

**VERSION PRELIMINAR  
CUETA A CORRECCION**

29250

ESQUEMAS DE OBRA

Y RED DE RIEGO

Arca: ARROYO COLORADO

Provincia de Jujuy

1173

PROYECTO NOA HIDRICO  
SEGUNDA FASE

X. 12  
H. 1112  
Jujuy

realizado por: Pedro José V. Romagnoli  
Ing. Civil

César Marcelo Abdo  
Ing. Civil

con el asesoramiento técnico de: Carlos A. Lázaro  
Ing. Civil

Anexo : Luis Cuosta Diego  
Consultor en Ingeniería  
Hidráulica (P N U D)

## I N D I C E

### ESQUEMAS DE OBRA Y RED DE RIEGO

	<u>Pág.</u>
1. - <u>Introducción</u> .....	1
2. - <u>Objetivo</u> .....	1
3. - <u>Características Generales del Area de Estudio</u> .....	3
4. - <u>Situación Actual</u> .....	3
4.1 - Muro de Afloramiento .....	3
4.1.1 - Ubicación .....	3
4.1.2 - Unidad de Obra Existente .....	4
4.2 - Obras de Derivación .....	4
4.3 - Obras de Regulación y Control .....	4
4.4 - Canales Principales de Riego .....	5
4.5 - Canales Secundarios .....	6
4.6 - Canales Comuneros .....	6
4.7 - Area Bajo Riego .....	6
5. - <u>Acciones Desarrolladas</u> .....	7
5.1 - Disponibilidad de los Recursos Suelo y Agua ...	7
5.2 - Estudios Topográficos .....	8
6. - <u>Diseño de las Obras de Captación Propuestas</u> ...	8
6.1 - Muro de Afloramiento .....	8
6.2 - Obras de Captación .....	8
6.2.1 - Material de Filtro .....	9
6.2.2 - Filtro Superior .....	9
6.2.3 - Filtro inferior .....	9
6.2.4 - Compuerta de Salida .....	9

	<u>Pág.</u>
6.3 - Canal de Salida .....	9
6.4 - Desarenadores y Vertederos .....	12
6.5 - Compuerta de Control .....	12
7. - <u>Diseño de Obras de Conducción y Distribución....</u>	12
7.1 - Canal Principal Margen Derecha .....	13
7.2 - Canal Principal Margen Izquierda .....	13
7.3 - Canales en Parcela .....	14
8. - <u>Mantenimiento y Operación de la Obras Propuestas</u>	14
9. - <u>Area a Regar</u> .....	15
10. - <u>Cortina de Impermeabilización</u> .....	15
10.1 - Primera Hipótesis .....	16
10.2 - Segunda hipótesis .....	16
11. - <u>Computo y Presupuesto</u> .....	16

### PLANOS

### ANEXOS:

ANEXO I - Información Hidrológica Disponible hasta Setiembre de 1980.

ANEXO II - Informe sobre el Muro Aflorador del Arroyo Colorado.

## ESQUEMAS DE OBRA Y RED DE RIEGO

Area: ARROYO COLORADO

(Provincia de Jujuy)

### 1. Introducción

El área "Arroyo Colorado" se encuentra situada en los Departamentos Yavi y Cochinoca, en el extremo norte de la provincia de Jujuy y en plena región puneña.

El arroyo Colorado-afluente del Río Miraflores-constituye la única fuente de provisión de agua del área de estudio y por lo tanto, la eficiencia de su aprovechamiento integral es determinante para el desarrollo agrícola-ganadero de la zona.

La provincia de Jujuy, interesada en el progreso del área "Arroyo Colorado", ya realizó obras tendientes a la optimización del aprovechamiento del recurso, construyendo un muro de afloramiento en la quebrada situada en los 22°29' de latitud sur y 65°34' de longitud oeste.

Los caudales revenidos por el muro son aprovechados para el riego de aproximadamente 70 Ha, situadas a ambos márgenes del arroyo, mediante dos acequias-precarias-excavadas en el terreno natural.

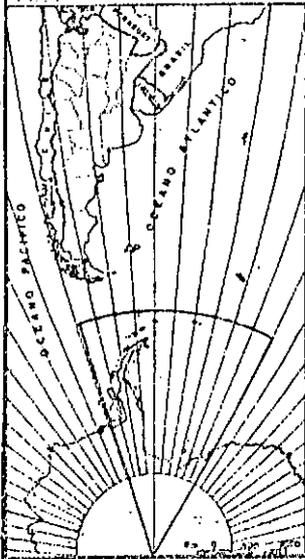
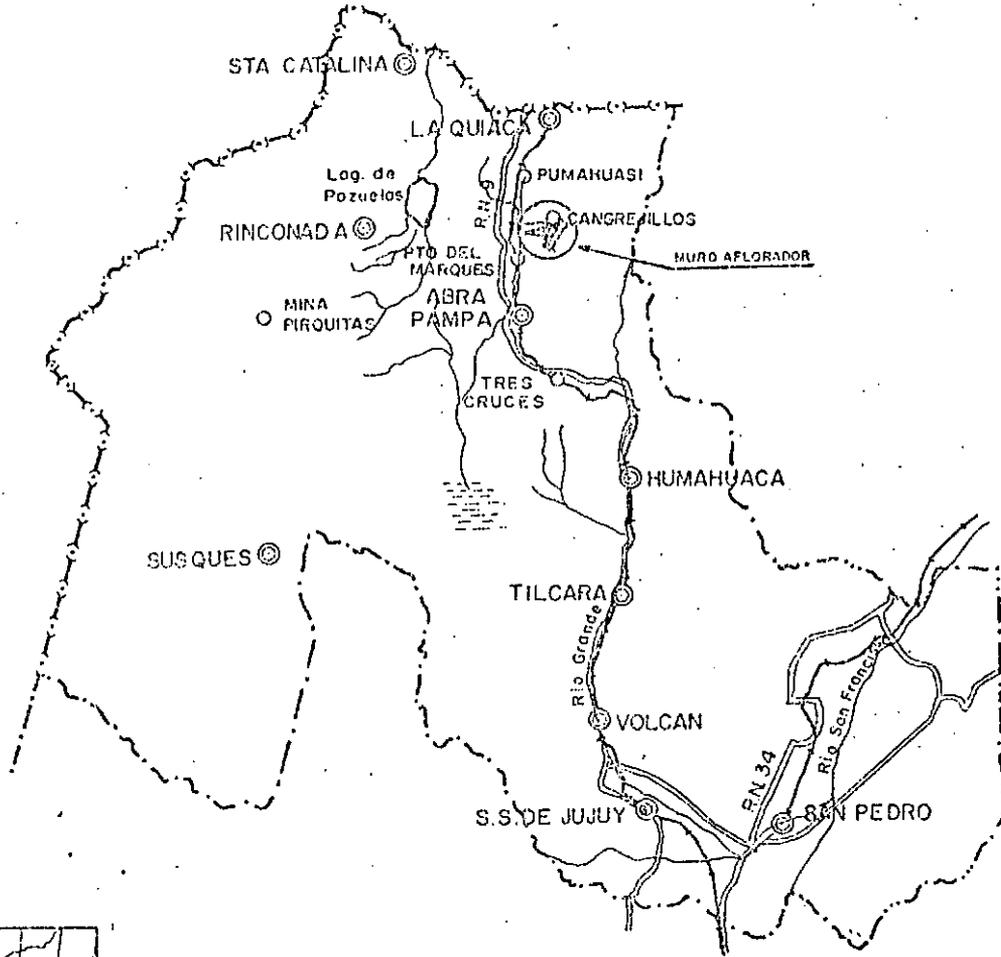
Las tareas encaradas por el PROYECTO NOA HIDRICO están dirigidas a conocer la situación actual proponiendo un futuro que signifique mayor bienestar para los habitantes de esta región fronteriza.

### 2. Objetivo

El presente trabajo tiene como objetivo, fundamentalmente, aumentar la eficiencia de la obra de captación, conducción y de la red de distribución del agua para riego existente en el Área de Arroyo Colorado; para ello el Proyecto NOA HIDRICO, en base a los antecedentes y estudios básicos realizados, formula una propuesta de diseño para la obra de ca-

# MAPA DE UBICACION AREA ARROYO COLORADO

Escala 1:2500000



becera y un esquema básico, de la red primaria de riego.

El informe se complementa con un trabajo elaborado por el Consultor en Ingeniería Hidráulica del FIUD que se adjunta en Anexo.

Además, se actualiza la información hidrológica disponible a fecha Setiembre/80--suministrada por la estación hidrométrica implementada por el Proyecto en el área.

### 3. Características Generales del área de estudio

El Arroyo Colorado, curso de caudal continuo a lo largo del año, desagua una cuenca de 891,75 km. situada entre los 3500 y 4300 m.s.n.m., cuyo clima es monzónico, con temperaturas que oscilan entre los 1,7°C/ 11,6°C y lluvias entre los 340 y 410 mm. anuales concentrados en los meses de verano.

### 4. Situación Actual

La actual infraestructura de riego en el Arroyo Colorado se compone, básicamente, de las unidades de obra que se describen a continuación.

#### 4.1 Muro de Afloramiento

##### 4.1.1 Ubicación

La obra se encuentra emplazada en el extremo occidental de la quebrada que atraviesa el Arroyo Colorado antes de ingresar en la meseta puneña. El lugar escogido para implantarlo es el más favorable desde el punto de vista topográfico ya que presenta una garganta estrecha, con dominio sobre el área de aprovechamiento, aguas abajo del muro, contigua a la obra. El perfil transversal del cierre se representa gráficamente en plano N° 5, volcándose en el mismo la información geológica recogida y elaborada -en base a los relevamientos superficiales y prospección geofísica realizada-. En el mismo se puede apreciar que las laderas rocosas de ambas márgenes

nes, se sumergen en el aluvi6n del Arroyo conformando, aproximadamente, una figura en V y alcanzando una profundidad m6xima estimada de 30 m. (Ver Informe de Geologia de Superficie y Prospecci6n Geol6ctrica).

#### 4.1.2 Unidad de Obra Existente

De acuerdo a los antecedentes e informaciones recogidas, se trata de un muro de secci6n trapecial -construido con piedra arrojada-, de aproximadamente 90 m. de longitud y 1,15 m de ancho en el coronamiento. Su profundidad variar6a de 0 a 18 m, de acuerdo a la secci6n transversal que se considere, ya que el muro se apoya lateralmente en las laderas rocosas de la quebrada siguiendo al manto rocoso hasta una profundidad cercana a los 18 m (Ver Plano N6 5). Se destaca adem6s que la parte superior del muro -en una altura de 2 m- ha sido tomada con mortero de cemento, a pesar de lo cual el muro presenta filtraciones en 6ste sector.

Por lo expuesto y observado se estima que el muro no cumple eficazmente las funciones para las que fue construido.

- Constituir una pantalla estanca a fin de aflorar el agua sub-superficial-, habiendo unicamente modificado el perfil longitudinal del arroyo, elevando el nivel de derivaci6n.

#### 4.2 Obras de Derivaci6n

No se han construido obras de derivaci6n de tipo permanente, realiz6ndose las mismas por medio de encauzamientos precarios, construidos manualmente, desde el lecho divagante del Arroyo hasta los puntos de entrega -cabeceras de los canales de riego-.

#### 4.3 Obras de Regulaci6n y Control

La 6nica obra para el manejo de los caudales derivados constituye

una compuerta de toma, tipo guillotina -metálica-, ubicada sobre margen derecha. La misma no posee capacidad suficiente para permitir el aprovechamiento de la totalidad de los caudales disponibles.

Actualmente no se realizan mediciones de los caudales derivados, ya que no existen estructuras de aforos. La distribución de los volúmenes de agua para riego la realiza un encargado de riego.

#### 4.4 Canales principales de riego

Los canales de riego son de carácter precario, excavados en terreno natural con taludes aproximadamente verticales que conforman una sección rectangular.

Aunque los dos canales riegan superficies distintas tienen aproximadamente las mismas dimensiones: 0,50 m X 0,09 m = 0,045 m<sup>2</sup> (ver Informe: Análisis del Recurso Hídrico Superficial y Subterráneo - Anexo V). Estas conducciones están generalmente recubiertas con vegetación lo que reduce su capacidad, de modo que los caudales máximos aforados resultaron de  $Q = 0,036 \text{ m}^3/\text{s}$  (día 06-03-80) siendo su coeficiente de rugosidad de Manning  $n = 0,051$  (ver Informe Análisis del Recurso Hídrico Superficial y Subterráneo - Anexo IV.11 y S.S.).

Por sus características constructivas y por el tipo de terreno que atraviesan, los canales de riego poseen elevadas pérdidas por infiltración y una eficiencia de conducción muy baja. Las longitudes de los mismos son:

Para el canal de margen derecha 6346,7 m

Para el canal de margen izquierda 2178,2 m (ver Informe Relevamiento Topográfico)

El canal de margen derecha proporciona agua para riego y consumo humano a los diversos pobladores implantados a lo largo del mismo en el Dpto Yavi, por cuanto el río se insume en una zona arenosa a po

cos Km. aguas abajo del muro.

El canal de margen izquierda provee de agua al paraje denominado Pueblo Viejo - Dpto. Cochino-, sobre la otra orilla del Arroyo Colorado (límite entre ambos Departamentos).

#### 4.5 Canales Secundarios

De los canales principales se deriva, mediante compuertas de madera y en forma rudimentaria, el agua para riego de las distintas fincas a través de conducciones -acequias- precarias, con trazas sinuosas, excavadas en tierra y con secciones tipo de forma cuadrada en general. No existiendo un ordenamiento de la red secundaria, los canales que la conforman responden a las necesidades de riego zonales de las propiedades servidas, -a cuyo cargo se construyen-.

#### 4.6 Canales Comuneros

No se identifica a los mismos en el área bajo riego, debido a su carácter precario.

#### 4.7 Área bajo riego

El área actualmente bajo riego calculada es de 65,19 Ha. (\*), en su mayoría cultivada con habas, alfalfa y papas. Está distribuida a lo largo de los canales principales ocupando una extensión cercana a los 1.500 Ha.

(\*) Fuente: Proyecto NOA HIDRICO -Caracterización Productiva. Salta,

Octubre 1980

## 5. Acciones desarrolladas

Las acciones desarrolladas, tendientes a tener una más acabada visión de la situación actual y así realizar un diagnóstico que permita proponer las obras necesarias para mejorar el actual uso del recurso, fueron: aforos, topografía, edafología y un relevamiento socio-económico. Las mencionadas tareas se tradujeron en informes los cuales permitieron contar con los datos básicos necesarios para un prediseño de las obras.

