



EMPRESA DE INGENIERIA INGENDESA S.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION DE RIEGO

CONSULTORIA DEP-002  
ANALISIS DE DESCONTAMINACION Y EMBALSE  
EN RIO LLUTA

- 1.- PROPOSICION DE MEDIDAS DE DESCONTAMINACION
- 2.- MANEJO DEL RIO LLUTA
- 3.- DISEÑO DE PREFACTIBILIDAD DE OBRAS CIVILES

VOLUMEN 3/4

MARZO 1993

E-8



CONSULTORIA DEP-002  
ANALISIS DE DESCONTAMINACION Y EMBALSE EN RIO LLUTA

CONTENIDO DE LOS CUATRO VOLUMENES

VOLUMEN 1

INFORME FINAL

VOLUMEN 2

- 1.- RECOPIACION DE ANTECEDENTES
- 2.- GENERACION DE NUEVOS ANTECEDENTES
- 3.- ANALISIS DESVIACION RIO CAQUENA

VOLUMEN 3

- 1.- PROPOSICION DE MEDIDAS DE DESCONTAMINACION
- 2.- MANEJO DEL RIO LLUTA
- 3.- DISEÑO DE PREFACTIBILIDAD DE OBRAS CIVILES

VOLUMEN 4

- 1.- CUANTIFICACION Y LOCALIZACION DE AGENTES CONTAMINANTES
- 2.- CONCENTRACION DE SALES VERSUS RENDIMIENTO
- 3.- EFECTO DEL PROYECTO EN EL MEDIO AMBIENTE
- 4.- IMPACTO EN LA AGRICULTURA DEL VALLE

## INDICE

### VOLUMEN 3

- 1.- PROPOSICION DE MEDIDAS DE DESCONTAMINACION
- 2.- MANEJO DEL RIO LLUTA
- 3.- DISEÑO DE PREFACTIBILIDAD DE OBRAS CIVILES

**1.- PROPOSICION DE MEDIDAS DE  
DESCONTAMINACION**

CONSULTORIA DEP- 002

## ANALISIS DESCONTAMINACION Y EMBALSE EN RIO LLUTA

## PROPOSICION DE MEDIDAS DE DESCONTAMINACION

(Modelo calidad de aguas)

1.- GENERAL

Desde hace muchos años que se estudia el mejoramiento general del valle del rio Lluta debido a la escasez del recurso agua y a la salinidad de la misma, factores que mantienen estancado el desarrollo de la zona en general y agricola en especial.

Aparentemente, la contaminación de los cauces se produce de forma importante localmente, a juzgar por la existencia de cauces pequeños, afluentes del rio Lluta, que transportan una importante carga salina; tal es el caso del rio Azufre, que transporta una alta concentración de cloruros y sulfatos, y del rio Colpitas que se caracteriza por sus altas concentraciones de boro.

Por sus condiciones climáticas y tener un valle fronterizo el rio Lluta resulta atractivo para un mejoramiento de su recurso especialmente aguas arriba de la zona de regadio. Por esta razón principalmente, se ha venido desarrollando mediciones, estudios y algunas obras con el objeto de conocer las magnitudes de las concentraciones en las aguas de diferentes factores, como por ejemplo, sulfatos, cloruros, Boro, Arsénico, Fierro, etc. como también concebir obras que permitan disminuir las concentraciones aguas abajo.

Es así como en los años 60 se construyó un canal para conducir hacia la Pampa de Titire parte del caudal del río Azufre con el objeto de evaporarlo. El sistema evaporante está constituido por estanques que cubren un área de unas 40 hectáreas limitadas por pretilos de tierra que actualmente se encuentran seriamente dañados.

El poder evaporante de dichos estanques puede estimarse en unos 20 litros/seg. como promedio anual, si se supone evaporación de tanque Weather Bureau de 2000 mm y un coeficiente estacional promedio de 0.75. Por su parte el caudal medio anual del río Azufre es de 80 l/s, vale decir, con el sistema de estanques existentes podría evaporarse solo un cuarto del caudal más contaminante que existe en la cabecera del río Lluta.

Otro estudio de mejoramiento fue realizado por el Ingeniero H. Niemeyer F. en 1968, quien propuso la construcción de un embalse en Chironta. En su estudio analiza la posibilidad de desarrollo que presentan varias angosturas en el valle del río Lluta. Cabe señalar que el informe del Ingeniero Niemeyer es un valioso documento a la fecha de su elaboración por cuanto resume y analiza una serie de antecedentes relativos al riego del valle conectados a la problemática de la calidad del agua.

También se diseñaron y construyeron drenajes en el sector de riego al objeto de regar con aguas "salinas" bajo la garantía de drenaje que evitarían la salinización del suelo. El funcionamiento de estos drenes no es el deseado en la actualidad por diferentes razones.

El problema del drenaje en el sector de riego, especialmente desde Poconchile hacia aguas abajo, puede verse significativamente aliviado con la construcción del Embalse Chironta, u otro, al interceptar el flujo subterráneo, uno de los principales responsables de los niveles freáticos en el sector antes mencionado.

La depresión de los niveles freáticos posibilitaría otras prácticas de descontaminación, en este caso, de los suelos agrícolas afectados por la salinidad, mediante el lavado de sales y su evacuación por debajo de la zona de arraigamiento con los consiguientes beneficios eventuales reflejados en el aumento de rendimiento o la introducción de otros cultivos más sensibles.

Otro estudio propone la desviación del río Caquena hacia el valle del río Lluta en un sector ubicado frente al río Colpitas. En dicho sector el río Caquena empieza a servir como línea de demarcación de la frontera Chileno- Boliviana. Aguas arriba de este punto la cuenca hidrográfica es chilena exclusivamente.

Químicamente, las aguas del río Caquena son mejores que las del Lluta y es atractivo su utilización ya sea solas o en mezclas determinadas.

Bajo la perspectiva antes descrita es que se pretende desarrollar un modelo de calidad de aguas que permita conocer a priori el efecto de las obras de mejoramiento de calidad de agua que serán propuestos en este estudio.

El modelo utilizará toda la información disponible de caudales y concentraciones que se dispone con el objeto de calibrar y simular situaciones nuevas distintas de las naturales bajo las que se han efectuado las mediciones.

## 2.- ANTECEDENTES

Para la confección del modelo de calidad de aguas del río Lluta, es necesario contar tanto con información fluviométrica como de análisis químicos del agua del río Lluta, sus afluentes y del río Caquena.

En particular la información disponible para la realización del estudio es la siguiente:

### 2.1. INFORMACION FLUVIOMETRICA

#### 2.1.1 Caudales medios mensuales:

Se dispone de series de caudales medios mensuales para el periodo 1961/62 - 1987/88, en los siguientes puntos de las hoyas de los ríos Lluta y Caquena.

- . Río Azufre en Humapalca
- . Río Caracarani en Humapalca
- . Río Caracarani en Alcérreca
- . Río Colpitas en Alcérreca
- . Río Lluta en Alcérrecas
- . Río Lluta en Jamiraya
- . Río Lluta en Tocontasi
- . Río Lluta en Panamericana
- . Río Caquena en Vertedero

Dichas estadísticas fueron rellenas y ampliadas al periodo común antes indicado, mediante correlaciones gráficas entre las distintas estaciones, en el Estudio Hidrológico del punto "Generación de Nuevos Antecedentes",

correspondiente al Estudio de Descontaminación del río Lluta que se está desarrollando.

Los resultados obtenidos en dicho Estudio Hidrológico son las series de caudales medios mensuales, las que homogenizadas para corregir inconsistencias entre ellas, se muestran en los cuadros N°1 a 9.

2.1.2 Caudales medios diarios:

Se dispone de las estadísticas de caudales medios diarios en las siguientes estaciones y para los periodos que se señalan:

| ESTACION                     | PERIODO         |
|------------------------------|-----------------|
| Caracarani en Humapalca .... | Oct.73 - Dic.90 |
| Caracarani en Alcérreca..... | Oct.61 - Dic.90 |
| Colpita en Alcérreca.....    | Oct.61 - Dic.90 |
| Lluta en Alcérreca.....      | Oct.61 - Dic.90 |
| Lluta en Jamiraya.....       | Oct.37 - Sep.44 |
| Lluta en Tocontasi.....      | Oct.46 - Dic.85 |
| Caquena en Vertedero.....    | Oct.69 - Dic.90 |

Dichas estadísticas han sido obtenidas en el Banco Nacional de Aguas que mantiene la DGA, y en general son bastante incompletas.

2.1.3 Aforos:

Se dispone de corridas de aforos realizados entre las siguientes fechas, en las estaciones que se indican:

|                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| Azufre en Humapalca.....    | 16 Jun 67 - 17 May 83 |
| Caracarani en Humapala..... | 21 Abr 76 - 30 May 91 |

|                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| Caracarani en Alcérreca..... | 12 Dic 78 - 13 Nov 84 |
| Colpitas en Alcérreca.....   | 02 Nov 61 - 23 Ene 91 |
| Lluta en Alcérreca.....      | 02 Nov 61 - 23 Ene 91 |
| Lluta en Tocontasi.....      | Jun 61 - Ene 91       |
| Caquena en Vertedero.....    | Jun 70 - Ene 91       |

Cabe hacer notar que los datos fluviométricos originales en muchos casos presentan inconsistencias entre las distintas estaciones. Es por esto que ha sido necesario revisar y corregir la información disponible, incluyendo en ello curvas de descarga.

2.2 ANTECEDENTES SOBRE CALIDAD DEL AGUA

Existe bastante información respecto a análisis químicos practicados a muestras de agua de distintos puntos de las hoyas de los ríos Lluta y Caquena. En particular la Dirección de Riego entregó a este Consultor una serie de análisis realizados en el "Laboratorio Hidrológico" de la DGA, en los que se especifican principalmente:

- PH, Conductividad, Índice SAR, Clasificación USSLS
- Aniones :  $CO_3^{=}$ ,  $HCO_3^{-}$ ,  $Cl^{-}$ ,  $SO_4^{=}$
- Cationes :  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $K^{+}$ ,  $Na^{+}$
- Sólidos disueltos: As, B, Cu, Fe

Estos análisis fueron realizados en los puntos que se indican a continuación, junto al periodo de tiempo dentro del cual se han realizado las tomas de muestras.

| <u>PUNTO DE MUESTREO</u>                  | <u>PERIODOS</u>     |
|---|---------------------|
| 1.- Río Azufre en Humapalca.....          | 09/12/60 - 15/12/84 |
| 2.- Río Caracarani en Humapalca.....      | 10/56 - 13/11/84    |
| 3.- Río Caracarani en Alcérreca.....      | 10/56 - 01/12/89    |
| 4.- Río Colpitas en Alcérreca.....        | 10/56 - 01/12/89    |
| 5.- Río Lluta en Alcérreca.....           | 10/56 - 18/12/84    |
| 6.- Río Lluta en Tocontasi.....           | 05/60 - 17/02/87    |
| 7.- Río Lluta en Panamericana.....        | 10/56 - 19/12/89    |
| 8.- Río Caracarani en Sica-Sica.....      | 10/56 - 17/11/76    |
| 9.- Río Lluta en Molinos.....             | 10/56 - 25/03/74    |
| 10.- Río Lluta en Poconchile.....         | 10/56 - 25/01/85    |
| 11.- Río Lluta en Rosario.....            | 11/12/60 - 21/02/69 |
| 12.- Río Lluta en Bocatoma Chacabuco .... | 11/11/62 - 23/10/69 |
| 13.- Río Lluta en Santa Lucía.....        | 10/56 - 17/03/77    |
| 14.- Varios Río Lluta.....                | -o-                 |
| 15.- Varios Río Azufre.....               | -o-                 |
| 16.- Ríos Caquena en Vertedero.....       | 12/11/84 - 01/12/89 |

Se incluyen en los cuadros del Anexo A-1 a A-6 los análisis químicos de los 6 primeras estaciones, que son aquellas relacionadas con la zona donde se desarrollará el modelo de calidad de aguas y que cuentan con mayor cantidad de información.

Cabe hacer notar que no todos los años dentro del período de observación poseen datos de análisis químicos. Sin embargo, los análisis de los ríos Colpitas, Caracarani, Lluta, presentan en general, un buen balance de aniones y cationes, en todas aquellas muestras en que se efectuaron análisis de todos los componentes principales: calcio, magnesio, sodio, potasio, carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos y, por lo tanto, pueden ser utilizados para un estudio geoquímico. Los análisis incompletos pueden utilizarse solamente para tener una idea de las variaciones de algunos iones en el tiempo.

Los análisis de las muestras del Río Azufre, presentan una gran dispersión y gran diferencia en el balance de aniones y cationes. Además, para los pH muy bajos informados, deberían existir cantidades apreciables de  $Fe^{3+}$  y  $Fe^{2+}$  y otros elementos, que generalmente no existen en cantidades apreciables a pH mayores, los que pueden ser importantes en el balance y en los equilibrios químicos. Por otra parte, los datos son muy erráticos y no se observa una correlación entre las conductividades y los contenidos de ciertos iones, ni una tendencia de las relaciones Ca-Mg, Na-K ni Cl-SO<sub>4</sub> con respecto a la conductividad, ni en épocas del año.

En los cuadros N° A-7 a A-36 se incluyen los promedios a nivel mensual de la conductividad y de las concentraciones de  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ , Arsénico y Boro. Estos promedios consideran la información disponible en cada mes y se supone que entregan una buena aproximación de la magnitud y la variación mensual de los parámetros antes indicados.

23-Mar-92  
03:26 PM

CUADRO No 1

RIO AZUFRE EN HUMAPALCA V.2.0

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

| AÑO  | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | Qa   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1/82 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.09 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.05 |
| 2/83 | 0.07 | 0.09 | 0.18 | 0.23 | 0.14 | 0.06 | 0.09 | 0.10 | 0.09 | 0.04 | 0.08 | 0.06 | 0.10 |
| 3/84 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.06 |
| 4/85 | 0.06 | 0.10 | 0.15 | 0.18 | 0.06 | 0.09 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.08 |
| 5/86 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 |
| 6/87 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.14 | 0.13 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.05 | 0.08 |
| 7/88 | 0.02 | 0.02 | 0.09 | 0.10 | 0.11 | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| 8/89 | 0.05 | 0.06 | 0.09 | 0.07 | 0.06 | 0.04 | 0.09 | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.07 |
| 9/90 | 0.04 | 0.06 | 0.09 | 0.07 | 0.08 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.05 |
| 0/91 | 0.03 | 0.04 | 0.09 | 0.17 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.06 |
| 1/92 | 0.04 | 0.05 | 0.23 | 0.15 | 0.19 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.09 |
| 2/93 | 0.04 | 0.06 | 0.17 | 0.30 | 0.11 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.09 |
| 3/94 | 0.03 | 0.03 | 0.12 | 0.13 | 0.15 | 0.09 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.10 | 0.05 | 0.05 | 0.08 |
| 4/95 | 0.04 | 0.04 | 0.10 | 0.27 | 0.24 | 0.12 | 0.08 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.10 |
| 5/96 | 0.04 | 0.05 | 0.17 | 0.24 | 0.16 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.09 |
| 6/97 | 0.04 | 0.05 | 0.10 | 0.29 | 0.24 | 0.11 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 0.10 |
| 7/98 | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.06 | 0.08 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.07 | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.06 |
| 8/99 | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 0.04 | 0.12 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.06 |
| 9/00 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.01 | 0.26 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.07 |
| 0/01 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 0.34 | 0.30 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.10 |
| 1/02 | 0.03 | 0.05 | 0.07 | 0.13 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.05 |
| 2/03 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.05 |
| 3/04 | 0.04 | 0.05 | 0.10 | 0.35 | 0.18 | 0.08 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.10 |
| 4/05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.24 | 0.17 | 0.16 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.09 |
| 5/06 | 0.05 | 0.05 | 0.18 | 0.23 | 0.23 | 0.09 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.10 |
| 6/07 | 0.04 | 0.08 | 0.42 | 0.22 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.10 |
| 7/08 | 0.04 | 0.04 | 0.13 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.07 |
| IGN. | 0.04 | 0.05 | 0.12 | 0.16 | 0.13 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.08 |
| STD  | 0.01 | 0.02 | 0.08 | 0.10 | 0.07 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 |

STATISTICA GENERADA A PARTIR DE LLUTA EN ALCERRECA V.6.0.

61/88 24.41

HOMOGENI

23-Mar-92

03:26 PM

## CUADRO No 2

## RIO CARACARANI EN MUMAPALCA V.6.0

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m<sup>3</sup>/s)

| AÑO   | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | Qa   |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 61/62 | 0.31 | 0.36 | 0.35 | 0.27 | 0.18 | 0.22 | 0.20 | 0.21 | 0.24 | 0.23 | 0.26 | 0.53 | 0.28 |
| 62/63 | 0.53 | 0.56 | 1.20 | 0.68 | 0.48 | 0.23 | 0.45 | 0.47 | 0.53 | 0.21 | 0.44 | 0.30 | 0.51 |
| 63/64 | 0.26 | 0.29 | 0.24 | 0.25 | 0.22 | 0.24 | 0.26 | 0.29 | 0.27 | 0.34 | 0.34 | 0.28 | 0.27 |
| 64/65 | 0.36 | 0.54 | 0.71 | 0.62 | 0.22 | 0.41 | 0.26 | 0.30 | 0.27 | 0.24 | 0.33 | 0.25 | 0.38 |
| 65/66 | 0.26 | 0.21 | 0.20 | 0.18 | 0.29 | 0.20 | 0.25 | 0.22 | 0.25 | 0.22 | 0.21 | 0.28 | 0.23 |
| 66/67 | 0.34 | 0.31 | 0.24 | 0.43 | 0.46 | 0.35 | 0.45 | 0.51 | 0.45 | 0.40 | 0.37 | 0.24 | 0.38 |
| 67/68 | 0.10 | 0.12 | 0.46 | 0.30 | 0.38 | 0.29 | 0.32 | 0.25 | 0.29 | 0.28 | 0.31 | 0.29 | 0.28 |
| 68/69 | 0.35 | 0.32 | 0.41 | 0.26 | 0.25 | 0.18 | 0.58 | 0.39 | 0.39 | 0.36 | 0.26 | 0.21 | 0.33 |
| 69/70 | 0.21 | 0.29 | 0.39 | 0.20 | 0.27 | 0.17 | 0.22 | 0.21 | 0.26 | 0.23 | 0.20 | 0.17 | 0.24 |
| 70/71 | 0.16 | 0.19 | 0.37 | 0.51 | 0.23 | 0.17 | 0.21 | 0.23 | 0.35 | 0.31 | 0.27 | 0.22 | 0.27 |
| 71/72 | 0.27 | 0.29 | 0.96 | 0.45 | 0.67 | 0.35 | 0.28 | 0.28 | 0.30 | 0.26 | 0.25 | 0.22 | 0.38 |
| 72/73 | 0.24 | 0.29 | 0.71 | 0.90 | 0.37 | 0.26 | 0.27 | 0.29 | 0.31 | 0.42 | 0.35 | 0.23 | 0.39 |
| 73/74 | 0.09 | 0.12 | 1.15 | 0.68 | 0.50 | 0.27 | 0.30 | 0.27 | 0.24 | 0.48 | 0.18 | 0.16 | 0.37 |
| 74/75 | 0.14 | 0.13 | 0.48 | 0.07 | 0.85 | 0.28 | 0.34 | 0.22 | 0.26 | 0.21 | 0.33 | 0.71 | 0.33 |
| 75/76 | 0.28 | 0.45 | 1.03 | 0.54 | 0.44 | 0.32 | 0.30 | 0.36 | 0.38 | 0.24 | 0.29 | 0.38 | 0.42 |
| 76/77 | 0.15 | 0.19 | 0.40 | 0.88 | 0.46 | 0.40 | 0.37 | 0.36 | 0.36 | 0.35 | 0.36 | 0.38 | 0.39 |
| 77/78 | 0.38 | 0.25 | 0.43 | 0.19 | 0.43 | 0.21 | 0.17 | 0.17 | 0.44 | 0.39 | 0.15 | 0.22 | 0.28 |
| 78/79 | 0.22 | 0.23 | 0.38 | 0.26 | 0.60 | 0.26 | 0.26 | 0.24 | 0.24 | 0.22 | 0.24 | 0.18 | 0.28 |
| 79/80 | 0.20 | 0.23 | 0.34 | 0.04 | 1.11 | 0.25 | 0.23 | 0.24 | 0.26 | 0.20 | 0.21 | 0.27 | 0.30 |
| 80/81 | 0.19 | 0.23 | 0.20 | 2.87 | 0.81 | 0.37 | 0.30 | 0.24 | 0.24 | 0.25 | 0.24 | 0.31 | 0.52 |
| 81/82 | 0.20 | 0.27 | 0.74 | 0.58 | 0.44 | 0.33 | 0.27 | 0.26 | 0.32 | 0.25 | 0.29 | 0.22 | 0.35 |
| 82/83 | 0.21 | 0.31 | 0.17 | 0.14 | 0.20 | 0.23 | 0.31 | 0.33 | 0.26 | 0.29 | 0.24 | 0.20 | 0.24 |
| 83/84 | 0.22 | 0.21 | 0.54 | 1.06 | 0.74 | 0.36 | 0.31 | 0.30 | 0.38 | 0.34 | 0.25 | 0.26 | 0.41 |
| 84/85 | 0.32 | 0.25 | 0.25 | 0.87 | 0.52 | 0.44 | 0.37 | 0.32 | 0.27 | 0.67 | 0.24 | 0.20 | 0.39 |
| 85/86 | 0.30 | 0.34 | 0.82 | 0.81 | 0.72 | 0.38 | 0.32 | 0.33 | 0.46 | 0.38 | 0.29 | 0.23 | 0.45 |
| 86/87 | 0.19 | 0.35 | 0.62 | 0.20 | 0.26 | 0.25 | 0.25 | 0.27 | 0.37 | 0.37 | 0.24 | 0.22 | 0.30 |
| 87/88 | 0.21 | 0.18 | 0.44 | 0.30 | 0.28 | 0.31 | 0.28 | 0.33 | 0.33 | 0.29 | 0.23 | 0.18 | 0.28 |
| PROM. | 0.25 | 0.28 | 0.53 | 0.54 | 0.46 | 0.28 | 0.30 | 0.29 | 0.32 | 0.31 | 0.27 | 0.27 | 0.34 |
| STD   | 0.09 | 0.11 | 0.29 | 0.54 | 0.23 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.10 | 0.06 | 0.11 | 0.08 |

V.6.0 = V.5.0 corregida por C.I. negativa con Azufre y Alcirreca.

61/88 110.95

HOMOGENE  
relleno: AW1  
CAR-ALC

23-Mar-92  
03:26 PM

CUADRO No. 3

RIO CARACARANI EN ALCERRECA V.7.0

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m<sup>3</sup>/s)

| AÑO  | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | Qa   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1/62 | 0.43 | 0.69 | 1.29 | 1.10 | 0.24 | 0.27 | 0.44 | 0.49 | 0.63 | 0.58 | 0.67 | 1.11 | 0.66 |
| 2/63 | 1.19 | 1.54 | 2.92 | 4.04 | 2.42 | 0.59 | 1.34 | 1.92 | 1.74 | 0.48 | 1.38 | 0.90 | 1.71 |
| 3/64 | 0.61 | 0.84 | 0.94 | 1.21 | 1.11 | 0.75 | 0.85 | 1.01 | 0.90 | 1.38 | 1.33 | 1.08 | 1.00 |
| 4/65 | 0.91 | 1.67 | 2.86 | 3.44 | 0.94 | 1.61 | 0.59 | 0.68 | 0.89 | 0.66 | 0.97 | 0.76 | 1.33 |
| 5/66 | 0.74 | 0.63 | 0.74 | 1.01 | 1.27 | 0.81 | 0.84 | 0.67 | 0.71 | 0.58 | 0.50 | 0.63 | 0.76 |
| 6/67 | 0.68 | 0.66 | 0.64 | 2.53 | 2.33 | 1.12 | 1.05 | 1.34 | 1.00 | 1.31 | 1.13 | 0.76 | 1.21 |
| 7/68 | 0.28 | 0.40 | 1.53 | 1.77 | 1.89 | 1.14 | 0.61 | 0.34 | 0.96 | 0.93 | 0.95 | 0.83 | 0.97 |
| 8/69 | 0.70 | 1.03 | 1.58 | 0.88 | 0.99 | 0.37 | 1.64 | 1.35 | 1.29 | 1.18 | 0.74 | 0.56 | 1.03 |
| 9/70 | 0.50 | 0.94 | 1.73 | 1.15 | 1.30 | 0.54 | 0.56 | 0.50 | 0.63 | 0.53 | 0.43 | 0.35 | 0.76 |
| 0/71 | 0.24 | 0.50 | 0.73 | 2.00 | 1.11 | 0.74 | 0.72 | 0.80 | 1.07 | 1.15 | 0.89 | 0.73 | 0.89 |
| 1/72 | 0.74 | 0.91 | 4.25 | 2.73 | 3.54 | 0.64 | 1.06 | 1.06 | 1.09 | 0.94 | 0.82 | 0.79 | 1.55 |
| 2/73 | 0.78 | 1.16 | 3.53 | 5.30 | 1.85 | 1.04 | 1.02 | 1.12 | 1.18 | 0.92 | 0.78 | 0.75 | 1.62 |
| 3/74 | 0.31 | 0.37 | 2.15 | 2.37 | 2.85 | 1.36 | 1.04 | 1.30 | 1.32 | 1.74 | 0.86 | 0.59 | 1.35 |
| 4/75 | 0.60 | 0.69 | 1.78 | 5.48 | 4.68 | 2.12 | 1.06 | 1.57 | 1.54 | 1.32 | 1.11 | 0.89 | 1.90 |
| 5/76 | 0.51 | 0.82 | 2.51 | 4.23 | 2.81 | 1.29 | 1.20 | 1.20 | 1.23 | 1.23 | 1.23 | 0.58 | 1.57 |
| 6/77 | 0.47 | 0.64 | 1.84 | 5.17 | 3.69 | 1.48 | 0.97 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 0.72 | 0.72 | 1.58 |
| 7/78 | 0.69 | 0.75 | 1.78 | 1.06 | 1.55 | 0.85 | 0.43 | 0.40 | 1.13 | 1.08 | 0.28 | 0.65 | 0.89 |
| 8/79 | 0.82 | 0.89 | 1.41 | 0.48 | 2.11 | 0.85 | 0.85 | 0.93 | 0.94 | 0.72 | 0.67 | 0.70 | 0.95 |
| 9/80 | 0.70 | 0.68 | 1.13 | 0.23 | 5.67 | 0.92 | 1.04 | 0.71 | 0.81 | 0.77 | 0.54 | 0.43 | 1.14 |
| 0/81 | 0.34 | 0.38 | 0.88 | 6.95 | 6.45 | 0.80 | 0.87 | 1.06 | 1.10 | 0.87 | 0.75 | 0.61 | 1.76 |
| 1/82 | 0.41 | 0.79 | 1.22 | 2.63 | 0.51 | 0.77 | 0.79 | 0.82 | 0.72 | 0.34 | 0.42 | 0.31 | 0.81 |
| 2/83 | 0.47 | 0.61 | 0.21 | 0.19 | 0.47 | 0.39 | 0.52 | 0.73 | 0.77 | 0.78 | 0.60 | 0.48 | 0.52 |
| 3/84 | 0.50 | 0.53 | 1.64 | 6.72 | 2.96 | 1.20 | 0.80 | 1.00 | 1.12 | 1.03 | 0.86 | 0.57 | 1.58 |
| 4/85 | 0.44 | 0.71 | 0.31 | 3.95 | 2.88 | 2.20 | 0.84 | 0.82 | 0.70 | 0.74 | 0.59 | 0.50 | 1.22 |
| 5/86 | 0.67 | 0.47 | 2.85 | 4.22 | 3.87 | 1.39 | 1.09 | 1.12 | 1.10 | 1.15 | 0.92 | 0.74 | 1.63 |
| 6/87 | 0.68 | 1.29 | 7.98 | 3.98 | 0.90 | 0.75 | 0.60 | 0.61 | 0.89 | 0.60 | 0.52 | 0.44 | 1.60 |
| 7/88 | 0.43 | 0.50 | 2.36 | 1.41 | 1.30 | 1.33 | 0.98 | 1.12 | 1.07 | 0.86 | 0.73 | 0.62 | 1.06 |
| ROM. | 0.59 | 0.78 | 1.96 | 2.82 | 2.28 | 1.01 | 0.88 | 0.95 | 1.02 | 0.92 | 0.79 | 0.67 | 1.22 |
| STD  | 0.21 | 0.32 | 1.52 | 1.94 | 1.55 | 0.47 | 0.27 | 0.36 | 0.26 | 0.32 | 0.27 | 0.19 | 0.38 |

7.0 = Lluta en Alcerreca V.6.0 - Colpitas en Alcerreca V.5.0.

61/88 396.47

HOMOGENE1  
relleno1 AF61  
COL-ALC

23-Mar-92  
03:26 PM

CUADRO No 4

RIO COLPITAS EN ALCERRECA V.5.0

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m<sup>3</sup>/s)

| AÑO   | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | Qa   |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 61/62 | 0.46 | 0.70 | 0.64 | 0.97 | 0.57 | 0.58 | 0.50 | 0.50 | 0.48 | 0.45 | 0.46 | 0.45 | 0.56 |
| 62/63 | 0.48 | 0.56 | 1.22 | 1.22 | 0.81 | 0.75 | 0.78 | 0.34 | 0.30 | 0.50 | 0.54 | 0.48 | 0.66 |
| 63/64 | 0.48 | 0.47 | 0.42 | 0.49 | 0.37 | 0.45 | 0.41 | 0.39 | 0.34 | 0.15 | 0.15 | 0.17 | 0.36 |
| 64/65 | 0.41 | 0.60 | 0.62 | 0.75 | 0.52 | 0.48 | 0.44 | 0.40 | 0.34 | 0.44 | 0.47 | 0.38 | 0.49 |
| 65/66 | 0.33 | 0.37 | 0.36 | 0.35 | 0.41 | 0.37 | 0.35 | 0.38 | 0.43 | 0.40 | 0.42 | 0.43 | 0.38 |
| 66/67 | 0.50 | 0.60 | 0.55 | 0.77 | 0.78 | 0.56 | 0.62 | 0.57 | 0.56 | 0.50 | 0.47 | 0.34 | 0.57 |
| 67/68 | 0.16 | 0.18 | 0.64 | 0.54 | 0.63 | 0.55 | 0.49 | 0.32 | 0.37 | 0.36 | 0.40 | 0.49 | 0.43 |
| 68/69 | 0.50 | 0.47 | 0.51 | 0.85 | 0.42 | 0.51 | 0.52 | 0.52 | 0.50 | 0.46 | 0.39 | 0.39 | 0.50 |
| 69/70 | 0.39 | 0.44 | 0.45 | 0.42 | 0.49 | 0.45 | 0.49 | 0.51 | 0.53 | 0.50 | 0.45 | 0.45 | 0.46 |
| 70/71 | 0.43 | 0.41 | 1.30 | 1.94 | 0.44 | 0.28 | 0.29 | 0.29 | 0.30 | 0.29 | 0.29 | 0.28 | 0.54 |
| 71/72 | 0.29 | 0.32 | 1.06 | 0.74 | 0.94 | 1.02 | 0.29 | 0.28 | 0.27 | 0.26 | 0.25 | 0.22 | 0.50 |
| 72/73 | 0.24 | 0.23 | 0.40 | 1.61 | 0.62 | 0.49 | 0.26 | 0.25 | 0.26 | 0.36 | 0.32 | 0.27 | 0.44 |
| 73/74 | 0.28 | 0.27 | 0.71 | 0.71 | 0.71 | 0.65 | 0.37 | 0.41 | 0.40 | 0.49 | 0.35 | 0.48 | 0.49 |
| 74/75 | 0.40 | 0.36 | 0.46 | 0.88 | 1.01 | 0.74 | 0.85 | 0.41 | 0.27 | 0.22 | 0.31 | 0.39 | 0.52 |
| 75/76 | 0.48 | 0.41 | 1.43 | 1.28 | 0.94 | 0.39 | 0.40 | 0.38 | 0.37 | 0.36 | 0.37 | 0.51 | 0.61 |
| 76/77 | 0.51 | 0.46 | 0.39 | 1.57 | 1.84 | 1.07 | 0.46 | 0.41 | 0.45 | 0.45 | 0.43 | 0.41 | 0.70 |
| 77/78 | 0.39 | 0.42 | 0.60 | 0.43 | 0.36 | 0.36 | 0.37 | 0.39 | 0.40 | 0.40 | 0.37 | 0.37 | 0.41 |
| 78/79 | 0.34 | 0.35 | 0.59 | 0.40 | 0.69 | 0.44 | 0.46 | 0.48 | 0.46 | 0.36 | 0.43 | 0.43 | 0.45 |
| 79/80 | 0.43 | 0.50 | 0.38 | 0.07 | 0.48 | 0.44 | 0.49 | 0.48 | 0.47 | 0.43 | 0.44 | 0.47 | 0.42 |
| 80/81 | 0.50 | 0.53 | 0.58 | 0.96 | 0.47 | 0.43 | 0.37 | 0.33 | 0.30 | 0.35 | 0.38 | 0.35 | 0.46 |
| 81/82 | 0.34 | 0.35 | 0.46 | 0.47 | 0.45 | 0.43 | 0.46 | 0.50 | 0.48 | 0.38 | 0.39 | 0.38 | 0.43 |
| 82/83 | 0.39 | 0.55 | 0.66 | 0.70 | 0.65 | 0.65 | 0.62 | 0.59 | 0.53 | 0.51 | 0.46 | 0.46 | 0.56 |
| 83/84 | 0.45 | 0.56 | 0.65 | 1.44 | 1.22 | 0.74 | 0.60 | 0.54 | 0.43 | 0.40 | 0.36 | 0.58 | 0.66 |
| 84/85 | 0.63 | 0.55 | 0.62 | 1.62 | 1.17 | 1.54 | 0.56 | 0.53 | 0.52 | 0.48 | 0.44 | 0.42 | 0.76 |
| 85/86 | 0.57 | 0.69 | 1.42 | 1.06 | 1.54 | 0.75 | 0.40 | 0.45 | 0.47 | 0.42 | 0.33 | 0.29 | 0.70 |
| 86/87 | 0.30 | 0.48 | 1.69 | 1.18 | 0.55 | 0.55 | 0.59 | 0.63 | 0.72 | 0.64 | 0.60 | 0.54 | 0.71 |
| 87/88 | 0.55 | 0.54 | 0.71 | 0.46 | 0.51 | 0.46 | 0.45 | 0.46 | 0.49 | 0.47 | 0.42 | 0.44 | 0.50 |
| PROM. | 0.41 | 0.46 | 0.72 | 0.88 | 0.73 | 0.60 | 0.48 | 0.44 | 0.42 | 0.41 | 0.40 | 0.40 | 0.53 |
| STD   | 0.11 | 0.13 | 0.36 | 0.46 | 0.36 | 0.26 | 0.14 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.09 | 0.09 | 0.11 |

V.5.0 = V.1.0 rellena con LLuta en Alcerreca V.5.0

61/88 171.27

HOMOGENI  
relleno1  
LLU-ALC

23-Mar-92  
03:26 PM

CUADRO No 5

RIO LLUTA EN ALCERRECA V.6.0.

