

U
H. 12232
L 15
III

28582

PROGRAMA DE PRODUCCION DE ALCOHOL(*)

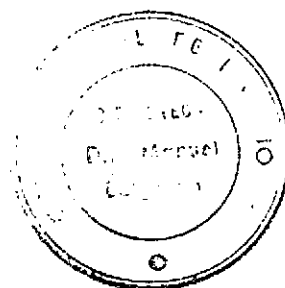
Informe Parcial N°2

CATALOGADO

J
H. 12232

L 15

III



(*) Corresponde al Exp. 515, Contrato del 13 de Octubre de 1982, Proyecto de Reconversión Productiva del Area Tabacalera, Provincia de Misiones

C O N T E N I D O

2.6	Análisis preliminar de las tecnologías Industriales disponibles.	1
2.7	Tamaños posibles. Cuantificación de costos. e inversiones.	16
2.8	Evaluación de la planta industrial.	58
2.9	Recomendaciones.	66

El presente trabajo constituye, junto al informe parcial N°1, la totalidad de las tareas contratadas respecto al programa de producción de alcohol.

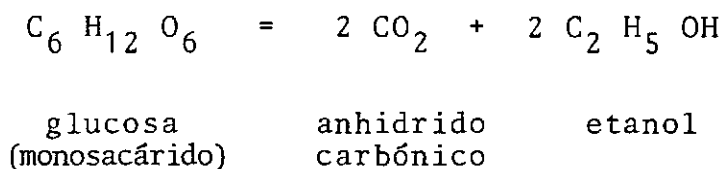
En este sentido, para su análisis, ambos informes deberán ser considerados en conjunto.

2.6. ANALISIS PRELIMINAR DE LAS TECNOLOGIAS INDUSTRIALES DISPONIBLES

2.6.1. MATERIAS PRIMAS

Las sustancias químicas que pueden ser transformadas en etanol mediante un proceso fermentativo son básicamente los monos, di y polisacáridos. Entre los primeros figuran la glucosa y fructosa; entre los disacáridos pueden mencionarse la sacarosa, maltosa y lactosa y entre los polisacáridos se cuentan el almidón, la dextrina, la celulosa, etc.

La fermentación alcohólica procede según la siguiente reacción:



Todas aquellas materias primas que contengan polisacáridos deberán ser sometidas antes de la fermentación a un proceso que lleve al desdoblamiento de su molécula para así transformarlo en monosacárido.

Existen en la naturaleza gran cantidad de materias primas para la producción de alcohol. Las más importantes hasta el momento son:

Azucaradas: Caña de azúcar
 Sorgo azucarado
 Remolacha
 Jugo de frutas

Amiláceas:

a) Tubérculos: Mandioca
Papa
Patata
Topinambur

b) Granos: Maíz
Cebada
Sorgo
Trigo

Celulósicas: Pasta de madera
Bagazo de caña
Lejías sulfíticas
Residuos agrícolas: paja, marlo, cáscara de arroz,
etc.

También puede obtenerse alcohol a partir de residuos urbanos e industriales como sueros de la industria de quesos, de industria alimentaria, del aserrín, etc. Las melazas de la industria azucarera constituyen, hasta el momento, en nuestro país la principal materia prima para la producción de alcohol etílico.

Dentro del espectro de posibilidades planteado, la caña de azúcar es la que presenta mejores perspectivas por lo relativamente simple y conocido del proceso industrial que implica y por la experiencia agrícola acumulada en el país en todo lo referido a su cultivo. Otro elemento de vital importancia lo constituye el hecho de presentar un balance energético sensiblemente positivo como resultado de comparar la

energía obtenida en alcohol y fibra de bagazo combustible con relación a la empleada en la etapa productiva tanto agrícola para la obtención de la caña, como industrial en la transformación de caña en alcohol. Para ilustrar esta afirmación, en el Cuadro 2.6 N° 1 se vuelcan los balances energéticos de la producción de etanol partiendo de diversas materias primas.

Cuadro 2.6. N° 1

Materia Prima	Energía Producida			Energía Consumida			(1)/(2)
	Etanol	Fibra	Total (1)	Fase Agrícola	Fase Industrial	Total (2)	
Caña de azu car	24,1	21,5	45,6	4,2	19,5	23,7	1,92
Sorgo	19,9	18,9	38,8	4,7	17,0	21,7	1,79
Remolacha	-	-	20,0	10,0	16,0	26,0	0,77
Mandioca	11,0	7,0	18,0	2,8	10,4	13,2	1,36
Maíz	13,3	1,8	15,1	5,8	8,6	14,4	1,05

Unidad: 10^3 M cal/ha/año

Fuente: Elaboración propia en base a datos de "Avance agroindustrial".
Suplemento: El alcohol combustible recurso energético nacional.

Como puede observarse, la caña presenta el balance más favorable produciendo casi el doble de la energía que consume mientras que la mandioca es, de las materias primas amiláceas, la de mejores perspectivas también desde el punto de vista de su balance energético.

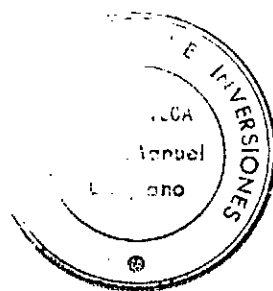
Los balances mostrados han sido realizados, en el caso de la caña de azúcar, teniendo como destino inicial la producción de azúcar con posterior obtención de alcohol a partir de las melazas.

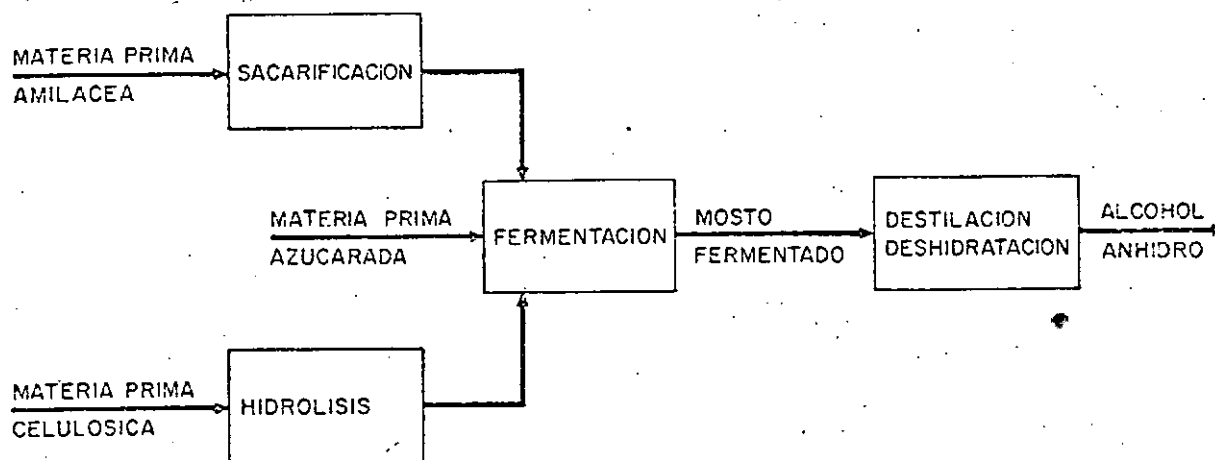
Para el caso de la fabricación de alcohol a partir del jugo de caña, el balance resulta más favorable aún ya que no solo se considera la energía de la sacarosa solamente sino de todo el contenido de azúcares fermentecibles de los cuales se puede obtener alcohol.

Con el objeto de obtener mejores rendimientos energéticos debe propenderse además al uso integral de la planta de caña ya que las hojas y la punta que generalmente no se utilizan pueden aportar azúcares para transformarse en alcohol y también sus fibras pueden ser quemadas junto con el bagazo para la producción de vapor. Esta sería además una forma de economizar bagazo para su uso en aplicaciones industriales.

2.6.2. PROCESOS

El esquema del proceso de producción de alcohol anhidro puede sintetizarse según el siguiente esquema:





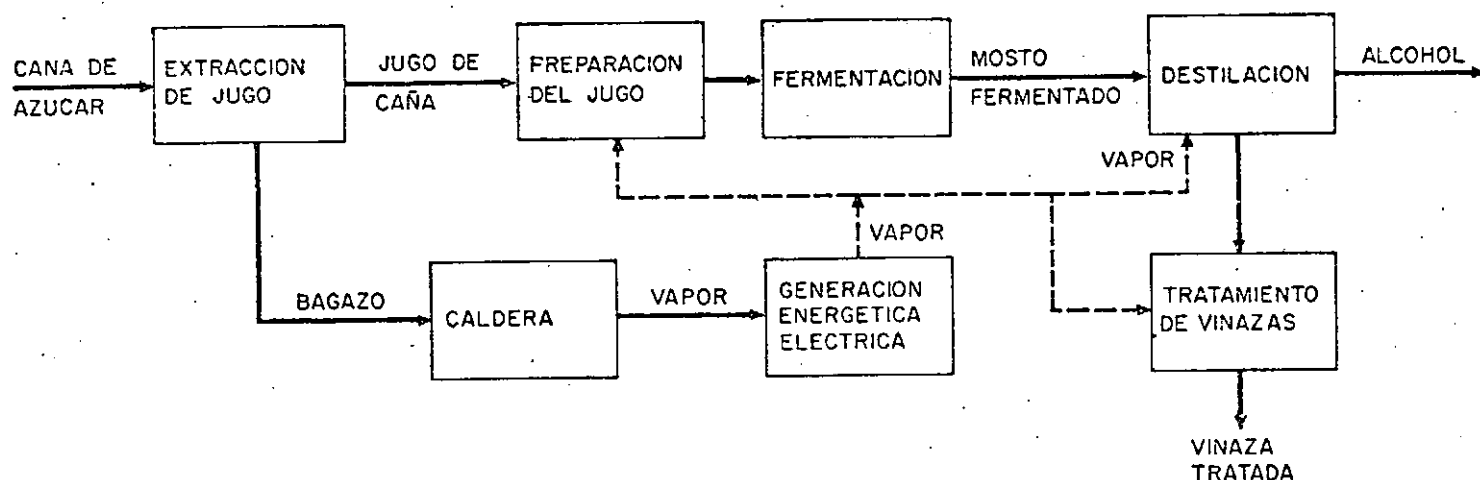
Como puede observarse, cuando se parte de sustancias amiláceas y celulósicas el proceso requiere una etapa adicional previa que no es necesaria en el caso de materias primas azucaradas.

Dado que el presente trabajo se basa en la utilización de caña de azúcar como materia prima y contempla además la posibilidad de utilización de mandioca, en lo que sigue se efectuará la descripción del esquema operativo de una planta productora de alcohol anhidro a partir de caña de azúcar y se hará referencia más somera a la alternativa de uso de la mandioca.

i) Caña de azúcar

En el caso de la utilización de este insumo para la producción de al

cohol, el esquema general del proceso productivo se puede esquematizar del siguiente modo:



Las etapas de preparación de la materia prima, la fermentación y la destilación son consideradas como fundamentales; la extracción del jugo y el tratamiento de vinazas son operaciones complementarias.

- Extracción de jugo

Puede llevarse a cabo moliendo la caña en trapiches de los cuales se extrae el jugo y el bagazo, o mediante difusores que efectúan un lavado a contracorriente de la caña desfibrada o del bagazo de molien-da anterior con agua caliente.

Si bien el desarrollo de los sistemas de difusión no son recientes,

en nuestro medio es aún generalizado el uso de trapiches con solo algunas excepciones que aplican difusores como etapa posterior a la molienda en trapiche.

