

25142

906

CATALOGADO

X DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL AGUA

Area: CAÑAL DE DIOS

(Provincia de Santiago del Estero)

Tomo I-Informe

PROYECTO NOA - HIDRICO

SEGUNDA FASE

H. 1112  
X.12

Realizado por: César Marcelo Abdo —  
Ingeniero Civil

Pedro José Romagnoli  
Ingeniero Civil

AÑO : 1979

# I N D I C E

Pág.

## DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL AGUA

<u>Introducción</u>	1
1. <u>Comportamiento hidráulico del canal.</u>	1
1.1 Instalación de estaciones de aforo.	2
1.1.1 Descripción.	2
1.1.2 Ubicación.	2
1.2 Mediciones y determinaciones realizadas.	2
1.2.1 Pendiente.	3
1.2.2 Velocidad.	3
1.2.3 Secciones transversales.	3
1.2.4 Coeficiente de rugosidad.	4
1.2.5 Curva de gasto.	5
1.2.6 Caudales.	5
2. <u>Cuantificación del recurso.</u>	5
2.1 Estimación de las pérdidas por infiltración.	5
2.2 Estimación de las pérdidas por evaporación.	7
2.3 Caudales disponibles en las condiciones actuales y en los originales de proyecto.	10
3. <u>Calidad del agua</u>	15
3.1 Muestreo y análisis químicos.	15
3.2 Clasificación por aptitud de uso.	15

/...

/...

	<u>Pág.</u>
4. <u>Estimación de los consumos.</u>	15
4.1 Población	18
4.2 Ganadería.	18
4.3 Riego.	18
5. <u>Disponibilidad de agua</u>	22
5.1 Disponibilidad actual.	23
5.2 Disponibilidad de proyecto.	24
6. <u>Operación del canal sobre la base de los distintos usos.</u>	25
7. <u>Conclusiones y recomendaciones.</u>	25
8. <u>Bibliografía.</u>	28

## INDICE DE CUADROS

<u>Quadro N°</u>		<u>Página</u>
1	Relevamiento de Represas (Entre Caburé y Los Pirpintos).	8 - 9
2	Pérdidas por infiltración y evaporación.	10
3	Comparación de caudales para Cruz Bajada.	11
4	Comparación de caudales para Urutaí.	12
5	Comparación de caudales para Los Tigres.	12
6	Comparación de caudales para Los Pirpintos.	12-13
7	Caudales disponibles en condiciones actuales.	13
8	Caudales disponibles en condiciones de proyecto.	14
9	Tabla de comparación de análisis químicos de agua con aptitud para riego.	16
10	Análisis granulométricos del sedimento depositado.	17
11	Estimación de consumos para población y ganadería.	19
12	Consumos mensuales para riego en Area Canal de Dios.	20
13	Consumos medios y pérdidas totales.	21
14	Pérdidas en los Ramales.	22
15	Balance de disponibilidades y consumos medios en condiciones actuales.	23
16	Balance de disponibilidades y consumos medios en condiciones de proyecto.	24
17	Diagrama operativo del canal.	26

DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DEL AGUA

Area: CANAL DE DIOS (Provincia de Santiago del Estero)

INTRODUCCION

El "Canal de Dios", de 229 Km. de extensión, ha sido construido por la Provincia de Santiago del Estero con el fin de proveer de agua para abastecimiento de las poblaciones aledañas, ganadería y para la creación de pequeñas áreas de riego. La obra que nace en el Río Salado, en las proximidades del límite de Santiago del Estero con Salta, atraviesa todo el Chaco Santiagueño y termina en la frontera este con la Provincia del Chaco, en las cercanías de Pampa de los Guanacos.

Esta obra ha sido concretada en muy breve tiempo y la problemática de su aprovechamiento, así como la optimización del recurso para cumplir los objetivos propuestos, se encaran en el presente estudio que el PROYECTO NOA HIDRICO ha desarrollado a pedido del Gobierno Provincial.

1. Comportamiento Hidráulico del Canal

Dada las características del canal -sin revestir-, su largo recorrido -con derivaciones construidas a Campo Gallo, El Desierto, Campo Experimental Los Tigres, Campo Experimental Pampa de los Guanacos y otras utilizaciones detectadas en su curso-, las distintas condiciones de los terrenos atravesados -zonas de paleocauces, derrames y erosivas-, y los accidentes artificiales y naturales como son las lagunas que lo interceptan, hacen necesaria la cuantificación de los caudales de conducción y la estimación de las pérdidas consiguientes.

/...

Con el relevamiento de la obra efectuado se han verificado además, aquellos parámetros que permiten el análisis hidráulico del sistema y su comparación con las previsiones del proyecto ejecutivo preparado para su construcción. Las acciones desarrolladas para ello se describen a continuación:

## 1.1 Instalación de estaciones de aforo

### 1.1.1 Descripción

A los efectos de proceder a la medición o aforo de los caudales de conducción, se colocaron escalas hidrométricas en puntos escogidos del canal con el objeto de registrar las variaciones de nivel. En correspondencia con las mismas se establecieron las secciones de control, en donde periódicamente y en forma sistemática se realizaron determinaciones de velocidades, con el método del molinete contrastado con la toma de velocidades superficiales mediante flotadores, relevándose las geometrías de las secciones en oportunidad de cada medición a fin de tener en cuenta la erosión o sedimentación que pudiera modificarla.

### 1.1.2 Ubicación

La ubicación de las seis secciones de control establecidas a lo largo del canal se muestran en el Plano N° 1 del Anexo Ia. La misma responde fundamentalmente al criterio de determinar disponibilidades del recurso en los lugares de aprovechamiento o uso significativo del mismo.

## 1.2 Mediciones y determinaciones realizadas

Con el objeto de evaluar si las actuales condiciones de funcionamiento del canal responden a las de proyecto y si satisfacen las necesidades previstas en el estudio, se procedió a verificar los parámetros que se indican a continuación.

/...

### 1.2.1 Pendiente

Se realizaron mediciones mediante nivelación geométrica sobre tramos aislados, fundamentalmente frente a cada pueblo, y en longitudes que varían desde los 200 m. hasta los 700 m. Se determinaron cotas de solera y de pelo de agua obteniéndose resultados que concuerdan con las pendientes establecidas en el proyecto.

### 1.2.2 Velocidad

Con el fin de poder evaluar el volumen de agua transportado, se determinó el valor de la velocidad mediante aforos sistemáticos realizados con molinete hidrométrico Universal (hélice N° 2 con rango de velocidades entre 0,359 m/seg. y 3,063 m/seg.), tomándose verticales sobre cada punto del canal que manifieste un cambio de relieve en su fondo que sea apreciable; sobre cada vertical se realizaron tres mediciones de velocidad que corresponden a las tres profundidades adecuadas para este tipo de aforo o sea a profundidades que responden a 0,2; 0,6 y 0,8 del tirante.

También se usó, en casos especiales, el Micromolinete Hidrométrico (rango de velocidades entre 1 cm/s. y 1 m/seg.).

Las velocidades obtenidas varían entre 0,4 y 0,5 m/seg. en general.

En correspondencia con cada aforo realizado con molinete hidrométrico, en cada una de las secciones de aforos establecidas, se realizaron mediciones de velocidades superficiales mediante flotadores afectadas por el coeficiente de corrección de 0,85, el que se ha adoptado de acuerdo al tipo de aforo y a las características de la conducción.

### 1.2.3 Secciones transversales

A más del respectivo relevamiento de la geometría de las secciones, practicado en oportunidad de cada uno de los aforos realizados (ver

/...

Anexo I.c), se hizo la verificación de las mismas -a todo lo largo del canal- tomando secciones transversales cada 10 Km. La ubicación planimétrica y la gráfica de dichas secciones puede verse en el Plano N° 2. El intervalo adoptado de 10 Km. se considera suficiente para la finalidad perseguida en esta verificación.

De la comparación de las actuales secciones del canal con las del proyecto ejecutivo, como puede verse en el citado plano, surge que estas últimas han sufrido modificaciones por efectos de los depósitos de sedimento y/o erosión. Se puede observar así que el canal ha visto reducida, en general, su capacidad ya que el material que constituye sus taludes responde a un ángulo menor que el supuesto en el proyecto, produciéndose entonces una disminución del ancho de solera.

Además, por efecto de la sedimentación del material en suspensión los tirantes máximos se han reducido, disminuyendo en consecuencia también la capacidad de conducción.

1.2.4 Coefficiente de rugosidad

Con los resultados de los aforos, el relevamiento de la sección correspondiente y haciendo uso de la fórmula de Manning se determinó el coeficiente de rugosidad que responde al comportamiento actual del canal, estableciéndose para el coeficiente n de la fórmula de Manning un valor:

$$n = 0,0178$$

ó sea:

$$Q_m = v \cdot A_c$$

siendo:  $Q_m$  = Caudal medido

$A_c$  = Area de control

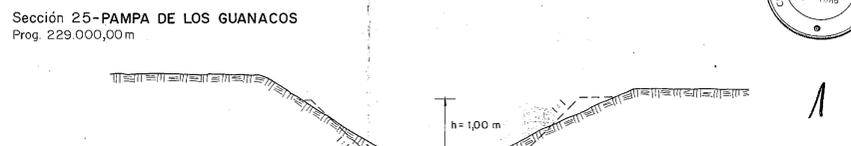
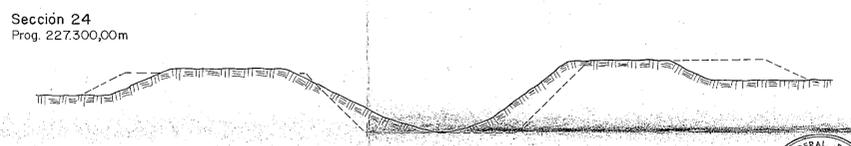
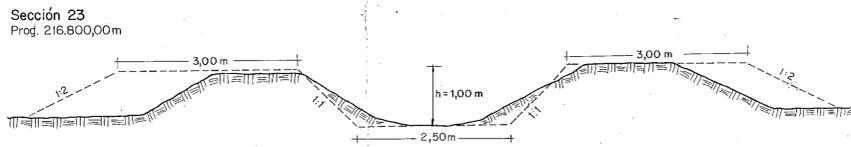
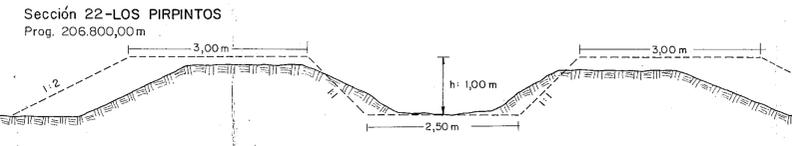
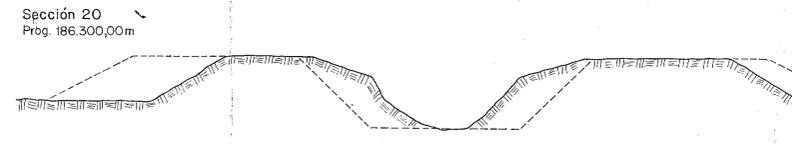
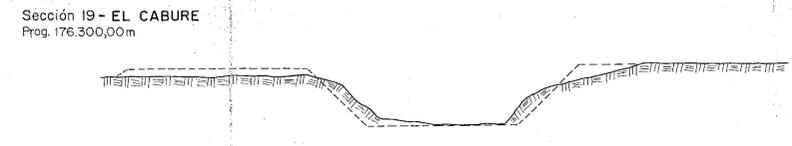
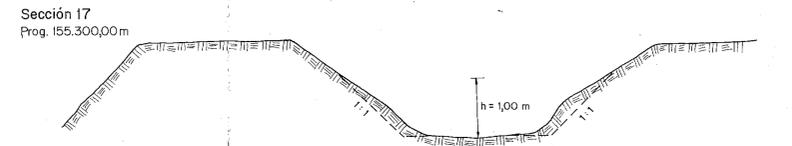
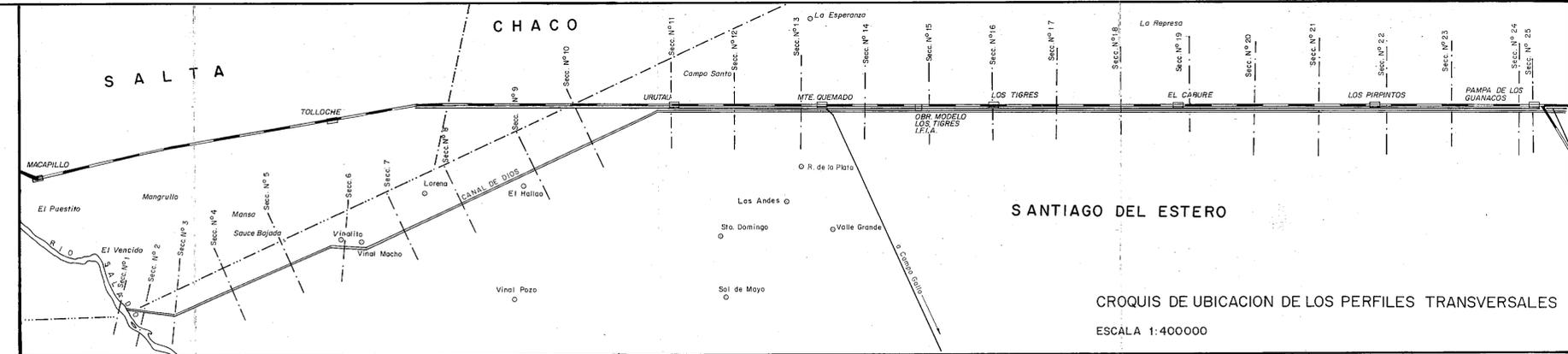
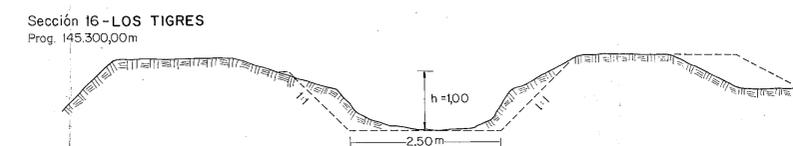
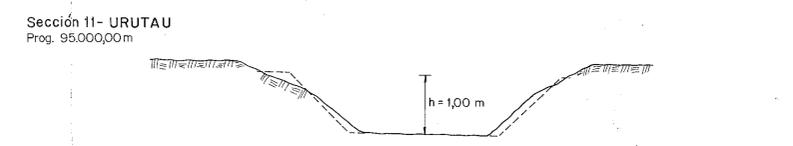
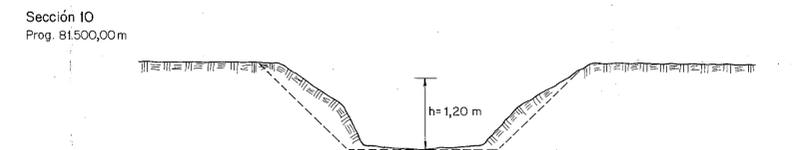
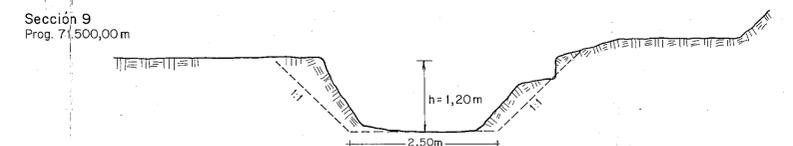
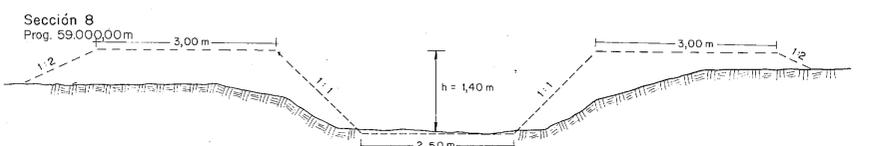
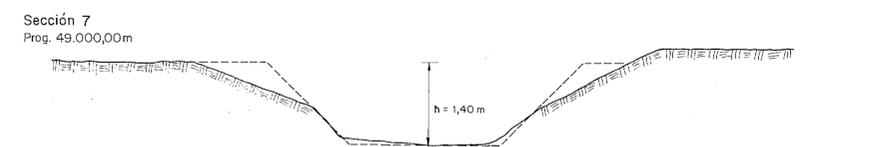
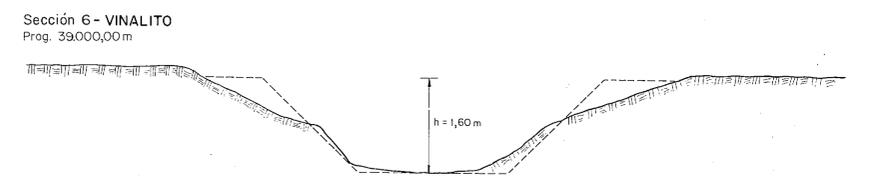
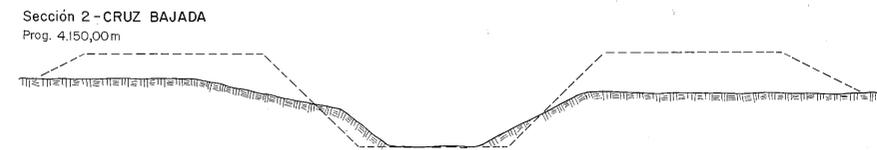
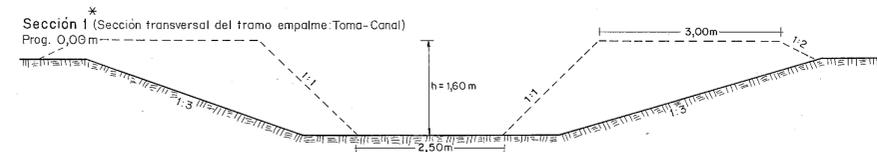
$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2}$$

$J$  = Pendiente del pelo de agua

$n$  = Coeficiente de rugosidad

de donde despejando se tiene  $n = 0,0178$

/...



(\*) Sección relevada en Prog. 4.115 m.  
Sección actual del Canal.  
Sección del Proyecto Ejecutivo

<b>PROYECTO NOA HIDRICO</b> SEGUNDA FASE		
<small>SUBSECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS - CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES-INCYTH</small>		
ESCALA 1:50		PLANO Nº <b>2</b>
AUTOR ING. P. ROMAGNOLI	<b>RELEVAMIENTO DE SECCIONES TRANSVERSALES</b>	
REVISOR ING. C. ABDO		
ING. E. LOPEZ	Area: CANAL DE DIOS Prov: Santiago del Estero	
FECHA SEPTIEMBRE 1979		

El coeficiente determinado resulta mejor que el indicado para este tipo de canales, pero es de hacer notar que ello se debe al enlame que presenta fondo y paredes del canal, el cual actúa circunstancialmente como un revestimiento y que alcanza a los 0,40 m. de espesor en algunos lugares.

#### 1.2.5 Curvas de Gasto

Se estableció para cada una de las secciones de control la relación "niveles-caudales", que se construyó con los caudales medidos y los tirantes en el instante de hacer el aforo.

Las planillas con las registraciones diarias de nivel en cada una de las secciones de control se adjuntan en el Anexo I.b ; los aforos realizados con el desarrollo de cálculo correspondiente en Anexo I.c y el relevamiento de las respectivas secciones de control en el Anexo I.d.

Finalmente, las "curvas de gasto" de las distintas estaciones de aforo se muestran en el Plano N° 3.

#### 1.2.6 Caudales

En base a las "curvas de gasto" establecidas y con las lecturas de escalas, realizadas dos veces por día, se determinaron los caudales medios diarios (Qmd.) cuyos valores completan la tercera columna de las planillas de registraciones diarias (Anexo I.b).