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

| AÑO   | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | Qa   |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 61/62 | 0.89 | 1.39 | 1.93 | 2.07 | 0.80 | 0.85 | 0.93 | 0.99 | 1.11 | 1.03 | 1.13 | 1.56 | 1.22 |
| 62/63 | 1.67 | 2.11 | 4.14 | 5.27 | 3.23 | 1.34 | 2.12 | 2.26 | 2.04 | 0.98 | 1.91 | 1.38 | 2.37 |
| 63/64 | 1.08 | 1.31 | 1.36 | 1.69 | 1.48 | 1.21 | 1.26 | 1.39 | 1.24 | 1.53 | 1.48 | 1.26 | 1.36 |
| 64/65 | 1.32 | 2.27 | 3.48 | 4.19 | 1.46 | 2.08 | 1.03 | 1.08 | 1.23 | 1.10 | 1.43 | 1.14 | 1.82 |
| 65/66 | 1.07 | 1.00 | 1.10 | 1.36 | 1.69 | 1.18 | 1.19 | 1.05 | 1.14 | 0.98 | 0.92 | 1.06 | 1.14 |
| 66/67 | 1.18 | 1.27 | 1.19 | 3.30 | 3.10 | 1.68 | 1.68 | 1.91 | 1.56 | 1.81 | 1.60 | 1.10 | 1.78 |
| 67/68 | 0.44 | 0.58 | 2.16 | 2.31 | 2.52 | 1.69 | 1.09 | 0.67 | 1.33 | 1.29 | 1.35 | 1.32 | 1.40 |
| 68/69 | 1.20 | 1.51 | 2.09 | 1.73 | 1.41 | 0.88 | 2.16 | 1.87 | 1.79 | 1.64 | 1.13 | 0.95 | 1.53 |
| 69/70 | 0.89 | 1.38 | 2.18 | 1.57 | 1.79 | 0.99 | 1.05 | 1.01 | 1.16 | 1.03 | 0.88 | 0.79 | 1.23 |
| 70/71 | 0.67 | 0.91 | 2.03 | 3.94 | 1.55 | 1.02 | 1.01 | 1.09 | 1.38 | 1.43 | 1.18 | 1.01 | 1.43 |
| 71/72 | 1.03 | 1.23 | 5.31 | 3.47 | 4.48 | 1.66 | 1.35 | 1.34 | 1.36 | 1.20 | 1.07 | 1.01 | 2.04 |
| 72/73 | 1.01 | 1.39 | 3.93 | 6.91 | 2.47 | 1.53 | 1.28 | 1.37 | 1.43 | 1.28 | 1.10 | 1.01 | 2.06 |
| 73/74 | 0.60 | 0.65 | 2.86 | 3.08 | 3.56 | 2.01 | 1.41 | 1.71 | 1.72 | 2.23 | 1.21 | 1.07 | 1.84 |
| 74/75 | 1.00 | 1.05 | 2.23 | 6.36 | 5.69 | 2.86 | 1.92 | 1.98 | 1.81 | 1.54 | 1.42 | 1.28 | 2.43 |
| 75/76 | 0.98 | 1.23 | 3.94 | 5.51 | 3.74 | 1.68 | 1.60 | 1.58 | 1.59 | 1.59 | 1.60 | 1.09 | 2.18 |
| 76/77 | 0.98 | 1.11 | 2.23 | 6.74 | 5.53 | 2.55 | 1.43 | 1.49 | 1.53 | 1.53 | 1.15 | 1.13 | 2.28 |
| 77/78 | 1.08 | 1.17 | 2.38 | 1.50 | 1.91 | 1.21 | 0.80 | 0.79 | 1.53 | 1.47 | 0.66 | 1.01 | 1.29 |
| 78/79 | 1.16 | 1.24 | 2.00 | 0.87 | 2.80 | 1.29 | 1.31 | 1.41 | 1.40 | 1.08 | 1.10 | 1.12 | 1.40 |
| 79/80 | 1.13 | 1.18 | 1.50 | 0.30 | 6.14 | 1.35 | 1.53 | 1.20 | 1.28 | 1.20 | 0.98 | 0.90 | 1.56 |
| 80/81 | 0.84 | 0.91 | 1.46 | 7.91 | 6.92 | 1.23 | 1.24 | 1.39 | 1.40 | 1.22 | 1.13 | 0.97 | 2.22 |
| 81/82 | 0.75 | 1.14 | 1.68 | 3.11 | 0.96 | 1.20 | 1.25 | 1.32 | 1.20 | 0.72 | 0.81 | 0.69 | 1.24 |
| 82/83 | 0.86 | 1.16 | 0.87 | 0.89 | 1.12 | 1.04 | 1.14 | 1.32 | 1.30 | 1.29 | 1.05 | 0.94 | 1.08 |
| 83/84 | 0.95 | 1.08 | 2.29 | 8.16 | 4.18 | 1.94 | 1.40 | 1.54 | 1.55 | 1.43 | 1.24 | 1.15 | 2.24 |
| 84/85 | 1.07 | 1.26 | 0.93 | 5.57 | 4.05 | 3.74 | 1.40 | 1.35 | 1.22 | 1.22 | 1.03 | 0.92 | 1.98 |
| 85/86 | 1.24 | 1.16 | 4.27 | 5.28 | 5.41 | 2.14 | 1.49 | 1.57 | 1.56 | 1.57 | 1.24 | 1.03 | 2.33 |
| 86/87 | 0.98 | 1.77 | 9.67 | 5.16 | 1.45 | 1.30 | 1.19 | 1.24 | 1.60 | 1.24 | 1.12 | 0.99 | 2.31 |
| 87/88 | 0.98 | 1.03 | 3.07 | 1.86 | 1.81 | 1.79 | 1.43 | 1.58 | 1.56 | 1.33 | 1.15 | 1.06 | 1.55 |
| PROR. | 1.00 | 1.24 | 2.68 | 3.71 | 3.01 | 1.61 | 1.36 | 1.39 | 1.45 | 1.33 | 1.19 | 1.07 | 1.75 |
| BESV. | 0.23 | 0.36 | 1.76 | 2.26 | 1.73 | 0.64 | 0.32 | 0.36 | 0.22 | 0.30 | 0.26 | 0.18 | 0.44 |

V.6.0 = V.5.0 Corregida por hora intermedia (TDC.-ALC.) negativa.

61/88 567.74

HONDENI  
relleno  
LLU-TOC

23-Mar-92  
03:26 PM

CUADRO No 6

RIO LLUTA EN TOCONTASI V.5.0

CAUDALES MEDIDOS MENSUALES (m<sup>3</sup>/s)

| AÑO   | NOV  | DIC  | ENE   | FEB   | MAR   | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | Qa   |
|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 61/62 | 1.07 | 1.39 | 3.70  | 3.56  | 0.97  | 1.05 | 1.82 | 2.06 | 1.98 | 1.98 | 1.65 | 2.03 | 1.94 |
| 62/63 | 2.00 | 2.11 | 4.56  | 7.47  | 4.79  | 2.03 | 2.65 | 2.37 | 2.70 | 2.20 | 2.02 | 1.69 | 3.05 |
| 63/64 | 1.64 | 1.31 | 1.56  | 1.95  | 1.85  | 1.48 | 1.66 | 1.85 | 1.70 | 2.15 | 2.08 | 1.70 | 1.74 |
| 64/65 | 1.58 | 2.27 | 5.83  | 4.82  | 4.11  | 2.56 | 1.30 | 1.38 | 3.61 | 2.33 | 2.31 | 2.52 | 2.72 |
| 65/66 | 2.49 | 2.26 | 2.38  | 2.45  | 2.02  | 1.51 | 1.93 | 2.28 | 1.75 | 1.32 | 1.24 | 1.38 | 1.92 |
| 66/67 | 1.41 | 1.27 | 1.30  | 3.40  | 4.15  | 2.07 | 2.13 | 2.44 | 2.06 | 2.40 | 2.20 | 1.40 | 2.19 |
| 67/68 | 1.06 | 1.16 | 2.38  | 3.09  | 5.50  | 1.95 | 1.39 | 0.85 | 1.55 | 1.48 | 1.54 | 1.57 | 1.96 |
| 68/69 | 1.44 | 1.51 | 2.30  | 1.99  | 1.69  | 1.08 | 2.74 | 2.40 | 2.40 | 2.20 | 1.53 | 1.24 | 1.88 |
| 69/70 | 1.08 | 1.39 | 2.42  | 1.82  | 2.16  | 1.23 | 1.35 | 1.30 | 1.55 | 1.41 | 1.20 | 1.04 | 1.50 |
| 70/71 | 0.90 | 1.02 | 2.51  | 5.09  | 2.09  | 1.42 | 1.43 | 1.57 | 1.82 | 1.47 | 1.26 | 1.08 | 1.80 |
| 71/72 | 1.23 | 1.23 | 9.79  | 6.82  | 7.76  | 2.04 | 2.79 | 2.73 | 2.34 | 2.00 | 1.85 | 1.24 | 3.49 |
| 72/73 | 1.24 | 2.06 | 5.29  | 8.90  | 3.05  | 1.84 | 1.50 | 1.58 | 1.60 | 1.41 | 1.20 | 1.11 | 2.56 |
| 73/74 | 1.11 | 1.01 | 4.92  | 3.54  | 4.76  | 2.64 | 1.73 | 1.81 | 1.96 | 2.93 | 1.64 | 1.26 | 2.44 |
| 74/75 | 1.12 | 1.05 | 2.46  | 9.83  | 8.42  | 4.14 | 2.43 | 2.53 | 2.15 | 1.74 | 1.47 | 1.32 | 3.22 |
| 75/76 | 1.18 | 2.52 | 4.34  | 7.14  | 11.80 | 2.07 | 2.01 | 1.99 | 1.90 | 1.80 | 2.00 | 1.34 | 3.34 |
| 76/77 | 1.03 | 1.11 | 4.04  | 11.66 | 6.64  | 3.14 | 2.42 | 2.58 | 2.31 | 2.00 | 1.67 | 1.73 | 3.36 |
| 77/78 | 1.29 | 1.33 | 3.66  | 2.60  | 2.29  | 1.50 | 1.54 | 1.52 | 1.80 | 1.62 | 1.33 | 1.32 | 1.82 |
| 78/79 | 1.32 | 1.24 | 2.50  | 1.11  | 3.40  | 1.46 | 1.59 | 1.79 | 1.83 | 1.46 | 1.74 | 1.72 | 1.76 |
| 79/80 | 1.36 | 1.18 | 1.65  | 0.35  | 7.37  | 1.60 | 1.90 | 1.53 | 1.69 | 1.62 | 1.32 | 1.17 | 1.90 |
| 80/81 | 1.04 | 0.94 | 1.66  | 9.41  | 8.59  | 1.56 | 1.63 | 1.84 | 1.92 | 1.82 | 1.58 | 1.25 | 2.77 |
| 81/82 | 0.90 | 1.14 | 1.84  | 3.57  | 1.32  | 1.44 | 1.57 | 1.60 | 1.59 | 0.97 | 1.10 | 0.90 | 1.50 |
| 82/83 | 0.93 | 1.65 | 0.99  | 0.95  | 1.33  | 1.10 | 1.20 | 1.33 | 1.42 | 1.34 | 1.32 | 1.17 | 1.23 |
| 83/84 | 1.03 | 1.09 | 2.52  | 12.01 | 5.89  | 2.67 | 1.56 | 1.67 | 1.64 | 1.61 | 1.35 | 1.26 | 2.86 |
| 84/85 | 1.62 | 1.26 | 1.47  | 6.40  | 5.71  | 5.14 | 1.86 | 1.77 | 1.79 | 1.66 | 1.28 | 1.18 | 2.60 |
| 85/86 | 1.48 | 2.15 | 5.74  | 6.79  | 6.67  | 2.58 | 1.73 | 1.82 | 1.75 | 1.72 | 1.36 | 1.17 | 2.91 |
| 86/87 | 1.20 | 2.58 | 12.82 | 8.35  | 1.77  | 1.55 | 1.37 | 1.42 | 1.77 | 1.34 | 1.21 | 1.11 | 3.04 |
| 87/88 | 1.22 | 1.53 | 4.16  | 2.41  | 2.25  | 2.18 | 1.68 | 1.83 | 1.76 | 1.48 | 1.27 | 1.22 | 1.92 |
| POM.  | 1.30 | 1.51 | 3.58  | 5.09  | 4.38  | 2.04 | 1.81 | 1.85 | 1.94 | 1.76 | 1.55 | 1.37 | 2.35 |
| RESV. | 0.34 | 0.49 | 2.56  | 3.30  | 2.75  | 0.92 | 0.44 | 0.45 | 0.44 | 0.41 | 0.33 | 0.34 | 0.64 |

1.5.0 = V.4.0 Corregida por hora intermedia (TOC.-ALC.) negativa.

61/88 760.77

HOMOGENI  
JAMIRAYA

23-Mar-92  
03:26 PM

CUADRO No 7

RIO LLUTA EN JAMIRAYA V.3.0

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m<sup>3</sup>/s)

| NO    | NOV  | DIC  | ENE   | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | Qa   |
|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 61/62 | 1.07 | 1.39 | 2.89  | 2.60 | 0.87 | 0.99 | 1.31 | 1.44 | 1.44 | 1.50 | 1.44 | 1.99 | 1.58 |
| 62/63 | 2.00 | 2.11 | 4.37  | 6.05 | 3.88 | 1.81 | 2.35 | 2.31 | 2.29 | 1.58 | 1.97 | 1.67 | 2.70 |
| 63/64 | 1.63 | 1.31 | 1.47  | 1.78 | 1.63 | 1.39 | 1.43 | 1.58 | 1.41 | 1.84 | 1.83 | 1.67 | 1.58 |
| 64/65 | 1.58 | 2.27 | 3.67  | 4.42 | 2.56 | 2.40 | 1.15 | 1.21 | 2.13 | 1.71 | 1.95 | 2.41 | 2.29 |
| 65/66 | 2.46 | 2.14 | 1.79  | 1.75 | 1.83 | 1.40 | 1.51 | 1.56 | 1.37 | 1.15 | 1.11 | 1.35 | 1.62 |
| 66/67 | 1.41 | 1.27 | 1.25  | 3.34 | 3.53 | 1.94 | 1.87 | 2.13 | 1.75 | 2.10 | 1.95 | 1.38 | 1.99 |
| 67/68 | 1.05 | 1.10 | 2.28  | 2.59 | 3.75 | 1.87 | 1.22 | 0.74 | 1.41 | 1.38 | 1.46 | 1.55 | 1.70 |
| 68/69 | 1.44 | 1.51 | 2.20  | 1.82 | 1.52 | 1.01 | 2.41 | 2.09 | 2.02 | 1.92 | 1.37 | 1.22 | 1.71 |
| 69/70 | 1.08 | 1.39 | 2.31  | 1.66 | 1.94 | 1.15 | 1.18 | 1.13 | 1.31 | 1.22 | 1.07 | 1.02 | 1.37 |
| 70/71 | 0.90 | 1.01 | 2.29  | 4.35 | 1.77 | 1.29 | 1.19 | 1.29 | 1.54 | 1.45 | 1.23 | 1.07 | 1.62 |
| 71/72 | 1.23 | 1.23 | 7.73  | 4.67 | 5.84 | 1.92 | 1.97 | 1.92 | 1.73 | 1.59 | 1.53 | 1.22 | 2.71 |
| 72/73 | 1.24 | 1.99 | 4.66  | 7.62 | 2.71 | 1.74 | 1.37 | 1.46 | 1.49 | 1.34 | 1.16 | 1.10 | 2.32 |
| 73/74 | 1.10 | 0.97 | 3.97  | 3.24 | 4.06 | 2.44 | 1.55 | 1.75 | 1.81 | 2.58 | 1.46 | 1.24 | 2.18 |
| 74/75 | 1.12 | 1.05 | 2.35  | 7.60 | 6.82 | 3.73 | 2.14 | 2.21 | 1.94 | 1.64 | 1.45 | 1.32 | 2.78 |
| 75/76 | 1.17 | 2.40 | 4.16  | 6.09 | 7.07 | 1.94 | 1.78 | 1.75 | 1.71 | 1.69 | 1.83 | 1.32 | 2.74 |
| 76/77 | 1.03 | 1.11 | 3.21  | 8.50 | 5.99 | 2.95 | 1.85 | 1.95 | 1.83 | 1.76 | 1.46 | 1.68 | 2.78 |
| 77/78 | 1.29 | 1.31 | 3.07  | 1.89 | 2.07 | 1.41 | 1.12 | 1.09 | 1.63 | 1.54 | 1.05 | 1.29 | 1.56 |
| 78/79 | 1.32 | 1.24 | 2.27  | 0.96 | 3.05 | 1.40 | 1.43 | 1.57 | 1.56 | 1.27 | 1.47 | 1.67 | 1.60 |
| 79/80 | 1.36 | 1.18 | 1.58  | 0.32 | 6.65 | 1.52 | 1.69 | 1.34 | 1.44 | 1.41 | 1.18 | 1.15 | 1.73 |
| 80/81 | 1.04 | 0.94 | 1.57  | 8.45 | 7.61 | 1.45 | 1.41 | 1.58 | 1.60 | 1.52 | 1.39 | 1.23 | 2.48 |
| 81/82 | 0.90 | 1.14 | 1.77  | 3.27 | 1.11 | 1.36 | 1.39 | 1.44 | 1.35 | 0.84 | 0.98 | 0.88 | 1.37 |
| 82/83 | 0.93 | 1.60 | 0.93  | 0.91 | 1.22 | 1.08 | 1.17 | 1.32 | 1.35 | 1.31 | 1.21 | 1.15 | 1.18 |
| 83/84 | 1.03 | 1.09 | 2.41  | 9.54 | 4.89 | 2.44 | 1.47 | 1.59 | 1.58 | 1.52 | 1.30 | 1.25 | 2.51 |
| 84/85 | 1.61 | 1.26 | 1.22  | 5.87 | 4.74 | 4.69 | 1.60 | 1.53 | 1.44 | 1.44 | 1.18 | 1.16 | 2.31 |
| 85/86 | 1.48 | 2.05 | 5.06  | 5.82 | 5.93 | 2.43 | 1.59 | 1.67 | 1.63 | 1.64 | 1.31 | 1.16 | 2.65 |
| 86/87 | 1.19 | 2.50 | 11.37 | 6.30 | 1.58 | 1.47 | 1.27 | 1.31 | 1.66 | 1.29 | 1.17 | 1.10 | 2.69 |
| 87/88 | 1.22 | 1.49 | 3.66  | 2.06 | 1.99 | 2.05 | 1.54 | 1.69 | 1.64 | 1.40 | 1.22 | 1.21 | 1.76 |
| FROM. | 1.29 | 1.48 | 3.17  | 4.20 | 3.58 | 1.90 | 1.55 | 1.58 | 1.63 | 1.54 | 1.40 | 1.35 | 2.06 |
| STD   | 0.34 | 0.46 | 2.17  | 2.61 | 2.07 | 0.83 | 0.35 | 0.36 | 0.24 | 0.32 | 0.28 | 0.32 | 0.51 |

V.3.0.: Estadística homogenizada de acuerdo C.I. TOC-ALC.

61/88 666.20

CUADRO No 8

RIO LLUTA EN PANAMERICANA V.S.O

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

|    | NOV  | DIC  | ENE  | FEB   | MAR   | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | Qa   |
|----|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 61 | 0.00 | 2.00 | 2.20 | 2.10  | 0.00  | 0.00 | 0.81 | 1.06 | 1.01 | 0.95 | 0.59 | 1.18 | 0.74 |
| 62 | 0.45 | 1.43 | 1.82 | 6.30  | 3.49  | 1.05 | 1.75 | 1.52 | 1.52 | 1.30 | 1.84 | 1.69 | 1.71 |
| 64 | 0.64 | 2.16 | 0.36 | 0.58  | 0.75  | 0.31 | 0.76 | 1.00 | 0.87 | 1.25 | 1.10 | 2.70 | 0.71 |
| 65 | 0.39 | 1.87 | 2.14 | 3.05  | 3.01  | 1.27 | 0.21 | 0.18 | 2.78 | 1.43 | 1.33 | 1.52 | 1.52 |
| 66 | 1.49 | 1.16 | 1.18 | 1.28  | 0.71  | 0.53 | 1.03 | 1.43 | 0.92 | 0.42 | 0.26 | 0.15 | 0.88 |
| 67 | 2.16 | 0.00 | 0.00 | 2.23  | 3.05  | 0.70 | 0.78 | 1.06 | 0.73 | 1.50 | 1.22 | 0.40 | 0.99 |
| 68 | 0.06 | 2.06 | 0.80 | 1.92  | 4.40  | 0.97 | 0.07 | 0.00 | 0.72 | 0.58 | 0.56 | 0.57 | 0.89 |
| 69 | 1.20 | 0.40 | 0.58 | 1.63  | 1.23  | 0.41 | 0.27 | 0.54 | 0.67 | 1.30 | 0.37 | 0.24 | 0.65 |
| 70 | 0.08 | 0.11 | 1.21 | 0.46  | 0.76  | 0.25 | 0.45 | 0.59 | 0.71 | 0.49 | 0.16 | 0.09 | 0.45 |
| 71 | 0.08 | 0.08 | 0.92 | 2.90  | 1.63  | 0.17 | 0.32 | 0.83 | 0.89 | 0.43 | 0.22 | 0.13 | 0.72 |
| 72 | 0.09 | 0.08 | 6.49 | 6.19  | 5.09  | 1.07 | 1.07 | 1.10 | 1.53 | 0.54 | 0.54 | 0.30 | 2.01 |
| 73 | 0.10 | 0.97 | 4.58 | 7.73  | 1.95  | 0.86 | 0.60 | 0.73 | 0.77 | 0.51 | 0.22 | 0.11 | 1.59 |
| 74 | 0.11 | 0.00 | 4.19 | 4.95  | 3.66  | 1.66 | 1.06 | 1.21 | 1.27 | 1.54 | 1.10 | 0.64 | 1.78 |
| 75 | 2.64 | 0.53 | 1.39 | 8.66  | 4.93  | 0.03 | 0.81 | 1.12 | 1.32 | 0.84 | 0.49 | 0.32 | 1.76 |
| 76 | 0.00 | 1.42 | 1.35 | 5.97  | 10.70 | 0.70 | 1.11 | 1.14 | 1.07 | 0.90 | 1.02 | 0.34 | 2.14 |
| 77 | 0.03 | 0.00 | 2.84 | 10.49 | 3.72  | 1.38 | 1.52 | 1.73 | 1.48 | 1.10 | 0.69 | 0.73 | 2.14 |
| 78 | 1.18 | 0.23 | 2.46 | 1.43  | 0.24  | 0.52 | 0.64 | 0.67 | 0.97 | 0.72 | 0.35 | 0.12 | 0.71 |
| 79 | 0.32 | 0.11 | 0.09 | 0.13  | 2.08  | 0.29 | 0.56 | 0.91 | 1.45 | 1.08 | 0.59 | 0.39 | 0.67 |
| 80 | 0.33 | 0.08 | 0.16 | 0.00  | 2.16  | 0.23 | 1.00 | 0.60 | 0.56 | 0.38 | 0.15 | 1.18 | 0.49 |
| 81 | 0.13 | 0.10 | 0.36 | 7.82  | 7.42  | 0.89 | 0.81 | 0.81 | 0.94 | 0.78 | 0.68 | 0.39 | 1.76 |
| 82 | 0.12 | 0.17 | 0.53 | 1.66  | 0.09  | 0.16 | 0.31 | 0.60 | 0.64 | 0.58 | 0.38 | 0.23 | 0.46 |
| 83 | 0.22 | 0.27 | 0.32 | 0.09  | 0.20  | 0.13 | 0.17 | 0.43 | 0.59 | 0.33 | 0.24 | 0.25 | 0.27 |
| 84 | 0.16 | 0.11 | 1.04 | 5.25  | 3.63  | 1.28 | 0.74 | 0.92 | 0.77 | 0.84 | 0.19 | 0.14 | 1.26 |
| 85 | 0.38 | 0.37 | 1.48 | 16.70 | 4.65  | 1.49 | 1.23 | 1.01 | 0.89 | 0.59 | 0.32 | 0.18 | 2.44 |
| 86 | 0.17 | 0.63 | 8.64 | 22.80 | 3.35  | 2.51 | 0.76 | 0.90 | 0.87 | 0.87 | 0.38 | 0.19 | 3.67 |
| 87 | 0.24 | 0.23 | 5.04 | 0.37  | 0.63  | 0.40 | 0.37 | 1.63 | 1.60 | 0.20 | 0.08 | 0.06 | 0.90 |
| 88 | 0.15 | 0.20 | 1.36 | 4.24  | 0.54  | 0.60 | 1.22 | 1.93 | 0.82 | 0.39 | 0.33 | 0.24 | 1.00 |
| 89 | 0.26 | 0.32 | 1.95 | 4.70  | 2.82  | 0.74 | 0.76 | 0.95 | 1.05 | 0.81 | 0.54 | 0.35 | 1.27 |
| 90 | 0.29 | 0.37 | 2.08 | 5.21  | 2.48  | 0.58 | 0.41 | 0.44 | 0.46 | 0.38 | 0.36 | 0.30 | 0.77 |

Q = 0.4.0 Ajustando el afo 1961/62 a la correlación anual con focontasi.

30/89 411.63

ESTANCIA  
CAQUEZ

13-Jan-92  
03:54 PM

CUADRO N° 9

CAQUENA EN VERTEDERO

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m<sup>3</sup>/s)

| NO | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | 2a   |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 62 | 0.78 | 0.98 | 0.97 | 1.04 | 0.64 | 0.85 | 0.72 | 0.80 | 0.89 | 0.80 | 0.81 | 1.55 | 0.90 |
| 63 | 1.33 | 1.53 | 3.34 | 2.53 | 1.78 | 0.90 | 1.63 | 1.83 | 1.91 | 0.76 | 1.38 | 0.90 | 1.66 |
| 64 | 0.65 | 0.78 | 0.68 | 0.95 | 0.81 | 0.94 | 0.97 | 1.13 | 0.99 | 1.19 | 1.07 | 0.82 | 0.91 |
| 65 | 0.91 | 1.47 | 1.99 | 2.40 | 0.80 | 1.60 | 0.94 | 1.16 | 0.98 | 0.86 | 1.03 | 0.74 | 1.24 |
| 66 | 0.64 | 0.57 | 0.55 | 1.68 | 1.05 | 1.79 | 0.92 | 0.65 | 0.91 | 0.75 | 0.66 | 0.84 | 0.77 |
| 67 | 0.86 | 0.84 | 0.67 | 1.65 | 1.71 | 1.39 | 1.64 | 1.98 | 1.65 | 1.42 | 1.15 | 0.72 | 1.30 |
| 68 | 0.26 | 0.33 | 1.27 | 1.16 | 1.39 | 1.13 | 1.16 | 0.95 | 1.06 | 1.01 | 0.97 | 0.86 | 0.96 |
| 69 | 0.86 | 0.86 | 1.15 | 1.00 | 0.93 | 0.72 | 2.11 | 1.51 | 1.43 | 1.28 | 0.82 | 0.62 | 1.11 |
| 70 | 0.53 | 0.69 | 0.94 | 1.04 | 1.04 | 0.78 | 0.83 | 0.85 | 0.90 | 0.86 | 0.75 | 0.53 | 0.81 |
| 71 | 0.37 | 0.60 | 1.23 | 2.65 | 1.43 | 0.80 | 0.77 | 0.87 | 0.90 | 0.89 | 0.85 | 0.66 | 1.00 |
| 72 | 0.68 | 0.78 | 2.66 | 1.74 | 2.46 | 1.37 | 1.04 | 1.09 | 1.09 | 0.94 | 0.77 | 0.66 | 1.27 |
| 73 | 0.61 | 0.79 | 1.97 | 3.46 | 1.36 | 1.03 | 0.99 | 1.11 | 1.14 | 1.00 | 0.79 | 0.66 | 1.24 |
| 74 | 0.36 | 0.37 | 1.43 | 3.68 | 2.14 | 1.07 | 0.37 | 1.39 | 1.38 | 1.74 | 1.07 | 0.70 | 1.31 |
| 75 | 0.44 | 0.58 | 1.42 | 4.09 | 2.93 | 0.70 | 0.74 | 0.67 | 0.71 | 0.72 | 0.57 | 0.51 | 1.17 |
| 76 | 0.45 | 0.68 | 0.81 | 1.81 | 1.35 | 0.89 | 1.23 | 1.28 | 1.16 | 1.13 | 1.14 | 0.79 | 1.06 |
| 77 | 0.55 | 0.74 | 0.33 | 3.37 | 4.04 | 2.23 | 1.30 | 1.34 | 1.22 | 1.40 | 0.82 | 0.68 | 1.50 |
| 78 | 0.72 | 0.93 | 1.37 | 1.01 | 1.57 | 0.81 | 1.02 | 1.08 | 1.12 | 1.07 | 0.92 | 0.57 | 1.02 |
| 79 | 0.56 | 0.88 | 2.19 | 1.26 | 2.27 | 1.04 | 1.05 | 1.12 | 1.18 | 1.11 | 1.00 | 0.73 | 1.20 |
| 80 | 0.46 | 0.95 | 0.91 | 0.15 | 4.05 | 0.88 | 0.95 | 1.04 | 1.12 | 1.08 | 0.97 | 0.68 | 1.10 |
| 81 | 0.48 | 0.58 | 1.21 | 2.22 | 1.81 | 1.17 | 0.95 | 1.00 | 1.12 | 0.95 | 1.00 | 0.57 | 1.09 |
| 82 | 0.32 | 0.63 | 1.39 | 1.31 | 1.25 | 0.98 | 1.04 | 1.17 | 1.09 | 0.92 | 0.95 | 0.74 | 0.98 |
| 83 | 0.68 | 0.68 | 0.55 | 0.70 | 0.73 | 0.80 | 0.90 | 0.95 | 0.92 | 0.84 | 0.78 | 0.66 | 0.76 |
| 84 | 0.46 | 0.56 | 1.79 | 2.61 | 2.43 | 1.37 | 1.08 | 1.12 | 1.08 | 1.01 | 0.80 | 0.66 | 1.25 |
| 85 | 1.06 | 0.59 | 1.17 | 1.91 | 1.04 | 1.03 | 1.08 | 1.09 | 0.98 | 1.07 | 0.89 | 0.56 | 1.04 |
| 86 | 1.48 | 2.33 | 4.73 | 2.85 | 4.54 | 2.24 | 1.39 | 1.46 | 1.54 | 1.33 | 1.06 | 0.72 | 2.14 |
| 87 | 0.70 | 1.14 | 5.22 | 4.24 | 0.98 | 0.83 | 0.93 | 1.21 | 1.69 | 1.14 | 0.89 | 0.73 | 1.64 |
| 88 | 0.63 | 0.60 | 0.81 | 0.68 | 1.73 | 1.50 | 1.16 | 1.22 | 1.22 | 1.16 | 0.92 | 0.78 | 1.03 |
| 89 | 0.66 | 0.83 | 1.58 | 1.94 | 1.79 | 1.10 | 1.07 | 1.16 | 1.16 | 1.05 | 0.92 | 0.73 | 1.17 |
| 90 | 0.28 | 0.40 | 1.17 | 1.12 | 1.03 | 0.40 | 0.33 | 0.29 | 0.27 | 0.23 | 0.17 | 0.19 | 0.30 |

61/68 377.73

### 3.- PLANTEAMIENTO DE UN MODELO MATEMATICO

#### 3.1 GENERALIDADES

Se procurará modelar el desplazamiento de la concentración de algunos factores químicos presentes en las aguas del río Lluta desde su cabecera hasta la estación de cierre en Tocontasi. Ello con el objeto de predecir el tipo de agua que fluiría hasta un eventual embalse ubicado en ese sector.

En principio, la masa de contaminante que viaja en un caudal  $Q$  resultante de la confluencia de los caudales  $Q_1$  y  $Q_2$  con concentraciones  $C_1$  y  $C_2$  se estimará conforme al teorema de continuidad, vale decir:

$$Q_1 C_1 + Q_2 C_2 = Q C \qquad 1)$$

$$Q_1 + Q_2 = Q \qquad 2)$$

ecuaciones que permiten el cálculo de  $Q$  y  $C$ .

Sin embargo, sabido es que bajo situaciones especiales de pH, como las que existen en la junta de los ríos Azufre y Caracarani, el equilibrio químico de uno de los afluentes o de los dos si el pH final de la mezcla lo impone puede alterarse provocando un cambio en los aniones y cationes que no estaría representado por la ecuación de conservación de masa ya que pueden precipitar algunas sales o bien ocurrir reacciones químicas ahora posibles. En el planteamiento del modelo que se explica más adelante, esta situación quedaría representada mediante ciertos coeficientes los que adecuadamente definidos simularían el complejo fenómeno químico y físico de mezclas (etapa de calibración) que ocurre en la cuenca.

### 3.2 MODELO MATEMATICO

El esquema de la figura 1 muestra la representación física simplificada de la cuenca del río Lluta aguas arriba de Tocantasi.

Se supondrá que C3, no obstante lo expresado más arriba, sigue la ley de conservación de masa; luego:

$$C3 = \frac{C1Q1 + C2Q2}{Q1 + Q2} \quad 3)$$

C3 es la concentración a la entrada de la hoya intermedia X y C4 a la salida (Caracarani en Alcérreca).

El modelo matemático sigue hacia abajo simbólicamente como:

$$\textcircled{3} + \textcircled{X} = \textcircled{4} \quad 4)$$

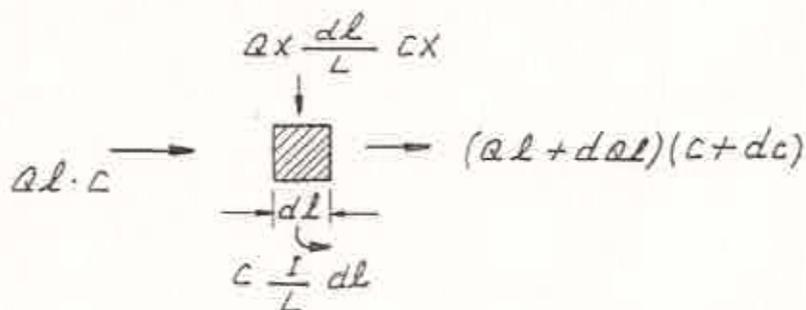
Ecuación que debiera permitir el cálculo de  $\textcircled{X}$  si  $\textcircled{3}$  y  $\textcircled{4}$  fuesen conocidos, proceso éste que corresponde a la calibración misma del modelo.

Una forma simplificada de resolver esta relación es:

$$CX = \frac{C4Q4 - C3Q3}{Q4 - Q3} \quad 5)$$

de acuerdo con la conservación de masa. Sin embargo, puede ocurrir que  $C4Q4 - C3Q3 < 0$ , dando  $CX < 0$  ya que  $Q4 - Q3 > 0$ . Para evitar este inconveniente es preferible analizar otra forma matemática agregando el cauce del río Lluta como elemento adicional del modelo el que admitiría infiltración por el fondo. Si es I la infiltración total por el fondo del cauce en el tramo, figura 1, a una distancia "1" desde C3 un elemento de

volumen de agua que viaja por el cauce tiene una concentración que varía entre  $C$  y  $C+dc$  en la longitud  $dl$ . La ecuación de balance de masa en este elemento de volumen da lo siguiente:



$$Ql \cdot C + Qx \cdot \frac{dl}{L} \cdot Cx = (Ql + dQl)(C + dc) + C \frac{I}{L} dl \quad 6)$$

Reduciendo términos:

$$Qx Cx \frac{dl}{L} = Ql dc + cd Ql + C \frac{I}{L} dl \quad 7)$$

Por su parte,  $Ql$  vale:

$$Ql = Q3 + Qx \frac{l}{L} - I \frac{l}{L} \quad 8)$$

En que  $Qx$  e  $I$  son el caudal total de la hoya intermedia y de infiltración en el cauce respectivamente.