La utilización de difusores aporta numerosas ventajas frente al sistema convencional:

- . Alto grado de extracción -superior al 97%-
- . Menor mano de obra en la operación
- . Menores inversiones
- . Produce jugos más limpios
- . Requiere menor potencia para movimientos primarios

Como contrapartida el difusor requiere mayor consumo de vapor que los molinos.

- Preparación del mosto

Tiene por objeto la adecuación de la materia prima a los procesos posteriores.

Consta básicamente de dos pasos: purificación o clarificación y esterilización del jugo de caña. El primero se realiza precipitando las impurezas con cal para luego decantarlas, filtrarlas o centrifugarlas.

La esterilización, que se lleva a cabo con vapor, tiene por objeto evitar fermentaciones no alcohólicas y contaminación de las cepas de levaduras utilizadas en la fermentación.

La etapa de preparación de materiales, por comprender operaciones tradicionales no presenta alternativas tecnológicas esenciales. El objeto de las innovaciones incorporadas en los últimos años consiste básicamente en el logro del mejoramiento de la eficiencia a través de la minimización de los consumos de energía. Para ello se busca las disposiciones, secuencias y conexiones que permitan recuperar al máximo los calores utilizados en las distintas etapas.

- Fermentación

El jugo de caña purificado es enviado a cubas donde mediante un proceso de fermentación producido por levaduras del tipo *Saccharomyces cerevisiae*, los azúcares presentes (aproximadamente 12-14%) son transformados en alcohol con desprendimiento de anhídrido carbónico. El proceso es exotérmico y el mosto fermentado o vino alcanza una concentración alcohólica de hasta 10° Gay Lussac.

El proceso tradicional duraba hasta tres días comprendiendo desde el llenado de la cuba y el desarrollo de las levaduras hasta la fermentación y vaciado de cuba.

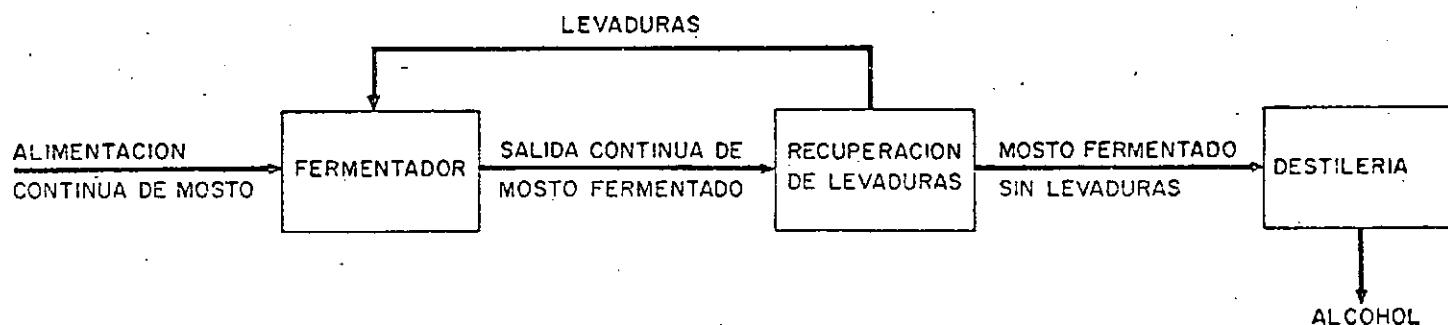
Actualmente la duración de ese proceso puede reducirse sensiblemente con siembra masiva de levaduras y su posterior recuperación por centrifugado.

En este proceso tienen especial significación variables como:

- . Selección de las cepas de levaduras de mayor rendimiento alcohólico y menor producción de vinazas.
- . Enfriamiento de las cubas para evitar perjuicios en las cepas de levaduras.
- . Recuperación de la levadura.
- . Tiempo insumido por el proceso.
- . Volumen de los equipos.

Los dos últimos elementos tienen relación directa con el proceso adoptado. En este sentido los de tipo continuo, de desarrollo más reciente que el tradicional discontinuo, utiliza también altas concentraciones de levaduras minimizando el volumen de los equipos y el tiempo insumido por el proceso, lo que lleva obviamente a disminuir las inversiones.

El esquema de funcionamiento de la fermentación continua puede esquematizarse del siguiente modo:



En la etapa de fermentación la innovación tecnológica fundamental y por lo tanto la alternativa al sistema tradicional es el sistema continuo. Este, que aunque bastante difundido se encuentra en estado de pleno desarrollo presenta dos diseños diferentes:

- . Serie de tanques agitados con levaduras en suspensión.
- . Reactores tubulares con levaduras inmovilizadas.

- Destilación

En esta etapa el mosto fermentado con baja graduación alcohólica -7-10° Gay Lussac- recibe un tratamiento en sucesivas columnas, en el que se opera el agotamiento del mosto, la depuración de flegmas alcohólicas y la concentración del sistema hidroalcohólico hasta 96° Gay Lussac. Finalmente, la deshidratación, para elaborar alcohol anhidro, se realiza a través de una destilación azeotrópica ternaria en presencia de un tercer compuesto (arrastrador) que forma un heteroazeótropo con el alcohol y el agua. A lo largo de todos estos pasos, además del producto deseado se obtienen:

- . Vinazas: líquido de fondo de la primera columna, sin graduación alcohólica.
- . Alcohol de mal gusto: etanol con impurezas.
- . Aceite de Fusel: alcoholes de elevado peso molecular.

Las destilerías convencionales cuentan desde una a varias columnas pa

ra llevar a cabo esta etapa de la fabricación de alcohol.

En la destilería tiene lugar el mayor consumo de vapor de todo el proceso productivo. En este sentido, las innovaciones tecnológicas en aquella buscan diseños que logren el mejor aprovechamiento energético.

Para ello se busca ajustar las condiciones de operación de las columnas, la optimización de las relaciones de reflujo de las mismas y el más eficiente intercambio calórico entre las diferentes corrientes líquidas y/o vapores. De este modo se obtienen sensibles ahorros de consumo de vapor así como de agua de refrigeración.

Finalmente se hace especial incapié en la utilización de modernos sistemas de automatización y control para asegurar que la operación se realice manteniendo los parámetros de calidad y consumos prefijados.

- Tratamiento de vinazas

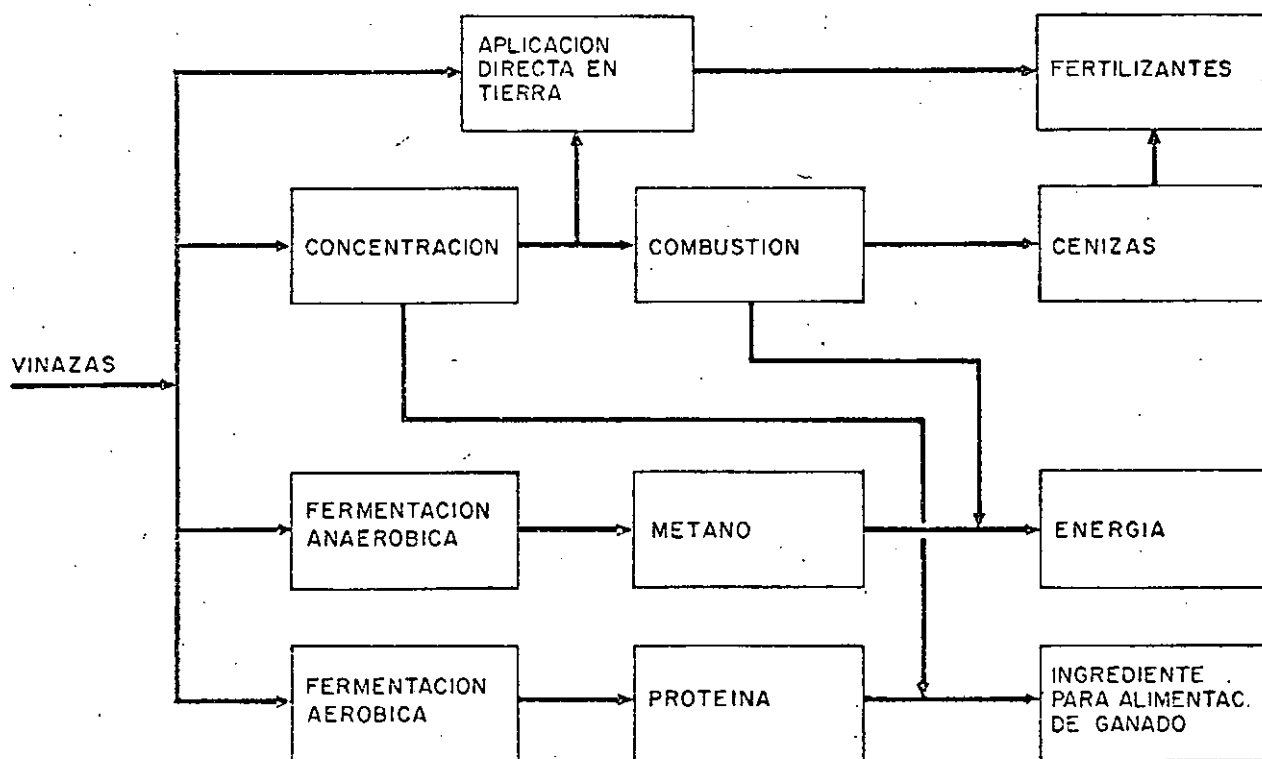
Las vinazas son residuos-líquidos de gran poder contaminante y corrosivo que se producen a razón de 10 a 15 litros por litro de alcohol.

Un estudio sobre las mismas realizado en Tucumán, por ejemplo, mostró que el promedio de muestras de vinaza correspondiente a diferentes destilerías durante la zafra de 1980 presentaba una DBO (demanda bioquímica de oxígeno) de 69.000 partes por millón. Por esta razón, resulta imposible, pese a lo difundido de la práctica, arrojar ese subproducto a cursos de agua existentes en las zonas donde están ubicadas las destilerías. En este sentido cobran fundamental importancia

los desarrollos que se están llevando a cabo para la eliminación de las vinazas como efluente contaminante dándoles aplicaciones prácticas que las valorizan.

Las vinazas son ricas en potasio por lo que pueden ser utilizadas como fertilizantes en aquellos suelos que presenten deficiencia de ese mineral.

A continuación se muestra un esquema con los destinos alternativos de las vinazas.



La concentración de las vinazas se lleva a cabo para ser quemadas junto al bagazo en las calderas ya que tienen un poder calorífico de 2.000 kcal/kg. Sin embargo el alto poder corrosivo de las vinazas y las incrustaciones que producen requieren materiales y equipos especiales.

La fermentación anaeróbica para producir metano está siendo ensayada en PROIMI, provincia de Tucumán. Los resultados obtenidos hasta el momento la presentan como altamente promisorias. Actualmente ese grupo, junto a INGAR de Santa Fé, con el auspicio de la Secretaría de Energía, la Subsecretaría de Ciencia y Tecnología y con el apoyo de la industria está a punto de instalar una planta piloto para ensayo en un ingenio productor de alcohol.

La producción de proteínas a partir de vinaza se encuentra aún en las etapas iniciales de desarrollo aunque está probada la capacidad de propagación de proteínas usando como sustrato las vinazas con una sensible disminución en la DBO.

ii) Mandioca

La producción de alcohol a partir de este insumo y de otros materiales amiláceos requiere las siguientes etapas:

- . Preparación de la materia prima. Involucra operaciones de lavado, pelado y molienda.
- . Cocimiento y gelatinización del almidón.