### 5.1 Disponibilidad de los recursos suelo y agua

El estudio edafológico efectuado permite distinguir los siguientes tipos de suelos:

Serie Cangrejillos (Cg) 370 Ha	Clase II s.e.c.
Serie Arroyo Colorado (Ac) 85 Ha.	" III.s.c
Serie Pueblo Viejo (Pv) 45 Ha.	" III.s.c

Como se pueda observar el recurso suelo existe en cantidad, con limitaciones referentes a erosión (e) y escasez de agua (c) (ver Informe: Estudio de suelos y de Vegetación)

El estudio hidrológico (ver Informe Análisis del Recurso hídrico superficial y subterráneo), consistió en una campaña de aforos y de registraciones diarias de nivel del río, cuyos datos procesados arrojaron como resultado que el Arroyo Colorado posee un módulo de  $0,126 \text{ m}^3/\text{s}$  (para el período 2/79 - 9/80), correspondiéndole al mes de noviembre un caudal de  $0,0.81 \text{ m}^3/\text{s}$  (ver Anexo I), siendo este mes el de mayor exigencia en lo referente a las necesidades de agua para riego de los cultivos (ver Informe: Cálculo y Análisis de la Demanda de Agua).

De esta manera resultó que el recurso condicionante es el agua, que obligó a proponer la puesta bajo riego de sólo 180 Ha.

## 5.2 Estudios Topográficos

Los estudios topográficos realizados permitieron contar con una planialtimetría básica del área que permitió el diseño esquemático de la red primaria de riego (Canales principales margen derecha y margen izquierda) (ver Informe: Relevamiento Topográfico).

## 6. Diseño de las obras de captación propuestas

### 6.1 Muro de Afloramiento

Dada la incertidumbre existente sobre la forma constructiva del mismo, el desconocimiento de la profundidad de la cota de fundación y grado de impermeabilización alcanzado a lo largo de su desarrollo; el muro será motivo de un particular estudio que posibilite la determinación de aquellos parámetros que permitan el conocimiento de la red de flujo en el nanto aluvional del cierre.

Los resultados que del estudio se extraigan permitirán ajustar y/o modificar, eventualmente, el diseño de las obras que se proponen.

### 6.2 Obra de Captación

Se propone el diseño de una "bandeja" filtrante con un área de filtración de  $594 \text{ m}^2$  (de  $6,60 \times 90 \text{ m}$ ), para captar un caudal de  $294 \text{ l/s}$  -considerando una velocidad de filtración  $V_f = 0,0005 \text{ m/s}$ .

Esta bandeja consiste en una losa de hormigón simple situada a  $1,00 \text{ m}$  por debajo del actual nivel del Arroyo, aguas arriba del muro. Esta bandeja estará constituida por una losa continua de hormigón simple con Barbacanas o por losetas apoyadas sobre una superficie lisa (a cota  $81,49 \text{ m}$ ) \* con pendiente cero.

La mencionada superficie de hormigón brindará un límite bien definido al escurrimiento de los caudales, provenientes de los filtros que apoyan a la losa y que la rellenan (ver Plano N° 2).

---

\* Cotas relativas del Relevamiento Topográfico (IV)

### 6.2.1 Material de filtro

El material para los filtros proveendrá exclusivamente del mismo material del lecho del Arroyo, el cual fue analizado granulométricamente con dos (2) muestras (ver Gráfico N° 1 y N° 2).

Del estudio de las curvas se obtuvo las curvas límites para 2 capas de filtros que figuran en plano.

### 6.2.2 Filtro superior

Fue dispuesto en tres (3) capas, las 2 superficiales de acuerdo a las curvas establecidas y una tercera capa que actúe como drenante, constituida por material de diámetro medio mayor que 3" (Bochones).

### 6.2.3 Filtro inferior (cota 81,29m)

Estará dispuesto en dos capas de 0,10 m. de espesor cada una y tendrá como objeto tomar el agua sub-superficial proveniente del subálveo del Arroyo Colorado. Las dos capas de este filtro cumplirán con las curvas granulométricas establecidas, y drenarán el agua hacia las barbacanas o juntas de losetas.

### 6.2.4 Comparto de salida

El agua escurrida por la superficie de hormigón perforada llegará, por medio de un dren continuo de ladrillos cerámicos (de 0,08 x 0,20 x 0,15 m) a un compartimento con compuertas en donde se reunirá el caudal de captación.

## 6.3 Canal de salida

El compartimento está comunicado con el canal de salida por medio de dos compuertas metálicas de 0,70 x 0,50 m (Plano N° 2 - Detalle I-I).



# PROYECTO NOA HIDRICO SEGUNDA FASE



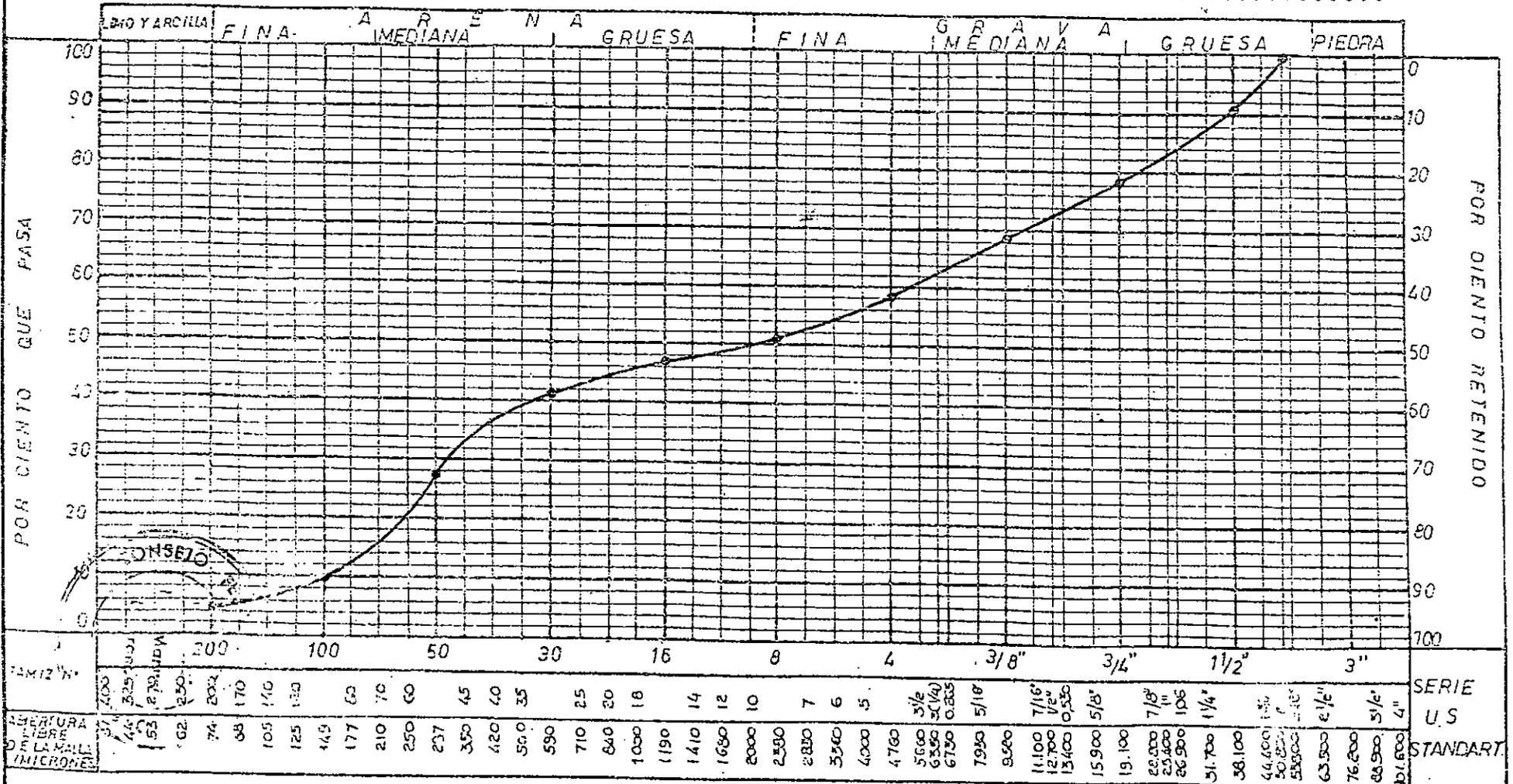
MUESTRA "A"

SUBSECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS  
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
INSTITUTO NACIONAL  
DE CIENCIA Y TECNICA HIDRICAS

PROGRAMA DE LAS N.U.U.  
PARA EL DESARROLLO  
ARGENTINA / 18/005/10/01/01  
DTIC / N° 101 - ON / 1140

## GRAFICO DE CURVAS GRANULOMETRICAS

UBICACION: ..... PESO DE LA MUESTRA: .....





# PROYECTO NOA HIDRICO

## SEGUNDA FASE



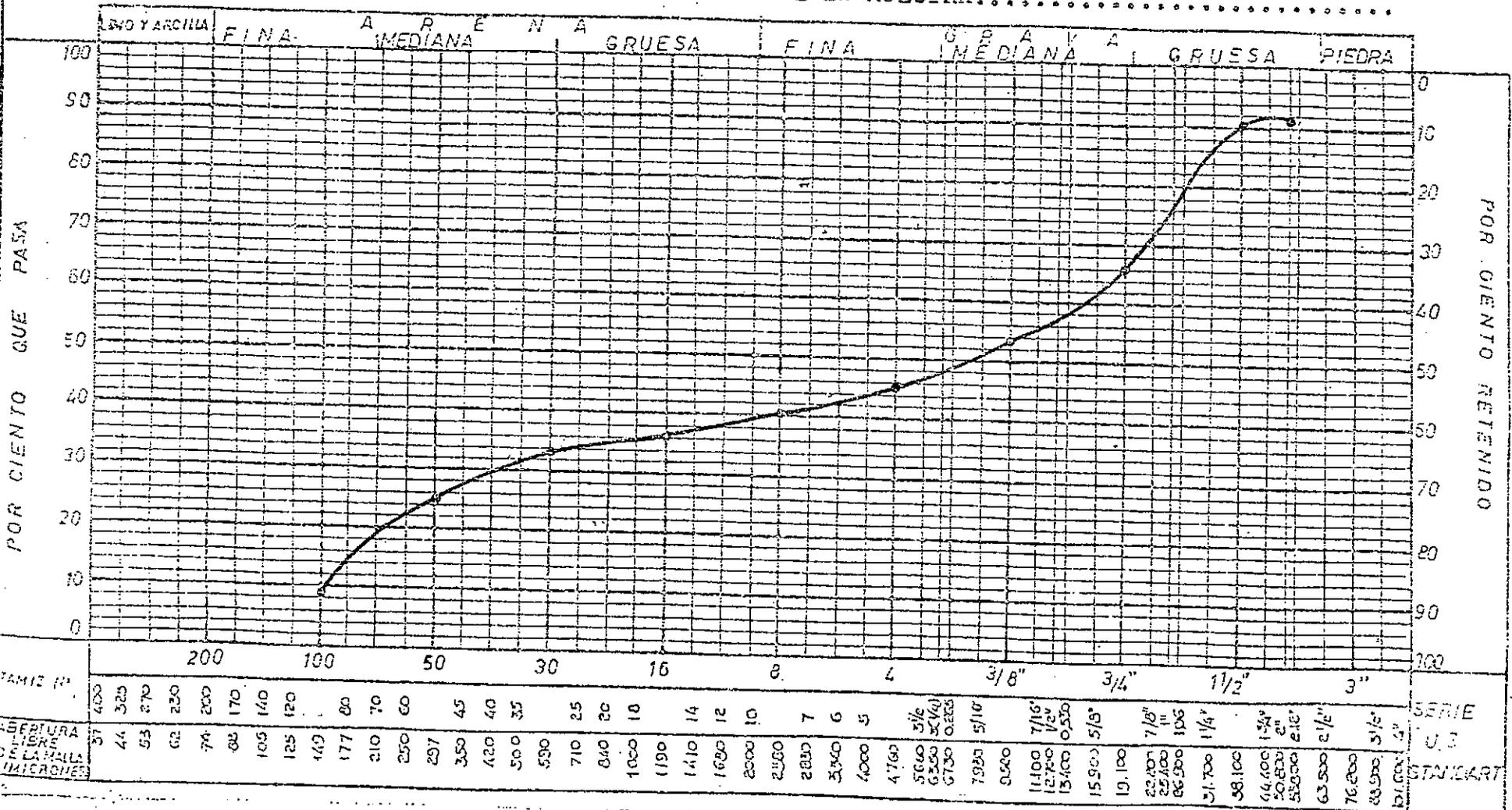
MUESTRA "B"

SUBSECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS  
COMISIÓN FEDERAL DE INVERSIONES  
INSTITUTO NACIONAL  
DE CIENCIA Y TÉCNICA HIDRICAS

PROGRAMA DE LAS NNUU  
PARA EL DESARROLLO  
ARGENTINA / 1960/61/62  
OTRO FONDO - UNIFED

### GRAFICO DE CURVAS GRANULOMETRICAS

UBICACION: ..... PESO DE LA MUESTRA: .....



TAMIZ N°  
ABERTURA  
LIBRE  
DE LA MALLA  
MILIMETROS

SERIE  
U. S.  
STANDARD

El canal de salida, de fuerte pendiente  $-3\%$ , fue calculado para evacuar el caudal hacia un desarenador.

El canal,, además, ha sido protegido contra las crecidas por una sobreelevación de los muros de 0,40 m.

#### 6.4 Desarenadores y vertederos

El desarenador ha sido resuelto en forma conjunta con el vertedero, y está compuesto de 2 tramos, uno de 3 m. de longitud con 0,03 m de pendiente y un segundo tramo que posee una pendiente de 0,33% en una longitud de 4 m y termina en una losa de pendiente 1% hacia el arroyo (a cota 80,29). La caja del desarenador se completa con una pequeña compuerta metálica de 50 x 50 cm. -compuerta de limpieza-.

