

29431

**VERSION PRELIMINAR
SUJETA A CORRECCION**

ESTUDIO DE ALTERNATIVA PARA EL ANTEPROYECTO

DE REMODELACION DE LA RED DE RIEGO

Area: FIAMBATA

(Provincia de Catamarca)

1233

PROYECTO NOA HIDRICO
SEGUNDA FASE

Realizado por: Pedro José V. Romagnoli
Ingeniero Civil

César Marcelo Abdo
Ingeniero Civil

H.1112
X.12
H.11241
H.110
Catamarca -

AÑO: 1981

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1. Introducción	1
1.1 Ubicación	1
1.2 Clima	1
1.3 Hidrología	2
1.3.1. Recurso Hídrico Superficial	2
1.3.2 Recurso Hídrico Subterráneo	5
1.4 Suelos	6
1.4.1 Generalidades	6
1.4.2 Clasificación	6
1.5 Topografía	7
2. Situación Actual	7
2.1 Infraestructura de Riego	7
2.2 Desarrollo Agrícola actual	9
2.2.1 Cultivos actuales	9
2.2.2 Tecnificación y prácticas de cultivos	9
2.2.3 Método de Riego empleado	9
2.3 Tamaño y tenencia de las Explotaciones Agropecuarias	9
3. El Anteproyecto	11
3.1 Objetivo	11
3.2 Desarrollo del estudio	11
3.2.1 Generalidades	11
3.2.2 Cultivos posibles y relación porcentual propuesta	12

	<u>Pág.</u>
3.2.3 Propuesta para el uso del Agua en Parcela	13
3.2.4 Unidad Económica de Explotación	14
3.3 Descripción de las Obras propuestas	14
3.3.1 Generalidades	14
3.3.2 Canal Principal Fiambalá Norte	15
3.3.3 Canal Principal Fiambalá Sur	16
3.4 Criterios de diseño hidráulico	16
3.5 Planos	16
3.6 Presupuesto	17
4. Consideraciones relativas a la preparación del Proyecto Ejecutivo	18
5. Bibliografía	20

INDICE DE CUADROS

		<u>Pág.</u>
<u>Cuadro N° 1.3.1</u>	Río Guanchín - Caudales medios mensuales (l/s) en Guanchincito	2
<u>Cuadro N° 1.3.2</u>	Análisis en diferentes tomas de muestra	4
<u>Cuadro N° 2.3</u>	Tamaño de las Explotaciones Agropecuarias de la zona	10
<u>Cuadro N° 3.2.2</u>	Relación porcentual propuesta	13

1. Introducción

1.1 Ubicación

Fianbalá ubicada a los 27°41' de latitud sur y 67°37' de longitud oeste en el departamento Tinogasta, constituye la más importante población del centro oeste catamarqueño y el último centro poblado de importancia en la ruta nacional 60 que une a Catamarca con Chilo por el paso de San Francisco.

Enclavada a 1500 m.s.n.m., su única fuente de riqueza la constituye el producto del desarrollo agrícola, el cual se basa primordialmente en el cultivo de la vid cuyo riego se realiza con aguas provenientes del Río Guanchín.

1.2 Clima:

La zona presenta un régimen de tipo monzónico con precipitaciones concentradas en los meses de verano.

Los datos climáticos que se consignan a continuación corresponden a la estación meteorológica de Tinogasta que es la que posee registros continuos más prolongados.

- Precipitación

Precipitación media mensual en mm.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Período (1941-50)	45,3	38,0	16,9	3,0	1,0	1,1	1,8	1,0	3,2	4,1	17,2	12,7	145,3

- Temperatura media mensual °C

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Período (1941-50)	21,2	20,6	18,5	15,6	12,2	9,6	9,0	11,3	14,2	17,3	19,0	23	16,0

- Vientos

Los vientos que asotan la región de Fianbala provocan innumerables problemas de enarenamiento en la zona de riego, totalmente desprotegida de vegetación que la torna propensa a la erosión eólica.

1.3 Hidrología

1.3.1 Recurso hídrico superficial

a) la zona de riego Fianbalá se encuentra en las cercanías de la confluencia de los ríos Fianbala y Guanchín. Por lo tanto la disponibilidad de caudales para riego en Fianbalá provienen del comportamiento de las cuencas respectivas.

La disponibilidad del recurso se ha analizado en el informe producido por el Proyecto NOA HIDRICO en el mes de Diciembre de 1979 (*). Los valores obtenidos se detallan en el Cuadro N° 1.3.1.-

CUADRO N° 1.3.1

RIO GUANCHIN - CAUDALES MEDIOS MENSUALES (l/s) EN GUANCHINCITO

Período meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1940-60*	2.153	1.905	1.563	1.176	1.146	1.170	1.170	1.169	1.139	1.107	1.136	1.212
1972-73**	870	1.140	1.150	1.640	1.750	1.800	-	-	870	910	870	920

(*) Valores resultantes de la correlación efectuada con el Río Abaucán en Tingoasta. Coeficiente de correlación: 0,557 (*para ser satisfactoria debe ser ≈ 1*)

(**) Valores de campaña de aforo. Período Setiembre 1972-Junio 1973.

Calidad del agua para riego

b) El cuadro N° 1.3.2 indica los valores que resultan de los análisis de las muestras tomadas.

Salinidad

La conductividad eléctrica del agua de superficie, oscila entre 1.200 - 1.500 micromhos por cm. a 25°C.

De acuerdo al criterio de la clasificación Riverside, modificado por Thorne y Peterson, el análisis de las muestras estudiadas se encuadran dentro de los términos C₃ S₁ que significa:

AGUA ALTAMENTE SALINA (C₃): "No puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se pueden necesitar prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo por lo tanto, seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerantes a sales" *.

- Sodio

La relación absorción de sodio (R.A.S.) alcanza valores entre 3-8, indicando aguas con bajo contenido de sodio, factible de ser utilizada para el riego en la mayoría de los suelos, con escasa probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable.

(*) Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. México. 1977.

CUADRO N° 1.3.2

ANÁLISIS EN DIFERENTES TOMAS DE MUESTRAS

Muestras	Canal Principal Sector Norte (Fianbalá)	Canal Principal Sector Sur (Fianbalá)	Acquia área Rogada (Fianbalá)
C.F a 25°C	1.280 ⁴ mhos/cm	1.280 ⁴ mhos/cm	1.452 ⁴ mhos/cm
PH	8,60	8,25	8,30
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	4,49	4,61	5,76
Na ⁺ + K ⁺	6,0	5,77	12,92
CO ₃ -	-	-	-
CO ₃ H	142,16	200,12	360,62
SO ₄ -	97,26	99,66	100,86
Cl-	162,66	161,70	274,72
R.A.S.	3,77	3,60	7,36
Boro	-	-	-
Clasificación s/Roverside Mod. C ₃ -S ₁ Thorne-Peterson		C ₃ -S ₁	C ₃ -S ₁

Fuente: Toma de muestras efectuadas por el Proyecto NOA HIDRICO

Análisis químicos realizados por la Dirección General Agropecuaria-Salta.



1.3.2 Recurso hídrico subterráneo

Los estudios previos realizados han señalado la posibilidad de extraer agua para riego del subsuelo de los valles.

El Acuífero y Pozos Existentes

La mayoría de los pozos perforados en el área sirve para el abastecimiento de agua potable y por consiguiente no fueron construidos con miras a la explotación de grandes caudales, y sólo una perforación fue localizada con la finalidad de abastecer de agua para riego, y se utiliza intermitentemente. La misma está ubicada en la Finca Graffigna (Fianbalá norte) rindiendo, 250 m³/h.

En términos generales, se puede manifestar que la explotación de agua subterránea con fines de riego en la actualidad es casi nula.

Calidad del Agua Subterránea

Los datos disponibles, aunque no son completos, indican que el contenido en sales disueltas varía entre 340 (Saujil) y 918 ppm. (El Retiro). Las aguas son entonces de salinidad moderada a moderadamente salinas y ligeramente sódicas.

La calidad del agua en el pozo de la Finca Graffigna es desconocida, pero el agua se utiliza para el riego y no se han detectado problemas en las zonas irrigadas.

La calidad del agua subterránea es similar a la de las aguas de los ríos Abaucén y Guanchín, que sirven como fuente de agua de riego desde hace muchos años.

1.4 Suelos

1.4.1 Generalidades

El estudio de suelos realizado, por la Consultora Tecoagro (Año 1975) abarca una superficie aproximada de 3.150 Ha. El mismo ha sido efectuado a nivel de semidetalle, a escala 1:30.000 aproximadamente, clasificándolos por aptitud de uso, según el sistema de Storie.

La situación actual muestra una gran heterogeneidad de suelos, que puede variar en el futuro debido al aporte de materiales nuevos, en muchos casos por efecto de las crecidas.

1.4.2 Clasificación

Los suelos están clasificados de acuerdo a once perfiles representativos, distinguiéndose los grados de aptitud II y IV.

Los perfiles que representan a los suelos de grado I son de textura A - AF (arenosa-arena franca) en superficie a (arenosa) A en profundidad, infiltración moderadamente rápida, con baja a muy baja capacidad de retención hídrica.

Los suelos de grado IV se caracterizan por su escaso valor para el riego, en general de texturas extremadamente gruesas y presencia de grava.

Dada la heterogeneidad de los suelos presentes en el área de trabajo, para el proyecto será necesario contar con un estudio a mayor detalle, determinando textura y realizando paralelamente los ensayos de infiltración correspondientes.

1.5 Topografía

El relevamiento topográfico indica para Fianbalá una pendiente media de 0,86% para el sector norte y de 1% para el sector sur (sentido longitudinal norte-sur).

En el sentido transversal O-E la pendiente media es de 0,003 a 0,004 para la sección norte y de 0,001 a 0,002 para la parte sur.