. . Hidrólisis:

- 1) Liquefacción -transforma el almidón en dextrina mediante proceso enzimático.
- 2) Sacarificación -transformación de la dextrina en azúcares mediante proceso enzimático.

. Fermentación.

. Destilación.

Como puede observarse, el proceso incluye operaciones de preparación que están ausentes en los procesos que utilizan sustancias azucaradas.

Este hecho hace que las inversiones en plantas procesadoras de mandioca para producir alcohol sean mayores que las correspondientes a caña de azúcar.

Como contrapartida, dado que la mandioca puede cosecharse durante todo el año, las plantas pueden producir de manera continuada.

Las innovaciones tecnológicas en los equipos de tratamiento de mandioca tienen como objeto el desarrollo de procesos continuos de cocimiento e hidrólisis. La hidrólisis se realiza en sistema homogéneo, si bien recientes desarrollos la llevan a cabo en proceso heterogéneo con levaduras inmovilizadas.

En torno al uso de esta materia prima debe señalarse que la experiencia industrial no tiene suficiente dimensión como para poder contar con definiciones precisas, criterios y diseños suficientemente proba

dos.

A pesar del desarrollo que ha tenido en Brasil la producción de alcohol etílico a partir de biomasa y de ser un país especialmente apto para el cultivo de la mandioca, su experiencia en el uso de la misma como materia prima alcoholífera se limita a solo una planta industrial estatal que funciona a 1/3 de su capacidad instalada con serios inconvenientes técnicos. Existen además cerca de una docena de proyectos pero ninguno de ellos tiene aún concreción práctica.

2.7. TAMAÑOS POSIBLES. CUANTIFICACION DE COSTOS E INVERSIONES

2.7.1. TAMAÑOS POSIBLES

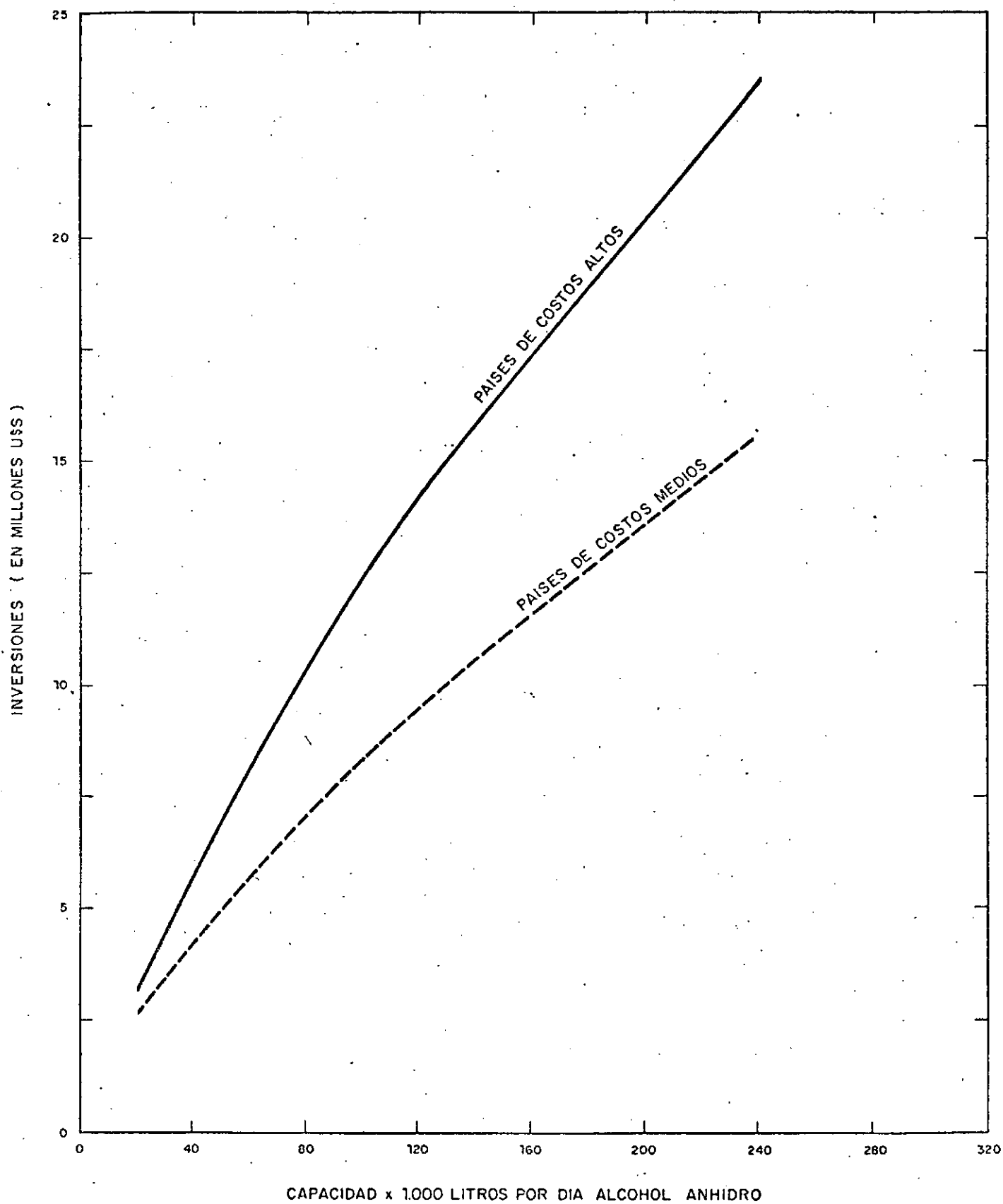
En términos generales el análisis económico de la producción de alcohol muestra que la misma presenta gran sensibilidad al costo de la materia prima y al precio del combustible a reemplazar con el producto elaborado.

Las escalas productivas constituyen también un importante elemento a tener en cuenta en todo análisis tanto por las inversiones que implican como por su efecto en los costos operativos.

Dada la escasa experiencia mundial, exceptuando Brasil, de plantas productoras de alcohol etílico a partir de caña de azúcar, los contados elementos disponibles para la aproximación al tema de las escalas de producción toman como única base los datos de la experiencia brasileña.

En este sentido uno de los estudios que más elementos aporta es el realizado por el Banco Mundial -Alcohol Production from biomass in the Developing Countries- en 1980.

En él se analizan las inversiones necesarias para la instalación de destilerías de diversas capacidades, sin incluir impuestos, capital de trabajo ni intereses durante la construcción. En el Gráfico 2.7.



Fuente : Banco Mundial

2.7. GRAFICO N° 1

Nº 1 se vuelcan resultados obtenidos y en el siguiente cuadro se ilustran algunos casos considerados.

Costo de capital para plantas de etanol (*)
en miles de u\$s de 1979

Capacidad (m3/día)	20	120	240
Ingeniería	135	400	680
Equipos	950	3950	6800
Servicios	220	925	1620
Flete	60	225	300
Obra civil y terreno	270	750	1250
Construcción	135	400	500
Imprevistos	230	950	1350
Costos totales	2000	7600	12500

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Mundial.

(*) Los valores consignados son considerablemente bajos en relación a otras fuentes de información ya que no contemplan tratamiento de efluentes, servicios auxiliares, y que se trata de tecnología convencional. Este hecho no invalida, sin embargo, su utilización para el análisis de los costos relativos.

En base a estos datos puede observarse que, se verifican sensibles disminuciones en términos de inversión por unidad de producto, con



el aumento de las capacidades de producción instaladas.

En el mismo informe se aportan elementos sobre una estimación de costos de producción realizada para plantas de hasta 360 m³ diarios de capacidad productiva.

Las principales conclusiones de ese estudio son las siguientes:

- En el rango 20-300 m³/día se verifican significativas economías de escala.
- A partir de 300 m³/día esas economías disminuyen rápidamente.
- No hay datos confiables para plantas menores de 20m³/día.

Del estudio se concluye que desde el punto de vista de los costos de producción son recomendables las mayores escalas productivas, hasta el límite mencionado.

Estas conclusiones a partir de la realidad brasileña están abonadas por la tendencia de las nuevas inversiones efectivizadas y en etapa de proyecto en ese país desde 1980, hacia la instalación de plantas de grandes escalas.

El proyecto correspondiente a la producción de alcohol carburante para la provincia de Misiones está acotado en su capacidad, debido a la demanda estimada, a los 75 m³ de alcohol diarios -18.000 m³ anuales-.

Por ello, en base a los elementos antes mencionados, se ha considera
do llevar a cabo toda la producción en una única planta de aquella
capacidad

2.7.2. CUANTIFICACION DE COSTOS E INVERSIONES

El análisis requerido en este punto se refiere a un proyecto cuyas características fundamentales son:

Capacidad productiva anual:

18.000 m³ de alcohol anhidro carburante.

Materia prima:

Caña de azúcar con un contenido medio de 12% de azúcares fermentecibles.

Ritmo de trabajo:

3 turnos diarios de 8 hs cada uno: 24 horas por día.

Se adopta un período anual de trabajo que abarca desde mayo hasta diciembre: 240 días/año.

Esta hipótesis de trabajo se fundamenta en la actual duración de la zafra en Misiones y en los desarrollos de variedades tempranas y tardías de caña que se están llevando a cabo en los distintos sectores vinculados al cultivo de la caña de azúcar -Cooperativa Azucarera San Javier e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

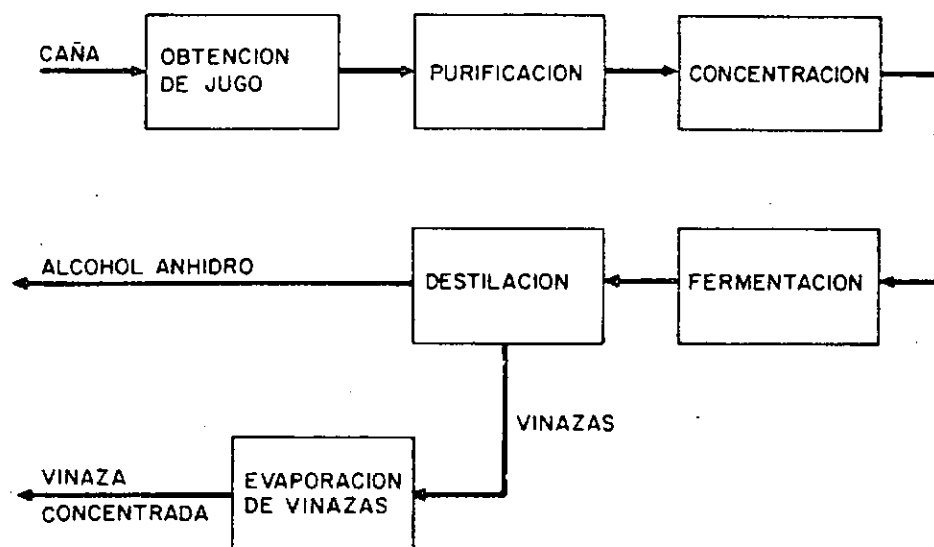
Capacidad diaria de producción: 75 m³

Planteados los elementos básicos de trabajo, por razones metodológicas, a continuación se describen las características técnicas del proyecto y luego se hace el desarrollo económico financiero del mismo de modo tal que los puntos que específicamente se piden en este capítulo -Costos e Inversiones- se presentan incluidos y explícitamente señalados, dentro de todo el conjunto descripto. -*

2.7.2.1. INGENIERIA DEL PROYECTO

i) Proceso y equipos

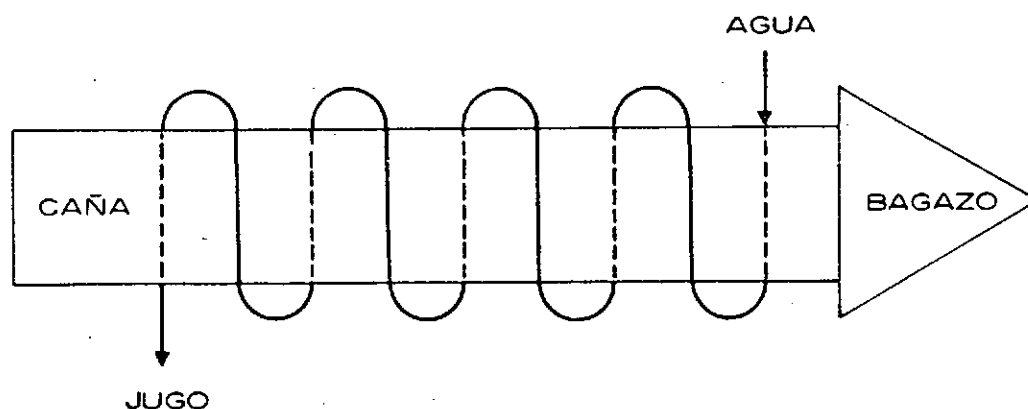
El proceso de elaboración considerado consta básicamente de las etapas que se presentan en el diagrama de la figura



- Extracción de jugo

Esta operación será realizada mediante un difusor continuo horizontal donde la caña previamente cortada forma un lecho sobre la cinta transportadora.