El vertedero está dispuesto sobre el 2do. tramo del desarenador y tiene un ancho de 2,00 m. Su cota de coronamiento (81,64) está a 0,15m por sobre el tirante fijado para el canal (81,49 m). Se señala que en el desarenador ha sido prevista una chicana, con el objeto de facilitar la deposición del material en suspensión aumentando, al mismo tiempo, la rigidez transversal de la estructura.

#### 6.5 Compuerta de control:

Una compuerta de control instalada a cota 80,79 controla el caudal derivado hacia el canal de riego, permitiéndole, además, cerrar la descarga cuando se quiera desarenar abriendo la compuerta de limpieza.

Esta compuerta también es metálica y de fácil accionamiento posibilitando regular los caudales medidos por un vertedero aforador situado en la cabecera de los canales. (Cortes G-G y E.E. en Plano N° 2).

### 7. Diseño de Obras de Conducción y Distribución

Las obras de conducción y distribución se diseñaron en base a una hipótesis de división de la tierra que respeta los actuales asentamientos (ver Informe: Cálculo y análisis de la demanda de agua -Plano N° 2), sin embargo, antes de iniciar la etapa de proyecto deberá estar perfectamente

definida la tenencia y materializada la consiguiente subdivisión.

### 7.1 Canal principal margen derecha

Fue diseñado en mampostería de piedra con sección rectangular, en dos tramos de longitud 1,482 m y 5,134 m respectivamente (ver Plano N° 4). Los parámetros utilizados para su cálculo fueron:

Tramo A	Tramo B
$A = 0,32 \text{ m}^2$	$A = 0,28 \text{ m}^2$
$Q = 0,230 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q = 0,226 \text{ m}^3/\text{s}$
$v = 0,72 \text{ m/s}$	$v = 0,81 \text{ m/s}$
$n = 0,030$	$J = 0,030$
$J = 0,004$	$J = 0,0055$
$L = 1482,00 \text{ m}$	$L = 5134,00 \text{ m}$

En este esquema, por el momento, no se han previsto las obras auxiliares sobre ambos canales -tales como aforadores, tomas en finca etc.-, las cuales en el diseño definitivo necesariamente tendrán que ser consideradas.

### 7.2 Canal principal margen izquierda

Partiendo de una estructura de forma similar a la de margen derecha tiene menor longitud y también fue resuelto en mampostería de piedra en dos tramos (ver Plano N° 4), cuyas características son:

<u>1° Tramo</u>	<u>2° Tramo</u>
$A = 0,36 \text{ m}^2$	$A = 0,26 \text{ m}^2$
$Q = 0,191 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q = 0,213 \text{ m}^3/\text{s}$
$v = 0,53 \text{ m/s}$	$v = 0,82 \text{ m/s}$
$n = 0,030$	$n = 0,030$
$J = 0,002$	$J = 0,006$
$L = 886,00 \text{ m}$	$L = 1225 \text{ m}$

Ambos canales, así construídos, disminuirán considerablemente las pérdidas por infiltración. A ese efecto se realizaron dos determina-

ciones, una en cada canal, de permeabilidades de campaña por el método de Kirk-Flannery. Sus resultados se resumen en Cuadro N° 1.

### 7.3 Canales en Parcelas

No habiéndose previsto canales secundarios, la derivación de agua para riego se realizará directamente de los canales principales a los canales de parcela (Plano N° 3).

Aunque el diseño de la red de distribución de agua en parcela exige una topografía de detalle, se han prediseñado las secciones transversales de los canales de parcela a partir de las pendientes generales de terreno y de los caudales de manejo ya establecidos (40-50 l/s). Con un coeficiente de rugosidad  $n = 0,051$  (Manning) sus características están definidas por:

$A = 0,18 \text{ m}^2$	$A = 0,24 \text{ m}^2$
$Q = 0,064 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q = 0,052 \text{ m}^3/\text{s}$
$v = 0,36 \text{ m/s}$	$v = 0,22 \text{ m/s}$
$n = 0,051$	$n = 0,051$
$J = 0,0065$	$J = 0,002$
$L = 250,00 \text{ m}$	$L = 400,00 \text{ m}$

### 8. Mantenimiento y Operación de las Obras Propuestas

Las obras, cuyo prediseño se presenta en éste informe, requerirán tareas de mantenimiento que asegurarán su correcto funcionamiento. Por sobre la bandeja filtrante se ha previsto una capa del material de arrastre del río, la cual deberá ser removida periódicamente. Para facilitar ésta tarea, se ha dividido a la estructura de toma en tres paños —debidamente señalizados con pilares de hormigón—, que permitirán definir perfectamente un área de trabajo, mientras el Arroyo escurra por las otras dos.

De igual manera, el desarenador deberá ser limpiado en forma periódica, para garantizar la calidad del agua captada.

Finalmente los canales principales revestidos deberán ser mantenidos libres de vegetación y embanques separándolos toda vez que sufran alguna

### 9. Área a Regar

Debido a que el condicionante principal es el recurso agua, el área a desarrollar con agricultura bajo riego es función directa de las alternativas de obras -estructuras de captación y conducción- que se decida encarar. El planteo de las mismas y la estimación de los beneficios que se derivarían de su implantación permiten concluir que:

- a) La primera alternativa comprendería el mejoramiento de los canales existentes-consistente, básicamente, en la rectificación de traza e impermeabilización de las conducciones de la red primaria de riego, con planificación racional de la distribución en parcela. Se conseguiría así el aprovechamiento casi total de los caudales derivados por el muro, al disminuir la pérdida por conducción. La agregación a la alternativa de la construcción de la obra de captación y derivación propuesta por el Proyecto mejoraría la calidad del agua entregada a la red.

Bajo estas condiciones se realizó el análisis del consumo para 180 Ha., distribuidas en 21 parcelas -17 en el Dpto. Yavi y 4 en el Dpto. Cochínoca-.

- b) La segunda alternativa consistiría en tratar de lograr el aprovechamiento del caudal del subálveo, estimado en 81 a 100 l/s. (ver Informe de Consultoría en Anexo), que con la dotación calculada de  $q = 0,449$  l/s/Ha. (ver Informe: Cálculo y Análisis de la Demanda de Agua) permitirá duplicar la superficie potencial a regar -llevándola a 360 a 400 Ha.-.

Por otro lado, es de destacar que la decisión de concentrar el área a cultivar en las cercanías del muro se traduciría en la reducción de la longitud de los canales a construir, con la consiguiente disminución de pérdidas en los mismos, y con sensible incidencia, en los costos de obras.

### 10. Cortina de Impermeabilización

Para poder aprovechar integralmente los caudales que ocurren por el

CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA

Area: Arroyo Colorado

Dpto. Lfmite Cochinooca y Yavi

Provincia de Jujuy

Acequia	UBICACION	METODO	Profundidad	CONDUCTIVIDAD		
				Kv <sup>cm</sup> / seg.	Kv <sup>m</sup> /24hs.	
Playa del Arroyo en Agua Arriba del Muro	5m agua Arriba del Muro	Kirk-Flannery	0 - 0,20	$2,6 \cdot 10^{-3}$	2,25	Muy Perm.
Margen Derecha	Frente casa de Pánfilo Maizarez	Kirk-Flannery	0 - 0,22	Impermeable	Impermeable	Imp.
Margen Izquierda	"	Kirk-Flannery vertical	0 - 0,20 a +	$6,5 \cdot 10^{-4}$	0,56	Mediana Perm.
Margen Izquierda	"	horizontal	0 - 0,20 a +	$4,4 \cdot 10^{-3}$	3,77	Muy Perm.

subálveo y asegurar la actual disponibilidad de los superficiales, se deberá realizar un cierre estanco en la quebrada del Arroyo y en correspondencia con el muro de afloramiento. Para dicho cierre se ha pensado en una doble pantalla de impermeabilización mediante inyecciones con cemento, con dos líneas de perforaciones dispuestas en tres bolillos.

Para la profundidad a dar a la pantalla se consideran las dos hipótesis siguientes:

#### 10.1 Primera Hipótesis

En el caso que el muro trabaje eficazmente -asegurando la impermeabilidad de la superficie de cerrada-, y considerando una profundidad del mismo de  $h = 18$  m., la pantalla proyectada consistirá en una doble línea de perforaciones para inyecciones -separación de 1,50 m entre perforaciones y disposición en tres bolillo-, las cuales se realizarán en el tercio medio del muro, en una longitud de 30 m y a partir de los 18 m. de profundidad hasta alcanzar el techo de roca. (Plano N° 5). La separación dada a las perforaciones para inyecciones -1,50 m- se debe al propósito de ejecutar las inyecciones dentro del ancho del muro, siendo la superficie de cada una de las pantallas de  $180 \text{ m}^2$  aproximadamente.

#### 10.2 Segunda Hipótesis

En el caso en que los estudios demuestren que la profundidad real no alcance a más de 10 m, se propone la ejecución de una doble pantalla de impermeabilización, la cual estará constituida por una línea de perforaciones sobre el muro y la otra línea -aguas arriba del mismo-, sobre el aluvión del río. La separación entre perforaciones es de 3,00 m. con disposición a tres bolillos. La superficie resultante por pantalla es de  $1350 \text{ m}^2$ .

### 11. Cómputo y Presupuesto

A continuación se formula el presupuesto correspondiente a las unidades de obras propuestas:

OBRA DE CAPTACION

ITEM	VOLUMEN		UNIDAD	P.UNITARIO	P. TOTAL
Excavación a mano	651,88	651,88	m <sup>3</sup>	40.000.-	26.075.200.-
HF losa de apoyo	57,52	57,52	m <sup>3</sup>	500.000.-	28.760.000.-
H° Armado canal de salida	5,28		m <sup>3</sup>		
vertedero y desarenador	4,88	10,16	m <sup>3</sup>	1.200.000.-	12.189.600.-
Filtros de material seleccionado del lecho del río	460,15	460,15	m <sup>3</sup>	250.000.-	115.037.500.-
					<u>182.062.300.-</u>
<u>CANALES PRINCIPALES</u>					
Excavación a mano	7120	7120	m <sup>3</sup>	40.000.-	284.800.000.-
Revestimiento en mampostería de piedra conjunta tomada con mortero de cemento	3560	3560	m <sup>3</sup>	220.000.-	783.200.000.-
					<u>1.068.000.000.-</u>
<u>CANALES SECUNDARIOS</u>					
Excavación a mano	2440	2440	m <sup>3</sup>	40.000.-	97.600.000.-
					<u>97.600.000.-</u>

DOBLE CORTINA DE IMPERMEABILIZACION c/Inyecciones de cemento (1° Hipótesis) Global 624.000.000.- \*

\* Cotización brindada por firmas especializadas

12. BIBLIOGRAFIA

1. Análisis del Recurso hídrico superficial y subterráneo - Proyecto NOA HIDRICO, Salta, Julio 1980.
2. Relevamiento topográfico - Proyecto NOA HIDRICO, Salta, Julio 1980.
3. Caracterización Productiva de Arroyo Colorado - Proyecto NOA HIDRICO, Salta, Octubre 1980.
4. Estudio de Suelos y de Vegetación - Proyecto NOA HIDRICO, Salta, Junio 1980.
5. Cálculo y Análisis de la demanda de agua - Proyecto NOA HIDRICO, Salta, Noviembre 1980.
6. Geología de superficie y prospección geolétrica - Proyecto NOA HIDRICO, Salta 1980.

P L A N O S

## INDICE DE PLANOS

Plano N° 1 : Mapa de Ubicación (pág. -2-)