2. Situación actual

2.1 Infraestructura actual de riego

El riego de Fianbalá se realiza utilizando las aguas del Río Guanchín, cuya toma "se hacía en las proximidades de Guanchincito, pequeña localidad que subsiste con el riego de unas 3 a 4 Ha. La toma es libre, sin control de entrada guiándose el agua mediante bordos y defensas; el canal maestro, de unos 12 km. de longitud se llevó por la margen derecha del río. El resultado de este tipo de toma es que todo el río se desvía al canal y cuando el caudal supera la capacidad de éste desborda. Este proceso se produce en Fianbalá, facilitado por el sistema de desarenamiento utilizado que consiste en excavar una serie de represas para locantar el agua que se toma de la superficie mediante canales y se lleva al partidor principal de riego. En la actualidad, el río Guanchín que se juntaba con el río de Fianbalá aguas arriba de la población homónima, lo hace aguas abajo de la misma cuando las crecientes hacen desbordar el canal. A pesar del sistema de desarenamiento grandes cantidades de material penetran todos los años al sistema de riego y a los cultivos, lo que ha dado lugar a una sobrelevación de toda la red, con los consiguientes peligros para la población en caso de roturas de los canales, y de la misma zona de cultivo donde en los parrales antiguos a luras penas puede circularse bajo allos" (*).

En 1972 la provincia encargó al Ingeniero Mario Folquer el proyecto de un dique de toma de parrilla en Guanchincito, un desarenador y 11 km. de canal maestro revestido, con una capacidad máxima de $5m^3/s$ que termina en un partidor principal. La obra fue licitada y construida parcialmente. Actualmente, estando paralizados los trabajos del complejo, el dique ya contruido, está fuera de servicio.

"Esta obra, además de asegurar la toma total del agua y evitar pérdidas en el canal maestro, eliminaría los enormes consumos de agua del actual sistema de desarenamiento. El caudal que se usa efectivamente para riego es de unos 400 lts/s, cuando el río rara vez baja de 1.200 lts/s". (*)

"El problema de eliminar la arena descargada del desarenador, subsiste aún en el proyecto en ejecución. Deberán preverse suspensiones de riego para alojar, con todo el caudal disponible, el material sólido de la zona de descarga del mismo." (*)

La actual área de riego está compuesta por 12 sectores (La Pampa, El Bajo, El Alamo, El alto, La Planta, El Campo, Los Carrizo, El Medio, El Retiro, El Alto, Las Viñas y El Barrialito) que están servidas por 4 acequias, las cuales son abastecidas simultáneamente con un tiempo de turnado de aproximadamente 30 días.

A los inconvenientes ya apuntados se suma el problema del desierto que con sus néblanos en movimiento amenaza cubrir importantes zonas de riego, principalmente en la parte sur donde el enarenamiento se incrementa debido a las inundaciones del río Guanchín que dejan a su retiro grandes cantidades de arena.

(*) Mario Folquer. La Cuenca del Río Abaucán-Colorado-Salado (1974)

2.2 Desarrollo agrícola actual

2.2.1 Cultivos actuales

Actualmente más del 95% de la superficie regada se encuentra implantada con viñedos, el porcentaje restante se diversifica en cultivos tales como: alfalfa, cereales de invierno y en menor proporción olivo.

En cuanto a rendimiento, la vid rinde en promedio unos 20.000 kg/Ha., aunque viñedos bien manejados pueden alcanzar rendimientos de hasta 30.000 a 35.000 kgr/Ha (Según datos recogidos en la zona).

2.2.2 Tecnificación y prácticas de cultivos

En general las labores culturales son realizadas en forma manual, sólo algunos productores que poseen equipo mecánico propio realizan las labores en forma mecánica.

La aplicación de abono natural y pulverizaciones con productos químicos (funguicidas y/o insecticidas) se realizan con relativa frecuencia.

2.2.3 Método de riego empleado

La aplicación de agua a nivel parcelario se realiza por gravedad en pilotas o bateas de inundación, por volgas en pendiente y en raras ocasiones por surcos.

2.3 Tamaño y Tenencia de las Explotaciones Agropecuarias

El área en estudio tiene una superficie de aproximadamente 2.600 Ha., pero todos los análisis de la misma se efectuaron sobre la base del área empadronada por aquellos productores que tenían cultivos bajo riego en el año agrícola 1979-1980, que fue de 1.523 Ha.

El tamaño y el tipo de uso de la tierra existentes en el área de Fianbalá discriminada por superficie cultivada, se presentan en el Cuadro N° 2.3.

CUADRO N° 2.3

TAMAÑO DE LAS EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS DE LA ZONA

Superficies en Ha c/Derecho a Riego	Cant. de Explotaciones		Superficie		Promedio Ha
	N°	%	Ha	%	
0,1 - 0,25	264	25	35,32	2	0,13
0,25 - 0,50	222	21	81,86	5	0,37
0,50 - 1,00	250	24	166,82	11	0,67
1,00 - 2,00	179	17	218,61	14	1,22
2,00 - Más	135	13	1.020,27	68	7,56
TOTAL	1.050	100	1.522,88	100	1,45

Fuente: Datos encuesta NOA HIDRICO, extrapolados al catastro provincial existente (Consagra).

En cuanto a la tenencia, el sistema imperante en la zona es el de la propiedad, ya que el 78% de las explotaciones son propiedad de sus titulares, mientras que el 15% están en manos de tenedores precarios y el 7% están explotadas por medieros.

3. El Anteproyecto

3.1 Objetivo

El Proyecto NOA HIDRICO, a pedido de la Provincia de Catamarca, ha iniciado el estudio de la remodelación de la red de riego de Fianbalá, El punto de partida de la red es el partidador existente al oeste de la zona de riego y que ha sido tomado como punto final del canal de aducción (ya proyectado y en ejecución) desde la toma del Dique en Guanchincito (ya construido).

Con el objetivo apuntado, remodelar la red de riego de una área altamente productiva, el Proyecto ha desarrollado acciones tendientes a obtener los estudios básicos de suelos, topografía y cálculos de la disponibilidad, estimación de la demanda y distribución de agua para riego y determinación de unidad de explotación.

La propuesta de diseño para la remodelación de la red de riego, (Plano N° 1) realizada en base a los estudios básicos ya señalados, es el contenido del presente informe que el Proyecto NOA HIDRICO somete a la consideración del gobierno de la Provincia de Catamarca como paso previo a la confección de un Proyecto ejecutivo de las obras.

3.2 Desarrollo del estudio

3.2.1 Generalidades

El anteproyecto de remodelación de la red de riego para el área de Fianbalá responde al esquema básico de distribución que se grafica en Plano N° 1.

Para su confección se ha tratado de compatibilizar la situación actual, en lo que se refiere a infraestructura de obras y dominio de la tierra, con las conclusiones de los estudios básicos realizados.

3.2.2 Cultivos posibles y relación porcentual propuesta

En base al estudio realizado por el Ing. Armando L. de Fina, en su publicación denominada "Cultivos Posibles en las Diversas Areas de la República Argentina", surge para el área de Fiambalá una lista de cultivos factibles comprendidos dentro de los rubros: Hortalizas, Cereales, Forrajeras, Cultivos industriales y Frutales.

En frutales, la vid europea (*Vitis vinifera*), el olivo (*Olea europea*), Higuera (*Ficus carica*) y Membrillo (*Cydonia oblonga*), tienen las condiciones agroecológicas adecuadas para su desarrollo.

En el grupo de especies forestales, el Alamo piramidal (*Populus nigra*) con riego, el Eucalipto (*Eucalyptus rostrata*), algunos Pinos de zonas áridas y el Tamarix sp. pueden desarrollarse en el área, pudiendo ser utilizados en la implantación de cortinas forestales o formación de pequeños bosquecillos.

La estructura de los planes de cultivo ha sido conformado sobre la base de los estudios de caracterización productiva y el análisis de colocación de productos en diferentes mercados.

En el Cuadro N° 3.2.2 figuran los porcentajes correspondientes.

CUADRO N° 3.2.2RELACION PORCENTUAL PROPUESTA

Cultivos	%
Vid	80
Olivo	7
Alfalfa	7
Cereales de Invierno (para abono verde)	6
Hortalizas de Primavera	
TOTAL...	100

3.2.3 Propuesta para el uso del agua en parcela- Método de Riego

Por los sedimentos que transporta el agua de riego, es necesario descartar la posibilidad de utilizar riego por goteo o aspersión (Riego y Agricultura -James Wolf- Abril 1981).

Dentro de los métodos de aplicación por gravedad o superficie, se propone regar por bateas de inundación (método aplicado en la actualidad), ajustando las dimensiones de las unidades de riego.

La aplicación de agua por surcos, es otro de los métodos de riego que podría ser utilizado en el área de estudio.

- Esquema de Distribución de Agua

El agua se entregará a nivel de parcelas que surjan del remodelamiento del área, mediante la aplicación de turnos pre-establecidos.

El suministro debe efectuarse en forma ordenada y progresiva, cumpliendo el intervalo de riego fijado por la relación existente entre la lámina aplicada y el consumo diario o mensual.

3.2.4 Unidad Económica de Explotación

La unidad económica de explotación determinada en el informe económico respectivo resultó de 2 Ha netas cultivadas. El reagrupamiento de minifundios para lograr dicha unidad de explotación implica una superficie bruta bastante mayor, pues será necesario descontarle el espacio ocupado por la vivienda y otras mejoras.

En base a ello se ha adoptado el siguiente criterio para la reestructuración parcelaria:

- a) Mantener las parcelas actuales que resulten iguales o superiores a los 1,6 Has netas cultivadas, considerando que un pequeño decremento respecto a la unidad económica calculada de 2 Ha netas, no tiene una marcada influencia negativa en la rentabilidad de la finca.
- b) Reagrupar parcelas colindantes de una superficie menor a las 1,6 Ha netas de riego en unidades capaces de contener una superficie de 2 Ha netas cultivadas, una vez descontados los espacios ocupados por viviendas y otras mejoras.

Los instrumentos legales que sean necesarios dictar para la concreción de una unidad económica de explotación partiendo del reagrupamiento de varios minifundios deberán ser concordantes con las políticas de desarrollo establecidas por el gobierno provincial.