Desde el extremo de descarga del transportador se agrega agua caliente (agua de inhibición) que trascuela por el lecho de caña y las chapas perforadas del transportador. El agua disuelve el azúcar y el jugo así formado es recogido en una tolva. Este jugo se traslada por bombeo a la etapa de lavado anterior repitiéndose el proceso hasta que el jugo alcance su máxima concentración en el extremo de alimentación del difusor. El esquema siguiente muestra el funcionamiento básico del equipo.



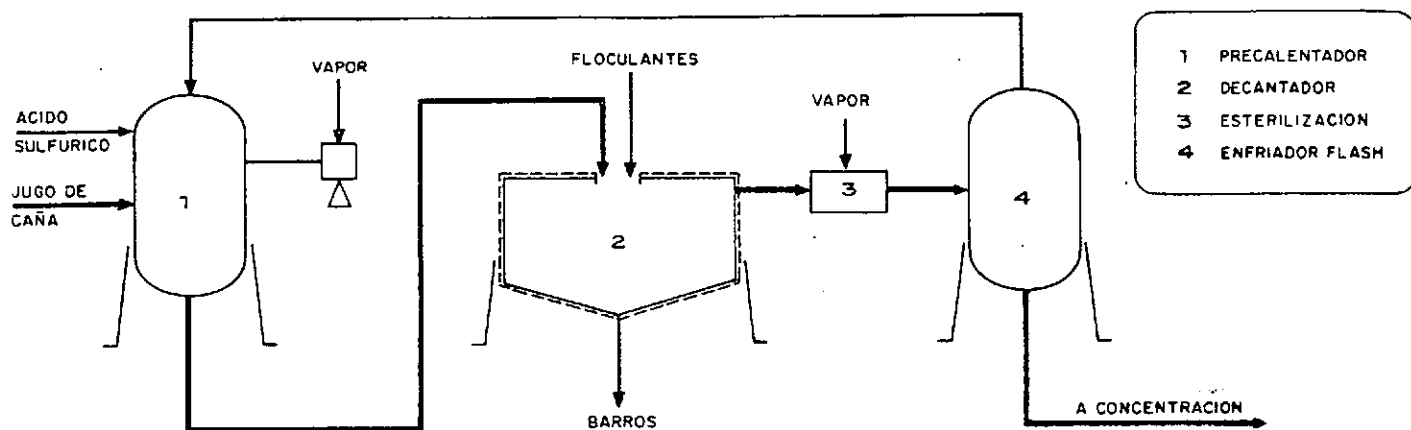
Se utilizará un difusor De Smet TN de 48 m de largo, dotado de cortacañas.

- Preparación del mosto

En esta etapa se lleva a cabo la precipitación de impurezas con hidróxido de calcio y la esterilización del jugo. La operación de purifica

ción se lleva a cabo en un decantador de cuyo fondo se extraen los barros. El líquido purificado es luego esterilizado por inyección de vapor directo y luego sufre una autoevaporación por flash. El sistema propuesto es altamente regenerativo pues los vapores producidos en esa última operación se recirculan al tanque de recepción de jugo el que es sometido al vacío.

El siguiente esquema ilustra esta etapa del proceso.



En la etapa siguiente el jugo que sale del evaporador flash va a sufrir una concentración desde 12° a 18°Brix en un sistema de evaporación de múltiple efecto.

En la preparación y concentración del mosto se utilizarán equipos de las siguientes características:

1 Tanque de 1,8 m³

1 Decantador de 42 m³

1 Tanque de 2,5 m³

1 Tanque para preparación de floculante: 1 m³

1 Tanque para barros: 4 m³

Equipo para concentración de jugos: evaporadores tubulares tipo

Robert

Nº de efectos: 4

Superficie de evaporac. en cada equipo: 200 m²

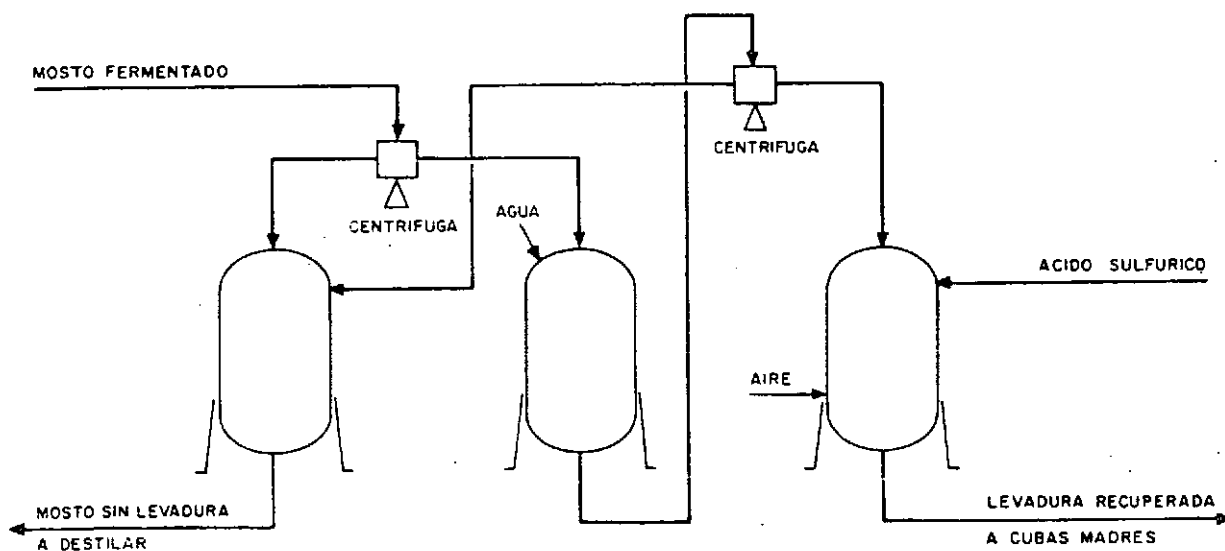
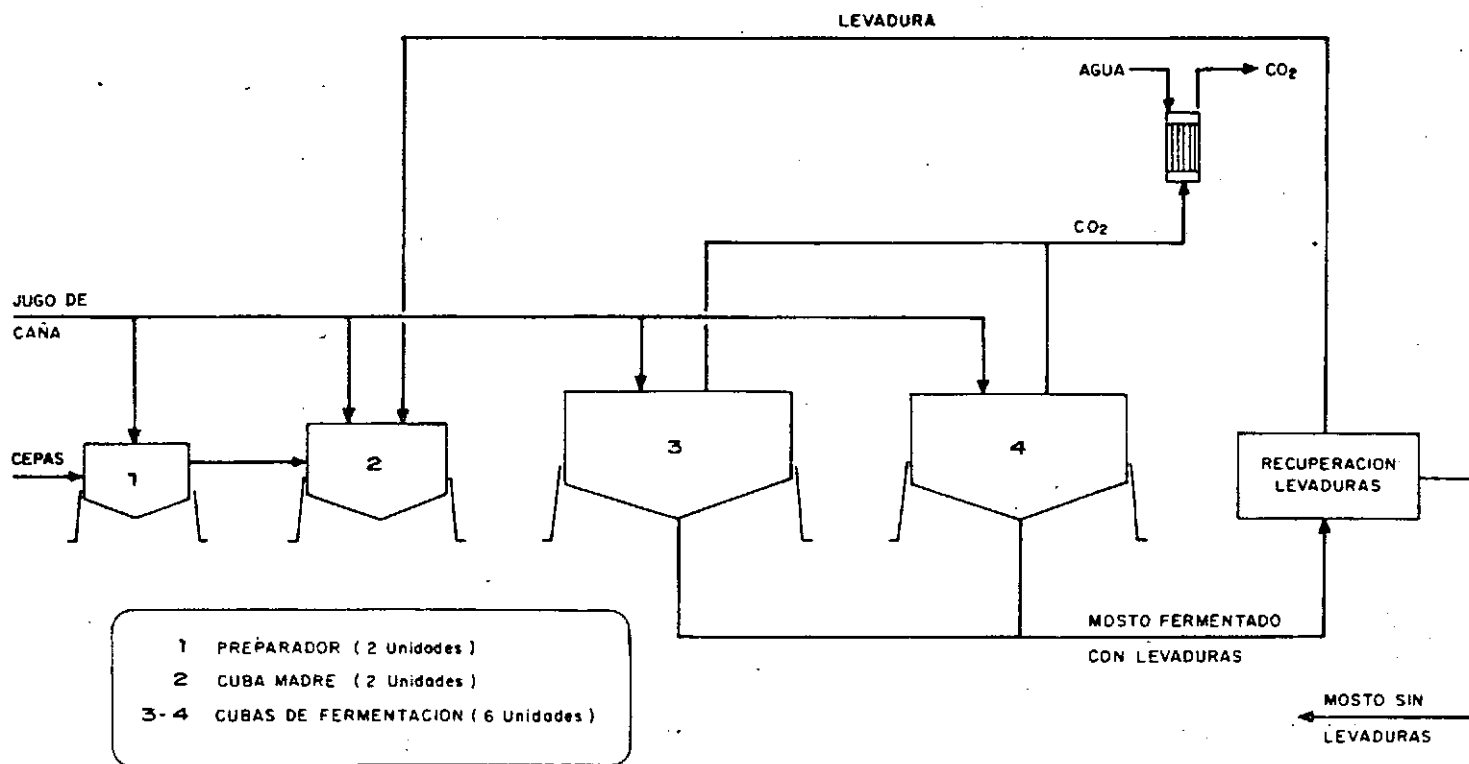
Altura tubos: 1.500 mm

Diámetro carcaza: 1.100 mm

- Fermentación

Según se ilustra en la figura, esta etapa incluye los siguientes pasos:

1. Preparación de levaduras
2. Prefermentación
3. Fermentación
4. Reciclado de levaduras



RECUPERACION DE LEVADURAS

1- Las cepas de levaduras cultivadas y desarrolladas en laboratorio se propagan en dos equipos de pequeñas dimensiones que constituyen la etapa intermedia entre el laboratorio y la planta.