Plano N° 2 : Esquema Básico de Obra de Captación

Plano N° 3 : Esquema de Canales en Parcela

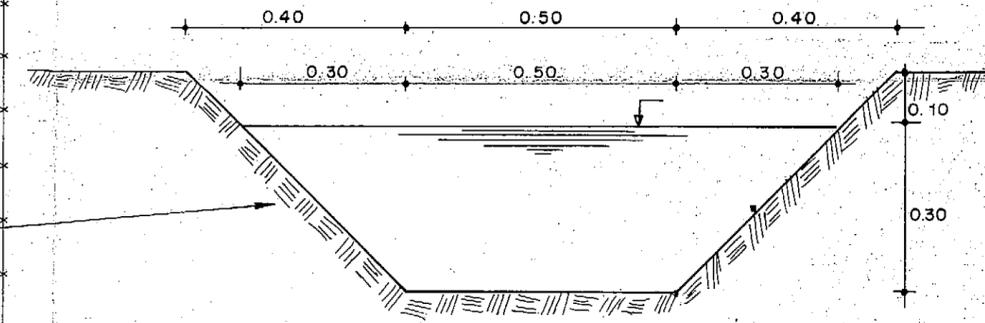
Plano N° 4 : Esquema de Red de Riego

Plano N° 5 : Pantalla de Impermeabilización



SECCION TIPO CANAL EN TIERRA

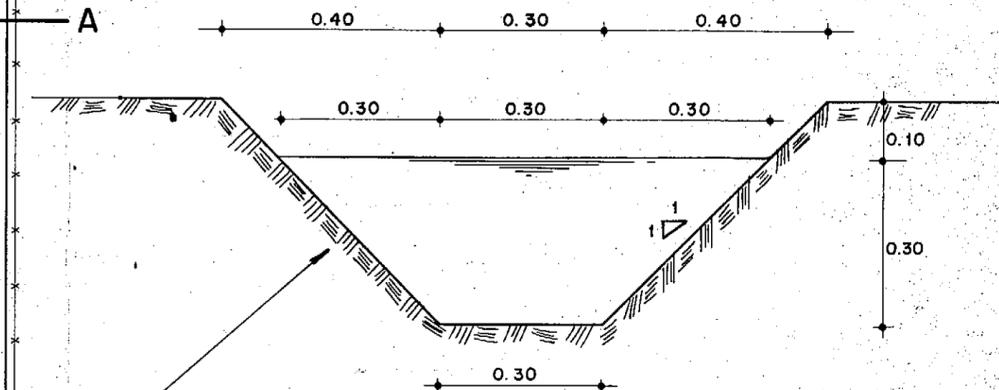
J = 0.002



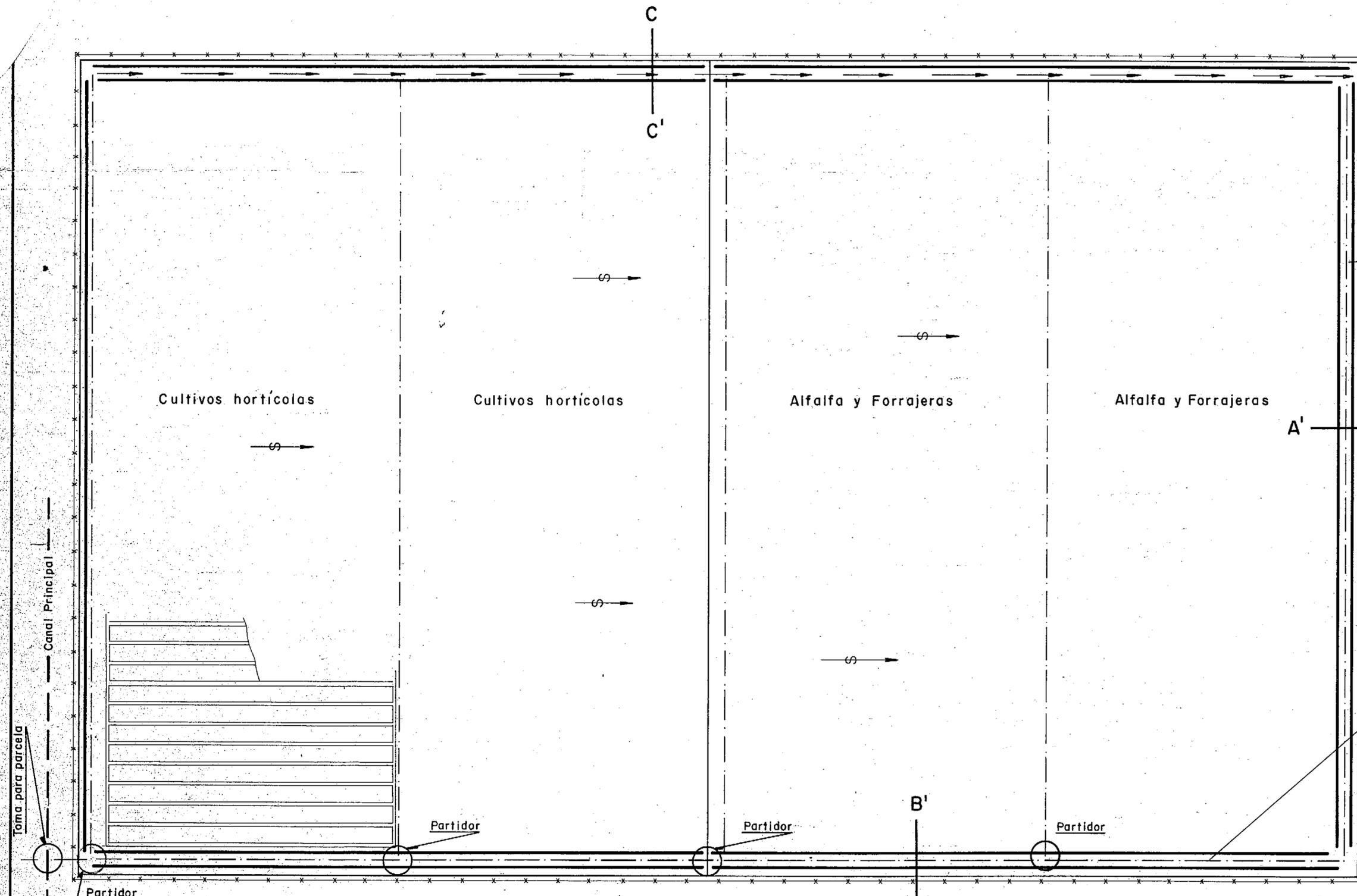
ESCALA 1:10

SECCION TIPO CANAL EN TIERRA

J = 0.0065



ESCALA 1:10



REFERENCIAS

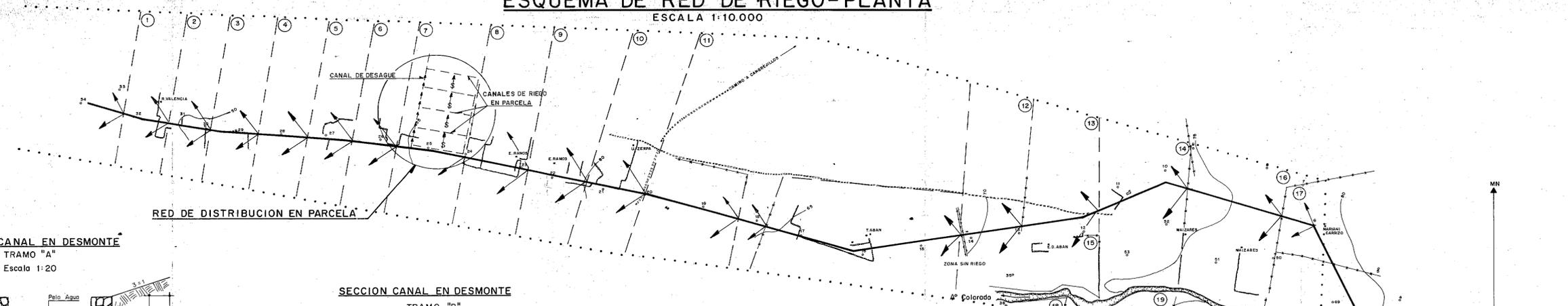
- Alambrado
- Camino
- Cortina de protección
- Canal de riego
- Canal principal
- Canal de desagüe
- Unidades de riego

Escala 1:1000

<p>REPUBLICA ARGENTINA</p> <p>PROYECTO NOA HIDRICO</p> <p>SEGUNDA FASE</p> <p>CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES</p> <p>INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNICA HIDRICAS</p> <p>PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO</p> <p>ARGENTINA / 78/005/IC/01/01</p> <p>DTCD / IN UN - UN / F50</p>	
<p>ESCALA</p>	
<p>AUTOR</p> <p>P. ROMAGNOLI</p> <p>DIBUJO</p> <p>V. GALIAN</p> <p>REVISO</p>	<p>ESQUEMA DE CANALES</p> <p>EN PARCELA</p> <p>Area: ARROYO COLORADO</p> <p>Prov.: JUJUY</p>
<p>Vº Bº</p> <p>E. LOPEZ</p> <p>Nº DE ARCHIVO</p> <p>FECHA</p> <p>NOVIEMBRE 1980</p>	<p>PLANO N°</p> <p>3</p>

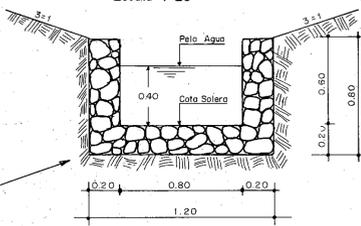
# ESQUEMA DE RED DE RIEGO-PLANTA

ESCALA 1:10.000

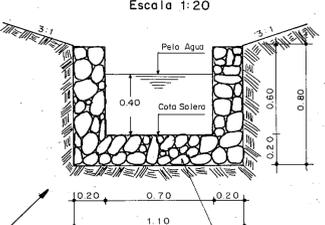


- REFERENCIAS**
- Alambrado
  - Caserio
  - Pircas
  - Camino
  - Curvas de nivel
  - Canal de riego
  - Límite del estudio de suelos
  - Vertices de poligonal básica
  - Límite aproximado de las propiedades
  - Número de parcela
  - Red de distribución en parcela
  - Entrega a red secundaria

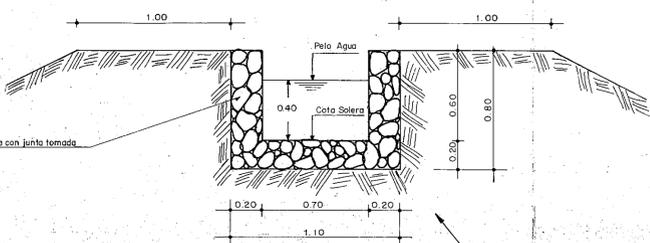
**SECCION CANAL EN DESMONTE**  
TRAMO "A"  
Escala 1:20



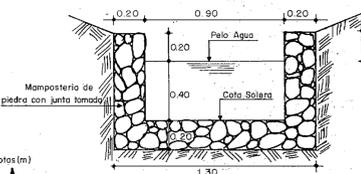
**SECCION CANAL EN DESMONTE**  
TRAMO "B"  
Escala 1:20



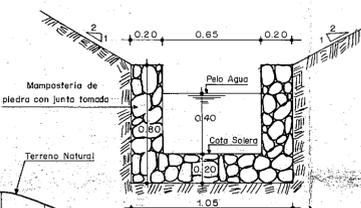
**SECCION CANAL EN TERRAPLEN**  
TRAMO "B"  
Escala 1:20



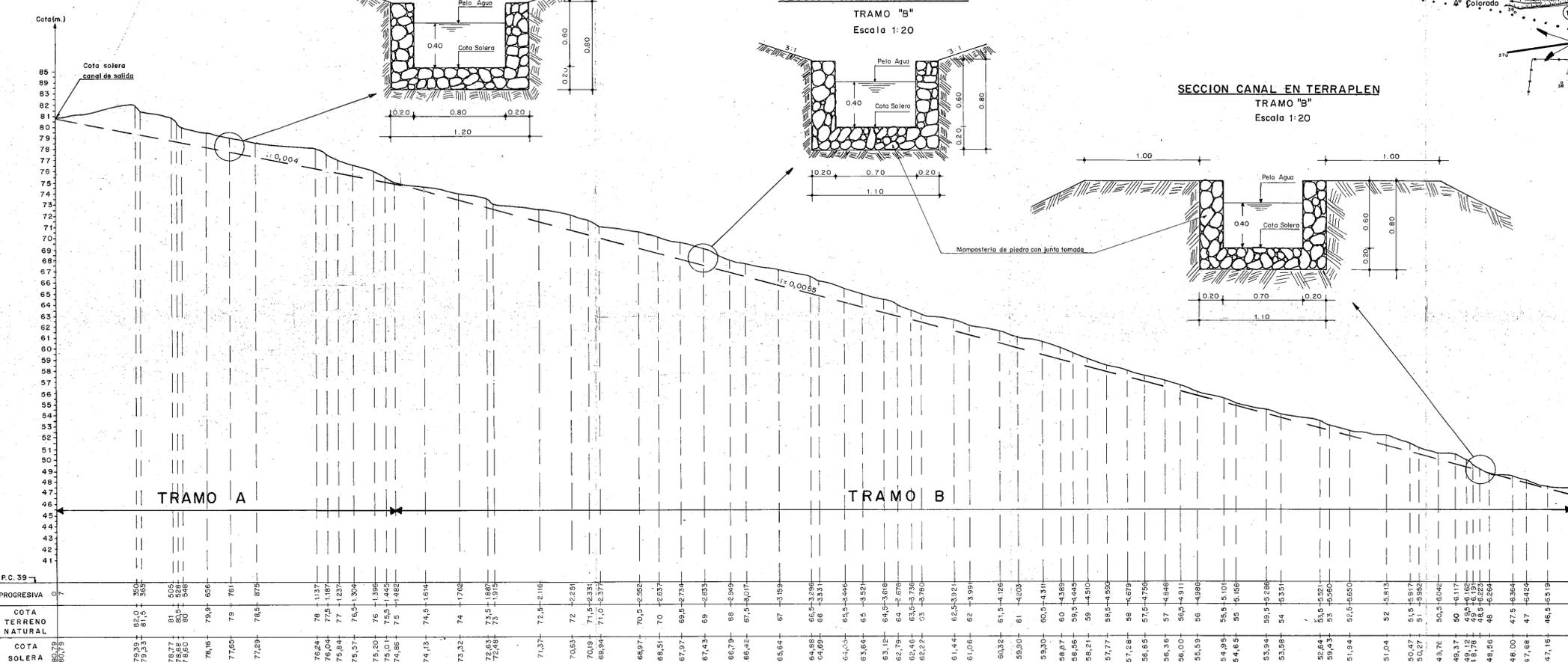
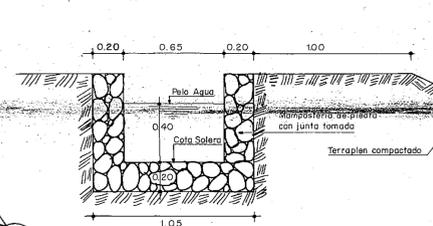
**SECCION TIPO EN DESMONTE**  
Escala 1:20