3.3 Descripción de las Obras Propuestas

3.3.1 Generalidades

Para el Distrito de riego de Fiambalá, el diseño de la red se

desarrolla a partir del partidore de caudales existente que constituye el punto terminal del canal de aducción del dique de Toma construido en Guanchincito.

El agua es conducida por canales principales que se prolongan hasta cubrir las zonas denominadas Fianbalá Norte y Fianbalá Sur.

Se ha previsto llegar, con los canales principales, hasta los puntos terminales de los regadíos con el objeto de proporcionar el agua sobrante (principalmente en los meses en que no es utilizada para los cultivos) a zonas que se constituyan en frentes forestales a la acción de los médanos que constituyen un gran problema de la zona.

De los canales principales derivan canales secundarios, que a la vez alimentan la red de canales comuneros que proveen de agua para riego a las fincas remodeladas.

A continuación se describen los criterios básicos seguidos para el diseño de la red de riego para Fianbalá. (Como Anexo se incluye "Informe de la Consultoría en Ingeniería Hidráulica" producido por el Ing. Kare Brevik - Consultor del PNUD).

3.3.2 Canal Principal Fianbalá Norte

Se desarrolla partiendo de la actual estructura de partición de caudales con dirección oeste-este y con una longitud de 650 m. De este canal derivan dos canales secundarios; el primero de los cuales se dirige al noreste con una longitud de 1.140 m y sirve una superficie actualmente bajo riego de 174 Ha, la cual está delimitada al sur por el antiguo cauce que permite el desagüe del Río Guanchín en el Río Abaucán. El segundo canal secundario, luego de recorrer 1.180 m con dirección sud-este, se dirige al sur terminando con una longitud de 2.760 m en las cercanías del Club Andino de Fianbalá.

Este canal situado a unos 30,00 m, paralelo a ruta nacional N° 60 abastece de agua para riego a los canales comuneros que sirven las propiedades situadas entre la ruta y el Río Abaucán.

3.3.3 Canal Principal Piambalá Sur

Se desarrolla en forma paralela al Río Guanchín, con una longitud de 2.540 m. De este canal deriva un canal secundario de 5.400 m y canales comuneros los cuales permiten el regadío de la totalidad de las explotaciones agrícolas actuales. La red finaliza en las proximidades de El Retiro donde la acción de los módanos y las inundaciones del Río Guanchín han inutilizado una importante superficie.

El canal secundario finaliza en esa zona permitiendo la utilización de caudales excedentes en la implantación de cortinas forestales que puedan servir de freno a la acción de los vientos y sus perjudiciales consecuencias.

3.4 Criterios de diseño hidráulico

Los criterios hidráulicos del diseño se describen en el punto 4.3 del Anexo.

A nivel de proyecto se dimensionará con las pendientes que resulten del terreno natural, tomando en cuenta las limitantes ya señaladas. Los espesores a dar a los revestimientos serán fijados acorde con la categoría del canal y con el procedimiento constructivo que se adopte para los terraplenes donde se excavará y perfilará las secciones de conducción.

3.5 Planos

En el Plano N° 1 (Escala 1:7.500) se ha representado el esquema básico de distribución que ha servido para determinar las longitudes corres-

pondientes a cada categoría de canal (principal, secundarios, comuneros) y con ello confeccionar el presupuesto aproximado, necesario para la evaluación económica.

El Plano N° 2 (Escala 1:2.000), constituye un plano tipo de la planimetría y perfil longitudinal del tramo del canal principal. La documentación del proyecto contendrá los planos que correspondan a todos los tramos del canal principal. Los Planos N° 3 y 4 (Escala varias) representan planos tipo de obras de arte. La documentación del proyecto contendrá todos los que fueran necesarios para definir hechos singulares y además los planos tipos de obras de arte repetitivas con indicación de las dimensiones que por los caudales de conducción corresponda.

3.6 Presupuesto

El presupuesto aproximado que se adjunta, se ha confeccionado sobre la base de un cómputo obtenido del esquema general de distribución (longitud de canales) y volumen de hormigón de obras de arte (cantidad de obras de arte necesarias).

El presente presupuesto tiene por finalidad proporcionar un monto para ser utilizado en la evaluación económica de las obras y determinar su prefactibilidad, lo que se explica detalladamente en el informe respectivo; por lo tanto, se estima que este valor no será superado en el presupuesto definitivo. No obstante, si de los ajustes que surjan a nivel de proyecto, se viera comprometida la rentabilidad de la finca se indicará la parte de las obras que deberán ser construídas por el Estado a fondos perdidos a fin de mantener la rentabilidad de la parcela remodelada dentro de valores que preserven el desarrollo armónico y sostenido del distrito de riego.

4. Consideraciones Relativas a la Preparación del Proyecto Ejecutivo

En base a los lineamientos generales del antoproyecto y su correspondiente presupuesto, al informe de prefactibilidad económica y a los ajustes que surjan de una mesa de trabajo a integrar entre Funcionarios y Técnicos de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Catamarca y del Proyecto NOA HIDRICO (donde se analizarán los criterios que más adelante se indican), se definirán las pautas a seguir en la preparación del proyecto ejecutivo.

Como paso previo para que el Proyecto NOA HIDRICO, pueda continuar con el trabajo de preparación de la documentación técnica del proyecto ejecutivo para las obras: "Remodelación de la Red de Riego de Fiambalá", la Provincia deberá prestar su conformidad a las pautas que a continuación se exponen, agregar las que considere necesarias y definir, cuando sea el caso, la o las cláusulas sustitutas.

Pautas a seguir en la preparación del proyecto ejecutivo, de la obra: "Remodelación de la Red de Riego de Fiambalá" - Departamento (Tinogasta) Provincia de Catamarca:

- 1) El sistema proyectado estará en condiciones de entregar a nivel de parcela remodelada el caudal de manejo correspondiente a la dotación óptima, para la relación de cultivo propuesta, recomendándose una eficiencia de aplicación en predio del 70%.
- 2) Por exigencia del tamaño de la parcela, se podrá entregar múltiplos del caudal de manejo, debiendo el usuario tener infraestructura interna de distribución adecuada, que le permita mantener la eficiencia señalada del 70% en predio.
- 3) La entrega del caudal de manejo, o un múltiplo de éste, se hará a través de un única obra por parcela remodelada; ésta cláusula solo podrá ser mo-

dificada en los siguientes casos:

- a) Cuando desde el lugar de entrega no haya dominio por gravedad.
- b) Cuando la parcela sea atravezada por un canal y resulte más conveniente para el Ente Administrador del Distrito, servirla desde dos o más derivaciones.
- 4) Se entiende por parcela remodelada aquella cuya superficie neta con riego no sea inferior a 1,7 Ha.
- 5) Todos los canales serán revestidos, para disminuir las pérdidas por conducción, y se extenderán solamente hasta la obra de entrega a la parcela remodelada.
- 6) El sistema será dotado de todos los mecanismos y dispositivos necesarios para la eficaz distribución del agua, a fin de facilitar la operación del distrito.
- 7) La red de riego contará, de acuerdo a las necesidades de control y manejo racional del agua para riego, con estructuras de aforo que posibiliten conocer los caudales entregados a cada una de las fincas remodeladas.
- 8) Otras.

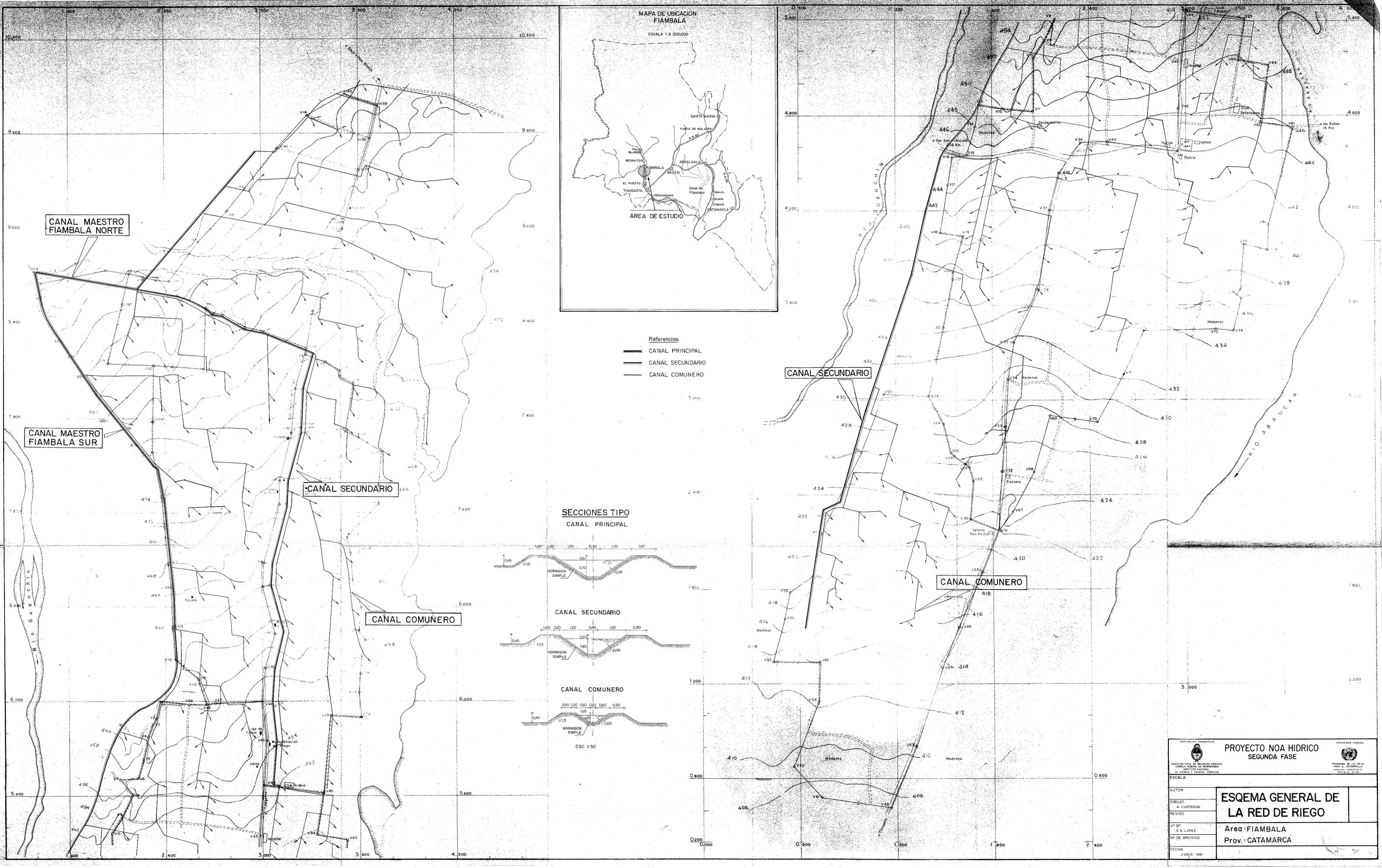
Pautas Optativas a incluir en el Llamado a Licitación