De la ecuación 8) se obtiene;

$$\frac{dQl}{dl} = \frac{Qx - I}{L} \quad 9)$$

que reemplazado en 7) da:

$$\frac{QX CX}{L} = Ql \frac{dc}{dl} + C \frac{QX-I}{L} + \frac{CI}{L} \quad 10)$$

o bien:

$$\frac{QX CX}{L} = Ql \frac{dc}{dl} + \frac{C QX}{L} \quad 11)$$

separando variables:

$$\frac{L dc}{QX (CX - C)} = \frac{dl}{Ql} = \frac{dl}{Q3 + \frac{QX-I}{L} l} \quad 12)$$

Integrando:

$$\frac{L}{QX-I} \left[ \log \left( Q3 + \frac{QX-I}{L} l \right) \right]_0^L = - \frac{L}{QX} \left[ \log \frac{QX}{L} (CX - C) \right]_{C3}^{C4} \quad 13)$$

Finalmente reemplazando limites y ordenando se llega a:

$$\left( \frac{Q4}{Q3} \right)^{-\frac{QX}{QX-I}} = \frac{CX - C4}{CX - C3} \quad 14)$$

o bien

$$\langle C4 \rangle = CX - (CX - C3) \left( \frac{Q4}{Q3} \right)^{-\frac{QX}{QX-I}} \quad 15)$$

Distintos valores de CX e I generarán valores de <C4> que deben ser comparados con los valores medidos C4. El grado de ajuste entre las dos variables definirá la capacidad de simulación del modelo. Deberá cumplirse en el tramo la continuidad del caudal, es decir,

$$Q3 + QX - I = Q4$$

16)

De una forma análoga se procederá en el tramo. C6, C7 con la hoya intermedia Y. Los valores que cambian son las longitudes de cauce:

$$L_{3-4} = 25 \text{ km}$$

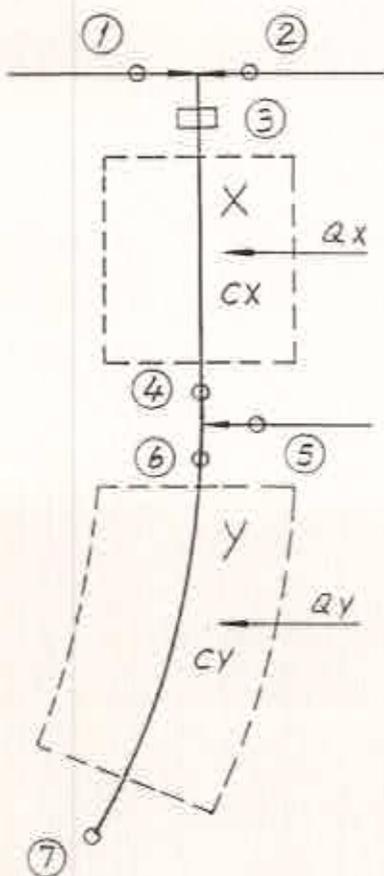
$$L_{6-7} = 65 \text{ km}$$

La evaporación desde el cauce resulta pequeña frente al caudal en (4). En efecto, su orden de magnitud sería:

$$25 \text{ km} \times 20 \text{ m} \times 1.850 \text{ mm} \times 0,75 / 86.400 \times 365 = 22 \text{ l/s}$$

se ha supuesto un cauce de 20 m de ancho. Los bofedales son alimentados lateralmente y casi siempre el río recibe agua desde ellos, por lo tanto la evaporación desde estos lugares no se considera como integrante de la evaporación desde el cauce. Por otra parte, considerando la magnitud del caudal  $Q4$ , ( $1,20 \text{ m}^3/\text{s}$ ), la evaporación representa aproximadamente 1,5%, razón por la cual no se consideró de forma explícita en las ecuaciones.

FIGURA 1  
 MODELO CONCEPTUAL



- ① AZUFRE EN HUMAPALCA
- ② CARACARANI EN HUMAPALCA
- ③ CONFLUENCIA DE ① Y ②
- ④ CARACARANI EN ALCERRECA
- ⑤ COLPITAS EN ALCERRECA
- ⑥ LLUTA EN ALCERRECA
- ⑦ LLUTA EN TOCANTESI

- PUNTOS CON CONTROL
- PUNTOS SIN CONTROL

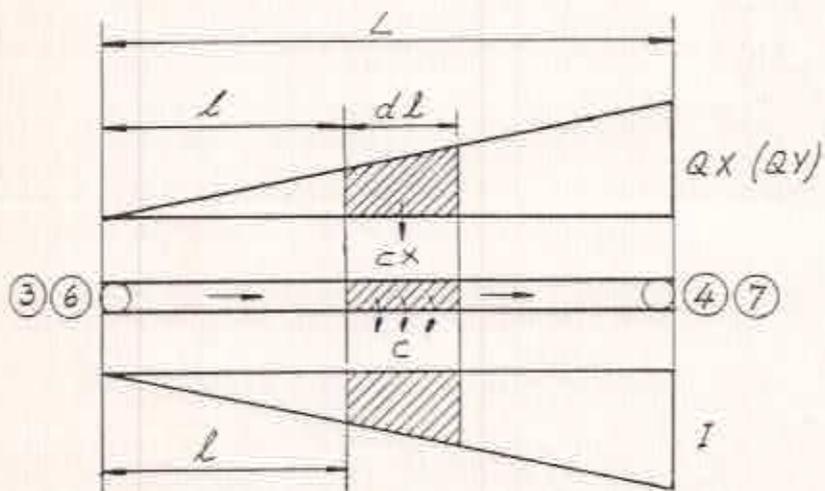
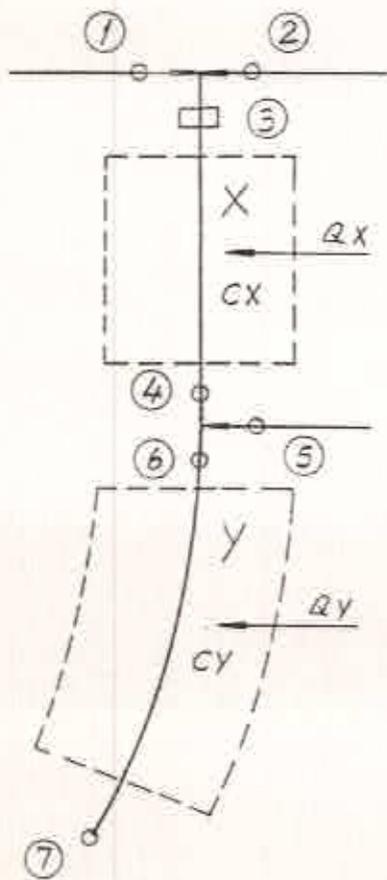
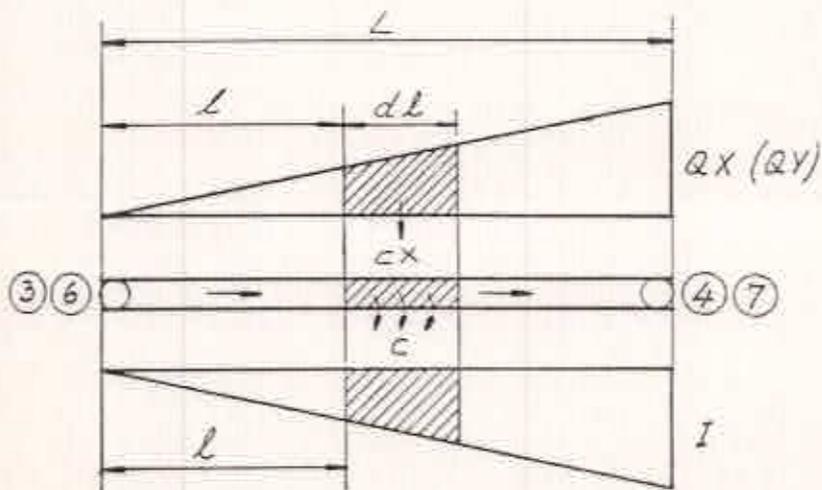


FIGURA 1  
 MODELO CONCEPTUAL



- ① AZUFRE EN HUMAPALCA
- ② CARBACARONI EN HUMAPALCA
- ③ CONFLUENCIA DE ① Y ②
- ④ CARBACARONI EN ALCERRECA
- ⑤ COLPITAS EN ALCERRECA
- ⑥ LLUTA EN ALCERRECA
- ⑦ LLUTA EN TOCONTLISI

- PUNTOS CON CONTROL
- PUNTOS SIN CONTROL



#### 4.- PROCESO DE CALIBRACION

##### 4.1 CALIBRACION DEL FACTOR DE INFILTRACION I

El caudal total de infiltración I en el tramo analizado, sea éste entre Humapalca y Alcérreca o entre este último punto y Tocantasi, se obtiene en función del caudal del río. Para ello se ha utilizado el mismo concepto de la tasa de pérdida en canales la que suele expresarse en por ciento del caudal inicial por kilómetro de canal.

Luego, se calcula I como:

$$I = \alpha \times \text{Promedio } (Q_i, Q_f) \text{ en que vale } \quad 17)$$

$$\alpha = 1 - (1 - t_p)^n \quad 18)$$

n = número de kilómetros del tramo (25 o 65 según el caso)

t<sub>p</sub> = tasa de pérdida en cada kilómetro en tanto por uno.

Q<sub>i</sub>, Q<sub>f</sub> = caudal inicial (Q<sub>3</sub> o Q<sub>6</sub>) y final (Q<sub>4</sub> o Q<sub>7</sub>) respectivamente.

Se ha elegido un vector de concentraciones medias mensuales en cada punto del modelo en que existen mediciones: a saber puntos 1,2,4,5,6,7. Dichos valores medios se obtuvieron como promedio simple de las mediciones efectuadas en el mes. También se asoció a cada concentración el respectivo caudal medio mensual obtenido en el Estudio Hidrológico. El vector de concentraciones comprendió separadamente los iones Sulfatos, Cloruro, Boro y Arsénico y conductividad.

Se pasó el modelo para generar valores de  $C_4$ , ( $\langle C_4 \rangle$ ), cuya sumatoria de las diferencias cuadráticas con  $C_4$  realmente medido fuese mínimo, llevando como parámetro el valor  $t_p$ .

Los gráficos de las figuras 2 y 3 muestran el rango de  $C_X$  que hace mínima la sumatoria de dispersiones respecto a las medidas. Análogamente para la hoya intermedia Y, se generan los valores de  $\langle C_7 \rangle$  que aparecen en las figuras 4 y 5.

Ahora bien, la infiltración a lo largo del cauce no debiera depender del ión que se trata de simular, por lo tanto cada uno de los iones actúa como un trazador para determinar una tasa de infiltración única que minimice las dispersiones en todos los iones simultáneamente.

Para tal efecto se han trazado los gráficos de las figuras N° 6 a 9. En ellas se ha llevado la diferencia de los promedios de concentración simulada y medida en función de  $t_p$ , en el rango de concentraciones que hacen mínima las dispersiones cuadráticas, obtenidas de los gráficos antes explicados.

De estos últimos gráfico ha podido elegirse las tasas de pérdida que mejor se adaptan al conjunto de trazadores considerados, ellas son:

Cuenca X :  $t_p = 2,5 \% / \text{km}$ .

Cuenca Y :  $t_p = 1,0 \% / \text{km}$ .

se han agregado las figuras 10 y 11 relativas a la conductividad obteniéndose tasas de pérdidas como las determinadas con los otros factores químicos.

#### 4.2 CALIBRACION DE LAS HOYAS INTERMEDIAS X e Y

Analizada la magnitud del factor de pérdida por el fondo y vista la factibilidad de calibrar dicho factor a niveles mensuales tanto de caudales como de concentraciones, se estima conveniente estudiar el comportamiento del modelo utilizando valores diarios de las mismas variables. Por supuesto que se conservarán los valores de  $t_p$  ya determinados, faltando solamente definir los parámetros que controlarán las hoyas intermedias.

##### 4.2.1 Antecedentes utilizados

Para la calibración a nivel diario se utilizarán las mediciones simultáneas de concentraciones y caudales diarios efectuadas en los diferentes puntos de control que correspondan a cada fecha. En otras palabras, puede definirse un vector con los datos históricos de concentraciones en cada punto controlado del Modelo, así como para el caudal diario.

Dichos vectores históricos adolecen de falta de datos puntuales que fueron estimados sobre la base de correlaciones con estaciones vecinas. Dichas estimaciones no aparecen como acciones imprudentes y osadas en consideración a que la varianza de los caudales mensuales es pequeña durante todo el período de precipitaciones bajas o nulas, que cubre en la práctica, 9 meses del año.

Cabe señalar que el proceso de calibración permite generar el vector histórico de concentraciones y caudales que habría ocurrido en las hoyas intermedias X e Y simultáneamente con lo medido en cada punto controlado. Di-

cho vector histórico X e Y, será considerado dato del proceso de simulación, como es lógico.

Para generar la concentración de la hoya intermedia se utilizó una expresión simple que expresa dicha concentración mediante dos parámetros. El primero,  $\beta_1$  es un valor base y el segundo  $\beta_2$  agrega al valor base una variación que depende de lo observado en el área próxima. La expresión es la siguiente:

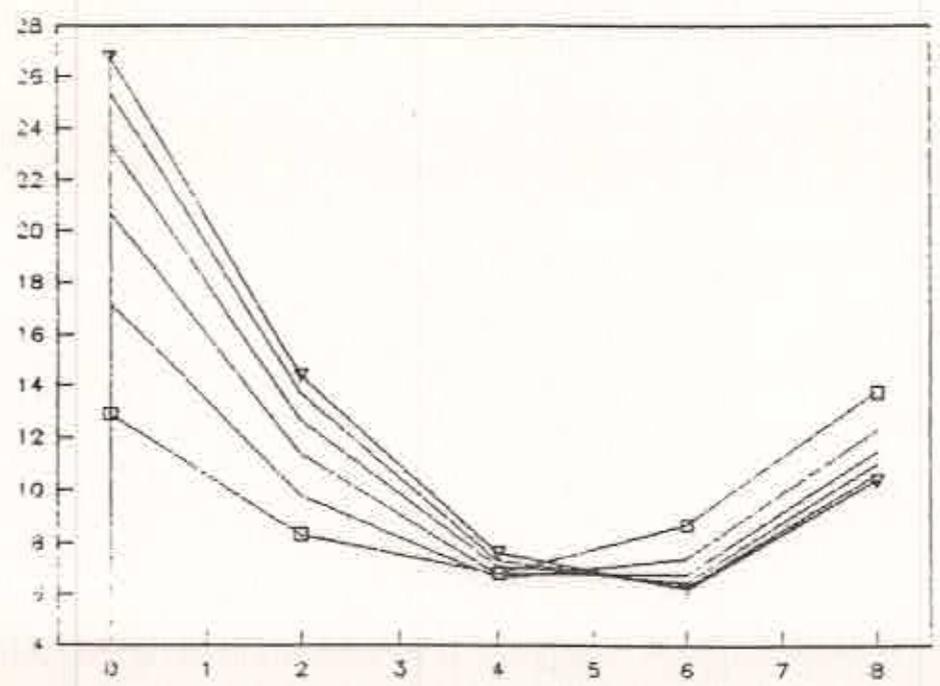
$$C_X = \beta_1 + \beta_2 \frac{Q_f C_f - Q_i C_i}{Q_X} \quad 19)$$

Con los antecedentes descritos se procedió a calibrar el modelo para la conductividad, ejemplo que se resume en el cuadro 10. La relación entre conductividad medida y simulada en los puntos (4) y (7) del modelo se muestra en las figura 12 y 13 respectivamente .

Para otros factores químicos como sulfato, cloruro, arsénico, etc se seguirá un proceso similar al descrito para la conductividad.

# MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

C.I.(HUMAPALCA-ALCERRECA): ION SULFATO

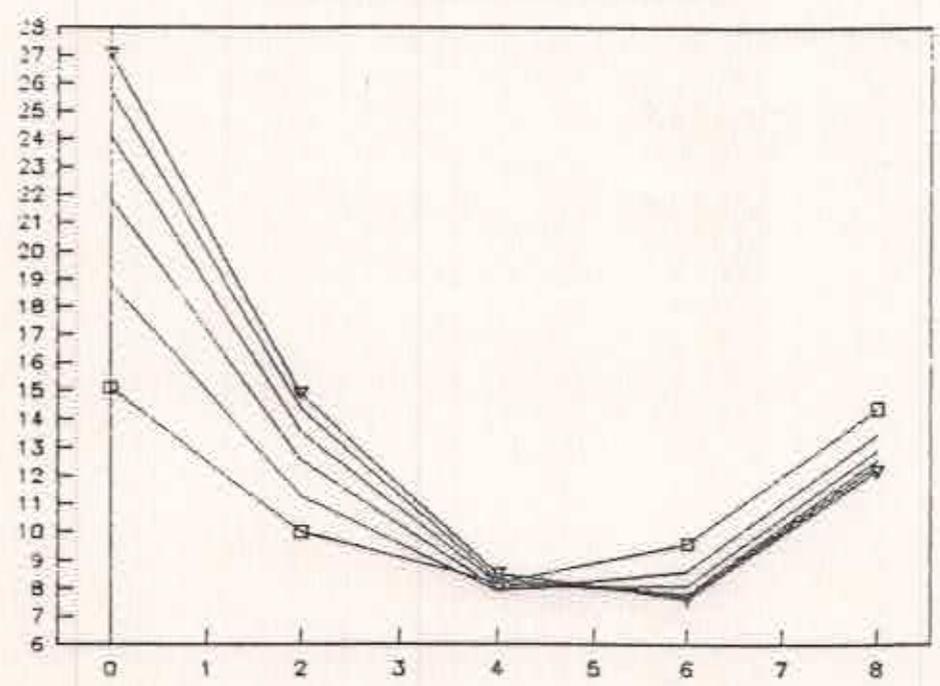


CONCENTRACION C.I.(meq)

□ TASA INF.= 0.00    ▽ TASA INF.= 0.05

# MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

C.I.(HUMAPALCA-ALCERRECA): ION CLORURO



CONCENTRACION C.I. (meq)

□ TASA INF.= 0.00    ▽ TASA INF.= 0.05

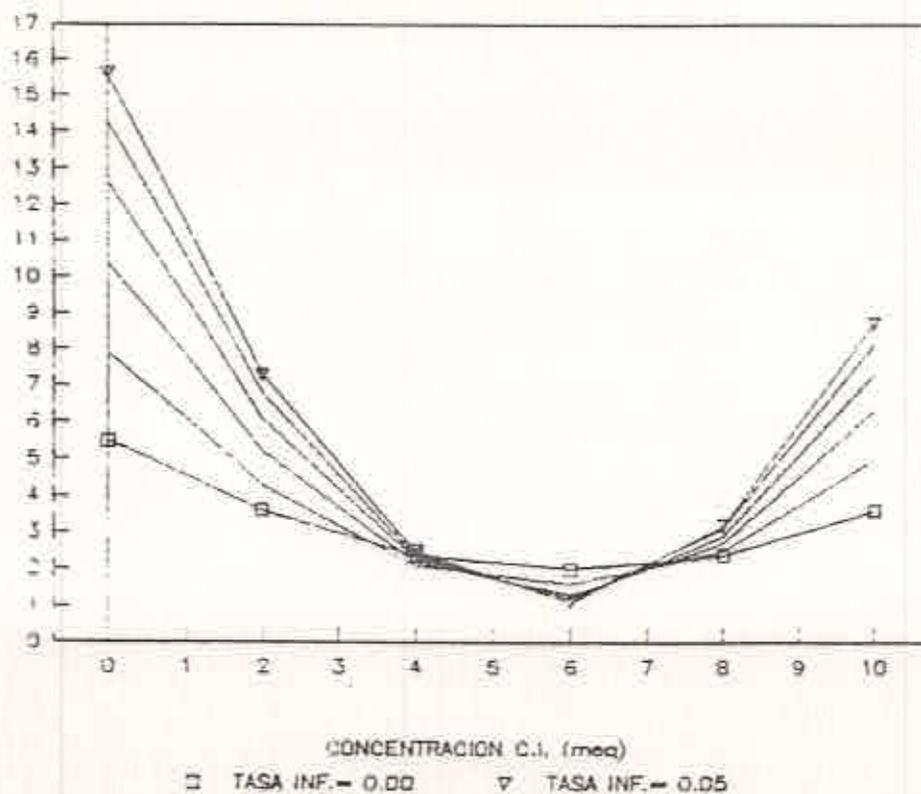
FROM (04 - 5045) 2

FROM (04 - 5045) 2

FIGURA 4

MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

(ALCERRECA-TOCONTASI): ION SULFATO



MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

(TOCONTASI-ALCERRECA): ION CLORURO

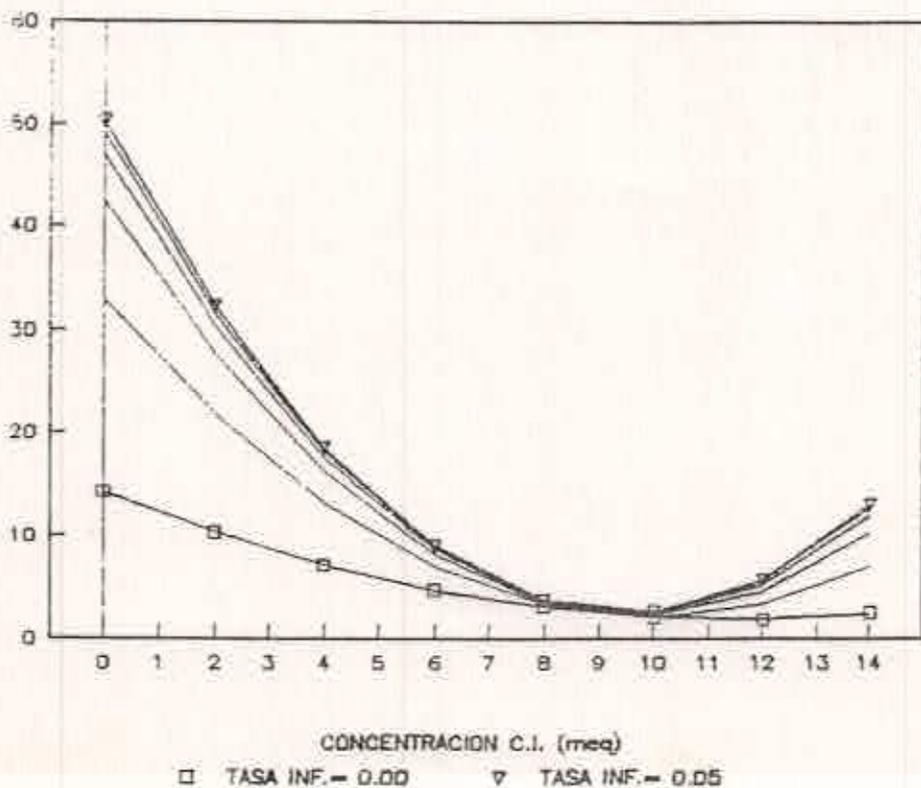
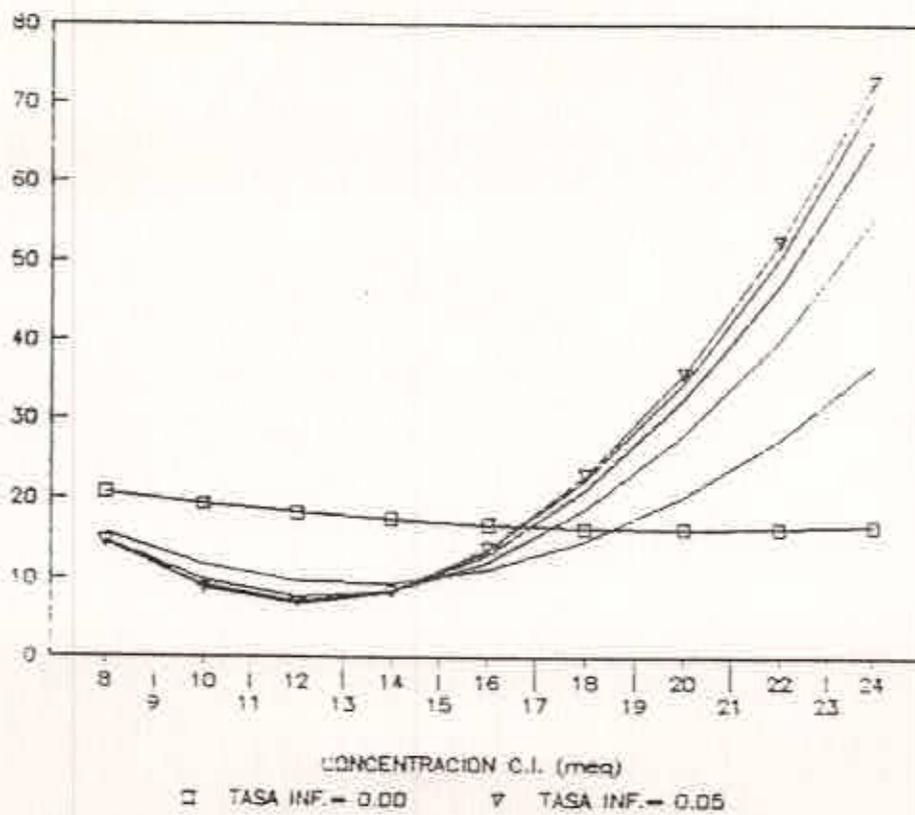


FIGURA 5

MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

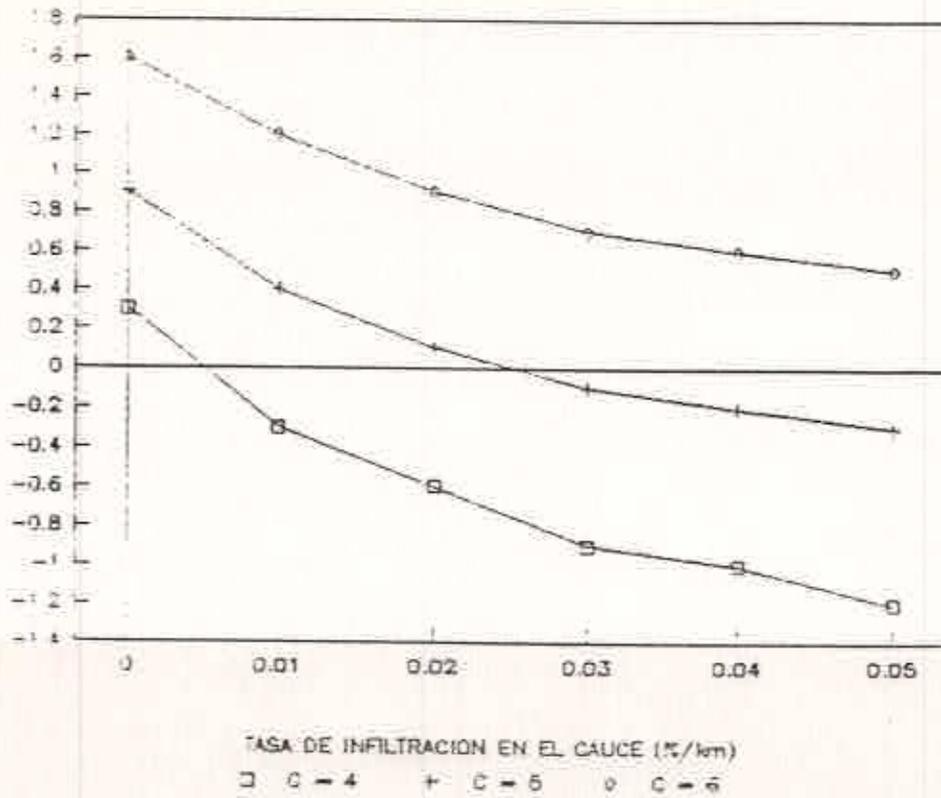
(ALCERRECA-TOCONTASI): BORO

PROMO (C7-4072) 2



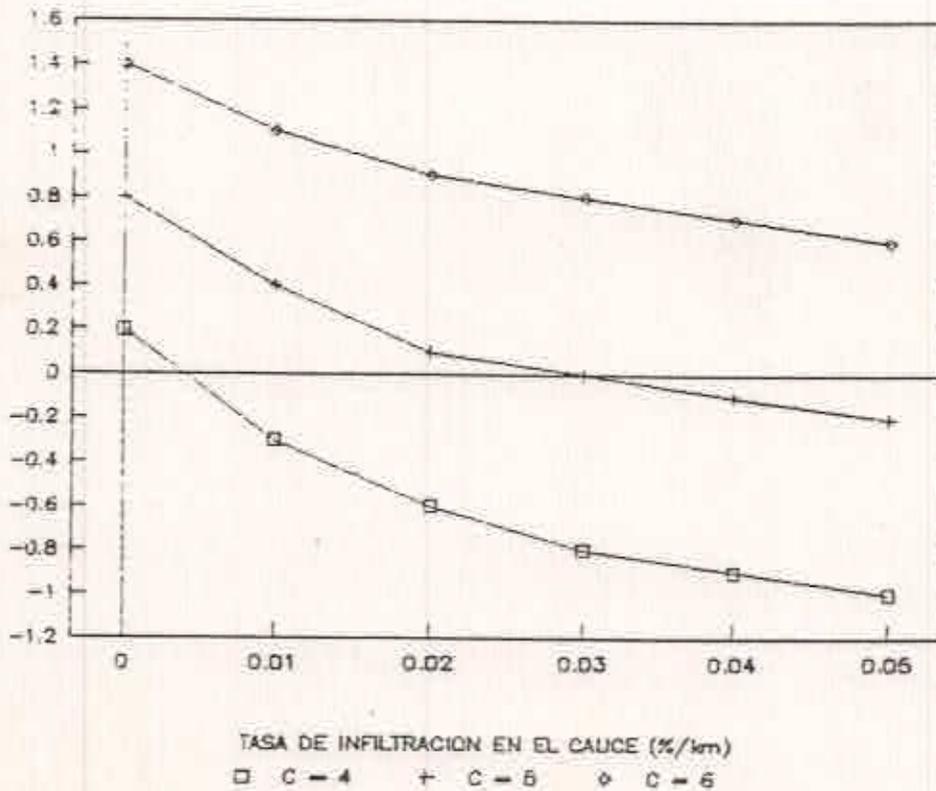
# MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

(I. (HUMAPALCA-ALCERRECA) ION SULFATO)



# MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

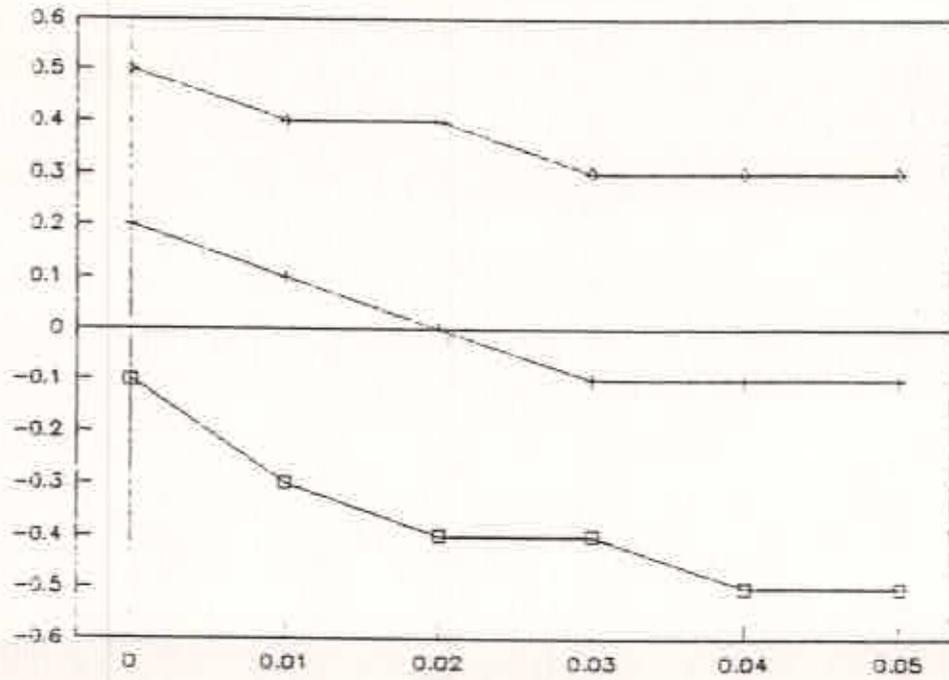
(I. (HUMAPALCA-ALCERRECA) ION CLORURO)



# MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

(...L. HUMAPALCA-ALCERRECA): BORO

PROMO (04 - 4045)

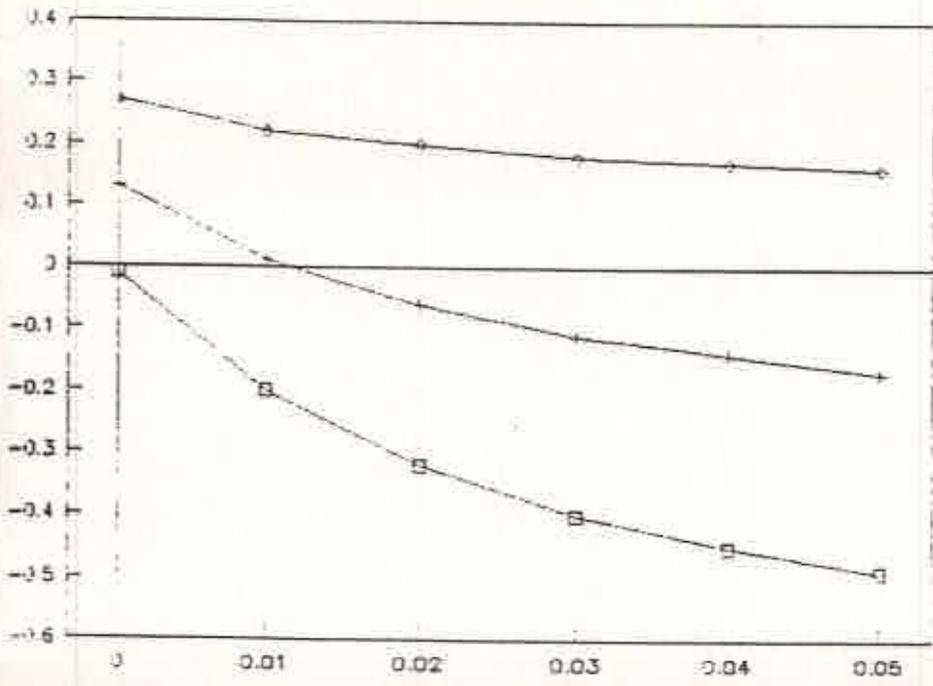


TASA DE INFILTRACION EN EL CAUCE (%/km)