Los equipos de propagación con el mosto conteniendo la adecuada cantidad de nutrientes y con el medio esterilizado reciben la levadura desarrollada en laboratorio para su multiplicación.

2- Las dos cubas de prefermentación están destinadas a llevar el volumen de células del segundo propagador a una cantidad adecuada para sembrar las cubas de fermentación final y a reacondicionar las levaduras que han sufrido el reciclaje.

La siembra proveniente del propagador y la recuperada de la fermentación anterior es alimentada con mosto y nutrientes para su multiplicación.

Cada cuba está provista de bomba e intercambiador y debe suministrársele aire para obtener una buena polifерación.

En su fase final el ciclo es anaeróbico.

- Fermentación

Tiene por objeto la producción de alcohol a partir del mosto con aproximadamente 18% de contenido en azúcar y de los pie de cuba provenientes de las cubas madres.

La levadura produce el alcohol mediante un proceso anaeróbico con desprendimiento de anhídrido carbónico.

Se ha previsto un sistema discontinuo (*) que consta de seis cubas. La duración total del proceso se ha estimado en 30 hs, obteniéndose un producto en la última cuba de 8 a 9° Gay Lussac.

El desprendimiento de CO_2 producido por la fermentación produce pérdidas de alcohol que llegan hasta el 1,5% del volumen producido.

Para evitar dicha pérdida se prevé un colector que recupera los gases de las cubas y los lleva a una columna lavadora para recuperar el alcohol arrastrado.

- Reciclado de levaduras

Se lleva a cabo para reutilizar las levaduras presentes en las cubas de fermentación en operaciones sucesivas.

El equipo para realizarlo se lo llama "Melle Boinot" y consiste en centrifugar el mosto fermentado antes de su envío a destilación. La crema de levadura obtenida recibe agua de lavado y es nuevamente cenu

(*) Se adopta el sistema discontinuo debido a que el continuo está aún en fase de experimentación y no existe experiencia práctica a escala industrial, en el país, sobre el tema.

trifugada para su concentración. A continuación es enviada a equipos donde recibe agua, ácido y agitación, donde después de algunas horas es reciclada nuevamente.

Los equipos fundamentales previstos para esta etapa son:

2 Tanques propagadores de levaduras de 0,8 m³ c/u

2 Cubas madres de 45 m³ c/u

6 Cubas de fermentación de 300 m³ c/u

Equipo Melle Boinot:

2 Centrífugas separadoras de levadura. $Q = 45 \text{ m}^3/\text{h}$ c/u

1 Tanque para mosto sin levadura de 25 m³

3 Tanques tratamiento levadura de 8 m³ c/u

- Destilación

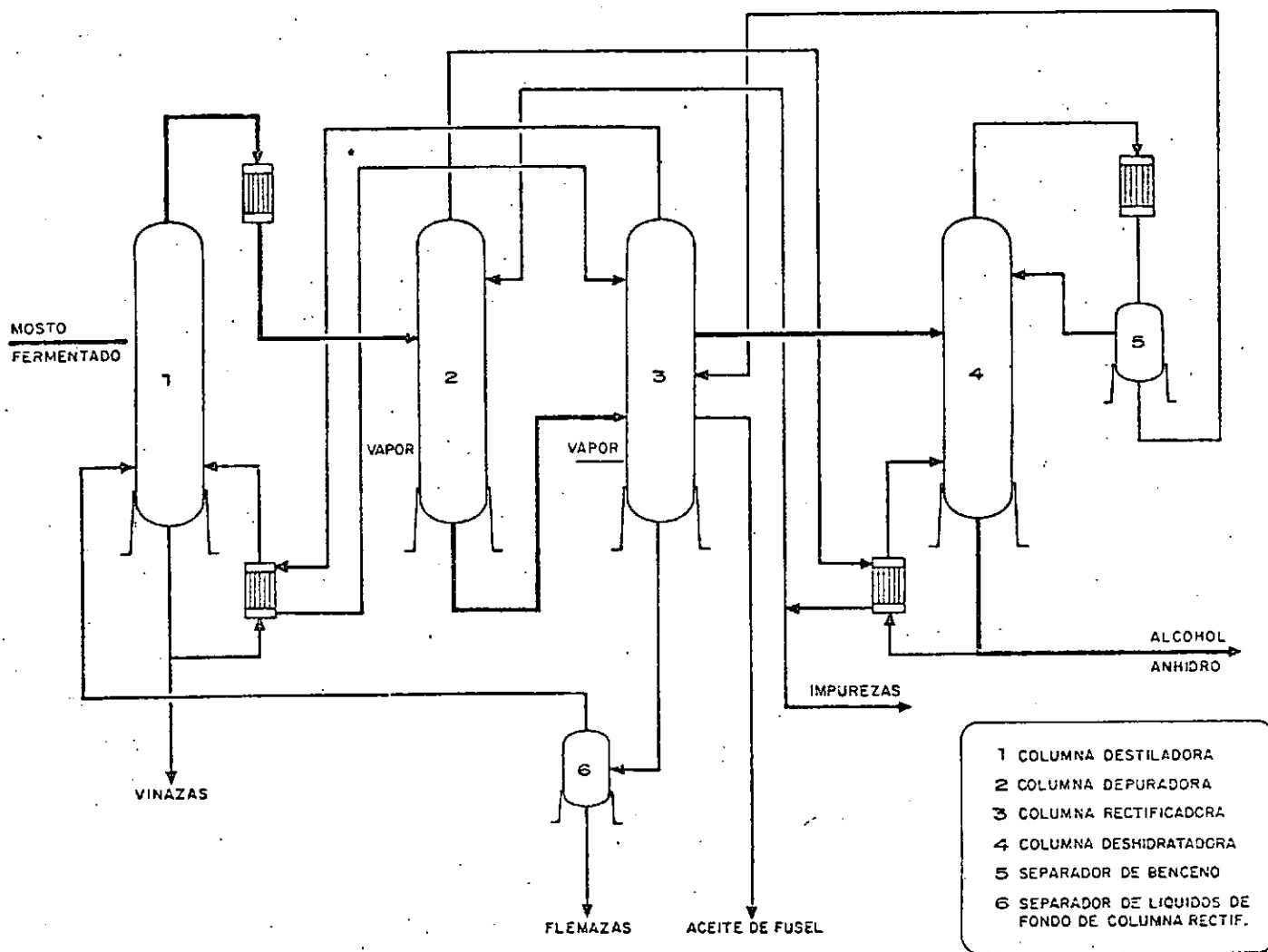
Dado que esta etapa es la de mayor consumo de vapor de todo el proceso de producción de alcohol, la planta de destilación propuesta ha sido elegida, dentro de las diversas alternativas existentes, con el criterio de reducir al máximo ese consumo y así mejorar el balance energético de todo el proceso.

Se trata del diseño SPADAZ W de la firma SPEICHIM (*) que consta de cuatro columnas sucesivas apto para producir no solo alcohol anhi-

(*) La información técnica y cotizaciones correspondientes de los equipos que comprenden la preparación, fermentación y destilación fueron aportados por la empresa Meitar Aparatos SA, que ha sido representante en el país de SPEICHIM.

dro carburante sino también extra neutro de buen gusto, con un consumo de 3,2 kg de vapor por litro de alcohol producido.

El esquema de instalación es el de la figura que sigue.



Como se observa, la primera y cuarta columna son calefaccionadas mediante los vapores de cabeza de la tercera y segunda columna respectivamente.

Las flemazas de la columna de rectificación son sometidas a un proceso de autoevaporación utilizándose los vapores para calentar la primera columna recuperando el calor que arrastran y utilizándolo para calefacción.

Solo las columnas depuradora y rectificadora son calefaccionadas por inyección directa de vapor.

El sistema opera con la primera y cuarta columna trabajando a un vacío relativo y la segunda y tercera a una pequeña sobrepresión.

La deshidratación se efectúa por destilación azeotrópica con el benceno actuando como arrastrador. El azeótropo ternario de alcohol agua benceno proveniente de la cabeza de la columna deshidratadora se divide en dos capas en el decantador de benceno después de condensarse. La capa liviana rica en benceno regresa a la columna mientras la capa pesada rica en alcohol es enviada a una columna de regeneración. El alcohol anhidro se recoge del pié de la columna deshidratadora.

Las columnas que incluye esta etapa son de las siguientes características:

- Destiladora:

Altura: 20.000 mm

Diámetro: 2.200 mm

- Depuradora:

Altura: 14.000 mm

Diámetro: 1.300 mm

- Rectificadora:

Altura: 27.000 mm

Diámetro: 1.800 mm

- Deshidratadora:

Altura: 26.000 mm

Diámetro: 1.600 mm

- Almacenamiento de alcohol

Se prevé la instalación de 3 tanques diarios de 30 m³ y un depósito, que de acuerdo a lo establecido por la Secretaría de Energía debe al macenar la producción correspondiente a un mes, es decir 2.250 l.

- Concentración de vinazas

Las vinazas dejan la columna de destilación con una concentración de

sólidos solubles de aproximadamente 8%. Se prevé su concentración hasta el 65% para, en estado de sólido pastoso, poder ser destinadas a fertilización por su alto contenido de potasio, fósforo y nitrógeno o para formar parte de forraje ganadero.

Esta operación se lleva a cabo en un evaporador tubular de quíntuple efecto con termocompresión.

Debe señalarse que para poder contar con materia prima para trabajar durante todo el año se contempló la alternativa de concentrar el jugo de caña necesario para alimentar a la planta durante los meses fuera de zafra en que no se cuenta con caña. Esta alternativa incluiría también la deshidratación y compactación del bagazo necesario para quemar en la caldera en esos meses.

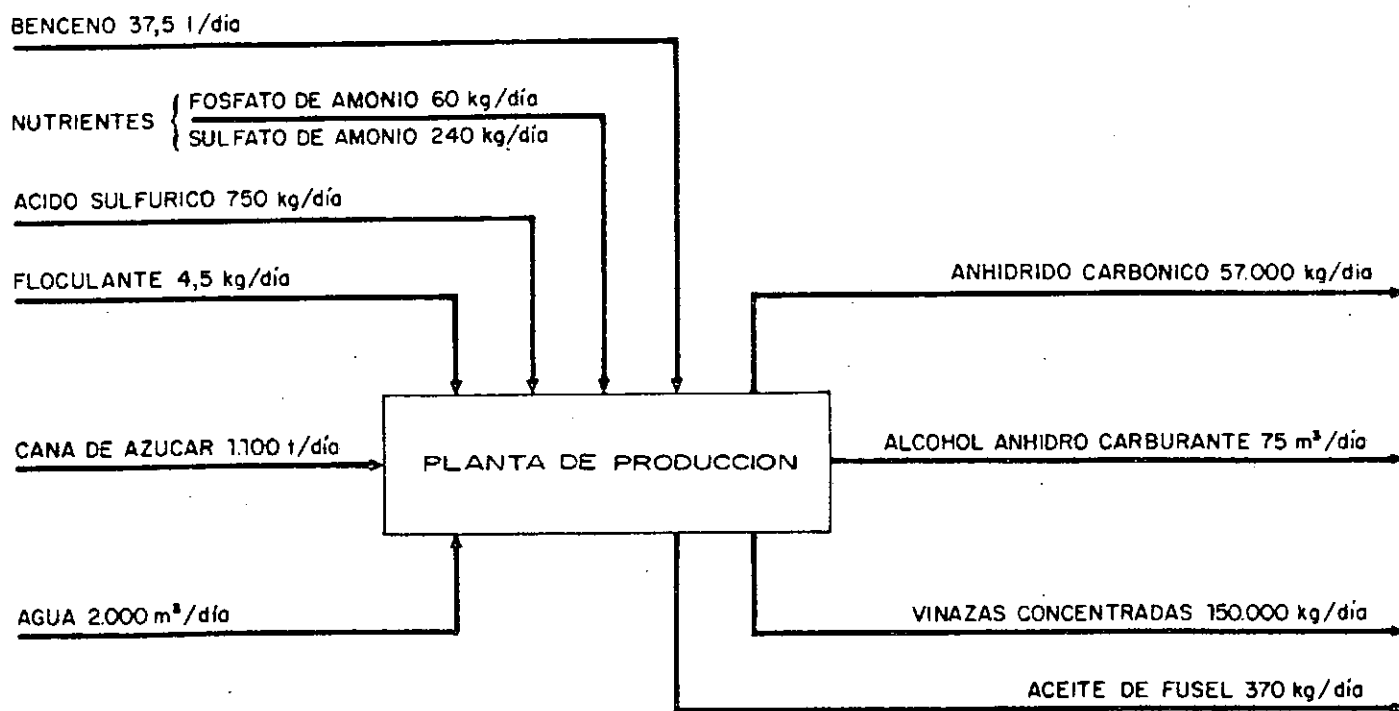
Estas operaciones implican altos consumos de energía y considerables inversiones adicionales. Por ello, y por la poca difusión de esta alternativa en la producción de alcohol a partir de caña, lo que se traduce en escasez de fuentes de información al respecto, se optó por el esquema expuesto de trabajar durante un período de zafra de considerable duración -240 días anuales-.