### 2. Quantificación del recurso

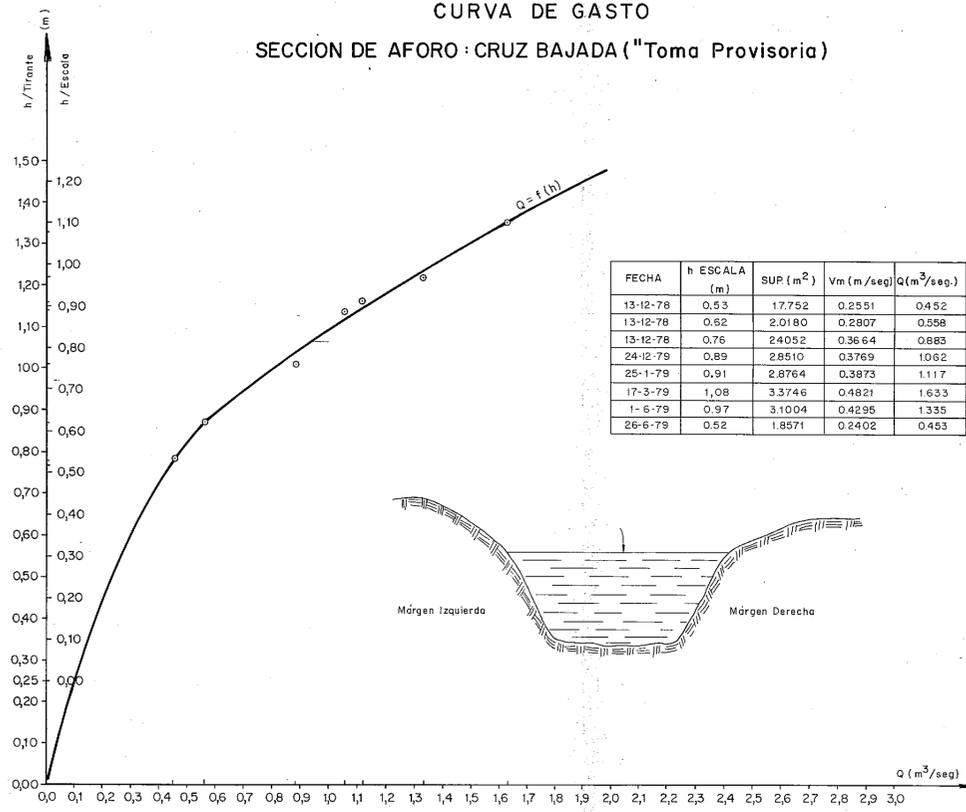
Para la cuantificación del recurso disponible, primeramente se procedió a la estimación de pérdidas de conducción, discriminándolas en dos clases según su causa: por evaporación y por infiltración.

#### 2.1 Estimación de las pérdidas por infiltración

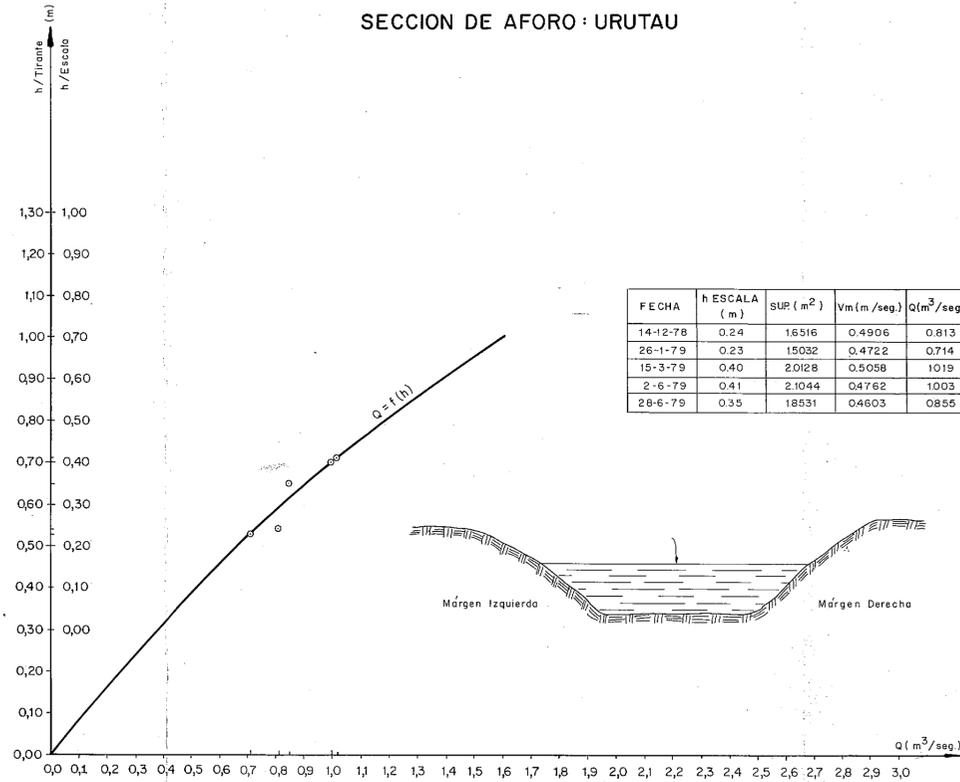
Las pérdidas por infiltración, debidas al carácter muy permeable del suelo, principalmente en la zona que comprende el tramo Cruz Bajada-Monte

/...

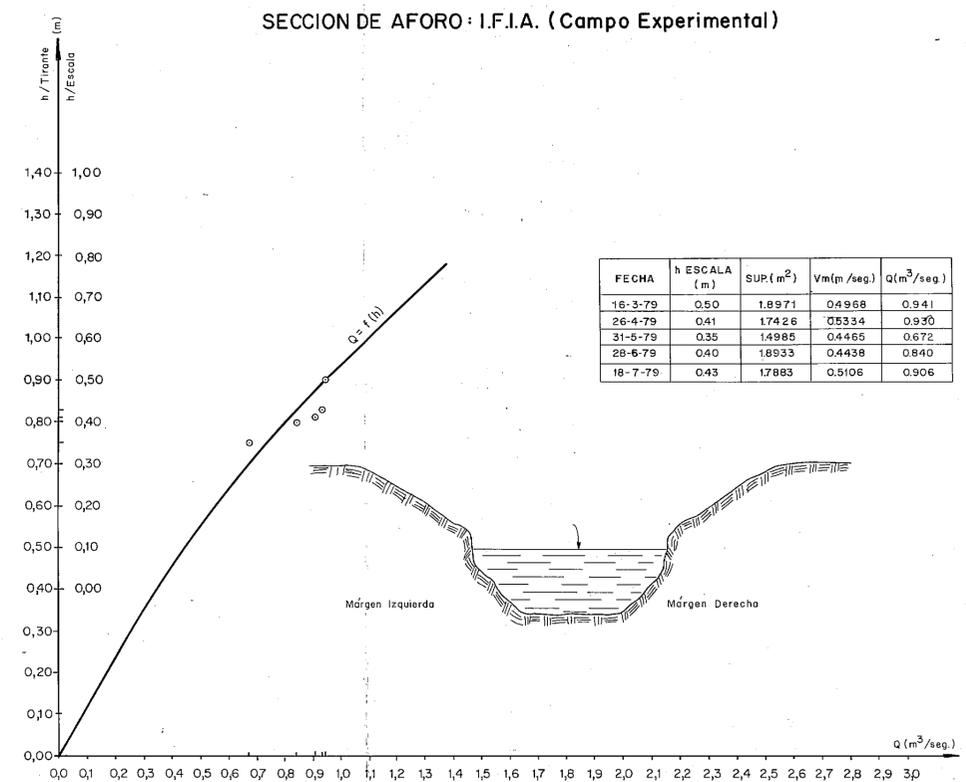
**CURVA DE GASTO**  
SECCION DE AFORO: CRUZ BAJADA ("Toma Provisoria")