□ C = 3    + C = 3.5    ◇ C = 4

MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

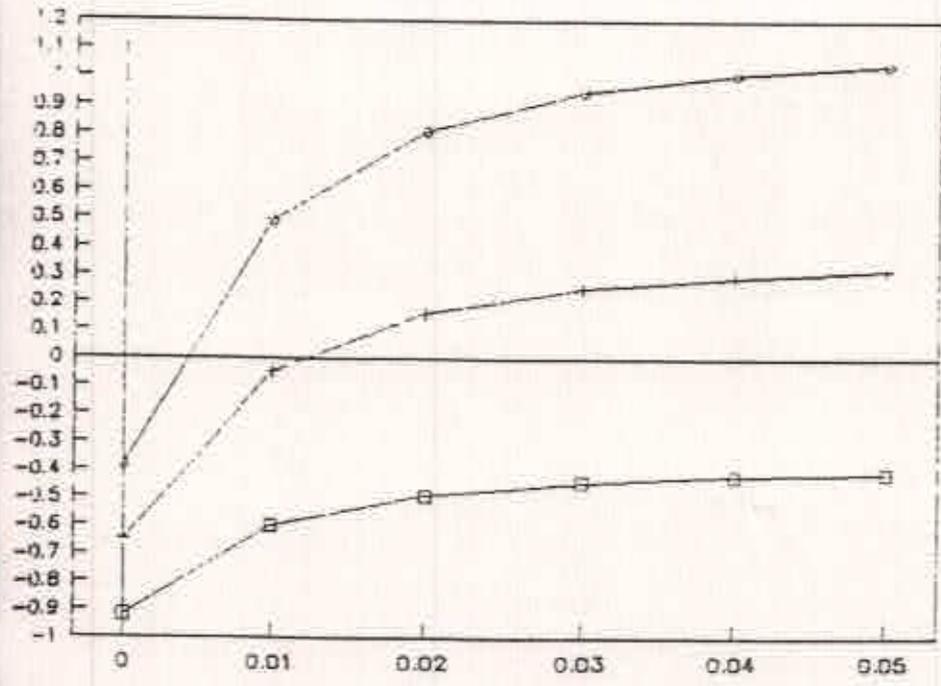
S.I.(ALCERRECA-TOCONTASI): ION SULFATO



TASA DE INFILTRACION EN EL CAUCE (%/km)  
 □ C = 6    + C = 5.5    ○ C = 6

MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

S.I.(ALCERRECA-TOCONTASI): ION CLORURO

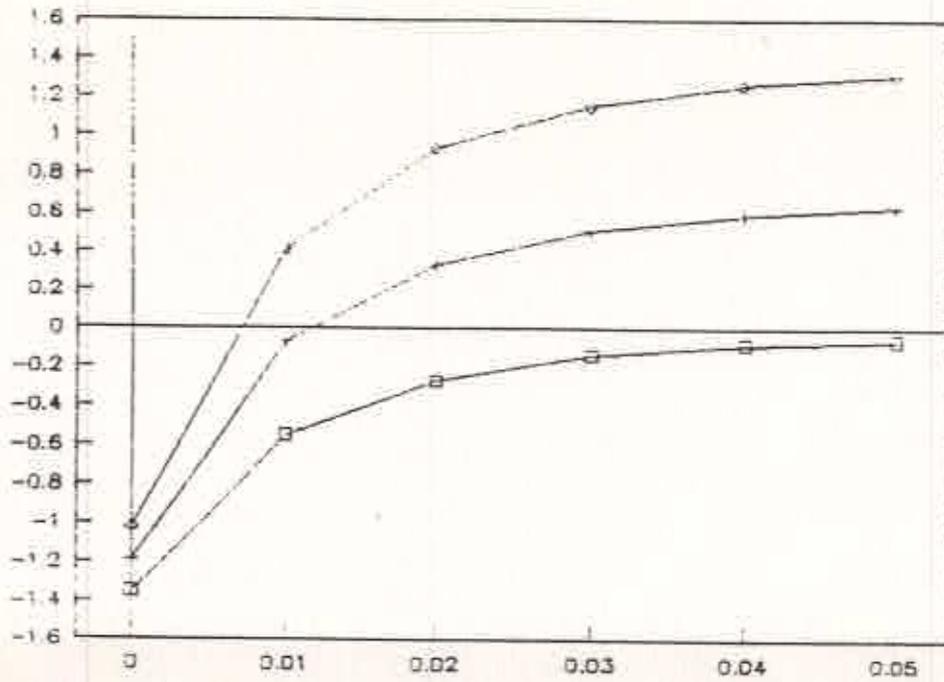


TASA DE INFILTRACION EN EL CAUCE (%/km)  
 □ C = 9    + C = 10    ○ C = 11

# MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

(ALCERRECA-TOCONTASI) BORO

PHOM (C.F. - 1975)



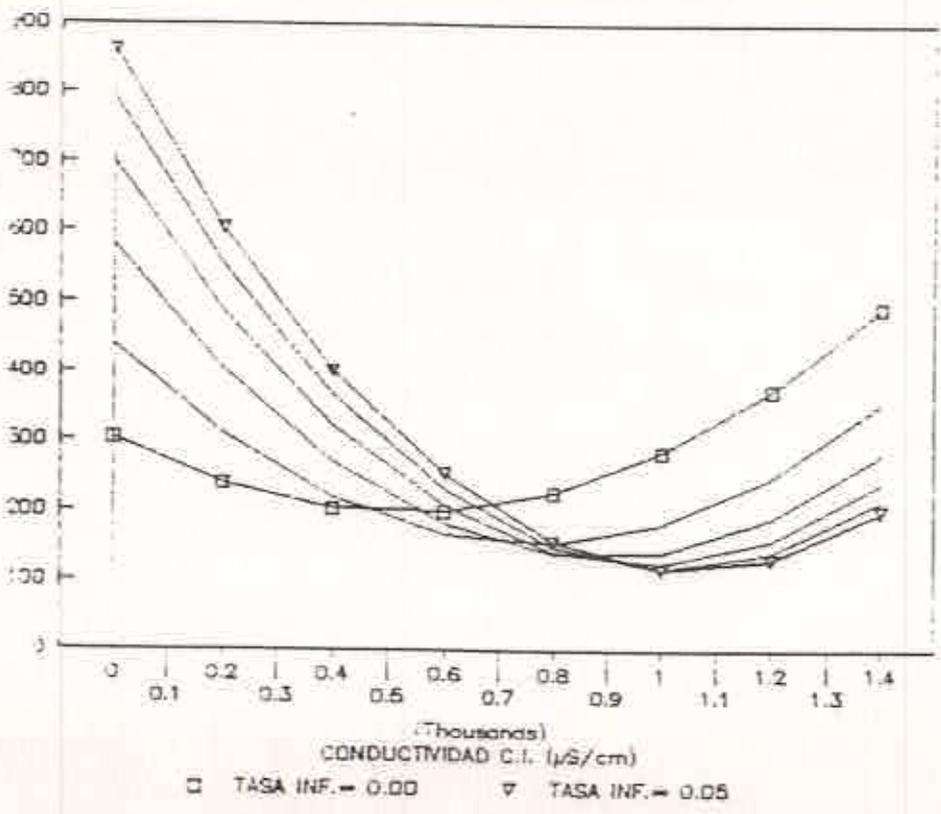
TASA DE INFILTRACION EN EL CAUCE (%/km)

□ C - 12    + C - 13    ○ C - 14

FIGURA 10

MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

(CHUMAPALCA-ALCERRECA): CONDUCTIVIDAD



MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

(CHUMAPALCA-ALCERRECA): CONDUCTIVIDAD

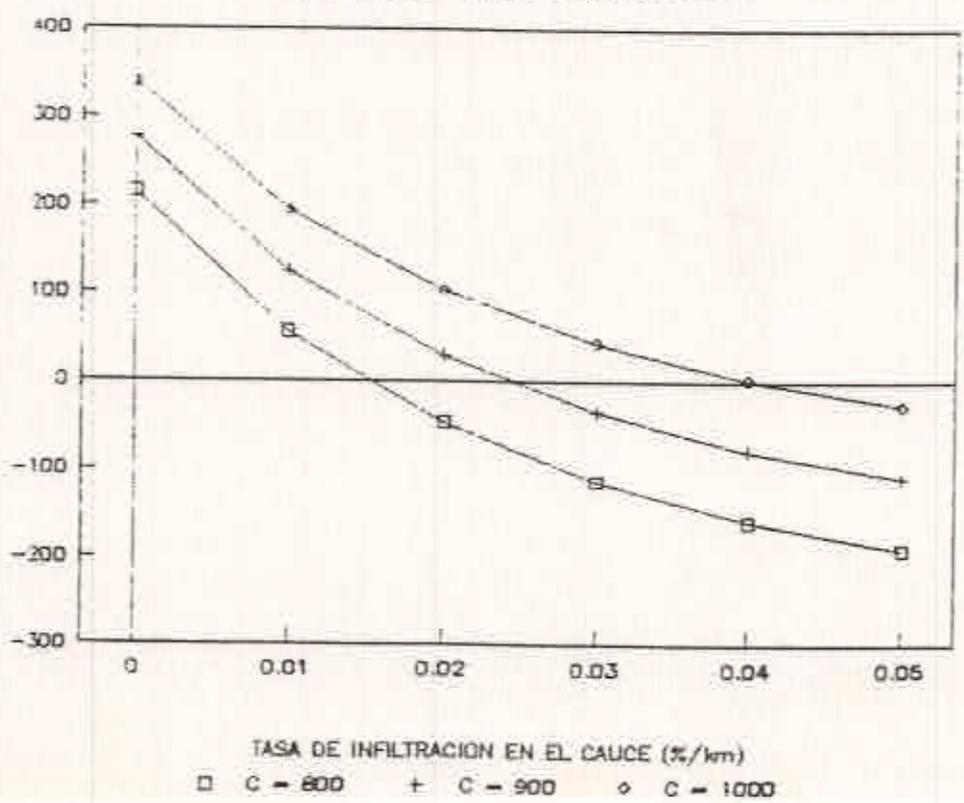
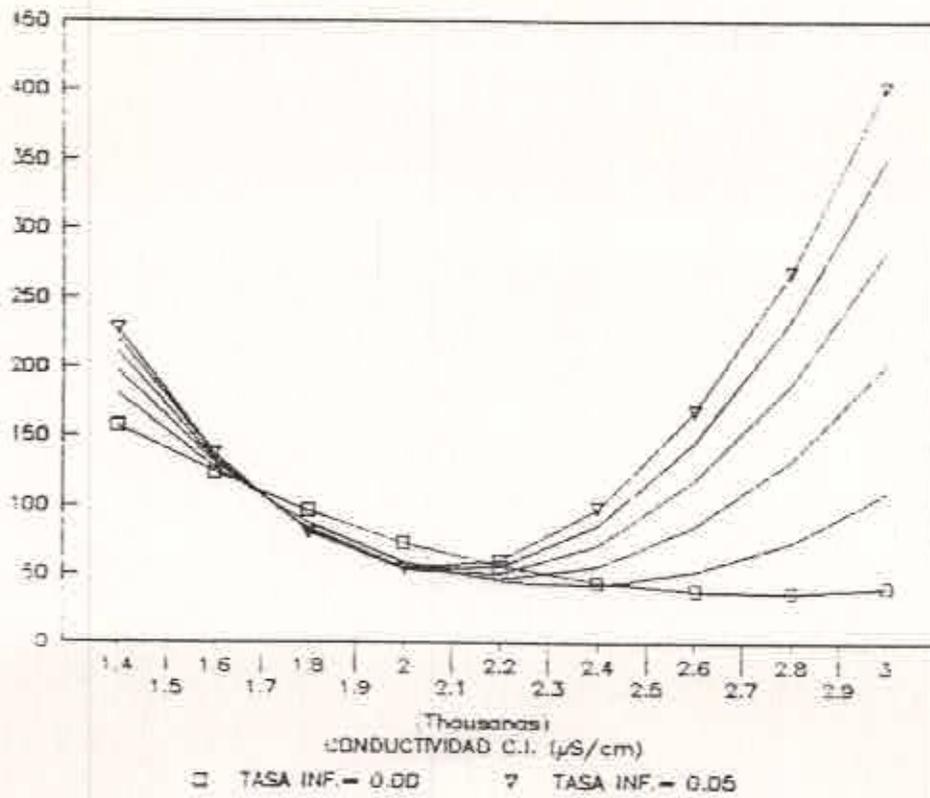
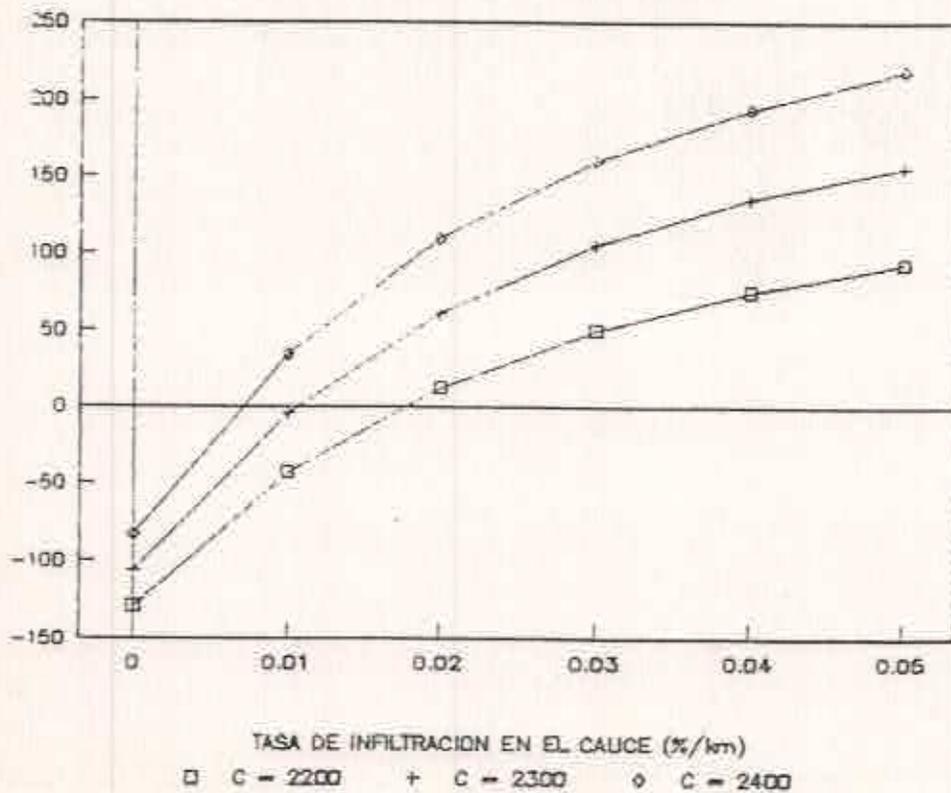


FIGURA II  
 MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA  
 (ALCERRECA-TOCONTASI): CONDUCTIVIDAD



MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA  
 (ALCERRECA-TOCONTASI): CONDUCTIVIDAD



# MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

CALIBRACION MODELO CONDUCTIVIDAD: C4

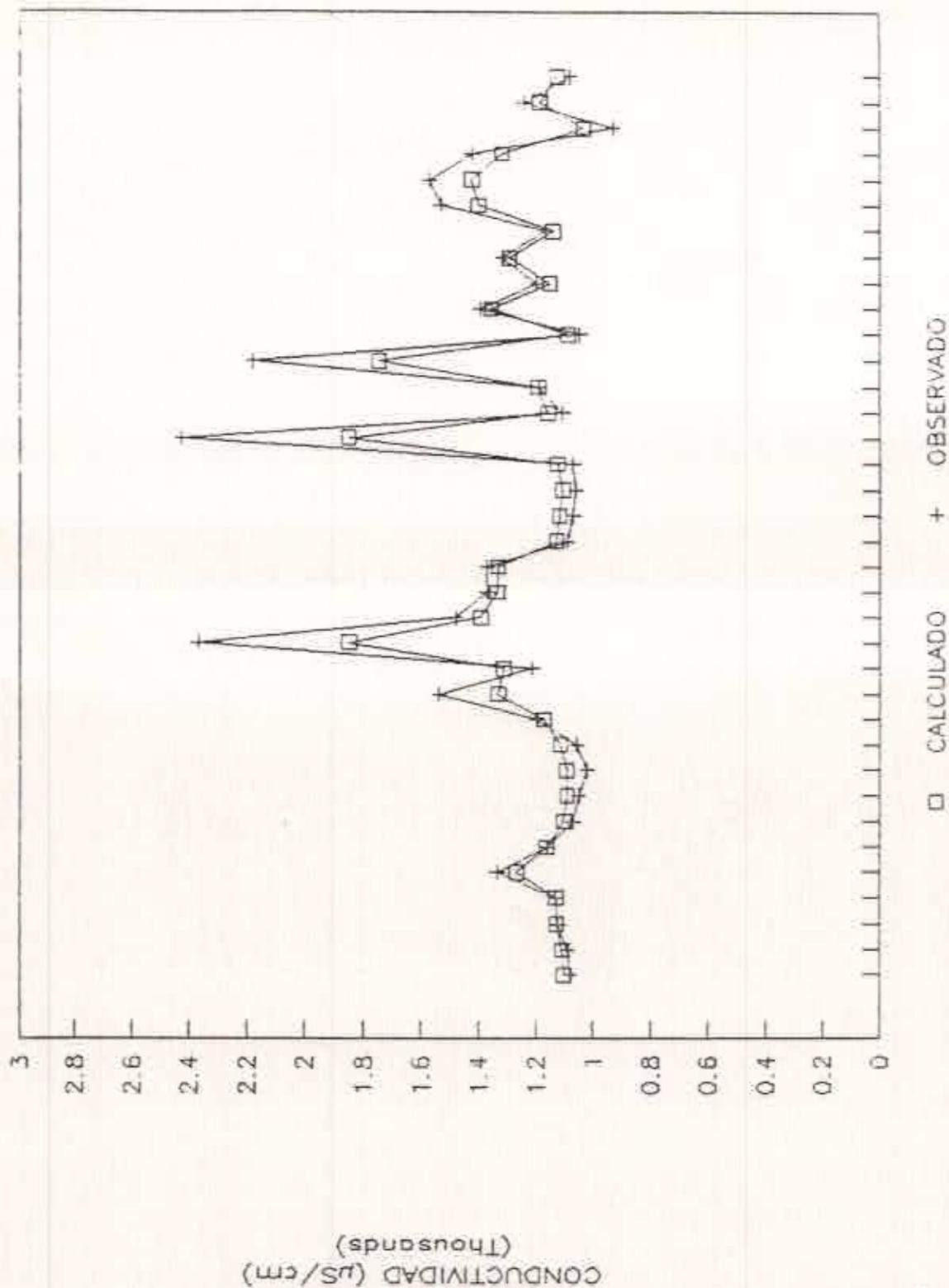
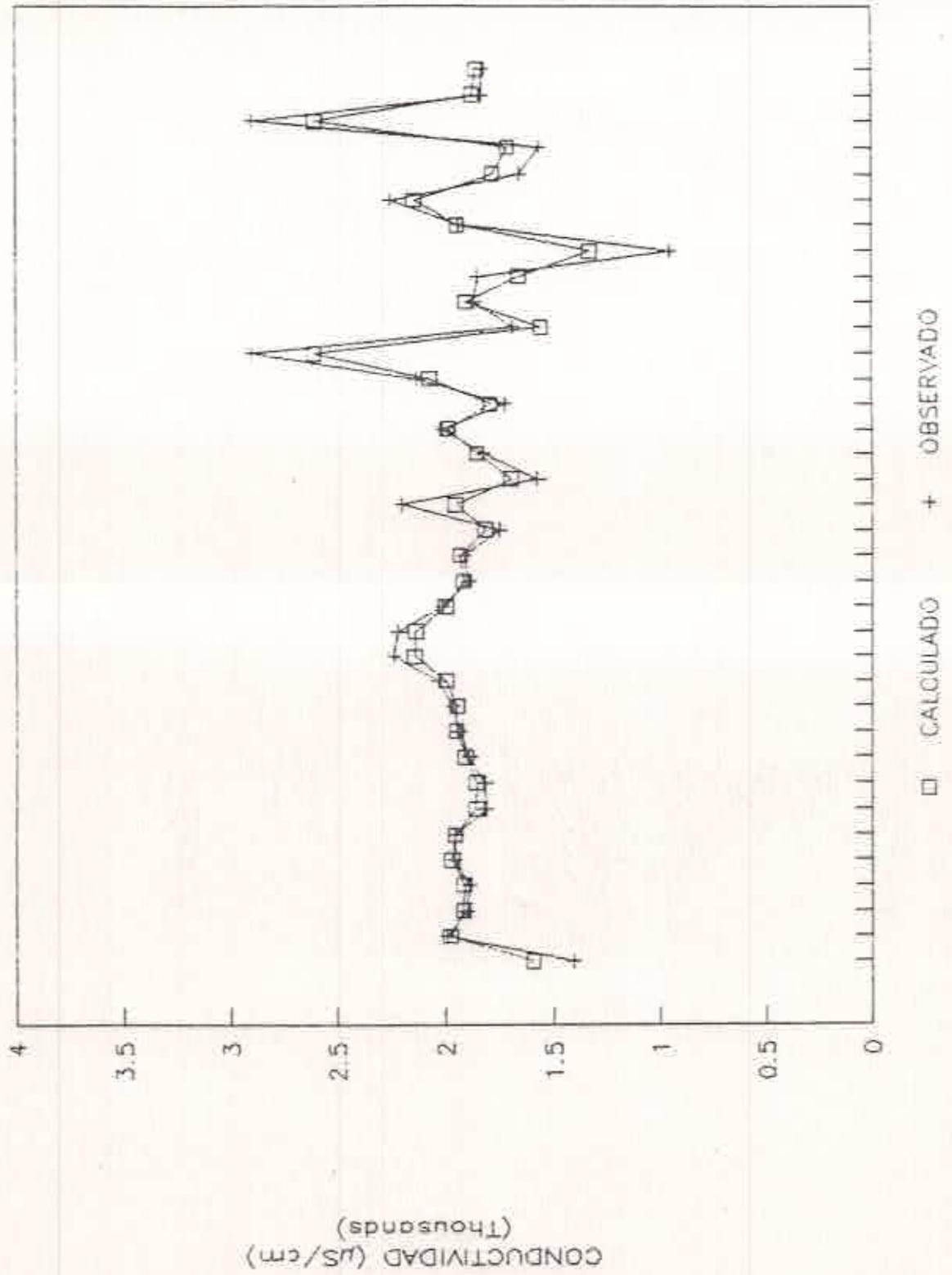


FIGURA 13

# MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

CALIBRACION MODELO CONDUCTIVIDAD: C7



5.- SIMULACION DE ALGUNAS ACCIONES

Los casos que se presentan a manera de ejemplo se refieren al efecto que se produciría en la conductividad del agua bajo las acciones de :

- Acción nula o situación actual. Esto corresponde a la simulación con los valores históricos.
- Desviar el río Azufre totalmente dejando éste de ser afluente del R.Lluta.
- Desviar hacia el río Lluta el río Caquena parcialmente con un máximo de  $1,07 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Las dos acciones anteriores simultáneamente.

Las simulaciones de las acciones señaladas se calcularon mediante planillas Lotus habiéndose obtenido de ellas los gráficos que señalan el descenso de la conductividad en comparación con la situación actual, vale decir, sin acción de ningún tipo, (valor histórico simulado).

Los gráficos de las figuras 14,15 y 16 muestran el efecto logrado en el punto 7 del modelo, es decir Tocontasi. Los gráficos de las figuras 17,18 y 19 lo hacen en el punto 6 del modelo, esto es, Lluta en Alcérreca. Finalmente, la figura 20, muestra el efecto logrado en el punto 4. Caracaraní en Alcérreca, al desviar el río Azufre solamente, ya que la desviación del río Caquena no afecta a este punto de control por ocurrir aguas abajo.

De estos primeros resultados se pueden extraer algunas conclusiones interesantes. En efecto, en relación con la desviación del río Azufre, la figura 20 muestra en el punto 4 un mejoramiento que lleva la conductividad a valores del orden de  $900 \mu S/cm.$ , respecto a unos  $1.250 \mu S/cm$  que muestra la situación actual. Si este caudal Q4 se deja en el cauce ocurre que en forma natural se empobrece a valores de  $1.800 \mu S/cm$ . Además, esta última cifra no difiere significativamente de la situación actual. En otras palabras, desde el punto de vista de la conductividad en 7, habría resultado ocioso desviar el río Azufre. Sin embargo existen otros factores químicos que deberán estudiarse en conjunto para decidir la mejor acción que lleve la calidad del agua a valores lo mejor posible, lo que al momento de redactar este Informe de Avance se está procesando.

Finalmente el cuadro N°11 incluye un resumen comparativo del mejoramiento con cada una de las acciones tomadas.

CUADRO Nº 11

MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

COMPARACION DE ALTERNATIVAS  
CONDUCTIVIDAD (uS/cm)

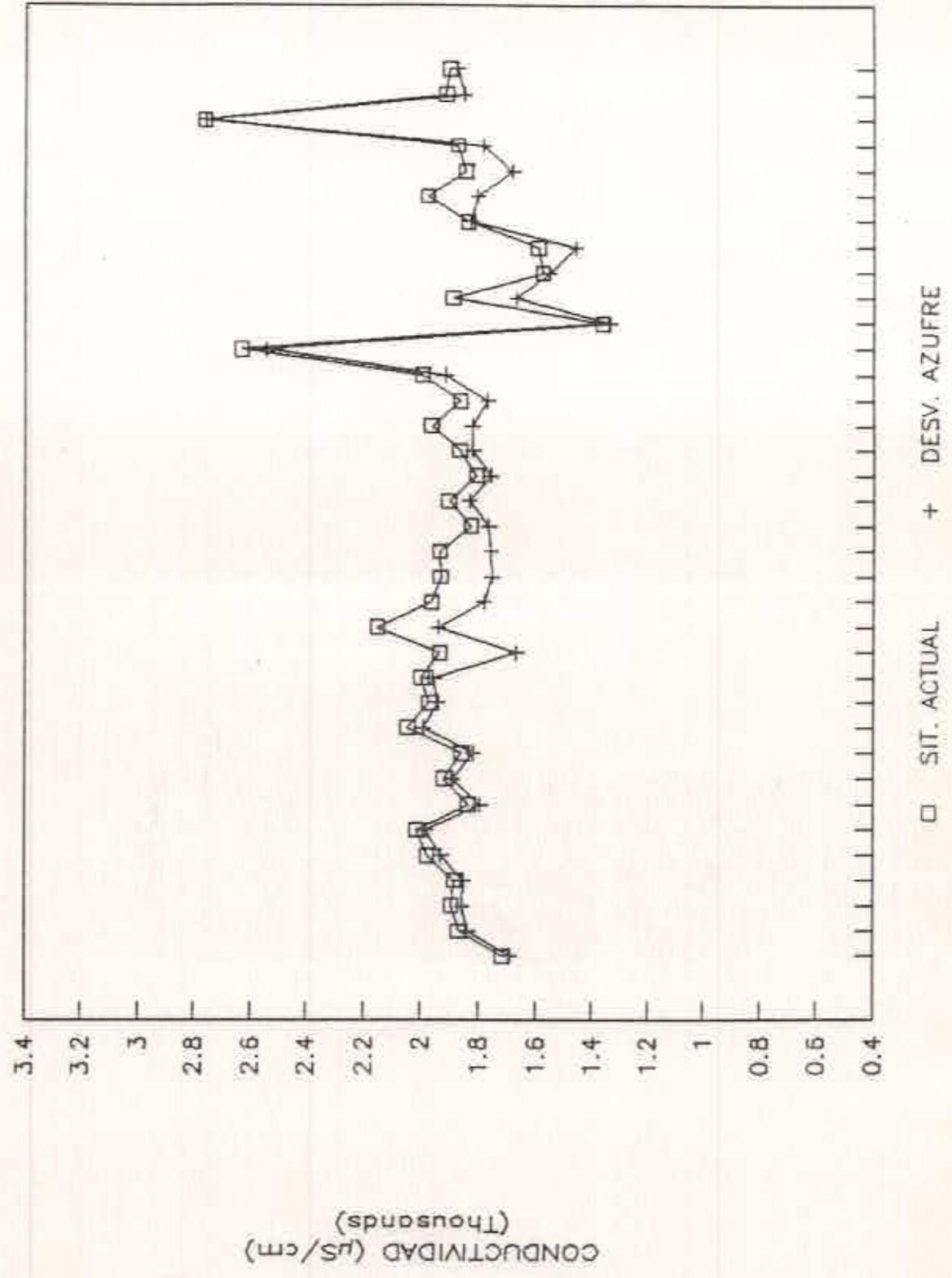
| CONDICION                    | PUNTOS DE ANALISIS (*) |      |      |
|------------------------------|------------------------|------|------|
|                              | C4                     | C6   | C7   |
| SITUACION ACTUAL             | 1249                   | 1731 | 1926 |
| DESVIACION RIO AZUFRE        | 927                    | 1537 | 1841 |
| CAPTACION RIO CAQUENA        | 1249                   | 1517 | 1754 |
| DESV. AZUFRE + CAPT. CAQUENA | 927                    | 1399 | 1689 |

(\*) C4: Caracarani en Alcerreca.  
C6: Lluta en Alcerreca.  
C7: Lluta en Tocontasi.

# MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

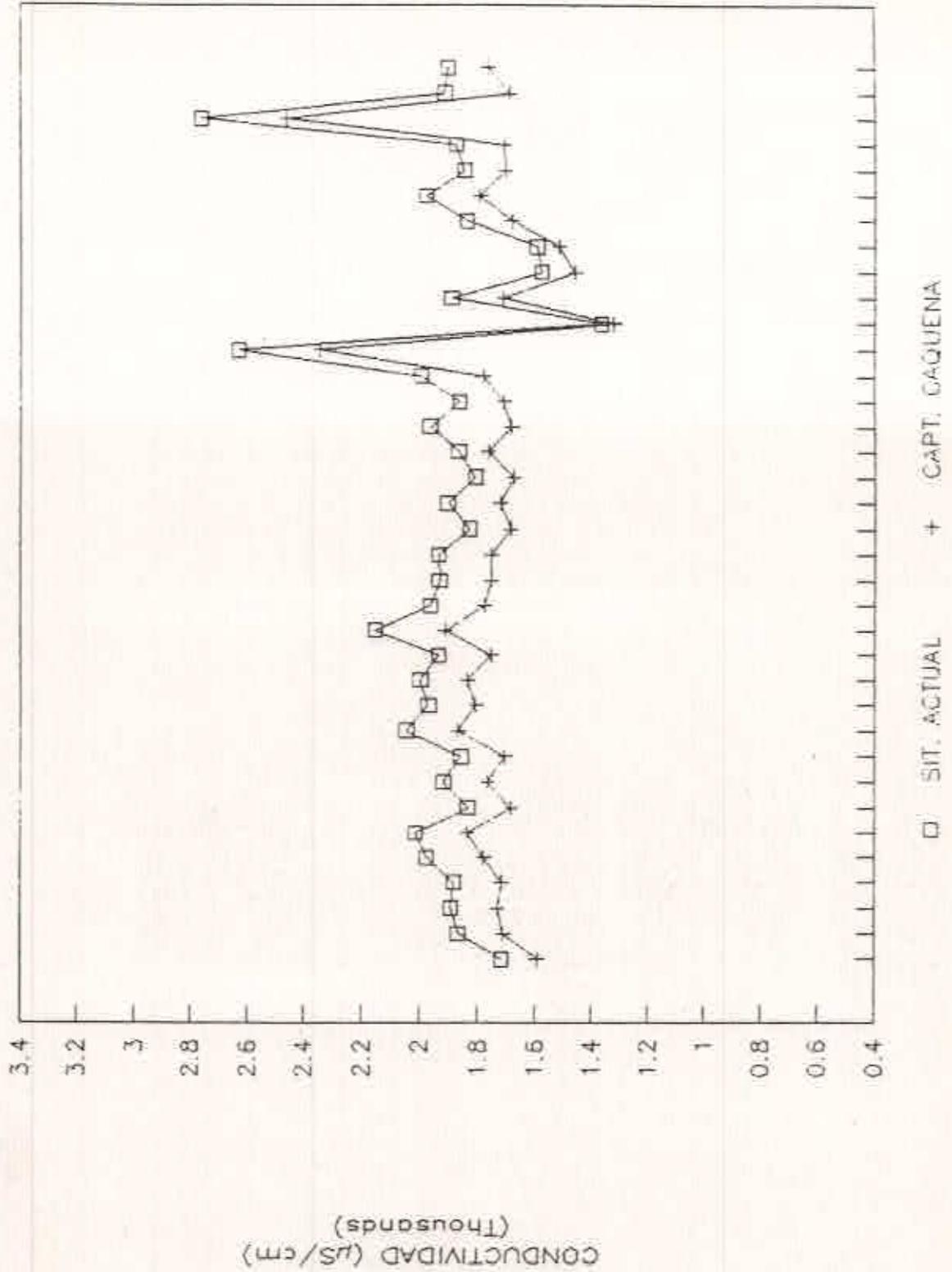
SIMULACION MODELO CONDUCTIVIDAD: C7

FIGURA 14



MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

SIMULACION MODELO CONDUCTIVIDAD: C7



MODELO CALIDAD DE AGUJAS RIO LLUITA

SIMULACION MODELO CONDUCTIVIDAD: C7

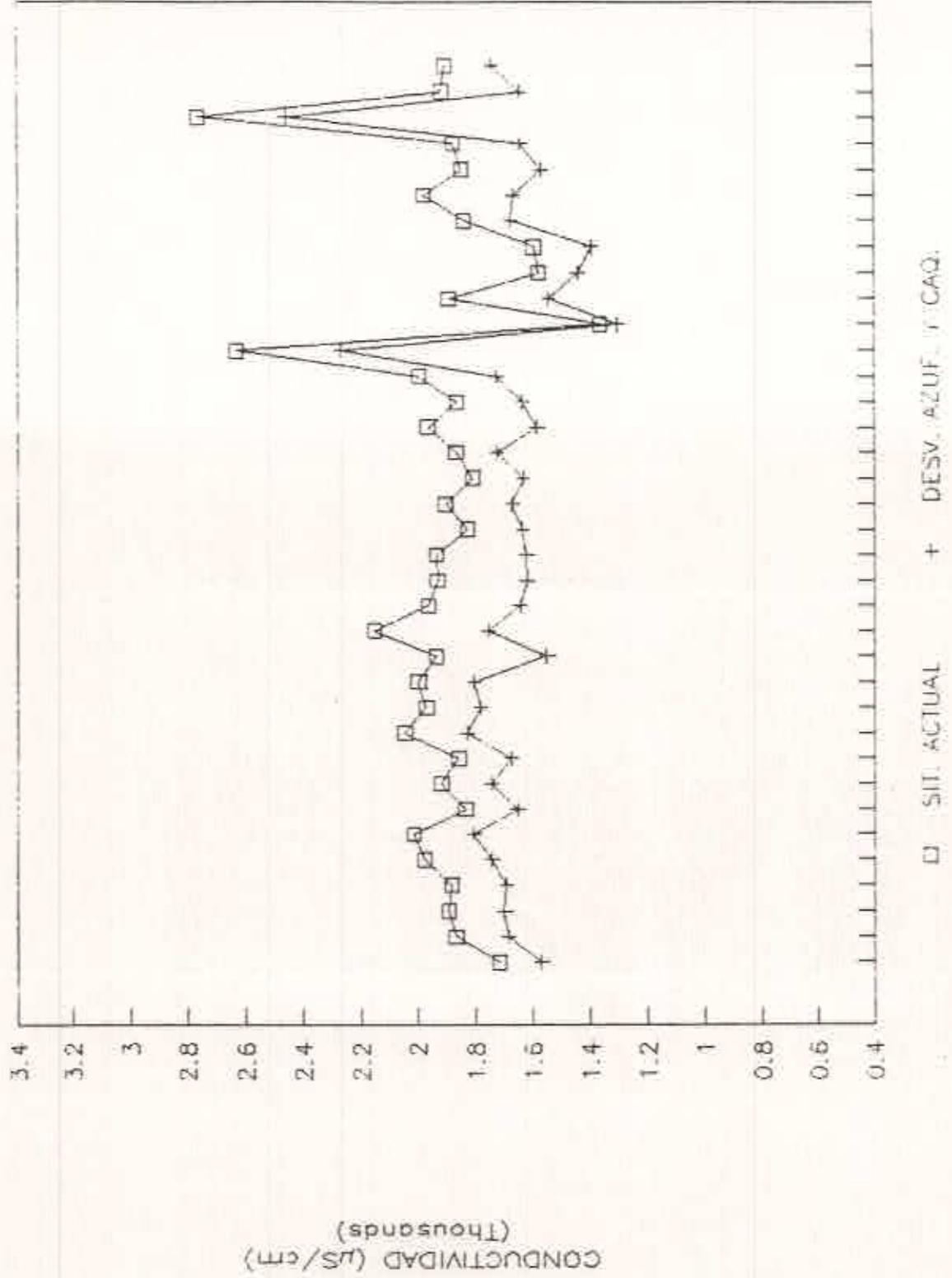


FIGURA 17

MODELO CALIDAD DE AGUAS: RIO LILUA

SIMULACION MODELO CONDUCTIVIDAD: C6

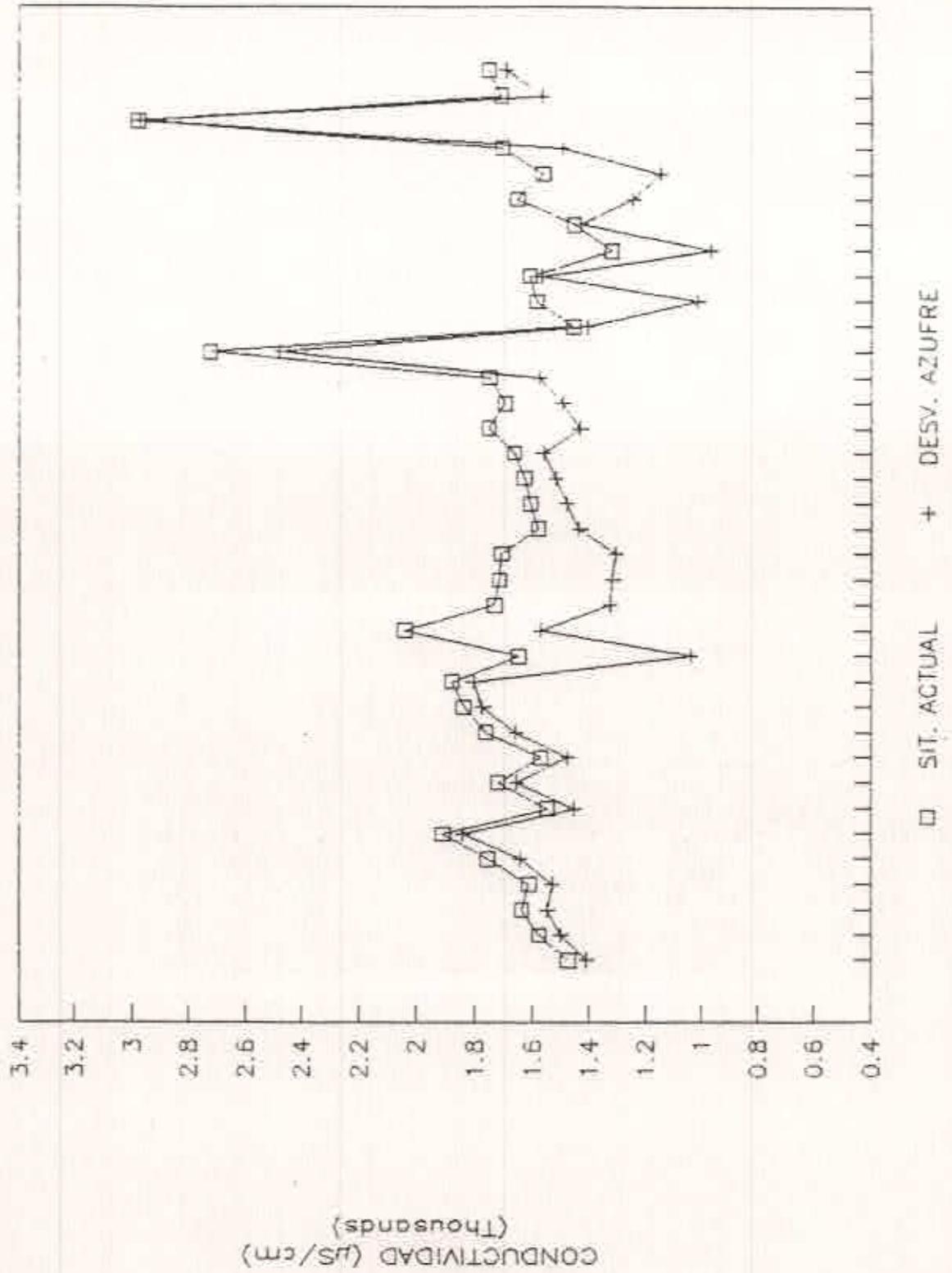
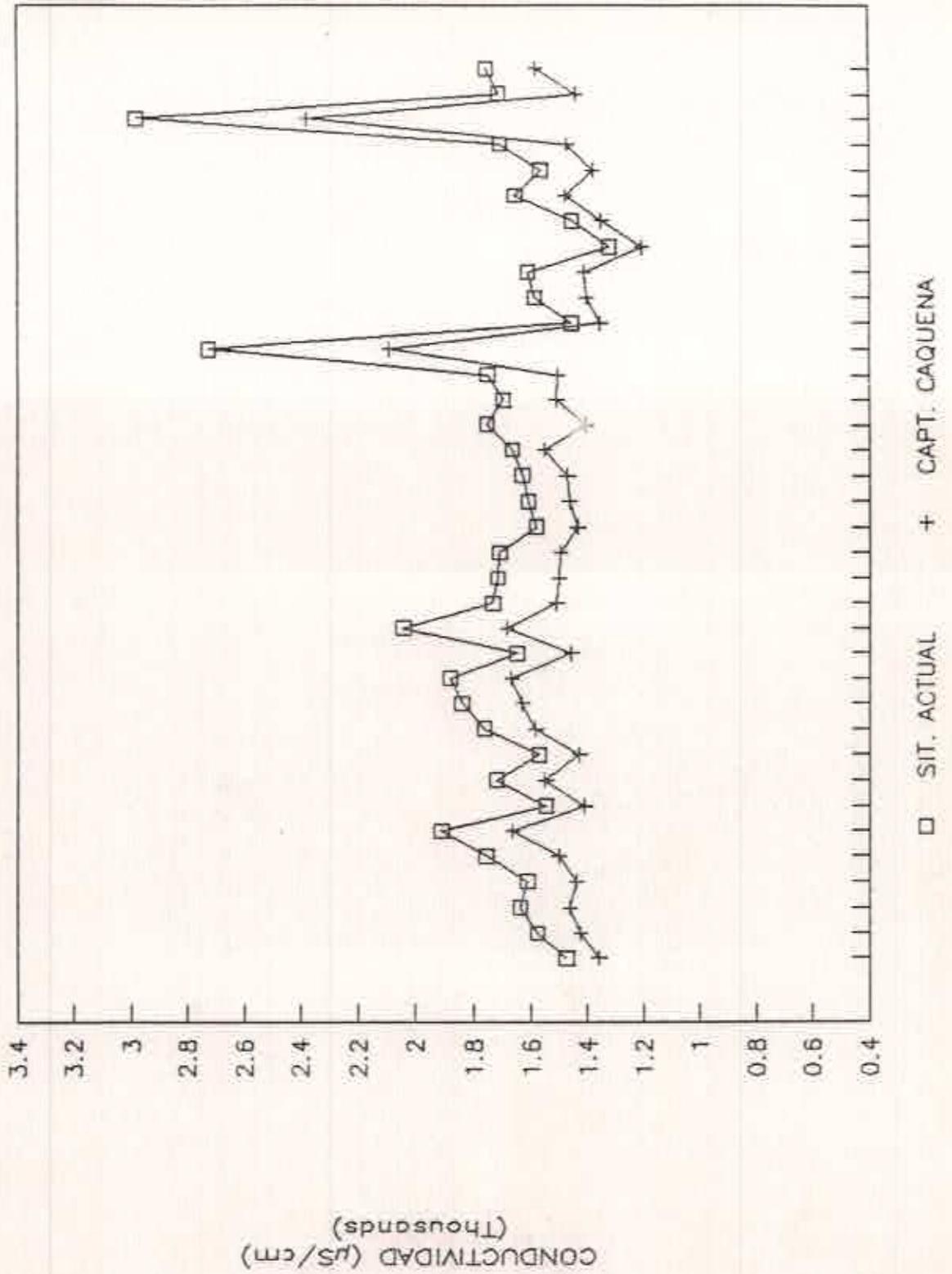


FIGURA 18

# MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

SIMULACION MODELO CONDUCTIVIDAD: C6



# MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

SIMULACION MODELO CONDUCTIVIDAD: C6

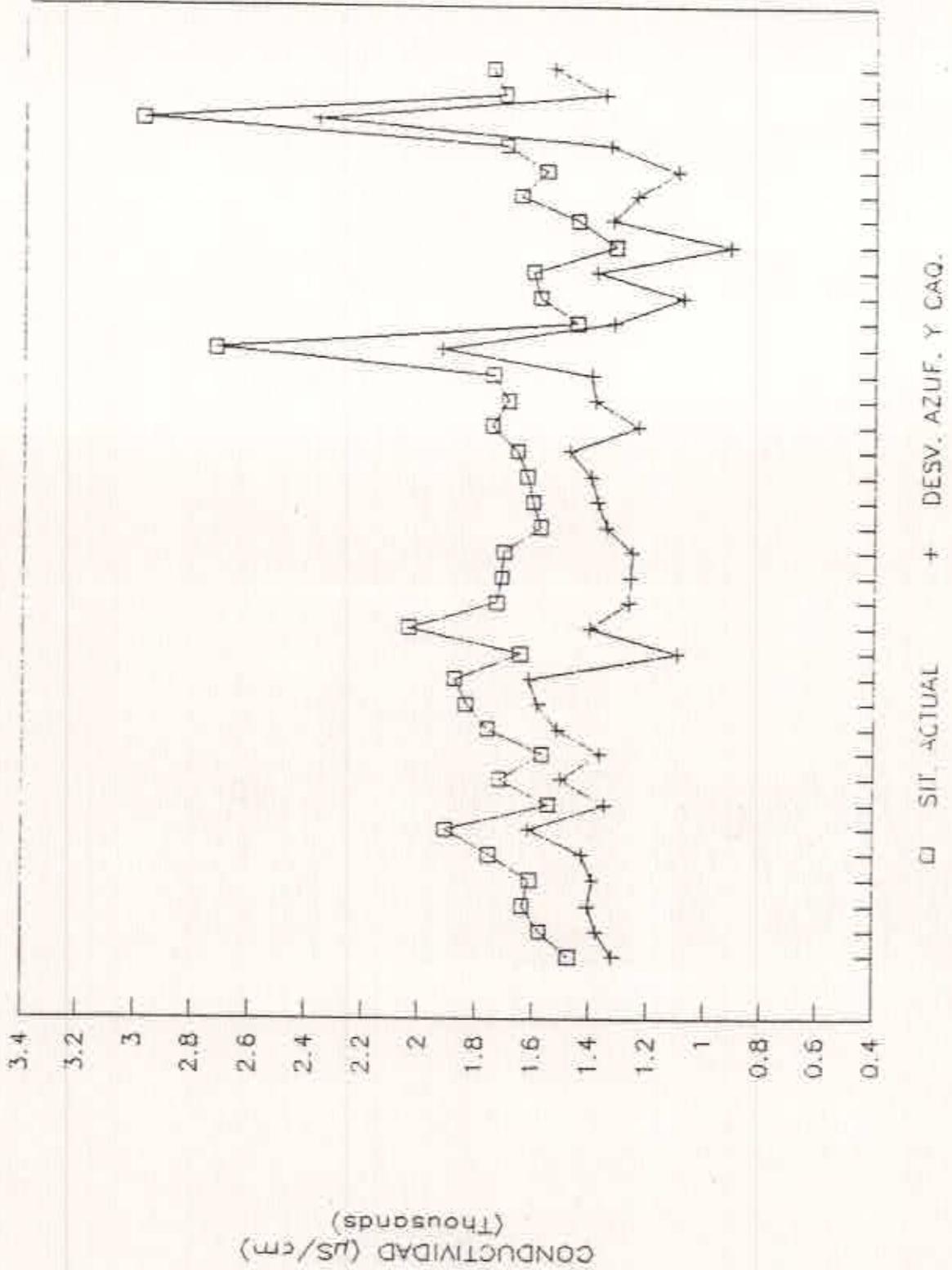


FIGURA 19

# MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LUJAN

SIMULACION MODELO CONDUCTIVIDAD: C4

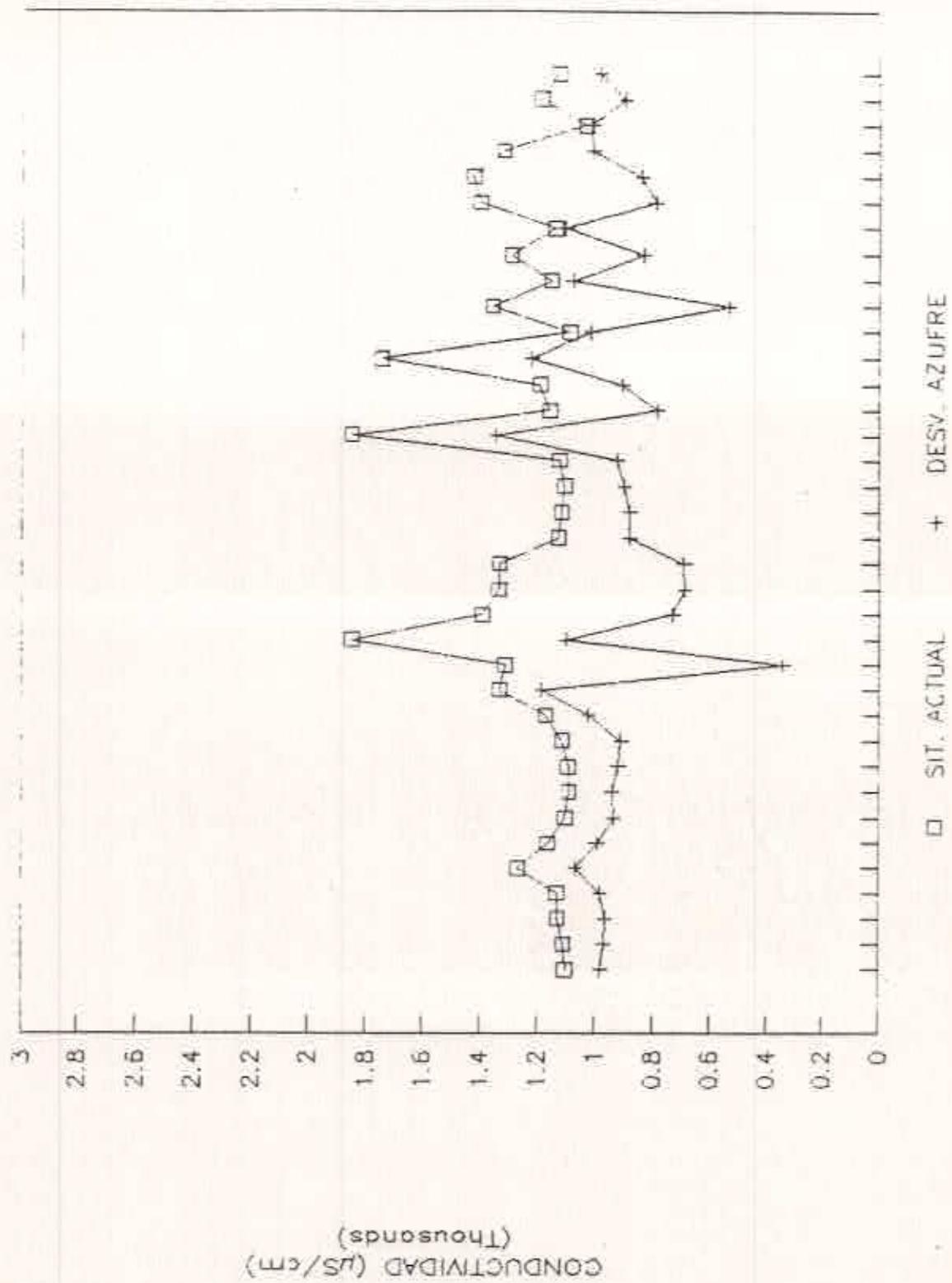


FIGURA 20

FIGURA 21

MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA  
CONDUCTIVIDADES OBSERVADAS

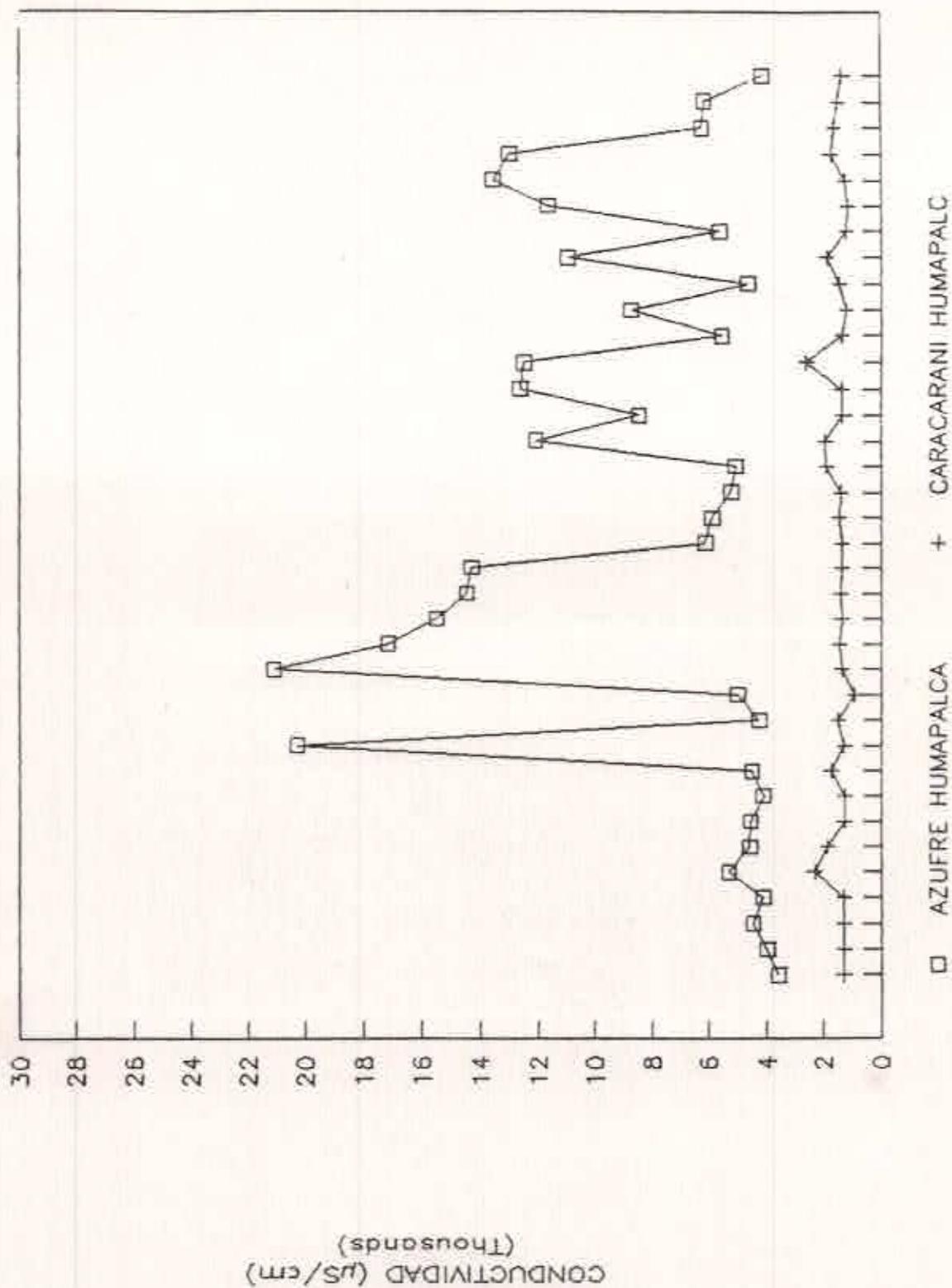
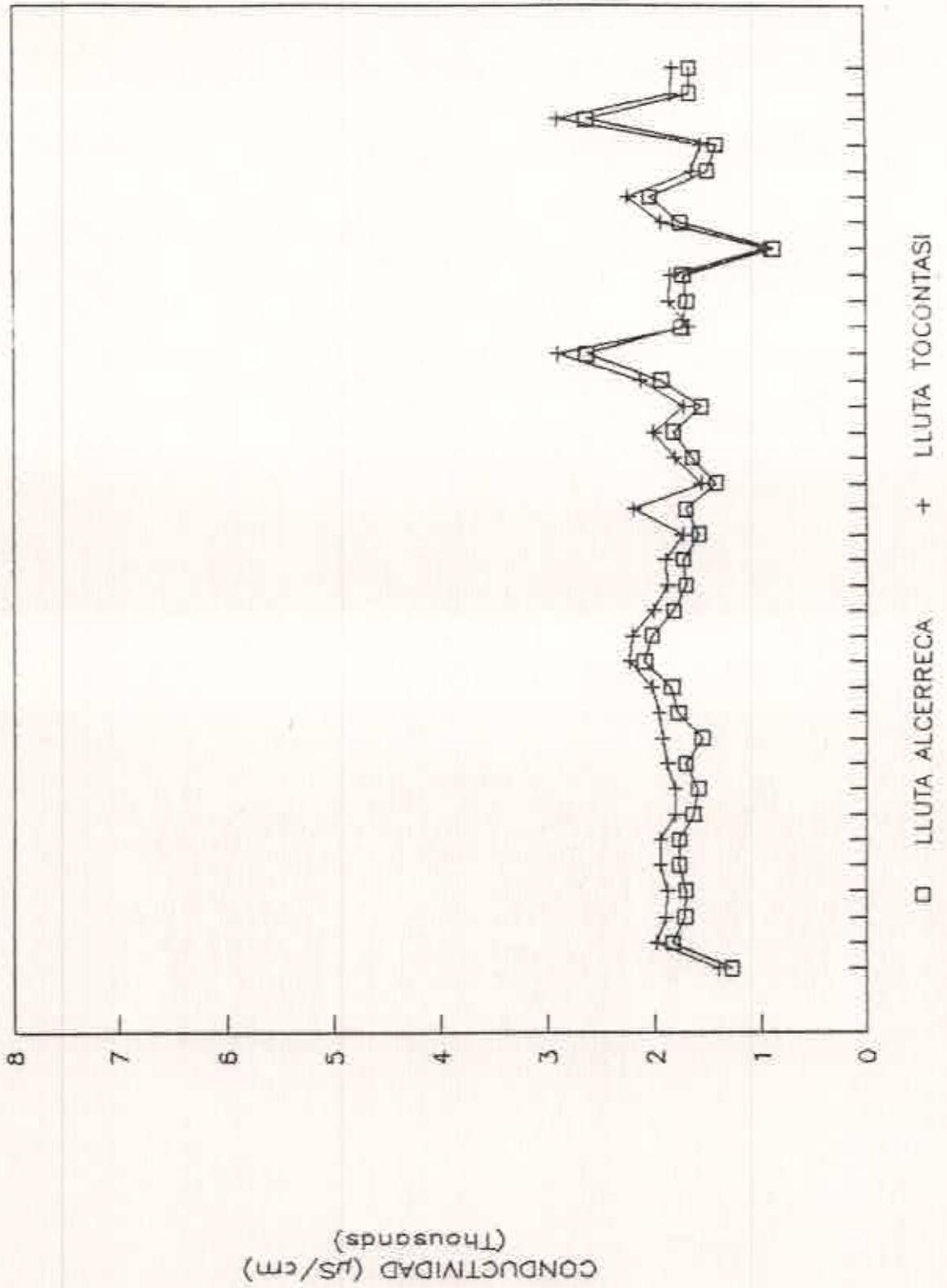




FIGURA 23

MODELO CALIDAD DE AGUAS RIO LLUTA

CONDUCTIVIDADES OBSERVADAS



6.- COMENTARIO FINAL

Aún cuando se podrían derivar una serie de conclusiones de los resultados aquí mostrados, creemos que no es el momento de hacerlo ya que el objetivo del presente Informe de Avance es mostrar el fundamento, método y antecedentes tenidos en cuenta para formular un modelo matemático de calidad de agua del río Lluta que permita evaluar acciones como las mencionadas las que tienen por objeto mejorar la calidad del agua.

Bajo este último aspecto se estima que no obstante ser la información disponible algo escasa y discontinua se ha logrado reproducir los valores medidos con una alta fidelidad lo que pueda apreciarse gráficamente en las figuras respectivas que ya se explicaron.

Los análisis químicos a realizarse sobre las muestras recogidas durante la primera campaña (Febrero/92), se encuentran en proceso en el laboratorio CESMEC. Sus resultados se incluirán en el presente estudio cuando se disponga de ellos. Así mismo, se tendrán en cuenta para la localización de puntos de muestreos de la segunda campaña (Julio próximo) para seguir en la detección de fuentes contaminantes ya que éstas condicionan las acciones para descontaminar las aguas.

-----

**ANEXO A**

**MEDIDAS DE CONCENTRACION DE CONTAMINANTES  
EN LA CUENCA DEL RIO LLUTA**

| ORA   | PH  | Cond. :<br>uS/cm | CO3=<br>mg/l | HCO3-<br>mg/l | Cl-<br>mg/l | SO4=<br>mg/l | Suma (meq/l) :<br>Anion | Ca++<br>mg/l | Mg++<br>mg/l | K+<br>mg/l | Na+ :<br>mg/l | Ag<br>ppm | B<br>ppm | Cu<br>ppm | Fe<br>ppm | NO3<br>ppm |
|-------|-----|------------------|--------------|---------------|-------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------|------------|---------------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| 02.69 | 1.7 | 21565            |              |               | 66.5        | 89.5         | 156.00                  | 66.15        | 17.4         | 16.1       | 8.7           | 24.0      |          |           |           | 52.0       |
| 03.62 | 2.4 | 4750             |              |               | 20.0        | 24.8         | 44.83                   | 31.64        | 8.5          | 6.4        | 1.4           | 15.3      |          |           |           | 17.0       |
| 05.67 | 2.1 | 2299             |              |               |             |              | 0.00                    | 14.70        |              |            | 2.3           | 12.4      |          |           |           |            |
| 07.68 | 1.7 | 18280            |              |               |             | 87.0         | 87.00                   | 0.00         |              |            |               |           |          |           |           | 29.0       |
| 07.68 | 1.8 | 14260            |              |               |             | 69.2         | 69.20                   | 0.00         |              |            |               |           |          |           |           |            |
| 07.68 | 2.3 | 5090             |              |               |             | 34.8         | 34.80                   | 0.00         |              |            |               |           |          |           |           |            |
| 07.68 | 1.9 | 29000            |              |               | 66.0        | 83.2         | 149.20                  | 35.15        | 16.5         | 10.5       | 5.1           | 3.1       | 44.0     |           |           |            |
| 08.68 | 2.5 | 4410             |              |               |             | 13.1         | 13.12                   | 9.00         |              |            |               | 9.0       |          | 9.0       |           |            |
| 08.68 | 2.6 | 4340             |              |               |             | 14.0         | 14.03                   | 9.00         |              |            |               | 9.0       |          | 8.0       |           |            |
| 08.68 | 2.7 | 3190             |              |               |             | 16.2         | 16.20                   | 10.20        |              |            |               | 10.2      |          | 9.0       |           |            |
| 08.68 | 2.5 | 4840             |              |               |             |              | 0.00                    | 9.80         |              |            |               | 9.8       |          | 8.0       |           |            |
| 08.68 | 2.5 | 5420             |              |               |             | 16.2         | 16.20                   | 9.10         |              |            |               | 9.1       |          | 9.0       |           |            |
| 08.68 | 2.6 | 4350             |              |               |             | 10.9         | 10.90                   | 8.30         |              |            |               | 8.3       |          | 8.0       |           |            |
| 08.68 | 2.6 | 4020             |              |               |             | 12.3         | 12.28                   | 8.00         |              |            |               | 8.0       |          | 8.0       |           |            |
| 09.68 | 2.6 | 4000             |              |               |             | 14.7         | 14.65                   | 8.00         |              |            |               | 8.0       |          | 7.0       |           |            |
| 09.68 | 2.7 | 3550             |              |               |             | 23.8         | 23.75                   | 6.00         |              |            |               | 6.0       |          |           |           |            |
| 09.68 | 2.7 | 3920             |              |               |             | 15.6         | 15.58                   | 7.60         |              |            |               | 7.6       |          | 7.0       |           |            |
| 09.68 | 2.5 | 4240             |              |               |             |              | 0.00                    | 8.00         |              |            |               | 8.0       |          | 8.0       |           |            |
| 09.68 | 2.4 | 4260             |              |               |             | 15.0         | 14.95                   | 7.80         |              |            |               | 7.8       |          |           |           |            |
| 09.68 | 2.4 | 4210             |              |               |             | 22.7         | 22.70                   | 5.60         |              |            |               | 5.6       |          |           |           |            |
| 10.68 | 2.5 | 3970             |              |               |             | 22.7         | 22.70                   | 7.30         |              |            |               | 7.3       |          |           |           |            |
| 10.68 | 2.5 | 4450             |              |               |             | 23.6         | 23.60                   | 7.60         |              |            |               | 7.6       |          |           |           |            |
| 10.68 | 2.5 | 4110             |              |               |             | 26.3         | 26.30                   | 6.50         |              |            |               | 6.5       |          |           |           |            |
| 10.68 | 2.5 | 5310             |              |               |             | 16.2         | 16.20                   | 9.00         |              |            |               | 9.0       | 0.1      | 10.0      |           |            |
| 11.68 | 2.7 | 5210             |              |               |             | 16.2         | 16.20                   | 10.00        |              |            |               | 10.0      | 0.1      | 10.0      |           |            |
| 11.68 | 2.6 | 4580             |              |               |             | 16.2         | 16.20                   | 8.00         |              |            |               | 8.0       | 0.1      | 9.0       |           |            |
| 11.68 | 2.6 | 4540             |              |               |             | 16.2         | 16.20                   | 7.00         |              |            |               | 7.0       | 0.0      | 8.0       |           |            |
| 11.68 | 2.6 | 4100             |              |               |             | 16.2         | 16.20                   | 7.00         |              |            |               | 7.0       | 0.0      |           |           |            |
|       |     |                  |              |               |             |              | 0.00                    | 0.00         |              |            |               |           |          |           |           |            |
|       |     |                  |              |               |             |              | 0.00                    | 0.00         |              |            |               |           |          |           |           |            |
|       |     |                  |              |               |             |              | 0.00                    | 0.00         |              |            |               |           |          |           |           |            |
| 13.69 |     | 4510             |              |               |             |              | 0.00                    | 0.00         |              |            |               |           |          |           |           |            |
| 14.69 |     | 4000             |              |               |             |              | 0.00                    | 0.00         |              |            |               |           |          |           |           |            |
| 14.69 |     | 4150             |              |               |             |              | 0.00                    | 0.00         |              |            |               |           |          |           |           |            |
| 14.69 | 1.3 | 20290            |              |               |             | 59.0         | 59.00                   | 24.70        |              |            | 6.2           | 18.5      |          | 41.0      |           |            |
| 14.69 | 1.3 | 20290            |              |               |             | 58.7         | 58.69                   | 24.70        |              |            | 6.2           | 18.5      |          | 41.0      |           |            |
| 14.69 | 1.5 | 20290            |              |               |             | 60.1         | 60.14                   | 24.70        |              |            | 6.2           | 18.5      |          | 41.0      |           |            |
| 14.69 | 1.5 | 20290            |              |               |             | 54.2         | 54.17                   | 24.70        |              |            | 6.2           | 18.5      |          | 41.0      |           |            |
| 14.69 |     | 4000             |              |               |             |              | 0.00                    | 0.00         |              |            |               |           |          |           |           |            |
| 14.69 |     | 4250             |              |               |             |              | 0.00                    | 0.00         |              |            |               |           |          |           |           |            |
| 14.69 |     | 5000             |              |               |             |              | 0.00                    | 0.00         |              |            |               |           |          |           |           |            |
| 17.69 | 1.8 | 21100            |              |               |             |              | 0.00                    | 25.80        | 12.0         | 8.0        | 5.8           |           |          |           |           |            |
| 17.69 | 1.8 | 17140            |              |               |             |              | 0.00                    | 20.00        | 12.0         | 8.0        |               |           |          |           |           |            |
| 18.69 | 1.8 | 21100            |              |               | 55.4        | 84.0         | 139.44                  | 23.40        |              |            | 5.8           | 17.6      |          | 40.0      |           |            |
| 18.69 | 1.8 | 17140            |              |               |             |              | 0.00                    | 23.10        |              |            | 5.5           | 17.6      |          | 31.0      |           |            |
| 18.69 | 1.9 | 15500            |              |               | 48.6        | 63.0         | 111.60                  | 22.00        |              |            | 5.2           | 16.8      |          | 32.0      |           |            |
| 18.69 | 1.9 | 14460            |              |               |             |              | 0.00                    | 20.70        |              |            | 4.7           | 16.0      |          | 27.0      |           |            |
| 18.69 | 1.9 | 14320            |              |               |             |              | 0.00                    | 20.30        |              |            | 4.7           | 15.6      |          | 28.0      |           |            |
| 18.69 | 1.9 | 14320            |              |               |             |              | 0.00                    | 20.30        |              |            | 4.7           | 15.6      |          | 28.0      |           |            |
| 19.69 | 2.2 | 8500             |              |               | 25.4        | 23.0         | 48.40                   | 25.05        | 8.8          | 3.9        | 0.6           | 11.8      |          | 16.0      |           |            |
| 19.69 | 2.3 | 6850             |              |               | 21.9        | 14.0         | 35.90                   | 13.60        |              |            | 2.5           | 11.1      |          | 13.6      |           |            |
| 19.69 | 2.4 | 6140             |              |               | 25.0        | 14.0         | 39.00                   | 12.70        |              |            | 2.3           | 10.4      |          | 12.2      |           |            |
| 19.69 | 2.5 | 5900             |              |               | 20.3        | 15.0         | 35.30                   | 13.20        |              |            | 2.1           | 11.1      |          | 12.8      |           |            |