Sin embargo, la alternativa mencionada, tanto como la de trabajar durante todo el año utilizando otra materia prima -por ejemplo mandioca- fuera de zafra, deberán ser tenidos en cuenta en una etapa más avanzada en la maduración del proyecto.

La posibilidad de emplear mandioca como materia prima entre diciembre y marzo implica inversiones adicionales, así como superar el hecho limitante que representa la ausencia de experiencias prácticas exitosas en plantas que utilizan ese insumo.

ii) Balance General de la Planta

El balance diario de materia prima, otros insumos y productos del esquema propuesto es el siguiente:



El proyecto es autosuficiente desde el punto de vista energético ya que se contempla la utilización de bagazo como combustible a quemar en caldera, para producir energía eléctrica y vapor de proceso.

La producción de bagazo se estima en aproximadamente 370 toneladas por día.

Por otra parte el consumo de ese combustible está calculado en 3 kg por litro de alcohol, lo que implica un total de 225 ton/día.

La comparación entre consumo y producción de bagazo arroja un balance claramente positivo, lo que plantea la posible utilización de bagazo no consumido para fines industriales.

iii) Insumos

De acuerdo con el esquema precedente los insumos previstos son:

- Caña de azúcar:

1.100 t/día con un rendimiento de 65-60 litros de alcohol por tonelada de caña.

- Benceno:

37,5 l/día

0,5 l/m³_{alc}

- Acido sulfúrico:

10 kg/m³_{alc}

10 kg/m³_{alc}

- Nutrientes:

Fosfato de amonio	240 kg/día	3,2 kg/m3
Sulfato de amonio	60 kg/día	0,8 kg/m3

- Flocculante (cal)

4,5 kg/día	0,06 kg/m3
------------	------------

- Agua

2.000 m3/día

Los productos obtenidos son:

- Alcohol anhidro carburante (98,8° Gay Lussac): 75 m3/día

- Vinazas

Del proceso se obtiene 660.000 kg/día de vinazas que se concentran para producir 150.000 kg/día.

- Aceite de fusel: 370 kg/día

- Anhídrido carbónico: 57.000 kg/día.

iiii) Instalaciones y equipos complementarios

. Energía eléctrica

Para el proceso se estima un consumo de 0,23 kWh por litro de producto.

La potencia instalada en motores, iluminación y control es de 800 kW.

Para ello se prevé la instalación de un turbo generador de 1.000 kW de potencia trabajando con una presión de entrada de 42 kg/cm² y presión de escape de 6-8 kg/cm².

. Vapor

El vapor de proceso necesario es aproximadamente de 18.000 kg/h de 2-4 kg/cm² de presión.

Para producir ese vapor y alimentar el turbogenerador se contará con una caldera acuotubular de alta presión que produce vapor sobrecalentado a la presión de entrada del generador de energía.

El combustible usado en la caldera es bagazo.

. Agua

Se estima que el consumo de agua de enfriamiento de proceso, reposición de caldera, sanitarios, limpieza, etc. asciende a los 2.000 m³/día. Para ello se extraerá agua de pozo de 70 m de profundidad con bomba sumergible de 100 m³/h de caudal y motor de 33 HP. Se instalarán dos unidades, una de operación y otra de reserva.

. Balanza

Se instalaría para el pesaje de los camiones que transportan la caña, una balanza de 35 toneladas, de 8 m de largo y 3m de ancho.

2.7.2.2. Cronograma de concreción del proyecto

Año 0:

Comprende 18 meses; tres períodos de 6 meses cada uno.

Primer semestre:

Elaboración de estudio y proyecto

Compra del terreno

Comienzo de obras civiles

Contratación provisión equipos y maquinarias

Segundo semestre:

Comienzo de la recepción e instalación de equipos

Tercer semestre:

Montaje de equipos

Puesta en marcha

Año 1:

Se considera funcionamiento al 100% de capacidad instalada.

Año 2 y siguientes:

Idem año 1.

2.7.2.3. Plan de ingresos (en millones de pesos) - (Anexo I)

	<u>Año 0</u>	<u>Año 1</u>	<u>Año 2 y sig.</u>
Venta de alcohol	-	235.278	235.278
Venta de aceite de fusel	-	444	444
Total ingresos		235.722	235.722

2.7.2.4. Inversiones (en millones de pesos) - (Anexos II)

Fijas

Terrenos	} (Anexo II.1)	56
Obras civiles		48.881
Maquinarias y equipos	(Anexo II.2)	418.300
Montaje maquin. y equipos		62.745
Rodados y equipos auxiliares		3.000
Cargos diferidos (en millones de pesos)		
(Anexo II.3)		95.974
Activo de trabajo	(Anexo II.4)	11.901
TOTAL INVERSIONES		<u>640.857</u>

2.7.2.5. Plan de inversiones (en millones de pesos)

Concepto	Total	Año 0			Año 1
		1° Semest.	2° Semest.	3° Semest.	
- Inversiones fijas					
Terrenos	56	56	-	-	-
Obras civiles	48.881	29.329	19.552	-	-
Maquin. y equipos	418.300	125.490	104.575	146.405	41.830
Montaje	62.745	-	18.825	43.922	-
Rodados	3.000	1.000	-	2.000	-
- Cargos diferidos					
Investig. y est.	2.091	1.464	627	-	-
Org. de la empresa	4.183	837	1.673	1.673	-
Gasto pta. en marcha	9.620	-		9.620	-
Gasto adm. e ing. durante intalac.	48.100	9.620	19.240	19.240	-
Intereses año 0	27.797	1.841	8.487	17.469	-
Imprevistos	4.183	837	1.673	1.673	-
- Activo de trabajo	11.901	-	-	-	11.901
TOTAL	640.857	170.474	174.650	242.002	53.731

2.7.2.6. Financiamiento

Se trabajó sobre la base de la obtención de un préstamo en las condiciones usuales de los organismos financieros internacionales, por aproximadamente el 76,5% de las inversiones, bajo las siguientes condiciones:

Interés: 8% anual s/saldos, pagadero por semestres vencidos durante el período de montaje y por año vencido a partir de la puesta en marcha.

Amortización: en 8 años, mediante pagos anuales iguales.

Período de gracia: 2 años a partir de la puesta en marcha.

Inversión total:	\$ 640.857 x 10 ⁶
Aporte propio (23,5%):	\$ 150.409 x 10 ⁶
Financiamiento (76,5%):	\$ 490.448 x 10 ⁶

Inversión		Año 0			año 1
		1º Semes.	2º Semest.	3º Semest.	
TOTAL	640.857	170.474	174.650	242.002	53.731
Fondos Propios	150.409	124.453	8.487	17.469	-
Financ.	490.448	46.021	166.163	224.533	53.731

2.7.2.7. Planilla de servicio de crédito

<u>Período</u>	<u>Deuda</u>	<u>Amortización</u>	<u>Intereses</u>	<u>Cuotas</u>
0 ₁	46.021	-	1.841	1.841
0 ₂	212.184	-	8.487	8.487
0 ₃	436.737	-	17.469	17.469
0	436.717	-	27.797	27.797
1	490.448	-	39.235	39.235
2	490.448	-	39.235	39.235
3	490.448	81.741	39.235	120.976
4	408.707	81.741	32.696	114.437
5	326.966	81.741	26.157	107.898
6	245.225	81.741	19.618	101.359
7	163.484	81.742	13.079	94.821
8	81.742	81.742	6.539	88.281
	-	-	-	-

2.7.2.8. Costos medios anuales (en millones de pesos)

	<u>Fijos</u>	<u>Variables</u>	<u>Totales</u>
- Costo de producción			
Materia prima directa (Anexo III.1)		<u>146.362</u>	<u>146.362</u>
Mano de obra directa (Anexo III.2)		<u>16.913</u>	<u>16.913</u>
Gastos de fabricación	<u>78.769</u>		<u>78.769</u>
Amortizaciones (Anexo III.3)	53.493		53.493
M. de o. indir. de fabr.	12.393		12.393
Materiales (Anexo III.4)	3.000		3.000
Energía y Combust.	-		-
Impuestos	-		-
Seguros (Anexo III.5)	12.023		12.023
Imprevistos y varios	725		725
- Costo administración y ventas	<u>8.990</u>		<u>8.990</u>
Mano de o. ind. de admin.	4.820		4.820
Papeles y útiles	720		720
Honorarios	1.200		1.200
Movilid., franq. y comunic.	1.800		1.800
Imprevistos y varios	450		450
- Costo de financiación	<u>39.235</u>		<u>39.235</u>
COSTO TOTAL	<u>129.859</u>	<u>163.275</u>	<u>293.134</u>

Costo unitario \$ 293.134×10^6 % . 18×10^6 1 = 16.285 \$/1

ANEXO I

PLAN DE INGRESOS

Alcohol

Precio del alcohol para alconafta común

$$P_c = P_{\text{nafta común}} - (\text{Ret. comercial} + 0,3526 \text{ Ret. total})_{\text{nafta común}}$$

$$P_c = 16.000 \text{ \$/l} - (1390 + 0,3526 \times 6010) \text{ \$/l} = 12.491 \text{ \$/l}$$

Precio del alcohol para alconafta especial

$$P_e = P_{\text{nafta especial}} - (\text{Ret. comercial} + 0,3526 \text{ Ret. total})_{\text{nafta especial}}$$

$$P_e = 17.700 \text{ \$/l} - (1400 + 0,3526 \times 6690) \text{ \$/l} = 13.941 \text{ \$/l}$$

En la provincia de Misiones el consumo de nafta común representa aproximadamente el 60% del total. De este modo el precio promedio ponderado del alcohol resulta

$$P = 0,6 \times P_c + 0,4 \times P_e = 0,6 \times 12.491 \text{ \$/l} + 0,4 \times 13.491 \text{ \$/l}$$

$$P = 13.071 \text{ \$/l}$$

Ingresos anuales por ventas alcohol

$$18.000.000 \text{ l} \times 13.071 \text{ \$/l} = \$ 235.278 \times 10^6$$

Aceite de fusel

$$370 \text{ kg/día} \times 240 \text{ días/año} = 88.800 \text{ kg/año}$$

$$88.800 \text{ kg/año} \times 5.000 \text{ \$/kg} = \$ 444 \times 10^6$$

Ingresos anuales por venta aceite de fusel

$$\$ 444 \times 10^6$$

Ingresos anuales totales

$$\$ 235.278 \times 10^6 + \$ 444 \times 10^6 = \$ 235.722 \times 10^6$$

ANEXO II.1

Inversiones fijas

- Terrenos

<u>Superficie</u>	<u>Costo unitario en millones \$</u>	<u>Costo total en millones \$</u>
4 Has	14 / Ha	<u>56</u>

- Construcciones e instalaciones complementarias

Edificio producción, almacenes y laboratorio

1.800 m² 11,25/m² 20.250

Servicios auxiliares y taller mantenimiento

650 m² 11,25/m² 7.312

Edific. social, portería y administración

510 m² 15,00/m² 7.650

Bases y fundaciones

2.071

Mov. tierra, parquizado

4.142

Instalac. eléctrica

2.306

Instalac. contra incendio

2.250

Imprevistos y varios

2.900

Total Const. e Inst. Compl.