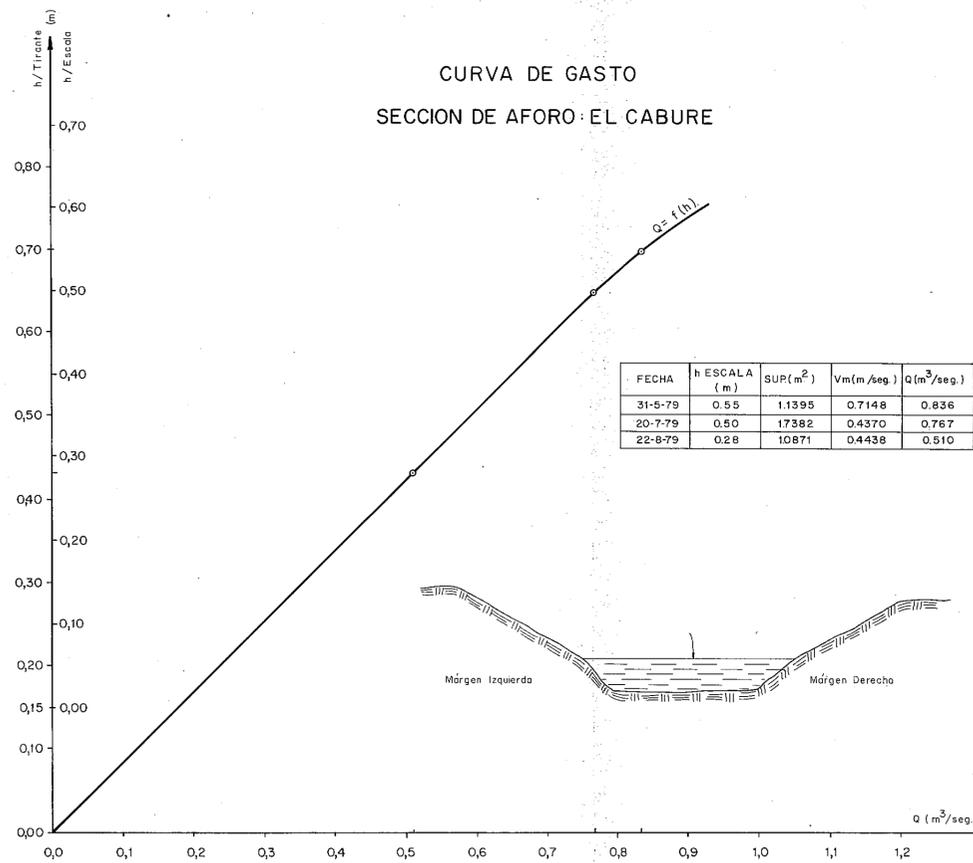
**CURVA DE GASTO**  
SECCION DE AFORO: URUTAU



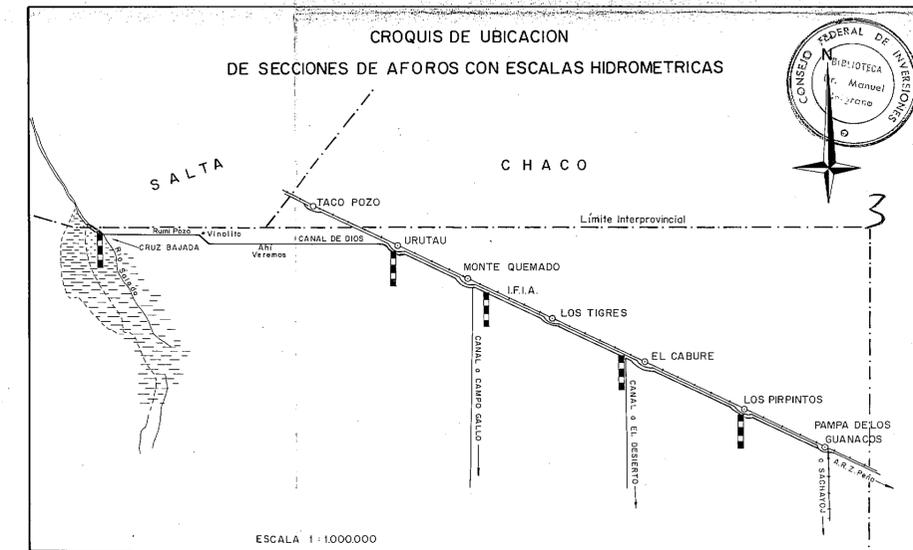
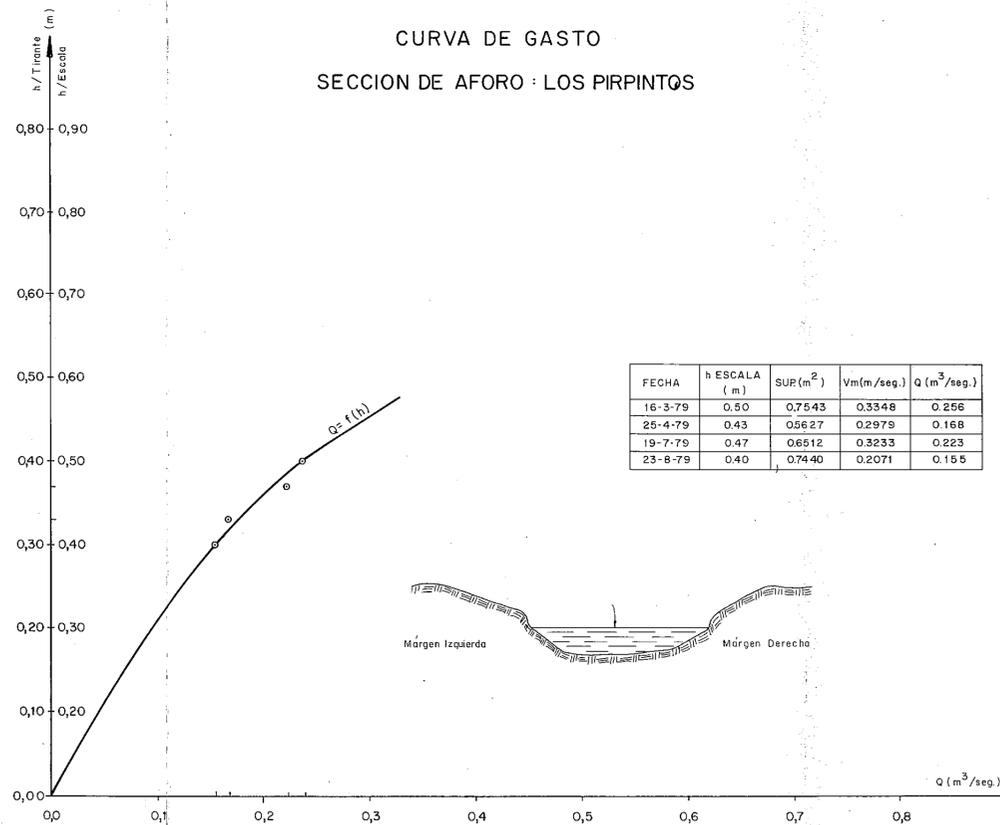
**CURVA DE GASTO**  
SECCION DE AFORO: I.F.I.A. (Campo Experimental)



**CURVA DE GASTO**  
SECCION DE AFORO: EL CABURE



**CURVA DE GASTO**  
SECCION DE AFORO: LOS PIRPINTOS



**PROYECTO NOA HIDRICO**  
SEGUNDA FASE

SUBSECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS-CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES-INCYTH

ESCALA	DPTO. COPO <b>CURVAS DE GASTO</b>	PLANO N° <b>3</b>
AUTOR Ing. CESAR M. ABDO		
DIBUJO Vicente Galván	Area: CANAL DE DIOS Prov. Santiago del Estero	
REVISOR		
Vº SP Ing. E. LOPEZ		
Nº DE ARCHIVO		
FECHA SEPTIEMBRE 1979		

Quemado y a las lagunas que interceptan el canal en la zona Los Pirpintos-Pampa de los Guanacos, se determinaron partiendo de los valores correspondientes a los caudales medios mensuales, calculados en base a los registros de lectura de niveles diarios en las distintas secciones de control para las distintas localidades.

Se confeccionaron histogramas de caudales medios mensuales que permiten, superpuestos, visualizar los caudales perdidos mes a mes entre dos secciones de control sucesivas, llegando así a tener cinco (5) pares de curvas y otros tantos cuadros comparativos que interpretan los resultados que se concluyen en las curvas, traduciéndose en porcentaje de pérdidas. En los cuadros mencionados se hace referencia a las pérdidas por evaporación y a los consumos actuales.

Los histogramas de los caudales medios se presentan, junto con los cuadros comparativos en Anexo II.

Dentro de los valores consignados debemos destacar como importantes las pérdidas localizadas por infiltración, producidas al atravesar el canal las zonas de paleocauces (tramo: Toma Provisoria-Urutai). Se han realizado aforos a la entrada y salida de algunas de estas zonas críticas a fin de evaluar las pérdidas por infiltración en las mismas, obteniéndose para las zonas medidas los siguientes valores:

Día 28/6/79 - Entre Progr. (\*) 29,5 Km. a Progr. 31,9 Km. (Anexo I.c)

Caudal de entrada  $Q = 1,276 \text{ m}^3/\text{seg.}$   $v = 0,819 \text{ m}/\text{seg.}$

Caudal de salida  $Q = 1,202 \text{ m}^3/\text{seg.}$   $v = 0,557 \text{ m}/\text{seg.}$

Diferencia de caudales  $Q = 0,074 \text{ m}^3/\text{seg.} = 74 \text{ lt}/\text{seg.}$

Distancia entre las dos secciones controladas = 2,4 Km.

Pérdida por Km = 30,83 lt/seg/Km.

/...

Día 29/6/79 - Entre Progr. (\*) 70 Km. y Progr. 71 Km. (Anexo I.c)

Caudal de entrada  $Q = 1,184 \text{ m}^3/\text{seg.}$   $v = 0,586 \text{ m}/\text{seg.}$

Caudal de salida  $Q = 1,116 \text{ m}^3/\text{seg.}$   $v = 0,620 \text{ m}/\text{seg.}$

Diferencia de caudales  $Q = 0,0685 \text{ m}^3/\text{seg.} = 68,5 \text{ lt}/\text{seg.}$

Distancia entre las dos secciones controladas = 1,00 Km.

Pérdida por Km. = 68,5 lt/seg.

Otro de los puntos críticos, ya mencionados como fuente de pérdidas localizados, es la zona en donde el canal es interrumpido por las represas que en regular número lo interceptan. Se ha efectuado una estimación de pérdidas con medición de caudales en una de las lagunas, arrojando la misma los valores siguientes:

- Para la represa pública de Los Pirpintos:

- Caudal de entrada  $Q = 0,159 \text{ m}^3/\text{seg.}$

- Caudal de salida  $Q = 0,155 \text{ m}^3/\text{seg.}$

- Diferencia de caudales  $Q = 0,004 \text{ m}^3/\text{seg.} = 4 \text{ lt}/\text{seg.}$

(\*) Progresivas consideradas desde Toma Provisoria (distancia aproximada).

## 2.2 Estimación de las pérdidas por evaporación.

Se estimaron las mismas en base a los datos suministrados por la estación de observación Pampa de los Guanacos para un récord de 10 años de registros de evaporación (1941-1950).

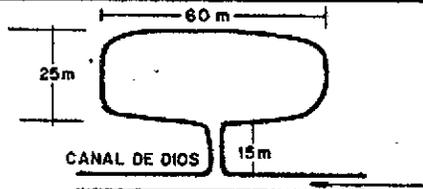
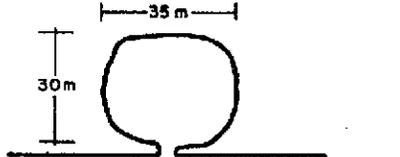
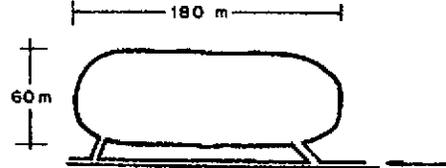
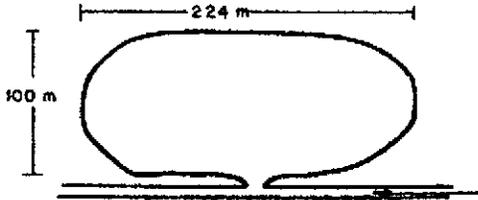
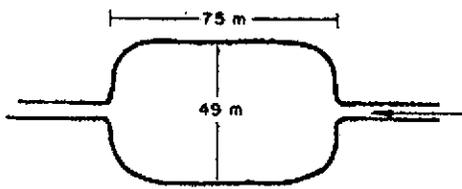
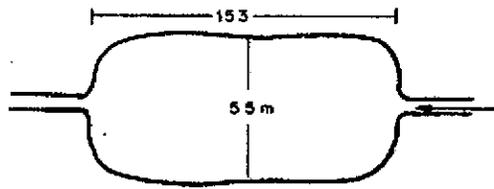
Se tomó el promedio mensual correspondiente al mes de Diciembre, que es de 177,4 mm., para compensar la menor precipitación que se registra en Urutaí punto cabecera del aprovechamiento.

