 1970.

6. C. Vaitsos Patents revisited: Their function indeveloping countries Publ. por Pacto Andino, 1971.

7. J. Robinson The acumulation of capital p. 87. Citado en F. Machlup, An economic review of the patente system. Gobernmente Printing Office. Washington.

8. M. A. Laquis Indispensable reconsideración de la ley 17.011 de adhesión al Convenio de París. La Ley, t. 147 p. 2, 1972.

9. D. Chudnovsky y J. Katz Patentes e importación de tecnología. Publ. por Estudio sobre el desarrollo científico y tecnológico Nº 4. Depto. de Asuntos Científicos, Secretaría General de la OEA. 1971.

10. J. Katz Patentes, Corporaciones Multinacionales y Tecnología. Un examen crítico de la legislación internacional. Desarrollo Económico Nº 45, vol. 12, 1972.

11. S. V. de Tanis Estudio sobre las patentes de invención en el área nuclear de la Argentina. Publ. CNEA/TE/26/110, 1972.

12. E. Lerner, A. Makuc y M. I. Pietragalla Estudio de los contratos de licencias y transferencia de tecnología con el exterior. Publ. del INTI, 1973.

13. P. N. Arumugham y P. V. Gujar Pumps for Indian nuclar power station Presentado al Seminario sobre Rotating/Reciprocating Machines del Institution of Engineers Barida, India.

14. J. Sabato Atomic Energy in Argentina: a case history. World Development vol. 1, Nº 8 August 1973.

15. Actividades de la Gerencia de Tecnología de la C.N.E.A. (1955—1972). Publ. CNEA, 1973.

COMISION FEDERAL DE INVERSIONES BIBLIOTECA

capitulo 11

Análisis de Información

Dra. Sara Volman de Tanis.

11.I INTRODUCCION

Para el hombre de laboratorio como para el técnico de planta, la información que se genera es una parte de su equipo de herramientas, lo mismo que un destornillador o un galvanómetro. No debiera perder tiempo para conseguirla, ni tampoco para conocer su existencia. Es finalidad del Servicio de Análisis de Información dar las posibilidades para que todo profesional obtenga la información que le interesa en el tiempo deseado.

La labor de un analista de la información es la de seleccionar entre los 10 millones de documentos que aparecen anualmente, los pocos documentos que le resultarán más útiles al usuario. El Servicio de Análisis de Información de la Gerencia de Tecnología de la Comisión Nacional de Energía Atómica se ha creado para el beneficio de una colectividad de usuarios más o menos amplia, en que los individuos se encuentran caracterizados por un interés común: los metales. A partir de este momento se han previsto dos propósitos sustantivos:

a) suministrar la información a los participantes de cada uno de los temas elaborados en el presente estudio.

b) suministrar la información a los interesados en incorporar nuevas tecnologías.

11.II GENERALIDADES DEL BOOM DE LA INFORMACION

El científico o tecnólogo considera la publicación o informe final del resultado de una investigación o desarrollo como una formalidad necesaria. La información la transfiere a sus colegas en reuniones, por correspondencia, en seminarios, etc.. El último paso es el de escribir. La publicación forma parte del ritual ya aceptado, pero su función va más allá, ya que con este aporte el autor comunica sus resultados al resto de la comunidad científica y tecnológica. Sus resultados pueden llegar a los lectores dispersos en el mundo a través de la difusión que permiten las revistas científico-técnicas, de publicaciones de resúmenes de listados, etc. ellos son los que podrán discutirlos, comprobar sus resultados y en última instancia, aceptarlos o no.

Todo científico o tecnólogo se encuentra actualmente ante unas 35.000 revistas técnicas que publican cerca de 2.000.000 de artículos por año, escritos por unos 750.000 autores en unos 50 idiomas. Si el número sigue creciendo con la misma exponencial, dentro de 50 años el científico tendría unos 8.000.000 de colegas en el mundo y unas 350.000 revistas para analizar. Como se deduce de lo expuesto, la administración del depósito del conocimiento ya es tarea difícil en la actualidad y resultará casi imposible

su manejo en el futuro si no se hallan los métodos adecuados y se los distribuyen en todos los centros de interés.

11.II.a. Existen ciertas características dentro de la transmisión de la información tecnológica, además de la ya mencionada, que las podemos considerar de acuerdo al siguiente esquema:

a) En las pequeñas o medianas empresas los canales de información no están estructurados y los podemos llamar "comunicaciones informales". El método utilizado más comúnmente es que el dueño de la empresa viaja, realiza visitas técnicas, asiste a ferias internacionales, etc. y recibe la información en forma directa e informal. También reciben información las empresas si actúan como representantes de otras, pues su casa matriz es la que elabora y condensa la información y la transmite a sus filiales.

b) Las empresas de mayor envergadura, ya sea estatales o privadas, donde operan departamentos técnicos de producción, y/o de ingeniería, tienen mayor número de usuarios de la información que reciben, por lo tanto se crean bibliotecas internas, unidades de información, relaciones directas con colegas del exterior o expertos que son contratados o relacionados a procesos de importación y negociación de tecnología.

c) Los técnicos que encuentran su información por lectura de las revistas técnico-comerciales, revistas científico-técnicos, asistencia a congresos, relaciones personales con otros colegas, conocimiento de los lugares donde se producen los mejores trabajos o de los de mayor importancia y también a publicaciones.

11.III CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA DE INFORMACION

Un sistema de información debe vincular los mecanismos, sistemas y agentes relacionados con la creación y adaptación de tecnologías en trabajos de las características que reúne el presente estudio.

11.III.a. Características de los usuarios

La definición más generalizada es: toda aquella persona, que por su interés profesional o privado quiere o debe ampliar y mantener al día sus conocimientos, es llamada usuario de la información. Al evaluar las necesidades de los usuarios y haber analizado las actividades que desarrollan se podrá determinar las funciones que debe cumplir el o los sistemas de información. La demanda de la información puede tener varias características:

a) Para investigación con fines muy precisos.

b) Para investigaciones en marcha con usuarios muy especializados,

c) para la elección de procesos,

d) para diseño ya sea en ingeniería como en planta,

e) para dirección en la producción; etc.. Una división neta existente entre la información requerida para obtener conocimiento de soluciones y la necesaria para obtener conocimiento de conocimientos. La mayor demanda actual de información es sobre el conocimiento para obtener soluciones, por lo tanto debe estar procesada como para ser utilizada en ese sentido.

11.III.b Operaciones de un Servicio de Documentación.

Las operaciones de un servicio de documentación son: acumulación de la información, procesamiento de la misma, creación de información a través del análisis, operación del sistema, utilización de servicios.

11.III.b.1 En la etapa de **acumulación** es función del sistema de identificación de la información, su evaluación, adquisición con diversas alternativas adecuadas a la naturaleza de las demandas. Deberán evaluarse los costos directos e indirectos para la adquisición de las diversas fuentes de información que son:

a) revistas especializadas, b) libros, c) conferencias, d) publicaciones comentadas de nuesvas aplicaciones o anuncios e) literatura no sistemática compuesta por catálogos, material de representantes comerciales, exposiciones, f) evaluaciones del estado de la tecnología según sectores, procesos, g) información de perfiles de tecnologías a desarrollarse por grupos locales, informes sobre búsqueda internacional y material obtenido por convenios de intercambio, h) informes y reportes técnico-científicos.

11.III.b.2 En la etapa de **procesamiento** debe analizarse el esquema de clasificación, caracterización y definición de acuerdo a los perfiles de interés de los temas y características de los usuarios.

11.III.b.3 En la etapa de **creación de información** deberán elaborarse los datos acumulados para suministrar la información y difundirla en forma periódica o esporádica.

Deberán abarcarse los diversos campos cubiertos durante el desarrollo del trabajo.

11.III.b.4 Desarrollar las **relaciones con los servicios de documentación** ya existentes en el país, saber dónde está la información, cómo está y cómo obtenerla. En síntesis, disponer de la información que contienen las instituciones científicas, industriales, de planificación que puedan contribuir a crear un inventario de recursos científicos y de conocimientos tecnológicos disponibles.

11.III.c. Sistemas de Información

Debido a la complejidad de los requisitos sobre información tecnológica que existen en el país, la diversificación de los temas y el dinamismo que exige la demanda de la información, encararemos el análisis de los sistemas en base a los siguientes puntos: diseño del sistema; características del analista de la información; metas de un servicio de información; métodos de búsqueda de información.

11.III.c.1 Diseño

El diseño del sistema de información deberá basarse en las etapas que se siguen durante la obtención de una tecnología (se analizará el tema con un ejemplo), conocer al usuario, ya sea estatal o privado, crear el sistema que lo ayuda más eficazmente en cada paso de la búsqueda de la información, evaluarla y asesorar hasta la adquisición (este punto se verá en mayor detalle en el capítulo sobre transferencia de tecnología).

11.III.c.2 Características del analista de la información

Con las necesidades y características expuestas anteriormente sobre la demanda de los usuarios, el analista de la información debe ser un técnico (ingeniero o científico) el que ya ha adquirido experiencia en actividades similares a las personas que debe servir. Su capacidad se desarrolla en forma efectiva si se encuentra emplazado en el equipo de trabajo, pues debe auxiliar al experto y por lo tanto debe mantenerse muy bien informado. Con las necesidades y objetivos que se propone para un servicio de información y las características que tienen los variados tipos de usuarios y métodos que ellos utilizan para informarse, queda expuesto un problema sobre cómo debe ser un analista de la información para dicho tipo de demanda. Con la formación de las escuelas de bibliotecarios que dispone actualmente nuestro país, el egresado no se encuentra en condiciones de encarar este tipo de tareas, pues el análisis y la especialización tanto en el área tecnológica como en los métodos a ser utilizados requieren otro tipo de formación. Los profesionales que ya han actuado en cierto número de años en el laboratorio, o en planta, es decir que han sido usuarios de una biblioteca podrán encarar en mejores condiciones la difícil tarea de organizar y planificar un servicio de análisis de información. Deberán estar secundados por documentalistas en las tareas requeridas para que el sistema funcione en forma eficiente.

En la actualidad, en nuestro país son pocos los profesionales que desean o se sienten motivados para realizar dicha tarea por diversas razones. Se expondrán algunas de ellas:

a) el trabajo lo considera tedioso

b) aleja mucho del laboratorio o lugar donde la sensación de innovación o aporte se tiene a través de otros estímulos,

c) considera que se pierde nivel profesional quizá por realizar tareas de servicio hacia los demás.

d) debe gustarle mucho la lectura, etc., etc..

Por otro lado, se pueden aventurar a expresar ciertas ventajas que el analista puede hallar en dichas tareas: a) suplementa el trabajo de cualquier laboratorista, tecnólogo u hombre de producción, b) de acuerdo a la revisión bibliográfica y su posterior análisis está en condiciones de elaborar reports de temas con conclusiones de gran interés para grupos de tecnólogos, c) ofrece mucha libertad intelectual, d) debe auxiliar al experto o especialistas pues su campo de información es amplio, mientras que los usuarios pecan generalmente por obtener su información a través de medios específicos, e) debe estar enlazado directamente al equipo de trabajo con comunicación directa con sus usuarios, lo cual le obliga a mantenerse bien informado, f) como corolario de dichas condiciones, la relación de dependencia en su medio será al más alto nivel pues colaborará con todos los niveles técnicos y los no técnicos, lo cual le permitirá estar enlazado dentro de los grupos con poder de decisión. Los posibles usuarios no concurren con frecuencia a las nuevas fuentes documentarias por desconocimientos, por falta de tiempo o por no tener facilidad de acceso a las mismas. Será el analista de la información junto con los bibliotecarios especializados que irán a proveer la información, a trabajar junto al usuario pues la inversa pocas veces se da.

La presencia de analistas en puntos estratégicos y que se encuentren lo más cerca posible de los usuarios, aseguran un mínimo de servicios inmediatos y pueden servir, si no es para dar respuestas inmediatas, para actuar de enlace con otros centros, tarea muy fructífera, que aporta a la economicidad de los servicios de documentación. El analista debe tener bien claro que la biblioteca, el depósito de documentos y toda otra información de la cual disponga debe ser útil, entonces no sólo se preocupará junto con su personal a ordenarla, catalogarla y mantenerla, sino que mucho más importante será su tarea si se comunica con los usuarios. También promoverá su utilización por los métodos mejores y más eficientes.

11.III.c.3 Métodos de búsqueda de información

Los métodos de búsqueda de información deben ser orientados a suplir las necesidades de los diversos usuarios, donde se complementarán las informaciones para todos los sectores.

11.III.c.3.1 Identificación de las fuentes de información, conocimiento de los recursos de los numerosos centros y

organismos afines, servicios especializados, acción de institutos técnicos tanto del país como del exterior.

11.III.c.3.2 El sistema de información deberá actuar como difusor para el sector industrial y de desarrollo del país, Deberá servir como sistema de contacto permanente de las fuentes externas para conocer detalles de soluciones, proyectos concretos, condiciones de realización, etc..

11.III.c.3.3 Orientar la búsqueda a nivel sectorial con alcance inten acional, individualizar los centros, compañías y organismos y conocer de cada una de ellas qué saben hacer y qué servicios ofrecen.

11.III.c.4 Metas de servicio de Información

El servicio de información tendrá como meta la promoción del desarrollo ya sea de tecnología como del conocimiento, promoción del mejoramiento de los métodos en marcha, coordinación de los servicios de información existentes y su eventual complementación y ampliación. Debe considerar los presupuestos con que se cuentan al diseñar un sistema de información. No tendrá mucho sentido tratar de automatizar el sistema cuando no se cuente en el servicio con una biblioteca muy completa, pues de poco servirá ubicar referencias en pocos minutos si luego, para obtener los originales de las mismas, se requerirán entre 3 y 4 meses de trámites. Es muy ilustrativo el siguiente ejemplo sobre costos de un sistema de información y los beneficios obtenidos por el servicio de documentación de la industria farmacéutica en Italia que resulta indispensable para conducir la investigación científica en el sector. Se requieren conocimientos sobre las enfermedades humanas y los avances de la investigación médica, y se requiere estar al día en lo que concierne a los avances de los conocimientos técnicos y científicos mundiales en el terreno farmacéutico. La empresa A resuelve su problema de información a través de una actividad propia de revisión de literatura especializada en su área de trabajo. Utiliza un sistema automatizado para la recuperación de la información que tomó un año instalar.

La información básica de resúmenes bibliográficos, que cubren 350 publicaciones científicas internacionales, la obtienen de una empresa inglesa especializada, la Darwent Publ. a través de la cual reciben 40.000 referencias por año (7 a 8.000 publicaciones científicas en el campo farmacéutico son revisadas con un total de 500.000 referencias anuales) al costo de $ 12.000 como mínimo de costo anual. Este servicio fue mejorado a través de una programación más compleja para el "retrieval" que exige más precisión en la formulación de la demanda de información pero que les permite elevar la tasa de "información útil" del 20o/o al 80o/o. El personal mínimo para este servicio de información consiste en un graduado, sea médico, químico-farmacéutico, farmacólogo o biólogo con un entrenamiento ad-hoc de solamente 2 días y que puede llegar a un óptimo de eficiencia (identifica manualmente 50 referencias por minuto) en el plazo de un mes".

Existen otros ejemplos de sistemas de información por sectores, como es el caso de la industria de máquinas y herramientas de Checoslovaquia (ref. pág. 117). La información técnico-económica necesaria para el desarrollo, diseño y producción de una máquina incluye con mucho detalle análisis de patentes, competitividad de mercado, tendencias del mismo, etc.. Una empresa lo ha organizado con 3 personas que hacen el copio y procesamiento de la información proveniente de 73 publicaciones periódicas bien seleccionadas, así como la selección de patentes relativas.

Cada sistema tiene características propias de acuerdo a los requerimientos de sus usuarios, capacidad de desarrollo y posibilidades económicas. Como metas por tareas podemos analizarlas de la siguiente manera:

11.III.c.4.1. Las publicaciones a que propenderá un servicio serán de tipo de evaluaciones (llamadas "state-of-art-report") de temas específicos, complementándose con especialistas en cada uno de los temas tratados dentro del contexto general. El servicio proveerá la información retrospectiva a cada usuario, se conectará con los centros relacionados, preparará las salidas de la información para una más fácil recuperación de la misma.

11.III.c.4.2 Diseminar la información en forma seleccionada que resulta de la sistematización de la información obtenida o consultada o extraída de algún medio y que se prepara para cada usuario en forma periódica de acuerdo a perfiles de interés prefijados. Dicho sistema reemplaza al usuario a que deba examinar todos los documentos que entran a su empresa o que producen otros servicios. Debe organizarse en forma centralizada conociendo campos de interés y ser suficientemente ágil para responder a una demanda dinámica y generalmente diversificada.

11.III.c.4.3 Almacenar colecciones, libros, documentos, catálogos de diferentes tipos de empresas y servicios, los que deben encontrarse en depósitos propios. En aquellos casos donde la especialización no exige determinadas inversiones, deberán conocerse los medios para obtener la información que se requiera. Con respecto a sistemas electrónicos de acumulación de información no se los considera factibles aún en nuestro país en el que existe una gran descapitalización en la adquisición de colecciones y otro tipo de material que no cuentan con los recursos suficientes.

11.III.c.4.4 Determinar perfiles de interés de grupos de

técnicos para programar mejores servicios documentarios, y mejorar los existentes. Deberán estudiarse, por ejemplo, las líneas de desarrollo de los centros o empresas a las cuales perteneces, tecnologías aplicadas en empresas con interese comunes, etc. Estos perfiles deberán estar relacionados por ejemplo a las tareas que cumplen oficinas de evaluación de incorporación de tecnología del extranjero, a oficinas que evalúan solicitudes de patentes de invención, a grupos de investigación y/o desarrollo que encaren nuevas líneas de trabajo, etc.

11.III.c.4.5 Las perspectivas de un sistema de información deben ser los bancos de datos y los centros de información. Los bancos de datos son servicios de información que registra los datos con cierto tratamiento previo de tipo aritmético, lógico o agrupado en formas más o menos complejas. En campos de inversiones económicas existen bancos en varios países, en determinadas propiedades, de compuestos químicos, p. ej., la ASTM compiló datos sobre ensayos y normas, etc.. En materia de tecnología es más difícil crear tablas de tipo numérico pero, por ejemplo, para una oficina de importación de una determinada tecnología se deberá contar con los siguientes detos: conocimiento de la industria local obtenida a través de encuestas, contactos personales, etc., conocimientos de las diversas fuentes de la tecnología buscada, realizar la búsqueda bibliográfica retrospectiva de la misma incluyendo las patentes internacionales y del propio país, tener un buen conocimiento de la capacidad de los laboratorios de investigación y desarrollo del país.

Los centros de información examinan de modo crítico los datos que se le suministran y asume la responsabilidad de registrar sólo los que dan las garantías de validez. Ya han sido definidas las funciones del centro de análisis de información por el COSATI como: "organismo estructurado, establecido, específicamente para adquirir, seleccionar, almacenar, encontrar, evaluar, analizar, y sintetizar un cuerpo de información y/o de datos en un campo bien definido, o agregado a una misión específica de compilación, de condensación, de reestructuración y de modo general de organización y de presentación de información y/o de datos pertinentes bajo forma que revista autoridad".

11.IV OPERACIONES DEL SERVICIO DE INFORMACION DE LA GERENCIA DE TECNOLOGIA DE LA COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

11.IV.a Introducción

El servicio de Análisis de Información de la Gerencia de Tecnología está organizado de acuerdo a: a) las necesidades de información de los grupos de investigación y desarrollo, b) capacidad tecnológica de la industria metalúrgica argentina y c) concentración de la obtención de datos técnicos.

La estructura y capacidad de trabajo viene dada de acuerdo a las posibilidades económicas y personal disponible (1 profesional, 1 técnico, 2 ayudantes). En el diagrama Nº 1 están representadas las operaciones del Servicio

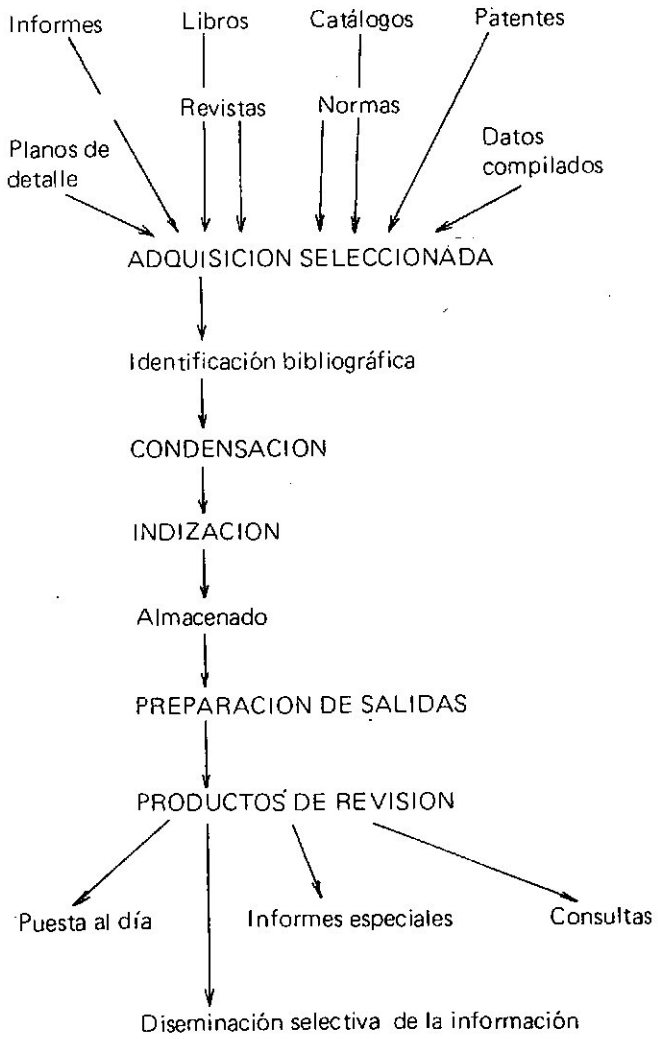


Diagrama Nº 1

11.IV.b. Descripción

Describiremos a continuación las etapas más importantes del diagrama Nº 1.

11.IV.b.1 En el **proceso de adquisición** se verifica, de acuerdo a lo leído en las diversas funetes de información secundaria, para la posterior adquisición del material que interesa, además del que se recibe en forma permanente como ser revistas, catálogos, etc.

11.IV.b.1.1 En información científica-técnica se revisaron los temas de mayor interés en el presente trabajo como ser: aceros, soldadura, fundición de aceros inoxidables, bombas, válvulas, loops de ensayos, tubos.

Hemos consultado las siguientes publicaciones secundarias: Nuclear Science Abstracts, INIS Atomindex, ABTICS, Metal Abstracts, STAR, publicaciones especiales del Iron and Steel Inst. y de la ASTM. Se han seleccionado 400 referencias de más de 1000 trabajos consultados para el presente estudio. Se cuenta con la versión final de 282 trabajos de los mencionados en el fichero de REFERENCIAS. El fichero conteniendo las referencias con su abstract correspondiente se adjunta a la versión original. El lector podrá tener acceso al mismo en el Consejo Federal de Inversiones y también en el Servicio de Análisis de Información de la Gerencia de Tecnología de la CNEA. Las copias de los trabajos están a disposición de todo consultor en el servicio precitado. (Téngase en cuenta al consultar el fichero de referencias que la numeración no guarda estricta correlatividad debido a que se ha hecho una selección muy estricta del material que se entrega acompañado el trabajo, contando con una revisión mas exhaustiva que está depositada en el Servicio).

11.IV.b.1.2 La **catalcgoteca** ha sido organizada como consecuencia del desarrollo del presente trabajo. Para la organización de la misma se siguieron los siguientes pasos:

a) se tomó una lista de proveedores de elementos para centrales nucleares publicada por la revista Nuclear Engineering International (versión marzo 1973) de la cual se eligieron 1000 empresas. Se enviaron cartas a todas ellas solicitándoles información específica de los componentes que se consideran como más factible su industrialización en la Argentina, además de otros componentes que se utilizarán en centrales nucleares y deberán importarse. Los temas elegidos fueron los siguientes: protección de radiaciones, sistemas de filtración y ventilación, componentes estructurales, del circuito primario, del secundario, intercambiadores de calor, servicios especiales de ingeniería y otros, instrumentación y control, sistemas de control, recipientes de presión, turbo-generadores. Se recibió respeusta de 450 empresas, reuniendo un total de 1600 catálogos hasta el presente.

b) Se ordenaron los sistemas de recuperación por dos vías: por proveedor y su representante si lo tiene en nuestro país, y por temas.

El sistema de recuperación por tema está ingresando en el sistema tipo Taube-Uniterm que está descripto en detalles en el punto IV.2.d. El tesoro de palabras elaborado para el mismo contiene 400 términos, identificando en la tarjeta al catálogo anteponiendo la letra C antes del número. Por medio de este sistema de usuario puede saber en pocos minutos qué número de catálogos se disponen en el servicio de un dado tema, por ejemplo intercambiadores de calor, pues se encuentran ingresados todos en una misma tarjeta. En el anexo II figuran todas las tarjetas del sistema y en las mismas el usuario puede disponer ya de la cantidad y clase de información que hallará en el servicio.

11.IV.b.1.3 Se ha realizado una revisión exhaustiva de las **normas** existentes sobre los diversos componentes que se analizan en el presente estudio. La revisión se realizó sobre las siguientes fuentes: IRAM, British Sandards, ASME Code, API, NEMA, DIM y ASTM.

Se adquirieron las normas IRAM British Standard, y ASME, de las demás ya nuestra biblioteca contaba con muchas de ellas.

11.IV.b.1.4 Respecto de **patentes** se analizaron temas en publicaciones especiales, como por ejemplo British Patent Abstracts, Patentes de invención de la R.A., habiendo hallado varias referencias respecto de temas como loops de ensayo. No ha sido importante el número de patentes obtenidas para otros componentes como bombas, válvulas, etc.. No se profundizó con más detalles dicha revisión pues en esta etapa del trabajo, donde todavía no entran en proceso de fabricación los componentes, no se conocen las necesidades de los futuros usuarios. Se tiene en este momento acceso a toda información necesaria, en caso que se requiriera dentro de la industria local adquirir tecnología y la misma se encuentra protegida por patentes en el país podrá ubicarse fácilmente dicha información. Este punto es de interés para temas tratados en el capítulo sobre transferencia de tecnología, y se volverá sobre él.

11.IV.b.2 En la etapa de **condensación** se condensan los conceptos principales expresados en el trabajo en consid ración. El presente informe es acompañado por un fichero que contiene una ficha por cada trabajo, libro, o referencia de interés al tema central y otros que se consideró útiles para los usuarios del mismo (referentes al punto IV.2.a.i.). Contiene 400 tarjetas en las cuales se incluyen: referencia

bibliográfica, el resumen del trabajo, al lado del número de la referencia se indica por medio de un asterisco si en el servicio de Análisis de Información se halla la copia completa de la referencia. El resumen generalmente contiene el o los tópicos más importantes tratados en el trabajo, la metodología de los ensayos y señales en forma suscinta los resultados y conclusiones. En el diagrama Nº 2 se presenta una copia de una tarjeta tal como fijura en el fichero adjunto.

* 1181

L. Matrin

Progress with the ultrasonic testing of small tubes for the nuclear industry.

C.E.A., 12 colloque de métallurgieu, Saclay, 1968

An improved method for the detection of longitudinal internal defects in small seamless steel tubes is described. Although conventional testing by transverse scanning can be used for good quality tube, an additional testing process with greater efficiency is recommended flat internal defects not found by the conventional test, were detected by the apparatus which is also sensitive to internal splits internal hollows, external grinding, eccentricity in the walls, and shock deformations.

El número que tiene la ficha en el margen a la derecha (en el ejemplo es el número 1181) es el mismo que se le adjudica al documento que se encuentra en el servicio precitado, al asterisco (*) es indicador que disponemos de la copia completa.

11.IV.b.3 En la etapa posterior (como se señala en el diagrama Nº 1) se procede al indizado: que es el proceso de seleccionar o asignar palabras claves de los temas contenidos en el documento. En esta operación se trata de aplicar sobre los documentos las entradas más adecuadas para describir su contenido. Con estas entradas se prepara el material para recuperar la información de acuerdo a las preguntas formuladas. Dichas entradas expresan un conjunto de nociones o ideas que representan el o los conceptos fundamentales desarrollados en el documento. De allí que la representación genera un problema de lenguaje, pues la indización sirve de puente entre el lenguaje de los documentos y el de las consultas. La representación de un documento o de una consulta se hace mediante la operación llamada indización coordinada y que consiste en:

a) una tarea de análisis por extracción de nociones.

b) tarea de síntesis, por reagrupamiento de las nociones a través de un encadenamiento más elaborado.

Como ejemplo describiremos el documento del diagrama Nº 2 que habla sobre ensayos de ultrasonido en tubos para la industria nuclear, la determinación de defectos internos y control de calidad.

INTERNAL DEFECTS (DEFECTS)									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1181								

Diagrama Nº 3

STEELS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C–160	1181	C–532	23093	C–84	C–1245	C–1486		C–498	23069
9080	9081	23102		C–1484	23055			23108	
	23001			9064	23105				
				23064					

Diagrama Nº 4

TUBES									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C–1050	1181	9042	C–1443	C–1044	C–1045	C–1446	C–1447	C–1238	C–749
9020	9001	23062	9033	C–1444	C–1245	9026	9077	9038	C–1079
9040	9041			23144	C–1445	9076			C–1239
	9081				9075	23046			9009
					2313	23056			9029
									9039
									9079

ULTRASONIC TESTING (NON–DESTRUCTIVE TESTING)									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
23110	1181	C–1302	C–1173	C–1174	C–1175	C–596	C–1177	C–1178	
						C–756		C–1298	
						C–1176			

11.IV.b.4 Sistema de control de vocabulario

El lenguaje utilizado en el presente trabajo está basado fundamentalmente en la clasificación elaborada a partir de la información analizada y en estrecha relación con la clasificación del Thesaurus of Metallurgical Terms elaborado por el Metals Information Staff de la American Society for Metals. El vocabulario elaborado figura al final del presente capítulo, los términos figurán en inglés debido a que casi la totalidad de la información citada se encuentra en dicho idioma.

Debido a que un documento trata más de un tema, hemos utilizado un sistema de indizado múltiple para permitir que por yuxtaposición de varios conceptos el consultor consiga extraer la información que más se adecúe a su pregunta.

En el tesoro de palabras claves elaborado figuran varios niveles de jerarquía considerados: a) un primer nivel de jerarquía a los conceptos más amplios como ser Steel, Non Destructive Testing, etc.; b) un segundo nivel que se refiere a términos o conceptos más específicos relacionados con el encabezamiento principal como ser Carbon Steel, Ultrasonic testing etc.; c) un tercer nivel se refiere a un concepto más preciso o de mayor detalle del considerado en b) como ser Low Carbon Steel, etc..

Las tarjetas descriptoras de estos términos se encuentran ubicadas en el fichero según el orden dado en la lista, y que corresponde al orden alfabético de los encabezamientos principales clase a); detrás de los mismos se encuentran también acomodadas alfabéticamente, las tarjetas de la clase b) y luego las c). A título de ejemplo, tenemos la tarjeta Steel, luego la sucede Carbon steel (Steel), y detrás AISI 1010 (Carbon Steel-Steel), High carbon steel (...) etc..

El ejemplo presentado en el diagrama Nº 2 ha sido indizado con las siguientes palabras claves o descriptores: Ultrasonic testing (Non destructive testing), Internal defects, Steel, Tubes, En general, en el presente trabajo las referencias, tanto de tipo informe-documento como los catálogos han sido ingresadas con un promedio de 7 descriptores, para asegurar una mayor precisión durante la operación de búsqueda.

Dentro de las reglas de construcción del tesoro, hemos construído sobre las siguientes bases:

- Materiales
- Propiedades; condiciones y características
- Equipos, mecanismos, aparatos.
- Procedimientos.
- Clases de utilización.

Dentro de la evolución del tesoro hemos realizado un estudio estadístico de la frecuencia que se produce en el indizado de los documentos, para evitar ingresar descriptores que tendrán a posteriori poco uso o que resultan irrelevantes por su precisión. Esta tarea continuará pues se proseguirá ingresando material a fin que ingrese al Servicio. El tesoro contiene gran cantidad de descriptores, esto se debe a la diversidad de temas tratados o consultados por los autores de los diferentes capítulos que acompañan al trabajo.

11.IV.b.5 Métodos de recuperación

11.IV.b.5.1 El método utilizado para el almacenamiento de la indización es el de fichas con columnas tipo Taube-Uniterm (realmente es UNICONCEPTO) (Ver ejemplo Nº 2) (corresponde a la etapa siguiente del diagrama Nº 1).

La ficha descriptora tiene señalada en su parte superior el nombre del tema y el resto está subdividido en 10 columnas numeradas del 0 al 9, donde se ingresa el número del documento, ubicándolo en la columna perteneciente al último dígito. Con esta disposición permite presentar una forma práctica de revisión cuando se enfrentarán varias tarjetas para observar la coincidencia de números que se referirán a coincidencia de documentos que contienen información útil al usuario.

La búsqueda en el anexo II se realiza de la siguiente manera: el usuario tiene formulada su pregunta, deberá acomodar los conceptos a los descriptos en el presente trabajo. Una vez ubicados los descriptores que interesan, el usuario extraerá las tarjetas Taube-Unitem correspondientes. Paso siguiente deberá enfrentarlas y recorrerlas por columna para observar y extraer los números de documentos que se repitan en ellas, tenemos el ejemplo de los diagramas, 3, 4, 5 y 6 donde se repite el núemro 1181 en las cuatro. Si el usuario está solamente interesado en los temas de tubos de aceros puede consultar los trabajos 1181, 9081 y C–1245.

11.IV.b.5.2 Otros método para recuperar informaciónes a través de los **autores** de los trabajos citados: para tal fin se acompaña el presente trabajo con el anexo III que contiene en cada tarjeta el nombre del autor y los núemros de documentos que dicho autor escribió en forma personal o en colaboración (diagrama Nº 7).

En total el tiempo que interviene el consultor para extraer una información con este sistema es del orden de 2 a 3 minutos. Debido a la sencillez y la precisión con que se obtiene la información han utilizado los sistemas descritos en el punto IV.2.d. y subsiguientes para la documentación y análisis de la información del presente estudio.

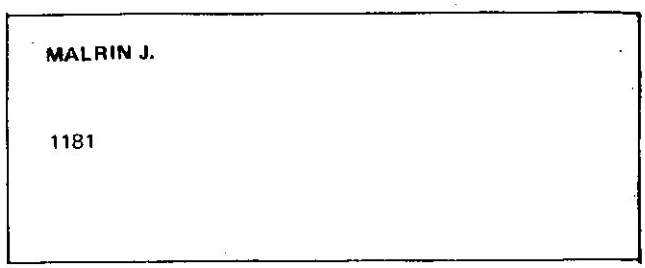
11.IV.b.5.3 Búsqueda bibliográfica del usuario

La búsqueda en fichero: la consulta de un fichero se efectúa del siguiente modo:

- Búsqueda de la rúbrica de clasificación correspondiente a la materia investigada, tanto en el plan de clasificación, como en el índice alfabético de ese plan.
- Búsqueda del fichero correspondiente.
- Búsqueda de la ficha separadora que indique la localización precisa de las fichas útiles.
- Consulta de las fichas una por una.
- Transcripción de las referencias útiles.

Si la búsqueda se apoya en varios conceptos representados por rúbricas de clasificación diferentes. hay que proceder igual en cada una de esas secciones; el usuario debe coordinar mentalmente los conceptos durante la lectura del título y resumen eventual. Si tiene interés, por ejemplo, en los temas A y B y no en el C, al examinar cada una de las fichas del fichero A y del B, debe preguntarse si el documento correspondiente responde bien al conjunto de la consulta.

La consulta del fichero de autor es más simple: basta buscar allí alfabéticamente por el apellido del autor y en la ficha encontrarán registrados los números de los trabajos por él realizados, ya sea como autor personal o co-autor (diagrama Nº 7). La búsqueda en el fichero presenta las siguientes ventajas:



– La mayoría de los usuarios la practicaron durante sus estudios escolares y la conoce bien.

– De acceso a una ficha que puede contener datos bibliográficos completos y, llegado el caso, los resúmenes.

– Como los ficheros se mantienen regularmente al dia, consulta se hace en un fichero único; éste no es el caso de los índices, donde casi siempre es necesario consultar varios volúmenes que cubren períodos diferentes..

– Permite el "rastreo" o búsqueda documentaria "ayudando al azar".

11.IV.b.5.4 Cualquiera sea el método utilizado, la búsqueda documentaria tiene las siguientes etapas:

– La formulación de la pregunta.

– La indización de la pregunta.

– La búsqueda propiamente dicha.

– La reproducción de las referencias.

– La filtración de las referencias pertinentes.

– El envío de la bibliografía.

11.IV.b.5.5 La búsqueda (Retrieval):

– Leer e inscribir los números comunes. 3 segundos por respuesta.

– Volver a clasificar las fichas de descriptores. 10 segundos por descriptor.

– Extraer las fichas de los documentos pertinentes. 18 segundos por respuesta.

– Volver a clasificarlas, 12 segundos por respuesta.

En total, el tiempo que invierte el consultor para extraer una información con este sistema es del orden de 20 minutos. Debido a la sencillez en la operación y la precisión que se obtiene, ha utilizado el sistema descripto en el punto 2 para la documentación y análisis de la información del presente estudio. Para la búsqueda el usuario deberá recurrir al sistema Taube-Uniterm descripto y luego con los números de referencia obtenidos dirigirse al fichero de resúmenes extraer las tarjetas de los números seleccionados. En esta etapa ya podría obtener parte de la información requerida, y eventualmente decidirá si le interesa leer el trabajo completo. El Servicio de Análisis de información de la Gerencia dispondrá en forma permanente de las copias de los trabajos al que podrán dirigirse solicitando las mismas o cualquier información conexa. En el anexo I puede consultar el contenido de todas las tarjetas del Sistema Taube-Unitem. Una vez que la pregunta documentaria ha sido formulada e indizada, se puede proceder a la búsqueda propiamente dicha interrogando a las memorias, en las que se halla almacenado la indización de los documentos. Esto permite extraer un cierto número de trabajos cuya indización corresponde a la pregunta. La selección se hace por lo tanto en dos etapas: primero por el indizado de la pregunta, se obtienen los números de documentos correspondientes a los temas seleccionados y en una segunda etapa se buscan las fichas donde se toma contacto con el autor, título y resumen del documento, posteriormente si es de interés se solicitará la copia del trabajo.

En los diagramas Nº 3, 4, 5 y 6 podemos observar tres fichas de columnas tipo Taube-Uniterm, extraídas del fichero de descriptores.

11.IV.b.5.6 Modo operativo de la Búsqueda

– Extraer las fichas de descriptores de la pregunta. 15 segundos por descriptor.

– Comparar los números de los documentos (supongamos: 10 comparaciones por respuesta). 30 segundos por respuesta.