- a) Construcción en Fiambalá de una casa habitación para el jefe del Distrito de una superficie cubierta de 100 m² y una oficina en el mismo predio de igual superficie.
- b) Provisión de un equipo de comunicaciones (central radiocléctrica y dos estaciones portátiles para montar en vehículo automotor).
- c) Provisión de dos camionetas tipo Pick-up para uso de la Inspección de Obras, las que una vez finalizada la construcción de la obra deberán ser transferidas en propiedad a la Subsecretaría de Recursos Hídricos.
- d) Provisión de todos los instrumentos de una estación meteorológica completa de Primera categoría, y los materiales para el cerco perimetral de 40 m (postes, alambrado y portón).
- e) Otras.

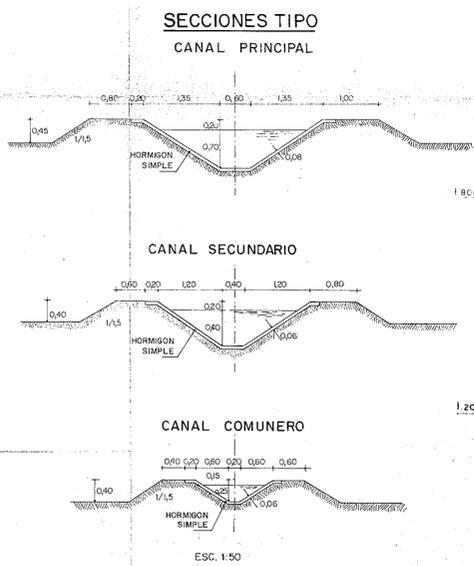
5. Bibliografía

- DOGRENBOS, J. y PRUITT, M.O; Las Necesidades de Agua de los Cultivos. Estudio FAO-Riego y Drenaje, Roma 1976.
- GRASSI, C.J.: Estimación de los Usos Consuntivos de Agua y Requerimientos de Riego con Fines de Formulación y Diseño de Proyecto. Publicación Técnica del Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras. Mérida, Venezuela.
- ISRAELSEN, O.W. y HANSEN, V.: Principios y Aplicaciones del Riego. Editorial Reverté. España 1973.
- LUQUE, J.A. y PAOLONI, J.D.: Manual de Operación de Riego. Editorial Riagro. Buenos Aires 1974.
- PAOLI, H.P., ABDO C.M., BERNAL, W.; Cálculo de la Disponibilidad del Recurso Hídrico - Consumo actual y potencial. NOA HIDRICO. Salta 1979
- PAOLI, H.P.: Demanda y Distribución de Agua para Riego. NOA HIDRICO. Salta 1981.
- FOLQUER, M.: La Cuenca del Río Abaucán - Colorado-Salado - Características generales - Comité Cuenca Abaucán-Colorado-Salado. Catamarca 1974.
- ROMANELLA, C.A.: Sistematización de Tierras para Riego por Superficie.
- FOLQUER, N.: Proyecto: Toma y Canal Maestro sobre Río Guanchín - Piambalá Departamento Tinogasta, Catamarca 1973.
- TECNOAGRO S.R.L., E.G. AISKSI CONSULTORES; Aprovechamiento integral del Río Guanchín (Provincia de Catamarca) Consejo Federal de Inversiones. Buenos Aires 1973.
- LUMELLO, R.A.: Determinación de la Unidad de Explotación. NOA HIDRICO. Salta 1981.
- LUMELLO, R.A.: Caracterización Productiva, NOA HIDRICO. Salta 1981.

P L A N O S

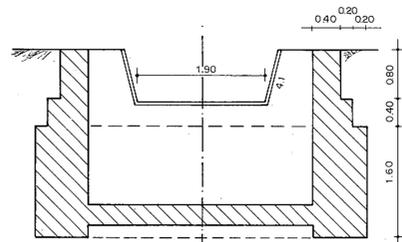


- Referencias**
- CANAL PRINCIPAL
 - CANAL SECUNDARIO
 - CANAL COMUNERO

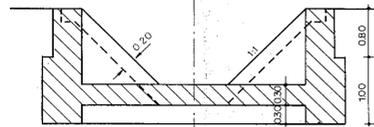


<p>PROYECTO NOA HIDRICO SEGUNDA FASE</p>	
<p>ESCALA</p> <p>AUTOR</p> <p>DIBUJO A CUATROCH</p> <p>REVISO</p> <p>Vº Bº E.A. LOPEZ</p> <p>Nº DE ARCHIVO</p> <p>FECHA JUNIO 1981</p>	
<p>ESQUEMA GENERAL DE LA RED DE RIEGO</p> <p>Area: FIAMBALA</p> <p>Prov.: CATAMARCA</p>	

SALTO CON AFORADOR CIPOLLETTI

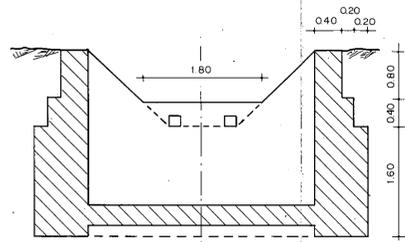


CORTE B-B

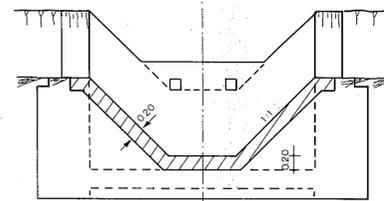


CORTE C-C

SALTO TIPO ($\Delta h = 1.00m$)