Debe señalarse a fin de hacer una correcta evaluación de las pérdidas, que además de la normal fuente de evaporación como es la superficie del espejo de agua del canal a lo largo de todo su recorrido, la superficie adicional que presenta el mismo como son las lagunas que lo interceptan, hecho este particularmente notable en el tramo El Caburé-Pampa de los Guanacos.

/...

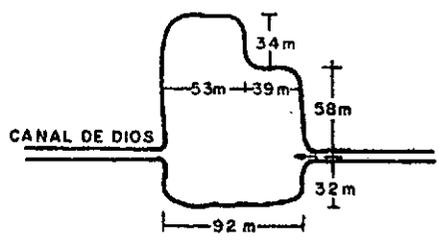
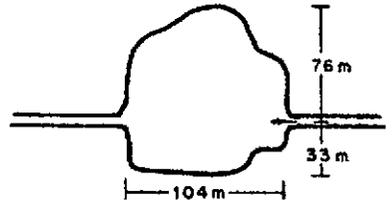
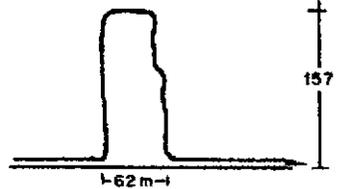
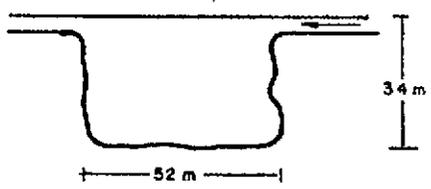
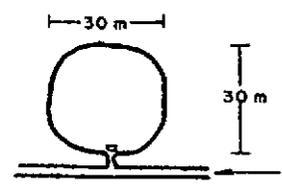
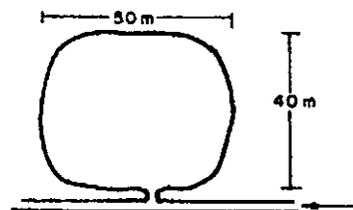
CUADRO N° 1

RELEVAMIENTO DE REPRESAS (Entre Cabure y Los Pirpintos)

N°	POBLACION	DIST. PARCIAL Aprox. Km.	SUPERFICIE Aprox. m²	FORMA
1	<b>EL CABURE</b>	17,4	1.800	
2		1,6	1.050	
3		3,7	10.800	
4	<b>LOS PIRPINTOS</b>	7,3	22.400	
5		2,7	3.675	
6		1,1	8.415	
7		5,4	10.082	

CUADRO N° 1 (Continuación)

RELEVAMIENTO DE REPRESAS (Entre Los Pirpintos y Pampa de los Guanacos)

N°	POBLACION	DIST. PARCIAL Aprox. Km.	SUPERFICIE Aprox. m <sup>2</sup>	FORMA
6	LOS PIRPINTOS	1,1	8.415	
7		5,4	10.082	
8		4,3	11.336	
9		3,6	9.734	
10		0,2	1.768	
11	PAMPA DE LOS	7,5	900	
12	GUANACOS	0,2	2.000	

Superficie total 83.960 m<sup>2</sup>

Se ha estimado la superficie de evaporación por esta causa en aproximadamente 8,396 Has., mediante el relevamiento efectuado a las 12 represas existentes, cuya ubicación se muestra en el Plano N° 1 del Anexo I.a y cuyas características y dimensiones se resumen en el Cuadro N° 1. Teniendo en cuenta que la superficie total de evaporación del canal es de 80,15 Has., este valor representa un 10,47% de la superficie total. Con este valor se puede evaluar la importancia en las pérdidas por evaporación que tiene la existencia de las represas.

Los valores correspondientes a las pérdidas por infiltración y evaporación se resumen en el Cuadro N° 2.

CUADRO N° 2

Localidad	Progresiva (Km.)	Pérdidas por evaporación (lt/seg.)	Pérdidas por infiltración (lt/seg.)	Pérdidas totales (Lt/seg.)
Toma (Cruz Bajada)	0	-	-	-
Urutaí	92	25,185	439,97	465,15
Campo Exp. Los Tigres (IFIA)	127	9,576	159,29	168,87
Caburé (Derivación al Desierto)	168	11,128	179,50	190,63
Pirpintos	204	9,855	173,25	183,10
Pampa de los Guanacos	229	6,844	94,17*	106,76
12 Represas (entre Caburé y Pampa de los Guanacos)	Sup. Estim. 8,396 Has.	5,746	-	-

(\*) Valor obtenido en base a considerar un pérdida en el Tramo Los Pirpintos-Pampa de los Guanacos igual a la del tramo IFIA-Pirpintos del valor  $q = 3,767$  lt/Km. La estación de aforo instalada en Pampa de los Guanacos, no cumplió su cometido debido a los pequeños caudales registrados, realizándose sólo un aforo (Ver Anexo I.c).

### 2.3 Caudales disponibles en las condiciones actuales y en las originales de proyecto.

Los caudales resultantes de los aforos realizados en las distintas sec-

/...

ciones de control fueron comparados con los valores correspondientes a los caudales de proyecto para una equivalencia de tirantes. A fin de disponer de un elemento de comparación más ajustado para ambas situaciones (estado actual y original), en los cálculos de los caudales de proyecto se utilizó la fórmula de Mannig adoptando un coeficiente de rugosidad  $n = 0,029$  que surge del siguiente cálculo:

Se tomaron los parámetros del canal en su tramo inicial, de la correspondiente documentación técnica, y un caudal máximo de  $3,5 \text{ m}^3/\text{seg.}$  (Hipótesis V), habiéndose supuesto un revancha de  $h' = 0,30 \text{ m}$ , valor que se resta del tirante  $h = 1,60 \text{ m}$ . allí consignado.

La comparación se realizó en porcentaje del caudal para las secciones de proyecto.

En los Cuadros N° 3, 4, 5 y 6 se muestran los valores correspondientes.

CUADRO N° 3

CRUZ BAJADA

Caudal Aforado

$J = 0,27 \text{ ‰} = 0,00027$  (Pendiente  
 $n = 0,0178$  verificada)

Caudal de Proyecto

$J = 0,57 \text{ ‰} = 0,00057$  (P. de proyecto)  
 $n = 0,0290$

$h$ (m)	$Q$ Aforado = $Q_{AF}$ ( $\text{m}^3/\text{seg.}$ )	$Q$ Proyecto = $Q_P$ ( $\text{m}^3/\text{seg.}$ )	$\% \frac{Q_{AF}}{Q_P}$
0,8	0,4522	1,4581	0,310
0,9	0,5692	1,8109	0,314
1,0	0,8828	2,1837	0,404
1,1	0,9950	2,5946	0,383
1,2	1,1893	3,0150	0,394
1,3	1,4975	3,5000	0,428

CUADRO N° 4URUTAUCaudal Aforado

$J = 0,27 \text{ ‰} = 0,00027$

$n = 0,0178$

Caudal de Proyecto

$J = 0,60 \text{ ‰} = 0,00060$

$n = 0,029$

h (m)	Q Aforado = $Q_{AF}$ (m3/seg.)	Q Proyecto = $Q_P$ (m3/seg.)	$\frac{\% Q_{AF}}{Q_P}$
0,5	0,69	0,6650	1,036
0,6	0,82	0,9079	0,903
0,7	0,97	1,1917	0,814
0,8	1,13	1,4959	0,755

CUADRO N° 5LOS TIGRESCaudal Aforado

$J = 0,57 \text{ ‰} = 0,00057$

$n = 0,0178$

Caudal de Proyecto

$J = 0,58 \text{ ‰} = 0,00058$

$n = 0,029$

h (m)	Q Aforado = $Q_{AF}$	Q Proyecto = $Q_P$	$\frac{\% Q_{AF}}{Q_P}$
0,7	0,8565	1,1718	0,731
0,8	0,9312	1,4709	0,633
0,9	0,9433	1,8269	0,516

CUADRO N° 6LOS PIRPINTOSCaudal Aforado

$J = 0,40 \text{ ‰} = 0,00040$

$n = 0,0178$

Caudal de Proyecto

$J = 0,40 \text{ ‰} = 0,00040$

$n = 0,029$

/...

h (m)	QAforado = $Q_{AF}$	Q Proyecto = $Q_P$	% $\frac{Q_{AF}}{Q_P}$
0,10	0,01495	0,0360	0,415
0,20	0,08149	0,1190	0,685
0,30	0,14803	0,2300	0,644
0,40	0,2555	0,3744	0,682
0,50	0,3805	0,5431	0,701

A continuación se calculan los caudales excedentes teniendo en cuenta las pérdidas determinadas en Cuadro N° 2 y a partir de los caudales máximos de conducción para las condiciones actuales (Cuadro N° 7) y condiciones de proyecto (Cuadro N° 8).

CUADRO N° 7

Caudales disponibles en condiciones actuales

Localidad	Total Pérdidas	Total Disponible	Excedente
Cruz Bajada		1.633,0 (*)	
Urutau	465,15		1.167,85
Monte Quemado		893,58	893,58
Campo Gallo	-	893,58	893,58
I.F.I.A.	43,45		850,13
Los Tigres	63,93		786,20
El Desierto	90,10		696,10
El Caburé	36,60		659,50
Los Pirpintos	183,10		476,40
Pampa de los Guanacos	106,76		369,74

(\*) Máximo caudal en condiciones actuales.