ANEXO I LISTA DE PALABRAS CLAVES

A

ABRASION
ACCUMULATORS
ACOUSTICS
ACOUSTIC MEASUREMENTS
AIR
AIR CONDITIONING
AIR SAMPLERS
ALKALI METALS
ALUMINIUM
ALUMINIUM ALLOYS
ANNEALING
ANTIMONY
ARCHITECTURAL DESIGN
ARGENTINE
ARGON
ARGON – OXYGEN SYSTEM
ARSENIC
ASSEMBLIES
ATOMIZERS
    Nozzles
AUTOMATION

B

BALANCES
BARS
BATHS
    Salt baths
BEARINGS
BENDING
BIBLIOGRAPHY
BILLETS
BIOLOGICAL CABINETS
BISMUTH
BLOWERS
BOILERS
BONDING
BORING
BRASS
    Admiralty brass
BRAZING

C

CIRCUITS
    Auxiliary circuits
CLADDING
CLAMPS
CLEANING
    Blast cleaning
    Ultrasonic cleaning
COATINGS
    Vacuum deposited coatings
COBALT ALLOYS
COILS
COMPRESSORS
    Air compressors
    Gas compressors
COMPUTATION
    Fortran
COMPUTER COMPONENTS
CONCRETE
CONDENSERS
CONNECTIONS use JOINTS
CONSTRUCTION
CONSTRUCTION EQUIPMENT
    Cranes
CONSTRUCTION MATERIALS
CONSULTANT SERVICES
CONTAINERS
CONVERTERS
    Electric converters
    Motor generators
    Frequency converters
COOLERS
COOLING SYSTEM
COOLING TOWERS
COPPER

COPPER ALLOYS
Cupronickel alloys
CORROSION
CORROSION PHENOMENA
Corrosion fatigue
Fouling
Physical effects
Erosion
Electrochemical effects
Ocluded cell corrosion
Crevice corrosion
Intergranular corrosion
Pitting
Testing
Lab. methods
Physical methods
Stress corrosion
Corrosion resistant alloys
COSTS
COUPLINGS
CRANKSHAFTS
CREEP
CRYOGENIC SYSTEMS
CRYSTALLIZATION PROCESSES
CUTTING TOOLS
Boring tools
End milling tools
Reammers
Saws
Slot drills
Twist drills
CHLORINATION
CHLORINE SOLUTIONS
CHROMIUM
CHROMIUM ALLOYS
CHUKS

D

DAMPERS
DAMS
DATA
DECARBURIZATION
DECONTAMINATION
DEFECTS
Internal defects
DEGASSING
DESIGN
DESTRUCTIVE TESTING
DESULPHURIZING
DETECTORS
Alpha detectors
Crack detectors
Flow detectors
Gamma detectors
Gas detectors
Germanium dectectors
Lithium detectors
Neutron detectors
Radiation detectors
Semiconductors devices
X Ray detectors
DIODES
Photodiodes
DISTILLATION PROCESS
Multistage flash distillation
DOORS
DREDGERS
DRILLING
DRY BOXES
DRYING
DUST COLLECTORS

E

ECONOMICS
EFFLUENT TREATMENT EQUIPMENT
ELASTICITY
ELECTRIC CONDUCTORS
Isolators
ELECTRIC INSTALLATIONS
Interruptors
ELECTRIC INSULATING MATERIALS
ELECTRIC PROPERTIES
ELECTROCHEMICAL DEPOSITION
EMBRITTLEMENT

ENAMELS
ENGINES
Diesel engines
ENGINEERING SERVICES
ENVIRONMENTAL TESTING
EUTECTICS
EVAPORATION PLANTS
EVAPORATORS
EXPANSION
EXTRUSION

F

FABRICATION
FAILURE ANALYSIS
FANS
FATIGUE
Low cycle fatigue
FERMENTATION
FILMS
Thin films
FILTER INSTALLATIONS
Air filters
Electric filters
Gas filters
Liquid filters
Strainers
FIRE PROTECTION
FITTINGS
Tube fittings
FLANGES
FLOWMETERS
Mass flowmeters
FLUIDS
FLUORESCENCE
FORGING
Drop forging
FORMING
Cold forming
FRACTURE
Brittle fracture
FREQUENCY SIGNALS
FUEL ELEMENTS
FUEL CLADDING
FUEL HANDLING MACHINE
FURNACE
Air circulated furnace
Batch type furnaces
Carburizing furnaces
Continuous furnaces
Electric air furnaces
Hardening furnaces
Induction furnaces
LD Furnaces
Melting furnaces
Muffle furnaces
Open arc furnaces
Pusher furnaces
Quench furnaces
Shaker hearth furnaces
Tempering furnaces
Vacuum furnaces

G

GALVANIZING PLANTS
GALLIUM
GAMMARAYS
GASES
Liquified gases
Gas purifiers
Hellium diffusion gas purifiers
GASKETS use SEALS
GATES
GEARS
Epicyclic gears
GEIGER COUNTERS
GENERATORS
Hydro—electric generators
Isotope generators
Steam generators
GLASS
Glass—to—metal assemblies
GLOSSARY
GLOVE BOXES

GRAPHITE
Nuclear graphite
GRINDING MACHINES

H

HAFNIUM
HARDFACING
HEALTH PHYSICS LABORATORIES
HEAT EXCHANGERS
Air cooled heat exchangers
Plate heat exchangers
Shell heat exchangers
HEAT RESISTANT ALLOYS
HEAT TRANSFER
HEAT TRANSMISSION
HEAT TREATMENTS
HEATING EQUIPMENT
HEATING PROCESS
Infra–red ovens
HIGH PURITY METALS
HIGH TEMPERATURE ALLOYS
HOSES
HOT LABORATORIES
HUMIDIFIERS
HYDRAULIC ENGINEERING
HYDROGEN IN METALS
HYGROMETERS

I

IMPURITIES
INCINERATORS
INCOLLOY ALLOYS
INCONEL
INDIA
INDIUM
INDUSTRIAL PLANTS
INDUSTRY
Chemical industry
Electronic industry
Inspection
Metal industry
Nuclear industry
Paper industry
Petrochemical industry
INGOTS
INSTALLING
INSTRUMENTATION
Amplifiers
Analytical instruments
Analyzers
Control systems
Converters
Data adquisition systems
Data conversion modules
Data handling equipment
Digital units
High voltage units
Indicators
Level indicators
Logic processors
Multichannel analyzer
Numerical treatment of images
Oscillographs
Oscilloscopes
Optical cells
Preamplifiers
Pulse generators
Recording instruments
Signal generators
Spectrometers
Transducers
INSULATION
Insulating materials
ION EXCHANGE RESINS
IONISATION CHAMBERS
IRON
Cast iron
IRON ALLOYS
IRRADIATION
Irradiation services
ISOLATORS
ISOTOPES

J

JOINTS

L

LABORATORIES ACTIVITIES
- Chemical laboratories ware
- Heat resistant laboratories ware

LEAD
LEAK DETECTORS
LEGISLATION
LINEAR ACCELERATOR
LITHIUM
LOAD POSITIONERS
LOADING
LOOPS
- Loop circuits

LOW TEMPERATURE
- Containers

LUBRICANTS
- Dry film lubricants
- Graphite

M

MACHINING
- Rotating machines
- Sawing

MACHINE TOOLS
MAGNESIUM ALLOYS
MAINTENANCE
MANGANESE
MATERIALS HANDLING
MEASURING INSTRUMENTS
- Accelerometers
- Ammeters
- Control equipment
  - Tachioratiometers
  - Temperature controller
- Control services
- Dilatation joints
- Pipe joints
- Pressure joints
- Stainsless joints
- Tube joints
- Automatic control
- Cryogenics temperature readout
- Densitometers
- Digital voltmeters
- Dosimeters
- Electrometers
- Flow meters
- Gages
  - Hydraulic gages
  - Ionization gages
  - Isotope gages
  - Strin gages
- Strain gages transmitters
- Pressure gages
  - Thickness gages
  - Vacuum gages
  - Welding gages
- Indicator/controller
- Infrared–spectrum
- Isotopes
- Meters
  - Microhom meters
  - Ph meters
  - Potentiometers
- Pressure transducers
- Pyrometers
- Ratemeters
- Sensors
  - Neutron humidity meas. sensors
- Temperature controllers
- Thermocouples
  Miniature thermocouple
- Thermocouple vacuum gages
- Thermometers
- Time counters
- Transducers
- Voltmeters
- Weight measuring systems

MECHANICAL PROPERTIES
MEDICAL SYSTEMS
MELTING
- Arc melting

Induction melting
Vacuum melting
MICROSCOPES
Remote control microscope
Electron microscope
MILLS
MIXERS
MOISTURE CONTENT
MOLYBDENUM
MOLYBDENUM ALLOYS
MONITORING
Health safety monitors
Radiation monitors
Temperature monitors
MOTORS
A.C. high voltage motors
Electric motors
Induction motors

N

NEUTRON DIFFUSION
NEUTRON FLUX
NEUTRON RADIOGRAPHY
NEUTRONS
Fast neutrons
Thermal neutrons
NICKEL
NICKEL ALLOYS
Incoloy alloys
Inconel alloys
Nimonic alloys
NIOBIUM
NITROGEN
NON DESTRUCTIVE TESTING
Acoustic emission
Eddy current testing
Inservice inspection
NDT inspection
Ultrasonic testing
X Ray analysis
NON METALLIC INCLUSIONS
NOZZLES
NUCLEAR FISSION
NUCLEAR MEDICINE
NUCLEAR POWER PROJECTS
NUCLEAR TECHNOLOGY
NUCLEAR TRAINING

O

OILS
Insulating oils
OXIDES
OXIDATION
Deoxidation
Oxidation–reduction
OXYGEN

P

PACKAGING
PACKING MATERIALS
Racks
PAINTS
PATENTS
PATENT SYSTEM
PELLETS
PENETRANTS
PENSTOCKS
PERFORMANCE TESTING
PETROLEUM
PHOTOCELLS
PHOTOGRAPHY
PHYSICAL PROPERTIES
PIPELINES
PIPES
Pipe fittings
Pipe supports
PLASTICS
Corrosion resistant plastics
PLATES
PLATING
PLATINUM
PLUTONIUM
POLISHING
Polishing machines

POLYMERS
POLLUTION
POSITIONERS
POTASSIUM
POWDER METALLURGY
Powder alloys
POWER PRODUCTION
POWER STATIONS
Hydraulic power stations
Nuclear power plants
Thermal power stations
POWER SUPPLIES
Alternators
Switchers
Transformers
PRESSES
PRESSURE VESSELS AND CONTAIMENTS
Prestressed concrete pressure vessels
PRIMARY CIRCUIT COMPONENTS
PROCESSING
PRODUCTION
PROXIMITY
PUMPS
Axial flow pumps
Canned pumps
Centrifugal pumps
Circulating pumps
Condensate pumps
Corrosion resistant pumps
Diaphragm pumps
Diffusion pumps
Electromagnetic pumps
Feedwater pumps
Floating pumps
Gear pumps
Glandless pumps
High pressure pumps
Horizontal pumps
Mechanical seal pumps
Mixed flow pumps
Plunger pumps
Radial flow pumps
Sodium pumps
Submersible pumps
Vacuum pumps
Vertical pumps

Q

QUALITY CONTROL
QUALITY CONTROL SERVICES

R

RADIATION EFFECTS
RADIATION SAFETY EQUIPMENT
RADIATORS
RADIACTIVE MATERIALS
RADIOACTIVE TRANSPORT
RADIOACTIVE WASTES
RADIOACTIVITY
RADIOCHEMISTRY
RADIOGRAPHY
Gamma radiography
Industrial radiography
REACTORS
Nuclear reactors
AGR
BWR
CANDU
FBR
Gas cooled reactors
Gas cooled fast breeder reactor
HWGCR
HWR
HTGCR
LWR
Liquid metal cooled reactors
LMFBR
PWR
PICKERING
Reactor cores
Sodium cooled fast breeder
THTR
RECORDERS

RECOVERY
REFERENCE SOURCES
REFINING
REFRACTORIES
Alumina
Aluminous refractories
Basic refractories
Insulation refractories
Fluorine
Magnesia
Mullite
Siliceous refractories
Zircon
Zirconia
REGULATIONS
REGULATORS
RELIABILITY
REMOTE HANDLING EQUIPMENT
RESEARCH ORGANIZATIONS
RESINS
REVIEW PAPERS
RIGS
Sodium rigs
RINGS
RODS
ROLLING
Cold rolling
Continuous rolling
Hot rolling
Rolls
Warm rolling
ROOFS
RUBBERS

S

SAFETY
SCREENS
SCREWS
SEALS
SEISMIC EFFECTS
SEPARATORS
SERVOMECHANISMS
SHEETS
SHIELDING
Shielded containers
Airtight closures
Telemanipulators
Protective coatings
SHIELDING MATERIALS
Glasses
Windows
SHIPS
Nuclear propelled ships
SIGNALS
SILICON
SIMULATION
SINGLE CRYSTALS
SINTERING
SODIUM
SOLIDIFICATION
SOLUBILITY
SOUND
SPECIFICATIONS
SPECTROSCOPY
STABILIZING
STANDARDS
STARTERS
STATISTICS
STEAM REHEATERS
STEELMAKING
BOF process
SKF process
STEELS
Austenitic steels
Boron steels
Constructional steels
Low alloys steels
Carbon steels
Chromium steels
Chromium–molybdenum steels
Chromium–nickel steels
Low carbon steels
Forged steels
Nickel steels

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

Stainless steels
Steel castings
Structural steels

Titanium steels
Tool steels
STEELWORK
STRENGTH TESTING
STRESS
Stress concentration
STRESS ANALYSIS
STRUCTURES
SUPPORTS
SURFACE
SWITCHES (electric use)
SWITCHES (liquid level use)
SWITCHGEARS
SYNCHROS use Servomechanisms

T

TANKS
TANTALUM
TELLURIUM
TEMPERATURE
High temperature
TEMPERING
TESTING
TESTING MACHINES
Concrete testing
Universal
TESTING LABORATORIES
THERMAL ELECTRIC UNITS
THERMAL EXPANSION
THERMOANALYZER
THICKNESS
THORIUM
TIN
TITANIUM
TITANIUM ALLOYS
TITRATORS
TORQUE
TRAINING
TRANSFORMERS
TRANSMITTERS
TRAPS
TROUGHS
TUBES
Flexible tubes
Phototubes
Spiral tubes
Stainless tubes
Tubes—electronics
Cathode ray tubes
Photomultipliers
TUBING
Conectors
TUNGSTEN ALLOYS
TURBINES
Gas turbines
Steam turbines
Turbine blades
TURBOALTERNATORS

U

ULTRASONICS
UNITED KINGDOM
UNITED STATES
URANIUM
Uranoi
URANIUM
Uranium hexafluoride
Uranium natural
Uranium processing system
USSR

V

VACUUM
Vacuum equipment
Vacuum instruments
Vacuum metallurgy
Vacuum process
Vacuum systems
Vacuum bellows
Ultra—high vacuum systems

Vacuum treatment
VALVES
Actuators
Air valves
Ball valves
Bellows valves
Bronze valves
Butterfly valves
Cap valves
Cast steel valves
Cones
Check valves
Diaphragm control valves
Digital valves
Electromagnetic valves
Flanged valves
Gate and globe valves
High pressure valves
Hydraulic valves
Low temperature valves
Magnetic valves
Membrane valves
Nuclear valves
Plastic valves
Recirculation valves
Relief valves
Screwed valves
Self seating seal valves
Solenoid valves
Stainless valves
Steam valves
Steel valves
Water valves
VANADIUM
VANADIUM ALLOYS
VENTILATORS
VIBRATION

W

WALLS
WARNING SYSTEMS
Alarm relays
Electronic alarms
WASTES
WATER TREATMENT
Cooling water systems
Heavy water
Waste water recycle system
WEAR
WELDED JOINTS
WELDING
Arc welding
Bore welding
Micro welding machine
Seam welding machine
Spray welding
TIG welding
Weldability
Welder qualification
Welding procedure
WELDS
WHEELS
WIRES
WIRE CLOTHS
WORKING
Cold working

X

X RAY DIFFRACTION
X RAY SPECTROGRAPHS

Z

ZINC ALLOYS
ZIRCALLOY
ZIRCONIUM
ZIRCONIUM ALLOYS

ANEXO II – SISTEMA DE RECUPERACION TIPO TAUBE–UNITERM

ABRASION

C–113 C–115 C–536

ACCUMULATORS

C–1647

ACOUSTICS

C–457 23268

ACOUSTIC MEASUREMENTS

C–600

AIR

23070 C–1561 23095

AIR CONDITIONING

C–1193 C–1194 C–759

AIR SAMPLERS

C–26 C–787 C–269
C–786 C–509

ALKALI METALS

23100 C–911 C–912 C–1477

ALUMINIUM

6560 6361 6892 6463 6464 6385 6486 6557 6508 20269
6451 20202 6603 6524 6445 22126 20107 6528 20649
22331 20482 6613 20094 6475 22216 20177 20508 C–909
22332 6803 20284 6505 20247 20568 C–1589
23222 20293 20414 20095 20907 20678
20553 C–154 20215 22187 22188
C–1463 C–1044 20285 22328
C–1483 20755
22295

ALUMINIUM ALLOYS

C–290 C–292 11133 C–1044 C–1045 C–289
C–1043

ANNEALING

1010 1011 6022 6213 6144 6025 6476 6247 1018 1019
6350 6131 6222 6483 6204 6385 6796 6447 6008 6099
6420 6301 6282 6533 6234 6415 6846 6547 6308 6129
6710 6341 6792 6713 6484 6615 6687 6578 6349

6760 6381 6803 6514 C–1107 6469
6800 6461 6544 6869
6681 6754
22284

ANTIMONY

C–1483 C–574

ARCHITECTURAL SERVICES C–343

ARGENTINE

23249

ARGON
23080 23082 23074 23068

ARGON–OXYGEN SYSTEM
23071 23065 23066 23067 23068 23069
23076 23089

ARSENIC

22223 C–574
C–1483

ASSEMBLIES

C–633

ATOMIZERS
NOZZLES(ATOMIZERS)

C–1049

AUTOMATION

20384 23247

BALANCES
C–411 C–412 C–966 C–407 C–408
C–967

BARS
22180 C–774 8135 1107 9009
C–1610

23269
C–1529

BATHS

SALT BATHS (BATHS)

C–1109

BEARINGS

23290 23162 23173 C–1334 C–1335 C–857 C–618
C–1333 23326 C–1597 C–858
C–856

BENDING

C–1610 6391 8005 6537 6008 6499
8001 22245 9077 5478 9079
C–1611

BIBLIOGRAPHY

23260 23258 23259

BILLETS

9078

BIOLOGICAL CABINETS

C–488

BISMUTH

C–574

BLOWERS

C–1341 23082 23074 C–505 C–616 23079
C–504 C–1195 C–1196

BOILERS

C–710 23322 C–1594 C–368 C–1329
C–1664 C–708

BONDING

23162

BORING

23144

BRASS

22230 20091 3072 3073 20104 20015 1056 20018 C–1159
C–1510 20082 20343 20324 20555 20016 20278
20106
20276
20506

ADMIRALTY BRASS (BRASS)
20026 20228 C–69
20298

BRAZING
1141 C–1483 C–1094 C–1096 C–1107 C–1638
11131

CABLES
C–1460 C–1491 C–1494 23198 C–1619
23202 23203
C–1492 C–1493

CADMIUM
20094 20528
C–574

A. C. CAPACITORS
C–70

CARBIDES
C–230 C–183

CARBON
22240 6061 23072 6853 6824 6325 6866 6617 6408 6089
C–943 6884 6635 23076 23068 6149
22204 23205
23074 C–1575

ACTIVATED CARBON (CARBON)
23303 C–1394 C–629

CASINGS
23252

CASTINGS
6070 6281 1132 6543 6885 C–1096 6627 6498 6279
23070 23351 C–292 C–113 23105 23077 C–289
C–290 C–885 C–1157 C–489
C–1590 C–1369

HIGH ALLOY STEEL CASTINGS (CASTINGS)
C–55 C–1157

DIECASTINGS (CASTINGS)
C–291 C–1508

CASTORS

C–36

CIRCUITS

AUXILIARY CIRCUITS (CIRCUITS)
353

CLADDING

20220 20017 23208
23137
C–527

CLAMPS

C–635

CLEANING

C–1162 C–413 C–1187 C–509

BLAST CLEANING (CLEANING)

C–174 C–1187

ULTRASONIC CLEANING (CLEANING)

C–940 C–1184 C–937 C–938 C–939
C–1337

COATINGS

C–231 23162 C–1023 23145 C–1018
C–962 C–1025
C–1022

VACUUM DEPOSITED COATINGS (COATINGS)

C–155 C–1556 C–1387 C–1319
C–175

COBALT ALLOYS

C–115

COILS

C–293 23269

COMPRESSORS

C–1590 C–1501 20132 C–443 C–444 C–675 C–1206
C–1581 C–92 C–1593

AIR COMPRESSORS (COMPRESSORS)
23194

GAS COMPRESSORS (COMPRESSORS)
C–22 C–443

COMPUTATION
23230 23121 22245 C–1546 C–998 C–729
C–730, C–1551 C–675 C–1549
C–1340
C–1550

FORTRAN (COMPUTATION)
22245 23046

COMPUTER COMPONENTS
C–675 C–1546 C–1547

CONCRETE
C–985 C–986 C–248 C–69

CONDENSERS
C–1570 C–1592 C–94

CONECTIONS (USE JOINTS)

CONSTRUCTION
23060 23111 C–1522 23073 23104 C–1655 10116 23258 23109
23100 C–1581 23134 23116
C–1651

CONSTRUCTION EQUIPMENT
C–1590 9075 C–608

CRANES (CONSTRUCTION EQUIPMENT–CONSTRUCTION)
C–1221 C–816 C–608
C–1406

CONSTRUCTION MATERIALS
23140 23101 23103 9075 C–657

CONSULTANTS SERVICES
C–73 C–446 C–228 C–479
C–478

CONTAINERS
C–655 C–656 C–658

CONVERTERS

C–1624 23075 C–737
23085
C–695

ELECTRIC CONVERTERS (CONVERTERS)

MOTOR GENERATORS (ELECTRIC CONVERTERS–CONVERTERS)

C–486

FREQUENCY CONVERTERS (CONVERTERS)

C–96 C–97 C–98
C–1248

C–103

COOLERS

C–1561 C–1562 C–1563 C–1564 23135 C–1566
C–1565

COOLING SYSTEMS

23163 C–1564 C–1565 23247
C–1617

COOLING TOWERS

23140 23142 C–144 C–145 C–146 C–147
C–367

COPPER

20300	20151	20202	6673	20094	6495	1056	6557	6168	20299
20320	20271	20212	20013	20204	6715	8106	20117	20588	20319
20330	20321	20262	20073		8105	20006	20567	20698	23299
20530			20133		20075	20016			C–1589
22230			22233		20255	20296			
C–1100					20515				
					20695				
					22285				

COPPER ALLOYS

C–1044 C–1045

CUPRONICKEL ALLOYS (COPPER ALLOYS)

C–1592 C–69
C–1649

CORROSION

20132 20183 8025 20006 8027 20018 20239

C–1582 20623 20005 8107 20038 20689
C–1573 20015 20007
C–1583 20145
20755

CORROSION PHENOMENA

20070 22021 20053 20244 20095 23108 20409

CORROSION FATIGUE (CORROSION PHENOMENA)

20860 20851 20802 20803 20804 20865 20806 20807 20858 20859
20880 20861 20862 20863 20884 20856 20857
20881 20872 20873 20866 20887
23101 20882 20883 20886
20906

FOULING (CORROSION PHENOMENA)

20600 20281 20532 20183 20944 20995 20506 20137 20708 20109
20720 20542 20723 20956 20937 20728 20559
20702 23163 20705 20699
20712 20725

PHYSICAL EFFECTS (CORROSION PHENOMENA)

20500

EROSION PHYSICAL EFFECTS–CORROSION PHENOMENA)

20600 23051 23106
23101

OCLUDED CELL CORROSION (ELECTROCHEMICAL EFFECTS–CORROSION PHENOMENA)

20320 20281 20002 20013 20264 20257 20008
20500 20142

CREVICE CORROSION (OCLUDED CELL CORROSION–ELECTROCH. EFFECTS–CORROS. PHENOMENA)

23101

INTERGRANULAR CORROSION (OCLUDE. CELL CORROSION–ELECTROCH. EFFECTS–CORROSION PHENOMENA)

20550 23101 20332 20194 10619
20844 20229

PITTING (OCLUDED CELL CORROSION–ELECTROCHEMICAL EFFECTS.–CORR. PHEN.)

23101

STRESS CORROSION (PHYSICAL METHODS–LAB. METHODS–TESTING–CORROSION)

675 676 23327 8049

CORROSION RESISTANCE
C–1530 C–1531 C–1542 C–1592 C–1594 23015 C–1588

CORROSION RESISTANT ALLOYS (CORROSION)
C–112 C–113 C–114 C–1044 23015 C–55 C–115 C–968

COSTS
23050 23231 23052 23140 23142 23013 23053 23164 23165 23158 23258 1049 23069 23129

COUPLINGS
C–300 C–21 C–302 C–303 C–643 C–1523 C–634 C–644 C–645 C–268

CRANKSHAFTS
C–917

CREEP
22340 6541 23362 6153 6367 6139 6549

CRYOGENIC SYSTEMS
23292 C–1073 C–1074 23326 C–1076

CRYSTALLIZATION PROCESSES
C–80

CUTTING TOOLS
C–1590 C–413 C–774 C–778 C–818 C–1609

BORING TOOLS (CUTTING TOOLS)
C–774

END MILLING CUTTERS (CUTTING TOOLS)
C–775

REAMMERS (CUTTING TOOLS)
C–776

SAWS (CUTTING TOOLS)
C–779
C–1609

SLOT DRILLS (CUTTING TOOLS)
C–775

TWIST DRILLS (CUTTING TOOLS)
C–780

CHLORINATION
C–1202

CHLORINE SOLUTIONS
23301

CHROMIUM
23070 6722 6693 23094 6156 20007 23068
22232 23063 23076 23087 23328

CHROMIUM ALLOYS
20272 20263 23168 23109
20512

CHUCKS
C–1612 C–1608

DAMPERS
C–37

DAMS
23296

DATA
23272 23273 23204 23205 23206 23207

DECARBURIZATION
6290 23081 6203 6204 6805 23066 6447 23068 2089
23080 6513 22284 23076 6457 6579
6793 23096 23097

DECONTAMINATION
C–261 C–262 C–624 C–625 C–6 C–179

DEFECTS
8060 6531 6053 6064 22256 23307 6158

INTERNAL DEFECTS (DEFECTS)
1181

DEGASSING
C–1246 C–1558

DESIGN
23140 23051 23112 23123 23134 23105 9046 8207 23148 11129
23230 23061 23162 23163 23354 23165 23116 23107 23168 23019
C–830 23091 23252 C–1664 23275 23276 23127 23228 23229
C–890 23141 C–1522 C–1575 C–647 C–228 C–619
C–1571 C–1595 C–817 C–1598 C–1599

DESTRUCTIVE TESTING
C–320 C–321 1193 C–319
23013

DESULPHURIZING
23081

DETECTORS
C–1030 C–341 C–1062 C–503 C–684 23245 23256 C–597 23268 23239
C–1360 C–701 C–1352 C–1063 C–934 C–595 C–697 C–698 23269
C–731 C–1353 C–1105 C–768 C–509
C–1031 C–1363 C–679
C–1331 C–1029
C–1541 C–1359
C–1631

ALPHA DETECTORS (DETECTORS)
C–700

CRACK DETECTORS (DETECTORS)
23299

FLOW DETECTORS (DETECTORS)
C–1165

GAMMA DETECTORS (DETECTORS)
C–731 C–735 C–696
C–1496

GAS DETECTORS (DETECTORS)
C–1105

GERMANIUM DETECTORS (DETECTORS)
C–930 C–931 C–932 C–924 C–925 C–926 C–929
C–1160 C–1572 C–1634

LITHIUM SILICON DETECTORS (DETECTORS)
C–1160 C–731 C–702 C–703
C–1572

NEUTRON DETECTORS (DETECTORS)
C–1350 23243 C–595 C–26 C–688 23139
C–683 C–685 C–686 C–1448 C–1449
C–1453 C–1105 C–1496
C–1495

RADIATION DETECTORS (DETECTORS)
C–1572 C–736 C–687

SEMICONDUCTOR DEVICES (DETECTORS)
C–731 C–337

X-RAY DETECTORS (DETECTORS)
C–731 C–1572 C–699

DIODES
23252

PHOTODIODES (DIODES)
C–336

DISTILLATION PROCESS
C–660 C–55

MULTISTAGE FLASH DISTILLATION (DISTILLATION PROCESS)
C–660

DOORS
C–520 C–521 C–513 C–1164 C–515 C–516 C–517 C–518 C–519
C–1221 C–805 C–1257 C–1258 C–1259
C–1398

DREDGERS
C–981

DRILLING
C–366

DRY BOXES
C–487

DRYING

C–93 C–1107
C–1433

DUST COLLECTORS

C–173

ECONOMICS

6352 23013 9026 6097 23258 6339
23113 22079

EFFLUENT TREATMENT EQUIPMENT

C–364 C–365 C–6 C–7

ELASTICITY

23113

ELECTRIC CONDUCTORS

C–344

ISOLATORS (ELECTRIC CONDUCTORS)

C–100 C–101 C–99

ELECTRIC INSTALLATIONS

C–72 C–73 C–1226 C–1227
C–133 C–1537

INTERRUPTORS (ELECTRIC INSTALLATIONS)

C–163

ELECTRICAL INSULATING MATERIALS

C–117

ELECTRICAL PROPERTIES

6620 6802
23200

ELECTROCHEMICAL DEPOSITION

C–104

EMBRITTLEMENT

8001 8062 8023 8064 8105 676 23108 8059
23321 8132 8063 8134
8103
8133

ENAMELS

C–122 C–123

ENGINES

C–91 20122 C–815 20099
C–292 20119
20219

DIESEL ENGINES (ENGINES)

C–90 C–81 C–827 C–89
C–1210

ENGINEERING SERVICES

C–1280 C–561 C–1282 C–343 C–534 C–535 C–1226 C–647 C–1278 C–1279
C–1600 C–1281 C–1153 C–954 C–1277 C–1389
C–1283 C–1164 C–1439
C–1284 C–1599

ENVIROMENTAL TESTING

C–320 C–321 C–537 C–218 C–219
C–340 C–319

EUTECTICS

23094

EVAPORATION PLANTS

C–82 C–55 C–636

EVAPORATORS

C–724 C–637 C–638

EXPANSION

C–1642 C–1643 C–1237 C–1238 C–1239

EXTRUSION

C–1510 C–1511 22256 C–1597 9078 9009
C–1571

FABRICATION

8010 8112 23013 8214 8015 8056 6097 8098 23229
8100 23012 23103 23144 23105 C–1586 8107 8128 C–1439
8110 C–1072 C–1073 C–1594 23135 23207 23328 C–1589
20620 C–1533 C–1595
C–890 C–1573
C–1580 C–1623

FAILURE ANALYSIS

23298

FANS

C–194

FATIGUE

2002 8043 6355 6397 23108 8049
11132 8025 8057 8059
8045 20089
20015

LOW CYCLE FATIGUE (FATIGUE)

1030 C–1324 8135 20776 1028
20855 1058

FERMENTATION

C–55

FILMS

6850 20353 6485 6477 6628 6479
6555 6877 6848

THIN FILMS (FILMS)

C–1142

FILTER INSTALLATIONS

23330 C–621 C–502 23313 23304 23315 23316 23237 C–338 C–449
C–450 C–1312 23333 23314 C–55 C–1476 23337 C–628
C–1570 C–453 23334 C–855 C–1468
C–913 C–1394 C–1478
C–1203 C–1538
C–1303

AIR FILTERS (FILTER INSTALLATIONS)

C–1430 C–1431 C–42 C–43 C–44 C–55 C–1306 C–1307 C–338 C–1429
C–1361 C–1304 C–855 C–1308
C–1305 C–1538

ELECTRIC FILTERS (FILTER INSTALLATIONS)

C–1054 C–1056 C–1057

GAS FILTERS (FILTER INSTALLATIONS)

C–1310 C–571 C–1303 C–454 23115 C–338 C–1309
C–1311 C–1304 C–855

LIQUID FILTERS (FILTER INSTALLATIONS)
C–350 C–351 C–454 C–338 C–139
C–501 C–349

STRAINERS (FILTER INSTALLATIONS)
C–476 C–477

FIRE PROTECTION
C–1047

FITTINGS
9080 C–942 20303 C–784 C–1325 C–377 C–1538 C–379
C–20 C–1523 C–1294 C–1525
C–540 C–1575

TUBE FITTINGS (FITTINGS)
C–1570 C–474 C–377 C–199
C–1077

FLANGES
C–540 C–942 C–1325 C–377
C–1575 C–1397

FLOWMETERS
C–911 C–893 C–894 C–895 C–1427 C–509
C–981 C–769
C–1471

MASS FLOWMETERS (FLOWMETERS)
C–152

FLUIDS
C–1660 C–1661 C–1662 C–1663 C–1664 C–1659

FLUORESCENSE
1188

FORGING
C–1590 20811 C–142 8053 8054 23105 8056 C–917 C–498 C–489
C–141 C–143 C–885 22256 C–818 C–1229
C–1241 C–1486 C–1568

DROP FORGINGS (FORGING)
C–497

FORMING

23144 9079

COLD FORMING (FORMING)

23055 22226

FRACTURE

8010 6141 22272 6143 6374 6815 6536 6487 22318 8049
8130 6151 8063 20794 6537
8103 22324
8113
23013

BRITTLE FRACTURE (FRACTURE)

6072 6394 8207 6449
6564 6639

FREQUENCY SIGNALS

23119

FUEL ELEMENTS

C–310 C–311 C–312 C–65 23256 C–588 C–809
C–691 C–672 C–758
C–1622

FUEL CLADDING

23137 C–208

FUEL HANDLING MACHINE

C–1601 C–14 C–355 C–806 C–807 23318
C–1404

FURNACE

C–310 23011 C–312 C–1134 C–565 22346 C–1137 C–568 C–569
C–570 C–311 C–566
C–1091 C–1106

AIR CIRCULATED FURNACES (FURNACES)

C–1130 C–1111

ARC MELTING FURNACES (FURNACES)

23076 23067

BATCH TYPE FURNACES (FURNACES)

C–1122 C–1123 C–1124 C–1127

CARBURISING FURNACES (FURNACES)

C–1112 C–1113

CONTINUOUS FURNACES (FURNACES)

6461 6484 6846 6847
C–1121

ELECTRIC ARC FURNACES (FURNACES)

23080 23085 23097
23095

HARDENING FURNACES (FURNACES)

C–1140 C–1131 C–1114

INDUCTION FURNACES (FURNACES)

6412 23073 23084 C–1115 23096 C–1117 C–1118 6149
23072 C–1116

LD FURNACES (FURNACES)

23095

MELTING FURNACES (FURNACES)

C–1138 C–1139

MUFFLE FURNACES (FURNACES)

C–1141 C–1135 C–1136

OPEN ARC FURNACES (FURNACES)

23084

PUSHER FURNACES (FURNACES)

C–1126

QUENCH FURNACES (FURNACES)

C–1133 C–1108

SHAKER HEARTH FURNACES (FURNACES)

C–1128

TEMPERING FURNACES (FURNACES)

C–1125 C–1107 C–1129

VACUUM FURNACES (FURNACES)

23072 C–1093 23084 C–1095 23096
C–1092 C–1094 C–1096
C–1132

GALVANIZING PLANTS
C–1018

GALLIUM
C–574

GAMMA RAYS
23044 C–1265 C–676 C–677 C–1298
C–1264 C–1357

GASES
C–1462

LIQUIFIED GASES (GASES)
C–1076

GAS PURIFIERS (GASES)
C–1230 C–521
C–571

HELIUM DIFFUSION GAS PURIFIERS (GASES)
C–31

GASKETS USE SEALS

GATES
C–817

GEARS
C–81 C–74 C–1146 23189

EPYCYCLIC GEARS (GEARS)
23148 23149

GEIGER COUNTERS
C–1572 C–26 C–1548

GENERATORS
C–1110 C–1292 C–1603 C–714 C–1276 C–1148
C–1472 C–1336 C–1228
C–1552
C–1572

HYDRO–ELECTRIC GENERATORS (GENERATORS)
C–1292 C–716

ISOTOPE GENERATORS (GENERATORS)

C–1151

STEAM GENERATORS (GENERATORS)

23190 23191 23102 23103 23174 23165 23196 23167 23048 C–359
23211 23183 C–1214 C–95 C–446 C–27 23168
C–691 C–522 C–1213 C–275 C–1207 23188
C–1201 C–365 C–358
C–585 C–628
C–1215

GLASS

C–1016

GLASS–to–METAL ASSEMBLIES (GLASS)

C–31

GLOSSARY

23353

GLOVE BOXES

C–1420 C–521 C–512 C–793 C–794 C–596 C–758 C–459
C–509

GRAPHITE

C–943 C–1584 C–25

NUCLEAR GRAPHITE (GRAPHITE)

C–944 C–68 C–169

GRINDING MACHINES

C–490 C–491 C–492 C–13
C–413

HAFNIUM

C–1254
C–1444

HARDFACING

C–962 C–963 C–964 C–115 C–116

HEALTH PHYSICS LABORATORIES

C–277

HEAT EXCHANGERS

23230 23231 23062 23163 23044 23175 23056 23057 23048 23059
C–210 C–51 23102 23104 23355 23186 C–157 23058 C–69
C–710 C–631 C–12 C–294 C–365 C–1566 C–817 C–558 C–209
C–1420 C–661 C–52 C–1594 C–585 C–628
C–1520 C–821 C–662 C–615
C–1570 C–941 C–1072
C–1402
C–1592
C–1622

AIR COOLED HEAT EXCHANGERS (HEAT EXCHANGERS)

C–662 C–663

PLATE HEAT EXCHANGERS (HEAT EXCHANGERS)

C–50 C–53 23164 C–45 C–46 C–47 C–58 C–49
C–54 C–55 C–56 C–57 C–69

SHELL HEAT EXCHANGERS (HEAT EXCHANGERS)

C–661

TUBE HEAT EXCHANGERS (HEAT EXCHANGERS)

C–1070 C–661
C–1071

HEAT RESISTANT ALLOYS

C–113 C–114 C–1368 C–1369

HEAT TRANSFER

C–1560 23061 C–212 C–1663 C–1664 23047 23099
C–1660 23231 C–1662 C–1659
C–51
C–211
C–1661

HEAT TRANSMISSION

23047 23049

HEAT TREATMENTS

8012 8054 8055 8056 8098
8065 C–1568
C–1588

HEATING EQUIPMENT

C–1613

HEATING PROCESS

23240 23241 C–1362 C–1664 C–1107 C–1268 C–1269

C–1267 C–1348 C–1349
C–1617

INFRA–RED OVENS (HEATING PROCESS)
C–1120 C–1119

HIGH PURITY METALS
C–574 C–1366

HIGH TEMPERATURE ALLOYS
C–1314

HOSES
C–1200 C–1199

HOT LABORATORIES
C–759

HUMIDIFIERS
C–1470 C–1431 C–1432

HYDRAULIC ENGINEERING
23115 1042 23339
C–1575 C–609

HYDROGEN IN METALS
1010 C–672 8044 676

HYGROMETERS
C–557

IMPURITIES
11128

INCINERATORS
23123

INCOLLOY ALLOYS
C–65

INCONEL
3077

INDIA
23011 23187

INDIUM

C–574

INDUSTRIAL PLANTS

C–73 23158

INDUSTRY

23140 23011 1122 23114 1015 1006 6097 23158 8199
23141 23082 23105 C–1526 23057 23099
C–1651 23340 C–1566
C–1220

CHEMICAL INDUSTRY (INDUSTRY)

23164 23107

ELECTRONICS INDUSTRY (INDUSTRY)

C–1032 C–1033 C–1035 C–1036 C–1038

INSPECTION (INDUSTRY)

1122 1073 C–95 1126
C–445

METAL INDUSTRY (INDUSTRY)

C–1017

NUCLEAR INDUSTRY (INDUSTRY)

C–1540 23102 23134 23005 C–1536 23107
C–1594 C–1535 23237

PAPER INDUSTRY

C–995 C–1027 C–988

PETROCHEMICAL INDUSTRY (INDUSTRY)

23001 23093 1184

INGOTS

22132 22123 23097

INSTALLING

C–1456

INSTRUMENTATION

C–340 C–201 C–602 23273 23044 C–355 C–226 C–727 C–1038 23049
C–600 C–341 C–203 23274 C–595 C–1056 C–1487 C–1148 C–1039
C–680 C–671 C–213 C–1034 C–695 C–1379
C–1331 C–763

C–1033
C–1263

C–1569

AMPLIFIERS (INSTRUMENTATION)

C–950 C–671 C–1552 C–213 C–1064 C–695 C–936 C–357 C–1059
C–951 C–946 C–457 C–1419
C–1331 C–947

ANALYTICAL INSTRUMENTS (INSTRUMENTATION)

C–1320

ANALYZERS (INSTRUMENTATION)

23121 C–1462 C–1324 C–1625 C–737
C–671 C–1552 C–1337
C–1572

CONTROL SYSTEMS (INSTRUMENTATION)

C–1240 C–171 C–222 C–853 C–854 C–595 23256 C–727 C–1378 C–969
C–1470 C–341 C–1263 C–994 C–995 C–996 C–1337 C–1469
C–1550 C–1551 C–1374 C–1375 C–1376 C–1377
C–1620 C–1614 C–1546 C–1437
C–1487
C–1547
C–1567

CONVERTERS (INSTRUMENTATION)

C–949

DATA ACQUISITION SYSTEMS (INSTRUMENTATION)

C–1340 C–1212 C–1324 C–1059
C–1339

DATA CONVERSION MODULES (INSTRUMENTATION)

C–951 C–969

DATA HANDLING EQUIPMENT (INSTRUMENTATION)

C–26 20659

DIGITAL UNITS (INSTRUMENTATION)

C–1160 23121 C–282 C–213 C–934 C–727 C–1358
C–281 C–1412 C–1413 C–1324 C–737
C–951
C–1411

HIGH VOLTAGE UNITS (INSTRUMENTATION)

C–1061 C–936

INDICATORS (INSTRUMENTATION)
C–1470 C–171 C–1413 C–415 C–1626 C–1337 C–1628 C–1629
C–1627

LEVEL INDICATORS (INDICATORS–INSTRUMENTATION)
C–990 C–991 C–992 C–244 C–245 C–246 C–989

LOGIC PROCESSORS (INSTRUMENTATION)
C–1059

MULTICHANNEL ANALYZER (INSTRUMENTATION)
C–170 C–214 C–1545 C–457
C–1160 C–1324
C–1544

NUMERICAL TREATMENT OF IMAGES (INSTRUMENTATION)
C–284

OSCILOGRAPHS (INSTRUMENTATION)
C–861

OSCILLOSCOPES (INSTRUMENTATION)
C–510 C–916 C–728
C–1336

OPTICAL CELLS (INSTRUMENTATION)
C–970

PREAMPLIFIERS (INSTRUMENTATION)
C–1331 C–1572 C–1064 C–595 C–597 23119
C–695 C–1059

PULSE GENERATORS (INSTRUMENTATION)
C–510 C–1252 C–1248
C–1572

RECORDING INSTRUMENTS (INSTRUMENTATION)
C–280 23121 C–222 C–1413 C–934 23116 C–457 C–278 23119
C–510 C–171 C–1012 C–1324 C–279
C–1470 C–511 C–969

SIGNAL GENERATORS (INSTRUMENTATION)
C–510 C–674 C–737

SPECTROMETERS (INSTRUMENTATION)

C–541 C–1552 C–233 C–544 C–545 C–546 C–927 11129
C–1324

TRANSDUCERS (INSTRUMENTATION)

C–171 C–1052 C–414 C–1055 C–226 C–1338 23119
C–1051 C–1192 C–674

INSULATION

23251 23202

INSULATING MATERIALS (INSULATION)

C–960 C–331 C–332 C–1497 C–959
C–961

ION EXCHANGE RESINS

C-240 C-241 C–232 C–233 C–234 C–235 C–236 C–17 C–18 C–239
C–242 C–243 C–237 C–238

IONISATION CHAMBERS

C–1451 C–1452 C–689

IRON

6360 6351 6132 6333 6574 6675 6816 6147 6568 6159
6570 6361 6562 20503 6864 6865 20056 6397 20808 6379
6580 6561 6572 20803 20134 20175 20416 6547 20828 6599
6690 6571 20692 20823 20504 20825 20666 6567 20838 20029
6890 20111 20832 20833 20514 20875 20876 6607 20878 20209
20010 20831 20842 22323 20784 22235 22046 20217 23068 20269
20180 20841 22242 20824 23205 22206 20317 20549
20830 C–1542 20834 23206 20667 20809
22240 20874 20827 20829
22214 20877 20879
22234 22257 22229
22299

CAST IRON (IRON)

20200 23222 C–1649

IRON ALLOYS

C–115

IRRADIATION

23102 23108

IRRADIATION SERVICES (IRRADIATION)

C–580 C–581 C–596 C–578

ISOLATORS

C–1 C–1624

ISOTOPES

23138

JOINTS

C–380 C–381 C–382 C–383 C–1584 23215 C–416 C–417 C–538 C–539
C–480 C–1641 C–1642 C–1193 C–1664 C–1645 C–616 C–1618
C–1300 C–1643 C–1665 C–1646

DILATATION JOINTS (JOINTS)

C–38
C–1078

PIPE JOINTS (JOINTS)
C–20

PRESSURE JOINTS (JOINTS)

C–418

STAINLESS JOINTS (JOINTS)

C–418

TUBE JOINTS (JOINTS)

23310
C–20

23308
C–538

LABORATORIES ACTIVITIES

C–650 1011 1012 C–643 C–594 C–665 1066 1007 C–588 C–579
C–1590 1041 C–632 C–663 C–614 C–705 C–596 C–627 C–668 C–639
C–1600 C–631 C–652 C–23273 C–664 C–725 C–726 C–647 C–718 C–659
C–1640 C–681 C–672 C–1543 C–1244 C–1595 C–666 C–1587 C–1568 C–1599
C–1650 C–691 C–1652 C–1653 C–1584 C–1655 C–706 C–1648 C–1639
C–1591 C–1466
C–1536
C–1596

CHEMICAL LABORATORIES WARE (LABORATORIES)

C–971 C–1272 C–1367
C–1421 C–1332
C–1422

HEAT RESISTANT LABORATORIES WARE (LABORATORIES)

C–972 C–1367

LEAD

20130 20094 3095 20528
20510 20514 C–795 C–857
C–574
C–654

LEAK DETECTORS

C–140 C–1224 C–66 C–67
C–1570

LEGISLATION

23123

LINEAR ACCELERATOR

C–458

LITHIUM

23100 C–1541 6149

LOAD POSITIONERS

C–32 C–33

LOADING

C–1438

LOOPS

23100 23061 C912 353 23135 23046 23047 23049
23260 C–911 23173 23185 C–1076 C–1477 23319
C–1401

LOOP CIRCUIT (LOOPS)

353 23054

LOW TEMPERATURES

CONTAINERS (LOW TEMPERATURES)

C–1074 C–1076 C–107

LUBRICANTS

23290
C–1570 23289

DRY FILM LUBRICANTS (LUBRICANTS)

C–60 C–61 23162 C–63 C–64
C–62

GRAPHITE (LUBRICANTS)