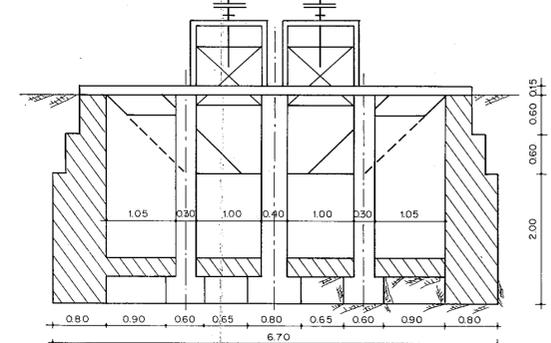


CORTE E-E

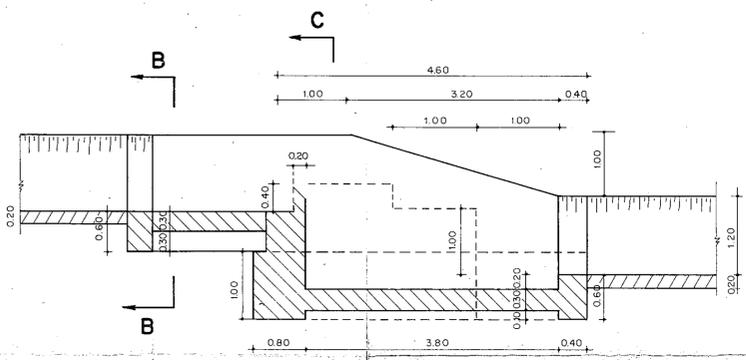


CORTE F-F

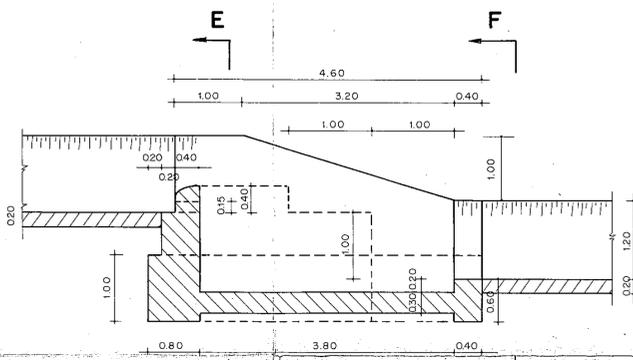
SALTO CON COMPUERTAS



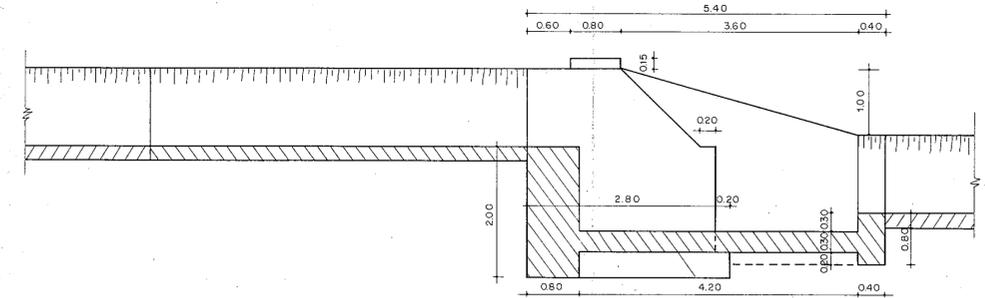
CORTE H-H



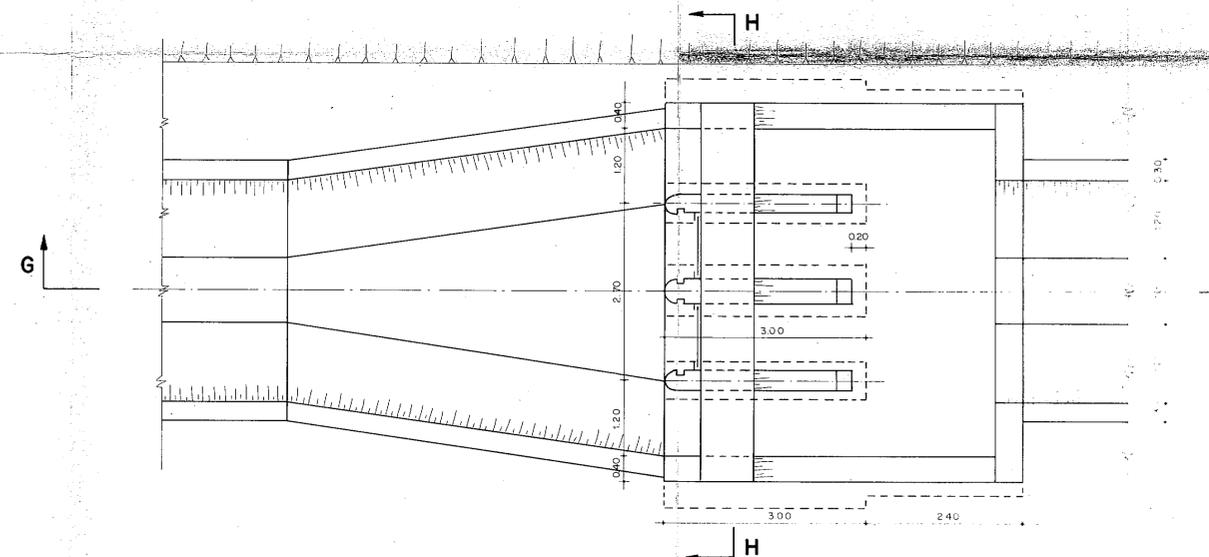
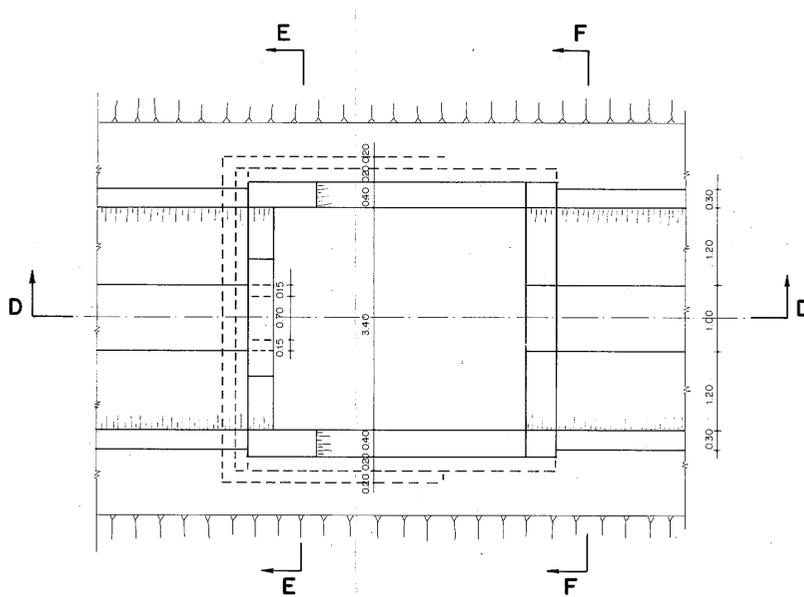
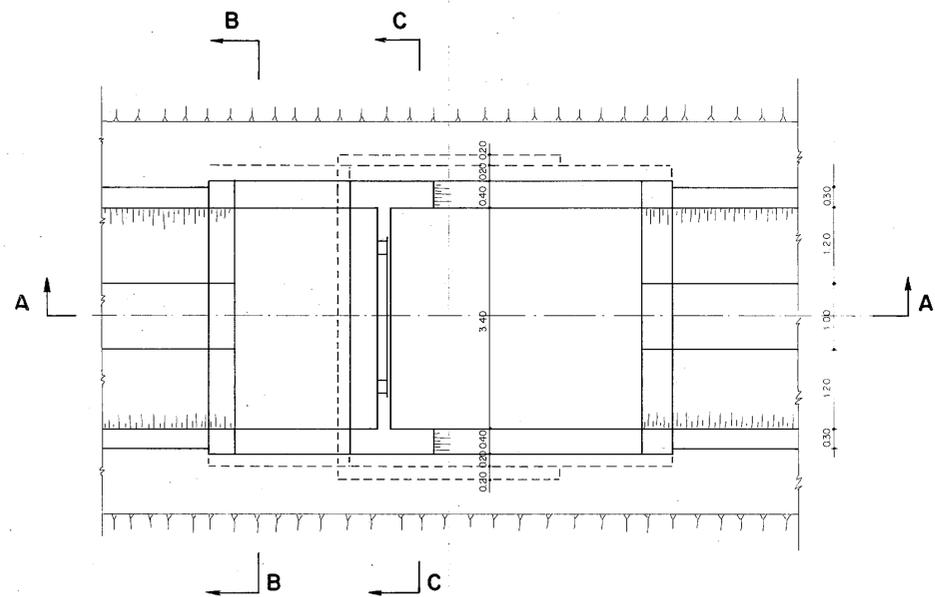
CORTE A-A



CORTE D-D

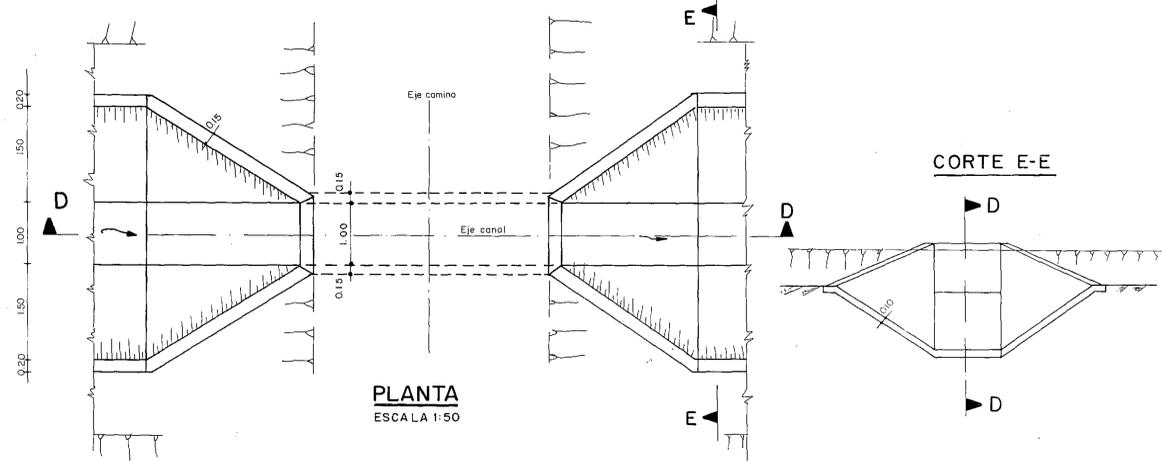


CORTE G-G



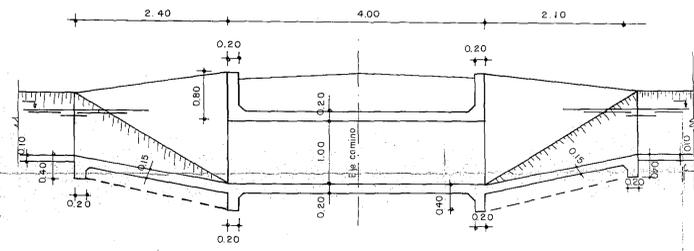
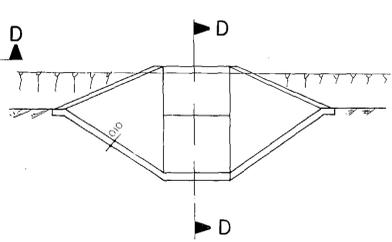
REPUBLICA ARGENTINA SUBSECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNICA HIDRICAS		NACIONES UNIDAS PROGRAMA DE LAS NUJU PARA EL DESARROLLO ARGENTINA / PROYECTO Nº 1000/81	
PROYECTO NOA HIDRICO SEGUNDA FASE			
ESCALA 1:50			
AUTOR Ing. K. Brevik		ANTEPROYECTO DE REMODELACION DE LA RED DE RIEGO FIAMBALA	
DIBUJO V. Galván			
REVISO Ing. C. Abdo		Area: FIAMBALA	
Nº DE ARCHIVO V* B*		Prov.: CATAMARCA	
FECHA Mayo 1981		PLANO Nº	