Valores considerados para las pérdidas:

Cruz Bajada - Urutaí :	5,056 Lt/Km.
Urutaí - I.F.I.A. :	4,828 "
I.F.I.A.-LOS PIRPINTOS:	3,767 "

CUADRO N° 8

Caudales disponibles en condiciones de proyecto

Localidad	Total Pérdidas	Total Disponible	Excedente
Toma (Cruz Bajada)	465,15		
Urutaí		2.240,4 (*)	
	125,42		2.114,98
Monte Quemado		2.114,98	
	-		2.114,98
Campo Gallo		2.114,98	
	43,45		2.071,53
I.F.I.A.		2.071,53	
	63,93		2.007,60
Los Tigres		2.007,60	
	90,10		1.917,50
El Desierto		1.917,50	
	33,60		1.883,90
El Caburé		1.883,90	
	183,10		1.700,80
Los Pirpintos		1.700,80	
	106,76		1.594,04
Pampa de los Guanacos		1.594,04	

(\*) Máximo caudal de conducción en Urutaí según las condiciones de proyecto para un tirante de agua de  $h = 1,00$  m., con una revancha adoptada de  $h' = 0,20$  m.

/...

### 3. Calidad del agua

A fin de evaluar la calidad del agua para su utilización para bebidas de poblaciones, hacienda y riego se tomaron muestras de agua en distintas localidades y en distintas épocas del año.

#### 3.1 Muestreo y Análisis Químico

Se efectuaron tomas de muestras en un número total de 13 a lo largo del canal, determinándose valores de Alcalinidad, Dureza Total, Cationes, Aniones, pH, Conductividad, Sólidos en suspensión y otros, los que se resumen en el Cuadro N° 9. Las planillas con los análisis químicos correspondientes se adjuntan en el Anexo III.

También se realizaron análisis granulométricos del material de arrastre depositado en solera y paredes del canal (enlame). Los valores de dichos ensayos se muestran en Cuadro N° 10.

#### 3.2 Clasificación por Aptitud de Uso

Se han practicado dos tipos de clasificaciones:

Según WILCOX y según RIVERSIDE. Los resultados se indican en Cuadro N° 9, las que en general están en el rango de Aceptables a Buena. Las planillas individuales para cada muestra se adjuntan en Anexo III.

### 4. Estimación de los consumos

Los valores tomados en consideración para nuestro estudio, se basaron en un documento preparado por la Dirección General de Planificación de la Gobernación de Santiago del Estero (Hipótesis V) en lo referente a uso de poblaciones, ganadería y de los caudales a derivar a Campo Gallo y El Desierto.

En lo relativo a su uso para riego se han tomado las estimaciones realizadas por nuestro Organismo, según planes de cultivos provistos para las áreas a desarrollar con agricultura (los detalles de estos cálculos obran en el informe agronómico).

/...

PROYECTO NOA HIDRICO  
SEGUNDA FASE

TABLA DE COMPARACION DE ANALISIS QUIMICOS DE AGUA CON APTITUD PARA RIEGO  
CANAL DE DIOS - Dto. COPO-SANTIAGO DEL ESTERO  
AÑO 1979

CUADRO 9

Nº LABO-RATORIO	FECHA		LUGAR	pH	CONDUC-TIVIDAD a 25°C µmho/cm	RESIDUO SECO a 105°C mg/l	ALCALI-NIDAD en CaCO <sub>3</sub> mg/l	DUREZA TOTAL en CaCO <sub>3</sub> mg/l	CATIONES								ANIONES								E%	R.A.S.	C.S.R.	%Na	CLASIFI-CACION		OTRAS DETERMINACIONES				OBSERVACIONES				
	Muestreo	Analisis							Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>		Na <sup>+</sup>		K <sup>+</sup>		TOTAL		Cl <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>		CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>						HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		TOTAL		RIVER SIDE	WIL-COX		Solidos en sus-pension mg/l	ARSE-NICO mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	NH <sub>3</sub> mg/l
									mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l					mg/l	meq/l	mg/l	meq/l							
1746	20-12-78	23-2	CRUZ BAJADA (Toma provisoria)	8,10	665	396	148	183	43,29	2,16	18,12	1,49	65,40	2,85	5,78	0,15	132,50	6,65	47,40	1,34	97,26	2,02	0,00	0,0	180,62	2,96	325,28	6,33	2,46	2,11	0,00	44	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	Acep-table	-	-	-	-	Agua de salinidad media, leve-mente sódica. Agua muy dura.
1747	21-12-78	23-2	URUTAU	7,80	625	378	142	175	37,07	1,85	19,94	1,64	57,70	2,51	6,22	0,16	120,93	6,16	44,60	1,26	91,26	1,90	0,00	0,0	173,30	2,84	309,16	6,00	1,31	1,90	0,00	42	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	Acep-table	-	-	-	-	Agua de salinidad media, leve-mente sódica. Agua muy dura.
1765	15-3-79	11-4	URUTAU	8,00	559	364	153	157	37,67	1,88	15,20	1,25	54,15	2,36	5,78	0,15	112,80	5,64	31,20	0,88	70,84	1,48	0,00	0,00	186,72	3,06	288,76	5,42	1,98	1,88	0,00	43	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	Acep-table	-	-	-	-	Agua de salinidad media, leve-mente sódica. Agua dura.
1766	16-3-79	11-4	I. F. I. A.	7,50	605	404	177	176	39,28	1,96	18,97	1,56	54,15	2,36	10,91	0,28	123,31	6,16	33,20	0,94	72,77	1,52	0,00	0,00	216,62	3,55	322,59	6,01	1,23	1,78	0,03	41	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	Acep-table	-	-	-	-	IDEM ANTERIOR
1767	16-3-79	11-4	LOS PIRPINTOS	8,20	585	383	151	161	38,47	1,92	15,68	1,29	58,35	2,54	6,22	0,16	118,72	5,91	35,60	1,00	76,85	1,60	0,00	0,00	187,94	3,08	300,29	5,68	1,98	2,00	0,00	44	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	Acep-table	-	-	-	-	IDEM ANTERIOR
1768 1769	17-3-79	11-4	CRUZ BAJADA (Toma provisoria)	8,35 8,35	552 552	358 359	152	157	37,67	1,88	15,20	1,25	54,15	2,36	5,33	0,14	112,35	5,63	33,00	0,93	69,16	1,44	0,00	0,00	185,50	3,04	287,66	5,41	1,99	1,88	0,00	43	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	Acep-table	1017	-	-	-	Idem anterior. Con determina-ción de sólidos en suspensión.
1865 1866	25-4-79	3-8	LOS PIRPINTOS	7,80 7,80	505 505	318 315	117	138	40,88	2,04	8,75	0,72	44,00	1,91	5,60	0,14	99,23	4,81	30,00	0,85	81,65	1,70	0,00	0,00	143,39	2,35	255,04	4,90	0,93	1,63	0,00	34	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	Buena	4855	-	-	-	IDEM ANTERIOR
1767 1768	26-4-79	3-8	I. F. I. A.	8,20 7,40	532 532	338 382	132	154	46,49	2,32	9,24	0,76	48,00	2,09	5,78	0,15	109,92	5,32	33,60	0,95	73,48	1,53	0,00	0,00	161,70	2,65	268,78	5,13	1,82	1,68	0,00	40	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	Buena	1070	-	-	-	IDEM ANTERIOR
1869 1870	26-4-79	3-8	URUTAU	7,80 8,10	559 559	327 318	146	160	53,70	2,68	6,32	0,52	52,00	2,26	5,60	0,14	117,62	5,60	36,60	1,03	66,28	1,38	0,00	0,00	178,18	2,92	281,06	5,33	2,47	1,56	0,00	39	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	Buena	1107	-	-	-	IDEM ANTERIOR
1882	30-5-79	3-8	LOS PIRPINTOS	8,20	652	483	197	190	53,70	2,68	13,62	1,12	70,80	3,08	6,22	0,16	144,34	7,04	47,00	1,32	78,77	1,64	0,00	0,00	240,42	3,94	366,19	6,90	1,00	2,23	0,14	45	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	Acep-table	-	-	-	-	Agua de salinidad media, leve-mente sódica. Agua muy dura.
1883 1884	31-5-79	3-8	EL CABURE	8,20 8,25	652 652	501 440	197	192	53,90	2,64	14,71	1,21	66,70	2,90	5,33	0,14	140,64	6,89	44,00	1,24	73,00	1,52	0,00	0,00	240,42	3,94	357,42	6,70	1,40	1,50	0,09	43	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	Acep-table	519	-	-	-	Idem anterior, con determinación de sólidos en suspensión.
1885 1886	1-6-79	3-8	CRUZ BAJADA (Toma provisoria)	8,35 8,30	599 599	421 398	174	160	40,08	2,00	14,71	1,21	66,70	2,90	4,44	0,11	125,93	6,22	47,00	1,32	63,40	1,32	0,00	0,00	212,35	3,48	322,75	6,12	0,81	2,28	0,27	47	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	Acep-table	603	-	-	-	IDEM ANTERIOR
1887	2-6-79	3-8	URUTAU	8,35	612	435	178	172	49,70	2,48	11,79	0,97	104,20	4,53	4,44	0,11	170,13	8,09	45,00	1,27	146,49	3,05	0,00	0,00	217,84	3,57	409,33	7,89	1,25	3,38	0,12	56	C <sub>2</sub> -S <sub>1</sub>	Acep-table	-	-	-	-	Agua de salinidad media, leve-mente sódica. Agua dura.