C–59

MACHINING

C–1240 23012 C–1439

ROTATING MACHINES (MACHINING)

C–620

SAWING (MACHINING)

C–1236

MACHINE TOOLS

C–1590 C–1222 C–1457
C–1612 C–1617

MAGNESIUM ALLOYS

C–289

MAINTENANCE

23134 23195 23318

MANGANESE

22240 6061 6452 22223 6354 6725 6826 6457 6158 6649
6191 23083 22315 8106 23087 22239
6551 22166 22269
6881 22266
22321

MATERIALS HANDLING

C–610 C–606 C–608
C–1146 C–1148

MEASURING INSTRUMENTS

C–630 C–1331 C–742 C–603 C–704 C–595 23138 23239
C–740 C–762 C–1614 C–765 C–738 23259
C–1552 C–935 C–748

ACCELEROMETERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–1488

AMMETERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–1419

AUTOMATIC CONTROL (MEASURING INSTRUMENTS)

C–341 C–224 C–727 C–1469
C–737

CONTROL EQUIPMENT (MEASURING INSTRUMENTS)

C–510 C–771 C–1632 C–1633 C–674 C–616 C–767 23259
C–760

TACHIORATIOMETERS (CONTROL EQUIMENT–MEASURING INSTRUMENTS)

C–510

TEMPERATURE CONTROLLER (CONTROL EQUIPMENT–MEASURING INSTRUMENTS)

C–510 C–511 C–326

CONTROL SERVICES (MEASURING INSTRUMENTS)

C–340 C–72 23274 C–445 23256

COUNTERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–690 C–1552 C–1183 C–744 C–1355 C–1336 C–447 C–739
C–1450 C–1324 C–1455 C–1357
C–1354
C–1454

CRYOGENICS TEMPERATURE READOUT (MEASURING INSTRUMENTS)

C–503

DENSITOMETERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–981 C–982 C–255

DIGITAL VOLTMETERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–510

DOSIMETERS (MEASURING INSTRUMENTS)

23171 23172 C–1324 C–227 C–448 C–509
C–1452

ELECTROMETERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–1419

FLOW METERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–295

GAGES (MEASURING INSTRUMENTS)

C–680 C–1001 C–1324 C–1555
C–1000 C–1554

HYDRAULIC GAGES (GAGES – MEASURING INSTRUMENTS)

C–126

IONIZATION GAGES (GAGES – MEASURING INSTRUMENTS)

C–31

ISOTOPE GAGES (GAGES – MEASURING INSTRUMENTS)

C–980 C–992 C–993 C–1014 C–975 C–976 C–977 C–978 C–979
C–983 C–1017
C–1013

STRAIN GAGES (GAGES – MEASURING INSTRUMENTS)

C–1142 C–23 C–1324 C–226

STRAIN GAGES TRANSMITTERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–223

PRESSURE GAGES (MEASURING INSTRUMENTS)

C–782 C–3 C–868

THICKNESS GAGES (GAGES – MEASURING INSTRUMENTS)

C–1010 C–1001 C–1002 C–1003 C–1014 C–1015 C–1006 C–1008 C–1009
C–1021 C–1022 C–1013 C–1025

VACUUM GAGES (GAGES – MEASURING INSTRUMENTS)

C–900 C–901 C–902 C–903 C–616 C–899

WELDING GAGES (GAGES – MEASURING INSTRUMENTS)

C–1172

INDICATOR/CONTROLLER (MEASURING INSTRUMENTS)

C–760 C–765 C–766
C–770

INFRA–RED SPECTRUM (MEASURING INSTRUMENTS)

C–987

ISOTOPES (MEASURING INSTRUMENTS)

C–1023 C–1004 C–576 C–577 C–999

METERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–750 C–741 C–1552 C–744 C–1605 C–1606 C–1607 C–738
C–751 C–1488

MICROHOM METERS (METERS–MEASURING INSTRUMENTS)

C–30

Ph METERS (METERS–MEASURING INSTRUMENTS)

C–10 C–511

POTENTIOMETERS (METERS–MEASURING INSTRUMENTS)

C–330 C–324 C–325(b)

PRESSURE TRANSDUCERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–870 C–871 C–782 C–863 C–4 C–865 C–866 C–867 C–868 C–869
C–880 C–881 C–862 C–873 C–864 C–875 C–876 C–877 C–878 C–879
C–911 C–872 C–883 C–874
C–882 C–884
C–1142

PYROMETERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–1470 C–1134 C–327

RATEMETERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–1635 C–936

SENSORS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–985

NEUTRON HUMIDITY MEASUREMENTS SENSORS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–985 C–986

TEMPERATURE CONTROLLERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–1470 C–567 C–678

THERMOCOUPLES (MEASURING INSTRUMENTS)

C–530 C–1 C–503 C–524 C–525 C–526 C–527 C–528 C–529
C–1370 C–511 C–523 C–754 C–1426 C–1347
C–1380 C–531 C–1494 C–1427
C–1351

MINIATURE THERMOCOUPLE (THERMOCOUPLES – MEASURING INSTRUMENTS

C–503 C–1347

THERMOCOUPLE VACUUM GAGES (MEASURING INSTRUMENTS)

C–31

THERMOMETERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–1470 C–1066 C–1067 C–748
C–1158

TIME COUNTERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–510 C–1636 C–1637

TRANSDUCERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–772 C–563 C–225 C–567 C–1469

VOLTMETERS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–1336 C–1419

WEIGHT MEASURING SYSTEMS (MEASURING INSTRUMENTS)

C–1004 C–1005

MECHANICAL PROPERTIES

1020 1001 6412 1003 1014 1005 1016 6547 6018 6379
6120 6141 6442 6393 6164 6045 6376 6617 6518 6629
6560 6361 6482 6513 6464 6105 6646 6647 8028 8029
8060 6411 6802 6553 6564 6435 6676 20027 2118 20019
11130 6481 C–1042 22243 8054 8065 6866 20008 22019
22180 6551 C–1592 C–1043 8104 20235 8056 20018 22319
22340 20231 22015 8126 20028
22211 22105 C–1516 23328
22221 23105 C–1588
22241
22281
23331

MEDICAL SYSTEMS

C–1358 C–1359

MELTING

22180 6061 23073 22054 23075 23066 23077 23098 23079
C–1571 C–1593 23074 23097
23084
23094

ARC MELTING (MELTING)

23086

INDUCTION MELTING (MELTING)

23080

VACUUM MELTING (MELTING)

23080 23072 22146
23096

MICROSCOPES

C–1243

ELECTRON MICROSCOPE (MICROSCOPES)

6541 6162 6303 8114 8065 6046 6017 C–1318 6369
6343 6366 C–1558
6353
8113

REMOTE CONTROL MICROSCOPE (MICROSCOPES)
C–1051

MILLS
9040 9033 9039

MIXERS
C–55

MOISTURE CONTENT
C–984 C–987 C–988
C–1027

MOLYBDENUM
6130 6131 C–1513 23094 6865 C–1507
C–1514

MOLYBDENUM ALLOYS
C–1542 C–1507 C–1508 23109

MONITORING
C–680 C–221 C–213 C–674 C–215 C–176 C–1057 23268 23169
C–1180 C–341 C–733 C–704 C–1055 C–196 C–218 C–219
C–1011 C–1264 C–676 C–509
C–1324 C–1056
C–1436

HEALTH SAFETY MONITORS (MONITORING)
C–11 C–595 C–509

RADIATION MONITORING (MONITORING)
C–933 C–935 C–1266

TEMPERATURE MONITORS (MONITORING)
C–674

MOTORS
C–832 23226 C–1228
C–1292 C–1276

A.C. HIGH VOLTAGE MOTORS (MOTORS)
C–1472 C–136

ELECTRIC MOTORS (MOTORS)

C–598

INDUCTION MOTORS (MOTORS)
C–131 C–132

NEUTRON DIFUSSION
23045

NEUTRON FLUX
23061 23044 23256

NEUTRON RADIOGRAPHY
C–583

NEUTRONS
C–920 C–921 C–1263 C–584 23138 23248

FAST NEUTRONS (NEUTRONS)
23045

THERMAL NEUTRONS (NEUTRONS)
23045

NICKEL
20300 6351 20202 6673 20514 20255 8106 20007 23068 6329
23070 22232 23094 C–105 C–1516 20117 6849
23087 20299
20319

NICKEL ALLOYS
20122 20013 20154 C–115 23106 20507 20188 23109
20532 20623 C–1045 C–126 C–1159
C–1342 C–653 C–1345 C–1346
C–1043 C–1445 C–1446

INCOLOY ALLOYS (NICKEL ALLOYS)
C–1344 C–1345

INCONEL ALLOYS (NICKEL ALLOYS)
C–1343 C–1345

NIMONIC ALLOYS (NICKEL ALLOYS)

C–65 C–126

NIOBIUM

C–574
C–1514

NITROGEN

6390 6023 6724 6385 6026 22257 6618 6149
6410 6323 6824 6475 6346 23087 6809
6890 23083 6884 6615 6516 22189
22260 22204 6635 22166
23310 23094

NON DESTRUCTIVE TESTING

1010 1001 1012 1013 1004 1005 1006 1007 1028 1039
1020 1011 1042 1103 1024 1015 1016 1037 1098 1069
1030 1031 1072 1123 1064 1025 1026 1107 1108 1149
1130 1041 1112 1193 1084 1055 1036 1127 1138 1189
1140 1141 1122 8033 1104 1105 1066 1137 1148 23349
23310 23311 4072 20623 1124 1115 23346 C–667 23348 C–319
C–320 C–321 23222 23013 22054 1145 C–1297 C–749
C–360 C–611 C–1622 1185

ACOUSTIC EMISSION (NON DESTRUCTIVE TESTING)

1050 1061 1075 1007 1088
8041 C–167

EDDY CURRENT TESTING (NON DESTRUCTIVE TESTING)

1080 1031 1031 1003 1154 1005 1036 1007 1048 1009
1100 1081 1042 1013 1105 1096 1057 C–1298 1079
1110 1101 1052 1063 1145 1186 1187 23269
1190 1121 1082 1133 C–1065
20620 23271 1132 1453
23270 1142 C–1053
C–1060 1182
C–1052

IN SERVICE INSPECTION (NON DESTRUCTIVE TESTING)

C–810 C–811 23105 C–756 C–177 C–808
C–757

NON DESTRUCTIVE TESTING INSPECTION (NON DESTRUCTIVE TESTING)

1182 23206 C–8 C–9
C–72 C–809
C–1302 C–1299

ULTRASONIC TESTING (NON DESTRUCTIVE TESTING)

1190 1181 C–1302 C–1173 1184 23305 C–756 C–1177 C–1178 23239
23110 C–1174 C–1175 C–596 C–1298
C–1176

X RAY ANALYSIS (NON DESTRUCTIVE TESTING)

1120 1031 1033 1094 1055
C–1300 1041 1183 1104

NON METALLIC INCLUSIONS

22030 11231 22022 22003 22054 22015 22006 22047 22008 22019
22040 22251 22262 22013 22184 22026 22327 22238 22209
22281 22023 23084 22338
22053
22193

NOZZLE

8012 23354 23105 C–1186 23247 C–1188
C–1224 C 1185

NUCLEAR FISSION

23031

NUCLEAR MEDICINE

C–672 C–1063 C–1064 C–935 C–509
C–1572 C–1414

NUCLEAR POWER PROJECTS

23187

NUCLEAR TECHNOLOGY

1072 1083 20234 1149
23134

NUCLEAR TRAINING

C–276

OILS INSULATING (OILS)

C–40

OXIDES

23251 23252 C–973 C–959

OXIDATION

6580 6061 6411 6472 23092 6443 6813 6354 22345 6196 6406 22346 6848 23108 6439

DEOXIDATION (OXIDATION)

6410 6451 23080 6508 6149

OXIDATION–REDUCTION (OXIDATION)

23098

OXYGEN

23074 23075 23085 23096 22189 23079

PACKAGING

C–341 C–313 C–314 C–315 C–316 C–317

PACKING MATERIALS (PACKAGING)

23142 C–1597

RACKS (PACKAGING)

C–317 C–319

PAINTS

C–120 C–121 C–124 23145 C–125 C–955 C–1037 C–119

PATENTS

23012 23003 23056 C–1567 23058 23059

PATENT SYSTEM (PATENTS)

23006 23007

PELLETS

4072 23012 4046 23139

PENETRANTS

23309

PENSTOCKS

C–548

PERFORMANCE TESTING

23013 23014

PETROLEUM C–1644 20077

PHOTOCELLS C–334 • C–1105

PHOTOGRAPHY C–283

PHYSICAL PROPERTIES
6521 C–1042 22243 4034 6105 4016 4058 4019
20691 C–1592 C–1043 20195 22019

PIPELINES
23350 23241 1192 C–628

PIPES
9080 23241 23352 363 C–784 23215 C–476 23307 C–1148 C–189
23200 23301 C–402 C–783 C–1284 C–1325 C–506 C–837 C–1198 C–1299
23240 C–401 C–1622 C–1294 C–1256 C–1197 C–1589
C–400 C–941 C–1594 C–1386 C–1397
C–560 C–1041
C–1200 C–1201
C–1571

PIPE FITTINGS (PIPES)
C–1200 C–55
C–1570 C–1325

PIPE SUPPORTS (PIPES)
C–41 C–833 C–834 C–835 C–39

PLASTICS
C–1460 23301 C–942 C–1045 C–996 C–1597 C–1028

CORROSION RESISTANT PLASTCS (PLASTICS)
C–55

PLATES
22180 8021 8022 C–1533 8014 8005 8026 8017 8038 22229
8101 8102 8064 22245 8046 8047 8058
C–1441 8112 22244 23105 22246 8098
C–1531 C–1442 C–1586 8128
23348
C–1528
C–1558

PLATING
1141 C–105

PLATINUM

23245

PLUTONIUM

C–521 23039

POLISHING

C–646

POLISHING MACHINES (POLISHING)

C–490 C–13 C–413 C–493 C–646

POLYMERS

C–822 C–823 C–824 C–1242 C–1293 C–1294 C–1272

POLLUTION

23292 23123 C–1048

POSITIONERS

C–1150 C–378 C–429 C–428 C–1149 C–1408

POTASSIUM

23100

POWDER METALLURGY

1141 C–183 C–184 C–185 C–1155

POWDER ALLOYS (POWDER METALLURGY)

C–168

POWER PRODUCTION

23031 C–73 C–446 23149 C–1251

POWER STATIONS

23240 C–641 C–642 C–1283 C–714 C–1225 C–627 C–628 23019 C–640 C–1284 C–647 C–708 C–159 C–680 C–1227 C–1278 C–1279 C–1658

HYDRAULIC POWER STATIONS (POWER STATIONS)

C–1280 C–1281 C–1282 C–1284 C–716 C–707 C–609 C–709

NUCLEAR POWER PLANTS (POWER STATIONS)

23170 9081 23112 23103 8214 23005 23256 23057 23108 23289
23051 23203 23134 23145 23336 23317 23228 C–1599
23111 23232 23165 C–1657 23258

THERMAL POWER STATIONS (POWER STATIONS)

C–711 C–712 C–713 C–714 C–715 C–1217 C–709

POWER SUPPLIES

C–510 C–951 C–674 C–1046 C–948 C–1059
C–1331 C–1336 C–1419

ALTERNATORS (POWER SUPPLIES)

C–102 C–717

SWITCHERS (POWER SUPPLIES)

C–510 C–1567

TRANSFORMERS (POWER SUPPLIES)

C–510 C–137

PRESSES

C–413 C–1155 C–1146 C–1568

PRESSURE VESSELS AND CONTAINMETS

C–810 23341 23102 23223 8214 23105 23276 8207 C–558 C–559
C–820 C–631 C–12 23343 23174 23345 C–596 23107 C–808 C–819
C–890 C–691 C–892 C–1073 23344 C–365 C–886 C–817 C–1599
C–1440 C–891 C–1072 C–1593 23354 C–1295 C–1386 C–887
C–1221 C–1222 C–154 C–1405
C–1484 C–1535

PRESTRESSED CONCRETE PRESSURE VESSELS (PRESSURE VESSELS)

C–470 C–471 C–472 C–473 C–1464 C–1465 23276 23317 C–468 23299
C–1201 C–467 C–1418 C–469
C–617

PRIMARY CIRCUIT COMPONENTS

C–12 23057 C–628

PROCESSING

23123

PRODUCTION

23250 23113 23114 23145 C–1655 23146 23158 C–1568 C–1599

PROXIMITY

C–1056 C–1058

PUMPS

23340 C–80 C–720 23101 23151 C–81 C–721 C–1581 C–2 C–172 C–572 C–1242 C–1542 23123 C–443 C–1073 C–1143 C–1163 C–1144 C–1664 C–55 C–1255 C–1615 C–1665 23106 C–346 C–1216 C–1256 C–1556 C–1616 C–1666 23057 C–777 C–1597 C–1667 C–78 C–628 C–1538 C–719 C–1539

AXIAL FLOW PUMPS (PUMPS)

C–172 C–75

CANNED PUMPS (PUMPS)

C–1292 C–573 C–55

CENTRIFUGAL PUMPS (PUMPS)

C–180 23151 23201 C–181 C–371 C–1211 C–172 C–182 C–372 C–373 C–374 C–1144 C–55 C–375 C–915 C–76 C–77 C–19

CIRCULATING PUMPS (PUMPS)

C–1400 C–613 C–773 C–575 C–346

CONDENSATE PUMPS (PUMPS)

C–628

CORROSION RESISTANT PUMPS (PUMPS)

C–55

DIAPHRAGM PUMPS (PUMPS)

C–500 C–444 C–295 C–575 C–507 C–19

DIFFUSION PUMPS (PUMPS)

C–616 C–1559

ELECTROMAGNETIC PUMPS (PUMPS)
C–911

FEEDWATER PUMPS (PUMPS)
C–628

FLOATING PUMPS (PUMPS)
C–369

GEAR PUMPS (PUMPS)
C–777

GLANDLESS PUMPS (PUMPS)
C–346

HIGH PRESSURE PUMPS (PUMPS)
C–370 C–55 C–507

HORIZONTAL PUMPS (PUMPS)
C–628

HYDRAULIC PUMPS (PUMPS)
C–1482 C–295 C–126 23226 C–1409

MECHANICAL SEAL PUMPS (PUMPS)
C–573 C–773 C–616

MIXED FLOW PUMPS (PUMPS)
C–75 C–79

PLUNGER PUMPS (PUMPS)
C–1161 C–148

RADIAL FLOW PUMPS (PUMPS)
C–75

SODIUM PUMPS (PUMPS)
23173 C–585 C–628

SUBMERSIBLE PUMPS (PUMPS)
C–1040 C–346

VACUUM PUMPS (PUMPS)
C–443 C–904 C–1234 C–175 C–896 C–897 C–898

VERTICAL PUMPS (PUMPS)

C–628

QUALITY CONTROL

23091 22102 23013 22054 23175 23146 23139
23082 23353 22084 C–1599
23222 C–1623 23084
23342 C–1594

QUALITY CONTROL SERVICES

1191 1192 C–464 C–445
C–465

RADIATION EFFECTS

8020 8101 8062 8063 8064 8105 8006 8017 8008 8049
8110 8121 8112 8103 8104 8115 8046 8047 8048
8120 8132 8133 8134 8106 8107 8118
23200 23202 8116
8126

RADIATION SAFETY EQUIPMENT

23170 23171 23002 C–793 C–1414 C–788 23169
C–790 C–791 C–792 C–1273 C–509
C–1271
C–1331

RADIATORS

C–1068 C–1069

RADIACTIVE MATERIALS

23316

RADIOACTIVE TRANSPORT

C–1181 C–6 C–7 C–789
C–726

RADIOACTIVE WASTES

C–724 C–789

RADIOACTIVITY

C–1264 C–1265

RADIOCHEMISTRY

C–277

RADIOGRAPHY

C–250 C–251 C–252 C–253 C–254 23305 C–216 C–217 C–248 C–249

C–390 C–391 C–392 C–393 C–384 C–385 C–256 C–257 C–258 C–259
C–394 C–395 C–386 C–387 C–388 C–389
C–396 C–397 C–398 C–399

GAMMA RADIOGRAPHY (RADIOGRAPHY)

C–1170 C–1171 C–1168 C–1169

INDUSTRIAL RADIOGRAPHY (RADIOGRAPHY)

C–458

REACTORS

C–1390 23031 C–672 23044 23076 23257 C–228 23019
23061 C–1472 C–954 23089
C–229
C–709
C–1379

NUCLEAR REACTORS (REACTORS)

1150 1011 1112 1083 1084 9075 1136 23137 8058 23109
20420 20421 20422 20423 1144 20425 1146 20338
23021 23003 20424 23105 10116 23048
23243 23274 23145 20346

AGR (REACTORS)

23229

BWR (REACTORS)

23320 C–161 23014 C–15 C–16 23047 C–798 23039
C–231 C–14 C–796 C–797
C–1101

CANDU REACTORS (REACTORS)

23053

FBR (REACTORS)

C–910 9081 23127 C–178 C–1599
C–1391 23167

GAS COOLED REACTORS (REACTORS)

23112 20467 20349
C–1519
C–1599

GAS COOLED FAST BREEDER REACTORS (REACTORS)

C–340 C–355 23166

HWGCR (REACTORS)

23054

HEAVY WATER REACTORS (REACTORS)

23102 C–1656 20419 23249

HIGH TEMPERATURE GAS COOLED REACTOR (REACTORS)

23050 23051 23127 23129 23139 23299
C–340

LWR (REACTORS)

23050 C–596 C–339

LIQUID METAL COOLED REACTORS (REACTORS)

C–355

LMFBR (REACTORS)

23050 23052 23174 23165 23168

PWR REACTORS (REACTORS)

C–1201 C–12 23014 C–355 23318 C–1539
C–274

PICKERING (REACTORS)

C–164

REACTOR CORES (REACTORS)

C–691 C–1364 C–355 C–628

SODIUM–COOLED FAST BREEDER REACTOR (REACTORS)

C–723 20454 23256 C–587 C–628
C–586 C–708

THTR (REACTORS)

23299

RECORDERS

C–860 C–263 C–264 C–165 C–266 C–1337 C-329
C–1470 C–323 C–674 C–265 C–1336 C–859
C–1620 C–1614 C–325 C–1626
C–695

RECOVERY

22340 23063 23065 23076

REFERENCE SOURCES

C–509

REFINING

23070 23071 23081 23093 22054 23065 23085 C–1645 23097

REFRACTORIES

C–1330 C–1326 C–1586 C–1327 C–1367 C–1328 C–1579

ALUMINA (REFRACTORIES)

C–1261 22012

ALUMINOUS REFRACTORIES (REFRACTORIES)

C–130 C–1326

BASIC REFRACTORIES (REFRACTORIES)

C–1330

INSULATION REFRACTORIES (REFRACTORIES)

C–1330

FLUORINE (REFRACTORIES)

C–130

MAGNESIA (REFRACTORIES)

C–130

MULLITE (REFRACTORIES)

C–129

SILICEOUS REFRACTORIES (REFRACTORIES)

C–974 C–1474 C–128

ZIRCON (REFRACTORIES)

C–130

ZIRCONIA (REFRACTORIES)

C–130

REGULATIONS

REGULATORS C–466

C–485 C–486

RELIABILITY

23272 23013 23274 23275
23273 C–1154

REMOTE HANDLING EQUIPMENT

C–812 C–806 C–807 C–888 C–509
C–1152 C–1148 C–889

RESEARCH ORGANIZATIONS

C–11 C–672 C–84 23009
C–614

RESINS

C–955 C–956 C–957 C–958

REVIEW PAPERS

22050 22021 23053 22254 22015 22276 22027 8118 20529
22281 23093 22294 22147 22228 22259
22311 22267 22338 22329
23107 23088
23237 23208
23268

RIGS

SODIUM RIGS (RIGS)

C–354

RINGS

C–420 C–421 C–353 C–1597 C–1598 C–419

RODS

23062 C–974 C–1245 C–1507 23139
C–1044 C–1597

ROLLING

22070 22082 22073 22084 22095 9046 22078
22110 22113 22244 22255 22246 22248
22256

COLD ROLLING (ROLLING)

22100 22071 9033 22074 9036 22077 9038 9039
22073 22087

CONTINUOUS ROLLING (ROLLING)

9042

HOT ROLLING (ROLLING)
9041

ROLLS (ROLLING)
22072 9046 22076

WARM ROLLING (ROLLING)
9029

ROOFS
C–514

RUBBERS
C–982

SAFETY
23170 23311 23002 23243 C–1534 23335 23257 23228 23169
C–260 23262 23273 C–5
C–1475

SCREENS
C–475

SCREWS
C–830 C–1608

SEALS
C–804 C–1315 C–1316 C–1597 C–1598
C–1415 C–1416

SEISMIC EFFECTS
23295

SEPARATORS
C–26 C–1538
C–496

SERVOMECHANISMS
C–150 C–151 C–813 C–814 C–149

SHEETS
C–1021 C–994 C–1245 C–1026 C–1507 C–1028 9009
C–1044 C– 485 C–1597 C–1178

SHIELDING

C–521 C–512 C–1414 C–216 C–169
C–509

SHIELDED CONTAINERS (SHIELDING)
C–460 C–461 C–462 C–463 C–169
C–1181 C–459
C–1179

AIRTIGHT CLOSURES (SHIELDED CONTAINERS–SHIELDING)
C–459

TELEMANIPULATIONS (SHIELDED CONTAINERS–SHIELDING)
C–460 C–459

PROTECTIVE COATINGS (SHIELDING)
C–509

SHIELDING MATERIALS
C–191 C–192 C–193 C–345 C–169
C–1221 C–1182 C–513 C–595 C–509

GLASSES (SHIELDING MATERIALS)
C–781

WINDOWS (SHIELDING MATERIALS)
C–781

SHIPS
C–561 23123 C–464 C–465

NUCLEAR PROPELLED SHIPS (SHIPS)
C–466

SIGNALS
23270 23271 C–166 C–509
C–1059

SILICON
C–1541 C–1542 23083 22185 22166

SIMULATION
23174

SINGLE CRYSTALS
C–574

SINTERING

6543 C–1094 6556 C–1107 6318 6319 6649

SODIUM

23175

SOLIDIFICATION

6032 23094 6007

SOLUBILITY

23087

SOUND

6491 C–914 23117 23178
C–601

SPECIFICATIONS

22180 23013 9064 C–657
22204 C–1567
C–694

SPECTROSCOPY

1188

STABILIZING

C–1251

STANDARD

9080 23191 23212 363 23344 23215 23186 23197 23188 23199
23190 23201 23352 23193 23354 23335 23196 23257 23348 23349
23350 23211 23223 23345 23226 23347
23341 23343 23346
23351 23353

STARTERS

C–1567

STATISTICS

23070 1185 8108

STEAM REHEATERS

C–1201 C–27

STEELMAKING

1091 6033 6044 6195 22036 6097 6518 23089
6601 C–1593 22084 23095 23086 23097
C–1651 23084 23137

C–1156
C–1526
C–1586

STEELS CASTINGS (STEELS)

C–1241 C–183 C–184 C–185 C–1157

STRUCTURAL STEELS (STEELS)

11130 2001 20802 20373 20034 C–1655 20016
22050 20141 20793 20046

TITANIUM STEELS (STEELS)

23070

TOOL STEELS (STEELS)

C–183

STEELWORK

BOF PROCESS (STEELMAKING)

23064 23098 22269

SKF PROCESS (STEELMAKING)

23064

STEELS

9080	1181	8102	8033	8134	8005	22066	8007	22058	22019
22180	9081	22072	8103	8214	8135	22206	22027	22238	22209
22220	22081	22082	8113	9064	22015	22226	22067	22338	23069
22290	22231	22202	8133	22014	22025	22256	22147	23108	C–1579
22310	22281	22222	22013	22024	22085	22346	22197	23208	C–1649
23350	23001	22262	22053	22054	22255	23206	22247	C–498	
C–160	23351	22312	22083	22254	22345	23346	22257	C–1578	
C–1530	C–1521	22322	22123	22284	22265	C–1486	23347		
C–1590		23102	22193	22314	22285		C–1527		
		23222	23093	23204	23055		C–1587		
		C–532	23223	23344	23105				
		C–1622	23343	23064	23205				
			C–1533	C–84	23215				
				C–1484	23205				
				C–1584	23305				
					23345				
					C–1245				
					C–1655				

AUSTENITIC STEELS (STEELS)

23001	23092	23064	20135	1186	20797	C–1518	23109
	23222	23094			C–1517		

BORON STEELS (STEELS)

C–494 C–495

CONSTRUCTIONAL STEELS (STEELS)

23085

LOW ALLOY STEELS (STEELS)

11130 20001 20013 20157 20118
20191 20178
22208

CARBON STEELS (LOW ALLOY STEELS – STEELS)

1010 1001 1012 20013 8114 1005 20096 1007 20008 20679
11130 1011 1022 20023 20054 1015 20136 20517 20068 20799
20680 20251 20202 20173 20134 20035 20406 20657 20178
20882 20223 20174 20525 20697 20228
20883 20857 20858
20887

CHROMIUM STEELS (LOW ALLOY STEELS–STEELS)

23070 1001 C–1042 23064 23085 20178
23074
C–1044

CHROMIUM MOLYBDENUM STEELS (LOW ALLOY STEELS–STEELS)

23331 C–1042 8023 8106 23328

CHROMIUM NICKEL STEELS (LOW ALLOY STEELS–STEELS)

23070 C–1042 C–1044 23079
23089
23109
C–1159
C–1229

LOW CARBON STEELS (LOW ALLOY STEELS–STEELS)

22030 22211 22232 22213 22194 22165 22146 22237 23088 22029
22070 22241 22322 22223 22224 22215 22166 22297 22069
22090 22321 23072 22233 22324 23075 22286 22129
22170 23082 22313 22344 23085 22316 22239
22280 23073 23084 23086 22279
23080 23083 23096 22319
22339
~~22069~~
23089

FORGED STEELS (STEELS)

C–183 C–184 C–185 C–1229

NICKEL STEELS (STEELS)
23070

STAINLESS STEELS (STEELS)

23070	23071	1182	23063	9004	9065	1186	9077	9078	9029
23080	23091	23072	23073	23064	23065	9036	23067	23068	9079
23270	C–451	23082	23083	23084	23075	9076	23077	23088	23079
C–1540	C–1531	23332	23173	23094	23085	23066	23087	23098	23089
C–1580		23352	C–783	C–204	C–65	23076	23097	C–348	C–489
		C–452	C–1043	C–784	C–205	23086	23137	C–488	C–1159
		C–1522	C–1313	C–1044	C–945	23096	23207	C–1518	C–1529
		C–1582	C–1583	C–1314	C–1045	23106	C–487	C–1528	C–1649
			C–1623	C–1444	C–1445	23326	C–1317	C–1568	
				C–1524	C–1485	C–26	C–1517	C–1586	
				C–1594	C–1515	C–126			
					C–1575	C–206			

STEELWORK
20360 23091

STRENGTH TESTING
C–26

STRESS

8040	6531	6422	6643	6154	8015		6647	6358	8019
8100	8051	8102	8123	8024			8037	6638	
			22213	20794					
			22323						

STRESS CONCENTRATION (STRESS)

8060	8041	8003	23104	20795			8108

STRESS ANALYSIS

C–890	C–1041		C–24				20629
			C–1324				23339

STRUCTURES

	C–533	C–534			23347	23278

SUPPORTS
C–187

SURFACE

23231	22343		23135	22066	22077	
23241			23145	22076		

SWITCHES (ELECTRIC USE)

C–1620 C–651 C–743 C–764 C–1459

SWITCHES (LIQUID LEVEL USE)

C–1480 C–1481 C–1479

SWITCHGEARS

C–1461 C–1472 C–133 C–134 C–135 C–137 C–138
C–1253 C–705
C–1365

SYNCHROS USE SERVOMECHANISMS

TANKS

C–1293 C–956 C–957 C–958
C–1538

TANTALUM

C–1590 20013 C–1514

TELLURIUM

C–574

TEMPERATURE

6070 6391 6353 6416 23209
C–1620 23241
C–1630

HIGH TEMPERATURE (TEMPERATURE)

6393 23115 6326 6047

TEMPERING

6082 C–1125 C–1096 6537 6639
C–1107 C–1129

TESTING

6120 23061 8042 23103 23295 23206 23047 8038
6130 23142 23226 23217 8098
8030 23276 23278
8100 23296 23298
23070
23100

TESTING MACHINES

C–682 C–1604 23295 C–127

CONCRETE TESTING (TESTING MACHINES)

C–126 23297

UNIVERSAL (TESTING MACHINES)

C–126

TESTING LABORATORIES

C–322 C–1044 C–319
C–922

THERMAL ELECTRIC UNITS

C–952 C–953

THERMAL EXPANSION

23012

THERMOANALYZER

C–403 C–404 C–405 C–406 C–409

THICKNESS

C–1000 C–1001 1002 1183 1184 C–1065 1186 1189
C–1020 C–1003 C–994 C–1016 23107 9038 23049
C–1300 C–1023 C–1024 C–1026 C–1007 C–1018

THORIUM

23139

TIN

C–574

TITANIUM

23070 22241 C–1582 C–1593 C–1585 23077 C–1588
C–1590

TITANIUM ALLOYS

C–1043 C–574 C–1045 C–1097 C–918
C–1443 C–1588

TITRATORS

C–410

TORQUE

C–356 C–1667 23149

TRAINING

C–1101 C–796

TRANSFORMERS

6160 6061 6102 6103 6004 6095 6006 6067 C–1228 6079
6310 6011 6352 6293 6794 6306 6167 6309

C–1250 6491 C–1262 6363
23121 C–1472 C–1249

TRANSMITTERS

C–680 C–1 C–852 C–1624 C–1337 C–748 C–1469
C–1470 C–1142 C–1628

TRAPS

C–1223 C–1224

TROUGHS

C–960 C–994

TUBES

9020 1181 9042 363 23144 9075 9026 1187 1188 9009
9040 9001 23062 1193 C–1044 23135 9076 9077 9038 9029
23270 9041 C–1502 9033 C–1444 23215 23046 C–1447 23208 9039
C–1050 9081 C–1512 C–1443 C–1524 C–1045 23056 C–1238 9079
C–1580 23211 C–1532 C–1573 C–1574 C–1245 C–1446 C–1548 C–749
23271 C–1582 C–1623 C–1584 C–1445 C–1576 C–1578 C–1079
C–1611 C–1592 C–1626 C–1239
C–1622 C–1579
C–1589

FLEXIBLE TUBES (TUBES)

C–1080 C–1081 C–1077 C–1078 C–1079

PHOTOTUBES (TUBES)

C–1572 C–1105 C–1496

SPIRAL TUBES (TUBES)

C–1560 C–1572

STAINLESS TUBES (TUBES)

C–1530 9001 C–1532 C–1523 23144 C–1525 C–1577 9069
C–1524
C–1594

TUBES –ELECTRONIC (TUBES)

CATHODE RAY TUBES (TUBES–ELECTRONIC)

C–1105 C–1496

PHOTOMULTIPLIERS (TUBES–ELECTRONIC)

C–1105

TUBING

1190 23271 1182 23103 C–204 C–65 1186 23137 C–188 1189
9080 C–1622 C–653 C–574 C–205 C–126 C–377 C–208 C–69
C–1020 C–783 C–784 C–785 C–186 C–1077 C–818 C–189
C–923 C–974 C–945 C–206 C–1597 C–918 C–919
C–1313 C–1016
C–1583

CONNECTORS (TUBING)

C–111 C–106

TUNGSTEN ALLOYS

C–1512 C–168

TURBINES

C–840 C–141 C–1472 23103 C–846 C–827 23338 C–839
C–841 C–83 C–1056 C–847 C–628
C–1211 C–1216 C–1207

GAS TURBINES (TURBINES)

C–340 23051 23127 23148 23129
C–827 C–1428

STEAM TURBINES (TURBINES)

23051 23232 C–94 C–85 C–86 23227 23148 C–1209
C–81 C–1204 C–346 C–88
C–1146 C–158

TURBINES BLADES (TURBINES)

23146

TURBOALTERNATORS

C–87

TURBOGENERATORS

C–137 C–828 C–159
C–829

ULTRASONICS

1193 C–1184 23306 1188
23308
23348
C–118

UNITED KINGDOM

23112

UNITED STATES
20420 23052 10116
20430
23050

URANIUM
C–592 C–593 C–726 23039
23139

URANIUM HEXAFLUORIDE (URANIUM)
C–590 C–591 C–593 C–589

URANIUM NATURAL (URANIUM)
23210 1073
1153
23053

URANIUM PROCESSING SYSTEM
C–521

USSR
9041 9042 9026 22178

VACUUM
23074 23075 23086

VACUUM EQUIPMENT (VACUUM)
C–1553 C–1556 23097 C–1559a

VACUUM INSTRUMENTS (VACUUM)
C–1322 C–153 C–175

VACUUM METALLURGY (VACUUM)
23091 23073

VACUUM PROCESS (VACUUM)
23097

VACUUM SYSTEMS (VACUUM)
C–1490 C–31 C–1073 C–1234 C–156
C–1323

VACUUM BELLOWS (VACUUM SYSTEMS–VACUUM)
C–31

ULTRA HIGH VACUUM SYSTEMS (VACUUM SYSTEMS–VACUUM)
C–1321 C–1554

VACUUM TREATMENT (VACUUM SYSTEMS–VACUUM)
23086

VALVES
23060 C–551 C–342 C–333 23014 C–175 C–126 23197 C–268 C–109
C–110 C–522 C–543 C–304 C–305 C–416 C–307 C–428 C–379
C–1540 C–542 C–553 C–554 C–555 C–556 C–377 C–1338 C–429
C–1570 C–552 C–734 C–745 C–616 C–417 C–549
C–942 C–1224 C–1285 C–746 C–547
C–1402 C–1534 C–1146 C–1247
C–1664 C–1216
C–1286

ACTUATORS (VALVES)
C–1090 C–522 C–1103 C–1104 C–825 C–826 C–507 23228 C–309
C–1082 C–1275 C–1337 C–508 C–1289
C–1102 C–1338
C–1628

AIR VALVES (VALVES)
C–942 C–745

BALL VALVES (VALVES)
C–190 C–301 C–522 C–1083 C–195 C–296 C–297 C–198 C–299
C–550 C–942 C–1085 C–306 C–507 C–298 C–1089
C–1290 C–1082 C–1275 C–376 C–1087 C–308 C–1189
C–1570 C–1407 C–508
C–1338

BELLOWS VALVES (VALVES)
C–190 C–342 C–425 C–426 C–197 C–379
C–1570 C–745

BRONZE VALVES (VALVES)
C–746 C–747

BUTTERFLY VALVES
C–440 C–431 C–32 C–433 C–434 C–295 C–436 C–437 C–438 C–439
C–441 C–432 C–1274 C–435 C–507 C–508 C–1559
C–442 C–1275 C–547 C–1338
C–522

CAP VALVES (VALVES)
C–379

CAST STEEL VALVES (VALVES)

C–746

CONES (VALVES)

23110

CHECK VALVES (VALVES)

C–1540 C–1275 C–1468 C–379
C–1570 C–1575

DIAPHRAGM CONTROL VALVES (VALVES)

C–430 C–422 C–423 C–424 C–1395 C–507 C–508 C–1369
C–1338

DIGITAL VALVES (VALVES)

C–1191

ELECTROMAGNETIC VALVES (VALVES)

C–108

FLANGED VALVES (VALVES)

C–522 C–1084 C–745 C–1086 C–1088

GATE AND GLOBE VALVES (VALVES)

C–190 C–604 C–605 C–1275 C–1338 C–1099
C–1540 C–1575

HIGH PRESSURE VALVES (VALVES)

C–1570 C–522 C–1274

HYDRAULIC VALVES (VALVES)

C–1290 C–267 C–268

LOW TEMPERATURE VALVES (VALVES)

C–379

MAGNETIC VALVES (VALVES)

C–352

MEMBRANE VALVES (VALVES)

C–379

NUCLEAR VALVES (VALVES)

C–1190 C–522 C–906 C–427 C–908

PLASTIC VALVES (VALVES)

C–522

RECIRCULATION VALVES (VALVES)
C–35

RELIEF VALVES (VALVES)
C–1570 C–1341 23304 C–745 C–746 C–1468

SCREWED VALVES (VALVES)
C–522

SELF SEATING SEAL VALVES (VALVES)
C–1290 C–34 C–1287 C–1288 C–1289
C–1468

SOLENOID VALVES (VALVES)
C–905 C–247 C–908 C–1099
C–907 C–1098
C–1468

STAINLESS VALVES (VALVES)
C–416

STEAM VALVES (VALVES)
C–32 C–745

STEEL VALVES (VALVES)
C–745 C–746 C–747

WATER VALVES (VALVES)
C–745

VANADIUM
6130 6691 64, 5
6290 6715
6865

VANADIUM ALLOYS
23109

VENTILATORS
C–1341 C–1602 C–347

VIBRATION
C–602 C–603 23195 C–176 23177 C–598 C–599
C–1166 C–457 C–1489
C–1167

WALLS

C–955 C–958

WARNING SYSTEMS

C–761 C–767

ALARM RELAYS (WARNING SYSTEMS)

C–1

ELECTRONIC ALARMS (WARNING SYSTEMS)

C–674

WASTES

23123

WATER TREATMENT

23141 C–73 C–564 C–55 C–607 C–628 C–1219
23151 C–803 C–1599
C–1073

COLING WATER SYSTEMS (WATER TREATMENT)

23163

HEAVY WATER (WATER TREATMENT)

23250 C–1232 C–1657

WASTE WATER RECYCLE SYSTEM (WATER TREATMENT)

C–28
C–78
C–708

WEAR

C–115 20848

WELDED JOINTS

1002 1193 23104 20135 1019
20042 20013 1109

WELDING

11130 23351 11132 23223 23104 23105 23207 C–378 C–1299
23350 C–831 23102 C–1623 23215 C–818 C–1649
C–1300 C–162 C–1595 C–1588
C–362
C–1302

ARC WELDING (WELDING)

23060 23352 C–1649
C–1270

BORE WELDING (WELDING)
C–361 C–363

MICROWELDING MACHINE (WELDING)
C–503

SEAM WELDING (WELDING)
C–378

SPRAY WELDING (WELDING)
C–962 C–963 C–964

TIG WELDING (WELDING)
11133 C–909

WELDABILITY (WELDING)
C–1043 23328

WELDER QUALIFICATION (WELDING)
363

WELDING PROCEDURE (WELDING)
363

WELDS
1040 1071 1142 1023 1014 1005 1046 1097 1128 1109
1100 1141 20292 1103 1025 1106 1147 20169
1120 20141 23222 8033 1045 1126 23307
9020 1065 20066
1085 23306
1105
1125
23305

WHEELS
C–36

WIRES
23200 C–1491 C–1372 C–1373 C–1044 C–1045 C–1507 C–499
C–1393 C–1434 23135 C–1519
C–1464

WIRE CLOTH
C–450 C–451 C–452 C–453 C–454 C–1435 C–449
C–1371

WORKING

22251

COLD (WORKING)
22240 22221 22222 9075 22256 9077 9079
22075 22259

X RAY DIFFRACTION
C–684 22345

X RAY SPECTROGRAPHS
C–26

ZINC ALLOYS
C–289

ZIRCALOY
22230 8121 C–1622 C–1313 C–1044 23015 23208 23109
C–1444 C–1045

ZIRCONIUM
C–1590 C–1043 C–1044 C–1045 C–1446 C–918 C–919
C–1423 C–1254 C–1425
C–1424
C–1444

ZIRCONIUM ALLOYS
C–1574 23015 23208
C–1584

ANEXO III - INDICE DE AUTORES

A

ABLITT J. F.
23272

AHLSTROM M.
23163

ALAGH, Y. K.
23011

ALBERTINI C.
1193

ALLEN H. N. G.
23189

AMATO I.
11131

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS PHILADELPHIA
9080

AMERICAN WELDING SOCIETY, N. Y.
363

A. M. F. INTERNATIONAL, CONNECTICUT
23210

ANDRE C.
1191

ARDITO V. P.
23097

ARMSTRONG L. D.
23043

ASHANINA A.
23009

ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED, CHALK RIVER, ONTARIO
23029

B

BABBITT J. D.
23043

BAGLIANI G.
23340

BANGERT F.
23313
23330

BARANSON J.
23114

BARMOTIN I. P.
23074

BARR R. Q.
23093

BARRATT R. O.
23165
23167

BATELLE NORTHWEST LABORATORY, RICHLAND, WASHINGTON
23268

BAUUNTERNEHMUNG E. HEIFKAMP GMBH, WIESBADEN
23283

BECKITT F. R.
23332

BECKMANN M.
23113

BELL D. W.
1192

BENDA M.
23068

BENNETT W. J.
23033
23035
23041

BERGLES A. E.
23049

BEVERLY B. H. Jr.
9065

BEYER N. S.
1182

BIBIK G. A.
9046

BILLARD F.
23115

BLIECK T. DE
23175
23310

BLOWS D. G.
23123

BOER G. A.
23174

BORCIANI G.
23339

BOSTON INSULATED WIRE AND CABLE CO., BOSTON
23200
23202
23203
23209

BOUCHER R. R.
23037

BOURNE A. J.
23261

BOURNE J. G.
23049

BOWES C. A.
23195

BOYD A. W.
23044

BRAITHWAITE A. B. M.
11132

BREWER D.
23155

BRINER H.
23060

BRITISH NUCLEAR DESIGN AND CONSTRUCTION LTD., LEICESTER.
23336

BRUEL & KJAER, NAERUM, DENMARK
23116
23118
23178
23179
23181
23182
23183

BURROW E. D.
23317

BUSSE T. H.
1182

BUZEK Z.
23068

C

CARLSON R. F.
23098

CASTOLDI A.
23277
23278
23300

CITA A.
23338

CITA A.
23338

COLIN J.
23095

COPPER L.
23081

COSMA D.
23087

COSMODYNE, TORRANCE, CALIF.
23291

COULTAS A.
23230

CRAIG H. R. M.
23227

CUTTICA G.
23108

CH

CHAMAYOU G.
9076
9077
9079

CHAMBON P.
23320

CHEREMNYKH B. H.
23074

CHISTYAKOV S. L.
23084

CHOCKIE L. J.
8033
23105

CHOULET R. J.
23065
23076

D

D'ADLER, RACZJ.
1183

DALDRUP H.
23057

DALGAARD S. B.
23015

DANILOV F. A.
9040
9042

DAUPHINEE T. M.
23043

DAVENPORT C. R.
23236

DAVIES M. A. S.
23239

DAVIES R. J.
23123

DAVIS J.
23024
23028

DEATH F. S.
23065

DEBELLIS A.
23217

DEE J. B.
23166

DEGUCHI H.
9081

DE HES M.
23174

DEL BRENNA F.
23339

DESAI A. F.
23292

DIGBY D. H.
23151

DOKKEN R. N.
23065

DOMER H.
23013

DONCASTERS MONK BRIDGE LTD., LEEDS
23146

DOUGLAS UNITED NUCLEAR INC., NUCLEAR SYSTEMS CONSULTANTS DIV., WASHINGTON.
23134

DRAGERWERK L.
23212

DRAGNEV T.
23311

DRESSLER G.
23109

DRESSLER M.
23252

DUMAS J. C.
23248

DURAPIPE & LAMBERTS SALES, STAFFORDSHIRE, INGL.
23301

DUVAL H.
9077
9079

D'YAKOV Yu. V.
9038

E

EAMES A. R.
23264
23274

EHRENTREICH J.
23051

ELIASSON L.
23094

ELLIS J. D.
23076

EVANS D. J.
1184

F

FAKKEL R. H.
23173

FEDERATED PAINTS LTD., GLASGOW
23145

FIEGE A.
23266

FILATOV S. K.
23074

FILM COOLING TOWERS, SURREY
23142

FIRTH BROWN LTD.
9064

FOGLEMAN E. L.
8199

FONTANA M. G.
23101

FOORD K. D.
23324
23325
23326

FORSTER F.
1187

FORTESCUE P.
23126
23127
23129
23131

FRANCIS W. C.
23061

FREEMAN J.
23157

FRETWELL J. H.
23293

FREWING J. J.
23238
23289

FUJISAKI Y.
23047

FUMAGALLI E.
23276
23279
23280
23294
23298

G

GAGLIARDI G.
23265

GALLAGHER W. J.
23138

GARSHICK A.
23198

GASPARINI R.
23108

GEORGE B. V.
23321

GERASIMOV Yu. V.
23074
23080
23084

GERLACH K.
23333
23334

GEUE J.
23258
23259
23260

GILBERT F. W.
23031

GLADMAN T.
23332

GNORICH,
23091

GOODJOHN A. J.
23130

GORDON E. S.
11129

GRAY J. L.
23053

GREEN A. E.
23262
23263
23275

GREENER R.
23229

GREENWOOD J. W.
23030

GREGORY B
23228

GRIEBENOW M. L.
23061

GRONDAHL A.
23121

GROVE E. L.
11129

GULYAEV G. I.
9042

GUPPY A. W.
23154
23160

GWATKINS J. G.
23144

H

HALL C.
23124
23125

HARTZ K.
23013

HASENCLEVER D.
23315
23316

HAUSER G. S.
23055

HAVERCROFT W. E.
23222

HAYWOOD L. R.
23053

HEIMKE G.
23251
23252
23253
23254
23255

HILBORN J. W.
23244

HOFFMAN P. L.
23050

HOOPER R.
23327

HOPE P. W.
23122

HORSMAN J. C.
23021

HOWE D. P.
23150

HURST D. G.
23026

HUSH W. M.
23326

I

INSTITUT FUR STRAHLENSCHUTZ, NEUHERBERG
23172

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES, BUENOS AIRES.