**SECCION TIPO EN DESMONTE**  
Escala 1:20

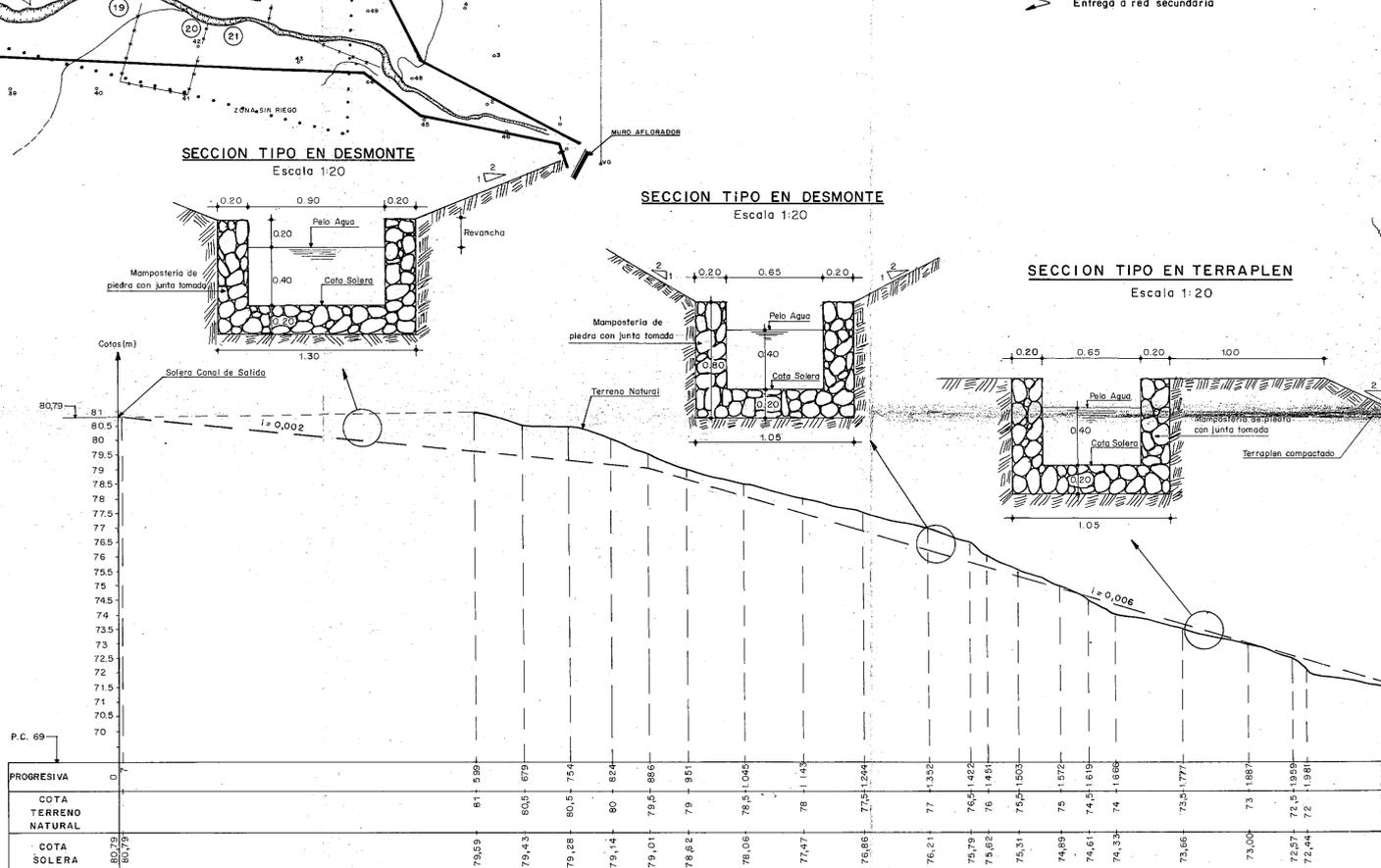


**SECCION TIPO EN TERRAPLEN**  
Escala 1:20



**PERFIL LONGITUDINAL POR EL EJE DEL CANAL PRINCIPAL MARGEN DERECHA**

ESCALA HORIZONTAL 1:10.000  
ESCALA VERTICAL 1:200



**PERFIL LONGITUDINAL POR EL EJE DEL CANAL PRINCIPAL MARGEN IZQUIERDA**

ESCALA HORIZONTAL 1:5.000  
ESCALA VERTICAL 1:100

**PROYECTO NOA HIDRICO SEGUNDA FASE**

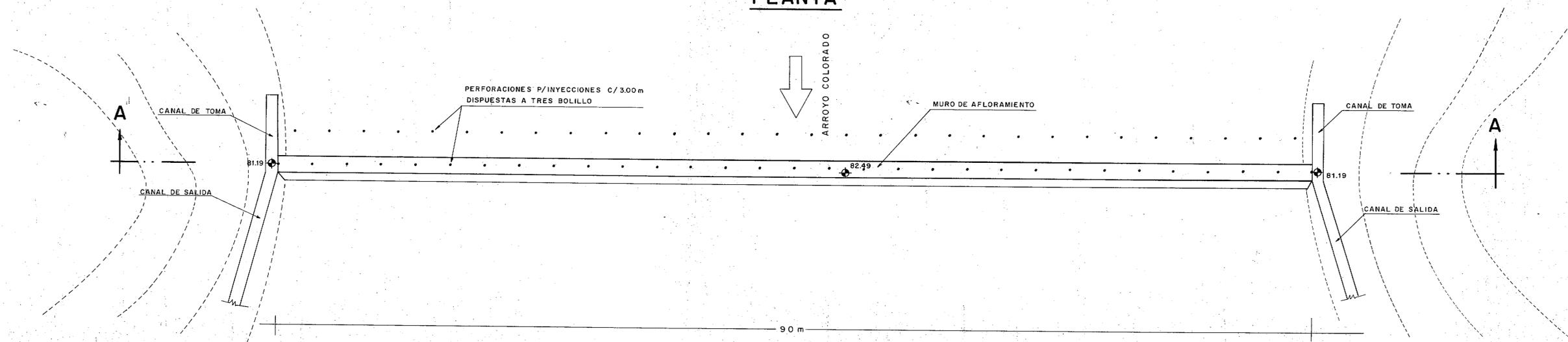
AUTOR: ING. C. M. ABDO  
 DIBUJO: J. F. FLORES  
 REVISO: ING. C. M. ABDO  
 Vº: ING. E. A. LOPEZ  
 Nº DE ARCHIVO: [ ]  
 FECHA: NOVIEMBRE 1980

**ESQUEMA DE RED DE RIEGO**

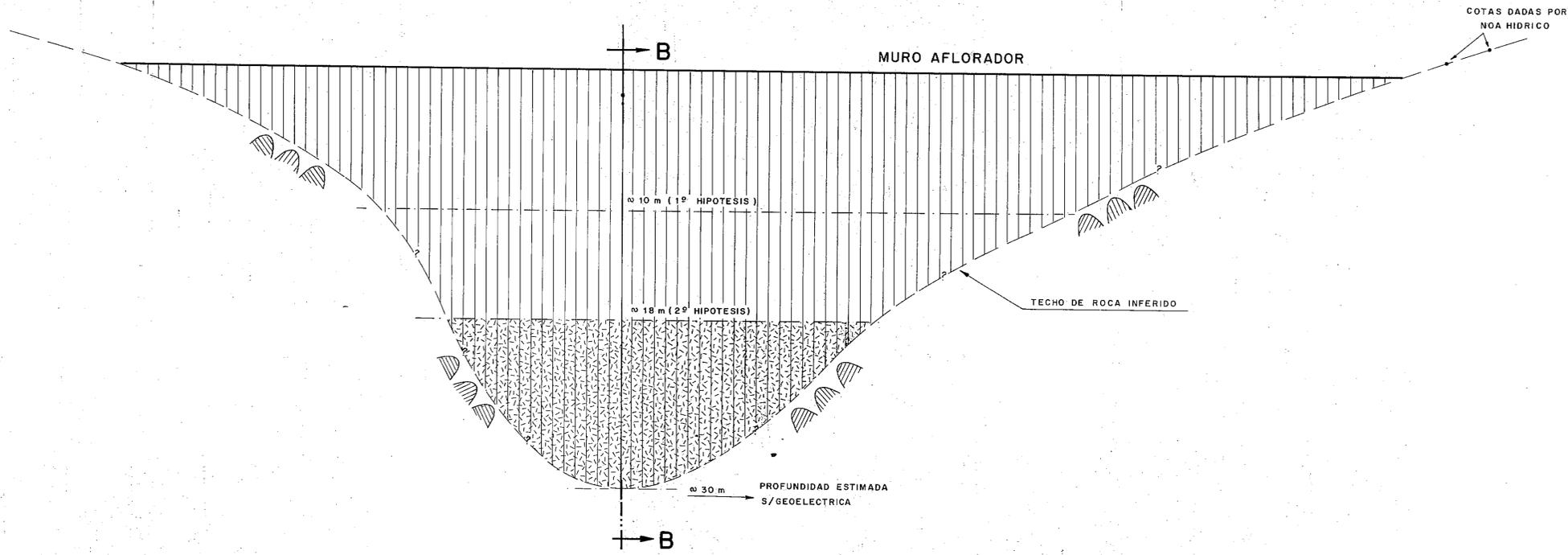
Area: ARROYO COLORADO  
 Prov.: JUJUY

PLANO Nº **4**

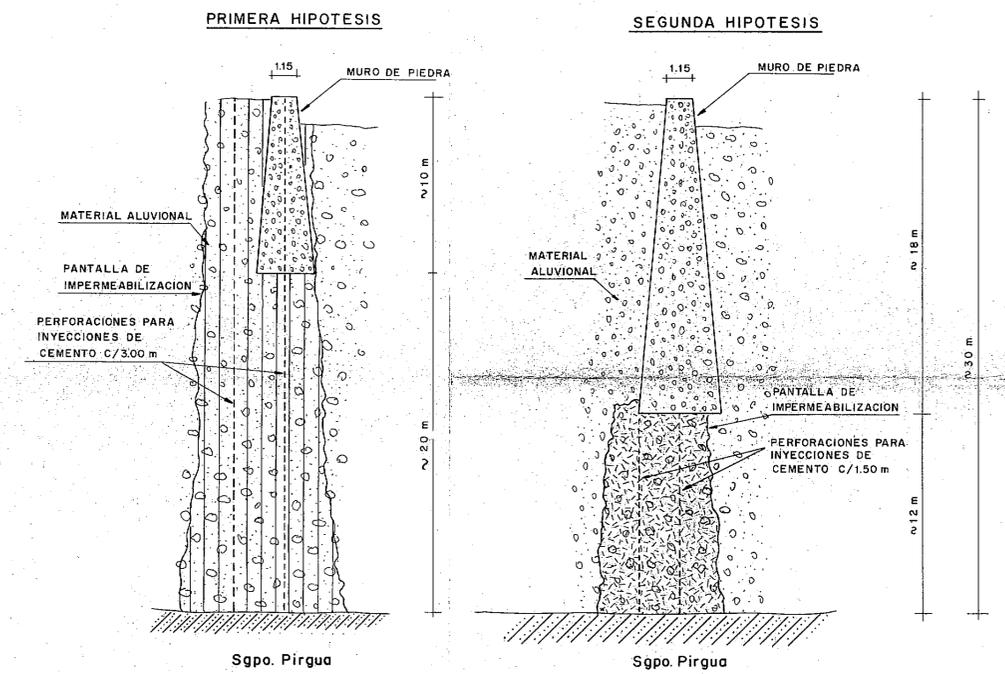
**PLANTA**



**CORTE A-A**



**CORTE B-B**



<b>PROYECTO NOA HIDRICO</b> <b>SEGUNDA FASE</b>	
<small>                 SUBSECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS                  CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES                  INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNICA HIDRICAS             </small>	
<small>                 PROGRAMA DE LAS INJUI                  PARA EL DESARROLLO                  ARGENTINA Y PAISES COLADIN                  ESTE PROYECTO FINANCIADO POR UNIDAD             </small>	
ESCALA HORIZONTAL 1:200 VERTICAL 1:200	
AUTOR P. ROMAGNOLI	<b>PANTALLA DE IMPERMEABILIZACION</b>
DIBUJO V. GALIAN	
REVISOR C. ABDO	PLANO N° <b>5</b>
V° B° E. LOPEZ	Area: <b>ARROYO COLORADO</b>
Nº DE ARCHIVO	Prov.: <b>JUJUY</b>
FECHA NOVIEMBRE 1980	

A N E K O S

A N E X O I

INFORMACION HIDROLOGICA DISPONIBLE

HASTA SETIEMBRE 1980

Realizada por: Pedro Romagnoli

Ingeniero Civil

Cesar Marcelo Abdo

Ingeniero Civil

## I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1. - Escurrimiento Superficial .....	1
1.1 - Caudal Medioanual o Módulo .....	1
1.2 - Caudales Máximos .....	1
1.3 - Caudales Específicos y Caudales Relativos ..	3
1.4 - Hidrograma .....	3
2. - Balance Hídrico de la Cuenca .....	3
2.1 - Precipitación .....	3
2.2 - Evapotranspiración Real .....	6
2.3 - Escorrentía Superficial .....	6
3. - <u>Recomendación</u> .....	7
<u>Planillas de Registros Diarios</u> .....	8

Objetivo: El presente informe complementa la información hidrológica ya presentada en el Informe: Análisis del recurso hídrico superficial y subterráneo.

## 1. Escurrimiento Superficial

El escurrimiento superficial del agua en una cuenca es uno de los términos del balance hídrico susceptibles de ser medidos con una buena precisión teórica.

La medida del escurrimiento sirve además para poder apreciar la disponibilidad del recurso agua en la zona.

Con los fines antes mencionados se dispuso la realización de mediciones de caudal en el Arroyo Colorado, en las proximidades del muro aflorador.

Las mediciones realizadas por medio de una escala hidrométrica (instalada el 14/2/79) prosiguen hasta la fecha (Se adjuntan las planillas de registraciones diarias). A continuación se exponen los resultados obtenidos:

### 1.1 Caudal Medio Anual o Módulo

Aunque el período de mediciones es reducido, se obtuvieron los valores medios para los caudales mensuales (Cuadro No 1), los que arrojan un caudal medio anual de  $0,126 \text{ m}^3/\text{s}$ , siendo el derrame anual igual a  $3,97 \text{ Hm}^3$  y el caudal específico  $0,141 \text{ l/s/km}^2$ .

### 1.2 Caudales máximos

El máximo caudal registrado corresponde al día 20 de Enero de 1980 con un caudal medio diario de  $Q = 0,858 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Mientras el máximo absoluto registrado (lectura de escala = 96 cm), el día 29 de Enero de 1980, es de  $1,084 \text{ m}^3/\text{s}$ .

PROYECTO NOA HIDRICO

SEGUNDA FASE

SECCION DE AFORO: ARROYO COLORADO

RIO: ARROYO COLORADO

CUENCA: BERMEJO

AREA: ARROYO COLORADO

PROVINCIA: JUJUY

MESES	AÑO HIDROLOGICO												CAUDAL MEDIO m <sup>3</sup> /s
	78/79			79/80			80/81						
	Q. m. m.	Q. max. d.	Q. min. d.	Q. m. m.	Q. max. d.	Q. min. d.	Q. m. m.	Q. max. d.	Q. min. d.	Q. m. m.	Q. max. d.	Q. min. d.	
SETIEMBRE				0,082	0,106	0,075	0,103	0,129	0,090				0,092
OCTUBRE				0,075	0,075	0,075							0,075
NOVIEMBRE				0,081	0,211	0,074							0,081
DICIEMBRE				0,212	0,679	0,059							0,212
ENERO				0,188	0,858	0,034							0,188
FEBRERO	0,150	0,539	0,062	0,084	0,207	0,052							0,117
MARZO	0,118	0,353	0,059	0,155	0,533	0,056							0,136
ABRIL	0,076	0,099	0,066	0,114	0,129	0,099							0,095
MAYO	0,099	0,114	0,075	0,137	0,159	0,129							0,118
JUNIO	0,116	0,175	0,106	0,155	0,159	0,144							0,135
JULIO	0,120	0,148	0,099	0,160	0,198	0,159							0,140
AGOSTO	0,102	0,131	0,075	0,154	0,198	0,129							0,128
				0,133									0,126

OBSERVACIONES: ○ MES CON DATOS INCOMPLETOS

⊕ MES SIN REGISTROS

+ ESCALA ARRASTRADA POR EL RIO

( ) VALORES CORRELACIONADOS

### 1.3 Caudales específicos y caudales relativos mensuales

En Cuadro N° 2 se han resumido los valores de caudales medios absolutos, caudales relativos, específicos y lámina de agua escurrida en mm para todo el año hidrológico.