CUADRO Nº A 1  
(Continuación)

| Nº    | pH  | Cond. :<br>µS/cm | CO3=<br>mg/l | HCO3-<br>mg/l | Cl-<br>mg/l | SO4=<br>mg/l | (Suma<br>Anion | Ca++<br>mg/l | Mg++<br>mg/l | K+<br>mg/l | Na+<br>mg/l | As<br>ppm | B<br>ppm | Cu<br>ppm | Fe<br>ppm | NO3<br>ppm |
|-------|-----|------------------|--------------|---------------|-------------|--------------|----------------|--------------|--------------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| 01.71 | 2.5 | 5245             |              |               | 18.7        | 13.0         | 31.70          | 12.30        |              |            | 2.3         | 10.0      |          |           |           | 9.8        |
| 01.71 | 2.8 | 5090             |              |               | 19.7        | 27.0         | 46.72          | 11.40        |              |            | 0.2         | 11.2      |          |           |           |            |
| 01.71 | 1.8 | 13560            | 0.0          | 0.0           | 20.5        | 52.5         | 73.00          | 111.23       | 17.0         | 77.0       | 0.4         | 16.8      |          |           |           |            |
| 01.71 | 2.1 | 12090            | 0.0          | 0.0           | 38.8        | 43.5         | 82.30          | 43.85        | 11.4         | 12.0       | 4.4         | 16.0      |          |           | 7.0       |            |
| 01.71 | 2.5 | 6580             | 0.0          | 0.0           | 24.0        | 15.1         | 39.10          | 31.59        | 10.1         | 9.1        | 0.2         | 12.2      |          |           | 8.0       |            |
| 01.71 | 2.7 | 5360             | 0.0          | 0.0           | 20.0        | 15.1         | 35.12          | 29.28        | 9.3          | 9.8        | 0.2         | 10.0      |          |           | 8.0       |            |
| 01.71 | 2.2 | 8440             | 0.0          | 0.0           | 26.8        | 36.0         | 62.84          | 36.89        | 9.6          | 9.1        | 3.2         | 15.0      |          |           | 13.0      |            |
| 01.71 | 1.9 | 13890            | 0.0          | 0.0           | 45.9        | 65.0         | 110.85         | 36.67        | 17.9         |            | 2.8         | 16.0      |          |           | 40.0      |            |
| 01.71 | 2.0 | 9670             | 0.0          | 0.0           | 33.6        | 51.0         | 84.55          | 36.60        | 13.9         | 4.7        | 2.0         | 16.0      |          |           | 19.0      |            |
| 01.71 | 2.0 | 9220             | 0.0          | 0.0           | 33.1        | 46.0         | 79.05          | 41.32        | 14.6         | 8.8        | 2.0         | 16.0      |          |           | 4.5       |            |
| 01.71 | 2.1 | 9720             | 0.0          | 0.0           | 33.1        | 46.0         | 79.10          | 29.61        | 13.6         |            | 2.0         | 14.0      |          |           | 25.5      |            |
| 01.71 | 1.7 | 9280             | 0.0          | 0.0           | 31.0        | 46.0         | 77.00          | 28.16        | 12.3         |            | 1.9         | 14.0      |          |           | 25.5      |            |
| 01.71 | 1.6 | 8610             | 0.0          | 0.0           | 28.0        | 39.0         | 66.95          | 24.41        | 10.9         |            | 1.9         | 11.6      |          |           | 20.5      |            |
| 01.71 | 1.5 | 9720             | 0.0          | 0.0           | 32.3        | 47.0         | 79.30          | 27.67        | 12.5         |            | 2.0         | 13.2      |          |           | 24.0      |            |
| 01.71 | 1.3 | 15670            | 0.0          | 0.0           | 49.1        | 74.5         | 123.60         | 39.39        | 18.3         |            | 3.1         | 18.0      |          |           | 33.0      |            |
| 01.71 | 1.4 | 12890            | 0.0          | 0.0           | 42.4        | 61.0         | 103.40         | 36.74        | 16.9         |            | 2.8         | 17.0      |          |           | 28.0      |            |
| 01.71 | 1.5 | 10440            | 0.0          | 0.0           | 35.9        | 49.0         | 84.85          | 31.14        | 14.4         |            | 2.3         | 14.4      |          |           | 24.5      |            |
| 01.71 | 1.5 | 11390            | 0.0          | 0.0           | 37.4        | 54.0         | 91.35          | 33.77        | 15.3         |            | 2.5         | 16.0      |          |           | 22.5      |            |
| 01.71 | 1.4 | 12610            | 0.0          | 0.0           | 41.0        | 57.0         | 97.95          | 33.75        | 14.7         |            | 2.7         | 16.4      |          |           | 28.5      |            |
| 01.71 | 1.4 | 12610            | 0.0          | 0.0           | 39.9        | 56.0         | 95.85          | 33.35        | 14.7         |            | 2.7         | 16.0      |          |           | 25.5      |            |
| 01.71 | 2.3 | 13720            | 0.0          | 0.0           | 43.2        | 61.5         | 104.70         | 34.59        | 15.8         |            | 2.8         | 16.0      |          |           | 31.0      |            |
| 01.71 | 1.4 | 16340            | 0.0          | 0.0           | 52.7        | 82.0         | 134.69         | 50.35        | 1.4          | 25.1       | 3.9         | 20.0      |          |           |           |            |
| 01.71 | 2.0 | 9580             | 0.0          | 0.0           | 31.6        | 44.8         | 76.30          | 36.96        | 10.2         |            | 9.6         | 2.5       | 14.6     | 0.3       | 7.2       |            |
| 01.71 | 2.2 | 8800             | 0.0          | 0.0           | 30.4        | 49.3         | 79.66          | 22.20        | 2.2          | 3.3        | 2.5         | 14.2      | 0.4      | 8.8       |           |            |
| 01.71 | 2.1 | 8880             | 0.0          | 0.0           | 21.7        | 42.5         | 64.18          | 25.32        | 2.4          | 6.6        | 2.5         | 13.8      | 0.3      | 4.8       |           |            |
| 01.71 | 2.2 | 8320             | 0.0          | 0.0           | 29.7        | 44.0         | 73.66          | 24.70        | 3.0          | 5.4        | 2.5         | 13.8      | 0.3      | 6.4       |           |            |
| 01.71 | 2.0 | 9580             | 0.0          | 0.0           | 33.0        | 48.3         | 81.28          | 32.38        | 3.6          | 10.8       | 2.6         | 15.4      | 0.4      | 13.6      |           |            |
| 01.71 | 2.4 | 6980             | 0.0          | 0.0           | 24.3        | 29.7         | 54.03          | 19.85        | 1.8          | 3.2        | 2.3         | 12.6      | 0.3      | 9.6       |           |            |
| 01.71 | 2.5 | 5230             | 0.0          | 0.0           | 20.1        | 29.0         | 49.14          | 24.66        | 4.5          | 7.5        | 1.7         | 11.0      | 0.2      | 6.4       |           |            |
| 01.71 | 2.5 | 5380             | 0.0          | 0.0           | 21.2        | 29.7         | 50.89          | 31.35        | 10.2         | 7.5        | 1.8         | 11.8      | 0.1      | 3.2       |           |            |
| 01.71 | 2.6 | 5450             | 0.0          | 0.0           | 21.0        | 15.1         | 36.12          | 30.65        | 10.7         | 8.8        | 0.2         | 11.0      |          | 8.0       |           |            |
| 01.71 | 2.5 | 9110             | 0.0          | 0.0           | 47.3        | 58.0         | 105.26         | 46.84        | 10.5         | 8.2        | 3.8         | 24.4      | 0.6      | 11.2      |           |            |
| 01.71 | 2.6 | 9070             | 0.0          | 0.0           | 46.0        | 15.1         | 61.11          | 50.73        | 14.1         | 9.7        | 0.2         | 26.8      |          | 8.0       |           |            |
| 01.71 | 2.8 | 4980             | 0.0          | 0.0           | 20.0        | 15.1         | 35.12          | 31.10        | 9.6          | 9.6        | 0.2         | 11.8      |          | 8.0       |           |            |
| 01.71 | 2.8 | 4300             | 0.0          | 0.0           | 19.4        | 15.1         | 34.51          | 28.45        | 9.2          | 8.8        | 0.1         | 10.3      |          | 8.0       |           |            |
| 01.71 | 2.8 | 4460             | 0.0          | 0.0           | 18.8        | 15.1         | 33.90          | 28.84        | 9.8          | 8.6        | 0.1         | 10.3      |          | 8.0       |           |            |
| 01.71 | 2.8 | 4160             | 0.0          | 0.0           | 18.5        | 15.1         | 33.61          | 28.48        | 9.2          | 9.1        | 0.1         | 10.0      |          | 8.0       |           |            |
| 01.71 | 2.9 | 3950             | 0.0          | 0.0           | 18.3        | 15.1         | 33.35          | 26.79        | 8.8          | 8.3        | 0.1         | 9.6       |          | 8.0       |           |            |
| 01.71 | 2.1 | 11840            | 0.0          | 0.0           | 39.0        | 15.1         | 54.10          | 41.01        | 11.2         | 11.8       | 0.2         | 17.8      |          | 8.0       |           |            |
| 01.71 | 1.9 | 12480            | 0.0          | 0.0           | 39.5        | 64.1         | 103.62         | 38.60        | 14.2         | 0.8        | 3.6         | 20.0      |          | 20.0      |           |            |
| 01.71 | 2.7 | 4470             | 0.0          | 0.0           | 18.2        | 28.0         | 46.23          | 22.01        | 8.8          | 3.0        | 1.6         | 8.6       |          | 10.5      |           |            |
| 01.71 | 2.6 | 5230             | 0.0          | 0.0           | 21.8        | 37.5         | 59.28          | 25.25        | 10.6         | 2.8        | 1.9         | 9.9       |          | 12.5      |           |            |
| 01.71 | 2.4 | 6468             | 0.0          | 0.0           | 27.9        | 44.0         | 71.86          | 27.64        | 11.7         | 2.1        | 1.9         | 12.0      |          | 10.5      |           |            |
| 01.71 | 2.6 | 4851             | 0.0          | 0.0           | 21.8        | 32.0         | 53.78          | 22.04        | 9.3          | 2.5        | 1.6         | 8.6       |          | 12.5      |           |            |
| 01.71 | 2.5 | 6042             | 0.0          | 0.0           | 25.3        | 45.5         | 71.83          | 28.26        | 12.2         | 2.2        | 1.9         | 12.0      |          | 12.5      |           |            |
| 01.71 | 2.7 | 5542             | 0.0          | 0.0           | 23.5        | 43.0         | 66.54          | 28.50        | 11.8         | 3.9        | 1.6         | 11.2      |          | 10.5      |           |            |
| 01.71 | 2.5 | 6212             | 0.0          | 0.0           | 27.4        | 45.0         | 72.35          | 27.87        | 12.5         | 1.7        | 1.7         | 12.0      |          | 10.5      |           |            |
| 01.71 | 2.7 | 5520             | 0.0          | 0.0           | 23.5        | 43.0         | 66.54          | 28.50        | 11.8         | 3.9        | 1.6         | 11.2      |          | 8.5       |           |            |
| 01.71 | 2.5 | 5744             | 0.0          | 0.0           | 25.8        | 42.5         | 68.33          | 28.10        | 11.9         | 1.9        | 1.9         | 12.4      |          | 8.5       |           |            |
| 01.71 | 2.2 | 8850             | 0.0          | 0.0           | 32.8        | 52.0         | 84.76          | 46.53        | 13.3         | 12.5       | 3.2         | 17.6      |          | 10.5      | 86.0      |            |
| 01.71 | 2.3 | 8714             | 0.0          | 0.0           | 28.8        | 43.0         | 71.76          | 34.75        | 11.7         | 6.1        | 1.0         | 16.0      |          | 8.7       |           |            |

CUADRO N° A 1  
 (Continuación)

| CANTON | PH   | Cond. :<br>uS/cm | CO3=<br>mg/l | HCO3-<br>mg/l | Cl-<br>mg/l | SO4=<br>mg/l | (suma (mg/l) :<br>Anion Cation) |       | Ca++<br>mg/l | Mg++<br>mg/l | K+<br>mg/l | Na+<br>mg/l | As<br>ppm | P<br>ppm | Cu<br>ppm | Fe<br>ppm | NO3<br>ppm |
|--------|------|------------------|--------------|---------------|-------------|--------------|---------------------------------|-------|--------------|--------------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
|        |      |                  |              |               |             |              |                                 |       |              |              |            |             |           |          |           |           |            |
| 08.71  | 2.7  | 4635             | 0.0          | 0.0           | 18.2        | 32.8         | 50.98                           | 30.75 | 9.4          | 8.2          | 1.9        | 11.3        |           | 9.4      |           |           |            |
| 08.71  | 2.6  | 7660             | 0.0          | 0.0           | 20.3        | 24.8         | 45.06                           | 19.78 | 7.4          |              | 1.8        | 10.5        |           | 10.9     |           |           |            |
| 08.71  | 2.6  | 7660             | 0.0          | 0.0           | 21.3        | 26.4         | 47.67                           | 28.30 | 15.2         |              | 1.9        | 11.2        |           | 15.6     |           |           |            |
| 08.71  | 2.6  | 7660             | 0.0          | 0.0           | 35.5        | 27.4         | 62.86                           | 21.43 | 8.6          |              | 1.6        | 11.2        |           | 10.3     |           |           |            |
| 08.71  | 2.9  | 7824             | 0.0          | 0.0           | 25.3        | 32.6         | 57.93                           | 34.16 | 19.7         |              | 2.2        | 12.4        |           | 15.6     |           |           |            |
| 08.71  | 2.9  | 7660             | 0.0          | 0.0           | 27.4        | 26.3         | 53.60                           | 27.69 | 12.8         |              | 2.2        | 12.8        |           | 18.0     |           |           |            |
| 08.71  | 2.7  | 8159             | 0.0          | 0.0           | 25.3        | 32.6         | 57.93                           | 22.32 | 7.0          |              | 2.2        | 13.2        |           | 19.2     |           |           |            |
| 05.72  | 2.0  | 10915            | 0.0          | 0.0           | 24.3        | 45.0         | 69.31                           | 41.50 | 8.6          | 20.6         | 2.4        | 9.9         |           |          |           |           |            |
| 05.72  | 2.5  | 5621             | 0.0          | 0.0           | 21.0        | 27.9         | 48.90                           | 27.40 | 9.1          | 6.0          | 1.4        | 10.9        |           |          |           |           |            |
| 05.72  | 2.5  | 5687             | 0.0          | 0.0           | 23.9        | 35.2         | 59.11                           | 27.19 | 8.0          | 7.6          | 1.5        | 10.1        |           |          |           |           |            |
| 05.72  | 2.5  | 5711             | 0.0          | 0.0           | 24.7        | 33.3         | 58.00                           | 27.29 | 13.0         | 2.7          | 1.5        | 10.1        |           |          |           |           |            |
| 05.72  | 2.4  | 6762             | 0.0          | 0.0           | 29.9        | 34.0         | 63.89                           | 33.43 | 14.8         | 5.1          | 1.8        | 11.8        |           |          |           |           |            |
| 06.72  | 2.1  | 9724             | 0.0          | 0.0           | 33.8        | 44.9         | 78.71                           | 28.72 | 12.0         | 3.1          | 1.9        | 11.8        |           |          |           |           |            |
| 06.72  | 2.0  | 11612            | 0.0          | 0.0           | 40.6        | 48.0         | 88.57                           | 34.63 | 13.3         | 6.1          | 2.3        | 13.0        |           |          |           |           |            |
| 06.72  | 1.9  | 11632            | 0.0          | 0.0           | 30.4        | 48.4         | 78.78                           | 28.78 | 7.3          | 7.8          | 0.2        | 13.5        |           |          |           |           |            |
| 06.72  | 1.9  | 12972            | 0.0          | 0.0           | 44.1        | 59.5         | 103.60                          | 35.10 | 17.4         | 0.6          | 2.6        | 14.5        |           |          |           |           |            |
| 07.72  | 1.9  | 12882            | 0.0          | 0.0           | 45.6        | 54.0         | 99.57                           | 34.21 | 10.9         | 6.7          | 2.6        | 14.0        |           |          |           |           |            |
| 02.74  | 1.8  | 13549            | 0.0          | 0.0           | 41.0        | 62.0         | 103.00                          | 34.71 | 2.4          | 16.3         | 3.0        | 13.1        | 0.0       | 12.0     | 0.0       |           |            |
| 02.75  | 1.7  | 7676             | 0.0          | 0.0           | 24.5        | 35.4         | 59.90                           | 25.94 | 5.9          | 8.4          | 1.9        | 9.7         | 1.1       | 22.7     | 0.2       |           |            |
| 02.75  | 1.5  | 12590            | 0.0          | 0.0           | 43.8        | 68.0         | 111.77                          | 47.64 | 2.8          | 25.5         | 3.9        | 15.5        | 2.7       | 9.5      | 0.1       | 9.8       | 4.4        |
| 04.76  | 1.7  | 21734            | 0.0          | 0.0           | 44.9        | 60.2         | 105.08                          | 32.72 | 0.9          | 12.6         | 3.3        | 16.0        | 4.1       | 30.5     | 0.5       | 121.0     |            |
| 07.76  | 2.0  | 1374             |              |               |             | 0.00         | 0.00                            |       |              |              |            |             | 2.5       | 43.3     |           |           |            |
| 08.76  | 1.9  | 1215             |              |               |             | 0.00         | 0.00                            |       |              |              |            |             |           |          |           |           |            |
| 02.76  | 1.8  | 16913            | 0.0          | 0.0           | 43.9        | 75.2         | 119.13                          | 32.16 | 2.2          | 10.4         | 3.0        | 16.6        | 2.1       | 51.0     | 0.5       | 106.0     |            |
| 04.77  | 1.7  | 11561            | 0.0          | 0.0           | 37.3        | 54.8         | 92.13                           | 27.04 | 0.8          | 11.1         | 2.4        | 12.8        | 1.5       | 47.0     |           | 30.3      | 20.0       |
| 08.77  | 2.0  | 1443             | 0.0          | 0.0           | 39.4        | 62.0         | 101.40                          | 33.68 | 1.8          | 13.8         | 2.8        | 15.3        | 2.0       | 22.4     | 0.0       | 89.2      | 47.5       |
| 07.80  | 1.81 | 13000            | 0.0          | 0.0           | 45.7        | 53.2         | 100.88                          | 99.99 | 2.4          | 64.4         | 11.5       | 21.7        | 3.7       | 23.2     | 0.0       | 102.6     |            |
| 05.83  | 2.8  | 6240             | 0.0          | 0.0           | 36.9        | 16.0         | 52.86                           | 58.71 | 12.0         | 24.0         | 3.1        | 17.6        | 0.2       | 0.0      | 0.2       | 40.2      |            |
| 05.83  | 2.4  | 6147             | 0.0          | 0.0           | 30.7        | 32.7         | 63.42                           | 39.35 | 13.5         | 11.5         | 2.0        | 12.4        | 0.9       | 11.2     | 0.2       | 42.2      |            |
| 05.83  | 2.7  | 4114             | 0.0          | 0.0           | 21.8        | 29.4         | 51.21                           | 48.30 | 11.1         | 12.1         | 1.2        | 24.0        |           | 8.9      | 0.1       | 23.0      |            |
| 02.84  | 2.58 | 4682             | 0.0          | 0.0           | 22.9        | 30.9         | 53.82                           | 36.06 | 10.7         | 10.2         | 2.2        | 13.0        | 0.3       | 10.2     |           |           |            |
| 02.84  | 2.37 | 5708             | 0.0          | 0.0           | 24.3        | 30.9         | 55.15                           | 37.62 | 13.2         | 10.4         | 2.5        | 11.5        | 0.8       | 12.8     |           |           |            |

| CON   | pH  | Cond. :<br>µS/cm | CO3=<br>(meq/l) | HCO3-<br>(meq/l) | Cl-<br>(meq/l) | SO4=<br>(meq/l) | Suma<br>Anion | (meq/l) | Ca++<br>Cation | Mg++<br>(meq/l) | K+<br>(meq/l) | Na+<br>(meq/l) | As<br>ppm | B<br>ppm | Cu<br>ppm | Fe<br>ppm | NDS<br>ppm |     |
|-------|-----|------------------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|---------------|---------|----------------|-----------------|---------------|----------------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|-----|
| 01.56 | 7.9 |                  | 0.0             | 4.4              | 9.4            | 8.1             | 21.90         | 21.20   | 6.1            | 5.5             | 0.5           | 9.1            |           |          |           |           | 0.3        |     |
| 01.57 | 7.4 | 1980             | 0.0             | 2.9              | 6.4            | 8.5             | 17.80         | 19.38   | 4.5            | 2.1             | 0.4           | 12.4           |           |          |           |           | 6.0        |     |
| 01.57 | 7.4 | 1500             | 0.0             | 3.2              | 3.8            | 7.7             | 14.67         | 15.48   | 4.5            | 3.6             | 0.6           | 6.7            |           |          |           |           | 2.9        |     |
| 01.58 | 7.4 | 1200             | 0.0             | 2.6              | 7.6            | 5.4             | 15.61         | 11.25   | 3.7            | 2.1             | 0.5           | 4.9            |           |          |           |           | 17.0       |     |
| 02.50 | 7.7 | 1475             | 0.0             | 3.3              | 5.5            | 8.9             | 17.65         | 16.01   | 4.6            | 3.2             | 1.1           | 7.2            |           |          |           |           | 3.9        |     |
| 05.57 | 8.1 | 1500             | 0.4             | 3.5              | 4.6            | 6.0             | 14.48         | 13.89   | 3.7            | 3.7             | 0.4           | 6.1            |           |          |           |           | 3.3        |     |
| 07.52 | 7.3 | 1150             |                 |                  |                | 4.6             | 4.62          |         |                |                 |               |                |           |          |           |           |            | 2.0 |
| 07.58 | 7.4 | 1190             | 0.0             | 3.4              | 4.0            | 4.4             | 11.80         | 12.49   | 3.6            | 4.5             | 0.4           | 4.0            | 0.1       |          |           |           | 1.0        |     |
| 08.52 | 7.9 | 1200             |                 |                  |                | 3.6             | 3.60          | 5.48    |                |                 |               | 5.5            |           |          |           |           |            | 2.0 |
| 08.53 | 8.1 | 1400             |                 |                  |                | 4.0             | 4.02          | 6.18    |                |                 |               | 6.2            |           |          |           |           |            | 2.0 |
| 08.54 | 7.8 | 2790             |                 |                  |                | 3.4             | 3.40          | 6.80    |                |                 |               | 6.8            |           |          |           |           |            | 2.0 |
| 08.53 | 8.2 | 2130             |                 |                  |                | 3.5             | 3.48          | 6.60    |                |                 |               | 6.6            |           |          |           |           |            | 2.0 |
| 08.56 | 8.0 | 1470             |                 |                  |                | 3.7             | 3.68          | 5.76    |                |                 |               | 5.8            |           |          |           |           |            | 1.8 |
| 08.53 | 8.0 | 2470             |                 |                  |                | 3.2             | 3.24          | 5.35    |                |                 |               | 5.4            |           |          |           |           |            | 2.0 |
| 08.55 | 7.8 | 1220             |                 |                  |                | 3.2             | 3.24          | 4.94    |                |                 |               | 4.9            |           |          |           |           |            | 2.0 |
| 08.58 | 7.6 | 1250             |                 |                  |                | 3.4             | 3.38          | 4.94    |                |                 |               | 4.9            |           |          |           |           |            | 1.6 |
| 08.56 | 6.9 | 1330             |                 |                  |                | 4.8             | 4.75          | 5.40    |                |                 |               | 5.4            |           |          |           |           |            |     |
| 08.58 | 7.8 | 1270             |                 |                  |                | 3.5             | 3.52          | 4.79    |                |                 |               | 4.8            |           |          |           |           |            | 1.6 |
| 08.56 | 7.4 | 1260             |                 |                  |                | 3.2             | 3.18          | 4.65    |                |                 |               | 4.7            |           |          |           |           |            | 2.0 |
| 08.53 | 7.0 | 1280             |                 |                  |                | 4.7             | 4.70          | 5.00    |                |                 |               | 5.0            |           |          |           |           |            |     |
| 08.58 | 7.0 | 1310             |                 |                  |                | 4.8             | 4.75          | 5.00    |                |                 |               | 5.0            |           |          |           |           |            |     |
| 08.53 | 7.2 | 1310             |                 |                  |                | 4.4             | 4.40          | 4.00    |                |                 |               | 4.0            |           |          |           |           |            |     |
| 08.56 | 7.0 | 1300             |                 |                  |                | 4.2             | 4.21          | 5.20    |                |                 |               | 5.2            |           |          |           |           |            |     |
| 08.58 | 6.9 | 1310             |                 |                  |                | 4.3             | 4.25          | 5.20    |                |                 |               | 5.2            |           |          |           |           |            |     |
| 08.56 | 8.2 | 1490             |                 |                  |                | 5.1             | 5.05          | 6.80    |                |                 |               | 6.8            | 0.0       |          | 1.0       |           |            |     |
| 08.58 | 8.2 | 2310             |                 |                  |                | 6.4             | 6.44          | 13.60   |                |                 |               | 13.6           | 0.0       |          | 5.0       |           |            |     |
| 08.58 | 8.1 | 1860             |                 |                  |                | 8.2             | 8.22          | 7.00    |                |                 |               | 7.0            | 0.0       |          | 2.0       |           |            |     |
| 08.58 | 8.1 | 1280             |                 |                  |                | 4.9             | 4.85          | 6.60    |                |                 |               | 6.6            | 0.0       |          | 2.0       |           |            |     |
| 08.56 | 7.9 | 1270             |                 |                  |                | 4.4             | 4.35          | 6.10    |                |                 |               | 6.1            | 0.0       |          | 1.0       |           |            |     |
| 08.58 | 7.9 | 1190             |                 |                  |                | 4.5             | 4.50          | 6.30    |                |                 |               | 6.3            | 0.0       |          | 1.0       |           |            |     |
| 08.53 | 8.2 | 2430             |                 |                  |                | 4.1             | 4.13          | 5.60    |                |                 |               | 5.6            | 0.0       |          | 1.0       |           |            |     |
| 08.57 |     | 1750             | 0.0             | 4.0              | 5.0            |                 | 8.98          |         |                |                 |               |                |           |          |           |           |            |     |
| 08.57 |     | 1600             | 0.0             | 4.0              | 5.0            |                 | 9.03          |         |                |                 |               |                |           |          |           |           |            |     |
| 08.57 |     | 1480             | 0.0             | 3.6              | 5.0            |                 | 8.59          |         |                |                 |               |                |           |          |           |           |            |     |
| 08.57 | 7.6 | 1270             | 0.0             | 4.9              | 5.2            | 4.7             | 14.70         | 14.76   | 3.7            | 4.2             | 0.6           | 6.4            |           |          |           |           | 4.0        |     |
| 08.57 |     | 1460             | 0.6             | 2.8              | 5.0            |                 | 8.40          |         |                |                 |               |                |           |          |           |           |            |     |
| 08.57 |     | 1500             | 0.4             | 3.2              | 4.5            |                 | 8.04          |         |                |                 |               |                |           |          |           |           |            |     |
| 08.57 |     | 920              | 0.0             | 2.7              | 2.0            |                 | 4.67          |         |                |                 |               |                |           |          |           |           |            |     |
| 08.57 |     | 1390             | 0.0             | 3.5              | 4.5            |                 | 8.04          |         |                |                 |               |                |           |          |           |           |            |     |
| 08.57 | 7.8 | 1310             | 0.0             | 5.3              | 4.5            |                 | 9.84          | 6.85    | 3.8            | 3.1             |               |                |           |          |           |           |            |     |
| 08.57 | 7.6 | 1330             | 0.0             | 3.4              | 4.5            |                 | 7.89          | 6.75    | 3.8            | 3.0             |               |                |           |          |           |           |            |     |
| 08.57 | 7.6 | 1380             | 0.3             | 3.1              | 4.4            | 5.8             | 13.59         | 15.59   | 4.0            | 4.1             | 0.7           | 6.8            |           |          |           |           | 4.0        |     |
| 08.57 | 7.2 | 1430             | 0.0             | 3.7              | 4.5            | 6.0             | 14.15         | 14.87   | 4.0            | 3.7             | 0.7           | 6.5            |           |          |           |           | 3.0        |     |
| 08.57 | 7.0 | 1370             | 0.0             | 3.7              | 4.5            | 5.7             | 13.90         | 14.67   | 3.9            | 3.6             | 0.7           | 6.5            |           |          |           |           | 4.0        |     |
| 08.57 | 7.1 | 1410             | 0.0             | 4.3              | 4.5            | 5.0             | 13.80         | 15.00   | 3.3            | 4.6             | 0.7           | 6.5            |           |          |           |           | 3.0        |     |
| 08.57 | 7.9 | 1360             | 0.2             | 3.4              | 4.6            | 5.3             | 13.47         | 15.21   | 3.9            | 3.8             | 0.7           | 6.8            |           |          |           |           | 3.0        |     |
| 08.57 | 6.9 | 1560             | 0.0             | 4.6              | 5.4            | 5.8             | 15.80         | 17.18   | 4.6            | 4.0             | 0.8           | 7.8            |           |          |           |           | 3.0        |     |
| 08.57 | 7.1 | 1370             | 0.0             | 3.9              | 4.5            | 4.6             | 12.97         | 14.59   | 4.2            | 3.3             | 0.6           | 6.5            |           |          |           |           | 2.6        |     |
| 08.57 | 6.8 | 1390             | 0.0             | 3.7              | 4.6            | 4.6             | 12.93         | 14.39   | 3.9            | 3.4             | 0.6           | 6.5            |           |          |           |           | 3.4        |     |
| 08.57 | 7.1 | 1350             | 0.0             | 3.8              | 4.5            | 4.5             | 12.80         | 14.74   | 4.0            | 3.7             | 0.6           | 6.5            |           |          |           |           | 3.0        |     |
| 08.57 | 7.9 | 1440             | 0.6             | 2.9              | 4.9            | 4.8             | 13.21         | 15.79   | 3.9            | 3.8             | 0.6           | 7.5            |           |          |           |           | 2.8        |     |