23186
23188
23190
23191
23193
23196
23197
23199
23201

IOANNILLI E.
23108

IRVING R. R.
23069

IVERSEN K.
23234

J

JAFS D.
23319

JONES J. A.
23290

JONES T. P.
23148
23149
23189

JOSLIN C. W.
23243

JOSS J. O.
23112

JUNG J.
1193

K

KAGAWA T.
23047

KAHL H.
1185

KALDERON D.
23227
23232

KANGILASKI M.
23208

KARGER J.
23256

KARPOV G. A.
9046

KARSON C. F.
23105

KASHIRSKII G. A.
9041

KASHYAP S. P.
23011

KASNORYADFSEV N. N.
23077

KAS'YANOV A. G.
23074
23084

KATS L. N.
23079

KEDDAR A.
23256

KENDRICK H.
23139

KEPKA M.
23089

KERVERN G. Y.
23176

KHALYAKIN I. V.
23096

KHASIN G. A.
23084

KHAUSTOV G. I.
9038

KLEIBELER H. J.
9075

KLEINGARN W.
23281
23282

KONOVALOV K. N.
23077

KOONTZ Ch. W.
23067

KORNBICHLER H.
23103

KOSUNEN S.
23318

KOVAL A. T.
9009

KOZLOV B. N.
9039

KRAL J.
23068

KRASNORYADTSEV N. N.
23070
23077

KRATZIG W.
23286

KUCHERENKO V. R.
9038

KUNESCH A. M.
23140
23143

KUPERSHTEIN E. A.
9046

L

LANDIN B.
23081

LASELL R. C.
23302

LAULETTA E.
23277
23295
23296
23297
23300

LAURENCE G. C.
23019

LAZENBY B. D.
23239

LEBEDEVA B. N.
23084

LE CAINE J.
23045

LEINBACH R. C. Jr.
23086

LEVIN A. M.
23070
23077

LEVINS D. M.
23250

LEWIS W. B.
23004
23017
23018
23020
23022
23023
23025
23028
23034
23036
23039
23040
23053

LIBBY H. L.
23269
23270
23271

LITVINENKO D. A.
9036

LLEWELLYN D.T.
23327

LONDRES, BRITISH STANDARDS INSTITUTION
23002 23346
23211 23347
23215 23348
23226 23349
23335 23350
23341 23351
23343 23352
23344 23353
23345 23354

LOSEKE W. A.
11129

LUBAHN J. D.
8207

THE LUMMUS COMPANY, BLOOMFIELD N.N.
23249

McKEAN J. D.
23317

MOORE H. D.
23290

LYSAGHT V. E.
23217

M

MACHMIER P. M.
11128

MACMILLAN W. R.
23194

MALRIN J.
1181

MARINCEK B.
23255

MARKELOV A. I.
23084

MARKOV V. P.
9042

MARPLES E. B.
23152

MARRIOTT J.
23164

MARSH D.
23177

MATVEEV B. N.
9046

MAZANEK T.
23075

MILLER C. A.
23237

MONTAGNANI M.
1193

MOODY L. E.
23235

MOON J.
23147

MORGNER W.
23110

MORITZ D. E.
23067

MOROZOV A. A.
9039

MOXON D.
23046

MYERS L. P.
9065

N

NAUDIN P.
23185

NELLER J. R.
23141
23143

NEWCOMBE H. B.
23016

NICHOLS R. W.
11130
23102

NIEMANN H. J.
23284

NODEV E. O.
9042

NORDHAUS W. D.
23007

NOSAL V. V.
9039

O

OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY, TENN.,
23014

OBERTI G.
23278
23295

OFFICE OF THE ASSISTANT GENERAL MANAGER FOR REACTORS
10116

OGURA S.
9081

OKOROKOV G. N.
23096

OLESEN H. P.
23122

OMSEN A.
23094

OPPENHEIM R.
23088

ORR J.
23328
23331

OSMACHKIN V. S.
23062

P

PANTLEON M.
23051
23057

PASCHENKO V. E.
23077

PERIA W.
23043

PETANIDES K.
23254
23255

PETERS H. L.
23284
23288

PETERSEN H.
23266

PHILLIPS W. M.
23100

PICHUGIN G. P.
9039

POBEGAILO V. M.
23085

POLLIART A. J.
23111

POLYAKOV A. Yu
23085

POLYAKOV Yu. V.
23084

POOLE H. W.
1189

POST C. B.
23086

POZDEEV N. P.
23096

PRASHER C. L.
23048

PRESCOTT E. C.
23010

PRINCENTON GAMMA–TECH, PRINCENTON, N. J.

23233

Q

QUADE R. N.
23132

QUATTRONE R.
11128

R

RAAD J. A. de
23308

RAGHAVAN K. V.
23107

RANDALL R. B.
23120
23180
23184

REEVES D. T.
23156

REIK M. K.
23240
23242

REIK P. H.
23241

R. P. A. (REYROLLE PARSONS AUTOMATION) GATESHEAD, INGL.

23323

ROBIN M.
23056

ROOS J. P.
23049

RUHLE M.
23109

RUNNALLS O. J. C.
23037
23038

RYDEN J. Jr.
1190

RYLANDER L.
23163

S

SACCOMANO J. M.
23076

SAMANS C. H.
23001

SAMARIN A. M.
23085

SASAKI K.
9081

SAUNDERS E. A. D.
23230
23231

SAURESCHUTZ–SAKAPHEN GMBH, GLADBECK

23246

SCARLETT N. A.
23290

SCHACK A.
23099

SCHARFSTEIN L. R.
23137

SCHELLONG-B.
23234

SCHERER F. M.
23006

SCHWARTZ A. S.
23128

SCOTTO F.
23299

SEIFULIN G. K.
9042

SHAIKEVICH S. A.
9033

SHAITAN L. I.
9020

SHALIMOV A. G.
23096

SHAW R. B.
23097
23098

SHEVAKIN Yu. F.
9046

SHIELDS R. B.
23245

SHKABATUR K. I.
9020

SICHA F.
23223

SIDOROV N. V.
23084

SIMONOV S. K.
9046

SINGLETON J. A.
23159

SINGNORELLI G.
23092

SMITH H. A.
23032

SNOWSILL B. A.
1192

SOCHASKI R. O.
353

SORENSEN O. M.
23227

SPIVAKOVSKII L. I.
9026

STAINLESS STEEL DEVELOPMENT ASSOCIATION
9004

STANLEY J.
23003

STAMPE G.
23337

STAUBFORSCHUNGSINSTITUT DES HAUPTVERBANDES DER GEWERBLICHEN BERUFSGENOSSENSCHAFTEN, BONN
23312

STERKE A. de
23305
23306
23309
23310

STEVENS W. D.
23168

STEWART H. B.
23129

STEWART J. E.
23292

STEWART W. G.
23267

STONE P. G.
23329

STOUT R. D.
11128

STRATMANN J.
23314

SUBRAHMANIAN K. K.
23011

SULLIVAN M. D.
23086

SULZER BROTHERS LTD.
23058
23059

SURYA RAO V.
23187

SUZUKI J.
9081

SWAN K. E.
23130

T

TARASUK W. R.
23012

TARDIFF A. N.
23050

TAYLOR A. J.
23048

TAYLOR P. A.
23321

TERESCHENKO A. D.
9046

TERRY J. B.
23161

TI STAINLESS TUBES Ltd.
9069

TRUMPFEHELLER R.
23013

TORNGREN S.
23355

TOUCHARD F. A.
23133

TSELIKOV A. I.
9042

TUBE INVESTMENT STAINLESS TUBES LTD.
9001

TULIN N. A.
23096

TUREVICH Yu. G.
23084

TUSHKOV P. M.
9029

TVERBERG J. C.
23136

TYRELL J.
23317

U

U. K. ATOMIC ENERGY AUTHORITY, SYSTEMS RELIABILITY SERV. LANCASHIRE, INGLATERRA
23273

ULTRASONICS LTD., SHIPLEY, INGLATERRA
23427

UMERENSKOV V. N.
9046

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION, VIENNA.
23342

UPTON R.
23119
23121

V

VALENTINE A. C.
23158

VATKIN Ya. L.
9038

VEEN M. C. VAN
8214

VERDELI G.
23276

VERDEREVSKII V. A.
9039

VERSHININ V. I.
23077

VERZELETTI G.
1193

VOZENILEK F.
1186

VRIES A. J. de
23307

W

WACHSMANN F.
23169
23170
23171

WALL A. J.
23135

WALLACE P. R.
23045

WANDLING C. R.
23270

WARD A. G.
23027

WARRING R. H.
23106

WATKINS B.
11130

WESTPHAL H.
23109

WHITMAN M. J.
23050

WHITTAKER S. J.
23003

WHITTON J. L.
23044

WIESE D. H.
23137

WILHELM J.
23333
23334

WILLE G.
23285

WITTENBROCK N. G.
23257

WOOD A. C.
23162

WOODWARD R. A. C.
23153

WORLEY N. G.
23048
23322

Y

YANKOVSKII V. M.
9020

YASKEVICH A. A.
23079

YUKIO F.
23047

YUN,
23091

YUNAKOV V. M.
23096

Z

ZAJIC V.
23054

ZERNA W.
23284
23286
23287

ZEZULOVA
23083

ZHUKOVSKII B. D.
9020

ZIL'BERSHTEIN L. I.
9020

ANEXO IV · RESUMENES

* 253

SOCHASKY R.A.

Reactor loops at Chalk River
AECL - 1273 1961
This report describes broadly the 9 in-reactor loops and their components, located in and around the NRX a and NRU reactors at Chalk River. First an introduction and general description is given of the loops and their function, supplementd with a table outlining some loop specifications and nime simplified flow sheets, one for each individual loop. Descriptions are given of the two categories, the main loop circuit and the auxiliary components inturn. These components in part are comprised of the main loop pumps, the test section, loop heaters, loop coolers, delayed-neutron monitors, surge tanks, Dowtherm coolers, loop piping.
Photographs, drawings and tables are included to provide a clearer understanding of the descriptive literature and includes some specirications of the more important components in each loop.

* 363

AMERICAN WELDING SOCIETY N.Y.

Standards for qualification of welding procedures and welders for piping, and tubing.
AWS D 10.9-69 72 pp.
This standard provides three different levels of welding procedure and welder qualification for joining pipe, tube and components. The three levels are called Acceptance Requirements 1,2 and 3 and are hereafter abbreviated AR-1, AR-2 respectively AR-1 is the highest level of qualification, followed by AR-2 and AR-3 in that order. The differences among the three levels of qualification lie in the type of tests and the acceptance requirements for the sample welds. This document is divided into three sections. Section I covers general requirements, Section II describes welding procedure qualification, and Section III covers welder qualification.

* 1181

MALRIN J.

Progress with the ultrasonic testing of small tubes for the nuclear industry.
C.E.A., 12 colloque de métallurgie, Saclay, 1968
An impróved method for the detection of longitudinal internal defects in small seamless steel tubes in described. Although conventional teating by trans verse scanning can be used for good quality tube, an additional testing process with greater efficiency is recommended flat internal defects, not found by the conventional test, were detected by the apparatus which is also sensitive to internal splits, internal hollows, external grinding, eccentricity in the walls, and shock deformations.

* 1182

BUSSE T.H. and BEYER N.S.

Pulsed eddy-current inspection of thin walled reactor fuel tubing.
Material evaluation oct., 1970, 28, (10), 228-236
Approximately 137000 ft of SS fuel jacket tubing required for the Experimental Breeder Reactor II was succesfully inspected by eddy-current techniques. Tubing containing discontinuities exceeg 10% of the 0.009-in wall thickness had to be reliably rejected. System response was statistically correl ated to natural flaw characteristics, resulting in a dependable practical test. The procedure provided a realistic and a valuable insight into testing-equipment capability and tubing quality. The eddy-current equipment is discussed, however emphasis is placed on inspection technique. Specific items discussed include inspection resulys and statistical evaluation, inspection confidence and practical considerations.

1183

D'ADLER-RACZ J.

NDT with X rays of parts with large variations in wall thickness.
Technica, 21 Aug., 1970, 19, (17), 1417-1419
The factors influencing image sharpeness and contrast in radiography are discussed and data given relating image quality to tube loading and thickness of steel penetrated. The use of Cu and Pb filters to improve contrast is described and examples are given.

* 1184

EVANS D. J.

NDT in the field
Chem. eng. Progress, sept. 1970, 66, (9), 66-69
Field applications of ultrasonic testing in the petroleum and petrochemical industries consists of flaw detection in new equipment such as piping, pressure vessels and welded seams and maintenance tests in the plant during operation or shut-down periods. A continuous scan method is used for testing steel or alloy plates for internal laminations and segregations. Shear waves are used for weld examinations, while ultrasonic thickness measurements help determine corrosion loss, and cracking. New transducer designs permit meassurements a at up to 1200° F. (650° C).

1185

KAHL H.

NDT: random testing, defect quota and extent of testing, ZIS Mitt., Aug. 1970, 12,(8), 1014—1021 (in German)
A statistical approach to NDT is discussed and it is shown how it is possible to make use of probability calculations, the results

of random testing, the defect quota, and the particular degree or extent of testing required in order to achieve the defined quality of a particular component are discussed. Test requirements of welded joints are listed and methods for determining the defect quota are described. Statistical quality control techniques are discussed.

* 1186

VOZENILEK F.

Long duration contact–less measurement of thickness variations in the austenitic steel tubing of the Primary circuits in the Czechoslovak reaktor VVR–S C.E.A., 12 colloque de métallurgie, Saclay, 1968
A method for determining thickness variations in austenitic steel tubing used in the cooling circuit of a nuclear reactor is described. It is based on the excitation of eddy currents in the tube and the measurement of electrical conductivity. A reduction in tube thickness after 4 years operation was found.

* 1187

FOSTER.F.

Electromagnetic methods with extreme defect resolution for NDT of reactor tubes.
C.E.A., 12 colloque de metallurgie, Saclay, 1968.
A method for inspecting reactor components by means of eddy current is described. Cracks, inclusions and other discontinuities can be detected. Small diameter and thin walled tubes can be inspected by rotating eddy–current probes on the inside and outside of the tube.
An accurate method for measuring the ferrite content of SS reactor tubes is also discussed.

* 1188

Quality control in tube manufacture
Chem. process eng. nov. 1969, 50, (11), 85
The spectrographic, ultrasonic and fluorescence methods used in the continuous control of the entire tubemaking process (from pig iron production to the finished tube) at the Corby works of the British Steel Corp. are outlined. Additional inspection techniques before despatch are mentioned.

* 1189

POOLE H. W.

Nondestructive testing of small metal tubing
Mater. Eval., feb., 1970, 28, (2), 40A–46A
Recommendations for ultrasonic, dye penetrant, magnetic particle testing and eddy current testing of small tubing are given and a table lists equipment costs, skill requirements, speed of testing, and defects revealed for these methods plus radiographic and hydrostatic techniques. The use of ultrasonic testing as a production dimension measuring tool is illustrated by wall thickness measurements on critical tubing.

* 1190

RYDER J. Jr.

Nondestructive testing of small–diameter, stainless steel fuel clad tubing.
Mater. Evaluation, mar., 1970, 28, 67–71
Discusses the techniques used to inspect 304 and 316 stainless steel fuel cladding for defects Descriptions are given of the three different testers used to inspect tubing.
They are a sinusoidal eddy–current tester, an ultrasonic pulse–echo tester and an ultrasonic tester that uses a send–receive system of transducers. Micrographs strip charts and statistical data obtained from the inspection of 20,000ft tubing are presented.

* 1191

ANDRE C.

Welds defined for quality control
Weld. des. fabr. feb., 43, (2), 60–61
Weld quality control can be improved by developing a method for classifying welds according to a degree of quality and then defining limits for inspection. Three classes are recommended, encompassing critical or highly stressed joints, medium–stresses joints, and low stressed joints and routine welds. A table lists class acceptance limits for 'structural' discontinuities such as porosity, inclusions, cracks, incomplete fusion undercut, burnthrough, craters and surface slag.

* 1192

BELL D. W. and SNOWSILL B. A.

Quality control in pipeline construction
Chem. Process Eng., Nov., 1969, (50), (11), 91–92
Causes of pipeline failure, and quality control and materials selection for this prevention are rev.
The use of higher–strength Nb or V controlled rolled pearlite reduced steels is mentioned, and examples are given to faults arising from plant and operation deficiencies.
The desirability of inspecting suppliers plants and processed, and extending inspection and control procedures into the pipelaying stage, is emphasized.

* 1193

ALBERTINI C., JUNG J., MONTAGNANI M. and VERZELETTI G.

A correlation of NDT with DT of zry/Steel Welded joints for reactor pressure tubes
Mater. Evaluation, Sept., 1969, 27, (9), 185–192
Coextruded, swaged and explosion–welded zry/steel tube joints were tested with an ultrasonic thorough transmission technique which gave a map of welded zones with varying degrees of bombed and unbonded areas, These results were checked with destructive testing (tensile testing and microscopic examination) in order to establish a correlation if possible. Microscopic examination showed a good agreement with ultrasonic data.
On the coextruded and swaged joints, the ultrasonically bonded zones gave values of mechanical strength varying in a wide cange due the presence on intermetallic bonds, on explosive–welded joints, constant values of mechanical strength were obtained in good agreement with ultrasonic testing.

8033

CHOCKIE L. J.

Industry cooperative Program on Heavy Section Steels.
4th Annual Information Meeting.
HSSTP. March 31–April 1, 1970 Paper N° 28

Industry cooperative program on heavy section steels Industry, with cooperation by all major suppliers and manufacturers, is participating in a program under the Pressure Vessel Resarch Committee, to answer the question "What are the properties and

how effective are inspection techniques for heavy section steels and weldments?". The first task, on properties and the variations in properties, is being accomplished by testing specimens representing all parts and components in nuclear vessels.
Properties are being measured thorough out the length and breadth of the material and from many heats.
The second task concentrates on the nondestructive examination of specially prepared samples of welds and plates to develop procedures that can be used to obtain consistent results, and as well as describing flaws in terms of size, position, and orientation. Procedures are complete enough that others can duplicate the results.

* 8199

FOGLEMAN, E. L.

Industry cooperative program on materials properties.
Oak Ridge Nat. Lab., Tenn. sin paginar
Presentado en: Heavy section steel tech. program 5th annual information meeting. March 1971. Paper no. 30.

8207

LUBAHN J. D.

Design criteria for heavy section structures Fracture, Proc. second Tewkesbury symp. Fac. Eng. Univ. Melbourne, 1969, 101—118 (in english)
A programme of investigation is presented for design against brittle fracture in structures using heavy sections, in particular pressure vessels. The programme components are discussed in detail within the following framework; (I) material procurement ment and documentation, (II) assessment of current materials capabilities, (III) improvement of capabilities, and (IV) demonstration of final capabilities i.e. full scale tests. Attention is paid to the expense of the tests and the economic advantages of reducing safety factor.

* 8214

VEEN, M.C. VAN

Manufacture of large steel pressure vessels for nuclear power stations. The Rotterdam Dockyard Co. paginación varia.
This paper will be limited to those nuclear pressure vessels that have been (and are being) built by the author's company, viz. steel pressure vessels for watercooled nuclear steam-suppley systems (pressurized water reactors, boiling water reactors, and pressurized heavy water reactors).
First, data will be presented to illustrate the most important characteristics of these nuclear vessels.
Some of these characteristics, such as design pressure and temperature, internal diameter and height, location and size of nozzle penetrations, are specified by the builder of the reactor system. Other data, such as the choice of the steel quality with nechanical characteristics, wall thicknesses, flange and nozzle dimensions,

are generally the supplier's responsibility: Fabrication of nuclear pressure vessels, in general, not only involves the actual manufacturing operations, such as welding and machining, but also includes design and stress analysis, material selection, and quality control in the delivery contract.

9001

TUBE INVESTMENT STAINLESS TUBES LTD.

Tube investment stainless tubes technical data.
12 1/4 x 9 3/4 in. Loose leaf manual. Warley, Worcs.
1969: T1 Stainless Tubes Ltd.

9004

STAINLESS STEEL DEVELOPMENT ASSOCIATION

Introducing stainless steel
5 3/4 x 8 1/4 in. 20. Illustrated London (1970) The Association

* 9009

KOVAL, A.T.

Force conditions of tube extrusion. (Stal in Engl., Nº 12, 1969, p. 1077-1079).
The kinematic and force parameters of tube extrusion were determined analytically and compared with the processes of bar and sheet extrusion. Under specific conditions (with sufficiently low coefficient of friction) formulae derived for the cases of bar and sheet extrusion can be utilized for the forces in tube extrusion. The dependence of the mean pressure on the die in indirect extrusion and the height of the plastic zone on the relative dimensions is presented.

* 9020

ZHUKOVSKII B.D., ZIL'BERSHTEIN L.I., YANKOVSKII V.M., SHKABATUR K.I. and SHAITAN L.I.

Improving quality of samll and medium diameter electric weld tubes. (Stal in Engl., Nº 6. 1969, p. 583-584).
A comparison of electric resistance weld and high-frequency weld tube showing the advantages of the latter in respect of weld stability, dimensional accuracy, and surface finish. Satisfactory methods of removing the weld bead in the weld line or external to the mill should be developed to extend the field of application of welded tube. Elimination of strip material defects of steel melting or rolling origin will enable high-frequency weld tube to be more widely applied.

* 9026

SPIVAKOVSKII L.I. ET AL.

Economics of tube manufacture in USSR.
(Stal in Engl. Nº 3, 1969, p. 334-336).

* 9029

TUSHKOV P.M.

Economic effectiveness of warm rolling stainless steel tubes. (Stal in Engl., Nº 2, 1969, p. 232-234).
The use of a warm rolling technique, instead of cold rolling, to produce Kh 18N 10T steel tubes makes it possible to increase the output of cold rolling (KhPT) mills; the length and transverse cross-sectional dimensions of the blanks for the tube drawing mill can be increased and one drawing cycle can be eliminated. This provides considerable savings as regards pay, and the loss of metal is reduced. The variations in the figures under individual headings, and for individual shops, have been investigated. Warm rolling has been used at the works since 1961.

* 9033

SHAIKEVICH S.A.

Increasing the effectiveness of utilization of mills for cold rolling tubes. (Stal in Engl., Nº 9, 1970, p. 721-723)

* 9036

LITVINENKO D.A.

Cold-rolled stainless steel. (Stal in Engl., N° 6, 1970, p. 480-481)

* 9038

VATKIN Ya. L., KUCHERENKO V.R., KHAUSTOV G.I. and D'YAKOV Yu. V.

Decreasing wall-thickness variations of cold-rolled tubes. (Stal in Engl., N° 6, 1970, p. 466-467).
Trials showed that in order to decrease variations in the wall thickness of cold-rolled tubes the tube diameter must be decreased intensively in intermediate passes on mandrels with a large taper. Reduction of the induced wall thickness variation is achieved in the last (finishing) pass when rolling on mandrels with a small taper. The use of mandrels with a taper of 0.035 and 0.02 is recommended for the intermediate and finishing passes, respectively.

* 9039

NOSAL' V.V., VERDEREVSKII V.A., MOROZOV A.A., KOZLOV B.N. PICHUGIN G.P.

Improving the efficiency of tube cold-rolling mills.
(Stal in Engl., N° 5, 1970, p. 388-391)

* 9040

DANILOV F.A.

460

Improving a tube-rolling unit with continuous mill
(Stal in Engl., N° 4, 1970, p. 294-297)
Improving the construction of the rapid-heating compartment furnaces, increasing the degree of deformation in the continuous mill, and reconstruction of the sizing and reducing mill enabled a substantial increase in the productivity of the 30-102 unit of Pervoural'sk new tubeworks to be achieved. The investigations showed the possibility of increasing the dimensional accuracy of the tubes after the continuous mill.

* 9041

KASHIRSKII G.A.

Prospects for using continuous cast metal as tube blanks (stal in Engl., N° 3, 1970, p. 237-238)
The first results of experiments into the production of hot-rolled tubes from continuous cast blanks were discussed at a session of the tube production section of the USSR Ministry of ferrous metallurgy Scientific and technical council. The advantages were noted (higher production of first grade tubes rolled in automatic mills, reduced consumption of metal when tubes are rolled in pilger mills). Recommendations were adopted regarding the expediting of further research, primarily at the Rustavi and Novo Tula steelworks.

* 9042

TSELIKOV A.I., GULYAEV G.I., SEIFULIN G.K., DANILOV F.A., NODEV E.O., MARKOV V.P.

Development of the continuous rolling of tubes in the USSR. (stal in Engl., N° 3, 1970, p. 235-237)
The 30-102 continuous tube-rolling unit of Pervoural'sk new tubeworks is the most highly perfected of all similar units existing in world practice. The productive capacity of the unit at present exceeds the designed capacity (430 thou t of tubes/y). Suitable improvements have enabled tubes 27 m long to be obtained after the continuous rolling mill. The metal consumption coefficient on the 30-102 unit amounted to 1.112 in 1968; this index is much better than on similar units produced by the firms Innocenti and Demag. The construction of the new continuous tube-rolling units has enabled a higher tempo of growth to be achieved in our country in the production of hot-rolled tubes with diameters of 30-146 mm.

* 9046

SHEVAKIN Yu. F., MATVEEV B.N., BIBIK G.A., KARPOV G.A., TERESCHENKO A.D., UMERENSKOV V.N., KUPERSHTEIN E.A., SIMONOV S.K.

Rational pass design of pilger polls for rolling thickwalled tubes. (Stal in Engl. N° 1, 1970, p. 53-54).
It was shown that optimum results in rolling thickwalled tubes in the rotary forge are not obtained unless the passes in, the pilger rolls are designed particularly for rolling such tubes. The roll-pass parameters are calculated and the results illustrated by an example.

9064

FIRTH BROWN LTD.

Steel specifications
120 x 85 mm. 231. Sheffield, 1971: Firth Brown Ltd..

* 9065

BEVERLY B.H. Jr. and MYERS L.P.

What's new in special stainless steels.
Metal Progr. 101 (1972): 2,54-64,66,70-72
You can get a quick update on what's available in special stainless steels from the following Forum and Data Sheet. The Forum is made up of 16 short articles that are application-oriented. Here are the grades discussed: Custom 450, Type 439, Croloy 16-6 PH. USAmet, p. 60; 416 MF, 416 MH, 416 MX, and 4 MX, CA6NM, E-Brite 26-1, PH-55A; CSM 414, BG-42, and 21-6-9. The three-page Data Shell, covers the more than 160 grades.

* 9069

TI STAINLESS TUBES LTD.

TI Stainless-tubes, technical data.
1969

9075

RICHTER H. and KLEIBELER H.J.

Tube materials in nuclear reactor construction Schweiz Arch., Nov., 1969, 35. (11), 375-380 (in G.)
Alloys used for reactor fuel cans, heat exchanger tubes and pressure tubes in various types of nuclear reactor are discussed 14 ref.

9076

CHAMAYOU G.

The cold working of stainless steel tubes-I
Formage traitements métaux', mar., 1970, (13), 35–44
Tube sizes, which are readily available, are listed
The basic forming processes are briefly described such as rolling, fixed plug drawing, moving mandrels, floating plug and tube sinking, also the forming of square tubes.

9077

CHAMAGOU G. and DUVAL H.

The cold working of stainless steel tubes. II-Cold bending.
Formage, Traitments Metaux, may. 1970, (15), 43–48–52
The basic formulae for tube bending are given. Two factors influence the form of the tube bend, these are the ratios of tube dia. to wall thickness and min. bend radius to tube dia. Results for various types of bending technique are presented graphically and. a "difficulty" factor is discussed. A list of the main defects in tube bends is given with list of the possible causes.

9078

STAINLESS STEEL EXTRUSIONS

Stainless steel, 1969, (12), 9-11
Billet temp. for extrusion of stainless steel are usually 1100-1200°C and glass or graphite are generally used as lubricant. A high speed is essentially and speeds more than 15ft/sec are recommended in order to hold very close tolerances over the entire length of an extruded section or tube. A suitable die material is a 9 o/oW steel, or a 4 1/4o/oW steel contg. additions of Cr, V, Mo, The use of martensitic steels for extrusions is limited to heat resisting applications. Complex shapes can be held to ± 0,030 in. or better when a cold drawing operation is included.

9079

CHAMAYOU G., and DUVAL H.

The cold working of stainless steel tubes-III
Formage traitements Métaux, June 1970, (16) 49–56.
Examples of shaping operations which can be applied tubes are given including end forming operations, fluting, coil forming and bending. Newer techniques such as flow turning, high energy forming methods and bend forming by rolling, are also discussed.

* 9080

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, PHILADELPHIA., PA.

Annual book ASTM Standards, 1970, pte. 1 Steel piping, tubing and fittings.

* 9081

OGURAS S., SASAKI K., SUZUKI J., and DEGUCHI H.

Manufacturing of steel and alloy tubes for nuclear power plants.
Sumitomo Search, may., 1970, (3), 57-71 (in english).
Alloys for use in the newest nuclear power plants, including a 300 MW reactor of the fast breeder type are detailed. Examples are: stainless steel cladding tubes, large dia, austenitic stainless steel seamless pipes for cooling water, 75: 15 Ni-Cr alloy tubes for steam generation, stainless steel tubes for driving mechanisms and heavy wall C-steel pipes for steam and feed water pipes. Types, specifications, uses and special properties of 15 alloys are tabulated. Flow sheets of processes are presented. Equipment described and illustrated includes presses, welders, heat treatment, testing and inspection.

*10.116

OFFICE OF THE ASSISTANT GENERAL MANAGER FOR REACTORS

Nuclear Reactors Built, Being Built, or Planned in the United States, 1971.
This compilation contains unclassified information about facilities built, being built, or planned in the United States for domestic use or export as of June 30, 1971, which are capable of sustaining a nuclear chain reaction. Information is presented in five parts, each of which is categorized by primary function or purpose. The major parts, namely, civilian, military, production, and export, as well as such categories as power and propulsion, are self-explanatory.

*11.128

STOUT R. D., MACHMIER P. M. and QUATTRONE R.

Effects of impurities on properties of high-strength steel weld metal.
Welding J., Nov. 1970, 49, (11), 521-530
The thereshold level of gaseous impurities at which degradation of mechanical properties in HY-130 weld metal ocurred was studied for specimens prepared by inert gas shielded W are or metal are welding.
It was found that the weld metal was readily contaminated with N or 0 when were present in small amounts in the shielding gas. High purity welds in I inch plates with a 3% Ni-Mn-Cr-Mo filler metal or a 5% Ni-Cr-Mo wire developed satisfactory tensile strength and ductility and showed excellent notch toughness when deposited by the metal are or W are process. Nitrogen produced a marked and progressive notch embrittlement. Small additions of Al, V, Ti or Nb raised yield strength but lowered notch toughness, The 3% Ni alloy was strongly embrittled by 0 contamination whilethe 5% Ni alloy showed little effect up to 100 ppm 0. Keyhole restraint tests showed the 3% Ni metal was much more susceptible to H-induced delayed cracking then the 5% Ni metal. Electromicroscopy showed that the embrittlement due to 0 was related tothe formation of Si02 particles in the matrix which increased in size and number as the 0 was increased. 11 ref.

*11.129

GROVE E. L., LOSEKE W. A. and GORDON E. S.

Development of a portable direct reading spectrometer to monitor oxygen-hydrogen containing contaminants in gas W-Are process shields.
Welding J., Nov. 1970, 49 (11), 538-544.
The presence of atmospheric contaminants in the shielding gas, on the metal surface and dissolved in the metal or trapped in inclusions during the gas-tungsten-are-welding of Al alloys can be detected with a new portable direct-reading spectrometer. The instrument is designed to operate under adverse optical conditions, i. e. very short are lengths, optical planes other than 90° and with a source that does not remain in a fixed optical position in space. Its design, calibration and performance are described in detail. 7 ref.

11.130

Some effects of welding on the mechanical properties of structural steels.
Inst. of Minig and Metallurgy: Proc. Ninth Commowealth Min. Met. Congress 1969, Physical Fabrication Metallurgy, 1970, 4, 53-62
The thermal and mechanical strains which occur during welding can change the properties in the parent plate near to the weld. Existing information on changes in fracture toughness near welds in outlined, with particular ref. to the weld-strain-embrittled region of C steels and precipitation-embrittlement regions in low alloy steels. The effects of thermal stress-relieving treatments on properties and theproblem of cracking near the weld during the treatment are also discussed. 29. ref.

11.131

AMATO I.

The brazing of nuclear components.
Met. Italiana (Atti Notizie) oct. 1970, 25, (10) 339-343.
Details are given of procedures for brazing with commercial H, and vacuum-and induction-brazing of complex components in stainless steel H-brazing is carried out at 925-1065° Cusing preplaced rings of Ni-13% Cr-10% of melting point 890° C vacuum brazing uses Nicrobraz-50 at a vacuum of 10-4 torr, and induction brazing uses the Ni-Cr-P alloy with a flux.

11.132

BRAITHWAITE A. B. M.

Engineering design and its relationship to welding Inst. of minig and metallurgy, Proc. Ninth Commonwealth Min. Met. Congress 1969: Physical Fabrication Metallurgy, 1970, 4, 39-52, discussion 63-67.
The engineering aspects of welding are considered with particular ref. to mining and handling equipment. The fatigue of welded structures techniques for improving fatigue strength, and methods for calculating fatigue life are discussed. The choice of materials for welding the heat treatment of welded structures are outlined.
Service failures illustrate how incorrect detail design can affect performance.

*** 11.133**

TIG WELDING THE LUNAR MODULE

Weld, Eng. Nov. 1970, 55, (11) 58, 62-64.
Most of the lunar module was fabricated from Al alloy with 2219 used exclusively in the ascent stage in chemically milled panels, machined longerons and other parts Components were joined by TIG welding under carefully controlled conditions, then subjected to critical hydrostatic inmersion and internal pressure tests.

*** 23.001**

SAMANS, C. H.

Selecao de acos para equipamento de refinaria de petroleo. (Conf. proferida durante O 24 Cong. Anual de AMB, Sao Paulo, Julio 1969).
A selecao de acos para reservatorios e tubulacoes em refinaria de petróleo é determinada pela combinacao mais economica das tensoes admissiveis especificadas e a capacidade de resistir a degradacao sob condicoes operacionais. A temperatura e um fator importante a ser considerado na selecao, porque ela afeta tanto a resistencia mecanica como a resistencia a corrosao. As temperaturas de operacao de refinarias podem varias desde —45° C, ou menos, até 650° C, ou mais, dependendo dos processos especificos usados. O hidrogenio degrada muitos tipos de acos naquela faixa de temperaturas, alem do que, autros mecanismos tornam-se ativos em altas temperaturas. Os acos ferriticos, abaixo e em temperaturas atmosféricas, podem sofrer transicao para fragilidade ao entalhe, e os perigos causados por este fenomeno devem ser considerados. Em virtude de os acos resistirem muito pouco a corrosao em presenca de condemsacao aguosa, o uso de filmes inibidores de corrosao ser ventajoso. De 345° C ate 650° C, os acos ferriticos contendo ate 9% de cromo e 1% de molibdenio resistem muitas formas de degradacao, com sucesso. Os acos inoxidaveis ferriticos de alto cromo apresentam poucas ventagens. Acima de 650° C, e para condicoes corrosivas severas em baixas temperaturas, os acos inoxidaveis austeniticos deven ser usados.

*** 23.002**

LONDON. BRITISH STANDARDS INSTITUTION

Draft British Standards general principles for sampling airbone radioactive materials.
DC 72/44470, 1973
The potential hazard from breating airborne radioactive materials must be evaluated and controlled through measurements of the levels and nature of the airborne radioactive materials. In zones occupied, or to be occupied, by workers, the levels of airborne radioactive materials must be determined and compared with the applicable control level to ensure that workers are not exposed to concentrations exceeding those considered safe. Levels necessitating improved facility design, insolation of source or contamination, control of exposure time, or the wearing of approved respirators may thus be identified.

*** 23.003**

WHITTAKER S.J. and STANLEY J.

Method and apparatus for fuelling a pressurised nuclear reactor. Atomic Energy of Canada. Canadian Patent Nº 891193, Class. 359-32, 1972
This invention relates to a method of and apparatus for fuelling a pressurised nuclear reactor.
It has already been proposed to fuel a pressurised nuclear reactor by connecting in a fluid-tight manner a fuelling machine casing to a fuel channel, equalising the pressure within the casing, opening a valve sealing the fuel channel, connecting a hauling device to a spent fuel stringer within the fuel channel, hauling the spent fuel stringer into the casing, inserting a fresh fuel stringer within the fuel channel, closing the valve, and removing the casing from the fuel channel.

23.004

LEWIS W.B.