48.881

ANEXO II.2

- Maquinaria y equipos (*)

	Costo	
	Divisas	Millones \$
Extracción jugo		77.000
Tratam. y concentrac. jugo		23.000
Fermentación		52.000
Destilación		88.000
Almacenamiento		15.000
Conc. vinazas		52.000
Inst. gener. energía el.	1.360.000 DM	48.000(**)
Inst. gener. vapor		38.000
Equipo tratam. agua		2.500
Balanza		300
Imprevistos		22.000
Total maquinaria y equipos		<u>418.300</u>

- En rodados y equipos auxiliares se incluye una camioneta y una autoelevadora.

(*) Los precios de los equipos correspondientes a las distintas etapas del proceso comprenden no solo los equipos principales mencionados en el punto 2.7.2.1 sino también las cañerías correspondientes, bombas, válvulas, intercambiadores y todo otro equipo complementario.

(**) Al valor FOB se le adicionó un 30% en concepto de: flete (15%), Impuestos (10%) y Gastos importación (5%).

ANEXO II.3

Cargos diferidos o destinos asimilables (en millones \$)

Investigaciones y estudios

0,5% de las inversiones en equipos

$$0,005 \times 418.300 = 2.091$$

Organización de la empresa

1% del valor de los equipos

$$0,01 \times 418.300 = 4.183$$

Gasto puesta en marcha

2% inv. en equipos + instalac.

$$0,02 \times 481.045 = 9.620$$

Gasto de adm. e ing. durante instalac.

10% de las inversiones en equipos

$$0,1 \times 481.045 = 48.100$$

Intereses durante el período de invers.

$$(1841 + 8487 + 17469) = 27.797$$

Imprevistos

1% de las inversiones en equipos

$$0,01 \times 418.300 = 4.183$$

TOTAL

95.974

ANEXO II.4

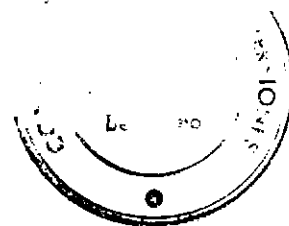
Activo de Trabajo - Bases de cálculo

- Stock materia prima: no hay.
- Stock mat. en curso de fabricación: se considera 38-40 hs de duración del proceso y se valorizan los materiales al 0,8 del costo de producción.
- Stock de productos elaborados: fijado por Secretaría de Energía en un mes de producción, el producto se valoriza al costo de producción.
- Créditos a clientes: YPF paga el alcohol a los 45 días; el producto se valoriza al precio de venta.
- Disponibilidades en cajas y bancos: estimada

Inversión en activo de trabajo (en millones de \$)

Stock de mat. en curso de fabricación	1.162
Stock y productos elaborados	969
Créditos a clientes	1.405
Disponibilidades en cajas y bancos	8.366

Total activo de trabajo	<u>11.901</u>
-------------------------	---------------



ANEXO III.1

Costo materia prima directa

A causa de que el mes base para el cálculo -marzo- se encuentra fuera del período de zafra, se ajustó el precio básico de la caña fijado por el Ministerio de Economía en el mes de noviembre según el índice de precios de cultivos industriales de INDEC.

Precio base caña con 12% sacarosa, Nov. 1982: 420.000 \$/ton

Precio en marzo 1983: 554.400 \$/ton

Costo anual materia prima:

$$1100 \text{ t/día} \times 240 \text{ días/año} \times 554.400 \text{ \$/ton} = 146.362 \times 10^6$$

ANEXO III.2

Costo mano de obra (en millones de pesos)

	<u>Turnos/ día</u>	<u>Total</u>	<u>Sueldo mensual</u>	<u>Directa</u>	<u>Indirec. de fab.</u>	<u>Indirec. adm. y vtas.</u>
<u>Jerarquizado</u>						
Gerente General	1	1	80		40	40
Gerente Producción	1	1	50		50	
Gerente Administrac.	1	1	40			40
Gerente Comercializ.	1	1	40			40
<u>Administrativos</u>						
Jefe de Compras	1	1	30			30
Jefe Personal	1	1	30			30
Auxiliar Compras	1	1	20			20
Auxiliar Ventas	1	1	20			20
Auxiliar Contaduría	1	1	20			20
Secretarias	1	3	15			45
Empleados	1	2	12			24
<u>Técnicos</u>						
Jefe Dto. Ingen.	1	1	35		35	
Jefe Mantenim.	1	1	35		35	
Químico	1	4	30		120	
Especial. autom. y contr.	1	1	25		25	
Capataces	3	12	28	336		
Encargado almacén	1	1	20		20	
Mecánico	1	4	20		80	
Electricista	1	4	20		80	
Calderista	1	4	20		80	
Operador turbogener.	1	4	20		80	

	<u>Turnos/ día</u>	<u>Total</u>	<u>Sueldo mensual</u>	<u>Directa</u>	<u>Indirec. de fab.</u>	<u>Indirec. adm. y vtas.</u>
<u>Operarios</u>						
Calificados	7	28	15	420		
No calificados	6	24	9	216		
Porteros y Vigilantes	2	8	12		96	
Encargado balanza	2	2	12		24	
Total mensual				972	765	309

Costo anual mano de obra con cargas sociales

m. de o. directa

$$\$ 972 \times 10^6 \times 12 = \$ 11.664 \times 10^6$$

$$\$ 11.664 \times 10^6 \times 1,45 = \$ 16.913 \times 10^6$$

m. de o. indirecta de fabricación con cargas sociales

$$\$ 765 \times 10^6 \times 12 = \$ 9.180 \times 10^6$$

$$\$ 9.180 \times 10^6 \times 1,35 = \$ 12.393 \times 10^6$$

m. de o. indirecta de administ. y ventas con cargas sociales

$$\$ 309 \times 10^6 \times 12 = \$ 3.708 \times 10^6$$

$$\$ 3.708 \times 10^6 \times 1,30 = \$ 4.820 \times 10^6$$

ANEXO III.3

Amortizaciones (en millones de \$)

	<u>Inversión</u>	<u>Período</u>	<u>Alícuota</u>	<u>Monto Anual</u>
			%	
Obras civiles	48.881	30	3,33	1.629
Maquin., equipos e inst.	418.300	15	6,66	27.886
Montaje	62.745	15	6,66	4.183
Rodados	3.000	5	20	600
Cargos diferidos	95.974	5	20	19.195
				<u>53.993</u>

ANEXO III.4

Costo materiales (en millones de \$).

Benceno

$$0,5 \text{ l/m}^3_{alc} \times 75 \text{ m}^3/\text{día} \times 240 \text{ d/a} = 9.000 \text{ l/a}$$

$$9.000 \text{ l/a} \times 0,023 \text{ \$/l} = \$ 207$$

Nutrientes

Fosfato de amonio

$$3,2 \text{ kg/m}^3_{alc} \times 75 \text{ m}^3/\text{día} \times 240 \text{ d/a} = 57.600 \text{ kg/a}$$

$$57.600 \text{ kg/a} \times 0,019 \text{ \$/kg} = \$ 1.094$$

Sulfato de amonio

$$0,8 \text{ kg/m}^3 \times 75 \text{ m}^3/\text{día} \times 240 \text{ d/a} = 14.400 \text{ kg/a}$$

$$14.400 \text{ kg/a} \times 0,017 \text{ \$/kg} = \$ 245$$

Acido sulfúrico

$$10 \text{ kg/m}^3 \times 75 \text{ m}^3/\text{día} \times 240 \text{ d/a} = 180.000 \text{ kg/a}$$

$$180.000 \text{ kg/a} \times 0,0072 \text{ \$/kg} = \$ 1.296$$

Varios \$ 152

TOTAL \$ 3.000

ANEXO III.5

Energía y combustibles

La planta es autosuficiente en energía pues consume para la generación de vapor y de energía eléctrica el bagazo de la caña de azúcar como combustible.

Impuestos

En base a la ley provincial N° 1052 de promoción industrial y a su decreto reglamentario N° 1543/79 se supone que el presente proyecto se exime de impuestos provinciales.

También, de acuerdo a la ley nacional de promoción industrial N° 21.608/77 este proyecto podría beneficiarse con la exención de tributos.

2.8. EVALUACION DE LA PLANTA INDUSTRIAL

El análisis que se describe a continuación constituye una evaluación financiera del proyecto de producción de alcohol o lo que en antigua terminología de evaluación de proyectos se conocía como evaluación económica desde el punto de vista privado.

Los puntos anteriores, complementados por los Anexos respectivos, contienen el análisis del perfil económico del proyecto en lo que hace a su estructura como así también a los flujos temporales.

Aunque pareciera apresurado destacarlo, es ya momento de llamar la atención sobre el Cuadro N° 2.7.2.8 donde se detallan los costos medios anuales, donde surge una cifra mayor que la de los ingresos esperados por unidad de producto.

A fin de cumplir con la evaluación solicitada se realizó el cálculo del "Valor presente neto" así como de la "Tasa interna de retorno", tomando los flujos corrientes, en un primer cálculo e introduciendo luego variaciones a los items a los cuales era más sensible el proyecto.

- Evaluación del perfil básico de Ingresos y Egresos

El Cuadro N° 2.8. N° 1 muestra los flujos de caja correspondientes a la caracterización técnica-económica ya descripta.

Como horizonte de la evaluación se adoptó 15 años, bajo el supuesto que dicha meta conciliaba los elementos técnicos con las expectativas empresariales, teniendo en cuenta la posible obsolescencia técnica y el hecho de tratarse de un proyecto que encararían capitales privados, no siendo aconsejable, por lo tanto, suponer un horizonte mucho mayor que el supuesto.

Para el cálculo del VPN se utilizaron tasas de descuento del 6, 8 y 10 por ciento, detallándose en el cuadro siguiente los resultados a que se llegó, así como la tasa interna de retorno obtenida.

(en 10^6 \$)

Tasa de Descuento	6%	8%	10%
Valor Presente Neto	-342.095	-338.568	-332.992
Tasa Interna de Retorno		-24%	

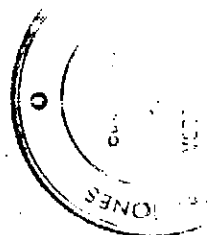
El cuadro anterior hace innecesario cualquier comentario.