| PUNTO | pH  | Cond. :<br>µS/cm | CO3=    | HCO3-   | Cl-     | SO4=    | Suma (aeq/l) |        | Ca++    | Mg++    | K+      | Na+     | As<br>ppm | B<br>ppm | Cu<br>ppm | Fe<br>ppm | NO3<br>ppm |     |
|-------|-----|------------------|---------|---------|---------|---------|--------------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|-----|
|       |     |                  | (aeq/l) | (aeq/l) | (aeq/l) | (aeq/l) | Anion        | Cation | (aeq/l) | (aeq/l) | (aeq/l) | (aeq/l) |           |          |           |           |            |     |
| 01.70 | 7.0 | 1410             | 0.0     | 4.4     | 5.0     | 4.4     | 13.70        | 15.04  | 4.0     | 3.7     | 0.6     | 6.8     |           |          |           |           |            | 2.2 |
| 02.70 | 7.5 | 1900             | 0.0     | 3.3     | 7.7     | 7.2     | 18.16        | 19.15  | 4.9     | 4.9     | 0.1     | 9.2     |           |          |           |           |            |     |
| 03.70 | 8.2 | 1950             | 0.4     | 3.8     | 7.7     | 8.1     | 20.03        | 21.85  | 4.9     | 4.4     | 0.9     | 11.6    |           |          |           |           |            | 2.0 |
| 04.70 | 7.3 | 1550             | 0.0     | 3.7     | 4.9     | 7.4     | 15.93        | 16.10  | 4.4     | 4.6     | 0.3     | 6.8     |           |          |           |           |            | 2.0 |
| 05.70 | 8.3 | 1540             | 0.3     | 3.2     | 4.9     | 6.7     | 15.04        | 15.34  | 3.6     | 5.0     | 0.2     | 6.6     |           |          |           |           |            | 2.0 |
| 06.70 | 7.6 | 1340             | 0.0     | 3.6     | 4.6     | 4.6     | 12.75        | 14.82  | 3.7     | 3.7     | 0.7     | 6.8     |           |          |           |           |            | 2.2 |
| 07.70 | 7.6 | 1280             | 0.0     | 3.2     | 4.2     | 5.4     | 12.81        | 13.17  | 3.4     | 2.7     | 0.3     | 6.8     |           |          |           |           |            | 0.5 |
| 08.70 | 6.7 | 1440             | 0.0     | 1.6     | 6.3     | 7.0     | 14.81        | 16.02  | 4.8     | 3.9     | 0.4     | 7.0     |           |          |           |           |            | 0.1 |
| 09.70 | 4.3 | 1870             | 0.0     | 0.1     |         |         | 0.05         | 15.67  | 3.8     | 3.3     | 0.5     | 7.9     |           |          |           |           |            | 2.2 |
| 10.70 | 7.5 | 1400             | 0.0     | 3.5     | 4.4     | 6.8     | 14.45        | 14.13  | 4.3     | 2.5     | 0.4     | 7.0     |           |          |           |           |            | 0.0 |
| 11.70 | 7.6 | 1340             | 0.0     | 3.7     | 4.6     | 6.8     | 15.06        | 15.03  | 6.1     | 3.3     | 0.4     | 7.3     |           |          |           |           |            | 0.0 |
| 12.70 | 7.9 | 1320             | 0.0     | 3.5     | 4.3     | 6.2     | 13.87        | 13.91  | 3.9     | 2.9     | 0.4     | 6.8     |           |          |           |           |            | 1.3 |
| 13.70 | 7.9 | 1340             | 0.0     | 3.7     | 4.5     | 6.2     | 14.34        | 13.62  | 3.1     | 3.1     | 0.4     | 7.0     |           |          |           |           |            | 1.3 |
| 14.70 | 7.9 | 1380             | 0.0     | 3.6     | 4.5     | 6.5     | 14.61        | 14.61  | 3.9     | 3.1     | 0.4     | 7.3     |           |          |           |           |            | 1.7 |
| 15.70 | 7.8 | 1350             | 0.0     | 3.5     | 4.5     | 6.5     | 14.40        | 15.13  | 3.9     | 3.9     | 0.4     | 7.0     |           |          |           |           |            | 0.4 |
| 16.70 | 7.9 | 1340             | 0.0     | 3.5     | 4.2     | 6.2     | 13.88        | 15.35  | 4.1     | 3.9     | 0.4     | 7.0     |           |          |           |           |            | 1.1 |
| 17.70 | 8.0 | 1360             | 0.0     | 3.5     | 4.5     | 6.6     | 14.48        | 14.13  | 3.3     | 3.1     | 0.4     | 7.3     |           |          |           |           |            | 0.7 |
| 18.70 | 8.0 | 1380             | 0.0     | 3.5     | 4.5     | 6.6     | 14.63        | 14.13  | 3.3     | 3.1     | 0.4     | 7.3     |           |          |           |           |            | 1.3 |
| 19.70 | 7.6 | 1340             | 0.0     | 1.7     | 4.4     | 6.1     | 12.19        | 3.78   | 3.4     |         | 0.4     |         |           |          |           |           |            |     |
| 20.70 | 7.7 | 1520             | 0.0     | 3.1     |         |         | 3.06         |        |         |         |         |         |           |          |           |           |            |     |
| 21.70 | 8.3 | 1590             | 0.0     | 2.9     |         |         | 2.87         |        |         |         |         |         |           |          |           |           |            |     |
| 22.70 | 8.2 | 1480             | 0.0     | 2.3     |         |         | 2.30         |        |         |         |         |         |           |          |           |           |            |     |
| 23.70 | 7.4 | 1430             | 0.0     | 3.1     |         |         | 3.13         |        |         |         |         |         |           |          |           |           |            |     |
| 24.70 | 7.2 | 1550             | 0.1     | 3.0     |         |         | 3.12         |        |         |         |         |         |           |          |           |           |            |     |
| 25.70 | 7.4 | 1520             | 0.0     | 3.1     |         |         | 3.13         |        |         |         |         |         |           |          |           |           |            |     |
| 26.70 | 7.2 | 1590             | 0.0     | 3.2     |         |         | 3.19         |        |         |         |         |         |           |          |           |           |            |     |
| 27.70 | 8.2 | 1540             | 0.3     | 3.4     |         |         | 3.65         |        |         |         |         |         |           |          |           |           |            |     |
| 28.70 | 7.5 | 1740             | 0.1     | 3.2     |         |         | 3.30         |        |         |         |         |         |           |          |           |           |            |     |
| 29.70 | 8.1 | 2340             | 0.3     | 3.7     |         |         | 3.90         |        |         |         |         |         |           |          |           |           |            |     |
| 30.70 | 7.3 | 1541             | 0.3     | 3.5     |         |         | 3.77         |        |         |         |         |         |           |          |           |           |            |     |
| 31.70 | 8.0 | 1558             | 0.4     | 2.5     |         |         | 2.90         |        |         |         |         |         |           |          |           |           |            |     |
| 32.70 | 7.6 | 1680             | 0.4     | 2.8     |         |         | 3.15         |        |         |         |         |         |           |          |           |           |            |     |
| 33.71 | 7.5 | 1560             | 0.3     | 3.7     | 4.9     | 7.3     | 16.08        | 15.28  | 4.4     | 3.8     | 0.2     | 6.8     |           |          |           |           |            | 3.0 |
| 34.71 | 7.5 | 1500             | 0.3     | 3.5     | 4.9     | 6.7     | 15.35        | 14.45  | 4.2     | 3.6     | 0.2     | 6.4     |           |          |           |           |            | 2.8 |
| 35.71 | 8.3 | 2610             | 0.6     | 3.2     | 7.9     | 14.6    | 26.23        | 27.29  | 6.9     | 6.0     | 0.9     | 13.5    |           |          |           |           |            | 4.7 |
| 36.71 | 8.3 | 1340             | 1.1     | 2.1     | 4.7     | 6.4     | 14.25        | 14.13  | 4.0     | 3.4     | 0.4     | 6.3     |           |          |           |           |            | 2.8 |
| 37.71 | 8.0 | 1480             | 0.4     | 1.8     | 5.7     | 8.2     | 16.18        | 15.45  | 3.8     | 4.2     | 0.5     | 6.9     |           |          |           |           |            | 3.0 |
| 38.71 | 8.4 | 1395             | 0.9     | 2.5     | 4.8     | 6.3     | 14.36        | 14.40  | 3.7     | 3.5     | 0.4     | 6.8     |           |          |           |           |            | 2.8 |
| 39.71 | 8.3 | 1340             | 0.9     | 2.3     | 4.6     | 6.0     | 13.80        | 13.11  | 3.5     | 3.2     | 0.4     | 6.0     |           |          |           |           |            | 3.5 |
| 40.71 | 8.2 | 1430             | 1.0     | 2.6     | 4.9     | 6.8     | 15.23        | 14.04  | 3.7     | 3.7     | 0.4     | 6.3     |           |          |           |           |            | 3.0 |
| 41.71 | 8.4 | 1349             | 0.5     | 3.0     | 4.9     | 6.6     | 15.01        | 14.82  | 4.2     | 3.3     | 0.4     | 6.9     |           |          |           |           |            |     |
| 42.71 | 8.1 | 1430             | 0.9     | 2.6     | 4.7     | 7.0     | 15.12        | 15.42  | 3.8     | 3.5     | 0.5     | 7.6     |           |          |           |           |            | 2.6 |
| 43.71 | 8.0 | 1470             | 0.0     | 3.8     | 4.9     | 6.7     | 15.38        | 15.53  | 4.3     | 3.5     | 0.5     | 7.2     |           |          |           |           |            | 3.2 |
| 44.71 | 7.9 | 1209             | 0.0     | 2.8     | 4.2     | 5.9     | 12.85        | 13.02  | 3.4     | 2.8     | 0.5     | 6.3     |           |          |           |           |            | 1.9 |
| 45.71 | 7.9 | 1440             | 1.0     | 2.0     | 4.6     | 8.3     | 15.84        | 16.12  | 4.8     | 3.3     | 0.7     | 7.4     |           |          |           |           |            | 1.9 |
| 46.71 | 8.0 | 1570             | 0.0     | 3.5     | 5.1     | 7.6     | 16.14        | 16.51  | 4.5     | 4.1     | 0.7     | 7.2     |           |          |           |           |            | 3.5 |
| 47.71 | 7.6 | 1760             | 0.0     | 1.5     | 7.1     | 8.6     | 17.18        | 17.59  | 4.9     | 3.8     | 0.8     | 8.2     |           |          |           |           |            | 4.2 |
| 48.71 | 7.6 | 1830             | 0.0     | 1.5     | 6.6     | 9.2     | 17.25        | 17.41  | 4.9     | 3.7     | 0.8     | 8.0     |           |          |           |           |            | 7.3 |
| 49.71 | 8.0 | 1460             | 0.2     | 3.0     | 5.1     | 6.3     | 14.58        | 15.64  | 4.0     | 3.9     | 0.6     | 7.2     |           |          |           |           |            | 4.7 |
| 50.71 | 8.0 | 1410             | 0.4     | 3.1     | 5.1     | 6.3     | 14.87        | 15.65  | 4.5     | 3.7     | 0.6     | 6.9     |           |          |           |           |            | 6.1 |
| 51.72 | 7.3 | 2520             | 0.0     | 0.0     | 7.9     | 17.6    | 25.50        | 25.95  | 7.0     | 6.7     | 0.2     | 12.2    |           |          |           |           |            | 3.7 |

CUADRO N° A 2

(Continuación)

| PDM   | m   | Cond. uS/cm | CO3=   | HCO3-  | Cl-    | SO4=   | Suma (mg/l) |        | Ca++   | Mg++   | K+     | Na+    | As     | B   | Cu  | Fe  | NO3 |
|-------|-----|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|
|       |     |             | (mg/l) | (mg/l) | (mg/l) | (mg/l) | Anion       | Cation | (mg/l) | (mg/l) | (mg/l) | (mg/l) | (mg/l) | ppm | ppm | ppm | ppm |
| 05.72 | 6.1 | 1887        | 0.1    | 3.9    | 7.1    | 8.8    | 19.94       | 19.96  | 4.8    | 5.4    | 0.9    | 8.9    |        | 2.7 |     |     |     |
| 05.72 | 8.0 | 1205        |        | 3.2    | 4.0    | 4.3    | 11.48       | 12.23  | 2.6    | 3.2    | 0.4    | 6.0    |        | 2.3 |     |     |     |
| 05.72 | 7.9 | 1333        | 0.0    | 3.5    | 4.6    | 4.4    | 12.55       | 13.29  | 4.1    | 2.1    | 0.4    | 6.7    |        | 3.3 |     |     |     |
| 05.72 | 8.2 | 1333        | 0.0    | 3.5    | 4.7    | 4.6    | 12.82       | 14.00  | 4.0    | 3.0    | 0.4    | 6.7    |        | 4.3 |     |     |     |
| 05.72 | 6.1 | 1392        | 0.4    | 3.3    | 4.9    | 5.0    | 13.50       | 13.95  | 4.1    | 2.3    | 0.4    | 7.2    |        | 3.3 |     |     |     |
| 05.72 | 7.9 | 1146        | 0.0    | 3.4    | 4.5    | 3.8    | 11.72       | 12.60  | 4.7    | 1.0    | 0.4    | 6.5    |        | 2.3 |     |     |     |
| 05.72 | 8.0 | 1364        | 0.4    | 3.1    | 4.7    | 5.1    | 13.29       | 13.03  | 3.9    | 2.3    | 0.4    | 6.5    |        | 2.6 |     |     |     |
| 05.72 | 7.8 | 1163        | 0.2    | 3.4    | 3.9    | 5.0    | 12.57       | 12.72  | 3.7    | 3.0    | 0.4    | 5.7    |        | 0.7 |     |     |     |
| 05.72 | 7.9 | 1377        | 0.3    | 3.3    | 4.7    | 4.4    | 12.72       | 12.63  | 4.1    | 1.6    | 0.4    | 6.5    |        | 2.1 |     |     |     |
| 05.72 | 8.0 | 1540        | 0.2    | 1.5    | 5.1    | 6.7    | 13.49       | 15.16  | 4.3    | 3.8    | 0.5    | 6.6    |        | 3.3 |     |     |     |
| 05.72 | 8.0 | 1488        | 0.4    | 2.9    | 5.1    | 6.5    | 14.89       | 15.51  | 3.8    | 3.9    | 0.6    | 7.2    |        | 2.6 |     |     |     |
| 05.74 | 7.6 | 1259        | 0.0    | 3.2    | 4.0    | 5.7    | 12.96       | 13.34  | 3.2    | 3.7    | 0.5    | 5.9    | 0.0    | 2.5 | 0.0 |     |     |
| 05.74 | 7.4 | 1490        | 0.0    | 4.3    | 4.9    | 4.7    | 13.92       | 15.33  | 4.0    | 4.8    | 0.5    | 6.0    | 0.1    | 2.5 | 0.0 |     |     |
| 05.80 | 7.7 | 1750        | 0.0    | 3.9    | 4.8    | 6.6    | 15.23       | 15.93  | 1.3    | 6.1    | 0.8    | 7.8    | 0.2    | 4.5 | 0.0 | 1.1 |     |
| 05.83 | 7.4 | 1636        | 0.0    | 4.1    | 5.7    | 6.5    | 16.35       | 16.80  | 4.0    | 4.4    | 0.4    | 8.0    | 0.1    | 0.0 | 0.0 | 1.5 |     |
| 05.83 | 8.3 | 1508        | 1.0    | 4.0    | 5.4    | 5.4    | 15.80       | 15.78  | 3.9    | 3.5    | 0.7    | 7.7    | 0.2    | 4.8 | 0.2 | 3.3 |     |
| 05.83 | 7.5 | 1334        | 0.0    | 3.9    | 4.8    | 4.9    | 13.55       | 13.66  | 4.7    | 2.2    | 0.5    | 6.2    |        | 4.9 | 0.0 | 3.5 |     |
| 05.84 | 8.3 | 1410        | 0.0    | 3.9    | 4.7    | 5.3    | 13.89       | 14.63  | 3.6    | 3.5    | 0.5    | 7.0    | 0.1    | 3.5 |     |     |     |
| 05.84 | 7.6 | 1300        | 0.0    | 3.8    | 4.6    | 5.4    | 13.81       | 13.21  | 3.9    | 3.0    | 0.6    | 5.7    | 0.2    | 5.0 |     |     |     |

| FECHA | PH  | Cond. | CO3=<br>mg/l | HCO3=<br>mg/l | Cl=<br>mg/l | SO4=<br>mg/l | SUMA A | SUMA C | Ca++<br>mg/l | Mg++<br>mg/l | X+<br>mg/l | Na+<br>mg/l | As<br>ppm | B<br>ppm | Cu<br>ppm | Fe<br>ppm | NO3<br>ppm |
|-------|-----|-------|--------------|---------------|-------------|--------------|--------|--------|--------------|--------------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| 10.26 | 2.6 |       | 0.0          | 0.0           | 9.1         | 20.5         | 29.6   | 18.1   | 4.5          | 4.9          | 0.9        | 7.8         |           |          |           |           | 7.5        |
| 10.27 | 2.6 | 2692  | 0.0          | 0.0           | 9.1         | 12.2         | 21.3   | 21.1   | 4.2          | 2.9          | 0.7        | 13.3        |           |          |           |           | 6.0        |
| 10.27 | 2.7 | 2609  | 0.0          | 0.0           | 9.3         | 13.0         | 22.3   | 15.5   | 4.6          | 3.8          | 0.8        | 6.3         |           |          |           |           | 8.0        |
| 10.28 | 2.6 | 2000  | 0.0          | 0.0           | 9.1         | 12.9         | 22.0   | 14.6   | 4.8          | 3.3          | 0.8        | 5.7         |           |          |           |           | 4.4        |
| 10.31 | 2.7 | 2910  | 0.0          | 0.0           | 14.1        | 13.6         | 27.7   | 26.8   | 5.0          | 4.5          | 3.2        | 16.0        |           |          |           |           | 9.0        |
| 10.41 | 3.1 | 2240  | 0.0          | 0.0           | 10.0        | 12.7         | 22.7   | 20.2   | 5.6          | 4.9          | 1.0        | 8.8         |           |          |           |           | 10.0       |
| 10.41 | 3.0 | 2310  | 0.0          | 0.0           | 9.5         | 11.4         | 20.9   | 19.4   | 4.6          | 4.9          | 1.3        | 8.6         |           |          |           |           | 7.0        |
| 10.41 | 3.0 | 2150  | 0.0          | 0.0           | 10.0        | 11.0         | 21.0   | 20.1   | 5.4          | 4.2          | 1.9        | 8.6         |           |          |           |           | 9.0        |
| 10.42 | 5.4 | 1430  | 0.0          | 0.0           | 6.5         | 7.7          | 14.2   | 13.9   | 4.0          | 2.8          | 0.4        | 6.7         |           |          |           |           | 5.0        |
| 10.47 | 4.7 | 1320  | 0.0          | 0.1           | 5.8         | 6.4          | 12.3   | 11.0   | 3.4          | 1.9          | 0.5        | 5.2         |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.47 | 4.5 | 1460  | 0.0          | 0.1           | 6.3         | 9.7          | 16.2   | 10.2   | 3.5          | 1.1          | 0.5        | 5.0         |           |          |           |           | 8.0        |
| 10.47 | 4.0 | 1500  | 0.0          | 0.1           | 7.8         | 6.6          | 14.5   | 11.9   | 3.5          | 2.7          | 0.5        | 5.2         |           |          |           |           | 3.0        |
| 10.47 | 4.5 | 1480  | 0.0          | 0.1           | 8.0         | 6.0          | 14.2   | 11.2   | 3.5          | 1.8          | 0.6        | 5.4         |           |          |           |           | 4.0        |
| 10.47 | 4.7 | 1440  | 0.0          | 0.4           | 6.8         | 9.7          | 17.0   | 9.9    | 2.6          | 1.9          | 0.5        | 5.0         |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.48 | 7.2 | 1020  |              |               |             | 3.4          | 3.4    | 0.0    |              |              |            |             |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.48 | 7.2 | 1000  |              |               |             | 3.4          | 3.4    | 0.0    |              |              |            |             |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.48 | 7.8 | 1290  | 0.0          | 0.9           | 6.0         |              | 6.9    | 7.3    | 4.2          | 3.1          |            |             |           |          |           |           |            |
| 10.48 | 5.8 | 1260  | 0.0          | 0.2           | 6.0         |              | 6.2    | 6.7    | 3.2          | 3.5          |            |             |           |          |           |           |            |
| 10.48 | 7.7 | 1030  | 0.0          | 1.4           | 4.5         | 3.9          | 9.8    | 9.9    | 2.8          | 2.8          | 0.4        | 4.0         | 0.1       |          |           |           | 2.0        |
| 10.48 | 6.8 | 1000  |              |               |             | 3.7          | 3.7    | 0.0    |              |              |            |             |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.48 | 3.7 | 1485  |              |               |             | 6.9          | 6.9    | 0.0    |              |              |            |             |           |          |           |           | 5.0        |
| 10.48 | 7.3 | 1080  |              |               |             | 3.8          | 3.8    | 0.0    |              |              |            |             |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.48 | 7.1 | 1060  |              |               |             | 4.1          | 4.1    | 0.0    |              |              |            |             |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.48 | 7.2 | 1140  |              |               |             | 4.2          | 4.2    | 0.0    |              |              |            |             |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.48 | 7.0 | 1090  |              |               |             | 4.1          | 4.1    | 0.0    |              |              |            |             |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.48 | 7.8 | 1120  |              |               |             | 5.3          | 5.3    | 0.0    |              |              |            |             |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.48 | 7.2 | 1130  |              |               |             | 4.0          | 4.0    | 0.0    |              |              |            |             |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.48 | 7.0 | 1120  |              |               |             | 3.8          | 3.8    | 0.0    |              |              |            |             |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.48 | 7.2 | 1335  |              |               |             | 4.5          | 4.5    | 6.6    |              |              |            | 6.6         | 0.1       |          |           |           | 2.0        |
| 10.48 | 7.9 | 1160  |              |               |             | 4.3          | 4.3    | 5.4    |              |              |            | 5.4         | 0.0       |          |           |           | 1.0        |
| 10.48 | 6.9 | 1070  |              |               |             | 4.0          | 4.0    | 5.0    |              |              |            | 5.0         | 0.1       |          |           |           | 1.0        |
| 10.48 | 7.8 | 1050  |              |               |             | 3.8          | 3.8    | 5.2    |              |              |            | 5.2         | 0.0       |          |           |           | 1.0        |
| 10.48 | 7.8 | 1020  |              |               |             | 3.4          | 3.4    | 4.7    |              |              |            | 4.7         | 0.1       |          |           |           | 2.0        |
| 10.48 | 7.0 | 1250  |              |               |             | 4.4          | 4.4    | 6.1    |              |              |            | 6.1         | 0.0       |          |           |           | 2.0        |
| 10.48 | 7.5 | 950   | 0.0          | 2.0           | 4.6         | 1.6          | 8.2    | 10.6   | 3.5          | 2.1          | 0.4        | 4.7         |           |          |           |           | 3.0        |
| 10.49 | 7.2 | 945   |              |               |             | 1.9          | 1.9    | 4.5    |              |              |            | 4.5         |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.49 | 7.2 | 920   |              |               |             | 2.8          | 2.8    | 4.3    |              |              |            | 4.3         |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.49 | 7.3 | 1140  | 0.0          | 1.8           | 5.5         | 3.4          | 10.6   | 13.9   | 3.8          | 4.1          | 0.4        | 5.6         |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.49 | 7.0 | 1080  |              |               |             | 3.9          | 3.9    | 4.8    |              |              |            | 4.8         |           |          |           |           | 2.0        |
| 10.49 | 3.0 | 2080  | 0.0          | 0.0           | 9.2         | 15.6         | 24.8   | 16.9   | 5.6          | 4.9          | 0.8        | 5.6         |           |          |           |           | 6.0        |
| 10.49 | 7.4 | 1020  | 0.0          | 2.4           | 2.2         | 4.5          | 9.0    | 11.5   | 3.2          | 3.3          | 0.5        | 4.5         |           |          |           |           | 4.0        |
| 10.49 | 4.2 | 1390  | 0.0          | 0.2           | 6.0         |              | 6.2    | 6.4    | 3.7          | 2.7          |            |             |           |          |           |           |            |
| 10.49 | 7.6 | 1110  | 0.0          | 1.2           | 5.5         |              | 6.7    | 5.2    | 2.6          | 2.6          |            |             |           |          |           |           |            |
| 10.49 | 7.9 | 1090  | 0.0          | 1.3           | 4.5         |              | 5.8    | 5.3    | 2.4          | 2.9          |            |             |           |          |           |           |            |
| 10.49 | 7.9 | 1020  | 0.0          | 2.1           | 4.5         | 4.5          | 11.2   | 13.2   | 3.0          | 5.1          | 0.5        | 4.7         |           |          |           |           | 4.0        |
| 10.49 | 7.5 | 1200  | 0.0          | 0.2           | 6.5         |              | 6.7    | 5.9    | 2.8          | 3.1          |            |             |           |          |           |           |            |
| 10.49 | 4.2 | 1540  | 0.0          | 0.2           | 7.0         |              | 7.2    | 7.1    | 3.5          | 3.6          |            |             |           |          |           |           |            |
| 10.49 | 7.8 | 1110  | 0.0          | 1.1           | 5.0         |              | 6.1    | 5.0    | 2.5          | 2.5          |            |             |           |          |           |           |            |
| 10.49 | 7.9 | 1060  | 0.0          | 1.2           | 4.5         |              | 5.7    | 5.0    | 2.2          | 2.8          |            |             |           |          |           |           |            |
| 10.49 | 7.2 | 1220  | 0.0          | 0.1           | 5.4         | 5.5          | 10.9   | 11.6   | 3.4          | 2.8          | 0.6        | 4.8         |           |          |           |           | 3.0        |
| 10.49 | 3.2 | 1210  | 0.0          | 0.0           | 3.0         | 10.7         | 13.7   | 13.7   | 4.3          | 3.0          | 1.0        | 5.4         |           |          |           |           | 5.7        |

| FECHA    | PH  | Cond. | CO3=  | HCO3- | Cl-   | SO4=  | SUMA A | SUMA C | Ca++  | Mg++  | K+    | Na+   | As  | B    | Cu  | Fe   | NO3  |
|----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-----|------|-----|------|------|
|          |     |       | seq/l | seq/l | seq/l | seq/l |        |        | seq/l | seq/l | seq/l | seq/l | ppb | ppb  | ppb | ppb  | ppb  |
| 08.1.69  | 5.1 | 2370  | 0.0   | 0.0   | 8.8   | 9.4   | 18.2   | 12.3   | 3.7   | 2.5   | 0.9   | 5.2   |     | 4.7  |     |      |      |
| 08.1.69  | 4.0 | 1480  | 0.0   | 0.0   | 6.8   | 7.2   | 14.0   | 11.3   | 3.6   | 2.0   | 0.8   | 5.0   |     | 3.4  |     |      |      |
| 08.1.69  | 4.1 | 1370  | 0.0   | 0.0   | 6.3   | 6.8   | 13.1   | 10.2   | 3.3   | 1.4   | 0.7   | 4.8   |     | 3.7  |     |      |      |
| 08.1.69  | 4.2 | 1370  | 0.0   | 0.0   | 6.2   | 6.7   | 12.9   | 11.0   | 3.5   | 2.0   | 0.7   | 4.8   |     | 3.2  |     |      |      |
| 08.10.69 | 7.5 | 1090  | 0.0   | 0.8   | 5.0   | 3.2   | 9.0    | 11.9   | 2.8   | 2.2   | 2.1   | 4.8   |     | 1.5  |     |      |      |
| 08.10.69 | 6.9 | 1070  | 0.0   | 0.8   | 5.2   | 3.6   | 9.6    | 10.5   | 2.8   | 3.0   | 0.5   | 4.2   |     | 1.1  |     |      |      |
| 08.10.69 | 6.7 | 1060  | 0.0   | 1.1   | 4.5   | 3.6   | 9.2    | 10.2   | 2.9   | 2.6   | 0.8   | 4.0   |     | 2.4  |     |      |      |
| 08.11.69 | 7.6 | 1010  | 0.0   | 1.1   | 4.7   | 3.5   | 9.3    | 10.4   | 2.8   | 2.6   | 0.8   | 4.2   |     | 2.8  |     |      |      |
| 08.11.69 | 7.7 | 1070  | 0.0   | 0.8   | 5.0   | 3.2   | 9.0    | 10.4   | 2.7   | 2.5   | 0.8   | 4.4   |     | 2.4  |     |      |      |
| 08.11.69 | 6.8 | 1000  | 0.0   | 1.1   | 4.7   | 3.0   | 8.8    | 9.7    | 2.7   | 2.3   | 0.8   | 4.0   |     | 1.9  |     |      |      |
| 08.12.69 | 7.8 | 1070  | 0.0   | 1.1   | 5.0   | 3.9   | 10.0   | 10.7   | 3.1   | 2.4   | 0.4   | 4.8   |     | 2.0  |     |      |      |
| 08.12.69 | 7.6 | 1410  | 0.0   | 1.6   | 8.5   | 3.2   | 13.3   | 13.6   | 3.4   | 2.2   | 0.5   | 7.5   |     | 6.2  |     |      |      |
| 08.12.69 | 7.7 | 1060  | 0.0   | 1.5   | 4.5   | 3.8   | 9.8    | 10.1   | 3.3   | 2.1   | 0.3   | 4.4   |     | 2.2  |     |      |      |
| 08.1.70  | 7.8 | 2430  | 0.0   | 2.2   | 16.9  | 3.8   | 22.9   | 23.3   | 4.4   | 1.8   | 2.0   | 15.1  |     | 26.0 |     |      |      |
| 08.2.70  | 6.4 | 1400  | 0.0   | 0.3   | 6.0   | 5.8   | 12.1   | 13.5   | 4.3   | 2.9   | 0.4   | 5.9   |     | 3.4  |     |      |      |
| 08.2.70  | 7.6 | 1290  | 0.0   | 1.5   | 5.5   | 4.9   | 11.9   | 12.4   | 4.3   | 2.8   | 0.3   | 5.0   |     | 2.8  |     |      |      |
| 08.2.70  | 4.5 | 1400  | 0.0   | 0.0   | 6.2   | 5.1   | 11.3   | 11.2   | 3.4   | 1.2   | 0.7   | 6.0   |     | 1.9  |     |      |      |
| 08.4.70  | 7.0 | 1110  | 0.0   | 0.6   | 5.0   | 3.9   | 9.5    | 12.1   | 3.4   | 2.9   | 0.6   | 5.2   |     | 2.4  |     |      |      |
| 08.6.70  | 5.8 | 1190  | 0.0   | 0.3   | 5.5   | 6.2   | 12.0   | 12.2   | 6.6   | Ca+Mg | 0.4   | 5.2   |     | 2.4  |     |      |      |
| 08.7.70  | 3.9 | 1260  | 0.0   | 0.0   | 6.9   | 8.0   | 14.9   | 11.3   | 5.1   | Ca+Mg | 0.4   | 5.8   |     | 2.2  |     |      |      |
| 08.1.71  | 4.4 | 2180  | 0.0   | 0.1   | 7.6   | 13.6  | 21.3   | 20.4   | 5.4   | 4.7   | 0.8   | 9.5   |     | 4.5  |     |      |      |
| 08.5.71  | 8.0 | 1046  | 0.0   | 1.5   | 4.7   | 5.2   | 11.4   | 10.9   | 2.8   | 2.7   | 0.3   | 5.1   |     |      |     |      |      |
| 08.7.71  | 4.8 | 1396  | 0.0   | 0.1   | 6.3   | 9.4   | 15.8   | 16.2   | 3.8   | 3.7   | 0.6   | 8.0   |     | 1.3  |     |      |      |
| 08.9.71  | 7.7 | 1197  | 0.0   | 1.4   | 4.8   | 7.6   | 13.8   | 13.2   | 3.8   | 2.8   | 0.5   | 6.0   |     | 0.9  |     |      |      |
| 08.5.72  | 6.5 | 1321  | 0.0   | 0.3   | 6.1   | 6.5   | 12.9   | 13.0   | 4.7   | 2.9   | 0.6   | 4.8   |     | 2.4  |     |      |      |
| 08.5.72  | 4.9 | 1163  | 0.0   | 0.2   | 5.4   | 5.6   | 11.2   | 11.2   | 3.7   | 2.2   | 0.4   | 5.0   |     | 0.7  |     |      |      |
| 08.5.72  | 3.8 | 1508  | 0.0   | 0.0   | 3.0   | 10.3  | 13.3   | 13.9   | 5.8   | 4.8   | 0.2   | 3.1   |     | 0.2  |     |      |      |
| 08.5.72  | 7.8 | 1227  | 0.0   | 1.3   | 5.7   | 6.0   | 12.9   | 12.3   | 4.8   | 2.5   | 0.2   | 4.7   |     | 1.8  |     |      |      |
| 08.6.72  | 4.9 | 1470  | 0.0   | 0.5   | 6.1   | 6.2   | 12.8   | 12.3   | 4.1   | 3.3   | 0.2   | 4.7   |     | 2.1  |     |      |      |
| 08.1.72  | 4.8 | 1534  | 0.0   | 0.2   | 6.1   | 6.5   | 12.8   | 12.2   | 4.3   | 3.0   | 0.2   | 4.7   |     | 1.1  |     |      |      |
| 08.1.74  | 3.4 | 1573  | 0.0   | 0.0   | 6.0   | 8.1   | 14.1   | 11.2   | 2.7   | 3.4   | 1.0   | 4.1   | 0.0 | 3.7  | 0.0 | 3.0  |      |
| 08.11.74 | 4.9 | 1310  | 0.0   | 0.2   | 5.7   | 5.2   | 11.1   | 11.1   | 3.4   | 2.9   | 0.5   | 4.4   | 0.1 | 2.3  | 0.0 |      |      |
| 08.2.75  | 4.9 | 1392  | 0.0   | 0.1   | 4.4   | 6.6   | 11.1   | 11.5   | 4.4   | 2.9   | 0.5   | 3.7   | 0.1 | 3.3  | 0.7 |      |      |
| 08.12.75 | 2.8 | 2484  | 0.0   | 0.0   | 8.5   | 13.3  | 21.8   | 16.1   | 4.1   | 4.8   | 0.8   | 6.4   | 0.2 | 2.4  | 0.0 | 3.6  | 0.5  |
| 08.4.76  | 5.1 | 2374  | 0.0   | 0.0   | 18.4  | 10.5  | 28.9   | 11.2   | 2.7   | 2.6   | 0.6   | 5.4   | 0.2 | 6.5  | 0.1 | 13.8 | 0.4  |
| 08.5.76  | 3.2 | 1569  | 0.0   | 0.0   | 6.3   | 9.5   | 15.7   | 7.9    | 2.3   | 0.7   | 0.5   | 4.5   | 0.2 | 5.1  | 0.0 | 8.2  | 0.2  |
| 08.7.76  | 3.5 | 1524  |       |       |       |       | 0.0    | 0.0    |       |       |       |       | 0.0 | 5.6  |     |      |      |
| 08.9.76  | 3.6 | 1518  |       |       |       |       | 0.0    | 0.0    |       |       |       |       |     |      |     |      | 0.5  |
| 08.11.76 | 3.8 | 1435  | 0.0   | 0.0   | 6.5   | 7.7   | 14.2   | 14.0   | 1.8   | 5.6   | 0.6   | 6.0   | 0.1 | 4.6  | 0.1 | 5.0  | 3.5  |
| 08.4.77  | 3.8 | 1355  | 0.0   | 0.0   | 5.5   | 7.1   | 12.7   | 10.8   | 1.8   | 4.2   | 0.4   | 4.4   | 0.1 | 5.5  | 0.1 | 5.0  | 0.5  |
| 08.9.77  | 4.3 | 1169  | 0.0   | 0.0   | 5.3   | 6.3   | 11.6   | 11.5   | 2.9   | 3.2   | 0.4   | 5.0   | 0.2 | 2.7  | 0.0 | 4.8  | 0.2  |
| 08.12.77 | 4.2 | 1257  | 0.0   | 0.0   | 5.5   | 6.3   | 11.8   | 11.6   | 3.1   | 2.9   | 0.4   | 5.2   | 0.3 | 9.7  | 0.2 | 10.9 | 0.1  |
| 08.6.78  | 4.3 | 1204  | 0.0   | 0.0   | 5.2   | 6.9   | 12.1   | 11.5   | 1.0   | 5.0   | 0.8   | 4.6   | 0.1 | 4.6  | 0.0 |      |      |
| 08.7.80  | 5.1 | 1425  | 0.0   | 0.4   | 4.9   | 6.4   | 11.8   | 11.4   | 1.6   | 3.4   | 0.6   | 5.8   | 0.2 | 4.0  | 0.0 | 4.7  |      |
| 08.1.83  | 6.8 | 929   | 0.0   | 1.7   | 3.5   | 4.4   | 9.6    | 9.7    | 2.5   | 2.1   | 0.4   | 4.6   | 0.3 | 0.0  | 0.1 | 3.6  |      |
| 08.9.83  | 7.2 | 1241  | 0.0   | 0.4   | 5.3   | 5.4   | 11.1   | 11.6   | 3.1   | 2.7   | 0.5   | 5.4   | 0.2 | 5.1  | 0.0 | 4.3  |      |
| 08.11.83 | 6.9 | 1079  | 0.0   | 1.5   | 4.8   | 4.7   | 11.0   | 10.9   | 1.6   | 4.0   | 0.4   | 4.8   |     | 4.5  | 0.0 | 1.4  |      |
| 08.11.84 | 7.6 | 1139  | 0.0   | 1.5   | 4.7   | 4.8   | 11.0   | 11.7   | 3.0   | 2.8   | 0.5   | 5.4   | 0.1 | 3.2  |     |      |      |
| 08.12.84 | 7.2 | 1050  | 0.0   | 1.3   | 4.6   | 4.5   | 10.3   | 10.2   | 3.1   | 2.1   | 0.6   | 4.4   | 0.1 | 4.2  |     |      |      |
| 08.11.85 | 6.7 | 990   | 0.0   | 1.0   | 4.6   | 6.2   | 11.8   | 11.8   | 3.4   | 2.8   | 0.6   | 5.0   | 0.1 | 2.9  | 0.0 | 2.3  |      |
| 08.5.87  | 7.8 | 1950  | 0.0   | 2.1   | 14.2  | 4.4   | 20.7   | 21.1   | 3.7   | 1.8   | 1.4   | 14.2  | 0.3 | 19.9 | 0.0 | 0.7  | 0.01 |