The Heavy Water Reactor for Power
AECL 319 (report DL-25, 49 pp., 1956)

BIBLIOTECA

* 23.005

U.S. ATOMIC ENERGY COMMISSION

The nuclear industry. 1971
199 p. (WASH 1174-71)
The nuclear industry continued to grow in 1971, a year which reflected an increasing level of orders for nuclear power plants. There also was increasing evidence that the industry is reaching maturity, especially in the use of light water reactor technology.
In his first speech as AEC Chairman, Dr. James R. Schlesinger told the industry:
"The development and the expected growth of this industry are simpley remarkable. What other industry can look forward with the same degree of confidence to a growth rate of roughly 15 o/o per annum. The future is spectacular —the ultimate future. The pace of achievement, however, will depend heavily on two provisos: first, provision of a safe, reliable product; second, achievement of public confidence in that product. Satisfying these provisos will be a demanding task. But it can be done, if we recognize that it is imperative to provide the determination, the resources, and the organization to meet that challenge....
"It is the responsibility of the Atomic Energy Commission vigorously to develop new technical options and to bring those options to the point of commercial application.
It is not the responsibility of the Atomic Energy Commission to solve industry's problems which may crop up in the course of commercial explotation.
That is industry's responsibility, to be settled among industry, Congress, and the public. The AEC's role is a more limited one, primarily to perform as a referee serving the public interest. Imight add that it is to industry's long-run advantage that the public has high confidence that the AEC will appropiately perform its role in this regard.... "1/
The growth of the nuclear industry was highlighted in 1971 by orders for nuclear electric power units at a level substantially above 1970 and at a higher level than in any year since 1967.

* 23.006

SCHERER F.M.

Nordhaus' theory of optimal patent life a geometric reinterpretation.
The American Economic Rev.. 62, (3), June 1972, p. 422
For more than a century the patent system has been studied with remarkable care by economists, Yet only recently, in a contribution by William Nordhaus, has formal economic theory been brought to bear successfully on the central policy issue of the patent system-how much protection should be accorded inventors and innovators. This article extends Nordhaus' pioneering work and correct what in some cases is a significant interpretational error. Nordhaus' original presentation was largely algebraic, but certain problems he left unsolved can be tackled more directly through the geometric approach taken here. This node of attack has the fringe benefit of making what in the original paper was a rather forbidding tangle of mathematical notation more comprehensible intuitively.

* 23.007

NORDHAUS W.D.

The optimun life of a patent: reply. The American
Economic Rev. 62, (3), June 1972, p. 428.
In his geometric discussion of the economies of patents F.M. Scherer has clarified many of the results and pointed to some problems. His discussion is confined to ,the "pure" theory. I wish in this reply to point out some problems with the pure theory and suggest that the implications are rather different from those drawn in Scherer's article.

* 23.009

ASHANINA A.

Sources of financing and the structure of expenditures of scientific research organization.
Problems of Economics. 14, (6), Oct. 1971, p. 75

* 23.010

PRESCOTT E.C.

Adaptive decision rules for macroeconomic planning.
Western Economic J.9, (4), Dec. 1971, p. 369

* 23.011

ALAGH Y.K., SUBRAHMANIAN, K.K., KASHYAP S.P.

Interregional industrial structure in a developing economy: a conceptual frame with a case study.
J. of Regional Sc. 11. (3). Dec. 1971
This paper examines the regional spread of the Indian industrial structure and suggests that, apart from the relatively diversified regions linked with the metropolitan cities of Calcutta, Bombay, and Madras, industrialization in the other regions consists of easily identifiable clusters or sets of a few interrelated industries. Historically, this phenomenon has been explained by the commercialization of Indian agriculture in the nineteenth century leading to the development of raw material and plantation based industries. The industralization process was gradual because the economy was left open in the international context. (See Gadgil (8), Malenbaum (18), and Thorner (22).) Diversification of the national industrial economy started taking place in the last two decades. To the extent that the recent industrial projects have been located in areas outside the regions adjoining the traditional industrial metropolis, the spread effects within the region have been poor and the impact of the diversification of the national economy on regional diversification has been limited.
The type of interregional industrial structure being described lends itself to analysis by both regional input-output techniques (with block diagonal 'regional tables) and conventional economic base studies. Since such an approach has obvious relevance to multiregional developing economies in general, we have attempted in this paper a comparative assessment of the two types of techniques, the main conceptual arguments being then proved empirically with Indian data' The paper further explores the implications of the structural analysis for the construction of national industrial planning models which specifically incorporate the interregional aspect.

* 23.012

TARASUK W. R.

Nuclear fuel fabrication
Canadian Gen. El. Co, Ltd.
Canadian Patent 891194

* 23.013

DOMER H., HARTZ K., and TRUMPFHELLER R.

The technology and economy of the quality control of large reactor components.

Atomwirtschaft Atomtechnik. 17, (9/10), Sept. 1972, p. 524

23.014

OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY, TENN

Selection and procurement of pressure relief valves for light-water-cooled nuclear reactor system.
ORNL-TM-3782, June 1972. 99 p.

* 23.015

DALGAARD S.B.

The corrosion resistance of Zr-Nb-and Zr-Nb-Sn alloys in high-temperature water and steam.
AECL-993, 1960
An alloy of reactor-grade sponge zirconium-2.5 wt. o/o niobium was exposed to water and steam at high temperature. The corrosion was twice that of Zircaloy-2 while hidrogen pickup was found to be equal to that of Zircaloy-2. Ternary additions of tin to this alloy in che range 0.5-1.5 had no effect on the corrosion resistance in water at 315°C up to 100 days. At higher temperatures, tin increased the corrosion, the effect varying with temperature. Heat treatment of the alloys was shown to affect corrosion resistance.

* 23.016

NEWCOMBE H.H.

Radiation-induced instabilities in streptomyces.
AECL-35, (J. of general nicrobiology. 9 (1), Aug. 1953
A variety of heritable changes affecting colony morphology and colour are induced in a Streptomyces sp. by exposure of the spores to ultraviolet and gamma rays. Most of the changes are associated with instabilities which give rise to further variation during colony growth and spore formation. The instabilities persist indefinitely in most lines of descent and give rise to characteristic proportions of new variant types each having its own pattern of instability. The ultraviolet dose effect curve shows the familiar peak and decline found for mutations in many other organisms. The present changes however, differ from the gene mutations previously studied in that they can be induced with much greater frenquencies (30-60 o/o of the colonies being affected), and that gamma rays are as effectuve or more so than ultraviolet irradiation. This suggests that the initial changes and perhaps subsequent ones as well, might be more of the nature of the chromosomal rearrangements, rather than of the gene mutations, of higher organisms. Similar instabilities arise spontaneously but with a much lower frequency.

* 23.017

LEWIS W.B.

Canadian power development-future possibilities.
AECL-131 (Report DL-15), 1954

* 23.018

LEWIS W.B.

Economics aspects of nuclear power.
AECL-165 (Report DL-16) 1955

* 23.019

LAURENCE G.C.

Atomic power reactors and their fuels.
AECL-175 (Chemistry in Canada, May. 1955)
The author mentions some of the basic principles of converting nuclear energy to electrical energy, and describes features in the design and operation of power reactors, the choice of materials in their construction and the requirements for fuel.

* 23020

LEWIS W. B.

Possibilities of Generating Atomic Electric Power at competitive Rates (Report DL-17, 23 pp., 1955.

* 23.021

HORSMAN J. C.

Atomic Power Reactors and their Fuels (Chem in Can. 7, 48-52, June, 1955) AECL - 179.
The author, in this paper, amplifies the general account of nuclear reactors and their fuels given in Part 1, referring in particular to the practical aspects and the manner in which fuels might be used. Mr. Horsman is head, nuclear engineering branch, Atomic Energy of Canada Limited, Chalk River.

23.022

LEWIS W.B.

Atomic Energy a Source of Future Power— Its Impact on Industry. Report DL-18, 10 PP, 1955, AECL 180

LEWIS W.B. 23.023

An Atomic Power Proposal
(Report DR-18, 14 pp. 1951, declassified 1955). AECL 186)

* 23.024

DAVIS J.

Electric Power in Canada. Regional Forecasts in Relation to Nuclear Power Possibilities. Paper A/Conf. 8/P/3 in Proc. Intl. Conf. Peaceful Uses Atomic Energy 1, 166-171 1956. AECL 202.

* 23025

LEWIS W. B.

Some Economic Aspects of Nuclear Fuel Cycles. Paper A/Conf. 8/P/4 in Proc. Int. Conf. Peaceful Uses Atomic Energy **3**, 3—13, 1956. AECL 203

23026

HURST D. G.

Experiments on Some Characteristics of the NRX Reactor.
Part I—Methods and Prolonged Fuel Irradiation. Paper A/Conf. 8/P/5 in Proc. Int. Conf. Peaceful Uses Atomic Energy 5, 111—118, 1956; also slightly revised and combined with 205 in Prog. in Nuclear Energy, Ser, 2, **1**, 1—48, 1956. AECL 204

23027

WARD A. G.

Experiments on Some Characteristics of the NRX Reactor. Part II – Temperature and Transient Poison Effects. Paper A/Conf. 8/P/6 in Proc. Int. Conf. Peaceful Uses Atomic Energy 5, 119–124, 1956; also slightly revised and combined with 204 in Prog. in Nuclear Energy, Ser. 2, **1**, 1–48, 1956. AECL 205

23028

DAVIS J. and LEWIS W. B.

An Economic Forecast of the Role of Nuclear Power in Canada. Proc. Int. Conf. Peaceful Uses Atomic Energy 1, 346–353, 1956; also in Can. Chem. Processing **39**, (10), 65–80, 1959. AECL 210

23029

ATOMIC ENERGY OF CANADA LIMITED NRX REACTOR STAFF NRX Reactor reseach Facilities
Report IOP–3, 20 pp., 1955. AECL 215

23030

GREENWOOD J. W.

Catalogue of Nuclears Reactors
Report CRR–590, 52 pp, 1965 AECL 220

* 23031

GILBERT F. W.

Problems in Producing Power from Nuclear Fission (Eng. L. **38**, 1204–1206, 1955) AECL 238
Showing the conservation of neutrons is a basic problem in reactor design, the author enumerates the various fissionable fuels available. Pointing out that the choice of the type of reactor is the first decision, he lists the various types of reactor, giving their respective advantages and shortcomings.
Methods of feeding the fuel into the reactor are discussed, as well as some of the problems involved in assuring safe operation.

23032

SMITH H. A.

The Preliminary Designs for NPD (Chalk River Report, 25 pp., 1955). AECL 240

23033

BENNETT W. J.

Canada's Nuclear Power Development Programme (13 pp., 1955). AECL 242

23034

LEWIS W. B.

Reactor Design and Technology Presented at the U.N. Geneva Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, August 1955 (Report DL–20, 16 pp., 1955). AECL 252

23035

BENNETT W. J.

The Atomic Energy Programme in Canada (14 pp., 1955) AECL 254

LEWIS W. B. * 23036

Atomic Energy 1955– Public Lecture at the Royal Military College of Canada, Kingston, Ontario, on November 10, 1955. (Report DL–21, 13 pp., 1955) AECL 263

23037

RUNNALLS O.J.C. and BOUCHER R.R.

The Crystal Structure of β–$PuSi_2$ (Acta Cryst. **8**, 592, 1955) AECL 264

23038

BUNNALLS O.J.C.

The Crystal Structures of Some Intermetallic Compounds of Plutonium (Can. J. Chem. **34**, 133–145, 1956)
AECL 267

* 23039

LEWIS W. B.

Attainable burn–up of uranium with plutonium recycling, with special reference to the ANL 1000 MW heavy water boiling reactor of Geneva paper P/495. AECL–285
(Report DR38) 1956
A method of calculeting the attainable burn–up of uranium is developed which readily takes into account any departures from the ideal of returning all the plutonium.
The analysis applicable only to the equilibrium condition when a steady state of recycling has been attained. It is shown that whereas an optimum assignment of parameter was made for starting up the ANL 1000 MW D_2O boiling reactor with natural uranium, a greater burn–up of natural uranium would be attainable by reducing the resonance escape factor from 0.8364 to about 0.70. This, however, necessitates carrying a greater proportion of fissile material throughout the fuel cycle.
Without this enrichment the attainable burnup is estimated as 30,000 megawatt days per tonne, using the best data available on the properties of the plutonium isotopes. With enrichment and a reduction of the resonance escape factor, an attainable burn–up of 45,000 megawatt days per tonne would be predicted.
The methods used are given with a high degree of precision so that other cases may readily be analysed.

23040

LEWIS W. B.

Atoms for Peace–Canada Goes to Geneva (Queen's Guarterly **63**, 84–96, 1956) AECL 300

23041

BENNETT W. J.

The Atomic Energy Programme in Canada (10 pp., 1956)
AECL 302

23.043

BABBIT J. D., DAUPHINEE T.M., ARMSTRONG L.D. and PERIA W.

Thermal Conductivity of Metals at High Temperatures, II. Thermal Conductivity of Uranium: a Preliminary Study (Report CRR-438, 37 pp., 1949, reprinted 1956) AECL 326

* 23.044

BOYD A. W. and WHITTON J. L.

Determination of neutron flux by measurements of capture gamma rays. AECL-332 (CRDC-637) 1956

It has been found possible to measure the variation of Thermal neutron flux with height in the air annulus in the graphite reflector of the NRX reactor by measuring the intensity of gamma rays emitted on neutron capture from an absorber in this position in the reactor. The apparatus used is described and the values obtained are compared with a measurement of thermal neutron flux made by a cobalt wire activation method in the same position. The variation in relative neutron flux for different heavy water levels in the NRX calandria is shown.

* 23.045

WALLACE P. R. and LE CAINE J.

Elementary approximations in the theory of neutron diffusion.
AECL 336 (Report MT-12) 1956.

This report presents in systematic form solutions of problems of neutron diffusion in a single medium, both with and without multiplication, on the basis of elementary theory. The stationary state diffusion equation with capture is assumed for the diffusion of thermal neutrons and the diffusion equation of the time-dependent type, without capture, for the diffusion of non-thermal neutrons. The stationary neutron densities are derived for various shapes of the medium an various source distributions. The problems are treated in the following sequence: due to acurces of thermal neutrons (ii) nonthermal neutrons due to of fast neutrons. (iii) thermal neutrons due to sources of fast neutrons, without and with multiplication. The problem of multiplying systems under critical conditions in the absence of primary sources is treated in a final section. The material is arranged according to: (a) type of problem (b) shape of medium (c) distribution of sources. Graphs are given to illustrate some of the more important distributions.

23.046

MOXON D.

SLIP: a dynamics programme for the thermal hydraulic behaviour of boiling loops.
AEEW-R-448 Aug. 1968 50p.

SLIP is a dynamics programme (in Fortran) for solving the thermal-hydraulic equations describing an electrically heated rig. The heater may be a single tube cooled from within and insulated from the atmosphere externally, ot it may be a bundle of heater rods each cooled on the outer surface. The axial power distribution is arbitrary. The hydraulic circuit consists of the heated section, a number of risers in series, a single-phase dowcomer containing a pump and a single phase bypass across the test-section. The system may be disturbed by imposing variations on power, inlet sub-cooling, inlet velocity or pump pressure-head. Output includes axial distributions of heat of heat flux, void fraction, coolant density, dryout margin, as well as loop pressure losses An optional extra is a Fourier analysis of certain items of output enabling a calculated cyclic response to be represented in terms of the various harmonics.

23.047

FUJISAKI Y. and KAGAWA T.

High pressure heat-transfer tests on BWR cores
Toshiba Rebyu, 23; 1332-7, oct. 1968

A high-pressure heat-transfer test loop was constructed to determine the maximum heat flux allowable in BWR core, and data on burn-out heat flux were recorded for 4-rod, 5-rod and annular tubes test sections. The ranges of variables investigated were as follows: pressure, 1,0 to 90 Kg. cm^2 abs., mass velocity, 1.7×10^6 to 11.0×10^6 Kg/m^2h, exit steam, 2 to 27% and heat flux, 6.5×10^6 $Kcal/m^2h$ or below. The heated lengths of the test sections were 300 to 450 mm. the outside diameter, both 10 mm. Investigation was also made on the method of increasing burn-out heat flux by using an orifice as a mixing promoter of two-phase flow.

23.048

WORLEY N.G., TAYLOR A.J. and PRASHER C.L.

Heat exchanger useful in nuclear reactor system U.S. Patent 3.393. 664 July 23, 1968. Priority date Nov. 25, 1963, Great Britain.

A steam generator and superheating plant for a nuclear reactor are described. The forced flow boiler consists of serially connected steam and superheat sections of multiple variable-length pipes. A controlled flow of liquid coolant runs parallel to the steam inlet and has an intermediate connection in the steam generator (Offic. Gaz).

23.049

BERGLES A.E., ROOS J.P. and BOURNE J. G.

Investigation of boiling flow Regimes and critical heat flux.
Final Summary Report N° 797 (NYO-3304-13) July 1968. Contract AT (30-1)-3304. 174p.

An investigation of boiling flow regimes and critical heat flox was conducted. The experimen tal facility consisted of a water loop and a recirculating steam loop supplying electrically heated test sections. The steam loop was found to be a practical and economical method of increasing the capacity of the facility. Film thickness and critical heat flux measurements established that obtained with two-phase inlet conditions were comparable to those obtained with single-phase inlet conditions, provided that the annular mixer was properly adjusted and the test section was sufficiently long. The instrumentation developed for study of the flow structure included a traversing electrical probe, for determination of the general flow regime and measurement of the thickness of the annular liquid film and a traversing isokinetic sampling probe, for examination of core entrainment in annular flow. Detailed flow regime information was obtained for boiling water flowing vertically upward in circular tubes of 0.4 and 0.8 in diameter with lengths varying from 2 to 8 feet. Inlet conditions were subcooled, pressures were 500 to 1000 psia. and mass velocities ranges from 0.2×10^6 to 4.0×10^6 $lbm/hr\ ft^2$. The following flow regime boundaries were identified: bubble, slug, froth, and spray annular. The flow regime boundaries were found to be significantly altered by changes in pressure, tube length, tube diameter, and inlet temperature. For the conditions tested, the CHF locus does not exhibit any unusual behavior when the various flow regime boundaries (bubble, froth, and spray annular) are crossed. Measurements of film thickness were made for a wide range of conditions in the annular flow regime. At lower quality the adiabatic film thickness is considerably above that predicted by

semi-empirical models, due to entrained vapor. With the exception of very high mass velocities, the film thickness proceeds smoothly to zero as the CHF condition is approached. In view of the direct relation of film thickness to the CHF condition, the electrical probe can be utilized as a burnout protection device. Under certain conditions, oscillating behavior was noted within the heated test section. The oscilations were considered to be acoustical in character, and a model was formulated which yields a reasonable prediction of the threshold and frequency of oscillation. The electrical probe was further demonstrated to be a valuable diagnostic tool for investigatin the flow structure in a rod bundle. Detailed flow regime and film thickness measurements were made in several subchannels of a four-rod bundle. (auth).

* 23.050

WHITMAN M. J., TARDIFF A. N, and HOFFMAN P. L.

U.S. civilian nuclear power cost-benefit analysis. Fourth United Nations Int. Conf., Geneva, 1971 A/ Conf/ P/072.?
Three reactor types were selected for consideration in this analysis: a LWR, a LMFBR and a HTGR. Parameters used were: electricity demand, uranium cost, fossil fuel costs, projected power plant capital cost, and the introduction date of the breeder.
The conclusions quantifies the benefits and a number of other significant benefits between economic, technological and industrial coupling between LWR and LMBFR.

* 23.051

EHRENTREICH J. and PANTLEON M.

European atomic industry and its market
Atomwirschaft Atomt., 14,45-52 Jan, 1969
Saturated steam turbines for nuclear power plants are described. Turbine design data for each of the power reactor throughout Europe are tabulated. Corrosion-erosion effects and erosion on the low pressure side of the turbine are discussed. Requirements for saturated steam turbines are tabulated as a function of power and condenser pressure. Effects of load on the turbines are considered Gas turbines for high temperature gas cooled power plants are discussed. A list is given of turbine manufacturers located in: Germany, Belgium, France, Italy and the Netherlands.

* 23.052

U. S. ATOMIC ENERGY COMISSION. DIVISION OF REACTOR DEVELOPMENT AND TECHNOLOGY.

Updated (1970) Cost-Benefit analysis of the U.S. Breeder reactor program. USAEC, 1972, 56 p. (WASH-1184)
The Updated Cost-Benefit Analysis of the U.S. Breeder Reactor Program bears out the conclusions of the 1968 Study but with considerably more emphasis.
The benefits of the breeder as measured in terms of savings to the Nation's power customers have increased markedly in the current study. The breeder will not only stabilize the cost of electricity, but will also conserve uranium resources and reduce the amount of uranium separative work capacity required. While the benefits are sensitive to power demand, they remain substantial even at the lowest of the projected demands. The relative capital cost of the LMFBR is an important factor, and the LMFBR power plant designers should keep costs firmly in mind in order to assure that reliable and dependable LMFBR power plants can be built at minimum cost.
The combined effect of the chages in the power economy since 1968 is to increase the 7% discounted benefits of the breeder by over 100% from $ 9.1 billion for the base case of the 1968 Study to $ 21.5 billion for the base case of the updated Study. Of the $ 12.4 billion increase in benefits, $ 6.7 billion is due to the higher energy demand; $ 1.2 billion is due to the higher separative work charge; and $ 7.1 billion is due to the higher fossil fuel costs, higher capital costs, and computer program changes. These increases ~~are increases~~ are partially offset by a $ 2.6 billion decrease due to the twoyear slippage in introducing the LMFBR.

23.053

GRAY J. L., LEWIS W. B. and HAYWOOD L. R.

Candu reactors to 1980 and in the long term.
Sectional meeting of the world power conference, Transaction, Tokyo, 16-20 october 1966 vol. III Tokyo, Japanese national committee, World power conference, 1966, AECL 2486, ppf.1487-97 of the 15 th.
The technical acomplishments and the general power reactor position in Canada are reviewed, and predictions are made for the period 60 1980. The role of CANDU reactors in the longer term when their near-breeder capability and flexibility of fuelling promises to meet any problem of fuel resources and to retain a competitive position is examined. Four fuel cycles appropiate to different costs of natural uranium and fuel reprocessing are discussed.

23.054

ZAJIC V.

High pressure reactor water loop.
Jad. Energ., 15:1-10 Jan. 1969 (in czech.)
In 1966 a high pressure reactor water-loop with the at mosphere of CO2 at 65 atm. was set into operation on the WWR-S reactor in the Institute of Nuclear Research for the investigation of pressurized water systems under radiation. It is intended to be applied to the research of corrosion of materials used in the heavy water circuits of HWGRC power reactors being developed in Cz to the research of physical properties and functions of heavy-water circuits in a two phase system (water-CO2) to the investigation of radiolysis and purification of circulating water, to the development of necessary measuring and control devices, of dosimetric systems and to examination of decontamination methods efficiency. With respect to parameters of h-w circuits in the HWGCR types of power reactors, the equipment of this water loop is provided to operate at temp. up to 120°C. There is a hermetic circulating pump and tight servomotoric fittings. All circuits are made of 18Cr8Ni stainless steel, packings of Al and of PTFE. Detailed data on the loop parameter are presented.

23.055

HAUSER G. S.

Cold forming techniques-and how applications could be expanded by more suitable steels.
Mechanical working of steel, vol. 3, 1966, 18-23

Broader applications of modern cold forming methods to the production of steel parts (valves, output shafts) is impeded by a number of problems. Among these are: lubrication, lack of ductillity as affected by mill variables such as segregation, seams, etc. and low tool life in view of the heavy deformation forces exerted. Reviews current cold forming methods, and their limitations. Some example of work pieces failures, where ductility of the material being deformed was insufficient to undergo the strains imposed are cited.

23.056

ROBIM M.

Improvements in and relating to a heat exchanger British paten 1,144,297. 1969 Priority France 1966 A single-walled heat exchanger adapted to limit welds in contact with both water and sodium is described. Liquid sodium flows through conduits in which are also tubes of smaller section in which water circulates. The tubes for liquid sodium have closed ends but, innert tubes are coupled. The heat exchanger is fabricated in modules which are connected in parallel to common inlet and outlet collectors.

DALDRUP H., PANTLEON M. *** 23.057**

European atomic industry and its market. III. Heat exchanger, pumps and valves for nuclear energy installations.
Atomwirschaft, 13: 544-7 (Nov. 1968)
Principal data are listed for the steam equipment and primary circuits of European nuclear power plants. Europeans firms which supply the various pumps motors and heat exchangers are tabulated.

23.058

SULZER BROTHERS LTD.

Heat exchangers.
Britisch patent 1.135.433 Dec. 4, 1968 Priority date Jan. 21, 1965, Switzerland.

23.059

SULZER BROTHERS LTD.

Improvements in and relating to heat exchangers British patent 1,146.012 Mar. 1969. Priority date 1965 Switzerland.
A heat exchanger for the exchange of heat between two mediums is described. The heat exchanger is located in a flow path of one of the mediums such as the coolant in a reactor. The heat exchanger consists of a number of parallel-connected heat exchange units placed side by side with gaps between adjacent units. Each unit includes at least one flow passage for one medium with the coolant medium flowing around the other. Baffles are spaced to restrict the flow of the coolant so that the pressure of the two mediums at adjacent locations are the same.

23.060

BRINER H.

Submerged-arc double-electrode welding in the construction of valves.
ZIS mitt., sept. 1968, 10, (9), 105-15 (in german) The submerged-arc-double-electrode welding (building-up welding) process is briefly described with particular ref. to the circuit used, distribution of the arc and the depth of fusion. The technique is used to weld non-rusting, wear-resistant steel gaskets on plates or disos and inside housings of valves. Construction of the welding appartus required and some results of welding plates and gaskets inside housing are presented. Important factors for succeful welding, including electrode dia, ratio and inter-electrode angle are discussed.

23.061

FRANCIS W. C. and GRIEBENOW M. L.

Proposed heat transfer experiments with direct application to testing reactors.
Apr. 25, 1960, contract AT (10-1)-205. 39p.
An experimental program designed to obtain engineering information directly applicable to the coolings of testing reactors using subcooled water is described. The purpose of the study is to increase the heat removal efficiency in testing reactors, to evaluate new fuel element designs capable of operating at higher power densities, to determine through kinetic studies the effect of hydraulic and/or power transients, and to develop correlations for specific channels, describing the different modes of heat transfer. The nucleate boiling mechanism will be emphasized in order to achieve the higher heat transfer inherent in this mode of cooling. To insure safe operation, it is necesary to evaluate the extent of possible flow redistribution, the burnout point, the entrance to film boiling and the possibility of physical meltdown. The proposed experiments will be conducted in an existing 200 KW electrically heated loop designed to simulate a constant pressure drop system. A small re-entrant loop will be inserted in a reactitivy measurement facility to determine the effect of nuclare boiling on reactivity. If the results of the out-of-pile work are favorable, preliminary in-pile tests in the nucleate boiling region will be conducted using a spectatly loaded (highly fueled) test element. The direct result of all of these tests will be to determine quantitavely the benefits, feasibility and margin of safety in operating test reactors in nucleate boiling. If these data indicate that this mode of reactor operation is attractive and practical, consideration will be given to the performance of such a test using one of the test reactors. Results obtained should allow an increase in the power density (and an associated increase in neutron flux), a reduction in operating pressure and or a reduction in the coolant flow rate Investigation are included to prove that existing safety (required as a result of the hot spot-hot channel analysis) can be reduced without undue hazard to the reactors. This should allow less restrictive fuel loading, reduced manufacturing tolerance on the fuel elements and reduced production costs. This phase of the program should allow reduced operating restrictions on the reactors and on the experiments thus saving time and money spent in "safe-guarding" (P.C.K.)

23.062

OSMACHKIN V. S.

Specific characteristcs of heat transfer in reactors cooled by incompressible fluids.
Proc. Int. Conf. Peaceful Used At. Energy, 3rd, Geneva, 1964, 8: 128-39 (1965) 34p.
The results of a theoretical study of specific features of heat exchan-

ger processes in the channels of non-compressible liquid-cooled reactors are presented. The possibilities of extending P. Prandt's hypothesis about turbulent transfer coefficients to arbitrary flows are discussed. Approximate equations for rate and temperature pulsations in an arbitrary liquid flow are derived from formulas written as integral equations describing the transfer rate and temperature pulsation components. A mathematical analysis of mixing lengths introduced by Prandtl is presented. The problem of stabilized heat transfer and hydraulic resistance in the reactor channels is considered. The approximation of the turbulent viscosity coefficient is used to calculate stabilized heat transfer and hydraulic resistance in tubes and for streamline flows parallel to rod bundles. The results of calculations in a groad range of Reynolds and Prandtl numbers are in good agreement with the available experimental data. The use of the hydraulic diameter for heat transfer and hydraulic resistance calculations is shown to be invalid for the case of streamline flows parallel to bundles of rods. A new method is suggested for determining the equivalent diameter of rod bundles which makes it possible to apply the tube flow formulas for calculating the heat transfer and hydraulic resistance coefficients in in rod bundles. Calculations of heat transfer in circular tubes in the initial thermal region and in the sinesection thermal loop are presented. Relaxation length values for the temperature curve are given which help determine heat transfer for an arbitrary thermal loop. The problems of critical thermal loads during surface boiling of heat-transfer agents in the reactor channels and the mechanism responsible for a heat-exchange critical point are discussed. An analytical expression is developed for critical thermal loads for tube flows below boiling point. The equation derived agress well with the experimental data. (auth).

23.063

Cr recovery improved in Stainless Refining.
Iron Age, 8 june 1972, 209, (23), 59-60/in english/ Two new refining methods both improve Cr recovery during the production of Stainless Steel. The vacuum-refining process and injectiong O below the metal surface under reduced pressure.

23.064

Steelmaking in the Teeming Aisle.
33 Mag. Metals Prod. Feb. 1970, 8, (2), 53-61/ in english Two new processes, both of which make steel in the teeming aisle or on the tapping side of the surface, give the melt shop considerably more flexibility in steel refining. Both processes can be integrated into existing electric arc BOF or openhearth shops and employ accurate weighing which allows production of a specific weight of one grade of steel, regardless of furnace size. In the SKF process, steel is refined in a ladle of austenitic stainless steel in the teeming aisle, incluiding degassing, decarburization and heating stages. An induction stirring process used in the ladle controls four basic characteristics of steel: H concentration; inclusion content; and mechanical properties. The second process in based on spot heating steel with an electron beam. The electronbeam furnace produces superclean steel and proponents claim that it can produce straight Cr stainless steel that possess all of the attributes of Cr-N° grades without th use scareNi.

23.065

CHOULET R. J., DEATH F. S. and DOKKEN R. N.

Argon-Oxigen refining of stainless steel.
Can. Met. Quart., Apro. June, 1971, 10, (2), 129-136/in english.
A summary of the two-year old Ar/0 process for refining stainless steel is presented and includes topics such as the laboratory research and development; commercial scale development leading to the first operating plant at Joslyn operation of the process; and factors affecting process economics. Significant savings are reported resulting from the reduction in furnace time and temp., reduced electrode consumption and longer refractory life. Average Cr and total metallic recovery of 96-98% are cited.

23.066

AOD: Significant Advance in Stainless Steelmaking/33 Mag. Met. Prod., June 1972, 10, (6), 40-45/in english.
The Ar-0 decarburization process is a duplexing operation in which a stainless steel heat is melted down in an electric furnace, then transferred to a separate refining vessel in which the melt is decarburized by blowing with an Ar-0 micture. The technique produces very low decarburizing. Increases in furnace productivity are more than enough to offset the added cost of the A0D vessel and refining operation.

23.067

KOONTZ CH. and MORITZ D. E.

Operation of 50-Ton Argon-Oxygen Vessel at Eastern Stainless Steel Co.
Iron Steel Eng. Dec. 1971, 48, (12), 65-70/in english/ More than 700 heats of stainless steel have been processed in a duplex system consisting of an arc melting furnace and an Ar-O vessel for decarburizing and finishing. Initial problems with premature failure of the tuyeres in the O-Ar vessel have been reduced by keeping heat times to a min, and carefully controlling starting temp., starting Si and max. blow temp. The duplex process is simple and flexible and maintenance of the Ar-O vessel is minimal.

23.068

BUZEK Z., BENDA M. and KRAL J.

The Possibilities of Using Ar and Ar-O Mixtures During the Production of Stainless Steel.
Sbornik V.S.B. Ostrave, 1968, Hutnicka/, 14, (3) 269-273/in Czech/
The possibilities of lowering of Cr losses in Fe-Cr-Ni-C melts during the decarburization of the bath with mixture of O and Ar were studied. Cr losses during decarburization of the bath at 1630-1700°C with mixtures of O and Ar were lowest when only O was used. The same phenomenon was observed in Ni.

23.069

IRVING R. R.

"Argon-Oxygen" Bring New Life to Stainless.
Iron Age, 11 Nov. 1971, 208, (20), 61-63/in english/ Good results with the Ar-O injection process are reported by seven U.S. speciality steelmakers and two British companies. The process not only reduces production cost for standard stainless grades, but is adaptable to introduction of gaseous N into the steel rather than use of more expensive nitrided ferroalloys. Nickel-base alloys (Hastelloys) are also being produced.

23.070

KRASNORYADTSEV N. N. and LEVIN A. M.

Loss of Ti from the Stream of Molten Stainless Steel on Contact with air.
Steel in the USSR, Aug. 1971, 1, (8), 633-635/ in english/ Changes taking place in the composition of a jet of molten Cr-Ni-Ti steel as a result of its contact with air during refining and casting processes were studied. Thus contact with air led to the loss of a considerable proportion of the Ti, the loss being proportional to the length or the square root of the period of contact. The general validity of this law was confirmed by a series of test based on a statistical experimental -planning techniques.

23.071

Argon-Oxigen process for Stainless Steel refining-Union Carbide.
Steel International, 1969, mayo/junio, pag. 118-120/ in english/.

Se analiza tiempos, temp. y composición química de tres corridas. Además se compara el nuevo método (Ar-O) con la práctica convencional de refinado para la obtención de ELC stainless steel.

23.073

A Vacuum Refining Process for Low-Carbon Stainless Steels Tecn. Met., May-June 1971, 26, (184), 53-55/ en español/ The "Paravac" process which produces stainless steels with C 0.02% without using O or inert gas, is described. Charges of up to 10.000 kg are melted in a special induction furnace fitted with a vacuum hood and alloy losses are negligible. Details of the furnace construction are given.

23.074

BARMOTIN I. P., CHEREMNYKH B. H., FILATOV S. K., GERASIMOV YU. V. and KAS. YANOVA A. G.

Blowing of High-Cr-Steel Melts with Argon in Vacuum. Stal', Aug. 1971, (8), 721-722 /in Russian.
A technique for the intensive decarburization of a high-Cr stainless steel by blowing the melt with Ar in vacuum is described. The resultant C content may be reduced to 0.03% or lower in this way. The efficiency of the process increases with rising temp. and with increasing O content (in the form of oxides present in the metal and slag). Simple vacuum treatment unaccompanied by Ar blowing produces far less marked results.

23.075

MAZANEK T.

Melting Processes in Vacuum and Oxygen Converters for Stainless Steel with Low Carbon Content.
Hutnik (Katowice), Feb. 1971, 38, (2), 100-103/in Polish/ This is a review of the production of modern acid-resistant steels. A requirement for such steels is a low C content, even below 0.02% A list of operational conditions under which acid-resisting steel is produced in an O converter is given.

23.076

CHOULET R.J., ELLIS J.D. and SACCOMANO J.M.

Making Stainless Steel in the Argon-Oxygen Reactor at Joslyn.
J. Metals, Feb. 1969, 21, (2), 59-64/ in english/ A new duplex Ar-O decarb. process takes the C removal, Cr recovery and finishing operations away from the arc furnace and transfer them to the reaction vessel. Grades produced to date include 303, 303 Pb, 340 340, 340 L, 305, 308, 309, 310, 316, 316 L, 316 L, 317 L, 410, 416, 430, 17-4 PH and 17-7 PH. Arc furnace tap-to-tap time has been reduced to 3 hr. Chromium oxidation during C removal in reactor processing verages 46 lb/ton of steel produced, regardless of starting Cr and final C contents. Total Si to finish the heats after C removal averages 32 lb/ton of steel. Almost all the Cr required has come from scrap of low-cost, high-C ferrochronium.

23.077

KASNORYADFSEV N. N., KONOVALOV K.N., LEVIN A.M., PASCHENKO V. E. and VERSHININ V. I.

Production of Stainless Steel Without Flushing the Slag and With Double Reladling.
Steel in the USSR, Aug. 1971, 1, (8), 631-632 / in english / A new technology for the productions of stainless steel is described. In this process, instead of running off the slag, the metal is first cast with the slag into an intermediate ladle; the metal is subsequently passed to another ladle in which alloying with Ti takes place. In this way the over-all period of melting is reduced and economies are achieved in relation to the use of ferro-Cr, metallic Mn, and ferro-Ti. A more stable percentage of Ti in the resultant material is also ensured.

23.078

Molten Steel Lanced with Inert Gases in the Ladle, Stal in English, june 1969, (6), 558 / in english.

23.079

KATS L. N. and YASKEVICH A. A.

Behaviour of Nitrogen in the remelting of Nitrogen-Contaiging Stainless Steel with Oxygen Blowing. Izvest. V.U.Z., Chernaya Met., 1970, (11), 73-76 / in Russian, The behaviour of dissolved N in the remelting of Cr-Ni stainless steel by an O-blowing process is considered. At the initial instant of melting the N content is close to equilibrium. After the O-blowing process the N content remaing is independent of the original amount of N present it is appreciably lower than the equilibrium content at the temp. of the process. The amount of oxidized C in the system affects the final N content. The final N content is also sensitive to the proportion of Cr in the steel.

23.080

GERASIMOV YU. V. et al.

Production of Low-Carbon Stainless in the Ladle with Argon Flushing.
Stal', Sept. 1970, (9), 801-802 / in Russian / The factors which

affect the production of Stainless steels 000 Kh 17 N 13 M2, and 000 Kh 16 N 15 M3 with >0.03% C in electric arc furnaces were examined with particular reference to the conditions of holding time, deoxidation, and desulphurization. A technique was developed consisting of deep decarburization by O in the furnace, deox.dacion by Al at 1750-1800°alloying with ferro-Cr and Ar-flushing in the ladle at 0.3-0.6 m3/t steel for 10-15 min. The quality of the resultant steel, rolled into plate and strip, was comparable with that of vacuum-induction-melted products, whilst the production time was cut by 20-30% and considerable savings in power consumpltionwere achieved.

23.081

COPPER L. and LANDIN B.

The ASEA-SKF Ladle Furnace

Can. Met. Quart., Apro. June 1971, 10, (2), 121-128 / in english.

The flexibility of the ladle-furnace process is discussed and examples of its adaptibility to specialized refining techniques, such as desulphurizing to extremely low values and decarburizing under vacuum, are outlined. Installations range in capacity from 22 to 155 tons and are being use in plants making stainless, bearing and tools, as well as plain C steels, where ingot quality is of prime consideration.

23.083

ZEZULOVA M.

New tendencies in the development of stainless steels of extremely low carbon content.

(CSVTS, Steels for the Chemical and Power Industries, Proc. Conf., Tatranska Lomnica, 24-27 Oct. 1967, Sekce IV, Paper 27, PP. 16 (in Ger).

Stainless steels of extremely low carbon content, for instance below 0.03% require additional alloying as their strength properties are, for many purposes, insufficient. Such additions are N, Si and Mn, the latter particularly in respect of a better utilization of the nitrogen and its solubility limit, i.e.Mn improves the hot workability The results reported are of a preliminary nature.

23.084

KAS' YANOV A. G., TUREVICH YU G., MARKELOV A. I., SIDOROV N. V., GERASIMOV YU. V., KHASIN G. A., CHISTYAKOV S. L., POLYAKOV YU. V. and LEBEDEVA B. N.

The quality of low-carbon stainless steel (Metallurg., 1970, 15, (5) 17-19((in Rus.)

A method has been developed for making stainless steel containing < 0.03% C in open arc furnaces, applying metal electrodes (instead of graphite) or by blowing Ar through the melt in the ladle. The products were compared with analogous melts made in a vacuum induction furnaces. The melts were tested for non-metallic inclusions, φ –phase and mechanical and corrosion properties. The specimens were found to satisfy the official standards.

23.085

SAMARIN A. M., POLYAKOV A. YU. and POBEGAILO V. M.

Development of the principles involved in the refining of stainless, low-carbon, chromium constructional steels in the oxygen converter (A.N. SSSR, Metally, 1970, (6), 21-26) (In Rus.)

A method is evolved for refining stainless and other low-carbon, chromiun steels in the oxygen converter, which has many advantages over the refining of low-carbon steels in electric-arc furnaces, and makes it possible to extend the use of oxygen converters to the fields of high-quality steel, a most important factor in modern grading practice.

POST C. B., LEINBACH R. C. JR. and SULLIVAN M. D.

23.086

Stainless Steelmaking utilizing vacuum-treatment. III (Ind. Heat., 1969, 36, Nov., 2185-2194)

Combined basic arc melting and vacuum degassing methods for making extra low carbon stainless steels are described and problems related to this technique are discussed. Heat log comparisons of virgin air melt ELC and degassed ELC heats are shown and typical analysis before and after degassing by this method are tabulated.

23.087

COSMA D.

Study of the solubility of nitrogen in molten stainless steel alloyed with chromium, manganese, nickel and nitrogen.

Arch. Eisenh., 1970, 41, Feb., 195., 195-199 (In Ger.)

The solubility of N_2 in a high-alloy steel was studied in a 50-kg high-frequency induction furnace at 1600°C and a N_2 pressure of 0.79 atm. The N solubility in relations to temp. the interaction parameter and the free enthalpy of solution were derived. The solubility of N_2 decreases between 1540 and 1740°C with increasing temp. This indicates an exothermal reaction. Neither C nor Ni affect the N_2 solubility, but Cr and Mn do. The free standard enthalpy of solution of N_2 was found to be-12.15 kcal/mole at 1600°C (12 refs.).

23.088

OPPENHEIM R.

Recent developments in the field of chemically stable steels.

(CSVTS, Steels for the Chemical and Power Industries, Proc. Conf., Tatranska Lomnica. 24-27 Oct. 1967, Sekce IV, Paper 37, pp. 16) (In Ger.)

A review of the trends in the development and improvement of stainless steels is presented. Standardization of these steels is discussed and the development of low carbon steels, with < 0.03% C is considered. Steels resistant to nitric acid and urea mentioned. (1o refs.).

23.089

KEPKA M.

On the production of low carbon chrome-nickel steels. (hunik, 1970, 20, (8), 286-288).(In Cz.)

The method of making stainless steel using the argon-oxygen reactor, as practised by the Joslyn Stainless Seel Co is evaluated and discussed with similar processes in other countries, including results obtained in this field recently in Czechoslovakia. The Joslyn method is assessed favourably.

23.091

GNORICH and YUN

Stainless steel-even better quality
Sie und Wir, 1971, (7), 29-32 (In Ger)
This deals with a now vacuum refining process applied during the manufacture of stainless steels at the South Westphalian Steelworks at Geisweid. The new method is compared with the old, and the design and operation of the plant are briefly described.

23.092

SINGNORELLI G.

Oxidation of austenitic stainless steels. Note I: Pnysico-chemical aspects.
(Calore, 1971, Nov., 477-490) (In Ital).
Physico-chemical basic principles are given for the metallurgist who whishes to apply a theoretical treatment to the oxidation of metalic materials.

23.093

BARR. R. Q.