Con el perfil de costos y beneficios supuestos no existe ninguna posibilidad de que el proyecto sea encarado con el objetivo de obtener un

Cuadro 2.8 N° 1

Año	Inversión en Activo Fijo 1	Invers. en Cap. de Trab. 2	Egresos 3=2+1	Ingresos Anuales 4	Costos * Anuales 5	Beneficios Anuales 6	Flujo de Caja 6-3
0	150.409	-	150.409	-	-	-	(150.409)
1	-	-	-	235.722	239.641	(3.919)	(3.919)
2	-	-	-	235.722	239.641	(3.919)	(3.919)
3	-	-	-	235.722	321.382	(85.660)	(85.660)
4	-	-	-	235.722	314.843	(79.121)	(79.121)
5	-	-	-	235.722	308.304	(72.582)	(72.582)
6	-	-	-	235.722	301.765	(66.043)	(66.043)
7	-	-	-	235.722	295.227	(59.505)	(59.505)
8	-	-	-	235.722	288.687	(52.965)	(52.965)
9	-	-	-	235.722	200.406	35.316	35.316
10	-	-	-	235.722	200.406	35.316	35.316
11	-	-	-	235.722	200.406	35.316	35.316
12	-	-	-	235.722	200.406	35.316	35.316
13	-	-	-	235.722	200.406	35.316	35.316
14	-	-	-	235.722	200.406	35.316	35.316
15	-	-	-	235.722	200.406	35.316	35.316

* No se incluyen las amortizaciones.



beneficio financiero (entendiéndose por financiero lo mencionado en los primero párrafos de este punto).

Frente a estos resultados planteóse la necesidad de determinar que modificaciones deberían producirse para que la evaluación mejorara.

Se supusieron, entonces, cambios en los valores de parámetros exógenos al proyectos en sí, tales como alteraciones en el precio de la materia prima, disminución de los costos de financiamiento y variación en el precio del producto.

Por otra parte se altera la composición de la inversión, suponiéndose se que la financiación podría ser del 100%, alterando así un parámetro endógeno.

- Reducción del precio de la materia prima en un 20 y un 30% "ceteris paribus"

En el cuadro que sigue se observan los resultados que se obtienen.

	6%		8%		10%	
	- 20%	- 30%	- 20%	- 30%	- 20%	- 30%
VPN	-28.519	128.269	-58.736	81.779	-81.069	44.892
TIR	4,5	13,5	4,5	13,5	4,5	13,5

Se observa que una disminución del 20% en los costos de la materia prima hace que el proyecto muestre tasas de rentabilidad positivas aunque aún menores que las adoptadas como tasas de descuento.

- Financiación parcial del proyecto a costo financiero nulo - "ceteris paribus"

	6 %	8 %	10 %
VPN	-165.143	-172.092	-176.010
TIR	-4,6		

Adoptar el supuesto que se obtendrá una financiación lo suficientemente ventajosa por el capital ajeno, de tal modo que la tasa de interés, en términos reales, pueda considerarse igual a cero mejora la situación del proyecto pero no revierte los resultados de la evaluación.

- Financiación total del proyecto en las condiciones básicas - "ceteris paribus"

	6 %	8 %	10 %
VPN	-389.309	-372.011	-354.206
TIR	- 13,04		

La financiación total del proyecto a través de un crédito en las condiciones descritas oportunamente no presenta modificaciones satisfactorias .

- Incremento de un 10 y un 20% en los ingresos en base a un aumento real en el precio de los combustibles - "ceteris paribus"**

Parece atinado suponer que los combustibles y especialmente las naftas, sufrirán incrementos reales en sus precios, en función del cierto retraso histórico que muestran los valores actuales.

Bajo tal supuesto se evaluó el proyecto asumiendo incrementos del 10% y 20% en el monto de los ingresos, observándose los efectos en el cuadro siguiente:

	6 %		8 %		10 %	
	+ 10 %	+ 20 %	+ 10 %	+ 20%	+ 10 %	+ 20 %
VPN	-74.309	115.783	-102.566	64.963	25.291	123.277
TIR	2,6	11,6	2,6	11,6	2,6	11,6

Los resultados muestran un cambio realmente significativo. Ante un incremento del 20% en los ingresos el proyecto muestra una excelente TIR del 11,6%.

A modo de ejercicio teórico se realizaron cálculos, suponiendo combinaciones de alternativas de variación de egresos e ingresos a los efectos de apreciar cuan sensible eran los resultados.

El cuadro que se observa a continuación resume los resultados de suponer que no existe costo financiero por el capital no propio y que la materia prima reducirá sus precios en un 10 y 30%.

Tasa de Descuento		6 %	8 %	10 %
VPN	M.P. - 10 %	-8.359	-32.181	-50.052
	M.P. - 30 %	305.220	247.653	201.873
TIR	M.P. - 10 %	5,4 %		
	M.P. - 30 %	39,9 %		

La alternativa siguiente fue suponer que se financiaba el 100% del proyecto con capital ajeno y que la materia prima reduce su precio un 30%.

El cuadro siguiente muestra los resultados:

Tasa de Descuento		6 %	8 %	10 %
VPN		37.145	3.827	-20.231
TIR		8,3 %		

Resulta ocioso realizar nuevos cálculos en base a nuevas alternativas ya que ha quedado demostrado que el proyecto muestra una sensibilidad a dos elementos que definen la rentabilidad o no del proyecto y ellos son el costo de la materia prima y el precio del producto elaborado.

En las condiciones actuales solo una sustancial reducción en el precio de la caña de azúcar destinada a producir alcohol carburante haría rentable el proyecto.

2.9. RECOMENDACIONES

A partir de la evaluación realizada en el capítulo anterior surge como un imperativo de primera prioridad el análisis de las dos principales variables que podrían hacer viable o rechazable el proyecto en consideración, desde el punto de vista privado: costo de la materia prima y precio de la nafta.

Es fundamental realizar un profundo análisis de todos los elementos que componen el costo de la caña de azúcar dada la sensibilidad al mismo que el proyecto presenta y a la estrecha vinculación que en el caso que nos ocupa podría tener la faz agnómica y la industrial del emprendimiento.

En la actualidad, los precios de la caña son fijados por el Ministerio de Economía en virtud de la Ley 19.597. Los precios bases establecidos de este modo se refieren a caña con destino a la industria azucarera y como sucede generalmente con todo precio sostén están fuertemente influenciados por elementos políticos antes de ser verdadero reflejo de los costos de producción. Como aditamento puede señalarse que aquellos precios están calculados sobre bases de tamaños de predios, números de surco por hectárea, tareas agrícolas realizadas, técnicas aplicadas, etc., que sin duda no reflejan la realidad del cultivo en Misiones.

En este sentido debe recomendarse un ajustado análisis de los componentes del costo de producción de caña a partir del cual pueda detectarse y consecuentemente operar sobre aquellos elementos que presenten mayor participación y mejores posibilidades de ser modificados.

Una variable estrechamente vinculada con lo anterior sobre la que se debería continuar trabajando con especial énfasis es el rendimiento en toneladas de caña por hectárea ya que los aceptables niveles obtenidos en escaso número de unidades o a escala experimental están lejos de representar al promedio provincial.

Por otro lado, de acuerdo con lo planteado por la Secretaría de Energía para obtener la autorización correspondiente al proyectoalconafta deberá demostrarse un neto balance energético positivo del conjunto del proyecto. Esto implica demostrar que la energía producida -en alcohol y bagazo- es mayor que la energía utilizada para obtenerlos. Esta tarea implica -en lo que a aspectos agronómicos se refiere- efectuar un análisis de la energía consumida en la faz agrícola para producir una tonelada de caña. (*)

(*) Sobre el particular, teniendo en cuenta las observaciones efectuadas por la Provincia de Misiones al primer informe, se explicitarán a la brevedad todos los requisitos y condiciones a cumplir para desarrollar el planalconafta.

El precio de venta del alcohol, estrechamente vinculado con el de la nafta a reemplazar, solamente puede ser analizado prospectivamente en base a la comparación de los precios y retenciones actuales con respecto a los valores históricos. En ese sentido debe mencionarse que el precio de los combustibles se encuentra, en términos reales, dentro de los más bajos valores históricos que se registran. -*

Como se ve esta variable deberá ser manejada con suma prudencia por la cantidad de imponderables -político-económicos- que la definen y por la imposibilidad de influir sobre ella.

En relación con el aspecto industrial del emprendimiento, con el objeto de propender a mejorar los rendimientos de producción de alcohol deben recomendarse la investigación y experimentación dirigidas a:

- Desarrollo de variedades especialmente alcoholíferas.
- Desarrollo de variedades tempranas y tardías que permitan extender al máximo el período ^{de trabajo} anual de la planta. Esto podría redundar en una mayor producción de alcohol con la planta diseñada o una menor inversión para obtener la misma capacidad anual.

Desde el punto de vista industrial a mediano plazo sería recomendable estudiar la alternativa de utilizar fuera del período de zafra otra materia prima, como mandioca, lo cual implicaría mayores inversiones.

También debería analizarse la posibilidad de trabajar en ese lapso con jugo de caña concentrado y bagazo secado y compactado.

La alternativa del uso de mandioca está limitada, hasta el momento, por la escasa y no exitosa experiencia sobre el tema. Con respecto a la concentración de jugo tampoco existen en nuestro medio experiencia suficiente como para avalar en este momento esa posibilidad.

Las recomendaciones expuestas pueden resumirse en las siguientes propuestas:

- Análisis de costos de producción de caña con el objeto de actuar sobre aquellos constituyentes que podrían aportar reducciones considerables.
- Ensayos y experimentación conducentes al incremento del rendimiento por hectárea.
- Desarrollo de variedades de caña especialmente aptas para la producción de alcohol.
- Desarrollo de variedades que permitan extender el período de zafra.
- Evaluación del consumo de energía insumida en la producción de caña.

Publicaciones y trabajos consultados

Al presente listado debe incorporarse el que acompañó al primer informe parcial.

- Alcohol Production from Biomass in the Developing Countries-Banco Mundial-Setiembre 1980.
- Alcohol carburante a partir de caña de azúcar-Fernandez, Yankowicz, Rugna-Revista Procesos N°86.
- Brazil's Gasohol Program-V. Yand and S. Trindade-Centro de Tecnología Promon.
- Ethanol as a source of energy and chemical raw material-BMA information N°18/1979
- Alcohol etílico-El combustible Automotor del futuro-W. Kampen-Revista Sugar y Azúcar-1978.
- Estudio de prefactibilidad de una unidad productora de alcohol hidratado partiendo de melaza-Busaniche-Yankowicz-Santa Fé-1980.
- Análisis de factibilidad económica del proyectoalconafta-Garvich-Pucci-Elías-Asfin S.A.-Tucumán-Diciembre 1982.

Empresas consultadas para obtener información de equipos y costos.

- Meitar aparatos S.A. -Argentina.
- MAS-Metalúrgicos Asociados S.A.-Argentina.
- Extraction De SMET S.A.-Bélgica.
- Zanini S.A.-Brasil.
- Petroalcool S.A.-Brasil.
- Centro de Tecnología Promon-Brasil.
- UHDE-Alemania

- Siemens Aktiengesellschaft-Alemania.
- Salcor Caren-Argentina.
- Cía. Sudamericana de Bombas SAIC y F
- Bianchetti S.A.
- Sulfacid S.A.
- Sudanfor S.A.
- Cía. Química S.A.
- Atanor S.A.
- Petrosur S.A.
- Bols S.A.
- Hiram Walkers S.A.