ALCANTARILLA TIPO

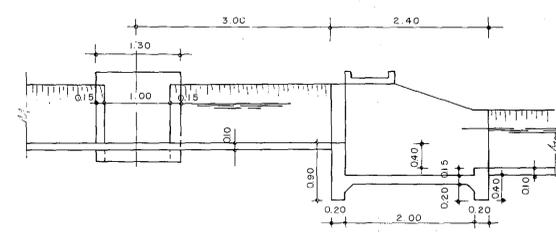


PLANTA
ESCALA 1:50

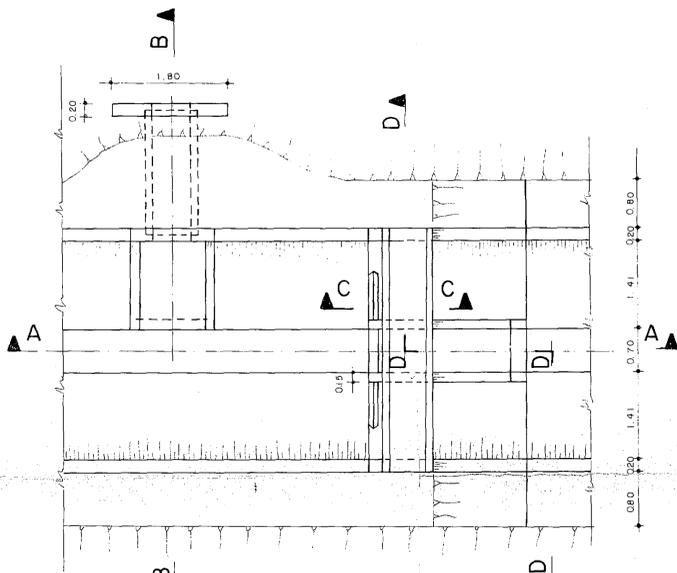
CORTE E-E



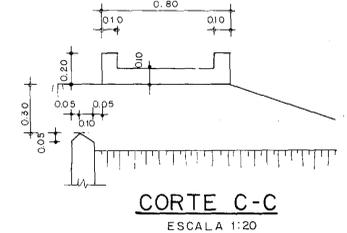
CORTE D-D
ESCALA 1:50



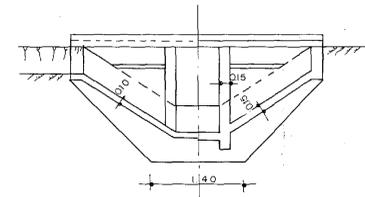
CORTE A-A
ESCALA 1:50



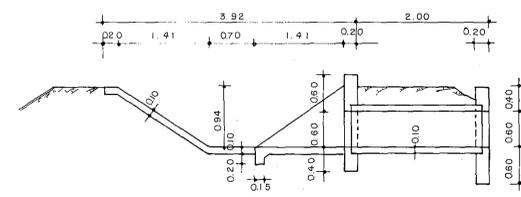
PLANTA
ESCALA 1:50



CORTE C-C
ESCALA 1:20

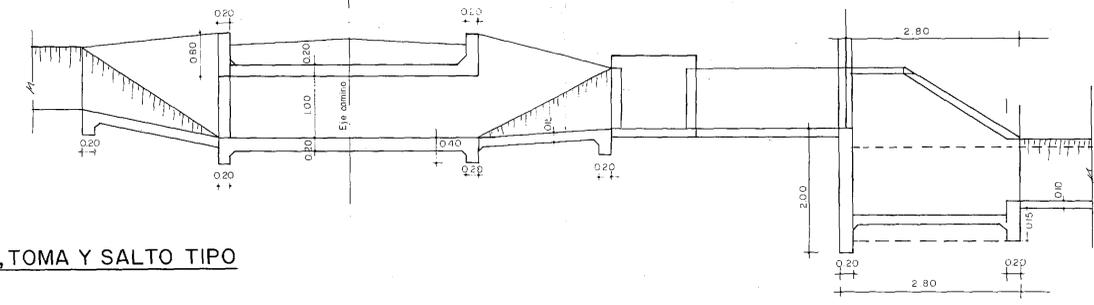


CORTE D-D
ESCALA 1:50

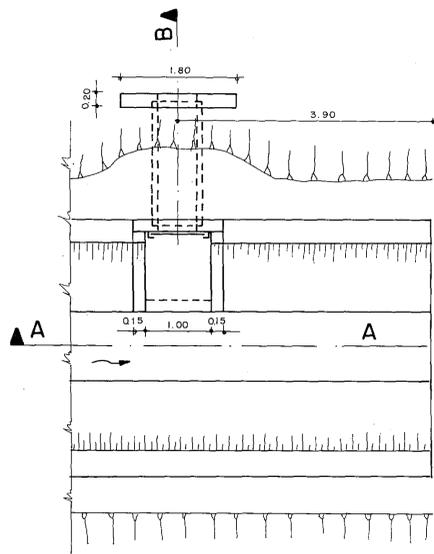


CORTE B-B
ESCALA 1:50

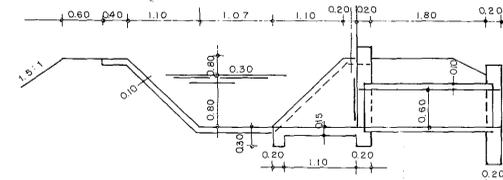
CORTE E-E



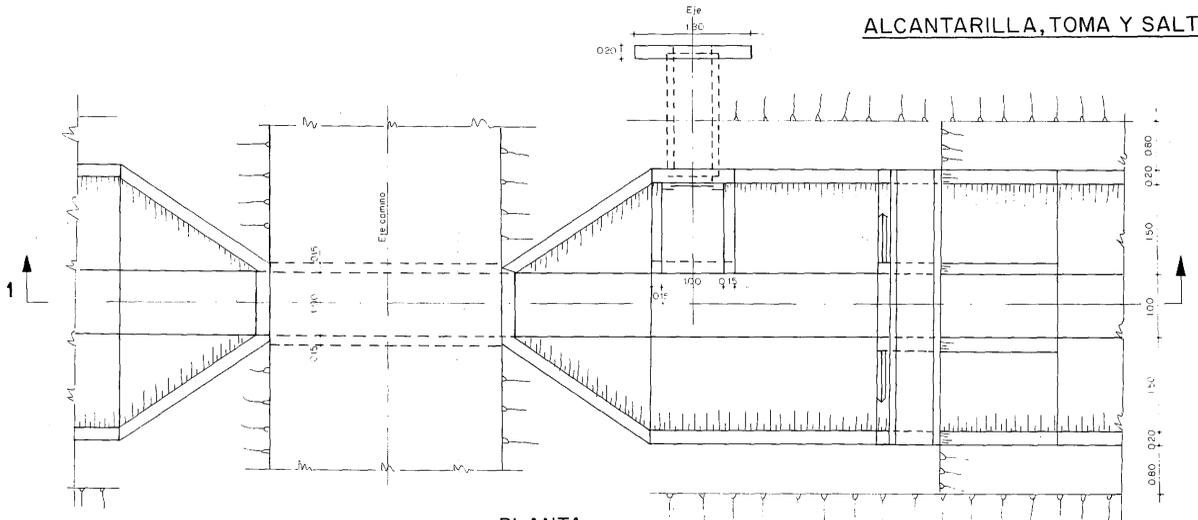
TOMA TIPO



PLANTA
ESCALA 1:50

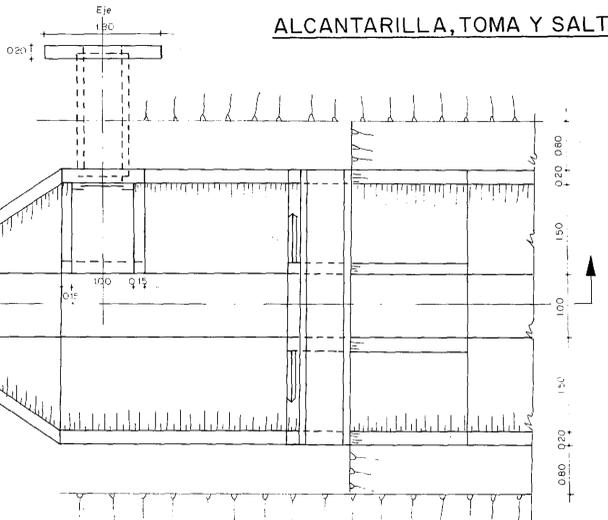


CORTE B-B
ESCALA 1:50



PLANTA
ESCALA 1:50

ALCANTARILLA, TOMA Y SALTO TIPO



REPUBLICA ARGENTINA  NACIONES UNIDAS 	
SUBSECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS COMISIÓN FEDERAL DE INVERSIONES INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIA Y TÉCNICA HIDRICAS	
PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIA Y TÉCNICA HIDRICAS	
ESCALA 1:50	
AUTOR K. BREVIK. DIBUJO V. GALIAN REVISO C.M. ABDO VºBº Nº DE ARCHIVO FECHA MAYO 1981	PROYECTO NOA HIDRICO SEGUNDA FASE ANTEPROYECTO DE REMEDIACION DE LA RED DE RIEGO Area: FIAMBALA Prov.: CATAMARCA

PRESUPUESTO

ANTEPROYECTO REMODELACION RED DE RIEGO

Area: FIAMBAIA

Presupuesto

Canal Principal

Limpieza, excavación y formación de terraplenes	466.083.760	
Revestimiento hormigón simple	565.157.120	
Tomas sobre canal y obras de arte	<u>456.613.000</u>	
		1.487.853.880 \$

Canales Secundarios

Limpieza, excavación y formación de terraplenes	1.474.989.182	
Revestimiento hormigón simple	1.349.629.931	
Tomas sobre canal y obras de arte	<u>500.596.600</u>	
		3.325.215.713 \$

Canales Comuneros

Limpieza, excavación y formación de terraplenes	2.008.452.932	
Revestimiento hormigón simple	1.975.999.690	
Tomas sobre canal y obras de arte	<u>1.199.511.800</u>	
		5.183.964.422 \$

TOTAL

9.997.234.015 \$

A Marzo 1981

Resumen

Costo de Obra	\$ 9.997.200.000
Improvistos (15%)	\$ <u>1.499.600.000</u>
Sub-Total	\$ 11.496.800.000
Beneficio (10%)	\$ 1.149.700.000
Gastos Generales(15%)	\$ <u>1.724.600.000</u>
Sub-Total	\$ 14.371.100.000
Gastos Financieros (5%)	\$ <u>718.500.000</u>
	\$ 15.089.600.000
I.V.A (20%)	\$ <u>3.017.900.000</u>
TOTAL	\$ 18.107.500.000

A marzo de 1981

ANEXO

INFORME DE LA CONSULTORIA EN INGENIERIA HIDRAULICA

Area: FIAMBALA

(Provincia de Catamarca)

PROYECTO NOA HIDRICO
SEGUNDA FASE

Realizado por: Kåre Brevik
Ingeniero Hidráulico
(Consultor Naciones Unidas)

A Ñ O 1981

I N D I C E

	<u>Pág. N°</u>
1. <u>Generalidades</u>	1
1.1 Introducción	1
1.2 Términos de referencia de la consultoría	1
1.3 Informe de actividades	2
1.4 Objetivos generales	4
2. <u>Fianbalá</u>	4
2.1 Datos disponibles	4
2.2 Ubicación	4
2.3 Cultivos actuales	5
2.4 Morfología	5
2.5 Sistema existente de riego	5
2.6 Proyectos planeados	6
2.7 Tarea del Consultor	6
3. <u>Conclusiones y Recomendaciones</u>	8
3.1 Recomendaciones generales	8
3.2 Recomendaciones particulares	9
3.3 Criterios hidráulicos	10

FIGURA 1a. - 1b. - 1c.