A review of factors affecting the selection of steels for refining and petro-chemical applications. (Climax Molybdenum Co. A review of factors affecting the selection of steels for refining and petrochemical applications. (1971), pp. 56 pamphiet).
Steels commonly used in refinery and petrochemical equipmentare defined and described; metallurgical, chemical, and mechanical factors are discussed.

23.094

OMSEN A. and ELIASSON L.

Distribution of nitrogen during solidification of a 17.5 Cr-13 Ni-2.8 Mo stainless steels (JISI 1971, 209, Oct. 830-833).
The distribution of nitrogen during solidification of an austenitic stainless steel With 0.02%C, 17,5%Cr, 13% Ni, 2.8%Mo and varying amounts of nitrogen has been studied. Through a thermodynamic approach the solubitily of nitrogen in the melt and in the first solidified delta ferrite was calculated and tested by studying the structure of a number of laboratory ingots. By estimating the segregations, correlations were found between the nitrogen content, the resulting amount of austenite, and precipitates in the interdendritic regions. Two types of eutectic were observed; the earlier reported X0phase eutectic and a M6X eutectic with a melting point of 1280° ± 20°C.

23.095

COLIN J.

Techniques used for making stainless steels in 1968 (C.D.S. Circ. 1969, 26, (7-8), 1823-1934) (In Fr.) The latest developments in bulk stainless steel production at a number of steelworks are reviewed. The techniques considered are production in air, production in the electric arc furnace and production in the LD furnace. It is claimed that electric arc furnace manufacture no longer shows any marked superiority over LD manufacture. Although the balance today is slightly in favour of the electric arc, this will probably not be so in a few years.

23.096

SHALIMOV A. G., OKOROKOV G. N., TULIN N. A., KHALYAKIN I. V., POZDEEV N. P. and YUNAKOV V. M.

The Vacuum-Melting of Low-Carbon Stainless Steel (Stal' (in Engl.) 1969, (8), 718-720) In Rus/ English Ts NT1ChM, jointly with Chelvabinsk metallurgical works, has developed a technology for producing very low-carbon stainless steel, type 000 kh 18N12, in a 0.5-tonne vacuum induction furnace, with thorough decarburization directly in the furnace, by means of surface blowing (or deep inyection) with oxygen, which enables charge materials of normal commercial quality to be used, for example Khr 000 (Fkh010) Fe-Cr instead of aluminothermic metallic Cr, and to produce a cheaper metal of better quality, with a lower nitrogen content (0.020 to 0.021%).

23.097

ARDITO V. P. and SHAW R. B.

Stainless steel melting by two low cost processes. Part. II: The AVR (Allecheny Vacuum refining) process. (AISI, 80th, General meeting, 25 May, 1972, pp. 20-41). A process of producing stainless steel ingots by vacuum decarburization and refining is decribed. Electric arc furnaces are utilized strictly as melting units and all refining is carried out in a separate vacuum facility. A detailed description of the vacuum equipment as well as the vacuum process is presented. The use of lowest cost raw materials and improved and metallic yields allow the AVR process to produce lowe cost stainless ingots than the conventional ar furnace.

23.098

CARLSON R. F. and SHAW R. B.

Stainless steel melting by two low cost processes. Part-I The BOF (AISI, 80th General meeting. 25 may., 1972, pp. 19)
A method of producing stainless steel in a BOF furnace by utilizing cupola hot metal with scrap and ferroalloys is decribed. An oxidation-reduction technique is discussed. The important factors include starting and finishing temp. reduction slag chemistry, and slagmetal mixing are described in detail. The use of this process has resulted in lower cost stainless ingots than by the conventional electric arc furnace practice.

23.099

SCHACK A.

Industrial heat transfer
Book-german, 1970, pp 464
In this treatise on heat transfer theory and practice, in addition to dimensionless numbers, formulas are presented in the dimensional form so that they are inmediately applicable. Heat transfer by conduction (uniform and variable heat flow), convection (laminar and turbulent flow, theories of heat transfer by convection), the measurement of heat transfer by convection in free flow, forced

flow of gases, liquids, reacting systems, oil, liquid salts and metals, dust, etc., heat transfer by condensing vapors, the design of heat exchangers (clasification of heat exchangers, regenerators), The, secondary heating surface, heat transfer in industrial heating, and pressure loss in tubes are presented in detail. The application of the theory of heat transfer is illustrated by numerical examples. Thermal properties (heat conduction, specific heats, viscocities, Prandlt numbers, emissivities) are tabulated.

23.100

PHILLIPS S. M.

Some alkali metal corrosion effects in a Rankine Cycle test loop.
TMS paper selection N° F69-1, Metallurgical Soc. AIME 1969, pp 19 (pamphlet). A two loop Li boiling K facility was constructed and tested to simulate the major elements and working fluids of a two ñoo ; nuclear, turboplant concept of interest for spacecraft propulsion. During initial testing the Co 1% Zr loop was operated for approx. 100 h at K temp. up to 1900°F (925°C) with a Yt hot trap in the Li loop and a Zr hot trap in tye K loop. This operation produced no observable corrosion in the K loop and nominal. corrosion in the Li loop despite high impurity levels in the Li. No dissimilar metal mass transfer was observed as a result of the hot traps. 12 ref.

23.101

FONTANA M. G.

Selecting construction materials for pumps. Chem, eng. progress, may, 1970, 66, (5), 65-72. The eight common classifications of corrosion failures are all applicable to pumps They are uniform corrosion two-metal corrosion (a galvanic compatibility table is given for dissimilar metals used in pumps, valve trim and piping), crevice corrosion, pitting, intergranular corrosion, selective leaching, corrosion fatigue and erosion corrosion. Environmetal factors (pH, temp. and electrical potential) affecting erosion corrosion are discussed for castings of low-C steel, 18-8 Stainless Steel and 18-8 Mo Stainless Steel and Durimet 20Cr-Ni-Cu-Mo alloy. Other tropics discussed include the effect of enviromental changes and impuritues on pump performance interchangeability and standardization of pump dimensions, the advantages of nonmetallics vs. metallic construction material, acceptable corrosion rates and quality control.

*** 23.102**

NICHOLS R. W.

Welding for nuclear nuclear power
Welding, Sept. 1969, 37, (9), 344-351
A survey is made of some special requirements for the nuclear power industry and typical examples of welding are described. The effects of neutron irradiation, and of chemical and thermal environments are considered, and welding problems associated with nuclear steels pressure vessels, heat exchangers; and steam generating heavy-water reactors are discussed.

23.103

KORNBICHLER H.

Materials, construction, fabrication and testing of nuclear and conventional power stations, effects of the choice of materials.
Miit Verein. Grosskesselbetriber, Dec., 1969, 49, (6), 375-384 (in german).
The various types of power stations are described and structural materials for the steam generatiors, turbines tubing and other app lications are discussed in relation to their operational requirements. Details are given of fabrication techniques, welding, cladding, etc., of the various materials. Methods used to test pressure vessel and reactor componentes, tubing, shielding, weld seams, etc., are described.

23.104

THIESSEN W.

Welded construction of plant with particular reference to heat exchangers.
Chemie Ing. Technik, 29, May. 1970, 42, (11), 751-756 (in german)
The design of welded joints in the body and between tubes plates to avoid excessive stress concentration is discussed as is also the welding of dissimilar metals e. g. Cu/steel, carbon steel/austenitic steel. Failures due to stress corrosion cracking and other causes are illustrated.

23.105

CHOCKIE L. J. and KARSON C. F.

Industry cooperative program on heavy section steels. TMS paper selection Ni A68-47, Met. Soc. AIME 1968.
Pressure vessel technology, LL-Materials and fabrication 1969,1005 1016. The industry cooperative program on heavy section steels is being carried out under the auspices of the pressure, vessel research committee of the welding research council by the leading companies involved in the design and fabrication of pressure vessels for nuclear reactors. The objective of the program is to determine the mechanical properties of heavy section steel plates, weldments, forgings and castings, and to determine effective flaw inspection techniques. Test specimens are being taken from actual production plates for nuclear contract by utilizing nozzle-cut-outs, crop ends and extra material ordered especially for this work. Also included is a comprehensive study of in-service inspection techniques.

*** 23.106**

WARRING R. H.

Chemical pump or process pump.
Pump, Jan. 1970, (1970-40), 12-16
Suitable metals and alloys for pH ranges and erosive corrosive conditions involved in pumping acids, alkalis, brines, and sea-and mineral waters are indicated.
Applicabilities of stainless steel and high-Ni alloys are particularly discussed and behaviour data for Hastelloy and Langalloy are tabulated. Non-metalic liners are also considerared.

23.107

RAGHAVAN K. V.

Pressure vessel design
Chem. Process Eng., Oct. 1970, 51 (10), 81-90
A review, with special ref. to design of pressure vessels for the

chemical and nuclear— power industries. Aspects presented and discussed include wall thickness and its determination, failure criteria and their application, fatigue and thermal stresses, safety factors, creep, high pressure service, prestressing, multilayer construction, overlay welding, and materials selection and testing.

23.108

CUTTICA G., GASPARINI R. and IOANNILLI E.

Experience on the materials used in nuclear power plants Energia nucleare, aug. 1970, 17 (8), 469-480 (in I,), Embrittlement of steel under irradiation and various instances of material degradation as result t of fatigue, oxidation, or corrosion phenomena experienced by an italian undertaking in the operation of its nuclear power stations, are described.

23.109

DRESSLER G., RUHLE M. and WESTPHAL H.

Structural materials for nuclear reactors.
Metallgesellschaft Rev. Activities, 1970, (13), 41-49. A detailed description of various alloys (Zircaloys, austenitic Cr-Ni steels, Ni, V, Mo, Cr alloys) used in the construction of nuclear reactors is presented.

*** 23.110**

MORGNER W.

Ultrasonic testing of valve cones.
Techn. Hochschule Magdebur 5. Werkstoffprufertagung, 1966.
A method was developed for testing valve cones by placing a test probe on their flat circular ends. Core segregation, coarse-grain structure, and surface cracks were succesfully detected.

*** 23.111**

POLLIART A. J.

Special considerations in construction of nuclear power plants in developing countries. "Bid evaluation and implementation of nuclear power projects", IAEA-151, p. 269-284

*** 23.112**

JOSS J. O.

Implementation of certain nuclear power plants projects in the United Kingdom. "Bid-evaluation and implementation of nuclear power projects', IAEA-151. p. 331-348. The original UK nuclear power programme was to be a comparatively modest one of some 1500-2000 MW of installed capacity, based on twin-reactor power stations in which each reactor would have an output of 75-100 MWE. Before it started, this programme was overtaken by events. Two major factors changes the whole direction of the UK effort. Firstly, as might have been foressen, when the newly formed design organisations looked into the design and optimisation of gas-cooled reactors based on the Calder Hall concept, it was found that the only barto increasing output above the Calder Hall level of SOMWE per reactor was the limit dictated by prudence in extrapolation in a single step. Secondly, regardless of relative economics, the UK moved into a period when a serious shortage of coal was predicted, and all electricity generation at that time was based on coals as a fuel The decision was thus made to undertake the relatively large programme of 5000MW, consisting of two-reactor stations as before but with reactor outputs in the range of 125MWE initially, probably increasing to 200MWE or so later on. In all, the programme would be committed over a period of about 5 years.

*** 23.113**

BECKMANN M. et al

Alternative approaches to the estimation of production functions and of technical change. Int. economic rev. 13 (1) Feb. 1972, p. 33-52
The Aggregate Production Function is one of the basic tools in the modern theory of economic growth. In recent years the increased interest in this subject has brought forth two types of improvement in the specification of the aggregate production function. First, the form of the production function has been noticeably extended from the constant elasticity of substitution functions (CES(1) to variable elasticity of substitution fu ictions, such as the linear elasticity of substitution function (17), the production function which combines CES and Cobb-Douglas functions (9) and (4), the production function in which the elasticity of derived demand is constant (CEDD) (14) and (15), etc. Secondly, the problems of specifying and meassuring the types of technical progress that are consistent with a given form of the production have been elucidated. For instance, in a theoretical paper (16) the present authors have studied extensively the implications of various types of "neutral" technical progress that result from the invariant relationships between pairs of important economic variables. Subsequently we have estimated production functions and technical progress on the basis of linear and lo-linear invariant relationships between pairs of these variables (3) The purpose of the present paper is to extend the scope of the above mentioned papers. We proceed by dropping the two-variable restriction and allowing general multivariate analysis among subsets of production variables. In particular, alternative specifications of production functions and of technical progress will be obtained by specifying linear relationships between rates of change of such production variables as labor-capital ratio, output-capital ratio, wage rate, interest rate, marginal rate of substitution, and profit share. A general differential equation is derived from the linear combination of all these variables. Its solution yields a new class of production functions which includes the CES, Cobb-Douglas and their combination as special cases and for which technical changes is factor augmenting. This new class of production functions may appropriately be called the "log-linear production functions".

*** 23.114**

BARANSON J.

Automatización de la industria eg los países en desarrollo. Finanzas y desarrollo 8 (4) Dic. 1971., p. 10-18. El incentivo que ofrece la automatización estriba en que su eficiencia permite la producción en serie de materiales, elementos y productos finales. La automatización es característica de las economías altamente industrializadas. ¿Cuál es la mejor forma de adaptarla a los países menos industrializados?

* 23.115

BILLARD F. et al

Filtre a haute temperature pour l'epuration des gaz d'incinerateur CEA, Centre d'Etudes Nucleaires de Fontenay-aux Roses. 1969 7. p. (CEA-N-1070).
On donne la description d'un filtre régénérable, permettant la filtration a chaud des gaz d'incinérateur Ce filtre est composé de bougies de toile métallique sur lesquelles on dépose, par pulverisation pneumatique, des fibres d'amiante qui constituent le médium filtrant. Sa caractéristique de fonctionnement réside dans le fait que les imbrulés provenant de l'incinérateur, et en particulier, le noir de production. Le colmatage est ainsi tres réduit et on prévoit une durée de fonctionnement, entre deux operations de regeneration, de plusieurs containes d'heures. Ce filtre a été expérimenté sur une maquette a échelle réduite, puis en exploitation industrielle de longue durée sur une installation pilote d'une capacité de 20 kg/h. On décrit l'installation et on expose les résultats obtenus.

* 23.116

BRUEL & KJAER, NAERUM, DENMARK

Use of the multiplexer/demultiplexer type 5699 with the digital event recorder type 7502
8 p. (Application notes 13-013)
The Multiplexer/Demultiplexer Type 5699 was designed and built to operate with the Digital Event Type 7502. When used with the 5699, the 7502 can simultaneously record several channels at a time, each channel being in exact synchronism with the rest. One channel at a time may then be demultiplexed and Played Back to any data receiving equipment normally compatible with the 7502. The standard 5699 is an eight Channel Multiplexer/Demultiplexer, and it is this instrument which is discribed in this document. However, it has been designed with flexibility in mind, and may of its features may be modified to suit an individual customer's requirements. The modifications possible are described. Also described is an Impact Test Instrumentation System for Crash Recordings, consisting of a Digital Event Recorder Type 7502 and a Multiplexer/Demultiplexer Type 5699 specially modified such that it meets the Society of Automotive Engineers (SAE). Recomendation J 211a. This system can record 16 class 600 or 8 class 1000 channels of information.

* 23.117

SORENSEN O. M. et al

Three-dimensional output from third-octave frequency analysis. Brüel & Kjaer, Naerum, Denmark. 10p. (Applications notes 12-120)
Speech is a complex pressure wave which propagates at the speed of sound from the mouth of the speaker to the ear of the listener. The listener intercepts the pressure pattern, and his ear makes a continuous assessment of amplitude and frequency to derive the intelligence. This intelligence has three dimensions: amplitude, frequency, and duration. The pressure patern in speech can be analyzed in engineering terms by slicing it laterally and describing each slice in terms of its frequency content and averaged sound pressure. This is the method described here for 3-dimensional speech plotting. A word or phrase is continuously analyzed in third-octave bands to obtain the frequency and amplitude parameters. The third-octave amplitude levels are transferred to a computer memory at 40 regularly-spaced time intervals to obtain the time dimension. Forty stored spectra are then plotted in isometric projection to give a pictorial representation in three dimensions.

* 23.118

BRUEL & KJAER, NAERUM, DENMARK

Multi channel industrial monitor type 5558 for gas pump station. 12. p. (Application notes 12-076).

* 23.119

UPTON R.

Systems for seismic investigations using the digital event recorder type 7502.
Brüel & Kjaer, Naerum, Denmark. 10p. (Application notes 12-243)
One of the features of the Digital Event Recorder Type 7502 is its ability to capture and resolve frequencies which are as low as 0.01 Hz (the reciprocal of the maximum Sweep Time obtainable using its internal clock).
This makes it an ideal instrument to use in systems which are for Seismic investigations. Even lower frequencies can be captured if an external clock is used Further, because of the huge range of frequency transformations available on the 7502, the captured low frequencies can be transformed upwards into, the range of conventional measuring and analysis equipment in a single steep.
This application Note looks at some systems in which this feature of the 7502 can be put to use. These particular systems have been put together with seismic investigations in mind. However, only a change of transducer and preamplifier is necessary to make them equally suitable for the capture of other low frequency signals.

* 23.120

RANDALL R. B.

High speed narrow band analysis with digital output. Brüel & Kjaer Naerum, Denmark. 14 p. (Application notes 12-192).

* 23.121

GRONDAHL A. and UPTON R.

The fast fourier transform and the use of the computer type 7504 and the digital event recorder type as a fast fourier transform analyzer.
Brüel & Kjaer, Naerum, Denmark. 14 p. (Applicationmotes 12-244).
The idea of the Fast Fourier Transform (FFT) first appeared in 1965. It provides an algorithm wihich gives a far faster computation of the Discrete Fourier Transform than was previously possible, and has created for it a complete new range of applications where its use was previously thought impracticable. This Application Note starts off with a brief look at the philosophy behind FFT, and then goes on to describe a practical application of it using a Computer Type 7504 and a Digital Event Recorder Type 7502 as a single channel FFT Analyzer.

* 23.122

HOPE P. W. and OLESEN H. P.

Pipe vibrations and pressure detection.
Brüel & Kjaer, Naerum, Denmark. 9 p. (Application notes 13-069)

* 23.123

BLOWS D. G. and DAVIES R. J.

An integrated shipboard waste treatment plant.
Marine Media Management, Mark Lane. 1973.
Int. marine and shipping conf,, London June 1973.
The advantages of an integrated shipboard waste treatment plant are discussed in relation to increasing international concern over pollution and possible future legislation. A treatmen system is outlined in which the basic concept is the preparation of solid wastes into a form suitable for pumping to a shipboard incinerator for final volume reduction to a sterile ash. The system is capable of integration with sewage plant in order to dispose of sludges.
Although many of the items of equipment required for the system are currently available, it has been found necessary to develop an incinerator of practicable size for this specific duty. Aland-based prototype incinerator togheter with the associated preparation equipment is being installed. The design and current development programme for this plant is described.
The object of this programme is to develop a marine incinerator capable of accepting the prepared solid wastes together with sludges and waste oils. It is envisaged that these waste oils shall comprise the primary source of fuel, and the extension of this equipment for furning tonnage quantities of tankes sludges appears feasible.

* 23.124

HALL C.

Champtree says: "Metallic mortars for safety and economy Metals for nuclear energy, Section 2nd of American Metal Market, June 20 1973.

* 23.125

HALL C.

Primary shield options for nuclear power reactor constructors.

* 23.126

FORTESCUE P.

The case for gas cooling.
Gulf General Atomic, San Diego, Calif. Publ. en: Power engineering.

* 23.127

FORTESCUE P.

A reactor strategy: FBR's and HTGR's
Nuclear news. Apr. 1972
A large number of reports and papers have been published on the practical and economic potential of the fast breeder for large-scale electric power production.
However, the scope of these studies has been, to a large extent, circumscribed by the inmediate objective of specific comparison with other particular power reactor types.
The broader implications of the introduction of the fast breeder, including the consequences of its optimal employment with other reactor types, have received much less attention and, again, the Emphasis of such studies as have been made, has been more on this or that system in competition, rather than on mutually advantageous combinations of reactor types. Furthermore, these studies, although offering predictions for longterm planning, have thus far largely ignored potential for individual design progress, and also the consequences of many qualitative but nonetheless important design constraints. For example, the advent of the gas turbine, the impact of environmental restrictions, and the whole question of relative plant reliability and maintainability are often left out.
The objective of this article is to relate these considerations more particularly to three areas of gas reactor technology-the HTGR, the GCFR, and the gas turbine-and, most importantly, to draw attention to the mutual benefit to be derived from the concurrent deployment of all these developments in the power generation field.

* 23.128

SCHWARTZ A. S. et al

High temperature gas-cooled reactor development outside the USA-a manufacture's view.
Gulf General Atomic, San Diego. 5 p. Presentado en: American power conf. Chicago, May. 1973

* 23.129

FORTESCUE P. and STEWART H. B.

Gulf looks at HTGR's role in breeder era.
Gulf General Atomic, San Diego. Electric light and power March 1973, sin paginar.
Gulf suggests that fast breeder reactors might best be used as fuel factories for high temperature gas-cooled reactors (HTGRs) driving closes cycle gas turbines. The argument focuses on the GRGR's conversion ratio and a claimed capital cost advantage for the gas turbine system.

* 23.130

GOODJOHN A. J. and SWAN K. E.

The large high temperature gas– cooled reactor power plant.
Gulf General Atomic, San Diego. Aware, Febr. 1973, sin paginar.

23.131

FORTESCUE P.

Gas turbines and nuclear power
Gulf General Atomic, San Diego. Combustion, Dec. 1972, sin paginar.

* 23.132

QUADE R. N.

High temperature gas–cooled reactors for process heat Gulf General Atomic, San Diego. Power enginnering, Apr. 1973, sin paginar.

* 23.133

TOUCHARD F. A.

Nuclear power stations and pressurized water reactors. Framatome, Coubevoie, 1973, 20 p. (Rev. 1).

* 23.134

DOUGLAS UNITED NUCLEAR INC.; NUCLEAR SYSTEMS CONSULTANTS DIV., WASHINGTON

Douglas United Inc.; nuclear comsultants systems with 27 years of nuclear experience to serve you, sin paginar (NSC--64).
The Nuclear Systems Consultants division of Douglas United Nuclear offers expert assistance in most phases of nuclear technology, including nuclear plant design, construction, operation and maintenance. Because of long practical experience in the nuclear industry, our staff, which includes over 200 professional people, brings to this role a unique combination of technical and engineering expertise and down-to-earth, practical operating and maintenance know how.

* 23.135

WALL A. J.

Extended surface tubes. Clayton Dewandre, Lincoln.
Chemical Process Engineering, 48 (8) Aug. 1967.
Manufacture of extend surface tube using wire loops has for many years been directed at gas, mainly air, coolers for engine or electrical components. Scope for the tube has widened as the theoretical and practical understanding of its use has grown. This article, describing these developments, may serve to bring it to the attention of some chemical engineers hitherto unfamiliar with it.

* 23.136

TVERBERG J. C.

Stainless Steel fuel cladding for fast breeder reactors.
Nuclear eng. int. Dec. 1972.

* 23.137

SCHARFSTEIN L. R. and WIESE D. H.

Processing stainless steel tubing for nuclear reactors. Metal progress, march 1972.
Miles of type 316 stainless steel tubing will be used for fuel cladding in a fast test reactor now nearing the construction stage. Tight surface quality and dimensional specifications call for meticulous fabrication and testing practices. Type 316 is used because it resists molten sodium and nuclear fuel at 1.050 F, the reactor's operating temperature.

*23.138

GALLAGHER W. J.

Isotopic neutron source assay systems: their advantages and disadvantages.
Nuclear materials management, July 1972, p. 7-9
An active assay system is defined as one that acts upon a nuclear sample to induce a measurable reaction. In contrast, passive systems (such as the gamma spectrometer) do not influence the sample, but measure the radiation naturally emitted by it instead.
As a result of U.S.A. E.C. sponsored programs within the past two years, a new class of nuclear measurement instruments has been developed: active assay systems using isotopic neutron sources. These systems, although certainly not a panacea for nuclear assay problems, promise to aid in the resolution of many of them..

* 23.139

KENDRICK H. et al

High precision nondestructive assay of TH-U fuel particles and rods. Gulf Radiation Tech,, San Diego. 1971. (Gulf-RT-A10819) 17 p.
A commercially available nondestructive assay unit has been used for quality control measurements of the ranium-235 and thorium content of fuel particles and fuel rods for Gulf General Atomic's Ft. St. Vrain high temperature gas-cooled reactor. The measurement system, ISAS, utilizes neutron induces fission and a multipledetector fast coincidence technique for detection of the fissions. Measurements are made with two neutron spectra to obtain the data necessary for determination of the uranium-285 and thorium separately. For each production batch of fuel particles or rods, about 2 kg of fuel containing from 10 to 70 g of uranium-235 is measured in a fixed geometry to determine the fissile and fertile assay of the batch. The precision of each determination is about 0.4% for uranium and 1% for thorium.

* 23.140

KUNESCH A. M.

Mechanical draught cooling towers.
Inst. of chem. eng., symposium on industrial cooling, London Dec. 1970, paper no 2. 14 p.
A brief history of the early —pre 1940— development of the forced draught tower; post-war developments induced draught designs; post-war tower construction materials-timber, reinforced concrete-problems of fan drive equipment and developments. Relative cost of timber packaged towers from 1950 to 1970 and the effect of the introduction of glass fibre, reinforced plastic and subsequently plastic packings. Comparative costs for the supply of make-up water from various sources. An appraisal of the relative merits of natural and mechanical draught towers over a twelve month cycle, and the ability of multi-cell mechanical draught installations to limit the fluctuation of recooled temperature with wet bulb temperature by selective control of fan motors, combining the operational merits of natural draught and mechanical draught towers. A survey and series of tests carried out on 10 different cooling towers after some years of operation indicates that incorrect use and insufficient maintenance of distribution systems can cause a considerable reduction in cooling tower capability.

* 23141

NELLER J. R.

Cooling tower applications in water manegenent and total water concepts.
Cooling Water Ass. 1972. 10. p. y fig.
Water management, although practiced in certain areas of industry, is not always fully provided for in the planning of a new project. This paper outlines in general the necessity for a full appreciation of the problems in water re-use and the potential role cooling and water treatment towers and their design engineers ean play in the conservation of what is an essential element in industry, as of course it is for life itself.

*** 23.142**

FILM COOLIKG TOWERS, SURREY

A large scale test cooling tower for FCT. Refrigeration and air condit., June 1970.
A test cooling tower erected by Film Cooling Towers (1925) Ltd. at Boston Lincs, and put into operation at the end of April, is claimed to be the biggest privately-owned test unit in Europe.
Built at a cost of about £ 25,000, it is sited at the Boston premises of an associate company, Calders and Grandidge Ltd., of Walton-on Thames, Surrey, who are major suppliers of timber components to FCT.
Main purpose of the tower is to provide a facility for testing different types, shapes and sizes of cooling tower packing and packing materials.
The tower, which can be operated in crossflow and counterflow configurations, has a capacity at maximum operating head of 100.000 gallons per hour, with a maximum heat rate of 15.000,000 Btu's/hr.

*** 23.143**

KUNESCH A. M. and NELLER J. R.

Taking the steam out rising water costs.
Process eng., March 1972

*** 23.144**

GWATKINS J. G.

Precision tubes
Eng., mat, and'des, March 1972
It should be made clear from the outset that this article refers mainly to the considerable group of highly alloyed iron base metals broadly known as stainless, produced for a market requiring diameters below 1.1/4. Precision in a tube is extended to include increased control of metallurgical and mechanical properties, finished dimensions, surface finish, and internal and external surface and interface defect levels.
There are two basic ways of producing precision tubes: either as seamless through the bored billet, hot extrusion, cold pilger reduce, or cold draw bench route; or by forming from strip and welding with the tungsten inert gas arc process. A third and much lesser used process is to bore a bar, cold pilger reduce, and bench draw; but this produces seamless tube with low eccentricity of bore to outside diameter.
A speciality tube mill will be able today to work in as many as sixty different alloys from one or other of the two principal ways of producing a tube.

*** 23.145**

FEDERATED PAINTS LTD., GLASGOW

From glass balls to nuclear paints.
Paint manufacture, Dec. 1963
The origins of Federated Paints Ltd. date back to about 180 uears ago, this company being a direct descendant of one of Scotland's first paint manufacturing concerns. Always in the forefront of technical progress in the field of anticorrosive paints and primers, Federated Paints Ltd. is now a big U.K. producer of surface coatings specially formulated for use in nuclear reactors and power stations.

*** 23.146**

DONCASTERS MONK BRIDGE LTD., LEEDS

Precision forged turbine and compressor blades.
Aircraft eng., Sept. 1972
Among Design Concepts, the turbine-blade is one of the most difficult to translate into accurate dimensional fact. Shape, often the material, the standard of accuracy that must be achieved, and in a bull manufacturing grogramme, the quantities that are required, all create not merely initial, but continuing problems. Blade production is, indeed, a complex and continuous exercise in quality control.

*** 23.147**

MOON J.

Gas turbine blades-precise manufacture assures dependability. Doncasters Monk Bridge, Leeds. Diesel and gas tubine prog., April 1973.

*** 23.148**

JONES T. B.

Design, operating experience and development potential of main propulsion epicyclic gears.
Atals Works, Worcestershire. Trans. Inst. of Marine Eng. 84 (15) 1972, p. 465-498.
The paper examines six years operating experience of epicyclic gears for steam turbine main propulsion. The phenomenal rate of growth in the use of such gears since they first entered service towards the end of 1965 has, in some cases been accompanied by difficulties. The lessons learned and the steps taken to overcome the difficulties which have been encountered are described. Mention is made of some unaswered questions and comment is made on the factors likely to affect the future of high power epicyclic gears, not only for steam turbine, but also gas tubine and Diesel main propulsion.

*** 23.149**

JONES T. P.

Fifteen years development of high-power apicyclic gears. Atlas Works, Worcestershire, Trans, Inst. of Marine Eng., 79 (8), 1967, p. 273-303.
Much progress has been made during the last fifteen years in the development of high-power epicyclic gears for many different applications. In the main this development has led to their use for very much higher powers in both speed-reducing and speed-increasing applications. Also they have become increasingly used in low-speed high-torque applications. Both of these developments have naturally led to increases in size. Two major developments described in some detail are: 1) the adoption of such gearing for use in very large ship' main propulsion with shaft horsepowers up to 30.000 and individual apicyclic gears up to 15.000 horse-power; 2) its use in variable ratio applications with stepless variation within prescribed limits.
The sucess of Stoeckicht gearing has led to the development of other co-axial drives, not onty of the epicyclic type, but also multi-layshaft gears. These other developments are not described in the paper, but it is the author's hope that reference will be made to all of them, as part of the discussion.

*** 23.150**

HOWE D. P.

Power station circulating water pumps.
Allen Gwynnes Pumps, Redford. Reprinted from APEX (3) Dec. 1969, 15 p.

*** 23.151**

DIGBY D. H.

Waterworks pumps.
Allen Gwynnes, Bedford, Reprinted from Allen eng. rev. (58) Nov. 1965, 13 p. (AGP-6123-A).
When it is considered that in estimating the potential demand for water in a given area, a consumption of from 30 to 40 gallons is allowed for each person per day and that this quantity is likely to rise as the standard of living improves, it can be realised that the demand for waterworks pumping plant is also likely to continue into the foreseeable future.
From the time since centrifugal pumps were first, introduced in the 1840s, Allen Gwynnes have played a leading part in the development of water pumping schemes as they are known today. Until recent years, this Company was known under the two separate names of W. H. Allen Sons & Co. Ltd. and Gwynnes Pumps Ltd. Substantial investment in research and testing equipment at Bedford ensures that this long-established service to the water industry will continue.
In the past, water for any locality was obtained from the nearest source of supply, If the water came from wells or borehales, it could usually be pumped direc to the distribution mains, perhaps with only an injection of chlorine. Today, however, with the increased demands, water has to be abastracted from rivers which

could usually be pumped direct to the distribution mains, perhaps with only ani injection of chlorine. Today, however, with the increased demands, water has to be abastracted from rivers which already may be contaminated and needs a great deal of treatment in settling tanks and filters to remove debris, and also the addition of chemicals to ensure a clean and wholesome supply, Ideally a, treatment works for such puposes would be situated on a sloping site so that the water would flow by gravity through the process. If such a site is not available, additional pumping is necessary. Whatever the source of water-borehole, well, river or reservoir, and wherever the delivery point, there is a suitable combination of Allen Gwynnes plant to meet any requirement, such is the extent of the range of pumps, primer movers and associated equipment, and the experience upon which the range has been built. It can be seen that waterworks provide many different applications for various types and forms of pumps which are described in subsequen paragraphs.

*** 23.152**

MARPLES E. B.

Introduction to the theory os surge.
Allen Gwynnes Pumps, Lincoln, Allen eng. rev. (39) Octu. 1958 6 p.

*** 23.153**

WOODWARD R. A. C.

Some practical aspects of pressure surge control. Allen Gwynnes Pumps, Lincoln. Allen eng. rev. (55) Oct. p. 7-10

*** 23.154**

GUPPY A. W.

Choosing a pump.
Allen Gwynnes, Pump, Lincoln. Allen eng. rev. (35) July 1955, 8 p.

*** 23.155**

BREWER D.

Vortices in pump sumps.
Allen Gwynnes Pumps, Lincoln. Allen Eng. rev. (37) March 1957, 8 p.

*** 23.156**

REEVES D. T.

Deterioration of a centrifugal pump in service. Allen Gwynnes Pump, Lincoln. Allen eng. rev. (42) Nov. 1960. 4 p.

*** 23.157**

FREEMAN J.

Model tests as an aid to improved sump design. Allen Gwynnes Pump. Lincoln. Allen eng. rev. (45) Nov. 1961, 7 p.

*** 23.158**

VALENTINE A. C.

Total energy, the combined production of industrial electric power and process heat.
APE, Bedford. 13 p.
Total Energy is a very fashionable expression recently imported from the United States of America under the guise of a revolutionary new concept. Homewer, as far as industrial plants are concerned, it is only the "in" way of expressing a very old concept, namely, the combined production of electric power and process heat by the optimum use of the available heat from a single fuel supply. These types of plants are playing a leading part in reducing production costs in many industries, particularly in paper and board mills, sugar factories, food factories, breweries, distilleries, chemical works, oil refineries, textile mills, dyeworks, steelworks, etc.

*** 23.159**

SINGLETON J. A.

Electrical starting characteristics.
Allen Gwynnes Pumps, Bedfor, Reprinted from APEX (9) March 1972, p.2-10.

*** 23.160**

GUPPY A. W.

Hydraulic starting charicteristics.
Allen Gwynnes Pumps. Bedford. Reprinted from Allen eng. rev. (43) March 1961, p. 11-13

* 23.161

TERRY J. B.

Land drainage pumps.
Allen Gwynnes, Lincoln. 31 p.

* 23.162

WOOD A. C.

Bonding methods for dry film lubricants, a guide for design engineers.
Eng. mat. and des., July 1971
In spite of the great efforts made in recent years to educate enginners and technicians in the new science of tribology far too many designers still think of lubrication in terms of the oil can and the grease gun. Miracles of design complexity are performed to make a bearing run on oil when a simpler, more robust and even safer design employing a dry film lubricant would give more efficient service. For dry films to be used to maximum advantage it is necessary for the designer to have at his finger tips full technical data about the types of film available, their suitability for different uses and coating methods. For full use to be made of dry film lubrication it is essential that the designer includes lubrication at the drawing board stage, and does not leave this important subject to be inserted as an afterthought when the design is complete. One aspect of dry film lubrication which has had far less attention than it deserves is the bonding methods used to hold the coatings on to the rubbing surfaces, and this article reviews some of the more important and latest methods.

* 23.163

AHLSTROM M. and RYLANDER L.

The central cooling concept.
Chem processing. Dec. 1971, sin paginar
The cooling water system of a plant normally consists of a number of heat exchangers cooling a product of any kind by means of cooling water which is often corrosive and polluted. This means that corrosion and fouling ean occur at almost any place in the plant. The idea of using a central cooler is to collect all risks of corrosion and fouling in one heat exchanger, cooling pure internal water by means of raw water. The pure water then cools the process heat exchangers. The problem is how to select a central cooler that is resistant to corrosion, difficult to foul up but easy to clean and maintain. Plat type heat exchangers offer these advantages and this system.

* 23.164

MARRIOTT J.

Where and how to use plate heat exchangers.
Cham eng. April 1971
The special characteristics of plate heat exchangers make them ideally suited for specific applications in the chemical process industries. Here are performance, cost and fouling data, to help you in evaluating this equipment.

* 23.165

BARRATT R. O. et al

High integrity sodium steam generator.
ASME Publication. 1973. 8 p. (73-Pw-14)
The high capital investment cost of present and future nuclear power plants dictates the need for high reliability of the individual components. The objective of this paper is to present a sodium-heated steam generator for the LMFBR demonstration plant with improved integrity of the sodium-water pressure boundary and reduced dependence on the large capacity energy refief system. This is accomplished by a quality assured design and the additional lines of de fense to prevent multiple tube failures.

* 23.166

DEE J. B.

Gas-cooled fast breeder reactor disings.
ASME Publication. 1970. 11 p. (71-NE-2)
Various studies of gas-cooled fast breeder reactor (GCFR) systems with both steam-and gas-turbine cycles have been performed in Europe and the United States for about 10 years. Design studies and cost estimates of a 1000-MW (e) GCFR plant were performed by Gulf General Atomic Co. (CGA) from 1965 to 1968 for a group of U.S. utilities (East Central Nuclear Group) and also for the Alternate Coolant Fast Breeder Reactor Task Force of the U. S. Atomic. Energy Commission More recently, GGA has designed a 300-MW (e) GCFR Demonstration Plant under the sponsorship of a group of U. S. utilities and has performed safetu studies for this system. The authors discuss this 300-MW (e) plant with an indirect steam cycle safety features of the plant, and some recent studies of performance of large GCFR plants.

* 23.167

BARRATT R. et al

Selection of steam generator for the proposed 350-Mw (e) demonstration plant.
ASME Publication. 1970. 8 p. (71-NE-5)
The paper deals with the selection of the steam generators for the proposed 350-MW (e) fast breeder reactor reactor demonstration plant. Justification for the cycle is presented along with a definition of the functional requirements. Design criteria are established. Concepts are selected on the basis of that which will most satisfactorily meet the specified requirements, with reliability placed ahead of capital cost. In-service maintenance capability also had a significant influence on the selection.

* 23.168

STEVENS W. D. et al

Steam generator development for a proposed 350 MWe liquid metal fast breeder reactor demonstration plant.
ASME Publication. 1971. 13 p. (71-WA/BE-6)
This paper summarizes development work conducted in support of the sodium heates steam generator for a proposed L heated demonstration plant. Thermal performance and process tests of

multiple-tube models of the evaporator and superheater at plant design sodium and steam conditions were completed, tube weld-joint development was accomplished, and decarburization rates and changes in strength of chrome-molybdenum alloys in sodium were measured. Experiments and analyses were done to assess sodium/water reaction effects associated with possible tube leaks, and shell-side flow and tube vibration characteristics were tested using full-scale water flow models of the evaporator and superheater.

*** 23.169**

WACHSMANN F.

Organization, methods and results of personnel monitoring in the Federal Republic of Germany.
Int. Atomic Energy Agency, Vienna. 1968. p. 407-423. (SM-114/2)
Organization, Methods and Results of Personnel Monitoring in the Federal Republic of Germany. The "First Radiation Protection Ordinance" in the Federal Republic of Germany prescribes continuous measurement of the doses of all personnel working with nuclear radiation, but a monitoring obligation does not yet exist for X-rays. Approximately 30.000 persons are, nevertheless, being monitored monthly with film dosimeters at present. These measurements are performed by six monitoring agencies recognized by the state. For measuring β - γ - and X-rays, a badge with 5 filters, functioning on the filter-analytical principle, is used. This dose double film from Agfa-Gevaert allows doses to be ascertained within limits of approximately 30 mR to 1000 R. The advantage of this method is that with its help one can ascertain, besides the dose, the kind of radiation and the radiation energy, the radiation incidence direction, the kind of exposure, possible contamination with radioactive dust and so on. This knowledge is required for correct estimation of the radiation load of the monitored personnel and to avoid a radiation hazard in the future. The neutron badge designed for nuclear plants and accelerators contains, besides the dose-double film, a Kodak nuclear-track film for measurement of fast neutrons, a cadmium filter for measurement of thermal neutrons, an activation pack (S and Au) for measurement of higher neutron doses and a glass dosimeter as a long-term dosimeter for γ - radiation The last mentioned are only evaluated in the event of catastrophes. For measuring the doses to hands, finger rings with dosedouble films or recently with thermoluminescence dosimeters with LIF, are used These controls, which have already been performed for the last 18 years, fortunately show a decrease in the medium doses and in excessive doses generally.

*** 23.170**

WACHSMANN F.

Radiation protection in nuclear power plants.
Kerntechnik, isotopentechnik und chemie, 10 (8/9) 1968 p. 456-461.
The scope of radiation protection in nuclear power plants embraces in essence the following tasks (see also (1,2)): 1. Influence on radiation protection problems and safety in the construction of nuclear power plants;
2. routine radiation measurements during the operation of nuclear power plants;
3. organization of radiation protection measures.
All the above tasks raise a number of complex questions, which will be discussed individually further down in order to gain a general view of the problems facing the radiation physicist in the construction and the operation of nuclear power plants. It is of course impossible, within the framework of this paper, to discuss these questions in full detail. In what follows, the overall problems are tehefore discussed only in general terms with, whenever possible, references to detailed published data for those who wish to study these problems in greater detail.

*** 23.171**

WACHSMANN F.

Die überwachung der personendosis.
Der radiologe, 4 (11) Nov. 1964, p. 359-362.
Zur Strahlenschutzüberwachung beruflich mit ionisierenden Strahlungen Arbeitender kommen direkt anzeigende.
Taschendosimeter und als unlöschbare. Dosimeter zur Zeit vor allem Filmdosimeter in Frage. Es werden die verschiedenen filmdosimetrischen Verfahren und ihre wesentlichsten Eigenschaften, wie Mess bereich, Energieabhängigkeit, Fading, Messung von Betastrahlen sowie thermischen und schnellen Neutronen und die Vorteile der in Deutschland benützten filteranalytischen Methode erläuter. Es werder Hinweise für die praktische Durchführung der Strahlenchutzüberwachung und die mit ihr erzielten Ergebnisse, gegeben.

*** 23.172**

INSTITUT FUR STRAHLENSCHUTZ, NEUHERBERG

Zusammenfassung über die dosimetrischen möglichkeiten der "neutronen-plakette" als - und neutronendosimeter 8 p. y fig. 1968.

*** 23.173**

FAKKEL R. H.