**CANAL DE DIOS**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO**  
**DEL SEDIMENTO DEPOSITADO**  
**DPTO. COPO-SANTIAGO DEL ESTERO**

AÑO 1979 CUADRO 10

Nº LABO-RATORIO	FECHA		LUGAR	TEXTURA					OBSERVACION	
	Muestreo	Análisis		Arcilla <2,µ %	Limo fino 2-20µ %	Limo 2-50µ %	Arena <2mm %	Grava >2mm %		Clasificación
1895	28-6	21-9	URUTAU	1,0	—	3,2	95,8	—	Arena	Clasificación según Public Roads
1899	19-7	21-9	LOS PIRPINTOS	8,6	—	35,2	56,2	—	Loam Arenoso	"
1900	20-7	21-9	EL CABURE	7,0	—	47,2	45,8	—	Loam	"
1901	20-7	21-9	LOS PIRPINTOS 10 Km hacia PAMPA DE LOS GUANACOS.	16,6	—	44,0	39,4	—	Loam	"

#### 4.1 Población

Se fija una dotación de 200 Lt/persona/día. En el Cuadro N° 11, al fin del apartado, puede verse la distribución y consumo por poblaciones realizadas.

#### 4.2 Ganadería

Para la provisión de agua de la ganadería se toma una franja de influencia, siempre de acuerdo a la mencionada hipótesis V, de 5 Km. a ambos márgenes del canal, adoptándose:

- a) Una receptividad de: 5 Ha/Cabeza vacuna para cría.
- b) La dotación establecida es de: 50 lt/cabeza/día.

Además, el cálculo de consumo en ruta para ganado se hizo de acuerdo al esquema que se transcribe a continuación:

1ro. Tramo a Urutaú: Franja de 10 Km. x 90 Km.

2do. Tramo a Monte Quemado: Colonización 100.000 Has. más Franja de 10 Km. x 26 Km.

3ro. Tramo a Los Tigres: Franja de 10 Km. x 30 Km. más Reserva Forestal (no hay ganadería).

4to. Tramo a El Caburé: Franja de 10 Km. x 30 Km.

5to. Tramo Ramal a El Desierto: 2 franjas de 10 Km. x 40 Km.

6to. Tramo a Los Pirpintos: Franja de 10 Km. x 30 Km. más 75.000 Has.

7to. Tramo a Pampa de Los Guanacos: 2 franjas de 10 Km. x 25 Km.

Los valores correspondientes al consumo de ganadería así calculados, se reseñan en Cuadro N° 10.

#### 4.3 Riego

El consumo de los cultivos establecidos en el área del Canal de Dios está calculado teniendo en cuenta las dotaciones mensuales que resultan de la relación de cultivos propuesta. Del producto de la dotación mensual por la superficie que ocupa cada uno de los bloques, se obtiene el consumo mensual por bloque y de su sumatoria el consumo por área total.

/...

Para las derivaciones a Campo Gallo y El Desierto se considera los caudales medios previstos de 500 y 300 litros respectivamente; descontando los consumos para abastecimiento de población, ganado y considerando la eficiencia de conducción establecida para el ramal queda un caudal remanente, que transformado en volumen y relacionado con la dotación anual de la célula de cultivos da como resultado una determinada superficie (columna 1 del Cuadro N° 12) que podría regarse con los mismos. Los cálculos de los consumos mensuales pueden verse en Cuadro N° 12.

CUADRO N° 11

ESTIMACION DE LOS CONSUMOS PARA POBLACION Y GANADERIA.

Localidad	Progresiva		Población	Ganado	Consumo (lt/seg.)	
	Parcial	Acumulada			Población	Ganado
Toma (Cruz Bajada)	0	0	0	0	-	-
Urutaí	92	92	500	18.400	1,157	10,648
Monte Quemado	26	118	7.000	25.200	16,204	14,584
Derivación a Campo Gallo	-	118	8.000	36.000	18,519	20,834
Campo Experimental Los Tigres (IFIA)	9	127	-	-	-	-
Los Tigres	17	144	400	3.400	0,926	1,968
Derivación a El Desierto	24	168	-	16.000	-	9,259
El Caburé	6	174	1.800	6.000	4,167	3,472
Los Pirpintos	30	204	2.000	21.000	4,630	12,153
Pampa de los Guanacos	25	229	4.500	10.000	10,417	5,787
			24.200	136.000	56,020	78,705

/...

CUADRO N° 1.2

CONSUMOS MENSUALES PARA RIEGO EN AREA CANAL DE DIOS

Localidad	HAS.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Pampa de los Guanacos	50	28,0	20,5	17,0	4,0	22,0	17,5	18,0	18,5	14,5	24,0	24,5	26,5
Campo Exp. Pampa de los Guanacos	170	95,2	69,7	57,8	13,6	74,8	59,5	61,2	62,9	49,3	81,6	83,3	90,1
Los Pirpintos	50	28,0	20,5	17,0	4,0	22,0	17,5	18,0	18,5	14,5	24,0	24,5	26,5
El Caburé	25	14,0	10,2	8,5	2,0	11,0	8,8	9,0	9,2	7,2	12,0	12,2	13,2
R. al Desierto	250	140,0	102,5	85,0	20,0	110,0	87,5	90,0	92,5	72,5	120,0	122,5	132,5
Los Tigres	25	14,0	10,2	8,5	2,0	11,0	8,8	9,0	9,2	7,2	12,0	12,2	13,2
Campo Exp. Los Tigres (IFIA)	475	266,0	194,7	161,5	38,0	209,0	166,2	171,0	175,7	137,7	228,0	232,7	251,7
Monte Quemado	50	28,0	20,5	17,0	4,0	22,0	17,5	18,0	18,5	14,5	24,0	24,5	26,5
Campo Gallo	47	26,32	19,27	15,98	3,76	20,68	16,45	16,92	17,39	13,36	22,56	23,03	24,91
Urutaí	25	14,0	10,2	8,5	2,0	11,0	8,8	9,0	9,2	7,2	12,0	12,2	13,2
	1167	653,52	478,27	396,78	93,36	513,48	408,55	420,12	434,59	337,96	560,16	571,63	618,31

También se ha incluido en estos consumos, los valores correspondientes a la Estación Experimental Pampa de los Guanacos de una superficie de 170 Has.

C U A D R O N° 13  
CONSUMOS MEDIOS Y PERDIDAS TOTALES

LOCALIDAD	PROGRESIVA	GANADO POBLAC. Cabez.	RIEGO Poblac. Has. (Lt/Seg.)	GANADO (Lt/Seg.)	RIEGO (Lt/Seg.)	TOTAL (Lt/Seg.)	PERDIDAS EN RAMALES (Lt/Seg.)	PERDIDAS TOTALES (Lt/Seg.)
TOMA (CRUZ BAJADA)	0							
URUTAU	92	500	25	1,157	10,648	14,000	25,805	465,15
MONTE QUEMADO	26	7.000	50	16,204	14,584	28,000	58,788	125,42
CAMPO GALLO	118	8.000	47	18,519	20,834	26,100	244,830	434,52**
CAMPO EXP. LOS TIGRES (I.F.I.A.)	9 17	-	475	-	1,042	266,000	267,042	43,45
LOS TIGRES	144	400	25	0,968	1,968	14,000	16,894	63,93
RAMAL AL DESIERTO	24 6	-	250	-	9,259	140,100	149,320	90,10***
EL CABURE	174	1.800	25	4,167	3,472	14,000	21,639	36,60
LOS PIRINTOS	30 6	2.000	50	4,630	12,153	28,000	44,783	183,10
CAMPO EXP. PAMPA DE LOS GUANACOS	210	-	171	-	-	95,760	95,760	45,20****
PAMPA DE LOS GUANACOS	229	4.500	50	10,417	5,787	28,000	44,204	106,73*
		24.200	1.168	56,020	79,747	653,960	969,065	1.114,48
								630,40
								2.444,39

(\*) El valor 106,73 Lt/Seg. corresponde a una estimación de pérdidas por evaporación y por infiltración, haciendo una extrapolación en base a los valores obtenidos para el tramo El Caburé-Los Pirintos.

- (\*\*) Para estimar las pérdidas en el Ramal de Campo Gallo (90 Km) se tomó la pérdida promedio entre Urutaí y Campo Experimental Los Tigres (IFIA)  
 $q = 4,828 \text{ lt/Km.}$
- (\*\*\*) Para las pérdidas en el Ramal al Desierto (40 Km.) se tomó la pérdida promedio entre el Campo Experimental Los Tigres (IFIA) y Pirpintos  $q = 3,767 \text{ lt/seg/Km.}$
- (\*\*\*\*) Para las pérdidas en el Ramal a Campo Experimental Pampa de los Guanacos (12 Km.) también se tomó  $q = 3,767 \text{ lt/seg/Km.}$
- (\*\*\*\*\*) El consumo adoptado para riego corresponde al mes crítico (Enero) cuya dotación es máxima para años normales.

#### 5. Disponibilidad de agua

Para poder realizar el balance de la disponibilidad de agua, se han considerado los valores correspondientes a los consumos y a las pérdidas en el Cuadro N° 13, donde se ha incluido una columna que contiene las pérdidas en los ramales a Campo Gallo, El Desierto y Campo Experimental Pampa de los Guanacos.

Se ha procedido a estimar las pérdidas en los mencionados ramales tomando los valores obtenidos para las pérdidas por kilómetro para iguales suelos en el Canal de Dios. En las áreas ha desarrollar alodañas al canal no se han considerado pérdidas, dada su proximidad al mismo.

CUADRO N° 14

	Longitud (Km)	Pérdidas (lt/seg/Km.)	Pérdidas totales (Lt/seg.)
Ramal a Campo Gallo	90	4,828	434,52
Ramal al Desierto	40	3,767	150,68
Ramal a Campo Experimental Pampa de los Guanacos	12	3,767	45,20

En base a los valores totales obtenidos en el Cuadro N° 13, se tienen los balances de disponibilidad de consumos medios de agua para la situación actual y la de proyecto, que se presentan en Cuadros N° 15 y 16.