1. Generalidades

1.1 Introducción

El Departamento de Cooperación Técnica para el Desarrollo de las Naciones Unidas (DTCD) ha provisto al Proyecto NOA HIDRICO de una consultoría en Ingeniería Hidráulica, definida en el puesto ARG-150-8-005-03-X. Dicha consultoría estuvo a cargo del Ing. Kåre Brevik.

El período que, en principio, estaba previsto de una duración de dos meses fue extendido a tres meses y medio.

El Consultor desea manifestar su agradecimiento por la colaboración y el apoyo recibidos, en todos los aspectos de la misión cumplida, al Jefe Ejecutivo del Proyecto, Ing. Enrique A. López, al Asesor Técnico Principal Dr. Zeev L. Shiftan, a los Ings. Pedro J. Romagnoli y César M. Abdo, al topógrafo Sr. Héctor Aguilera, al personal del Proyecto NOA HIDRICO en general y a la Representación del PNUD en la Argentina.

1.2 Términos de referencia de la consultoría

Bajo la dirección del Asesor Principal y en estrecha colaboración con el equipo nacional de contraparte y los otros expertos internacionales, las tareas del Consultor estaban formuladas así:

1. Colaborar con el Agrónomo de Riego en la preparación de estudios y proyectos de desarrollo de los recursos hídricos y su aprovechamiento y en la utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas para riego;
2. Preparar anteproyectos de las obras hidráulicas necesarias para realizar proyectos de irrigación, drenaje y mejoramiento o corrección de cauces fluviales;

3. Preparar anteproyectos de las obras hidráulicas accesorias para maximizar el uso para riego y energía de obras hidráulicas existentes;
4. Realizar estudios de balances hídricos regionales;
5. Estudiar problemas aluvionales y de erosión de márgenes de ríos;
6. Estudiar el régimen de escurrimiento de ciertos ríos y proponer donde sea necesario soluciones, tales como desvíos artificiales y/o mejoramiento de cauces;
7. Participar en la capacitación del personal profesional de contraparte;
8. Presentar a las Naciones Unidas (Departamento de Cooperación Técnica para el Desarrollo) y al Gobierno, cualquier informe parcial y/o final que sea requerido durante el periodo del contrato de trabajo.

Estas tareas habían sido preparadas para un ingeniero hidráulico por un periodo de 8 meses. Las tareas 4, 5 y 6 fueron cumplidas por otros consultores.

1.3 Informe de actividades

El Consultor llegó a Buenos Aires el día 12 de Febrero de 1981 y se presentó posteriormente a las oficinas del PNUD, donde fue orientado por la Sra. Julia Levy. El día 13 de Febrero se trasladó a la Ciudad de Salta, donde fue recibido por el Asesor Principal del Proyecto y presentado al Jefe Ejecutivo y demás personal del Proyecto NOA HIDRICO. En esa oportunidad se definieron las tareas específicas que el Consultor debía cumplir.

Las áreas de los proyectos asignados al Consultor eran Copacabana, Banda de Lucero y Fianbalá (Provincia de Catamarca). Durante la primera semana, el Consultor se dedicó a interiorizarse de las actividades generales del Proyecto NOA HIDRICO, especialmente con el propósito de conocer los datos disponibles sobre los proyectos que se le habían asignado y los trabajos ya

realizados. El día 18 de Febrero se dirigió hacia las áreas de trabajo en Catamarca, distantes a unos 1.000 km de Salta, para efectuar una visita de reconocimiento acompañado por el Ing. Pedro Romagnoli. Durante la visita de dos días al área, fue asistido por el Ing. Agrimensor Plutarco Guerrero, quien conducía trabajos topográficos en la misma.

Era evidente que con un período de un mes y medio solamente se podía realizar una parte de los estudios deseados. Se presentó un programa de trabajo que consistía en dos campañas en el campo, con un período de dos semanas en las oficinas en Salta entre las mismas. Debido a la espera para disponer de los datos de los trabajos topográficos que podrían servir en el proyecto de Fiambalá, en la primera campaña se consideró Copacabana/Banda de Lucero y, en la segunda, Fiambalá. El día 9 de Marzo el topógrafo, Sr. Aguilera, el Ing. Abdo y el Consultor partieron para realizar la primera campaña (la duración de una campaña en el campo, por reglamento, se limita a 20 días). A su regreso a Salta, el Consultor efectuó los diseños.

El día 21 de Abril partió a Fiambalá acompañado por el Sr. Aguilera. Durante el período 10-27 de Mayo, los diseños y el informe final fueron terminados en las oficinas en Salta.

Los trabajos topográficos de las campañas consistieron en relevamientos detallados de fajas de terreno donde el Consultor proponía la traza de los canales principales. En Copacabana, el trabajo fue lento a causa de la vegetación densa. La medición topográfica consistía en la medición por medio de ondas infrarrojas, siendo este tipo de trabajo demasiado lento. El cable de la batería de carga a veces no funcionaba y la batería de la camioneta tenía que ser transportada de estación a estación. Un teodolito autotrorreductor acompañado de un nivel automático hubiera sido más práctico. No obstante, los trabajos del topógrafo fueron excelentes y de rendimien-

tos muy satisfactorios. Los trabajos fueron siempre efectuados en un ambiente de amistad y estrecha cooperación.

1.4 Objetivos generales

El objetivo general del Proyecto NOA HIDRICO es cumplimentar un programa de estudios y proyectos de obras destinadas a mejorar el aprovechamiento de los recursos hídricos, a través de la utilización optimizada de obras hidráulicas y de infraestructura existentes o en ejecución, sin uso o subutilizadas, logrando en particular la ampliación de las áreas de riego de la Región.

Dentro de este objetivo, la Provincia de Catamarca ha solicitado al Proyecto NOA HIDRICO encarar los estudios de remodelación de los sistemas de riego existentes en Copacabana-Banda de Lucero y Fiambalá. La contribución del Consultor a este pedido se presenta en este informe. Por otra parte, hay que destacar que la mayor parte de los trabajos del Consultor consta de mapas, planos y diseños, y por esta razón este texto es relativamente breve.

2. Fiambalá

2.1 Datos disponibles

- Fotos aéreas de las áreas cultivadas y urbanizadas, realizadas el 4 de Agosto de 1968 a una altura de 2.450 metros, a una escala aproximada de 1:7.500.

2.2 Ubicación

El pueblo de Fiambalá, de 3.000 habitantes, está ubicado 35 Km al norte de Tinogasta, en la Provincia de Catamarca, y es el último centro poblado de importancia en la ruta nacional N° 60 que une a Catamarca con Chile. El Río Guanchín se junta con el Río Abaucán en este mismo lugar.

2.3 Cultivos actuales

Vid	600 ha
Olivo	10 ha
Nogal	10 ha
Membrillo	5 ha
Duraznero	20 ha
	<hr/>
TOTAL..	645 ha

2.4 Morfología

Fiambalá está ubicada en el pie de un cono aluvial de pendiente suave. Este cono está formado, aparentemente, por el Río Guanchín, cuyo caudal es dividido en diferentes arroyos sobre el cono. El río lleva muchos sedimentos y los arroyos cambian de lugar como resultado de la acumulación de los sedimentos. El río pasa el pueblo por el lado oeste y se junta con el Río Abaucán al sur del mismo. En épocas de crecidas, una parte del caudal cruza el pueblo por un pasaje situado al norte del pueblo, parte del cual zona sur- es inundado.

Otro proceso morfológico es el transporte y deposición de arena eólica que llega del sur. Esa arena fina es depositada sobre la zona entera y en varios lugares se forman dunas. Viñas y casas son abandonadas por esta invasión.

2.5 Sistema existente de riego

En este momento el agua para riego es derivada de arroyos en el cono aluvial y conducida por un canal hasta Fiambalá. La toma, situada a aproximadamente 8 Km al norte de Fiambalá, tiene que ser reparada después de las crecidas. Los sedimentos que entran libremente en la derivación se han

acumulado en el sistema de riego y elevado los canales existentes hasta 5 m. más alto que el terreno natural.

Cuando el canal llega a Fiambalá se divide en dos brazos principales que son el canal sur y el canal norte. El canal norte riega una parte del este de Fiambalá. La intención era que este canal también regara la parte norte de Fiambalá, al norte del pasaje del Río Guanchín, cruzando el mismo por medio de un sifón invertido; pero debido a que el agua llevaba muchos sedimentos gruesos, el sifón se llenaba pronto. Ahora esta parte de Fiambalá (parte norte), se abastece de aguas en la misma manera que el resto de la zona de riego, o sea por una toma en el cono aluvial.

2.6 Proyectos planeados

Un dique derivador ha sido construido sobre el Río Guanchín, aproximadamente a 14 Km de Fiambalá. La construcción fue iniciada en 1973 e interrumpida en 1976. Se inició también la construcción de un canal revestido con una capacidad de 5.000 l/s. Este canal no está protegido suficientemente para evitar la entrada de sedimentos provenientes de aguas superficiales. El proyecto del canal concluye en el partidior de Fiambalá. Este proyecto actualmente está sujeto a revisión por la Provincia de Catamarca. La capacidad del canal ha sido reducida a 2.700 l/s, actualmente.

2.7 Tarea del Consultor

La tarea del Consultor era la de planificar la remodelación del actual sistema de riego con atención especial a la carga de sedimentos. Como el agua llegará sin sedimentos, cuando el canal del dique derivador sea completado, el aspecto referido a los sedimentos ya no será un problema.

Se ha efectuado un relevamiento del terreno, cerca del canal existente, hasta la ruta nacional N° 60 a fin de realizar la implantación del ca

nal propuesto. El canal así proyectado tiene una longitud de 4.308 metros habiéndose previsto un canal secundario. Por recomendación de los ingenieros de la Provincia de Catamarca, tanto el canal como las obras de arte han sido proyectados en mampostería de piedra.