Sodium pump development.
Int. Atomic Energy Agency, Vienna, 1970. p. 343-374 (IAEA-SM-130/23).
Research and development work on liquid sodium pumps in the Netherlands is described. Due to the high operating temperature, emphasis is laid upon the right choice of constructional material: this is a special cast of AISI 304-type stainless steel, with narrowed limits for nickel (for good weldability) and chromium (to prevent sigma-phase formation). Other typical problem areas are: shaft-seal development, hydrostatic sodium-lubricated bearings, choice of a single suction impeller, fit for cavitation-free operations under conditions of a low available NPSH. Two pumps have been built, both of the free-surface, vertical, one-stage type. The first is an experimental pump of small capacity (280 m^3/h) and high speed. Valuable experience has been gathered relating to the construction material, the material used for hard-facing the grooved hydrostatic bearings, and the shaft seals, for which a visco-type was devoloped. A larger pump, with a capacity of 5000 m^3/h has been designed and built according to SNR-specification. This is a full-scale prototype pump for the SNR. Commissioning is due in October 1970 in the Interatom pump test facility in Germany. By careful designing, sustained by hydraulical experiments, the impeller wheels operate extremely well, i. e. without causing cavitation, under conditions of a low system NPSH. Measuring techniques were developed to determine the occurrence of cavitation (by means of adding acrylic resin to the impeller wheel). Test rigs for determining the optimum design for the grooved hydrostatic bearing, for the right choice of hardfacing materials (stallites and cermets) and for viscoseals have been erected and are in operation.

* 23.174

BOER G. A. and DE HES M.

Hybrid simulation of steam generating system of a LMFBR with control loops.
British Nuclear Energy Soc., Conf. on Boiler Dynamics and Control in Nuclear Power Stations. 1973. p. 6. 1-6. 7
The mathematical relations describing the dynamic behaviour of the steam generating system of a LMFBR have been programmed for a hybrid computer. Details of the computer model and the heat-transfer relations are given as well as the calculation procedure. A suitable control scheme for the plant has been developed. The responses of the plant on load changes and a reactor scram are given.

* 23.175

BLIECK T. de

Methods of inspection adapted to new construction de'ails in highly stressed pressure vessels.
Lecture held in Petten on October the 3rd. 1969 on the occasion of the Conference on "Research Sodium cooled fast breeder reactors"

under the auspices of the Netherlands Atoomforum at The Hague and in co-operation with NAF, KIVI and TNO-RCN-Neratoom. Publication by kind permission of the publishers of "Atoomenergie". New, less known construction details in highly stressed pressure vessels require adapted methods of inspection. Therefore, the object of this article is, to elucidate the reason for the advanced methods of inspection..
When considering the 50 MW sodium component test facility, it may be assumed that almost all welds of all structural parts can be inspected in the conventional manner, with the exception of the sodium/sodium heat exchanger and the steamgenerator. As to the pressure vessel, known methods are applicable but they cannot be be applied to the tube/tube sheet connections.
As the inspection techniques of the sodium/sodium heat exchanger do not differ much from the inspection techniques for the steamgenerator and as said apparatus is the most complex one because of its length and choice of material, only this last-mentioned apparatus will be discussed hereafter.

* 23.176

KERVERN G. Y.

Industrial production of nuclear grade materials. Pechiney Ugine Kulhmann.
sin paginar.
The new Pechiney Ugine Kuhlmann Group intends to carry on the tradition of the three companies from which it was formed, by offering to nuclear undertakings advanced technological services, backed up by a wide-ranging international infraestructure.

* 23.177

MARSH D.

Introduction to sound and vibration measurements.
Brüel & Kjaer, Naerum, Dinamarca. ORBIT Panorama of advanced electronics, 4 (3-7) March-Sept. 1969, 30 p.

* 23.178

BRUEL & KJAER, NAERUM, DINAMARCA

The real time analyzer type 3347 used for: automobile noise testing production quality control, etc.
Applications notes 11-135 11 p.

* 23.179

BRUEL & KJAER, NAERUM, DINAMARCA

Imput multiplexing in connection with the real-time analyzer type 3347.
Applications notes 11-139. 16 p.

* 23.180

RANDALL R. B.

Frequency analysis of stationary signals recorded on tape loops.
Applications notes 12-036 10 p.

* 23.181

BRUEL & KJAER, NAERUM, DINAMARCA

The portable analyzer type 5584-5664.
Applications notes 12-075 5 p.

* 23.182

BRUEL & KJAER, NAERUM, DINAMARCA

Instantaneous spectrum, analys with the real-time third-octave analyzer, edition 2.
Application notes 11-194 11 p.

* 23.183

BRUEL & KJAER, NAERUM, DINAMARCA

Power spectral density measurements with constant percentage bandwidth frequency analyzers.
Applications notes 11-141. 6 p.

* 23.184

RANDALL R. B.

Vibration monitoring for machine protection.
Brüel & Kjaer, Naerum, Dinamarca. Applications notes 12-052. 12 p.

* 23.185

NAUDIN P. et al

Etat d'avancement des techniques françaises en matiere de protection thermique pour reacteurs nucléaires.
NUCLEX-72, Oct. 1972, Basel, Séance tech, n° 3/10, 14 p.
Recent french research and development works relative to thermal barriers for HTR are briefly described:
- a theoretical and experimental work on the effects of forced and free convection on thermal insulations,
- the experimental loops operating under helium pressure,
- the development of insulations made of metallic grids, mineral wools and ceramics.

23.186

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES, BUENOS AIRES.

Intercambiadores de calor para la industria del petróleo A 25-1 (IAP).

* 23.187

SURYA RAO V.

Organising nuclear power projects in a developing country.
BID-evaluation and implementation of nuclear power projects, IAEA-151, p. 13-55.
Diversities in the indigenous situations among various countries in South Asia and Far East are discussed Merit of considering unique experiences of one developing country are established-Development of Nuclear Programme in India is traced-Advantages and essentiality of an integrated approach to the Nuclear Power Programme is explained and such an approach inherent in India's programme highlighted-Working set ut for implementing Nuclear Programme in India and its work-ability is discussed-Organisation of Power Projects Engineering Division and the especial tasks of constituent units, with special emphasis on the vital role of quality surveillance during manufacture and methode employed are discussed-A few lessons learnt, during Indian experience in the Nuclear Power Projects are recorded.

* 23.188

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES, BUENOS AIRES.

Generadores de vapor y calderas de agua caliente A 25-5/62 (IAP).
Nomenclatura y clasificación de sus partes y accesorios (Aprob. 4/62)

* 23.189

ALLEN H. N. G. and JONES T. P.

The application of high-powered epicyclic gearing for industrial and marine used.
W. H. Allen and Sons Co., Worcesthershire. 81. p.

23.190

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES, BUENOS AIRES.

Generadores de vapor y calderas de agua caliente. A 25-6/62 (IAP).
Nomenclatura del dimensionamiento y cálculo. (Aprob. 4/62).

23.191

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES, BUENOS AIRES.

Generadores de vapor y calderas. A 25-7/62 (IAP).
Presiones y temperaturas normales (Aprob. 4/62).

23.193

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES, BUENOS AIRES.

Generadores de vapor y calderas de agua caliente. A 25-8/68 (IAP).
Métodos de ensayo de recepción. (Aprob. 9/68).

* 23.194

MAC MILLAN W. R.

A general guide to the selection of air compressors. Tilghman Wheelabrator Ltd., Compresor Div., Cheshire, sin paginar.

* 23.195

BOWES C. A.

Shipboard vibration monitoring as a diagnostic maintenance tool.
Endevco, Pasadena, Calif. p. C-47-C-50.
The generally poor correlation between the condition of machinery health and hours of operation is a significant problem for time based maintenance systems.
This problem can be overcome with maintenance systems which use knowledge, obtained with instrumentacion, regarding the actual conditions of machinery health.
Knowledge of the vibration characteristic, of a machine is particularly useful in determining its condition, and the instrumentation of a machine to obtain this knowledge is relatively easy and inexpensive.
The majority of this paper is concerned with the nature or machinery vibration, where it should be measured, how the raw date should be analyzed, and how the results should be interpreted. A brief discussion of the current trends in vibration instrumentation is given at the conclusion.

23.196

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES, BUENOS AIRES.

Generadores de vapor y calderas de agua caliente. A 25-9/70 (IAP).
Inspección periódica (Aprob. 12/70).

23.197

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES, BUENOS AIRES.

Válvulas de bronce fundido para vapor. A 25-11/60 (IAP).
Características generales. (Aprob. 12/60).

* 23.198

GARSHICK A.

Silicone rubber suitable for coaxial cable.
Boston Insulated Wire & Cable, Boston Mass.
Presentado en: 50th annual wire and cable symposium, Atlantic City Dec. 1966.

23.199

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES, BUENOS AIRES.

Caños para conducción, de alta resistencia. A 25-15/62 (IAP) (Aprob. 12/62).

* 23.200

BOSTON INSULATED WIRE AND CABLE., BOSTON

Bostrad 7 insulated wires electrical performance and flame resistance before and after irradiation. 1970 18 p. (Report N° B903A).
The data in this report provides detailed performance characteristics of various insulated wires in response to the needs of the users. It supplements the information provided in BIW Reports N°. B901 and B902 The evaluation of the data presented in this report should be made with the assumption that all of the performance requirements for wire and cable in the containment vessel of a nuclear power plant must be met. The consideration of any specific feature independent of all of the other characteristics can lead to different conclusions. The performance characteristics desired by the individual reviewing this data should be the deciding factor in the selection of materials.
The objective of this report is to study the effects of large doses of radiation on the electrical and flame resistance properties of various materials recommended for nuclear power plant applications.

* 23.201

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES, BUENOS AIRES.

Bombas centrífugas para servicios generales en destilerías A5y-50 (IAP)
Condiciones generales.

* 23.202

BOSTON INSULATED WIRE & CABLE, BOSTON

Effect of H_3 BO_3 solution of irradiated rubber wire insulation, 1970.
8 p. (Report N°B904).
It has been estimated that in the event of antiaccident in a nuclear power station, equipment will be showered with a water spray of 0.15 gal./min./Ft^2. This spray could vary in chemical content from a boric acid (H_3 BO_3) solution of ph = 4 to a boric acid solution adjusted to a pH of 10 with sodium hydroxide (Na QH).
It was therefore necessary to evaluate the performance of rubber compounds as insulations and jackets for nuclear cables in the presence of these chemicals.
Since it is possible that cables involved in a accident would previously have received quite high doses of radiation, it was decided to test both unirradiated and irradiated materials to a total integrated dose of 1×10^8 rads by an electron beam. In addition, coincident conditions of pressure and temperature are also present in such an accident, so these factors were also introduced into the test.

* 23.203

BOSTON INSULATED WIRE & CABLE, BOSTON.

Biw bostrad cables; flame and radiation resistant cables for nuclear power plants. 1969.
35 p. (Report N°B901).
This report presents a specification for cable constructions designed primarly to meet the particular requirements encountered in nuclear power plants with the intention that the cables will serve an installed life of 40 years.
A description of the performance tests applicable to these cables is given. Where standard tests are considered inadequate revised or new procedures are included.
Results of exposing samples of cables to these tests are shown with some comparative data from various constructions. These results show the outstanding performance of BIW BOSTRAD^7 and BOSTRAD^{75} constructions to warrant unquestionable acceptance for installation in the nuclear power plants and in critical environments of fossil-fueled plants.
Finally a tabulation of BIW cable installations is provided.

23.204

Material Selection - Data book - Irons and Steels.
Metal Progress, vol. 104, june, 1973, pp. 5
Alloys for automotive componentes, SAE alloy steels, EX steels, AISI-SAE carbon steels, properties of cold drawn carbon steels, carbon and low-alloy steel castings, properties of carbon and alloy steels, gear steel selection standard and special stainless and high alloy steels, wrought and cast, high strengt steels, tool steels, gray ductile and malleable iron castings, powder metal parts.

* 23.205

Process Engineering - Data Book - Heat treating.
Metal Progress, vol. 104, june, 1973, pp. 141.
Iron-carbon equilibrium diagram, hardenability bands for AISI SAE steels, hardenability curves for EX steels, cooling transformation diagram for 88620, development of optimum properties in heat treatable steels, guide for in duction hardening, gas carburizing equilibria.

* 23.206

Process Engineering-Testing and Inspection-Data book.
Metal progress, vol. 104, june 1973, pp. 169
Characteristics of NDT methods, hardness conversions for hardened steel, metallographic reagents for irons and steels.

* 23.207

Fabrication Technology - Welding and Joining - Data Book.
Metal Progress, vol. 104, june 1973, pp. 205
Constitution diagram for stainless steel weld metal, covered stainless steel electrodes, selection of mild steel covered electrodes for welding stainless and heat-resisting steels, electrodes for welding stainless, heat resisting and carbon steels and other alloys.

23.208

KANGILASKI M.

Metallurgy of Common Cladding and Structural Materials. React. Mater., Fall. 1970. 13, (3), 107-113 (in English).
This review of the metallurgy of structural and cladding materials includes work on: texture, fabrication, properties and corrosion resistance of Zr and its alloys; the effect of cooling rate on the transformation-temp. and room-temp. structure of Zircaloy 2; effects of texture on the mechanical properties of Zircaloy tubing; hydride precipitation in annealed Zircaloy as a function of quenching temp.; the effect of rolling temp. on the texture of Nb-2. 5% Zr; the burst strengt of thin-walled 316 stainless steel tubes at 1100-1300% f595-705°C) as affected by defects; hot hardness, tensile and creep-rupture strength and bend and impact ductility of Fe-Cr-Al-Yt

alloys; precipitation in heat treated Hastelloy N alloys containing Ti, precipitation behavior of Inconel 625 solid solution hardened by Mo and Nb; yield strength, ductile-to-brittle transition temp. and developed steels (13% Cr-6%C and 13%Cr-6%Ni-1.5%Mo-0.06%C for nuclear pressure vessels; notched high-strain behavior of C steel; 2,25% Cr-1% Mo steel and 304 stainless steel at room temp. and 290°C; and load-controlled push-pull and bending low-cycle fatigue tests on A-302B steel performed to investigate low-cycle fatigue deformation behavior. 33 ref. -M.J.R.

*** 23.209**

BOSTON INSULATED WIRE & CABLE, BOSTON

An investigation of the relative deterioration temperatures and hydrogen chloride evolution of chlorinated jacket compound by means of thermal gravimetric analysis and differential thermal analysis.
4. p. (Report N° B902).
The objective of this investigation to determine the decomposition temperatures and relative amounts of HCl gas evolved from the decomposition of PVC, CSPE, and neoprene. Typical BIW and commercial compounds were used at temperatures from 15°C to 400°C.
The compounds used were:

PVC	Purchased 90° C appliance-wire compound.
Neoprene	BIW-SOX .....heavy-duty neoprene jacket.
CSPE	BIW BOSTRAD[7] heat and radiation-resistant. compound for nuclear power plants.

*** 23.210**

A. M. F. INTERNATIONAL, CONNECTICUT

Una instalación europea para el enriquecimiento de uranio natural.
p. 276-278.

*** 23.211**

LONDRES, BRITISH STANDARDS INSTITUTION

Specification for water-tube steam generating plant (including superheaters, reheaters and steed tube economisers).
London, 1969, p. 85 (De su: British standard 1113).
This British Standard applies to the parts of watertube steam generating units subject to internal pressure and similar parts of steam and water heating units used in association with steam generating units. The following types of unit are included:
(1) Water-tube boilers including their integral steel tube economisers and superheaters and all other parts connected to the boiler without the interposition of a shut-off valve.

Water-tube boilers are divided, for the purposes of this British Standard, into the following three classes:

a) Natural circulation boilers, in which the circulation of the water through the tubes is a result of the thermo-syphonie head produced by heating.
b) Forced, assisted or controlled circulation boilers, in which a pump is used either entirely or partly to promote circulation of the water through the tubes.
c) Once-through forced circulation boilers, in which the feed pump is used to force the flow of water and steam through tubes.

(2) Steam reheaters, receiving steam which has passed through part of a turbine or other primer mover (either integral with the boiler unit or independently fired).
(3) Independently fired steam superheaters.
(4) Integral superheaters separated by a shut-off valve from the boiler
(5) Steel tube economisers separated by a shut-off valve from the boiler (either integral with the boiler or independently fired).

DRAGERWERK L. *** 23.212**

Federal standard no. 209a; fassung vom aug. 1966; Ubertratung aus dem Amerikanischen.
20 p.
In den letzten Jahren sind viele Bauteile, Geräte und Verfahren immer emph ndlicher geworden. Diese Entwicklung hat eine Reine neuer Bedürfnisse mit sich gebracht, von denen emes die Forderung nach neuen Normen der Reinheit (Sauberkeit) ist. Produktionsenrichtungen, welche die für diesen Reinheitsgrad notwendige Steuerung der Umwelbedingungen ermöglichen, sind unter den Namen "Reine Räume", 'Weisse Räume" und "Staubgeschützte Arbeitsplätze" bekannt. Ein Reiner Raum kann daher sein: "Ein Raum, in dem Lufverunreinigungen und-wenn nötig-Temperatur und Lufteuchtigkeit in einem weit grösseren Mass unter Kontrolle gehalten werden, als in Räumen mit herkömmlicher Klimatisierung". Viele Industrieunternenmen, Ausbildungsstätten und staatliche Dien ststellen haben zur Verbreitung und zum heutigen Stand der Reinrautechnik beigetragen, ohne dass eine geeignete Normung vorlag. Nun aber hat man die Notwendigkeit der Standardisierung der Begriffe und Abstufungen für dieses Gebiet erkannt.

*** 23.215**

LONDRES. BRITISH STANDARDS INSTITUTION

Specification for general requirements for the flash welding of steel pipes and tubes for pressure and other high duty applications.
1967. 13. p. (De su: British standard 4204)
This British Standard speciries general requirements for the automatic flash welding of joints between steel pipes and tubes, for pressure and other high duty applications.
Particular attention. is drawn to Appendix A, relating to machines suitable for carrying out the work. It is strongly recommended that the plant should conform to these requirements.

23.217

LYSAGHT V. E. and DEBELLIS A.

Hardness Testing Handbook.
1969. P. 141 Met. A., 7104-72 0082 (Book-English) Separate chapters describe equipment, preparations and other aspects of Brinell, Rockwell and microhardness tests and of miscellaneous methods such as scleroscopy, scratch hardness and durometer measurements Applications of the commonly used hardness tests are described for ferrous materials including hardened and tempered steel cast iron, cemented carbides, powdered metal and sheet steel, nonferrous materials such as brass, Al, Zn and Ti and the nonmetallic materials plastic; paint, glass ceramic and rubber. M. J. R.

23.222

HAVERCROFT. W. E.

Nondestructive Testing in Quality Control.
Can. Welder Fabr., Oct. 1970, 61, (10), 10-14, 16 (in English).
Nondestructive testing of welds includes radiography of welds of steel, austenitic steel, cast iron, Al and bronze, ultrasonic methods for rolled materials and fine-grained welds, magnetic particle inspection for surface and subsurface defects in ferromagnetic materials only and liquid penetrants for both magnetic and non-magnetic materials C. A.

23.223

SICHA F.

Evaluation of the Quality of Steels for Welded Structures and Requirements for Testing Them.
Hutnik (Prague), 1970, 20, (10), 378-383 (in Czech).
The requirements of the Czechoslovakian standard for welded steel structures and pressure vessels are compared with those of the most important foreign standards. Methods of evaluating the resistance of metals to brittle fracture and for determining their suitability for welding are listed. V. K.

* 23.226

LONDRES. BRITISH STANDARDS INSTITUTION

Methods of testing hydraulic pumps and motors for hydrostatic power transmission.
London, 1970, 49 p. (De su: British standard 4617).
This standard specifies the methods to be employed in the determination of the performance and efficiency of hydrostatic power units under steady-state conditions.
A hydrostatic power unit is defined as a device for the transmission of energy by means of a pressurized fluid. For the purposes of this standard such units are associated only with continuously rotating shafts. The unit may be tested as a pump, that is with mechanical energy applied to the shaft and hydraulic energy obtained at the fluid connections, or as a motor with hydraulic energy supplied to the fluid connections and mechanical energy obtained at the shaft. Transmission units which combine pump and motor in an integral housing may be tested for performance and efficiency relative to the input and output shafts..
Requirements for test installations and procedures, measurement, and presentation of results are given, and an appendix shows a method of determining the energy balance in a hydraulic unit.

* 23.227

CRAIG H. R. M. and KALDERON D.

Research and development for large steam turbines. GEC Turbine Generators Ltd.
13 p. Presentado en: American power conf., may. 1973, Chicago.
In the selection of material, the authors have aimed to highlight areas related to the specific design background of the Company, which was influenced by the specific economic and technological character of the power supply system in Great Britain and other 50 Hz areas. This has incidentally resulted in a discussion of work related almost exclusively to high speed turbines for superheated steam cycles.
Development of large, wet-steam turbines for light water reactors also plays a considerable part in the research and development effort. Some of it is a natural extension of the work described above (e. g. material selection and protection against wet steam damage) but some is in so many different areas from those discussed here (e. g. design and performance of reheaters and moisture separators) that it can only be adequately illustrated in a separate paper. It is hoped that the selected topics have successfully illustrated the wide variety of research and development work, skills and facilities that are continuously deployed to ensure constant advancement in steam turbine engineering.

* 23.228

GREGORY B.

Motorized valve actuators for nuclear power plants.
Nuclear eng. int., Aug. 1973, p. 631-633
There is a need to improve the reliability of safety-related nuclear valve systems. Ad hoc modification of valve actuators to suit the environment is a dangerous approach. The design must be fully qualified and actuators must be manufactured within a strict quality assurance programme.

* 23.229

GREENER R.

Fabrication for the AGRs.
Welding and metal fabrication, Apr. 1971, 7 p.
This survey describes the fabrication and erection systems used for the liners and gas baffles for the two-reactors AGR stations at Hinkley Point "B" and Hunterston "B", at present being constructed by Whessoe Ltd. A description of the development and fabrication of the diagrids for these stations is also included, as their design incorporates several new features.
The text is written directly about the Hinkley reactor components. The Hunterston station uses the same design, and the systems used by Whessoe vary only in detail where dictated by variations in the overall construction programme.

* 23.230

COULTAS A. and SAUNDERS E. A. D.

Computer-based heat exchanger design system.
CPE-Heat transfer survey, 1972, sin paginar.

* 23.231

SAUNDERS E. A. D.

Extended surfaces in heat exchangers.
Whessoe, Ltd., Darlington. 8 p. (Publication nº 132)
Publicado en: Power & Works Eng.
The various types of extended surfaces at present available are described and their characteristics explained. The factors affecting efficiency and heat transfer will be considered and some typical applications shown, with brief references also to cost figures.

* 23.232

KALDERON D.

Large steam turbines for conventional and nuclear power stations.
English Electric-AEI Turbine Generators Ltd., Rugby, Ing. CEC. J. OF Sc. and Tech., 38 (1) 1971, 12 p.
Development of the steam turbine over its entire history, apart from the very early pioneering days, has been characterized by an almost continuous succession of relatively small advances and by the absence of any revolutionary discoveries or spectacular improvements in the properties of the construction materials used. In spite of this, truly enormous cumulative advances have been made over relatively short spans of time. This is particularly true of growth of unit size for the period from World War II to the present. However, the rapid advance of steam conditions, inmediately following World War II is now over, the advent of nuclear power having transiently introduced a number of intermediate rather than advanced steam cycles in conjunction with the gas-cooled reactors, and the novel saturated-steam cycles in conjunction with the water-cooled reactors. This article, therefore sets out not to add to what has been published relatively recently on fundamental technological problems of large steam turbines, but to present a range of up-to-date steam turbines typical of the now unified product range of two large but previously independent manufacturers who have relatively recently merged. The complete integration of the two companies offered a highly unusual but welcome opportunity for the crystallization of design judgements and for rationalizations of a variety of different design solutions into ever more mature and lasting approaches.

* 23.233

PRINCENTON GAMMA-TECH, PRINCENTON, N. J.

Timing supplement; a discussion of time resolution with Ge (Li) detectors reprinted from the 1970 edition of our Ge (Li) handbook. 1970. Sin paginar.

* 23.234

IVERSEN K. and SCHELLONG B.

Mechanisiertes schweissen von aluminiumrohren.
Interetom, Friedrich-Ebert-Str., Germ. DVS Bericht, 22, 1971.
Aluminium oder Aluminiumlegierungen werden bevorzugt in der Verpackurigs, der Kälte sowie der Flugzeug und Raumfahrtindustrie, in der Kerntechnik-wegen der geringen Neutronenabsorption-und im Haus-und Fahrzeugbau verwendet. Im Apparate und Vakuumanlagenbau ist der Einsatz von Aluminiumlegierungen im Verhältnis zu nichtrostendem Stahl rückläufig. Die Gründe hierfür liegen vor allem in den bisher nur unvollständig gelösten Schweiss problemen.

* 23.235

MOODY L. E.

A unique measurements concept for use in hostile atmospheres.
Teleflex Inc., North Wales, Penn.
Reprinted from Materials evaluation. v. 31, june 1973.

DAVENPORT C. R. * 23.236

Suggested specifications for wound cartridge filters in the nuclear industry.
Filterite Corp., Timonium, Maryland, paginación varia.

* 23.237

MILLER C. A.

Review of applications of wound cartridge filters in the nuclear industry.
Filterite Corp., Timonium, Maryl.
Nuclex '66, Int. nuclear industries fair, Sept. 1966, Basle, How wound filter tubes provide controlled particle selection and positive depth filtration for clarifying and polishing liquids and gases.
Flow rate and contaminant removal capabilities.
Applications: Shield Water, pressurized Water Coolant Loop, heat Transfer Fluid, pumpseal Fluid.
Evolution of equipment design: Disposal of complete filter housing, cage design permitting disposal of cage only and retaining housing, basket design permitting disposal of cartridge only.

* 23.238

FREWING J. J.

Shell atomic lubricants.
Shell Int. Petroleum Co., 1967. 27 p. (M. O. R. 201)

* 23.239

DAVIES M.A.S. and LAZENBY B.D.

Continuous level measurements.
Process biochemistry. June 1966, sin paginar.
Many ways of measuring and indicating the levels of liquids, powders, and granular solids are currently available. They vary from detection by ultrasonic and radioactive probes, and detection by capacitance using an inert electrode, to detection by mechanical means using floats and levers. Generally, ultrasonic and radioactive methods are expensive, while purely mechanical methods incur maintenance problems.
Continuous level measurement by capacitance, discussed in this article, suffers from neither of these draw-backs and is not limited by such parameters as hygienic, corrosive or abrasive properties of the materials handled, depth of container, ambient temperature and pressure. Examples of the measurement of level in liquids and solids in some typisal biochemical processes are described.

* 23.240

REIK M. K.

Trace heating the oil pipes at Northfleet power station.
Electrical times, Aug. 1972, p. 23-24
As part of the conversion of Northfleet power station to oil-firing electric trace heating has been used on the oil pipes.

* 23.241

REIK P. H.

Electric surface heating.
ISOPAD Ltd., Hertfordshire, Ing., Insulation, Nov. 1972
The applications of heating tapes are extremely varied from freeze protection of a short length of water pipe to maintaining thousands of metres of phenol pipeline under close temperature control.
Whatever the application, however, the requirements of contractors are basically the same, ie to have an economical and efficient system.
Electric heating tapes are probably simpler to install than any other form of electric trace heating and for this reason also tend to be economical.

* 23.242

REIK M. K.

Electric surface heaters.
Pipes and pipelines int., Sept. Oct. 1972. 9 p.

* 23243

JOSLIN C. W.

Self-powered neutron detectors.
Nuclear eng. int., May. 1972.
In ten years, the self powered neutron detector has emerged from the laboratory and found extensive application in nuclear power reactors. New detection modes have been added, new emitter materials patented, and uses ranging from power station safety system to LINAC's[1] can be found.

* 23.244

HILBORN J. W.

Self-powered neutron detectors for reactor flux monitoring.
Nucleonics, 22 (2) Feb. 1964, p. 69-74.

* 23.245

SHIELDS R. B.

A platinum in-core flux detector.
I.E.E.E. Transactions on nuclear sc. 20 (1) 1973, 6 p.
The use of platinum as the emitter in a self-powered flux detector produces a mixed neutron and gamma sensitivity, but typically a higher proportion of prompt response, that is maintainded throughout life, than for earlier types. The detector has high output and a low burnup rate, confirmed by two years of extensive tests at high flux.

* 23.246

SAURESCHUTZ-SAKAPHEN GMBH, GLADBECK

Neue strahlenbeständige duroplast-bechichtungswerkestoffe für kernenergie-anlagen.
Werkstoffe und korrosion, 16 (3) 1965, p. 272-273 Mit von der Säureschutz Rheinruhr GmbH. hergestellten Duroplast-Beschichtungswerkstoffen, die unter dem Sammelbegriff, "Sakaphen" bek annt sind, wurden Versuche surchgeführt, um die Eigenschaften dieser Duroplast Beschictungswerkstoffe nach einer Bestrahlung mit einer Dosis von 10^9 rad festzustellen. Es handelt sich dabei um die Säkaphhenproben HR 60 extra T, SI 57 E, HR 60 extra (Schwarz SI 14 EG, SI 14 E, HR 60 extra (oliv) und HR 60. Die Versuche sollten in der Weise durchgeführt werden, dass dieselbe Prüfung an einer bestrahlten und an einer unbestrahlten Probe vorgenommen wird.
Die Bestrahlung wurde im Reaktor Geesthacht der Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schiffahrt GmbH. vorgenommen.

* 23.247

ULTRASONICS LTD., SHIPLEY, ING.

Automation comes to evaporative cooling using sonic nozzles.
Process eng-heat transfer survey, 1973.
High performance sonic nozzles and computerised analysis of gas conditioning permits automation for coding hot effluent gases. Dr. M. J. Ashley explains how this can reduce the size and cost of new systems.

* 23.248

DUMAS J-C.

Le bore dans la protection contre les neutrons.
Carbonisation Enterpris et Ceramique, Paris.
L'un des problemes les plus importants posé par l'utilisation de l'énergie nucléaire est celui de la protection contre l'intense rayonnement issu des reacterus atomiques Produits en quantité considérable dans les piles dont ils sont la clef de fonctionnement, les neutrons représentent, a cux sculs, l'une des plus graves difficultés que l'homme devait résoudre pour sa sécurite.
A l'inverse des rayonnements alpha, béta, on gamma, les neutrons, comme leur nom l'indique, ne sont porteurs d'aucune change électrique et, de ce fait, ne subissant aucune interaction électrostatique avex les atomes, traversent impunément les écrans de plomb les plus épais. Seuls des chocs directs avec des noyaux pourraient éventuellement les ralentir ou les abosorber. L'infime dimension d'un atome rapport aux immenses vides nucléaires donne a cette éventualité une rareté qui oblige a l'accumulation d'epaisseurs considérables de matériaux souvent couteaux.
Én les classant simplement d'apres leur énergie, on peut discinguer deux types de neutrons: les neutrons rapides, les neutrons lents, et, nonotamment, ceux du régime thermique.
Les neutrons rapides, c'est-a-dire ceux pos-sédant des énergies supérieures a 1.000 e V, ne seront pas envisagés dans cet article. Leur absorption directe présente des problemes complexes et sans grand intéret, puisqu'il est facile de les ralentir par chocs élastiques multiples sur les noyaux de nombre de masse faible. On considere généralement que le passage d'un neutron de 2 MeV a l'énergie thermique nécessite une vingtaine de chocs dans la paraffine, 114 dans le carbone, 86 dans le bérylium (fig. 1)
Notre étude portera donc sur les neutrons lents et surtout sur ceux du type thermique, responsables de la fission dans la plupart des réacteurs.

* 23.249

THE LUMMUS COMPANY, BLOOMFIELD, H. J.

400 metric ton per year, heavy water plant for Nacional de Energía Atómica of Argentina.
1972, sin paginar.

* 23.250

LEVINS D. M.

Heavy water production-a review of processes.
Australian Atomic Energy Commission, Research Establishment, Lucas Heights. 1970. 38 p. (AACE&TM562) Methods of heavy wate production are examined in detail.
Processes based on chemical exchange have the greatest potential for further development but distillation, electrolytic and chromatographic methods are also discussed.
In the inmediate future most of the world output of heavy water will be produced by hydrogen suphide/water exchange (the GS process) but there is limited scope for further reduction in GS production costs, Recent advances in process development make the armonia hydrogen route an attractive alternative since the energy consumption is less. A variation of the armmonia/hydrogen scheme involving the use of amines as additives to, or substitutes for ammonia also appears promising.
The greatest obstacle to the development of either the ammonia/hydrogen or amine/hydrogen schemes on a large scale is the limitation on the supply of hydrogen Ammonia synthesis gas is currently,

the most plentiful supply available but 1500 tonnes/day of ammonia capacity is needed for each 100 tonnes of heavy water produced annually. Unlimited production could be achieved using an equilibration stage in which hydrogen depleted in deuterium is exchanged with water at high temperature. The economics of this scheme depend on the development of a satisfactory catalyst for water/hydrogen equilibration.
Distillitation of water, methane and hydrogen habe been proposed as economic routes to heavy water production but design studies and experimental data would need to be clarified if optimistic forecasts are to be substantiated.
Processes based on chromatography or selective adsorption have received scant attention in the past.
Many problems would need to be overcome before such processes could be adapted to large scale production of heavy water, but in view of recent advances in plant scale chromatography, they should be re-examined.

*** 23.251**

HEIMKE G.

Oxidkeramische gehäuse.
Deutsche Steinzeug-und Kundtstoffwarenfabrik, Mennheim-Friedrischsfeld. 1972. Publicado en: Keramische zeitschrift 24 (2) 1972.
Composite constructions with Al, O, oxide ceramic insulators and metal parts soldered to them vacuum tight have been used as housings for power electronic components for more than 10 years. From the great variety of types which have been designed, those construction which have lead to the present state in this field and from which future trends might be deduced are particularly mentioned. Attention is also drawn to several housings for special applications in order to demonstrate the large scope of possible solutions for technical problems with ceramic-metal composite constructions.

*** 23.252**

HEIMKE G. and DRESSLER M.

Dioden-und thyristorgehäuse.
Deutsche Steinzeug-und Kunststoffwarenfabrik, Mannheim. 1968. Publicado en: Fachzeitschrift, (22) 1968, p. 3-7.
Until now in solid-state components for heavy-current techniques mainly casings of compositre $Al_2 O_3$ oxide ceramic designs have been adopted as dielectrics together with mechanically supporting parts of hardsoldered metal flanges and lead-in wires. In the article the most important types of these casings are presented, and the important design features are discussed. Special attention is paid to the possibilities for hard-soldered metal-ceramic connections.

*** 23.253**

HEIMKE G.

Keramik-metall-

HEIMKE G.

Keramik-metall-verbindungen.
Deutsche Steinzeug-und Kunststoffwarenfabrik, Mannheim. 1972. Publicado en: Konstruktion elemente methoden. 7 (6) 1972, 7 p.

Die Verwendung des Werkstoffes Keramik im industriellen Bereich hat in den letzen Jahren stetig zugenommen.
Es llegt in der Charackteristik dieses Werkstoffes, dass Verbundkonstrucktionen Keramik-metall in vielen Fällen eine Problemlösung darstellen. Der Beitrag fefasst sich mit den gebotenen Möglich-keiten derartige Werkstoffverbundungen herzustellen.

*** 23.254**

PETANIDES K. and HEIMKE G.

Bestimmung des sauerstoff-permeationskoeffizienten in schläuchen und rohren mit hilfe fester ionenleiter.
Friedrichsfeld, Mannheim. Publicado en: CZ-chemietechnik, 2 (4) 1973, p.-166-168.
Es wird eine Methode zur Bestimmung der Sauerstoff-Permeationskoeffizienten in Schläuchen und Rohren aus verschiedenen Werkstoffen auf elektrochemischem Weg mit Hilfe eines festen Ionenleiters vorgestellt. Die dazu gehörende Apparatur ist kurz beschrieben; Ergebnisse für einige gummielastiche Werkstoffe werden angegeben. Von den untersuchten Materialien hatte bei Raumtemperatur Polyäthylen den kleinsten und Siliconkautschuk den grössten Permeationskoeffizienten für Sauerstoff.

*** 23.255**

HEINKE G., PETANIDES K., and MARINCEK B.

Messen des freien sauerstoffs.
Friedrichsfeld, Mannheim, 1973.
Publicado en: Chemie-anlagen+verfahren, (6) 1973, p. 167–169
Die Wechselwirkungen der Elemente mit Sauerstoff sind in allen Bereichen der Technik und Biologie von grundlegender Bedeutung: in den verbrennjungsprozessen werden aus den Elementen Oxide gebildet, bei der Gewinnung der Metalle aus Erzen wird Sauerstoff entzogen, viele Wärme-und AnlaBbehandlungen sowie Chemische Reaktionen im festen, flüssigen, gasförmigen Zustand führen nor unter ganz bestimmten, genau eizuhaltenden Sauerstoffpartial–drucken zu technisch brauchbaren Ergebnissen. Erst die genaue, schnelle und kontinuierliche Erfassung des Sauerstoffes ermöglicht in vielen Fällen die Steuerung und Optimierung von Prozessen, die meist Redoxvorgänge darstellen oder enthalten. Daraus ergibt sich die groBe Bedeutung der geschilderten MeBtechnik.

*** 23.256**

KEDDAR A. and KARGER J.

Nuclear power plant control and instrumentation.
Publicado en: Atomic energy rev. 11 (2) 1973, p. 377–383
Presentado en: Int. symp., Prague, 22–26, Jan 1973.
A Symposium on Nuclear Power Plant Control and Instrumentation convened in Prague by the International Atomic Energy Agency was the first major scientific meeting on the control and instrumentation further emphasizing the importance of technical development for nuclear power plant control. The attendance at this Symposium of 251 participants, representing 29 countries and six organizations, indicated great interest. A total of 57 papers and two review papers were presented in eight sessions covering the following topics: Nuclear power plant operations: Experience and thoughts for the future. Control of the nuclear power stations with special discussion on application of modern control methods. Techniques of measurements of dynamic characteristics. Systems and equipment reliability Detection of local incidents in sodium–cooled fast reactors. Temperature and flow measurements. Neutron flux measurements. Detection of failed

fuel elements. During the Symposium a panel was held on Co-ordination Necessary from the Conceptual Design Stage of a Control and Instrumentation System to Final Plant Operation.
Comments papers concerned with the various topics are reported briefly below.

*** 23.257**

WITTENBROCK N.G.

Principles and standards of reactor safety.
Publicado en: Atomic energy rev. 11 (2) 1973, p. 369–375
Presentado en: Int. symp., Jülich, Febr. 1973.
The International Atomic Energy Agency has sponsored four previous symposia on nuclear reactor safety. In these earlier simposia the emphasis was placed on hazards evaluation techniques, siting of reactors, containment, and environmental aspects of nuclear power stations.
For this fifth Agency symposium in reactor safety the emphasis was on the engineering aspects of reactor safety. In addition to engineered safety features to minimize the consequences of a reactor accident, particular emphasis was given to information on how to design, build and operate nuclear power plants to give assurance of a very low probability of the occurrence of a reactor accident. Forty papers were presented in nine sessions during the week-long meeting. The tenth session was a panel discussion, which served to summarize the Symposium by answering questions that had been submitted by the participants. The Sumposium was attended by 254 participants from 29 countries and 4 international organizations.
In his opening address in behalf of the Director General of the IAEA Professor Z.L. Wilhelmi emphasized the environmental aspects of nuclear power plants. From the outset of nuclear power development the designers have recognized the importance of safety in the operation of the plants. The ever-increasing role of nuclear power in meeting the world's energy needs demands an intensification of the effort to improve procedures and to develop techniques to increase reactor safety by reducing the probability of an accident and to mitigate the consequences to man and his environment. In his welcoming address on behalf of the Federal Republic of Germany Mr. H.H. Haunschild pinpointed the dilemma of reactor safety in asking what degree of safety has been achieved and why it can be regarded as adequately safe. The elaboration of technical rules and safety standards should prove to be a fruitful field for international co-operation.
Profesor K.H. Beckurts, representing the Kernforschungsanlage Jülich, said, "The public debate conducted in many countries on nuclear safety and its effects on the licensing procedures reflect the high topical importance of reactor safety research. It is of particular interest to integrate the high standard of technological achievements into an adequate philosophy of safety principles and to stabilize it by elaborating standards for quality and reliability which, as far as possible, should be commonly recognized on an international basis".
In the technical sessions papers were read that provided information on the pints stressed by speakers at the opening ceremony.

*** 23.258**

GEUE J.

Capital costs for nuclear power plants, bibliography.
Australian Atomic Energy Commission, Res. Establishement, Lucas Heights. 1972. 37 p. (AAEC LIB/BIB Nº 327)
Construction and other capital costs for nuclear power plants.
Capital costs considered as one of many factors in the economics of nuclear power plants.

*** 23.259**

GEUE J.

Nuclear materials managements and safeguards, bibliography
Australian atomic energy commission, research establishment, Lucas Heights. 1972. 94 p. (AAEC LIB/BIB Nº 362)

*** 23.260**

GEUE J.

Electric heaters for reactor loops, bibliography.
Australian atomic energy commission, research establishment, Lucas Heights. 1972 33 p. (AAEC LIB/BIB Nº 365)

*** 23.261**

BOURNE A.J.

A criterion for the reliability assessment of protective systems.
Publicado en: Control, Oct. 1967.

*** 23.262**

GREEN A.E.

Safety assessment of automatic and manual protective systems for reactors.
Publicado en: Instrument practice, Feb. 1970, p. 109–113
A brief survey of some aspects of the safety assessment of protective systems for nuclear reactors is given.
This includes an outline of the techniques for the quantification of the assessment process in considering both automatic and manual actions.
It is concluded that the quantification process is useful in leading to the constitution of criteria for the selection of courses of action and recommendations by the assessor.

*** 23.263**

GREEN A.E.

Assessment of sensing channels for high integrity protective systems.
Publicado en: Instrument practice, 22 (10) Oct. 1968, p. 862–866.

*** 23.264**

EAMES A.R.

Reliability assessment of protective systems.
Publicado en: Nuclear engineering, March 1966, 5 p.

*** 23.265**

GAGLIARDI G.

De la manutention a la télémanipulation.
Publicado en: La technique moderne, Jan. 1972

*** 23.266**

FIEGE A. and PETERSEN H.

Probleme bei der auslegung von loop–druckrohren für den schnellen hochflusstestreaktor FR 3.
Publicado en: Ist. Int. conf. on structural mechanis in reactor technology, Berlin, Sept. 1972, 3, part F, p. 169–187.

* 23.267

STEWART W.G.

Cooling electronic controls; in harsh production environments
Publicado en: Automation, Jan. 1972.

* 23.268

BATELLE NORTHWEST LABORATORY, RICHLAND, WASHINGTON

Review of acoustic emission technology.

P.C-1 — C.26
Acoustic emission is a phenomenon arising from the release of energy as a solid material undergoes plastic deformation and fracture. Part of this energy is converted to elastic waves which spread through the material and can be detected at the material surface using high sensitivity sensors. Therein lies the basis for utilizing acoustic emission as a technique to detect formation or growth of flaws in a solid. Two outstanding features of acoustic emission as an integrity monitoring device are the ability to detect crack formation or growth at the time it occurs, and to accomplish this remotely. Also, simultaneous interrogation of multiple sensors (three or more) provides the necessary information to locate the source of the signals using triangulation.

* 23.269

LIBBY H.L.

Miscellaneous eddy current techniques.
Pacific Northwest Lab., Richland, Washington. 1969. 22 p. (BNWL-996)
This report describes several eddy current test techniques. These are presently in different stages of development and may be of interest to those developing or using eddy current nondestructive test methods.
The following techniques are described: Controlling the curvature of test coil impedance lift-off coil stabilizing the temperature of eddy current test coils, notes on the eddy current ultrasonic transducer, notes on the impedance relationship of a solenoid encircling a bar, measuring the flow of eddy currents in liquid Wood's metal, an operational test for phase detectors.