5.1 Disponibilidad ActualCUADRO N° 15BALANCE DE DISPONIBILIDADES Y CONSUMOS MEDIOS EN CONDICIONES ACTUALES.

LOCALIDAD	CONSUMO	PERDIDAS	CAUDAL DISPONIBLE	EXCEDENTE
TOMA (CRUZ BAJADA)			1.633,00 *	
		465,15		
URUTAU	25,805		1.019,00 *	993,195
		125,42	993,195	867,775
MONTE QUEMADO	58,788		867,775	808,987
		-	808,987	808,987
CAMPO GALLO	500,000		808,987	308,987
		43,45	308,987	265,537
CAMPO EXPERIMENTAL LOS TIGRES (IFIA)	267,042		265,537	-1,505
		63,93	-1,505	-65,435
LOS TIGRES	16,894		-65,435	-82,329
		90,10	-82,329	-172,429
RAMAL AL DESIERTO	300,000		-172,429	-472,429
		36,60	-472,429	-509,029
EL CABURE	21,639		-509,029	-530,668
		183,10	-530,668	-713,768
LOS FIRPINTOS	44,783		-713,768	-758,551
CAMPO EXPERIMENTAL PAMPA DE LOS GUANACOS	140,400		-758,551	-898,951
		106,73	-898,951	-1.005,681
PAMPA DE LOS GUANACOS	44,204		1.005,681	-1.049,885

(\*) Máxima capacidad de conducción.

5.2 Disponibilidad de ProyectoCUADRO N° 16BALANCE DE DISPONIBILIDADES Y CONSUMOS MEDIOS EN CONDICIONES DE PROYECTO

LOCALIDAD	CONSUMO	PERDIDAS	CAIDAL DISPONIBLE	EXCEDENTE
TOMA (CRUZ BAJADA)			3.500,00*	3.500,00
		465,15	3.500,00	3.034,85
URUTAU	25,805		2.240,40*	2.214,60
		125,42	2.214,60	2.089,18
MONTE QUEMADO	58,788		2.089,18	2.030,39
		-	2.030,39	2.030,39
CAMPO GALLO	500,000		2.030,39	1.530,39
		43,45	1.530,39	1.486,94
CAMPO EXPERIMENTAL LOS TIGRES (IFIA)	267,042		1.486,94	1.219,90
		63,93	1.219,90	1.155,97
LOS TIGRES	16,894		1.155,97	1.139,07
		90,10	1.139,07	1.048,97
RAMAL AL DESIERTO	300,000		1.048,97	748,97
		36,60	748,97	712,37
EL CABURE	21,639		712,37	690,73
		183,10	690,73	507,63
LOS FIRPINTOS	44,783		507,63	462,85
		-	462,85	462,85
CAMPO EXPERIM. PAMPA DE LOS GUANACOS	140,400		462,85	322,45
		106,73	322,45	215,72
PAMPA DE LOS GUANACOS	44,204		215,72	171,52
		-	215,72	171,52

(\*). Máxima capacidad de conducción para secciones de proyecto (Cruz Bajada tirante  $h = 1,30$  m. y Urutaí  $h = 1,00$  m. - con revancha de  $h' = 0,30$  m. y  $h' = 0,20$  respectivamente).

## 6. Operación del Canal sobre la Base de los Distintos Usos

Dada la gran cantidad de derivaciones y atento a los múltiples usos a que está sometido en su largo recorrido, se hace indispensable programar la organización de la distribución de agua para su racional aprovechamiento, evitando de esta manera las superposiciones de suministros con los consiguientes inconvenientes que ello trae aparejado (perjuicios emergentes de no recibir los cultivos agua en el momento oportuno, disputa entre usuarios, planteos ante las autoridades, etc.).

Sobre la base de los usos establecidos, se ha programado la operación del canal en relación a su capacidad de conducción considerada para la situación actual y la del proyecto ejecutivo original, las cuales se resumen en el Cuadro N° 17.

Para los valores incluidos en el mencionado cuadro, cabe la siguiente aclaración.

Si bien tanto para el consumo de agua de poblaciones como el de bebida para la hacienda se producen fluctuaciones a lo largo del año (incrementándose en la estación estival), a los fines de simplificar el análisis y atento a que el valor resultante de dicho uso es sustancialmente menor que el consumo para riego, se lo ha considerado constante.

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

- En las actuales condiciones de conservación la capacidad de conducción del canal se encuentra evidentemente disminuída, lo cual constituye una seria limitación para el pleno cumplimiento del aprovechamiento programado. Por ello es indispensable restituir la sección del canal por lo menos a las condiciones iniciales de proyecto.
- El turnado para el aprovechamiento de los caudales del canal, ya sea en la forma programada o de acuerdo a lo que la provincia considere más conveniente debe incorporarse de inmediato, complementando esta acción con la creación de la entidad responsable de la distribución del agua (Consortio de usuario, etc.).

## DIAGRAMA OPERATIVO DEL CANAL

LOCALIDAD	PROGRESIVA		CAUDAL FIJO PARA CONSUMO-POBLACION Y GANADO (l/seg)	CAUDAL OPERATIVO PARA RIEGO (l/seg)	CAUDAL OPERATIVO TOTAL (l/seg)	PERDIDAS (l/seg)		BALANCE (l/seg.)			CAUDALES DISPONIBLES EN CONDICIONES DE PROYECTO (l/s)			CAUDALES DISPONIBLES EN CONDICIONES ACTUALES (l/s)			
	PARCIAL	ACUMULATIVA				EN LA CONDUCCION	EN LOS RAMALES	DISP. REQUERIDA	CONSUMO Y PERDIDAS	EXCEDENTE	DISPONIBILIDAD	CONSUMO Y PERDIDAS	EXCEDENTE	DISPONIBILIDAD	CONSUMO Y PERDIDAS	EXCEDENTE	
TOMA		0						2 4 2 1		2 4 2 1	3500 *		3500	***		1633,0	1633,0
URUTAU	92	92	11,805		11,805	465,150		2 4 2 1	4 7 7	1 9 4 4	2240,40 **	11,805	2228,6	***	1019,0	11,805	1007,2
MONTE QUEMADO	26	118	30,788		30,788	125,420		1 9 4 4	1 5 6	1 7 8 8	2228,6	156,0	2072,6		1007,2	156,0	851,2
RAMAL CAMPO GALLO	—	118	39,353	(1) 26,100	65,48		434,52	1 7 8 8	5 0 0	1 2 8 8	2072,6	500,0	1572,6		851,0	500,0	351,2
CAMPO EXP. LOS TIGRES (IFLA)	9	127	1,042	220,000	221,042	43,45		1 2 8 8	2 6 4	1 0 2 4	1572,6	264,0	1308,6		351,2	264,0	87,2
LOS TIGRES	17	144	2,894		2,894	63,93		1 0 2 4	6 7	9 5 7	1308,6	67,0	1241,6		87,2	67,0	20,2
CANAL AL DESIERTO	24	168	9,259	140,100	149,359	90,10	150,68	9 5 7	3 9 0	5 6 7	1241,6	390,0	851,6		20,2	390,0	-369,8
EL CABURE	6	174	7,639		7,639	36,60		5 6 7	4 4	5 2 3	851,6	44,0	807,6		-369,8	44,0	-413,8
LOS PIRPINTOS	30	204	16,783		16,783	183,10		5 2 3	2 0 0	3 2 3	807,6	200,0	607,6		-413,8	200,0	-613,8
CAMPO EXP. PAMPA DE LOS GUANACOS	6	210					45,20				607,6	—	607,6		-613,8	—	-613,8
PAMPA DE LOS GUANACOS	19	229	16,204	200	216,204	106,73		3 2 3	3 2 3	—	607,6	323,0	284,6		-613,8	323,0	-936,8

**NOTA :**

(1) 26,100 l/seg : Caudal consignado a los fines del balance operativo del canal; no resulta manejable a los fines del riego superficial del area prevista (47 Has)

- \* Caudal de proyecto para un tirante  $h=1,30$  con revancha de  $h'=0,30$  m.
- \*\* Caudal de proyecto en Urutau con tirante de  $h=1,00$  m y revancha  $h'=0,20$  m.
- \*\*\* Máxima capacidad de conducción

- Control del consumo de agua del canal con el fin de evitar la construcción o instalación de derivaciones y/o tomas oficialmente no contempladas, tales como las que a título de ejemplo se citan a continuación:
  - a) Toma de agua que periódicamente se realiza en Urutaí, mediante camión cisterna y bomba, con destino a la localidad de Taco Pozo (Provincia del Chaco)
  - b) Acequia que deriva hacia el sud situada a 4 Km. agua abajo de El Caburé.
  - c) Extracción de agua, mediante bombas y cañerías, para riego de campos desmontados -aledaños al canal- en la zona próxima a la localidad de Pampa de los Guanacos.
  
- Con el objeto de disminuir o controlar las pérdidas localizadas, producidas por infiltración, fuga y evaporación se recomienda:
  - a) Revestir los sectores del canal coincidentes con paleocauces, principalmente en el tramo Cruz Bajada-Campo Experimental Los Tigres (IFTA).
  - b) Se considera conveniente independizar la traza del canal de las represas existentes entre las localidades de El Caburé y Pampa de los Guanacos, disminuyendo así el espejo de evaporación y la superficie de infiltración.
  - c) Reforzar en algunos sectores los terraplenes del canal con el objeto de evitar desbordamientos y/o roturas, tales como los existentes a 19,800 Km. aproximadamente aguas abajo de El Caburé en donde se produce un continuo y elevado caudal de fuga hacia el sud, o en la situada a 2.000 m. de la Toma Provisoria del Canal donde también se acusa una pérdida de carácter permanente.
  
- A fin de mejorar las condiciones de escurrimiento se aconseja realizar el desmalezamiento y limpieza periódica de fondo y paredes del canal.
  
- Para preservar la aptitud del agua para consumo de poblaciones se considera conveniente evitar el acceso directo de animales al canal (construcción de cercos, alambrados y aguadas para bebida de hacienda).

8. Bibliografía

CONSEJO PROVINCIAL DE VIALIDAD; "Proyecto del Sistema Canal de Dios". San  
tiago del Estero. (1967).

DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION; "Documento del Canal de Dios-Hipóte -  
sis V." Santiago del Estero.

KING, H.W. y E.F. BRATER; "Manual de Hidráulica". (1962).