En Fiambalá el sistema de riego tiene un aspecto dendrítico, muy similar a un sistema de ríos dentro de un cuenca, pero con la dirección de corriente invertida (ver Fig. 1.a). Sería deseable que el caudal, ya en la zona de riego, sea conducido por medio de canales principales revestidos y mediante saltos disipe la energía del agua antes de salir en canales de tierra en pendientes suaves (ver Fig. 1b). Este sistema ideal no es fácil de lograr en Fiambalá por la infraestructura existente (casas, caminos, etc.)

El canal sur está ubicado en el lado oeste del pueblo. El caudal de este canal ha sido propuesto tentativamente en 2.100 l/s con una revancha de 30 cm. El caudal del cauce del proyecto original de Folquer desde el dique derivador era de 5.000 l/s. Una revisión de este proyecto ha cambiado este caudal a 2.700 l/s. Este es el caudal de agua para abastecer a Fiambalá. Hay agua para extender la zona de riego actual y el lugar de extensión más probable es al sur del pueblo, donde el agua -cuando no se usa para riego- puede ser usada para programas de forestación. Entonces, la capacidad del canal no puede ser definitiva antes de que se confeccione un plan maestro para Fiambalá.

La carretera norte-sur divide el pueblo en dos partes. Existe la posibilidad de construir un canal "secundario principal" norte-sur, tal como se muestra en la Fig. 1.c. Esta traza, situada en el lado este de la carretera principal y que está indicada en un plano, tiene que ser examinada en el terreno y puede ser el objetivo de una segunda comisión a Fiambalá que realicen los ingenieros del NOA. La ventaja de este canal es que, cuando no se usa el agua para riego puede ser usada en la lucha contra las du

nas en un programa de forestación previsto por el Consultor en el lado oeste. En este momento el agua no usada se descarga en el Río Abaucán.

3. Conclusiones y Recomendaciones

3.1 Recomendaciones generales

El Consultor dispuso de pocos elementos para trabajar eficazmente. Para proyectos futuros, se recomiendan que se realicen más trabajos preparativos, sobre todo en lo referente a la preparación de mapas con curvas de niveles. Para un diseño a nivel de anteproyecto, se recomiendan mapas en escala de 1:2.000, con curvas de nivel cada 0,50 m. Conviene estandarizar las escalas de todas las topografías aéreas y mapas que se utilizarán en los trabajos de diseño en el sistema métrico. Las escalas recomendadas para las topografías aéreas son de 1:100.000 y 1:10.000. Estas últimas se rinden a una ampliación a la escala de 1:2.000 -igual a la de los mapas catastrales. Estas ampliaciones conviene obtenerlas en papel semi-transparente, con las debidas correcciones por distorsión y con curvas de nivel.

Las topografías aéreas necesarias no siempre están disponibles; se necesitan vuelos especiales para obtenerlas. Pero, como las fotografías aéreas sirven a varios propósitos, conviene, en tal caso, efectuar la preparación de las fotografías en cooperación con otras agencias interesadas para reducir los gastos.

Se deben planificar los trabajos topográficos, con miras a las tareas de proyecto a ser cumplidas. En Fiambalá, por ejemplo, el trabajo anterior de nivelación de los canales no es utilizable para el diseño, puesto que los canales están mucho más elevados que los terrenos a ser irrigados. En cambio, los caminos frecuentemente se encuentran uno o dos metros debajo de los campos adyacentes. Los polígonos efectuados por el proyecto siguie

ron principalmente los caminos. Los lugares preferidos para vértices son, a veces, encrucijadas de canales con caminos, sitios que son más altos que los campos. Los mapas topográficos resultantes de un trabajo topográfico que no considera debidamente estas condiciones no representa los terrenos a ser irrigados.

El Consultor utilizó únicamente mapas preparados bajo su propia supervisión. Los levantamientos deben referirse a puntos fijos bien definidos, de manera que ellos podrían ser usados para trabajos futuros. Hay levantamientos hechos sin referencias.

Reconociendo las dificultades involucradas en una reestructuración de un sistema de riego existente, necesitando expropiación de terrenos y reparcelación, se recomienda seleccionar un área de 30-40 ha. como proyecto piloto, para comprobar la viabilidad y la utilidad de la obra. La experiencia así lograda podría guiar la continuación del plano de reestructuración.

El Consultor ha incluido en sus planos un aforador en la cabecera de cada canal maestro. Para las tomas que derivan agua a los canales secundarios desde el canal maestro se ha proyectado una sola compuerta, pero agregando una compuerta adicional la toma se puede transformar en un aforador de doble orificio. La medición en estas tomas tienen valor sólo si se afora también las salidas a las parcelas. Se duda si tal nivel de detalle en el control hidrométrico puede lograrse en un futuro próximo.

Además, los proyectos de canales deben ser aprobados por las Direcciones de Vialidad correspondientes, en vista de armonizar las obras con eventuales proyectos viales.

3.2 Recomendaciones particulares

Las condiciones para la ejecución de los trabajos en Copacabana y en

en Banda de Lucero son diferentes. Por ende, los precios unitarios en los documentos de licitación y contratos deben ser diferenciados.

Se recomienda desmontar la vegetación a lo largo del canal principal de Copacabana desde la progresiva Km 1.417 en adelante, antes de la realización de las obras, a fin de facilitar la implantación.

Como se ha indicado anteriormente, muchos caminos en el pueblo de Fiambalá son más bajos que los terrenos. Cuando los nuevos canales se construyan mucho material sobraré. Entonces, se recomienda que los caminos sean levantados por este material a una altura que puede ser 60 cm. más alto que los campos (si las casas existentes lo permiten).

El terreno de los canales que pasan viñedos privados debe ser expropiado y limitado por alambres a ambos lados. Un sendero bastante ancho, para un ciclista, hay que prever además.

El Consultor recomienda que se examine la posibilidad de usar, para la conducción del agua de Guanchín hasta Fiambalá, un tubo enterrado de tipo ARMCO, y que se obtenga una cotización de esta compañía para la obra.

3.3 Criterios hidráulicos

a) Velocidad

La velocidad en canales revestidos no debe ser menor que 0,70 m/s, puesto que con esta velocidad hay una limpieza propia. Velocidades de hasta 2,5 m/s son comunes en canales revestidos. Canales para riego con velocidades más grandes no son frecuentes y cuando ello ocurre se exige una revancha más grande. Por otra parte, alrededor de las tomas, la velocidad no debe exceder de 1,5 m/s.

En canales de tierra la velocidad es decidida por la fuerza de tracción permisible, definida por la fórmula siguiente:

$$T = w R I \text{ , donde}$$

T = fuerza de tracción (kg/m^2)

w = peso unitario de agua ($1.000 \text{ kg}/\text{m}^3$)

R = radio hidráulico (m)

I = pendiente del canal

Valores admisibles para la fuerza de tracción para las diferentes clases de suelo, se encuentran en bibliografías técnicas.

Para lograr una corriente sin ondas las condiciones siguientes tienen que cumplirse:

- La velocidad en el canal no debe exceder de 0,85 veces la velocidad crítica;
- la profundidad en un canal de sección trapezoidal debe ser menor que 1,1 veces la profundidad crítica;
- el número de Froude no debe ser mayor que 0,8 para corriente subcrítica.

Una regla muchas veces aplicada es la de subir la velocidad gradualmente hasta la parcela para que el agua lleve las materias suspendidas hasta la misma y así evitar la sedimentación en el sistema de riego.

b) Sección

Los canales abiertos deben ser de forma trapezoidal. Las pendientes de los taludes en canales de tierra depende de las característi-

cas del suelo y los valores recomendados se encuentran en la bibliografía técnica. Para canales revestidos con hormigón, se recomienda un talud de 1,5 horizontal por 1,0 vertical.

La relación entre el ancho del fondo y la profundidad del agua en el canal b/d , depende del costo de construcción y de las condiciones hidráulicas. En canales de tierra de caudal menor de 1.500 l/s, una relación b/d de 2 ó más es común, y para caudales mayores de 1.500 l/s, 3,5 y hasta 10. Pequeños canales tienen frecuentemente una relación b/d de 0,60-0,7, aunque 1 podría ser preferible.

c) Rugosidad

Los coeficientes de rugosidad de Manning aplicados en los cálculos realizados son: $M = 65$ para hormigón y $M = 40$ para mampostería de piedra, La fórmula de Manning es:

$$V = M \cdot R^{2/3} J^{1/2}, \text{ donde:}$$

M = Coeficiente de Manning

V = velocidad media de flujo (m/s)

R = radio hidráulico (m)

J = pendiente

d) Revancha en canales

La revancha en canales de caudales comprendidos entre 100 y 2.500 l/s será de 30 cm; para los canales de tierra más grandes la revancha será determinada individualmente, dependiendo de las fluctuaciones de la superficie, de las características del suelo, del gradiente de percolación y de la disponibilidad de material de excavación.

e) Radio de curvatura

El radio mínimo hasta la línea central del canal será igual a 3 veces el ancho de la superficie del agua. El radio mínimo que permite la colocación de hormigón, por medio de máquina con encofrado móvil, es de 200 metros.

f) Tirante mínimo del canal comunero en el punto de entrega a la parcela

El agua de riego debe ser administrada a la parcela en el punto más elevado de la misma.

El Consultor propone que el tirante en el comunero en el punto de entrega sea 0,30 m más alto que el terreno que ya tiene en cuenta la pérdida de carga en la toma estimada en 0,10 m.

g) Revestimiento

Con un contenido de cemento de 250 kg/m^3 son recomendables los siguientes espesores para revestimientos en hormigón colocado en "situ" con pendientes de 1,5:1 :

<u>Caudal</u>	<u>Espesor</u>
0 - 500 l/s	7 cm
500 - 1.500 l/s	8 cm
más de 1.500 l/s	10 cm

Para altas velocidades, el espesor se aumentará hasta 15 cm.