* 23.270

LIBBY H.L. and WANDLING C.R.

Eddy current multiparameter test for tube flaws in support regions
Battelle Northwest Lab., Richland, Washington. 1970 p. 25 (BNWL-1468)
Laboratory tests at Battelle-Northwest show that a twofrequency multiparameter eddy current nondestructive test offers a way to dramatically reduce interfering tube test signals caused by simulated tube supports made of stainless steel or mild steel. An analysis of complex plane data of the tube support signals and a signal caused by a suspected region of intergranular corrosion in a stainless steel tube confirms the discrimitation which we observed experimentally. The test described appears to be a workable system which represents a compromise between 1) full application of the multiparameter test principles (with the resulting complexity of circuits and adjustments and 2) a test system of reasonable complexity which may meet the needs of a practical field problem. Further tests are needed using real tube supports to determine optimum operating conditions.

* 23.271

LIBBY H.L.

Eddy current nondestructive test tubing cross-section display device.
Battelle Northwest Lab., Richland, Washington. 1969 15 p. (BNWL-1158)
Additional test results of an eddy current tubing cross-section display device described in an earlier report are given. The tubing cross-section display device gives a cathode ray tube presentation showing the approximate location of tubing flaws detected by the eddy current method. A multiparameter eddy current tester is used to provide the needed variety and separation of signals, and the method of display is similar to that used in a radar system plan position indicator. Signals resulting from artificial flaws within the tube wall have now been displayed. A composite photograph of the display shows the relative location of outer wall, within the wall, and inner wall artificial flaws in 0.080 in wall, 3–7/16 in. O.D. type 304 stainless tube. Display circuit for handling six signal channels has been built.

* 23.272

ABLITT J.F.

An introduction to the "syrel" reliability data bank.
U.K. Atomic Energy Authority, Systems Reliability Service, Lancashire. 1973 20 p. (SRS/GR/14)
This document has been prepared as a guide to potential users of both the Event Data Store and Reliability Data Store of the SYREL Data Bank.

* 23.273

U.K. ATOMIC ENERGY AUTHORITY, SYSTEMS RELIABILITY SERVICE. LANCASHIRE.

UKAEA'S systems reliability service; What's SRS to you?

Publicado en: Trade and Industry, July 1972, p.4
Over the past 20 years or so the Health and Safety Branch of the UK Atomic Energy Authority has built up an unrivalled mass of information on the performance of a wide variety of equipment, including electronic, mechanical and pneumatic instruments, electrical and automation devices, and such plant components as pumps, motors, bearings and seals. Derived from safety and reliability assessments of nuclear reactors and chemical and other types of plant, and from detailed records of operating history, these data offer an obvious base on which the likely performance of a plant can be quantitatively forecast, optimum maintenance schedules can be planned, the economic effects of plant modifications can be determined, and so on. To exploit the data in this way, the UKAEA has perfected specialised statistical methods of evaluating the information; and to facilitate their application, it has established a large, ever-growing data bank, linked to an extensive computer installation for rapid processing. In short, the UKAEA has at its disposal a systems-reliability organization, which, with a highly qualified and experienced staff, and with the necessary facilities (eg, data store, computers, facilities for fundamental research and analytical and mathematical modelling) all under one management, has carved for itself a leading position in its field. Realising that this organisation could contribute greatly to the efficiency, maintainability and safety of plant in industry in general, the UKAEA has set out to place its facilities and know-how at the service of any firm requiring them. All its experience and information are now available, if not for the asking, at least on a repayment basis, from its Systems Reliability Service.
The types of service which SRS offers are outlined in this article.

*** 23.274**

EAMES A.R.

Principles of reliability for nuclear reactor control and instrumentation systems.
U.K.Atomic Energy Authority, Lancashire. 1972 8 p. (SRD(R)1)
This report lays down a number of reliability principles with a view to safe and economic nuclear reactor operation. Some basic precepts are initially specified and these are followed by various sections dealing with system design, equipment, controls, sensors, wiring, maintenance and human factors, Under each of these sections, a number of reliability principles are stated with a view to meeting the basic precepts.

*** 23.275**

GREEN A.E.

Quantitative assessments of system reliability.
Institution of Chemical Eng., London.
Publicado en: Inst. Chem. Eng. Symp. Series, Nº 33, 1972, p. 103–108 (4th Symp. on chemical process hazards with special reference to plant design)
In the design and operation of plant in various fields of application there is an increasing need to assess, with the minimum of subjectiveness, the reliability of systems. This need arises in various ways such as safeguarding capital investment in a plant or reducing risk to human life.
Some aspects of the prediction of the reliability of protective systems are discussed using quantified reliability techniques.

*** 23.276**

FUMAGALLI E. and VERDELI G.

Static tests on a model of presstressed concrete pressure vessel for a THTR nuclear reactor.
ISMES, Bergamo. 1970
Presentado en: Meeting concerning experimental investigation and safety aspects of PCRV's, Delft, Dec. 1970.
Model studies form an important element in the design of a prestressed concrete pressure vessel, as they represent a most valuable tool for analysis in the elastic range, to be used along with the calculation procedure. They are a particularly significant research instrument in the elasto-viscous range up to the collapse of the model for determining the actual safety degree of the structure where the calculation systems are wholly unreliable.
The tests described herein were carried out at the ISMES laboratories in 1967–1970 as port of a research program financed by the Ente Nazionale per l' Energia Eletrica (ENEL) of Italy.

*** 23.277**

LAULETTA E. and CASTOLDI A.

Il comportamento dinamico dei ponti sospesi studiato a mezzo di modelli
ISMES, Bergamo. 1972. 19 p.
Il comportamento del ponte e sufficientemente lineare da permettere l' analisi modale. I modi propri del ponte permettono di individuare dei sistemi con caratteristiche proprie ben distinte per cui l' uso del criterio giapponese e giustificato. Il problema della scelta dello spettro da assegnarsi per periodi lunghi e tuttora da risolvere. I modi superiori oltre 1 eps possono essere trascurati. Non appare lecito invece limitarsi al primo modo soltanto. In generale il tiro nelle funi portanti aumenta di poco rispetto al valore statico, mentre il momento d' incastro delle pile assume valori paragonabili a quelli ottenuti per l' effetto del peso proprio e dell' azione del vento

*** 23.278**

OBERTI G. and CASTOLDI A.

New trends in model research on large structures.
ISMES, Bergamo.
Presentado en: 9th Congress of the Int. Ass. for Bridge and Structural Eng., Amsterdam, May 1972, p. 715–726
Some general considerations on the usefulness of model studies in both the design and verification stages of large tridimensional structures are first outlined.
The new testing techniques in both the static and dynamic fields, based on the use of modern data acquisition systems in association with a computer, are then analyzed. As regards the dynamic field, emphasis is placed on the considerable simplification of the excitation equipment with consequent cost reduction.
In this connection, the results of some elastic model tests conducted at ISMES, Bergamo, Italy, by using the above criteria are illustrated.

*** 23.279**

FUMAGALLI E.

Applicazioni nucleari all'ingegneria civile.
ISMES, Bergamo.
Presentado en: XVIII Cong. nucleare di Roma, Mar. 1972, 22 p.

*** 23.280**

FUMAGALLI E.

L'impliego dei glicerolati di piombo per schermi biologici ad elevata efficacia.
ISMES, Bergamo.
Publicado en: Relazioni su richerche e studi promosi dall'Anidel. 1972, 7 p.
In continuazione al programma di ricerche gia sviluppato all' "ISMES" su calcestruzzi da schermaggio biologico per reattori di potenza, vennero posti allo studio conglomerati schermandi ad elevata efficacia, particolarmente indicati per applicazioni a reattori di ricerca e a mezzi di trasporto facendo ricorso a leganti di tipo organico.
E sembrato che i cementi a base di litargirio e glicerina chimicamente definiti come glicerolati di piombo, potessero utilmente impiegarsi a tale scopo.
Si ebbe gia occasione, in una precedente publicazione (I), di considerarse l'opportunita d'impiegare conglomerati eterogenei al fine di ottenere una piu equilibrata azione schermante. Maggiormente qui, trattandosi di materiali ad elevata efficacia, si e ritenuto di dover correggere, con l'aggiunta di ferro, l'azione schermante del piombo che costituisce pur sempre l'elemento base dei conglomerato.
Non e dato in questa sede fornire elementi informativi sui rapporti di dosaggio da adottarsi per i due; essi vanno determinati in relazione al tipo di radiazione incidente e conseguono, di necessita, a verifiche di calcolo in sede di progetto.
Dopo aver configurato conglomerati utilizzabili in sede practica, si sono eseguite esperienze atte a determinare le caratteristiche fisico-meccaniche d'interesse applicativo.

*** 23.281**

KLEINGARN W.

Naturzugkühlturn in ibbenbüren.
Publicado en: Beton-und stahlbetonbau, 62 (1) 1967, 8 p.

*** 23.282**

KLEINGARN W.

Reinforced concrete constructions of high-capacity cooling towers. (en alemán)
Publicado en: Födern und heben. 19, (1), jan. 1969.

*** 23.283**

BAUUNTERNEHMUNG E. HEIKAMP GMBH, WIESBADEN

Betoanbau des inlandes; Naturzung-trocken-külturm. 1966.

*** 23.284**

NIEMANN H.J., PETERS H.L. and ZERNA W.

Naturzughühltürme im wind.
Publicado en: Beton und stahlbetonabu, 67 (6) Juni 1972, p. 121—129
In den Abschmitten 2 und 3 wurde über Winddruckmessungen an einem wirklichen Bauwerk und an Modellen im Windkanal berichtet. Beide Untersuchungen bezogen sich auf die stationären Druckanteile. Es ergab sich, daBfür sehr groBe Reynoldszahlen Re das Druck feld nicht mehr von Re sondern nur noch von der Oberflächenraughigkeit k/D abhängt. Als kenzeichnender Parameter für das Druck feld kann das Druckminimum min c φ benutzt werden. Bild 10 zeigt für 4 Werte des Belastungsparameters min c φ die zugehörigen Druckverteilungen (Kurve K 4 bis K 7). Die bekannte Kurve K 2 wurde zusätzlich zu Vergleichszwechen benutzt. Die SchalenschnittgröBen werden nach der vollständigen linearen Biegetheorie mit Hife eines numerischen Rechenverfahrens berechnet.
Es zeigt sich, daB auch für die Extremwerte der SchnittgröBen der Belastungsparameter min c φ als cin Kennwert angeschen werden kann. Die Oberflächenrauhigkeit der Kühlerschale hat damit einen ganz wesentlichen EinfluB auf die Schalenschaittgröben. Durch die Wahl einer entsprechenden RippengröBe können die SchnittgröBen so beeinfluBt werden, daB eine wirtschaftliche Bemmessung möglich ist. Aus diesem Grunde Schlagen die Verfasser als optimale Druckverteilung die Kurve K 6 vor. Die Kurve K 2, die aus Früheren Windkanalversuchen zusammengesetzt worden war, führt bei der Bemessung zu praktisch gleichen Ergebnissen. Eine weitere VergröBerung des Druckminimums auf etwa min c $\varphi = -0{,}8$ ergibt nur einen geringen Vorteil für die Bemessung, der Rlppenherstellung. Eine Verkleinerung des Druckminimums auf etwa min c $\varphi = -1{,}5$ verringert die erforderliche Rippenhöhe und läBt die Bemessungsschnittgröben in noch vertretbaren Grenzen ansteigen. Die zugehörige Druckverteilung ist durch die Kurve K 5 gegeben. Eine weitere Verminderung des Druckminimums bis min c $\varphi = -2{,}6$ führt in aller Regel zu unwirtschaftlichen Konstruktionen.

*** 23.285**

WILLE G.

Besonderheiten beim bau von kühltürment mit natürlichem sug.
Publicado en: Beton, 2—69, p. 62—67
Die Probleme bei der Bauausführung für hyperbolische Kühltürme mit den hier aufgeführten Abmessungen für Rotationsschalen mit negativ gekrümmter Meridiankurve sind durch die sehr dünne Wandung charakterisiert (Bild 11). Die hierfür nockendigen Systeme der Kletterschalung sind so weit entwickelt, daB bei richtiger Handnabung durch Spezialisten keine Schwierigkeiten bei der Herstellung der Strale auftreten. Zu Beachten ist, daB Atweichungen von der Geometrie der strale durch ungenaue oder fehlerhafte enmessungen der Kletterschalung während des Bouvorganges zur Herabsetzung der Beulsicherheit und zu Abweichungen hinsichtlich des Eigenschwingungsverhaltens führen, die der Rechnung kaum zugänglich sind. Der EinfluB von Herstellungsverformungen auf Beulverhalten und Eigenschwingungen der Schale ist noch weitgehend ungeklärt. Deshalb sollte auf Einhaltung der exakten geometrischen Form bei der Herstellung der Mantelschale gröBter Wert gelegt werden. Die doppelseiting angeordnete Bewehrung sollte oberhalb der Schalung immer gut gehalten werden, um ihre Lage innerhalb der Betonwandung zu gewährleisten. Auf Kühltürme wirken in erheblichem Umfang Feuchtigkeit, Frost und Rauchgase ein, die bei ungenügender Betonüberdeckung die Stahleinlagen durch Korrosion gefährden. Der gründung eines Kühlturmes mit natürlichem Zug, vor allem im Bergsenkungsgebiet, ist gröBte Aufmerksamkeit zu Schenken. Es treten hier für Schale, Tasse und Rieselwerk bei ungleichmäBigen Setzungen oft nur schwer zu beherrschende Probleme auf. Ganz besonderes Augenmerk ist auf die Betonqualität zu legen, um allen äuBeren und inneren Einflüssen, die durch die enormen Abmessungen dieser Bauwerke bedingt sind, widerstehen zu können.
Zusammenfassend läBt sich sagen, daB groBe Naturzughühler nicht alltägliche und kühne Bauwerke des modernen Ingenieurbaues darstellen und ihre Herstellung einen sehr hohen Stand an technischer Ausrüstung. Erfahrung und gründlicher Arbeitsüberwachung voraussetzt.

*** 23.286**

ZERNA W. and KRATZIG W.

Probleme der konstruktion und berechnung von natuzugkühltürmen in schalenbauweise.
Bauunternahumng, E. Heitkamp, Langekampstrasse. p. 355—382

*** 23.287**

ZERNA W. et al.

Naturzugp kühltürme: ihre festigkeitsberechnung und konstruktion. Tagung vom 19. April 1968. Essen, Vulkan—Verlag Dr. W. Classen/c. 1968/ p. 109 (Haus der technik-vortragsveröffentlinchungen, Heft 180).

*** 23.288**

PETERS H.L.

Der vollständige spannungs-und verformungszuzstand groBer naturzugkühltürme in schalenbauweise.
Publicado en: Beton und stahlbetonbau, 8/1972, p. 175—182.
Es wurde die Ermittlung des Spannungs und Verformungszustandes allgemeimer Rotationsschalen mit Hilfe der „Dynamischen Relaxation" gezeigt. Anschaulich gedeutet wird dabei der gesuchte statische Gleichgewichtszustand als End- und Ruhezustand eines gedämpft schwingenden Systems errechnet. Als Zahlenbeispiel wurde ein Kühlturmbauxerk gewählt, bei dem die Membrantheorie zur Ermittlung des Spannungszustandes für den auftretenden Fall der Auflagerverschiebung nicht ausreicht. Ein Beispiel also, bei dem durch den schärferen Nachweis echte neue Erkenntnisse über das Tragwerk gewonnen werden. Die Berechnungen wurden mit hilfe des Algol-Rechenprogramms, wie es in abgedruckt wurde, durchgeführt.

* 23.289

FREWING J.J.

Lubrication of nuclear power stations; the role of Shell APL grades over the next decade.
Shell Int. Petroleum Co., London. 1969
The main purpose of this report is to supplement the information given in MOR 201 on UK nuclear power station development and to review future lubrication requirements.
It should not be taken as an indication of our placing any new or undue emphasis on the importance of the lubricants business associated with land-based power generation.
It is recognised that lubricants business for power stations generally, varies widely in importance from country to contry and in many instances is relatively unattractive-although in some countries there may be an element of prestige value especially for nuclear stations. This is reflected in the very limited effort allocated to this sector of trade in SIPC's Marketing Development Programme and no doubt operating companies, too, will wish to keep the value of such business in perspective in formulating their own marketing plans.

* 23.290

JONES J.A., MCORE H. D. and SCARLETT N.A.

Grease lubrication of ball bearings in helium.
Presentado en: Symp. on lubrication in hostileenvironmentsLondon, Jan. 1969.

* 23.291

COSMODYNE, TORRANCE, CALIF.

SF_6 handler streamlines CB maintenance.
Publicado en: Electrical world, Nov. 1971

* 23.292

STEWART J.E. and DESAI A.F.

Cryogenics: a solution to radioactive pollution.
Cosmodyne, Torrance, Calif. 1971
Publicado en: Electrical worlds, Nov. 1971
One of the most demanding technological problems a nuclear-plant owner must face is the removal of radioactive isotopes from gaseous discharges. Cryogenics, a technology brought of age by the aerospace program, is being increasingly viewed as an aid in this task, through cryogenic distillation or refrigerated adsorption or absorption processes.
With the emphasis today on ecology and keeping the environment clean, tremendous pressures are being exerted on electric utilities as operators of nuclear power plants to keep the release of all radioactivity to a minimum. Atomic Energy Commission standards, adopted from the international community, set a maximum permissible concentration (MPC). In addition, AEC requires that the release of radioactivity be kept "as low as practicable." Many utilities, in fact, plan o limit the amount released to no more than the normal background radiation level.

* 23.293

FRETWELL H.J.

A nitrogen supply system for post-run cooldown of nuclear reactors.
Cosmodyne, Torrance, Calif.
Publicado en: Advances in cryogenics eng. 10, Aug. 1964

* 23.294

FUMAGALLI E.

Calcestruzzi da schermaggio biologico per reattoti di potenza.
ISMES, Bergamo. 1960. p. 9
In relazione ai problemi tecnológici connessi con la realizzazione di pareti schermanti alle radiazioni nucleari di reattori di potenza, presi in esame i principi informatori dettati dalla fisica nucleare, si esaminano le norme di confezione e di scelta dei conglomerati cementizi piu idonei. L'articolo e pure corredato da una serie di risultati sperimentali di interesse per la miglior conoscenza delle caratteristiche fisico–meccaniche dei materiali medesimi.

* 23.295

OBERTI G. and LAULETTA E.

Dynamics test on models of structures.
ISMES, Bergamo, 1962
Presentado en: 2nd World conf. of eartquake eng. Tokio, July 1960 p. 945–960.
The present paper illustrates the guiding criteria followed at the italian Experimental Institute for Models and Structures (I.S.M.E.S.) in Bergamo in the study of structural stability againts seismic effects through the aid of models.
The first part of the paper is devoted to theoretical considerations, while the second deals with the testing equipment in use the Institute and the tests carried out.

* 23.296

LAULETTA E.

Dynamic features of recent italian arch dam.
ISMES, Bergamo 1964
Presentado en: 8th Cong. on Large Dams, Edimburgh, May. 1964, sin paginar.
The present paper deals with some dynamic features (natural periods and damping coefficientes) determined on the Ambiesta Dam (Italy) by means of blasts.
These features are compared and completed with those obtained analytically and by testing on models.

* 23.297

LAULETTA E.

Theoretical considerations and experimental research in the behavior of tall buildings during earthquakes.
ISMES, Bergamo 1965. 15p.
The investigation described in the present paper was prompted by an analytical study of the earthquake resistant capacity of a nearly 200 m high reinforced concrete building under construction in Canada.
The dynamic calculations performed showed that the building may be assimilated to a flexible beam with four concentrated masses.
The doubts arisen, from both a quantitative and a qualitative standpoint, regarding the reliability of such a representation have made it advisable to have tests performed on a model requiring no schematizing. The tests were carried out according to the technique and the guiding criteria outlined in the paper.
Essentially, this is a "modal analysis" of a complex structure made by means of models.
The paper also contains general considerations on various aspects or earthquake resistant engineering, with special regard to tall buildings.

* 23.298

FUMAGALLI E.

Caratteristiche di resistenza dei conglomerati cementizi perstati di compressione pluriassiali.
ISMES, Bergamo. 1965. p. 550–566
This article is the first report on the experimental investigations carried out by ISMES within the research program promoted and financed by AITEC, with the contribution of CNR.
The two–and three– dimensional tests conducted on small–aggregate concrete specimens prepared with various cement contents and tested at different curing periods are reported.
The failure tests were carried out contemporaneously on 70 mm cubes and 200 mm high cylinders with a diameter of 100 mm.
The former were loaded by two opposite pairs of jacks, distribution pads and a containing frume, white the latter were tetel in a triaxial chamber. The tests have made it possible to compare the results obtained in the two cases and, first of all, to conclude that the biaxial tests on cubes by means of jacks are not reliable because they are strongly affected by the tangencial action of the loading pads.
In this connection it is well to point out the great specific strenght reduction obtained on specimens when the third dimension along the unstressed axis is descreased.
Of considerable interest are the results provided by the biaxial tests on cylindrical specimens performed for the first time in a hydrostatic chamber with the specimen free to deform axially. The very low failure values permit to roughly support the theory according to which failure occurs through the brittleness of the material every time the ideal principal tensile stress reaches its ultimate value.
In the light of this theory it may, therefore, be assumed that, in the case of a homogeneous and uniform stream of compressive stresses, the material breaks under the ideal principal stress of lateral tension. Doubts are also expressed by the Author about the meaning, of the conventional failure tests under uniaxial compression on account of the disturbance caused in the stream of stresses by the tangential action of the loading pads.
Finally, considerations are presented of failures of the plasto-viscous type due to triaxial compressive states.

* 23.299

SCOTTO F.

Techniques for rupture testing of presstressed concrete vessels models.
ISMES, Bergamo, 1970.
Presentado en: Conf. organized by British Nuclear Energy Soc., London, July 1969, p. 23–29
The paper is related to the experience of the author in the field of prestressed concrete pressure vessel models, built and tested for ENEL by the "Istituto Sperimentales Modelli e Structure" ISMES at Bergamo Italy within the framework of the EURATOM and THTR Contracts and ENEL research work. The tests refer to the 1:20 prestressed concrete models of vessels for "High-temperature gas cooled reactors" of the HTGR (English) and THTR (German) type, and to a couple of simply supported end slabs of the THTR model, prestressed respectively with three systems of straight tendons at 60° and with hooping tendons only. The first part of the paper describes in detail the separate "copper-sealing system" studied for the THTR model to ensure complete tightness up to collapse of the concrete structure and tendons. This system is, in fact, essential to avoid the tests in the ultimate condition of the model being invalidated by undue leakages of the pressurizing fluid, and to permit a reliable study of the propagation of concrete cracking as pressure is increased. Detailed information is also given of special "crack detectors" deviced by ISMES and devoloped by the author to detect and follow internal cracks in critical sections of the structure. The second part discusses the reliability and interest of such a type of tests and of the relevant results together with economic implications.

* 23.301

DURAPIPE & LAMBERTS SALES' STAFFORDSHIRE, INGL.

ABS plastics for chlorine doping and radwaste.
Publicado en: Nuclear eng., Aug. 1971
An inusual installation of ABS plastics pipework has been carried out at Dungeness B nuclear power station by one of the contractors Sir Robert McAlpine & Sons Ltd., who have installed over 5.000 ft of this material to take chlorine solution through a cooling water intake tunnel stretching 2.700 ft out sea. For this application, ABS replaces conventional hard-rubber lined and covered mild steel at a 40 o/o to 50 o/o cost saving, say Lambert Brothers (Walsall) Ltd., who supplied and fabricated the pipework. Tests show the system to be functioning well.

* 23.302

LASELL R.C.

Some mechanical and electrical considerations of resistance thermometry.
Rosemount Eng. Co., Minnesota. 20 p.

* 23.303

RIVERS R.D. ed

Impregnated activates carbon for removal of radioiodine compounds from reactor containment atmospheres; Supplement 1.

1973. 43 p. (Topical Report AAF–TR–7102)
Test procedures used to define the parameters of activated carbons for reactor containment service are described. The results of these performed on a specific grade of iodized coconut shell activated carbon, AAF 2701, are presented. A set of quality control acceptance levels for this material is listed.

* 23.304

RIVERS R.D. ed

Design and testing of fan cooler-filter systems for nuclear applications.
1972. 208 p. (Topical report AAF–TR–7101)
Components for Nuclear Fan Cooler/Filter Systems developed by American Air Filter Company and/or used by it in such systems are described. Analytical techniques used by AAF in seismic design, and cooling coil and relief valve selection for normal and DBA Service are presented. Tests of the performance of cooling coils, moisture separator, HEPA filters, carbon filters, and relief valves under simultad DBA conditions are detailed. Quality Control and field test procedures and equipment related to system components are outlined.

* 23.305

STERKE A. de

Some aspects of radiography and ultrasonic testing of welds in steel with thicknesses from 100–300 mm.
Röntgen Technische Diehst, Rotterdam.
British J. of Non-Dest. Testing, 2 (4) Dec. 1967 13 p.
Presentado en: 4th Annual conf. of the Non-destructive Testing Soc. of Great Britain, Univ. of Keele, Sept. 1967.

*** 23.306**

STERKE A. de

Weld inspection by ultrasonic waves.
Röntgen Technische Dienst, Rotterdam.
Materialsevaluation, Jan. 1964
Attention is drawn to the increasing importance of ultrasonic examination as an extension of X–ray inspection in particular, where the examination of greater weld lengths, the examination of welds in plates over 2 in, thickness, and the inspection of welds in T-joints or other similar shapes of welds difficult to examine by radiography, are concerned. It is emphasized that preference should be given to ultrasonic examination for the detection of two-dimensional defects like cracks, lack of fusion, etc.
Careful calibration of ultrasonic equipment and probes is advised to enable identification of defects. In this respect, the possibilities of the IIW calibration block as a useful auxiliary are mentioned. It is explained that standard reference blocks have only limited value for the determination of the size of weld defects. Probe guiding devices to facilitate the scanning of welds in T-joints and normal butt welds are described..
An appeal is made to design engineers to adopt types of joints which improve the possibilities for an efficient ultrasonic examination and to make proposals with respect to the drawing up of acceptance criteria for discontinuities, so that-eventually-a practical and realistic basis for ultrasonic acceptance standards can be obtained.

*** 23.307**

VRIES A.J. de

Welding of hard PE-pipes; experiences in welding and inspection of hard polyethylene transport pipelines.
Röntgen Technische Dienst, Rotterdam; 1970, 11 p.
In the article some values of the parameters occurring in heated-tool welding of HPE pipes are described.
The facts given are based on the practical experience of Röntgen Technische Dienst.
The causes and consequences of the most common defects which can be made during welding in the field, are mentioned.
The article further describes in what manner the weld defects can be found by the application of destructive or non-destructive methods.

*** 23.308**

RAAD J.A. de

Ultrasonic and other nondestructive testing methods for tube joints used in heat exhangers.
Röntgen Technische Dienst, Rotterdam.
Presentado en: Int. symp. on non-destructive testing of nuclear power reactor components. Rotterdam, Febr. 1970, p. 18 (Technical monograph P–2670)

*** 23.309**

STERKE A. de

A practical introduction to penetrants.
Röntgen Technische Dienst, Rotterdam.
4 p. (Technical monograph P–3371)

*** 23.310**

STERKE A. de BLIECH T. de

Nondestructive examination of tube plate connections.
Röntgen Technische Dienst, Rotterdam.
13 p. (Technical monograph A-2570)
Presentado en: 6th Int. conf. on non-destructive testing, June 1970 Hannover.

*** 23.311**

DRAGNEV T.

Non-destructive assay techniques for nuclear safeguards measurements.
Publicado en: Atomic energy rev. 11 (2) 1973, p. 341–368
Three main aspects, important from the IAEA safeguards point of view, are briefly discussed: the role of non-destructive assay techniques (NDAT) in the IAEA safeguards system; a short description and comparison of NDAT, together with their present status from the point of view of their use in this system: and, finally recent IAEA experience in the development and demonstration of these techniques under Agency field conditions. Many relevant references are given but the paper does not claim to be a complete review of non-destructive assay techniques.

*** 23.312**

STAUBFORSCHUNGSINSTITUT DES HAUPTVERBANDES DER GEWERBLICHEN BERUFSGENOSSENSCHAFTEN, BONN

Vorläufige richtlinien zur prüfung von filtern zur abscheindung von schwebstoffen.
Publicado en: Staub, 23 (1) 1963, p. 21–27.

*** 23.313**

BANGERT F.

Bewertung von schwesbstoffiltern nach der ölnebelmethode.
Publicado en: Staub, 21 (7) 1961, p. 298–300
The oil-mist method is one of the most important methods for the assessment of aerosol filters. The manufacture, use and measurement of reproducible, constant and longlasting oil-mist/air mixtures of a few T /m3 are reported. Finally, reference is made to the state reached in a series of experiments that have been running for a long period, and which already show that the aerosol concentration, under otherwise constant conditions, also plays a much greater part in the assessment of filters than was previously assumed.

*** 23.314**

STRATMANN J.

Prüfung von shwebstoffiltern auf fabrikations-und transport schäder und praktische erfahrung mit lüftungsalagen für laboratorien mit radioaktiver abluft.
Publicado en: Staub-reinhaltung der luft, 26 (10) 1966, p. 441-443.
First, the testing of high-efficiency filters by means of "oil-thread test" is treated. The kind of damages appearing most frequently at fabrication and transport is determined. Moreover, it is reported about the problems incident to the installation and removal of high-efficiency filters and the applicability ofhigh–efficiency filter boxes.

*** 23.315**

HASENCLEVER D.

Welche ansprüche kann man an hochwertige filteranlagen stellen?
Publicado en: Staub-reinhaltung der luft, 26 (10) 1966, p. 427-31.

*** 23.316**

HASENCLEVER D.

Uber die prünfung von filtern zur abscheidung radioaktive aerosole.
Publicado en: Staub, 19 (2) 1959, p. 37–43.
The article describes three different methods and test arrangements for the testing of the precipitating degree of filters. They permit the observation of the behavior of filters towards aerosols, the size of which reaches from the submicroscopic range to the 10 μ range. A defined quartz dust, a paraffin oil smoke as also radioactive indicated suspended matter $<$ 0.3 μ diameter were used as test aerosols. The results obtained from the same filter materials by different methods are compared with each other and are discussed. It is made clear that the testing of filters solely by one of the three methods can only be regarded as sufficiently precise for certain sundry cases. In particular, with the aid of measuring results it is shown that an oil smoke test alone can lead to false conclusions respecting the useability of a filter in practice. Alone a testing by all the methods described, here permits a comprehensive and close to practice judgment about the useability of a filter for the precipitation of radioactive aerosols.

*** 23.317**

MCKEAN J.D., TYRELL J. and BURROW E.D.

Heysham nuclear power station.
British nuclear design and construction, Leicester. 1971
Publicado en: Nuclear eng. int., Nov. 1971
The Heysham nuclear power station site has 150.000 people living within a 5 mile radius and consequently the design of the station has been subjected to particularly close scrutiny. Prestressed concrete closures have been developed for the boiler pods and secondary and tertiary shut down systems have been incorporated. Some aspects of the prestressed concrete pressure vessels and of the fuelling and control equipment which have not previously been described are also highlighted.

*** 23.318**

KOSUNEN S.

The fuel-handling machine for loviisa I.
Publicado en: Nuclear eng. int. June 1973
The first nuclear power station in Finland, currently under construction at Loviisa, will utilize a pressurized water reactor of 440 MW (e) size supplied by the Soviet Union. A substantial proportion of the components and sub-systems are, however, being supplied by Finnish industry. The equipment for refuelling and maintenance operations is an example of such work and the design described here incorporates several novel features.

*** 23.319**

JAFS D.

The Finnatom loop test rig.
Publicado en: Nuclear Eng. Int. Dec. 1971
A hot loop suitable for full scale testing of primary reactor circulators is shortly to be commissioned in Finland.

*** 23.320**

CHAMBON P.

Boiler plant at Wylfa nuclear power station.
Inst. of mechanical eng. London. 1966.
Presentado en: Joint meeting of the inst. of mechanical eng. with the soc. des ingénieurs civils de France at the headquarters of the soc. Paris, Dec. 1966 14 p.
The Wylfa nuclear power station now under construction for the C.E.G.B., is sited at the northern tip of the Isle of Anglesey, North Wales. Each of its two reactors is of the natural uranium, graphite-moderated, carbon dioxide gas-cooled type, and each will produce 590 MW (e) net output. Each reactor system is designed as an integrated unit with the adoption of a prestressed concrete pressure vessel which encloses the complete reactor, internal shielding, coolant gas circuits and the boiler.
This paper describes the arrangement of the boiler within the reactor pressure vessel, and deals with various aspects of the boiler design. The compact arrangement of heating surface requires particular care during manufacture and assembly, and the paper explains the manufacturing techniques which are being employed, as well as the procedures which are being adopted for the installation of the boilers within the pressure vessels.

*** 23.321**

GEORGE B.V. and TAYLOR P.A.

Pod boilers.
Babcock and Wilcox (Operations) London. p. 17-19

*** 23.322**

WORLEY N.G.

Helical boilers for nuclear systems
Presentado en: Int. nuclear ind. fair, Oct. 1972, Basel 10 p.
Helical boilers are being employed or are proposed for gas-cooled reactors-both the Advanced Gas-Cooled Reactor (AGR) and High-temperature Gas-cooled reactor (HTGR) types, sodium cooled fast reactors and water reactors for marine propulsion.
The paper describes the mayor technical characteristics of boilers of this type from the aspects of manufacture, operation and desing. The experimental and fabrication developments which form the technical background to nuclear helical boiler systems are also covered.

*** 23.323**

RPA (REYROLLE PARSONS AUTOMATION), GATESHEAD. INGL.

From teaching aids to industrial control systems.
Electrical rev. Dec. 3, 1971
The rapid and diverse development of Reyrolle Parsons Automation has resulted in a leading position in system engineering.

*** 23.324**

FOORD K.D.

High temperature bolting steels.
British steel corp., , specials steels div., Sheffield. 1972

*** 23.325**

FOORD K.D.

Cleaner steels or the nuclear power industry.
British steel corpo. Special steels div., Sheffield. 1972.

* 23.326

FOORD K.D. and HUSH W.M.

Properties of standard and nitrogen bearing austenitic stainless steels at cryogenic temperatures down to 4°K.
British steel corp. Special steels div., Sheffield. 1972. 8 p.
A number of steels are available for cryogenic engineering purposes ranging from 3 1/2 o/o nickel steels through austenitic stainless steels to 36 o/o nickel iron.
Choice is dictated by the nechanical and physical properties of the steel at operating temperature, the design and design criterion selected, and the material and fabrication costs. These parameters will have varying importance according to the final manufactured product and its usage. For example, for scientific apparatus the magnetic properties of the steel may be very important, but these are not normally considered by a fabricator of large liquid gas storage tanks, concerned with the integrity of his construction. This paper presents information on the standard and 'Hi-proof' nitrogen bearing austenitic stainless steels which have been widely used for cryogenic purposes down to 4°K. Comparisons are made with other steels where appropriate.

* 23.327

LLEWELLYN D.T. and HOOPER R.

A survey of the stress corrosion cracking of steels.
British steel corp., Specials steels div., Rotherham 1972. 12 p. (PROD/MEP/6287/—/71/A)

* 23.328

ORR J.

A summary of the properties of 9o/o Cr 1o/o Mo steel.
British steel corp., Special div., Rotherham. 1972. 16 p. (PROD/MEP/6600/—72/D)
The available information on 9 o/o Cr 1o/o Mo has been reviewed and summarised in this report. It has been shown how variations in heat treatment affect the tensile properties and the shorter term rupture properties. Data on oxidation characteristics, fabrication and weldability, have also been included.

* 23.329

STONE P.G.

Esshete 800L progress report; part 1: fabrication aspects.
British steel corp ., Special steels div., Rotherham. 12 p..
A summary is presented of progress on the fabrication aspects of the Esshete 800L research project. The current results on compositional, cold work and welding topics are reviewed in the context of the Nuclear Power Plant Fabrication Industry's technical requirements, leading to areas for turher research work being identified.

* 23.330

BANGERT F.

Raumfilter-ABC-filter für sammelschutzräume
Zivilschutz, 31 (11) 1967

* 23.331

ORR J.

The metallurgy and properties of stabiblised 2 1/4o/o Cr 1o/o Mo steel for liquid metal cooled nuclear power plant. British Steel Corp., Special Steels Div., Rotherham. 1972 12 p. (PROD/MEP/6600/1/72).
The available metallurgical information on stabilised 2 1/4o/o Cr 1o/o Mo steel is reviewed and summarised in this report. The tensile stress rupture and impact properties of normalised and tempered material are included for 2 1/4o/o 1 o/o Mo-Nb steel. The stress relief cracking and hot tearing resistance of the steel have been assessed using simulative tests.
It is concluded from these tests that the steel is readily weldable and this is supported by commercial experience. Alternative stabilising alloying additions are also discussed.

* 23.332

BECKITT F.R. and GLADMANT.

Physical metallurgy of creep resistant austenitic steels.
British Steel Corpo., Special Steels Div., Rotherham.
1972? p. 12
The role of composition in the development of creep resisting austenitic steels has been outlined. The importance of the precipitation of fine particles during creep testing has been discussed and the solubility concepts leading to optimisation of creep strength have been presented. The role of boron in increasing creep strength and rupture life has been considered and the shortcomings of the current understanding of its effect have been emphasized.

* 23.333

GERLACH K. and WILHELM J.

Atemfilter zur abscheidung von spaltjod.
Informe anual 1970, - Febr. 1971, KFK 1365. p. 134-136

* 23.334

GERLACH K. and WILHELM J.

Atemfilter zur abscheidung von spaltiod.
Informe anual 1971, Marzo 1972 KFK 1565. p. 203-207

* 23.335

LONDRES. BRITISH STANDARDS INSTITUTION

Draft british standard ouide to the design, testing and use of packaging for the safe transport of radioactive materials (revision of BS 3895). 1973, 109 p. (73/43620 DC)

* 23.336

BRITISH NUCLEAR DESIGN AND CONSTRUCTION LTD., LEICESTER.

Hartlepool nuclear power station; twin reactor A.G.R. 1250 MWe. 1970. 31 p.

* 23.337

STAMPE G.

Wie lange hält ein dräger-at emfilter?
Drager, Lubeck, sin paginar.

* 23.338

CITA A.

Abacus for the choice of the speed adoptable for a hydraulic turbine on the basic of the maximum normal discharge to be delivered by the turbine and of the corresponding mean operating head under which the turbine shall work. Bulletin U.I.I. sept. 1972 6th IAHR Symp. 1972.

The choice of the most suitable speed for a hydraulic turbine designed to utilize a given discharge under a given head is facilitated by the use of an abacus, already adopted by the Politecnico di Milano since 1940. Here this abacus is properly revised and improved in consideration of the development ocurred in the last thirty years in the construction and operation characteristics of turbines.

* 23.339

BORCIANI G. and DEL BRENNA F.

Stress analysis of some components of hydraulic machines through model and prototype testing.
Bulletin U I I sept. 1972
Here are examined some typical examples of photoelasticity and strain gages to determine stress distribution.
Models which has been adopted in hydraulic machines, in preliminary tests on reduced scale models.

* 23.340

BAGLIANI G.

Energy problems: hydraulic equipment for pumping plants
Bulletin U I I sept. 1972, presented 26 Meeting A T I
After a brief exam of the reassons for the adoption of hydraulic pumped storage to produce peak power, the paper presents a survey of the pumping plants built so far and in schedule in the world and in particular in Italy. The paper illustrates the most significant features of the hydraulic machinery already installed or to be installed. The last part of the paper deals briefly with the main problems concerning the hydraulic machinery to be installed in pumped storage plants.

* 23.341

LONDRES. BRITISH STANDARDS INSTITUTION.

A review of the methods of calculating stresses due to local loads and local attachments of pressure vessels.
London, 1969. 9 p. (De su: British standards institution 6439)

* 23.342

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION, VIENNA.

Information sources on industrial quality control.
New York, United Nations, 1973.
xii, 58 p. (Guides to information sources, Nº 6)

* 23.343

LONDRES. BRITISH STANDARD INSTITUTION.

Specification for steels for fired and unfired pressure vessels: plates. London, 1964-1970
2 v. (De su: British standard 1501)
Contenido: p.1: Carbon and carbon manganese steels: imperial units. -p.2: Alloy steels: imperial units.

* 23.344

LONDRES. BRITISH STANDARDS INSTITUTION.

Specification for steels for fired and unfired pressure vessels. Forgings. London, 1969. 47 p. (De su British standard 1503)

* 23.345

LONDRES. BRITISH STANDARDS INSTITUTION

Specification for carbon and low alloy steel pressure vessels for primary circuits of nuclear reactors.
London. 1965. 103 p. (De su: British standard, Nº 3915)

* 23.346

LONDRES. BRITISH STANDARDS INSTITUTION.

Methods for non-destructive testing of steel castings....
London, 1966. 28 p. (De su: British standards, Nº 4080)

* 23.347

LONDRES. BRITISH STANDARDS INSTITUTION.

Specification for carbon and low alloy steel containment structures for stationary nuclear power reactors.
London, 1967. 91 p. (De su: British standard 4208)

* 23.348

LONDRES. BRITISH STANDARDS INSTITUTION.

Methods for non-destructive testing of plate material.
Part 1A. Ultrasonic detection of laminar imperfections in ferrous wrought plate.
London, 1968. 18 p. (De su: British standard 4336: part 1A)

* 23.349

LONDRES. BRITISH STANDARDS INSTITUTION.

Method for assessing black light used in non-destructive testing.
London, 1969. 12 p. (De su: British standard 4489)

* 23.350

LONDRES. BRITISH STANDARDS INSTITUTION

Specification for field welding of carbon steel pipelines.
London, 1969. 56 p. (De su: British standard 4515. 1969)

ABR. 1575

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES · REPUBLICA ARGENTINA ·

* 23.351

LONDRES, BRITISH STANDARDS INSTITUTION.

Specification for fusion welding of steel castings.
London, 1970-1972. 2 p. (De su: British Standard 4570)

* 23.352

LONDRES, BRITISH STANDARDS INSTITUTION.

Specification for class I arc welding of austenitic stainless steel pipework for carrying fluids.
London, 1971. 71 p. (De su: British standard 4677)

* 23.353

LONDRES. BRITISH STANDARDS INSTITUTION.

Glossary of general terms used in quality assurance.
London, 1971. 11 p. (De su: British standard 4778)

* 23.354

LONDRES. BRITISH STANDARDS INSTITUTION.

A review of design methods given in present standards and codes and design proposals for nozzles and openings in pressure vessels.
London, 1969, 22 p. (De su: British standard PD 6437)

500

23.355

TORNGREN S.

Plate heat exhangers in nuclear power stations.
Symposium on nuclear science and engineering Bombay.
India, BARC, 13 mar. 1973. 6 p.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA

Fecha de devolución
30 NOV 45
26-5-84

Fe de erratas

Pág. Nº	Donde dice	Debe decir
227	6. V. C.	6. V. c.
285	Lemit	LEMIT
307	9. VI. e. a. 3	9. VI. e I. 3
352	AÑO 189	AÑO 1894
368	DIM	DIN