### 1.4 Hidrograma

Para el Arroyo Colorado se trazó un hidrograma con los caudales medios mensuales que resultan del cuadro N° 1

## 2. Balance hídrico de la cuenca

Para realizar el balance hídrico de la cuenca del Arroyo Colorado, se hizo uso de la expresión siguiente:

$$P = E + R + I + dw$$

donde:

P = precipitación

E = evapotranspiración real

R = escorrentía superficial

I = infiltración total

dw = variación de las reservas

### 2.1 Precipitación

El valor adoptado para la precipitación, resulta de los valores de precipitación media anual registrada por:

Aparato	Lugar	P.m.a. (mm)
Pluviógrafo	La Redonda	359
Pluviómetro totalizador	Cienaguillas	363
Pluviómetro totalizador	Llulluchayoc	424
Valor promedio		382 mm

CUADRO 2  
 PROYECTO NOA HIDRICO  
 SEGUNDA FASE

REGIMEN DEL A° COLGRADO EN EL MURO AFLORADOR

Area de la cuenca = 891,75 Km<sup>2</sup>

Modulo (1978-1980) = 0,126 m<sup>3</sup>/s

Caudal específico = 0,141 l/s/Km<sup>2</sup>

MES	CAUDAL ABSOLUTO Q m <sup>3</sup> /s	CAUDAL RELATIVO	CAUDAL ESPECIFICO q l/s /Km <sup>2</sup>	LAMINA DE AGUA ESCURRIDA mm
SETIEMBRE	0,082	0,65	0,091	0,23
OCTUBRE	0,075	0,60	0,084	0,22
NOVIEMBRE	0,081	0,64	0,090	0,23
DICIEMBRE	0,212	1,68	0,237	0,63
ENERO	0,188	1,49	0,210	0,56
FEBRERO	0,117	0,93	0,131	0,32
MARZO	0,136	1,08	0,152	0,41
ABRIL	0,095	0,75	0,103	0,27
MAYO	0,118	0,94	0,132	0,35
JUNIO	0,135	1,07	0,151	0,39
JULIO	0,140	1,11	0,156	0,37
AGOSTO	0,128	1,01	0,143	0,34

Area : ARROYO COLORADO

Provincia : JUJUY

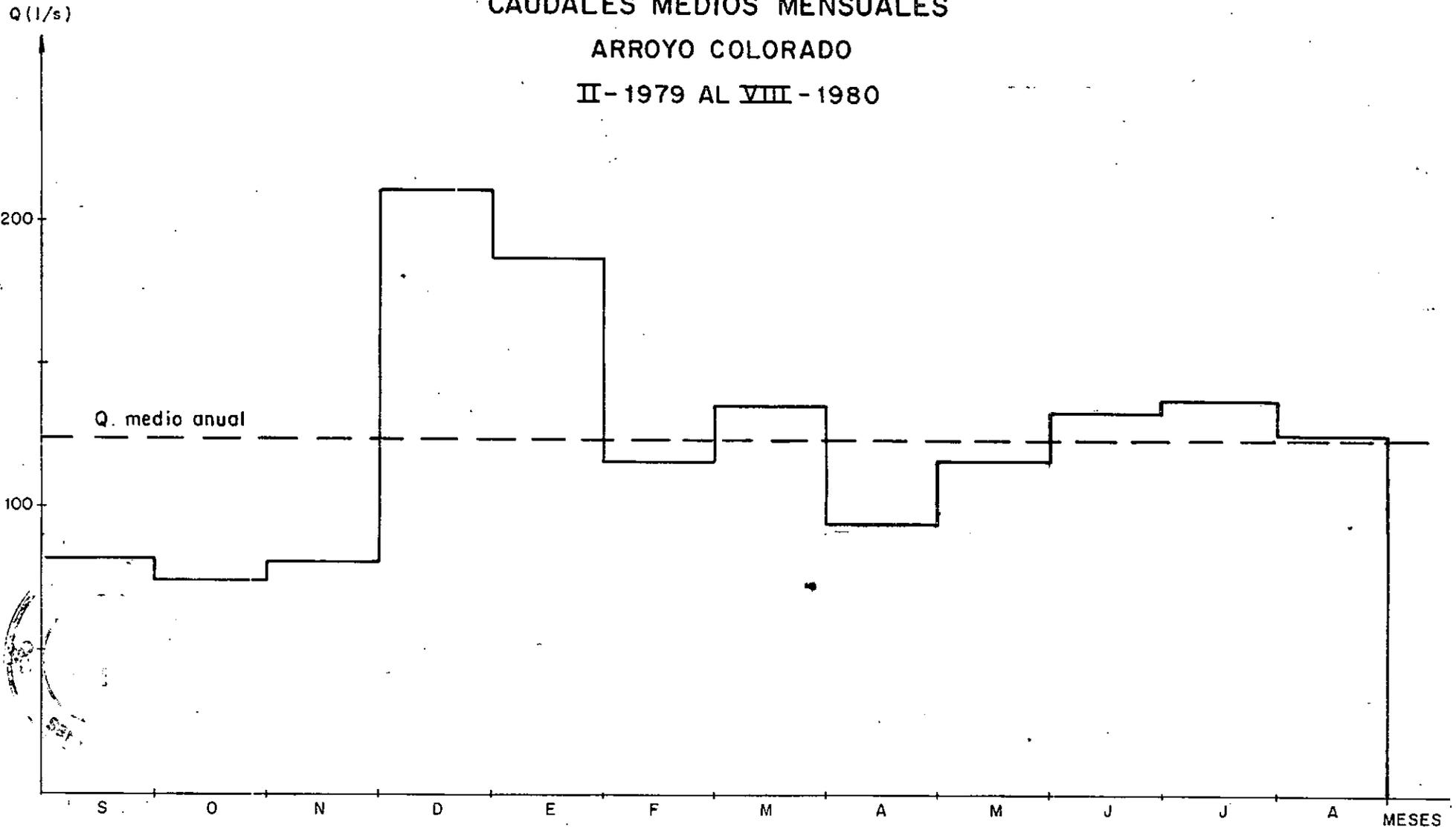
PROYECTO NOA HIDRICO

SEGUNDA FASE

### CAUDALES MEDIOS MENSUALES

ARROYO COLORADO

II-1979 AL VIII-1980



GRAFICO

### 2.2 Evapotranspiración real

La evapotranspiración real anual media se calculó con la fórmula de L. Ture:

$$E = \frac{P}{0,9 + \frac{P^2}{L^2}} \quad \text{y} \quad L = 300 + 25 T^\circ + 0,05 T^{\circ 3}$$

Siendo T = temperatura media anual en La Redonda = 7,72°C.

El valor resultante es de E = 317 mm.

También se calculó la evapotranspiración real con la fórmula Cutagne:

$$E = R - \frac{1}{1,8 + 0,14 T} P^2$$

resultando E = 304 mm.

Se adaptó para el balance el valor arrojado por la fórmula de L. Ture, o sea:

Evapotranspiración real anual media en la Cuenca del Arroyo Colorado = 317 mm.

### 2.3 Escorrentía superficial

La escorrentía superficial para todo el año (Cuadro No.2) es de 0,126 m<sup>3</sup>/s/año.

Luego el balance resulta:

### Balance hídrico

Aportes y entradas	Pérdidas o salidas
Precipitación (P) $0,382 \text{ m} \times 891,75 \times 10^6 \text{ m}^2 =$ $= 340,6 \text{ Hm}^3$	Evaporación real (E) $0,317 \text{ m} \times 891,75 \times 10^6 \text{ m}^2 = 282,7 \text{ Hm}^3$ Escorrentía superficial (R) $0,126 \text{ m}^3/\text{s} \times 31.536.000 \text{ s} =$ $= 3,973 \text{ Hm}^3$ Infiltración y variación de reservas ( $I \pm \text{dir}$ ) $= 53,93 \text{ Hm}^3$ Total = $340,6 \text{ Hm}^3$

### 3. Recomendación

Dadas las escasas registraciones con que se cuenta en el área de estudio y a los efectos de lograr un record mayor de valores más confiables, se recomienda continuar con las mismas en las distintas estaciones de control instaladas en la cuenca.

Planillas de Registros Diarios

# PROYECTO NOA HIDRICO SEGUNDA FASE

SECCION DE AFORO: ARROYO COLORADO

AREA: ARROYO COLORADO PROVINCIA: JUJUY

Altura: 4,200 m. s.n.m. Latitud: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_

MES: ABRIL AÑO: 19 80

LECTOR DE ESCALA: Pánfilo MAIZARES

D 1 A	LECTURAS DE ESCALA (cm)		CAUDAL DIARIO Qm (m <sup>3</sup> /seg.)	AFOROS Q. (m <sup>3</sup> /seg.)	OBSERVACIONES
	Hs. 08,00	Hs. 18,00			
1	22	21	0,106		$Q_{com} = 0,114 \text{ m}^3/\text{s.}$
2	23	22	0,129		
3	22	21	0,106		
4	22	21	0,106		
5	22	21	0,106		
6	22	21	0,106		
7	22	21	0,106		
8	22	21	0,106		
9	22	21	0,106		
10	22	21	0,106		
11	22	21	0,106		
12	22	21	0,106		
13	22	20	0,099		
14	22	20	0,099		
15	22	20	0,099		
16	22	21	0,106		
17	23	22	0,129		
18	23	22	0,129		
19	23	22	0,129		
20	23	22	0,129		
21	23	22	0,129		
22	22	22	0,117		
23	22	22	0,117		
24	22	22	0,117		
25	23	22	0,129		
26	23	22	0,129		
27	23	22	0,129		
28	23	22	0,129		
29	22	22	0,117		
30	22	22	0,117		
31	-	-	-		

# PROYECTO NOA HIDRICO SEGUNDA FASE

SECCION DE AFORO: ARROYO COLORADO

AREA: ARROYO COLORADO PROVINCIA: JUJUY

Altura: 4.200 m. snm. Latitud: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_

MES: MAYO AÑO: 1980

LECTOR DE ESCALA: Perfilo MAIZARES

D I A	LECTURAS DE ESCALA (cm)		CAUDAL DIARIO Qm (m <sup>3</sup> /seg.)	AFOROS Q. (m <sup>5</sup> /seg.)	OBSERVACIONES
	Hs. 08,00	Hs. 18,00			
1	22	22	0,144		Q <sub>prom</sub> = 0,137 m <sup>3</sup> /s.
2	22	22	0,144		
3	22	22	0,144		
4	23	22	0,129		
5	23	22	0,129		
6	23	22	0,129		
7	23	22	0,129		
8	23	22	0,129		
9	23	22	0,129		
10	23	22	0,129		
11	23	22	0,129		
12	23	22	0,129		
13	23	22	0,129		
14	23	22	0,129		
15	23	22	0,129		
16	23	22	0,129		
17	23	22	0,129		
18	23	22	0,129		
19	23	22	0,129		
20	23	22	0,129		
21	24	23	0,159		
22	24	23	0,159		
23	24	23	0,159		
24	24	23	0,159		
25	24	22	0,144		
26	24	22	0,144		
27	22	22	0,144		
28	24	22	0,144		
29	24	22	0,144		
30	24	22	0,144		
31	24	22	0,144		

# PROYECTO NOA HIDRICO SEGUNDA FASE

SECCION DE AFORO: ARROYO COLORADO

AREA: ARROYO COLORADO PROVINCIA: JUJUY

Altura: ..... Latitud: ..... Longitud: .....

MES: JUNIO AÑO: 19 80

LECTOR DE ESCALA: .....

D I A	LECTURAS DE ESCALA (cm)		CAUDAL DIARIO Qm (m <sup>3</sup> /seg.)	AFGROS Q. (m <sup>3</sup> /seg.)	OBSERVACIONES
	Hs. 08,00	Hs. 18,00			
1	24	22	0,144		Q <sub>mm</sub> = 0,155 m <sup>3</sup> /s.
2	24	22	0,144		
3	24	22	0,144		
4	24	22	0,144		
5	24	22	0,144		
6	24	22	0,144		
7	24	22	0,144		
8	24	23	0,159		
9	24	23	0,159		
10	24	23	0,159		
11	24	23	0,159		
12	24	23	0,159		
13	24	23	0,159		
14	24	23	0,159		
15	24	23	0,159		
16	24	23	0,159		
17	24	23	0,159		
18	24	23	0,159		
19	24	23	0,159		
20	24	23	0,159		
21	24	23	0,159		
22	24	23	0,159		
23	24	23	0,159		
24	24	23	0,159		
25	24	23	0,159		
26	24	23	0,159		
27	24	23	0,159		
28	24	23	0,159		
29	24	23	0,159		
30	24	23	0,159		
31	-	-	-		

# PROYECTO NOA HIDRICO

## SEGUNDA FASE

SECCION DE AFORO: ARROYO COLORADO

AREA: ARROYO COLORADO PROVINCIA: JUJUY

Altura: ..... Latitud: ..... Longitud: .....

MES: JULIO AÑO: 1980

LECTOR DE ESCALA: Perfil MAIZARES

D I A	LECTURAS DE ESCALA (cm)		CAUDAL DIARIO Qm (m <sup>3</sup> /seg.)	AFOROS Q. (m <sup>3</sup> /seg.)	OBSERVACIONES
	Hs. 08,00	Hs. 18,00			
1	24	23	0,159		Q <sub>med</sub> = 0,160 m <sup>3</sup> /s.
2	24	23	0,159		
3	24	23	0,159		
4	24	23	0,159		
5	24	23	0,159		
6	24	23	0,159		
7	24	23	0,159		
8	24	23	0,159		
9	24	23	0,159		
10	24	23	0,159		
11	24	23	0,159		
12	24	23	0,159		
13	24	23	0,159		
14	24	23	0,159		
15	24	23	0,159		
16	24	23	0,159		
17	24	23	0,159		
18	24	23	0,159		
19	24	23	0,159		
20	24	23	0,159		
21	24	23	0,159		
22	24	23	0,159		
23	24	23	0,159		
24	24	23	0,159		
25	24	23	0,159		
26	24	23	0,159		
27	24	23	0,159		
28	24	23	0,159		
29	24	23	0,159		
30	24	23	0,159		
31	28	25	0,198		

# PROYECTO NOA HIDRICO SEGUNDA FASE

SECCION DE AFORO: ARROYO COLORADO

AREA: ARROYO COLORADO PROVINCIA: JUJUY

Altura: Latitud: Longitud:

MES: AGOSTO AÑO: 1980

LECTOR DE ESCALA:

D I A	LECTURAS DE ESCALA (cm)		CAUDAL DIARIO	AFOROS	OBSERVACIONES
	Hs. 08,00	Hs. 18,00	Qm (m <sup>3</sup> /seg.)	Q. (m <sup>3</sup> /seg.)	
1	28	25	0,198		Q <sub>mm</sub> = 0,154 m <sup>3</sup> /s.
2	28	25	0,198		
3	24	22	0,144		
4	24	22	0,144		
5	24	22	0,144		
6	25	24	0,175		
7	25	24	0,175		
8	25	24	0,175		
9	25	24	0,175		
10	25	24	0,175		
11	25	24	0,175		
12	25	24	0,175		
13	25	24	0,175		
14	25	24	0,175		
15	25	24	0,175		
16	25	24	0,175		
17	25	24	0,175		
18	24	22	0,144		
19	24	22	0,144		
20	24	22	0,144		
21	23	22	0,129		
22	23	22	0,129		
23	23	22	0,129		
24	23	22	0,129		
25	23	22	0,129		
26	29	22	0,129		
27	23	22	0,129		
28	23	22	0,129		
29	23	22	0,129		
30	23	22	0,129		
31	23	22	0,129		

# PROYECTO NOA HIDRICO SEGUNDA FASE

SECCION DE AFORO: ARROYO COLORADO

AREA: ARROYO COLORADO PROVINCIA: JUJUY

Altura: 4.200 m.s.n.m. Latitud: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_

MES: SEPTIEMBRE AÑO: 19 80

LECTOR DE ESCALA: PANFILO MATZARES

D I A	LECTURAS DE ESCALA (cm)		CAUDAL DIARIO Qm (m <sup>3</sup> /seg.)	AFOROS Q. (m <sup>3</sup> /seg.)	OBSERVACIONES
	Hs. 08,00	Hs. 18,00			
1	23	22	0.129		Q <sub>min</sub> = 0.103 m <sup>3</sup> /s
2	22	21	0.106		
3	22	21	0.106		
4	22	21	0.106		
5	22	21	0.106		
6	22	21	0.106		
7	22	21	0.106		
8	22	21	0.106		
9	22	21	0.106		
10	22	21	0.106		
11	22	21	0.106		
12	22	21	0.106		
13	22	21	0.106		
14	22	21	0.106		
15	22	21	0.106		
16	22	21	0.106		
17	22	21	0.106		
18	22	21	0.106		
19	22	21	0.106		
20	22	21	0.106		
21	22	21	0.106		
22	22	21	0.106		
23	22	21	0.106		
24	22	21	0.106		
25	20	21	0.090		
26	20	21	0.090		
27	20	21	0.090		
28	20	21	0.090		
29	20	21	0.090		
30	20	21	0.090		
31					

A N E X O II

INFORME SOBRE EL MURO AFLORADOR DE ARROYO COLORADO

Area: ARROYO COLORADO

(Provincia de Jujuy)

PROYECTO NOA HIDRICO  
SEGUNDA FASE

Realizado por: Ing. Luis Cuosta Diogo  
Consultor en Ingeniería Hidráulica  
(Naciones Unidas)

A Ñ O 1980

## I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1. Objetivo	1
2. Necesidades hídricas	1
3. Recursos	3
3.1. Introducción	3
3.2. Precipitación y evapotranspiración	3
3.3. Escorrentía superficial	4
3.4. Aportación subálvea	5
3.5. Aportación total	7
3.6. Balance	9
4. Desarrollo del riego	10
5. Mejora de la infraestructura existente	10
5.1. Toma	10
5.2. Canales de alimentación	11
6. Aprovechamiento final	12
6.1. Pantalla de impermeabilización	13
6.2. Pozos	14
7. Evaluación de alternativas	15
7.1. Pantalla de impermeabilización	15
7.2. Pozos	16
7.3. Comparación	17
8. Conclusiones	18
9. Referencias	19

## 1. Objetivo

El objetivo del presente informe es analizar los medios disponibles para aumentar la cantidad de agua derivada por el muro aflorador existente en Arroyo Colorado, así como recomendar el más apropiado.

No se analiza por lo tanto la red de distribución de agua ni se incluye la descripción de la zona regable o de la infraestructura existente puesto que estos puntos han sido objeto de informes específicos (véase su relación al final).

## 2. Necesidades hídricas

El caudal de agua requerido es, fundamentalmente, el destinado al riego, ya que las necesidades de otro tipo tienen una importancia relativa muy inferior.

Por ello se han calculado las necesidades de agua con base a la dotación bruta prevista que se presenta en el cuadro No. 1. Esta dotación deberá ser aumentada con las pérdidas en el canal principal que, según se justifica más adelante, se han estimado en un 10 % del caudal realmente utilizado.

CUADRO No. 1

Meses	Dotación necesaria (l/s ha)		Caudal l/s (para 370 ha.)
	A pie de parcela	En la toma	
E	0,208	0,229	85
F	0,271	0,298	110
M	0,280	0,308	114
A	0,177	0,195	72
M	-	-	-
J	-	-	-
J	-	-	-
A	-	-	-
S	0,316	0,348	129
O	0,373	0,410	152
N	0,433	0,476	176
D	0,350	0,385	142

Por lo tanto el mes crítico es el de noviembre con una dotación de 0,476 l/s ha.

Por otro lado en el estudio de suelos se ha determinado que la superficie de terreno potencialmente regable (clases II y III) es de 500 ha., lo que requiere un caudal durante el mes de noviembre de 250 l/s.

Como este caudal es superior al disponible se hace necesario limitar la ampliación de la zona a regar a la de mejor calidad. Por ello, se supone que la superficie que se intentará poner en riego durante la fase final

del Proyecto es la perteneciente a la clase II, con un total de 370 ha., lo que requiere un caudal durante el mes crítico de 185 l/s.

En el cuadro No. 1 se ha resumido, juntamente con las dotaciones brutas a pie de parcela y en la toma, el caudal necesario para regar esta superficie.

### 3. Recursos

#### 3.1. Introducción

La información hidrológica utilizada se ha tomado del informe "Análisis del Recurso Hídrico Superficial y Subterráneo", compilado por el Proyecto en junio de 1980.

Es de destacar que, como consecuencia de la obligada brevedad del período de observación, los registros disponibles son insuficientes por lo que las conclusiones alcanzadas deben de tomarse como provisionales. Por otro lado, las características del cauce y la pequeña magnitud del caudal fluyente, pueden provocar errores que pueden ser relativamente importantes.

#### 3.2. Precipitación y evapotranspiración

La cuenca vertiente en el muro aflorador tiene una extensión de 892 Km<sup>2</sup> con alturas variables entre los 3.500 y 4.800 m.s.n.m.

La precipitación media se ha estimado en 382 mm/año que da un volumen de lluvia anual de 340,6 hm<sup>3</sup>.

La evapotranspiración real se ha estimado mediante la fórmula de Turc en 282,7 hm<sup>3</sup>/año, por lo que quedaría un remanente de 57,9 hm<sup>3</sup>/año para la escorrentía total (incluyendo fugas hacia otras cuencas) y variación de reservas.

### 3.3. Escorrentía superficial

La escorrentía superficial se ha estimado sobre la base de los registros de la estación instalada aguas arriba del muro aflorador durante el período febrero de 1979 - marzo de 1980 que, de acuerdo con la información pluviométrica disponible, puede considerarse como medio.

Los caudales medios mensuales calculados son los resumidos en el cuadro No. 2. El caudal medio anual es de 118 l/s, equivalente a una aportación media de 3,72 hm<sup>3</sup>, lo que representa una escorrentía útil de 4,2 mm y un caudal específico de 0,132 l/s Km<sup>2</sup>.

El caudal medido durante el semestre de abril a octubre en que la precipitación es prácticamente nula varía entre el 62,5 y el 100% del caudal medio. Esta escasa variación se achaca al efecto regulador del aluvial del río que actúa (comparativamente con la aportación media) como un embalse, vaciándose paulatinamente durante el estiaje y volviéndose a llenar al principio de la estación húmeda (meses de noviembre y diciembre).

Por esta misma causa se piensa que los años secos no implican una disminución importante del caudal de estiaje ya que, por escasa que haya sido la precipitación durante la estación húmeda, siempre se podrá considerar que el aluvial está recargado al principio de la estación

seca. El inferior volumen de precipitaciones durante estos años repercutirá, principalmente, sobre la escurrentía de los meses húmedos, que será muy inferior a la del año medio. Por ello, y a falta de una información hidrológica más completa que contraste la hipótesis anterior, se va a suponer que el caudal fluyente durante el estiaje de un año de tipo medio como el registrado es también representativo del de los años secos y, consecuentemente, puede tomarse como base para un riego permanente.

El caudal medio registrado en el mes crítico (noviembre) es de 80 l/s que, de acuerdo con la dotación prevista permitiría regar una superficie de 160 ha.

#### 3.4. Aportación subálvea

Dada la magnitud del aluvial existente en el cauce del Arroyo Colorado se piensa que el caudal subálveo debe ser importante.

Lamentablemente no se dispone de la información necesaria para calcularlo con precisión. Por ello, solamente se ha podido estimar su orden de magnitud en función de sus características geométricas y permeabilidad media probable. Esta estimación se efectuó en el informe hidrológico en el que, sobre la base del área de la sección transversal del aluvial, del gradiente energético y de la permeabilidad media, se llegó a la conclusión de que la aportación subálvea estaba comprendida entre un mínimo de 1 hm<sup>3</sup>/año y un máximo de 3 hm<sup>3</sup>/año.

Los dos primeros parámetros se conocen aproximadamente, ya que se sabe que:

- la profundidad y anchura media del aluvial son 30 y 200 m., por lo que su superficie se puede estimar en  $4.000 \text{ m}^2$ . En la sección del muro alforador la anchura del aluvial es de 100 m, por lo que su superficie se ha estimado en  $2.000 \text{ m}^2$ .
- el gradiente medio debe ser similar al del cauce que es, aproximadamente,  $4 \times 10^{-3}$ .

La estimación de la permeabilidad media es mucho más arriesgada ya que puede variar entre límites muy amplios. Dadas las características del material que lo compone, se ha estimado que su permeabilidad media varía entre  $2 \times 10^{-3}$  y  $6 \times 10^{-3}$  m/s.

De acuerdo con estos valores, se ha estimado que el caudal subálveo varía entre:

$$4.000 \times 2 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 32 \text{ l/s} \cong 1 \text{ hm}^3/\text{año}$$

y

$$4.000 \times 6 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 96 \text{ l/s} \cong 3 \text{ hm}^3/\text{año}$$

Es claro que estos límites son simples estimaciones que deben ser precisadas con las investigaciones de campo pertinentes.

Merece la pena señalar que el caudal subálveo debe tener una variación a lo largo del tiempo muy inferior a la del caudal superficial, ya que los parámetros que lo definen (área, gradiente y permeabilidad) tienen una variación pequeña o nula.

### 3.5. Aportación total

Según las estimaciones anteriores, la aportación total, suma de la superficial y de la subálvea, está comprendida entre 4,72 y 6,72  $\text{hm}^3/\text{año}$ , equivalentes a una escorrentia útil de 5,3 - 7,5  $\text{mm/año}$  y un caudal específico de 0,150 - 0,204  $\text{l/s Km}^2$ .

Esta aportación es muy pequeña ya que conlleva un coeficiente de escorrentia muy bajo (0,014 - 0,020) y, por otro lado, la diferencia entre el volumen de la precipitación media y la evapotranspiración real es mucho mayor (57,9 vs. 4,72-6,72  $\text{hm}^3/\text{año}$ ).

Esto podrá explicarse parcialmente por:

- una evapotranspiración real mayor que la calculada
- la existencia de fugas que no pasasen por la sección de control, bien por el límite septentrional de la cuenca o a través de la formación del subgrupo Purgua que constituye el límite occidental
- posibles captaciones no contabilizadas en la cuenca alta.

No obstante, es probable que estos factores no tengan la suficiente importancia como para superar la diferencia mencionada, por lo que es razonable pensar que la escorrentia total está más próxima al límite superior que al inferior. Por ello, y como hipótesis de trabajo que deberá ser comprobada, se admite que la escorrentia total media es de 6,72  $\text{hm}^3$ , equivalente a un caudal medio de 213  $\text{l/s}$ . En el cuadro No.2 se presenta la distribución de la aportación media total así estimada.

Guadro No. 2

APORTACION (l/s)

Meses	Aportación superficial	Aportación subálvea	Aportación total
E	188	95	283
F	117	95	212
M	136	95	231
A	92	95	187
H	99	95	194
J	116	95	211
J	120	95	215
A	102	95	197
S	82	95	177
O	75	95	170
N	81	95	176
D	212	95	307
	118	95	213

El caudal del mes crítico (noviembre) es de 176 l/s que, de acuerdo con la dotación prevista, permite regar una superficie de 370 ha., igual a la superficie de clase II existente. Esta reducida disponibilidad de agua justifica la limitación de la superficie a regar a la clase II y la necesidad de mejorar la eficiencia de los canales de alimentación.

3.6. Balance

Comparando las necesidades de agua para el riego de las 370 ha. con el caudal disponible se obtiene el balance mensual que se presenta en el cuadro No. 3.

Cuadro No. 3

BALANCE HIDRICO (l/s)

Meses	Caudal necesario	Caudal total disponible	Balance
E	85	283	198
F	110	212	102
M.	114	231	117
A	72	187	115
M	-	194	194
J	-	211	211
J	-	215	215
A	-	197	197
S	129	177	48
O	152	170	18
N	176	176	-
D	142	307	165
		213	132

#### 4. Desarrollo del regadío

En la actualidad se riegan solamente unas 60 ha. por parte de los 21 colonos existentes en el área.

Esta superficie es muy inferior a la potencialmente regable utilizando exclusivamente el caudal superficial sin regular. Por ello, se propone incrementar la superficie regada en dos fases, en la primera de las cuales se mejoraría la infraestructura existente hasta agotar las posibilidades de la escorrentía superficial, y en la segunda se aprovecharía todo el caudal sub-álveo disponible.

#### 5. Mejora de la infraestructura existente

Con la mejora de la infraestructura existente, es decir de:

- la toma para que pueda captar toda la aportación superficial disponible
- los canales de alimentación con objeto de reducir las pérdidas actuales a la cantidad considerada (un 10% de la aportación realmente utilizada)

se incrementaría el caudal de agua disponible durante el mes crítico hasta 80 l/s lo que, habida cuenta de la dotación bruta en la toma durante este mes (0,476 l/s ha.), permite ampliar la superficie regada hasta 168 ha., lo que significa un aumento del 180% sobre la superficie actualmente regada.

##### 5.1. Toma

La mejora de la toma consiste en la ampliación de la compuerta, en especial de la de la margen derecha, para que pueda admitir todo el caudal necesario y en las obras de captación que permitan derivar el caudal superficial a cualquiera de las dos tomas.

La primera, que debe acompañarse con una protección ante las crecientes normales, que alcanzan una lámina vertiente sobre el muro de 10 - 20 cm., no ofrece dificultades especiales.

Para las obras de captación se ha previsto una bandeja filtrante protegida por una doble capa de filtro y situada a lo largo del muro y que, gracias a su elevada permeabilidad permite captar el agua que discurre por la superficie y la capa superior del aluvial y dirigirlo a cualquiera de las dos tomas.

Este sistema debe de funcionar perfectamente sin más que proporcionar la suficiente capacidad de transmisión en vista del reducido gradiente disponible.

Por ello, quizás fuera conveniente instalar tubos drenantes en el interior del dren con objeto de reducir la superficie necesaria.

No obstante, hay que señalar que si este colchón drenante se construyera antes que la pantalla de impermeabilización del cauce subálveo, será necesario comprobar que la permeabilidad del aluvial que rodea el filtro es inferior a la de éste, ya que en caso contrario se favorecerá la fuga de agua por debajo del muro.

## 5.2. Canales de alimentación

Los canales actuales, cuya longitud es de 6 Km (margen derecha) y 2 Km (margen izquierda), son inadecuados para servir la prevista superficie de riego ya que:

- tienen una capacidad insuficiente
- están excavados en un material bastante permeable por lo que tienen una pérdida de agua muy importante, probablemente semejante al caudal realmente utilizado.

Por ello, es necesario aumentar su sección transversal y acondicionarlos con un revestimiento que reduzca la pérdida de agua al 10% de la utilizada.

Este revestimiento podría realizarse con mortero de cemento o, mejor, con mampostería, lo que proporcionaría una sección estable y suficientemente estanca.

#### 6. Aprovechamiento final

Si en el futuro se deseara ampliar la superficie regada por encima de las 168 ha. que constituye el límite de las posibilidades de riego con el caudal superficial, será necesario utilizar el caudal subálveo. Este, según se ha estimado, podrá proporcionar unos 3 hm<sup>3</sup>/año adicionales, lo que permitirá poner en regadío otras 202 ha., hasta completar las 370 ha. de clase II existentes.

Para obtener este incremento de caudal caben dos soluciones:

- cierre del aluvial mediante una pantalla de impermeabilización. Esta pantalla cortará el caudal que actualmente se filtra por debajo del muro lo que posibilitará su captación por la toma superficial.
- perforación de pozos en el aluvial y bombeo al canal de alimentación. Estos pozos deberían ubicarse lo suficientemente lejos del muro aflorador como para evitar afectar al caudal superficial derivado.

### 6.1. Pantalla de impermeabilización

El aluvial a impermeabilizar tiene una anchura de 100 m. y una profundidad de 30 m. por lo que su superficie se ha estimado en 2.000 m<sup>2</sup>. No obstante estas magnitudes, al igual que las características del material y caudal medio, deberán ser verificadas mediante una campaña de investigaciones de campo.

En principio, la impermeabilización podría conseguirse mediante inyecciones de cemento o mediante una pantalla continua de hormigón plástico.

Sin embargo, el primer método para impermeabilizar el aluvial no es conveniente ya que este tipo de pantalla puede tener fugas de algunas decenas de l/s lo que, en este caso, significaría una parte importante del caudal subálveo que se pretende captar.

Por ello, la solución más idónea para las condiciones existentes en el arroyo Colorado es la constituida por una pantalla continua excavada con lados bentoníticos y rellena con hormigón plástico constituido por una mezcla de arena, cemento, arcilla, bentonita y agua.

La factibilidad técnica de este tipo de pantalla parece asegurada ya que:

- se puede alcanzar la profundidad máxima de 30 m. con máquinas provistas de cuchara bivalva.
- el aluvial no parece tener materiales con un tamaño excesivo por lo que podrá ser excavado con facilidad.

El único problema reside en el elevado coste de este tipo de pantalla que, en este caso, está acentuado por su ubicación en la Puna, lo que implica unos costes de movilización elevados y unos rendimientos pequeños a causa de la altitud.

## 6.2. Pozos

El caudal subálveo aprovechado con la pantalla de impermeabilización podría obtenerse también mediante pozos perforados en el aluvial y bombeo al canal de alimentación.

En el cuadro No. 4 se ha calculado el déficit de escorrentía superficial existente para completar las 370 ha. de riego, el mismo que debe ser suplido con agua bombeada desde los pozos.

Cuadro No. 4

BALANCE DE ESCORRENTIA SUPERFICIAL (l/s)

Meses	Caudal superficial	Necesidades	Diferencia	Caudal a extraer de pozos
E	188	85	103	-
F	117	110	7	-
M	136	114	22	-
A	92	72	20	-
M	99	0	99	-
J	116	0	116	-
J	120	0	120	-
A	102	0	102	-
S	82	129	- 47	47
O	75	152	- 77	77
N	81	176	- 95	95
D	212	142	70	-

Según este cálculo, solamente sería necesario extraer agua durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, con un volumen total próximo a  $0,6 \text{ hm}^3/\text{año}$  y un caudal punta de  $95 \text{ l/s}$ , equivalente a  $340 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Dadas las características del aluvial se cree que este caudal podría ser extraído con 2 - 3 pozos de 1,50 m. de diámetro y 10 - 14 m. de profundidad, provistos con drenes radiales. La utilización de pozos simples es menos conveniente ya que requerirá multiplicar el número de pozos, lo que complicaría excesivamente su explotación y mantenimiento.

Estos pozos estarían ubicados en las proximidades del canal de la margen derecha y 2 - 4 Km aguas abajo del muro aflorador para evitar la afección al caudal superficial captado.

## 7. Evaluación de Alternativas

### 7.1. Pantalla de impermeabilización

El corte aproximado de la pantalla de impermeabilización se ha estimado tras consulta a una casa especializada en este tipo de trabajos. Con la información suministrada se ha calculado el coste de dos tipos de pantalla:

- pantalla continua de 0,60 m. de ancho excavada con lodos bentoníticos y rellena de hormigón plástico
- pantalla doble de inyecciones con perforaciones cada 1,5 m. provistas con tubos con manguitos, con un consumo medio de cemento de  $250 \text{ Kg/m}$ . Una de las líneas de inyección se sitúa sobre el eje del muro y la otra aguas arriba del mismo.

en las hipótesis:

- la longitud de la pantalla es de 100 m. y sus profundidades máxima y media 30 y 20 m. y su superficie total 2.000 m<sup>2</sup>.
- la profundidad del muro "impermeable" es de 10 m. por debajo del nivel del aluvial.

En estos supuestos el coste de ambas pantallas es semejante, con un importe total próximo a U\$S 1.000.000 y un coste unitario de 500 \$/m<sup>2</sup>.

Dada la semejanza de los costes y la indudable superioridad de la pantalla continua sobre la de inyecciones, se elige la primera como solución más adecuada para la impermeabilización del aluvial.

## 7.2. Pozos

No existe experiencia en la región sobre la construcción de pozos con drenes radiales por lo que no es posible estimar su coste. Por ello, este coste se va a asimilar al de la construcción de los pozos simples que proporcionasen el mismo caudal y volumen de agua. No se dispone de información para cuantificar este número de pozos; no obstante, en una primera aproximación se ha estimado que harían falta 20 - 25 pozos, cuyo coste, incluyendo la infraestructura necesaria para su explotación, se ha estimado en U\$S 400.000 - 600.000.

Este coste de primera instalación deberá incrementarse, para hacerlo comparable con el de la pantalla, con el valor actualizado de los gastos anuales de mantenimiento y explotación. Estos se han estimado en 16.000 U\$S/año que, capitalizados al 7% durante 25 años, equivalen a una inversión de U\$S 186.000. Por lo tanto, el coste total de esta alternativa sería del orden de U\$S 600.000 - 800.000.

### 7.3. Comparación

Dentro del margen de error que conllevan las estimaciones anteriores se puede afirmar que la explotación del caudal subálveo mediante pozos es un 20 - 40% más barata que mediante una pantalla de impermeabilización.

A pesar de ello, se cree que la única solución realmente factible es la pantalla, ya que la explotación por pozos es, en la práctica, muy problemática, porque:

- es probable que los escasos beneficios que proporciona la agricultura en esta región no permita a los colonos hacer frente a los elevados costes anuales del sistema, por lo que, aún disponiendo de los pozos, no los podrían utilizar con la necesaria intensidad.
- es posible que los colonos de la zona no puedan desarrollar la clase de organización necesaria para explotar y mantener adecuadamente los pozos.

Por el contrario, la pantalla de impermeabilización proporciona una explotación del caudal subálveo simple y libre de cargas cuya factibilidad (dejando aparte las consideraciones económicas) es indudable.

Sin embargo, la rentabilidad de esta inversión es muy baja ya que el coste de la pantalla, sin incluir el de la infraestructura necesaria para la ampliación de la zona regada, es muy alto, del orden de 5.000 \$/ha., que solamente se justificaría por consideraciones sociopolíticas.

## 8. Conclusiones

Como conclusión, del análisis realizado se puede afirmar que:

- es posible aumentar significativamente la superficie actualmente regada mediante la mejora en la infraestructura existente. Esta mejora consistiría en el acondicionamiento de la toma y en el revestimiento parcial • total de los canales principales. Estas medidas permitirían elevar la superficie regada hasta 170 ha.
- para ampliar el riego por encima de esta superficie es necesario aprovechar el caudal subálveo.
- el método que se juzga más conveniente para captar este caudal es la construcción de una pantalla continua junto al muro aflorador. Esto permitirá aprovechar un caudal estimado en 95 l/s con el que se podría poner en riego 200 ha. más.
- el coste de esta pantalla se ha estimado en U\$S 1.000.000, lo que representa un coste unitario de 5.000 U\$S/ha.

Hay que resaltar que las conclusiones anteriores se deben de tomar como provisionales, ya que se basan en una información insuficiente que ha habido que complementar con hipótesis razonables.

Por ello, cualquier inversión por encima de la simple mejora de la infraestructura existente, deberá ser precedida por las investigaciones necesarias para fundamentar las hipótesis utilizadas.

En particular es importante continuar y ampliar la campaña de investigaciones hidrológicas emprendida por este Proyecto para poder llegar a establecer un balance hídrico de la cuenca. Hay que señalar, por otra parte, que la

cuenca del arroyo Colorado podría servir como cuenca piloto para el estudio hidrológico de regiones de características similares.

Igualmente, el eventual diseño de la pantalla deberá estar precedido por las investigaciones de campo que conduzcan al establecimiento de:

- el caudal subálveo medio
- la geometría y características del aluvial.

Estas investigaciones se resumirían en 4 - 6 sondeos mecánicos con determinaciones granulométricas y en las pruebas de permeabilidad necesarias para calcular la transmisibilidad media.

## 9. Referencias

Los informes sobre Arroyo Colorado consultados para la elaboración del presente estudio son:

- "Geología de superficie y prospección geoelectrica"
- "Relevamiento topográfico"
- "Análisis del recurso hídrico superficial y subterráneo"
- "Cálculo y análisis de la demanda de agua"

todos ellos elaborados por el personal técnico del Proyecto NOA Hídrico.

Salta, noviembre de 1980

A P E N D I C E

EVALUACION ECONOMICA DE ALTERNATIVAS EN MONEDA DE LA REPUBLICA  
ARGENTINA.

1. Pantalla de impermeabilización

El coste aproximado de la pantalla de impermeabilización se ha estimado tras consulta a una casa especializada en este tipo de trabajos. Con la información suministrada se ha calculado el coste de dos tipos de pantalla:

- pantalla continua de 0,60 m. de ancho excavada con lados bentónicos y rellena de hormigón plástico.
- pantalla doble de inyecciones con perforaciones cada 1,5 m. provistas con tubos con manguitos, con un consumo medio de cemento de 250 Kg/m. Una de las líneas de inyección se sitúa sobre el eje del muro y la otra aguas arriba del mismo.

en las hipótesis:

- la longitud de la pantalla es de 100 m. y sus profundidades máxima y media 30 y 20 m. y su superficie total  $2.000 \text{ m}^2$ .
- la profundidad del muro "impermeable" es de 10 m. por debajo del nivel del aluvial.

En estos supuestos el coste de ambas pantallas es semejante, con un importe total de pesos 1.968.000.000 aproximadamente y un coste unitario de 984.000 pesos/ $\text{m}^2$ .

Dada la semejanza de los costes y la indudable superioridad de la pantalla continua sobre la de inyecciones, se elige la primera como solución más adecuada para la impermeabilización del aluvial.

2. Pozos

No existe experiencia en la región sobre la construcción de po

zos con drenes radiales por lo que no es posible estimar su coste. Por ello, este coste se va a asimilar al de la construcción de los pozos simples que proporcionasen el mismo caudal y volumen de agua. No se dispone de información para cuantificar este número de pozos; no obstante, en una primera aproximación se ha estimado que harían falta 20 - 25 pozos, cuyo coste, incluyendo la infraestructura necesaria para su explotación, se ha estimado en 780.000.000 a 1.200.000.000 pesos.

Este coste de primera instalación deberá incrementarse, para hacerlo comparable con el de la pantalla, con el valor actualizado de los gastos anulados de mantenimiento y explotación. Estos se han estimado en 31.488.000 pesos/año que, capitalizados al 7 % durante 25 años, equivalen a una inversión de 366.048.000 pesos. Por lo tanto, el coste total de esta alternativa sería del orden de 1.200.000.000 - 1.600.000.000 pesos.