CUADRO Nº A 3  
 (Continuación)

| TEMP  | PH  | Cond. | CO3=  | HCO3- | Cl-   | SO4=  | SUMA A | SUMA C | Ca++  | Mg++  | K+    | Na+   | As   | B     | Cu  | Fe  | NO3  |
|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-----|-----|------|
|       |     |       | seq/l | seq/l | seq/l | seq/l |        |        | seq/l | seq/l | seq/l | seq/l | ppm  | ppm   | ppm | ppm | ppm  |
| 12.29 | 7.2 | 1077  | 0.0   | 1.44  | 4.3   | 4.4   | 10.1   | 10.5   | 2.8   | 2.3   | 0.3   | 5.0   | 0.08 | 29.14 | 0.0 | 0.9 | 0.02 |

| DEM     | PH  | Cond. uS/cm | CO3= eq/l | HCO3= eq/l | Cl- eq/l | SO4= eq/l | SUMA A | SUMA C | Ca++ eq/l | Mg++ eq/l | K+ eq/l | Na+ eq/l | As ppm | B ppm | Cu ppm | Fe ppm | NO3 ppm |      |
|---------|-----|-------------|-----------|------------|----------|-----------|--------|--------|-----------|-----------|---------|----------|--------|-------|--------|--------|---------|------|
| 10.56   | 7.9 |             | 0.0       | 2.4        | 16.5     | 5.3       | 24.2   | 25.7   | 3.9       | 3.9       | 1.5     | 16.4     |        |       |        |        |         | 28.0 |
| 11.57   | 7.8 | 2136        |           | 1.9        | 12.9     | 4.7       | 19.5   | 26.0   | 3.5       | 1.9       | 1.3     | 19.3     |        |       |        |        |         | 21.0 |
| 11.57   | 7.3 | 2900        |           | 2.1        | 14.0     | 5.9       | 22.0   | 25.1   | 4.0       | 2.6       | 1.5     | 17.0     |        |       |        |        |         | 29.5 |
| 11.58   | 7.0 | 2010        |           | 1.8        | 12.3     | 5.1       | 19.2   | 20.0   | 3.8       | 1.8       | 1.4     | 13.0     |        |       |        |        |         | 14.0 |
| 12.60   | 7.7 | 2500        |           | 3.5        | 16.6     | 5.1       | 25.2   | 25.2   | 4.2       | 1.9       | 3.2     | 15.8     |        |       |        |        |         | 34.0 |
| 13.67   | 7.6 | 2560        |           | 1.9        | 16.4     | 3.6       | 21.9   | 22.8   | 4.0       | 1.8       | 1.4     | 15.6     |        |       |        |        |         | 18.0 |
| 13.67   | 7.8 | 2550        | 0.4       | 1.4        | 16.4     | 3.7       | 21.9   | 21.8   | 4.0       | 1.8       | 1.4     | 14.6     |        |       |        |        |         | 23.0 |
| 13.67   | 7.6 | 2590        | 0.4       | 1.4        | 16.0     | 3.7       | 21.5   | 21.6   | 2.7       | 2.9       | 1.4     | 14.6     |        |       |        |        |         | 34.0 |
| 13.67   | 7.6 | 2640        |           | 1.9        | 16.4     | 4.4       | 22.7   | 23.4   | 4.1       | 1.9       | 1.4     | 16.0     |        |       |        |        |         | 36.0 |
| 14.67   | 7.8 | 2800        |           | 1.9        | 17.7     | 4.2       | 23.8   | 25.7   | 4.0       | 3.1       | 1.4     | 17.2     |        |       |        |        |         | 27.0 |
| 16.7.68 | 6.6 | 2150        |           |            |          |           | 0.0    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         | 16.0 |
| 16.7.68 | 7.5 | 2140        |           |            |          | 3.2       | 3.2    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         | 17.0 |
| 16.7.68 | 6.9 | 2310        | 0.0       | 1.8        | 14.0     | 3.0       | 18.8   | 20.1   | 3.5       | 2.5       | 1.3     | 12.8     | 0.3    |       |        |        |         | 15.0 |
| 16.7.68 | 7.3 | 2230        | 0.0       | 1.4        | 15.2     | 4.3       | 20.8   | 21.8   | 4.4       | 2.6       | 0.7     | 14.2     |        |       |        |        |         | 13.0 |
| 16.8.68 | 7.2 | 1830        |           |            |          | 7.2       | 7.2    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         | 16.0 |
| 16.8.68 | 7.2 | 2070        |           |            |          | 3.3       | 3.3    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         | 16.0 |
| 16.8.68 | 6.9 | 2160        |           |            |          | 3.5       | 3.5    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         | 15.0 |
| 16.8.68 | 7.6 | 2390        |           |            |          | 3.6       | 3.6    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         | 16.0 |
| 16.8.68 | 7.5 | 2780        |           |            |          | 4.4       | 4.4    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         | 15.0 |
| 16.8.68 | 7.8 | 2430        |           |            |          | 4.1       | 4.1    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         |      |
| 16.8.68 | 7.8 | 2570        |           |            |          | 3.6       | 3.6    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         | 17.0 |
| 16.8.68 | 7.5 | 2490        |           |            |          | 4.6       | 4.6    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         | 18.0 |
| 16.8.68 | 7.7 | 2390        |           |            |          | 4.5       | 4.5    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         | 15.0 |
| 16.8.68 | 7.1 | 2670        |           |            |          | 4.2       | 4.2    | 17.6   |           |           |         | 17.6     | 0.4    |       |        |        |         | 14.0 |
| 16.8.68 | 7.8 | 2670        |           |            |          | 4.8       | 4.8    | 17.6   |           |           |         | 17.6     | 0.3    |       |        |        |         | 16.0 |
| 16.8.68 | 8.0 | 2490        |           |            |          | 4.8       | 4.8    | 16.0   |           |           |         | 16.0     | 0.4    |       |        |        |         | 14.0 |
| 16.8.68 | 7.1 | 2450        |           |            |          | 4.3       | 4.3    | 15.2   |           |           |         | 15.2     | 0.3    |       |        |        |         | 14.0 |
| 16.8.68 | 8.1 | 2360        |           |            |          | 3.8       | 3.8    | 14.6   |           |           |         | 14.6     | 0.4    |       |        |        |         | 14.0 |
| 16.8.68 |     |             |           |            |          | 4.5       | 4.5    | 16.6   |           |           |         | 16.6     | 0.5    |       |        |        |         | 13.0 |
| 16.8.68 | 7.2 | 2350        | 0.0       | 3.9        | 12.1     | 3.4       | 19.3   | 26.1   | 5.7       | 4.0       | 1.6     | 14.8     |        |       |        |        |         | 16.0 |
| 16.8.68 | 7.3 | 2350        |           |            |          | 3.6       | 3.6    | 14.2   |           |           |         | 14.2     |        |       |        |        |         | 22.0 |
| 16.8.68 | 7.3 | 2360        |           |            |          | 3.1       | 3.1    | 13.7   |           |           |         | 13.7     |        |       |        |        |         | 22.0 |
| 16.8.68 | 7.4 | 5720        | 0.0       | 4.3        | 42.6     | 4.4       | 51.3   | 47.5   | 7.9       | 3.1       | 2.2     | 34.3     |        |       |        |        |         | 22.0 |
| 16.8.68 | 7.6 | 2450        |           |            |          | 3.9       | 3.9    | 14.8   |           |           |         | 14.8     |        |       |        |        |         | 22.0 |
| 16.8.68 | 7.3 | 2670        | 0.0       | 3.3        | 19.4     | 3.6       | 26.3   | 26.6   | 4.3       | 2.7       | 1.6     | 17.9     |        |       |        |        |         | 22.0 |
| 16.8.68 | 7.9 | 2450        | 0.0       | 2.2        | 16.0     |           | 18.2   | 5.7    | 3.5       | 2.2       |         |          |        |       |        |        |         |      |
| 16.8.68 | 8.0 | 2520        | 0.0       | 2.3        | 16.0     |           | 18.3   | 5.8    | 3.5       | 2.3       |         |          |        |       |        |        |         |      |
| 16.8.68 | 8.1 | 2520        | 0.0       | 2.2        | 16.0     |           | 18.2   | 6.2    | 3.3       | 2.9       |         |          |        |       |        |        |         |      |
| 16.8.68 | 7.6 | 2470        | 0.0       | 1.7        | 14.1     | 5.0       | 20.8   | 24.0   | 3.8       | 3.1       | 1.7     | 15.4     | 0.2    |       |        |        |         | 13.0 |
| 16.8.68 | 7.7 | 2480        | 0.0       | 2.5        | 14.1     | 4.9       | 21.5   | 23.4   | 3.9       | 2.3       | 1.7     | 15.4     | 0.2    |       |        |        |         | 11.0 |
| 16.8.68 | 7.9 | 2620        | 0.0       | 2.1        | 17.5     |           | 19.6   | 5.8    | 3.3       | 2.5       |         |          |        |       |        |        |         |      |
| 16.8.68 | 7.6 | 2610        | 0.0       | 2.5        | 17.0     |           | 19.5   | 6.0    | 3.6       | 2.4       |         |          |        |       |        |        |         |      |
| 16.8.68 | 8.0 | 2560        | 0.0       | 2.1        | 16.5     |           | 18.6   | 6.0    | 3.7       | 2.3       |         |          |        |       |        |        |         |      |
| 16.8.68 | 8.0 | 2710        | 0.0       | 2.4        | 18.0     |           | 20.4   | 6.0    | 3.6       | 2.4       |         |          |        |       |        |        |         |      |
| 16.8.68 | 7.9 | 2390        |           | 2.0        | 16.1     | 4.3       | 22.4   | 21.7   | 3.7       | 1.6       | 1.8     | 14.6     |        |       |        |        |         | 23.5 |
| 16.8.68 | 7.0 | 2260        |           | 2.0        | 14.5     | 4.2       | 20.7   | 21.6   | 3.5       | 2.4       | 1.9     | 13.8     |        |       |        |        |         | 21.5 |
| 16.8.68 | 7.8 | 2400        |           | 2.0        | 15.5     | 4.4       | 21.9   | 22.5   | 3.7       | 2.2       | 2.0     | 14.6     |        |       |        |        |         | 22.5 |
| 16.8.68 | 6.7 | 2320        |           | 2.0        | 15.6     | 4.6       | 22.2   | 22.1   | 3.6       | 1.9       | 2.0     | 14.6     |        |       |        |        |         | 21.5 |
| 16.8.68 | 7.6 | 2400        |           | 2.1        | 15.5     | 4.4       | 22.1   | 22.5   | 3.6       | 2.4       | 1.9     | 14.6     |        |       |        |        |         | 21.5 |
| 16.8.68 | 7.1 | 2430        |           | 2.0        | 15.6     | 4.5       | 22.1   | 22.5   | 3.7       | 2.2       | 2.0     | 14.6     |        |       |        |        |         | 19.5 |
| 16.8.68 | 6.8 | 2530        |           | 1.0        | 16.0     | 4.6       | 21.6   | 23.1   | 3.7       | 2.3       | 2.0     | 15.1     |        |       |        |        |         | 19.5 |

| COD   | PH  | Cond. uS/cm | CO3= mg/l | HCO3= mg/l | Cl- mg/l | SO4= mg/l | SUMA A | SUMA C | Ca++ mg/l | Mg++ mg/l | K+ mg/l | Na+ mg/l | As ppm | B ppm | Cd ppm | Pb ppm | NO3 ppm |
|-------|-----|-------------|-----------|------------|----------|-----------|--------|--------|-----------|-----------|---------|----------|--------|-------|--------|--------|---------|
| 10.67 | 8.1 | 2360        | T         | 2.1        | 20.9     | 3.5       | 26.5   | 22.3   | 3.8       | 2.4       | 1.0     | 15.1     |        |       |        |        | 25.5    |
| 10.67 | 7.2 | 2376        |           | 2.1        | 15.9     | 3.7       | 21.2   | 23.6   | 3.7       | 2.3       | 2.0     | 15.6     |        |       |        |        | 20.5    |
| 10.67 | 7.1 | 2490        |           | 2.1        | 16.4     | 3.7       | 22.3   | 24.5   | 3.9       | 2.1       | 2.1     | 16.4     |        |       |        |        | 27.0    |
| 10.67 | 7.9 | 2400        | T         | 2.1        | 16.9     | 3.6       | 22.7   | 24.4   | 4.0       | 2.3       | 2.1     | 16.0     |        |       |        |        | 27.0    |
| 10.67 | 7.4 | 2600        |           | 2.3        | 18.9     | 3.9       | 25.1   | 25.7   | 4.2       | 1.5       | 2.1     | 18.0     |        |       |        |        | 33.5    |
| 10.67 | 7.6 | 2450        |           | 2.1        | 16.4     | 3.4       | 22.0   | 23.3   | 4.3       | 1.8       | 2.1     | 15.1     |        |       |        |        | 24.0    |
| 10.67 | 7.8 | 2470        |           | 2.2        | 17.9     | 3.7       | 23.8   | 24.9   | 4.3       | 3.1       | 2.1     | 16.4     |        |       |        |        | 27.0    |
| 10.67 | 8.2 | 2780        | T         | 2.3        | 19.9     | 4.1       | 26.3   | 29.6   | 4.7       | 4.7       | 2.2     | 18.0     |        |       |        |        | 19.0    |
| 10.70 | 6.0 | 1580        |           | 0.2        | 7.0      | 6.3       | 13.4   | 14.3   | 5.4       | 2.1       | 0.6     | 6.2      |        |       |        |        | 2.4     |
| 10.70 | 7.2 | 2630        | T         | 2.7        | 17.9     | 4.0       | 24.6   | 25.0   | 4.8       | 1.8       | 2.0     | 16.4     |        |       |        |        | 23.0    |
| 10.70 | 7.2 | 2680        |           | 3.3        | 17.4     | 3.5       | 24.2   | 23.6   | 3.3       | 1.9       | 2.0     | 16.4     |        |       |        |        | 24.0    |
| 10.70 | 6.8 | 2380        |           | 2.0        | 15.6     | 4.8       | 23.5   | 23.1   | 3.6       | 2.3       | 1.1     | 16.0     |        |       |        |        | 1.3     |
| 10.70 | 7.1 | 2460        |           | 2.1        | 17.7     | 5.5       | 25.3   | 24.3   | 3.7       | 2.2       | 1.1     | 17.2     |        |       |        |        | 24.5    |
| 10.70 | 7.8 | 2410        |           | 2.3        | 16.6     | 3.5       | 22.4   | 23.0   | 3.4       | 2.2       | 2.2     | 17.2     |        |       |        |        | 18.5    |
| 10.70 | 7.6 | 2410        |           | 3.2        | 17.2     | 4.9       | 24.3   | 24.7   | 3.5       | 2.5       | 1.1     | 17.6     |        |       |        |        | 21.0    |
| 10.70 | 7.9 | 2500        |           | 2.2        | 17.7     | 5.5       | 25.4   | 26.0   | 3.7       | 2.1       | 1.1     | 19.0     |        |       |        |        | 22.5    |
| 10.70 | 7.8 | 2719        |           | 2.1        | 16.0     | 5.1       | 23.2   | 24.0   | 3.4       | 2.3       | 1.1     | 17.2     |        |       |        |        | 19.5    |
| 10.70 | 7.1 | 2390        |           | 2.3        | 17.3     | 5.7       | 25.3   | 25.8   | 3.7       | 2.4       | 1.1     | 18.6     |        |       |        |        | 22.5    |
| 10.70 | 7.2 | 2630        |           | 2.2        | 16.8     | 5.7       | 24.7   | 23.3   | 3.5       | 2.7       | 1.1     | 16.0     |        |       |        |        | 9.0     |
| 10.70 | 8.0 | 2580        | 0.7       | 1.2        | 18.1     | 6.3       | 26.4   | 26.1   | 3.7       | 2.4       | 1.4     | 18.6     |        |       |        |        |         |
| 10.70 | 7.8 | 2250        | 0.7       | 1.2        | 15.0     | 6.7       | 23.9   | 22.2   | 3.1       | 2.7       | 1.4     | 15.0     |        |       |        |        |         |
| 10.70 | 7.8 | 2340        | 0.9       | 0.8        | 14.8     | 6.4       | 22.8   | 21.7   | 3.8       | 2.1       | 1.3     | 14.6     |        |       |        |        |         |
| 10.70 | 7.8 | 2430        | 0.9       | 0.8        | 16.6     | 6.4       | 24.6   | 23.6   | 4.0       | 2.2       | 1.3     | 16.1     |        |       |        |        |         |
| 10.70 | 7.1 | 2440        | 0.8       | 1.0        | 16.6     | 6.0       | 24.3   | 23.7   | 3.8       | 2.2       | 1.3     | 16.4     |        |       |        |        |         |
| 10.70 | 7.7 | 2490        | 0.7       | 1.3        | 17.3     | 6.6       | 25.8   | 24.5   | 3.9       | 2.4       | 1.3     | 16.8     |        |       |        |        |         |
| 10.70 | 8.0 | 2570        | 0.0       | 0.9        | 16.4     | 5.3       | 22.6   | 23.6   | 4.0       | 2.0       | 1.2     | 16.4     |        |       |        |        |         |
| 10.70 | 7.2 | 2420        | 0.0       | 1.0        | 16.0     | 5.2       | 22.2   | 23.2   | 3.8       | 2.1       | 1.2     | 16.1     |        |       |        |        |         |
| 10.70 | 7.2 | 2680        | 0.0       | 1.1        | 17.8     | 4.9       | 23.8   | 25.0   | 4.3       | 2.1       | 1.3     | 17.4     |        |       |        |        |         |
| 10.70 | 7.9 | 2580        | 0.0       | 1.1        | 17.7     | 5.3       | 24.1   | 24.7   | 3.9       | 2.1       | 1.3     | 17.4     |        |       |        |        |         |
| 10.70 | 7.8 | 2500        | 0.0       | 1.1        | 17.3     | 5.7       | 24.0   | 23.6   | 3.8       | 2.2       | 1.4     | 18.2     |        |       |        |        |         |
| 10.70 | 7.5 | 2700        | 0.0       | 1.1        | 18.4     | 5.7       | 25.2   | 27.3   | 3.9       | 2.5       | 1.4     | 19.5     |        |       |        |        |         |
| 10.70 | 7.7 | 2720        | 0.0       | 2.0        | 17.7     | 6.4       | 26.1   | 25.5   | 3.0       | 4.0       | 1.3     | 17.2     |        |       |        |        | 23.0    |
| 10.70 | 7.6 | 2520        | 0.0       | 1.0        | 17.1     | 5.7       | 23.8   | 24.0   | 3.4       | 3.1       | 1.5     | 16.0     |        |       |        |        | 17.5    |
| 10.70 | 7.1 | 2770        | 0.0       | 2.1        | 17.9     | 6.1       | 26.0   | 23.8   | 2.3       | 5.2       | 1.5     | 16.8     |        |       |        |        | 9.2     |
| 10.70 | 7.7 | 3040        | 0.0       | 2.1        | 20.2     | 6.9       | 29.1   | 28.8   | 3.7       | 3.3       | 1.3     | 20.3     |        |       |        |        | 18.5    |
| 10.70 | 7.6 | 2930        | 0.0       | 2.0        | 18.4     | 6.9       | 27.3   | 27.8   | 4.0       | 2.1       | 1.7     | 20.0     |        |       |        |        | 23.0    |
| 10.70 | 7.2 | 2650        | 0.0       | 2.0        | 17.3     | 5.8       | 25.1   | 24.7   | 4.0       | 3.0       | 1.4     | 16.4     |        |       |        |        | 20.3    |
| 10.70 | 7.8 | 2440        | 0.0       | 1.9        | 13.5     | 6.8       | 24.1   | 24.8   | 3.7       | 2.7       | 2.0     | 16.4     |        |       |        |        | 18.5    |
| 10.71 | 7.3 | 2740        |           |            |          |           | 0.0    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         |
| 10.71 | 8.0 | 2600        |           |            |          |           | 0.0    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         |
| 10.71 | 8.0 | 2570        |           |            |          |           | 0.0    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         |
| 10.71 | 7.8 | 2700        |           |            |          |           | 0.0    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         |
| 10.71 | 8.0 | 2640        |           |            |          |           | 0.0    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         |
| 10.71 | 7.4 | 2360        | 0.0       | 2.2        | 14.7     | 5.8       | 22.7   | 22.6   | 5.3       | 1.0       | 1.4     | 15.0     |        |       |        |        |         |
| 10.71 | 7.7 | 3470        |           |            |          |           | 0.0    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         |
| 10.71 | 7.8 | 2220        |           |            |          |           | 0.0    | 0.0    |           |           |         |          |        |       |        |        |         |
| 10.71 | 7.1 | 2198        | 0.0       | 2.0        | 15.1     | 5.5       | 22.6   | 23.3   | 3.6       | 2.0       | 0.5     | 17.2     |        |       |        |        | 10.0    |
| 10.71 | 7.5 | 2397        | 0.0       | 2.2        | 15.7     | 7.0       | 24.9   | 25.2   | 2.3       | 1.9       | 1.9     | 18.9     |        |       |        |        | 25.3    |
| 10.71 | 8.0 | 2211        | 0.2       | 2.6        | 14.6     | 4.1       | 21.5   | 20.7   | 4.0       | 1.7       | 0.6     | 14.0     |        |       |        |        | 6.2     |
| 10.72 | 7.7 | 1409        | 0.0       | 1.9        | 8.6      | 2.5       | 13.0   | 13.1   | 2.3       | 1.4       | 0.9     | 8.2      |        |       |        |        | 16.0    |
| 10.72 | 8.1 | 2069        | 0.0       | 2.1        | 11.5     | 4.2       | 17.8   | 18.9   | 3.3       | 1.9       | 1.1     | 12.6     |        |       |        |        | 17.3    |

| CON   | PH  | Cond. :<br>uS/cm | CO3=<br>mg/l | HCO3=<br>mg/l | Cl=<br>mg/l | SO4=<br>mg/l | SUMA A | SUMA C | Ca++<br>mg/l | Mg++<br>mg/l | K+<br>mg/l | Na+<br>mg/l | As<br>ppm | B<br>ppm | Cu<br>ppm | Fe<br>ppm | NO3<br>ppm |
|-------|-----|------------------|--------------|---------------|-------------|--------------|--------|--------|--------------|--------------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| 01.72 | 8.1 | 2236             | 0.2          | 3.3           | 14.4        | 3.9          | 21.9   | 21.1   | 4.2          | 2.3          | 0.5        | 14.0        |           | 6.4      |           |           |            |
| 02.72 | 7.8 | 2122             | 0.0          | 2.5           | 15.0        | 3.4          | 20.9   | 20.5   | 3.8          | 1.9          | 0.3        | 14.6        |           | 6.4      |           |           |            |
| 03.72 | 8.1 | 2044             | 0.2          | 2.6           | 15.6        | 4.1          | 22.5   | 21.1   | 3.7          | 2.6          | 0.3        | 14.6        |           | 6.9      |           |           |            |
| 04.72 | 7.8 | 1981             | 0.2          | 2.5           | 12.3        | 3.7          | 18.7   | 18.6   | 3.8          | 2.9          | 0.6        | 11.4        |           | 6.9      |           |           |            |
| 05.72 | 8.0 | 2211             | 0.2          | 2.6           | 14.6        | 4.1          | 21.5   | 20.2   | 4.0          | 1.7          | 0.6        | 14.0        |           | 6.2      |           |           |            |
| 06.72 | 8.0 | 1827             | 0.0          | 2.5           | 11.6        | 3.7          | 17.8   | 17.7   | 3.8          | 2.0          | 0.6        | 11.4        |           | 5.7      |           |           |            |
| 07.74 | 8.0 | 1915             | 0.0          | 2.1           | 10.9        | 3.2          | 16.1   | 15.6   | 3.0          | 1.7          | 1.0        | 9.9         | 0.0       | 7.6      | 0.0       |           |            |
| 08.74 | 6.6 | 2396             | 0.0          | 2.2           | 15.2        | 4.6          | 21.9   | 23.2   | 3.9          | 2.2          | 1.6        | 13.6        | 0.3       | 24.8     | 0.0       |           |            |
| 09.75 | 7.7 | 1659             | 0.0          | 2.0           | 8.8         | 2.9          | 13.7   | 13.7   | 2.7          | 1.7          | 0.8        | 8.5         | 0.2       | 10.0     | 0.0       | 0.9       | 0.2        |
| 10.75 | 7.1 | 2657             | 0.0          | 2.3           | 14.9        | 4.8          | 22.0   | 21.8   | 4.0          | 2.2          | 1.5        | 16.2        | 0.5       | 10.4     | 0.0       |           |            |
| 11.76 | 7.3 | 2718             | 0.0          | 3.0           | 16.8        | 3.2          | 23.0   | 23.1   | 3.4          | 1.5          | 0.9        | 17.3        | 0.6       | 10.7     |           |           |            |
| 12.76 | 5.3 | 2196             | 0.0          | 2.3           | 13.3        | 3.2          | 18.8   | 22.0   | 2.7          | 3.5          | 1.3        | 14.5        | 0.2       | 27.5     | 0.0       | 0.4       | 1.2        |
| 13.76 | 7.8 | 2119             | 0.0          | 2.4           | 13.9        | 3.9          | 20.1   | 21.9   | 3.6          | 1.1          | 1.3        | 15.2        | 0.2       | 24.8     | 0.0       | 0.6       | 0.5        |
| 14.76 | 7.9 | 2539             |              |               |             |              | 0.0    | 0.0    |              |              |            |             | 0.3       | 29.0     |           |           |            |
| 15.76 | 7.4 | 2511             | 0.0          | 2.2           | 15.9        | 3.7          | 21.8   | 23.9   | 1.5          | 4.9          | 1.5        | 16.0        | 0.4       | 32.0     | 0.0       | 0.4       | 7.8        |
| 16.77 | 7.4 | 1563             | 0.0          | 2.4           | 14.2        | 3.2          | 19.8   | 20.1   | 3.5          | 2.2          | 1.1        | 13.3        | 0.3       | 30.2     | 0.0       | 0.6       | 0.1        |
| 17.77 | 7.1 | 2266             | 0.0          | 2.2           | 15.1        | 4.9          | 22.1   | 21.6   | 2.2          | 3.7          | 1.3        | 14.4        | 0.5       | 19.0     | 0.0       | 1.3       | 0.2        |
| 18.77 | 7.4 | 2586             | 0.0          | 2.2           | 16.3        | 5.0          | 23.5   | 24.0   | 4.0          | 2.3          | 1.3        | 16.4        | 0.1       | 24.5     | 0.0       | 1.1       | 0.1        |
| 19.78 | 6.4 | 2153             | 0.0          | 2.0           | 13.1        | 6.2          | 21.2   | 19.0   | 1.1          | 4.4          | 2.8        | 10.7        | 0.3       | 13.8     | 0.1       |           |            |
| 20.80 | 7.6 | 2600             | 0.0          | 2.1           | 13.4        | 4.7          | 20.2   | 22.0   | 1.2          | 3.8          | 1.9        | 13.0        | 0.7       | 19.5     | 0.0       | 1.0       |            |
| 21.83 | 7.5 | 6772             | 0.0          | 4.1           | 53.8        | 8.7          | 66.6   | 72.5   | 9.0          | 5.0          | 3.7        | 56.8        | 2.3       | 0.0      | 0.1       | 12.1      |            |
| 22.83 | 8.1 | 2411             | 0.0          | 2.1           | 15.3        | 4.3          | 21.7   | 21.5   | 3.8          | 2.3          | 1.6        | 13.8        | 0.5       | 12.9     | 0.0       | 0.7       |            |
| 23.83 | 7.9 | 2538             | 0.0          | 1.5           | 17.0        | 4.8          | 23.3   | 24.2   | 3.0          | 2.5          | 2.5        | 16.3        |           | 12.1     | 0.0       | 0.4       |            |
| 24.84 | 7.9 | 2549             | 0.0          | 2.0           | 16.6        | 7.7          | 26.3   | 25.6   | 4.3          | 2.0          | 1.1        | 17.3        | 0.2       | 11.5     |           |           |            |
| 25.84 | 8.3 | 2396             | 0.0          | 2.4           | 16.4        | 4.6          | 23.3   | 22.8   | 4.4          | 2.4          | 2.1        | 14.0        | 0.4       | 13.7     |           |           |            |
| 26.85 | 7.8 | 2346             | 0.0          | 2.3           | 15.1        | 4.6          | 22.0   | 22.3   | 3.8          | 1.1          | 2.0        | 15.5        | 0.4       | 14.2     | 0.0       | 0.3       |            |
| 27.85 | 7.4 | 2200             | 0.0          | 2.3           | 17.0        | 5.1          | 24.5   | 24.5   | 4.2          | 2.1          | 2.0        | 16.2        | 0.4       | 13.1     | 0.0       | 0.4       |            |
| 28.86 | 7.1 | 1625             | 0.0          | 2.2           | 11.5        | 3.9          | 17.6   | 17.8   | 3.3          | 1.6          | 1.4        | 11.4        | 0.4       | 2.2      | 1.0       | 0.6       |            |
| 29.87 | 7.6 | 1280             | 0.0          | 1.8           | 8.4         | 2.8          | 13.0   | 12.6   | 2.3          | 1.1          | 0.9        | 8.2         | 1.3       | 10.4     | 0.0       | 2.7       | 0.2        |
| 30.87 | 7.0 | 850              | 0.0          | 0.4           | 4.3         | 4.3          | 9.0    | 9.3    | 2.5          | 2.1          | 0.4        | 4.3         | 0.2       | 2.6      | 0.0       | 3.9       | 0.6        |
| 31.88 | 7.7 | 2200             | 0.0          | 2.4           | 16.2        | 4.7          | 23.2   | 23.4   | 5.9          | 1.7          | 1.6        | 16.2        | 0.6       | 22.4     | 0.0       | 0.7       | 0.6        |
| 32.89 | 8.3 | 2822             | 0.0          | 2.4           | 18.0        | 5.0          | 25.4   | 27.0   | 4.8          | 2.1          | 1.5        | 18.6        | 0.4       | 40.1     | 0.0       | 0.6       | 0.6        |

| PROB. | PH  | Cond. | CO3 <sup>=</sup><br>mg/l | HCO3 <sup>-</sup><br>mg/l | Cl <sup>-</sup><br>mg/l | SO4 <sup>=</sup><br>mg/l | SUMA A | SUMA B | Ca <sup>++</sup><br>mg/l | Mg <sup>++</sup><br>mg/l | K <sup>+</sup><br>mg/l | Na <sup>+</sup><br>mg/l | As<br>ppm | B<br>ppm | Cu<br>ppm | Fe<br>ppm | NO3<br>ppm |
|-------|-----|-------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| 1.56  | 2.8 |       | 0.0                      | 0.0                       | 13.1                    | 11.6                     | 24.7   | 23.1   | 4.2                      | 5.4                      | 1.1                    | 12.4                    |           |          |           |           | 16.0       |
| 1.57  | 2.8 | 2380  | 0.0                      | 0.0                       | 10.1                    | 10.0                     | 20.1   | 20.8   | 4.0                      | 2.3                      | 0.9                    | 13.7                    |           |          |           |           | 10.5       |
| 1.57  | 2.8 | 2800  | 0.0                      | 0.0                       | 8.7                     | 12.9                     | 21.6   | 13.6   | 3.7                      | 2.6                      | 0.9                    | 6.4                     |           |          |           |           | 8.1        |
| 1.58  | 2.9 | 2400  | 0.0                      | 0.0                       | 11.3                    | 9.3                      | 20.6   | 17.1   | 4.5                      | 1.5                      | 1.0                    | 10.1                    |           |          |           |           | 9.2        |
| 1.59  | 2.8 | 2810  |                          |                           | 10.0                    | 14.6                     | 24.6   | 18.6   | 5.1                      | 4.9                      | 1.8                    | 8.9                     |           |          |           |           | 8.0        |
| 1.59  | 3.1 | 2610  |                          |                           | 11.6                    | 11.9                     | 23.5   | 22.4   | 4.7                      | 5.6                      | 2.2                    | 10.0                    |           |          |           |           | 18.0       |
| 1.59  | 3.9 | 2670  | 0.0                      | 0.0                       | 16.2                    | 8.3                      | 24.5   | 26.1   | 4.7                      | 3.7                      | 1.4                    | 16.3                    |           |          |           |           | 15.0       |
| 1.59  | 3.1 | 2340  | 0.0                      | 0.0                       | 14.2                    | 8.7                      | 22.9   | 23.7   | 6.6                      | 1.3                      | 1.3                    | 16.5                    |           |          |           |           | 14.0       |
| 1.59  | 5.5 | 1680  | 0.0                      | 0.2                       | 9.9                     | 5.2                      | 15.3   | 14.9   | 3.1                      | 2.5                      | 0.9                    | 8.4                     |           |          |           |           | 7.0        |
| 1.59  | 4.8 | 1700  | 0.0                      | 0.3                       | 9.9                     | 5.6                      | 15.8   | 15.4   | 3.3                      | 2.5                      | 0.8                    | 8.8                     |           |          |           |           | 10.0       |
| 1.59  | 4.6 | 1840  | 0.0                      | 0.1                       | 9.2                     | 6.0                      | 15.3   | 13.2   | 4.1                      | 1.5                      | 0.8                    | 8.8                     |           |          |           |           | 9.0        |
| 1.59  | 5.1 | 1850  | 0.0                      | 0.2                       | 10.4                    | 5.5                      | 16.1   | 15.4   | 3.8                      | 2.0                      | 0.9                    | 8.8                     |           |          |           |           | 11.0       |
| 1.59  | 4.5 | 1730  | 0.0                      | 0.3                       | 15.8                    | 6.0                      | 22.1   | 15.9   | 3.5                      | 2.3                      | 0.8                    | 9.3                     |           |          |           |           | 13.0       |
| 1.59  | 6.9 | 1425  |                          |                           |                         | 3.5                      | 3.5    | 0.0    |                          |                          |                        |                         |           |          |           |           | 9.0        |
| 1.59  | 6.7 | 1485  |                          |                           |                         | 3.5                      | 3.5    | 0.0    |                          |                          |                        |                         |           |          |           |           | 9.0        |
| 1.59  | 7.5 | 1480  | 0.0                      | 1.6                       | 7.5                     | 5.9                      | 13.0   | 11.7   | 2.9                      | 3.1                      | 0.7                    | 5.0                     | 0.1       |          |           |           | 7.0        |
| 1.59  | 7.4 | 1345  |                          |                           |                         | 3.3                      | 3.3    | 0.0    |                          |                          |                        |                         |           |          |           |           | 3.0        |
| 1.59  | 6.6 | 1720  |                          |                           |                         | 5.7                      | 5.7    | 0.0    |                          |                          |                        |                         |           |          |           |           | 9.0        |
| 1.59  | 7.6 | 1280  |                          |                           |                         | 3.6                      | 3.6    | 0.0    |                          |                          |                        |                         |           |          |           |           | 8.0        |
| 1.59  | 6.8 | 1540  |                          |                           |                         | 4.1                      | 4.1    | 0.0    |                          |                          |                        |                         |           |          |           |           | 9.0        |
| 1.59  | 7.6 | 1620  |                          |                           |                         | 4.4                      | 4.4    | 0.0    |                          |                          |                        |                         |           |          |           |           | 8.0        |
| 1.59  | 7.4 | 1840  |                          |                           |                         | 3.6                      | 3.6    | 0.0    |                          |                          |                        |                         |           |          |           |           | 12.0       |
| 1.59  | 7.3 | 1730  |                          |                           |                         | 3.9                      | 3.9    | 0.0    |                          |                          |                        |                         |           |          |           |           | 19.0       |
| 1.59  | 7.6 | 1720  |                          |                           |                         | 3.8                      | 3.8    | 0.0    |                          |                          |                        |                         |           |          |           |           | 15.0       |
| 1.59  | 7.1 | 1780  |                          |                           |                         | 4.5                      | 4.5    | 9.8    |                          |                          | 9.8                    |                         | 0.1       |          |           |           | 8.0        |
| 1.59  | 7.0 | 1780  |                          |                           |                         | 4.4                      | 4.4    | 5.6    |                          |                          | 9.6                    |                         | 0.2       |          |           |           | 8.0        |
| 1.59  | 7.8 | 1650  |                          |                           |                         | 4.5                      | 4.5    | 9.0    |                          |                          | 9.0                    |                         | 0.1       |          |           |           | 8.0        |
| 1.59  | 7.1 | 1680  |                          |                           |                         | 3.8                      | 3.8    | 8.8    |                          |                          | 8.8                    |                         | 0.2       |          |           |           | 8.0        |
| 1.59  | 7.9 | 1600  |                          |                           |                         | 3.7                      | 3.7    | 7.2    |                          |                          | 9.2                    |                         | 0.3       |          |           |           | 9.0        |
| 1.59  | 8.0 | 1510  |                          |                           |                         | 4.5                      | 4.5    | 8.0    |                          |                          | 8.0                    |                         | 0.2       |          |           |           | 8.0        |
| 1.59  | 7.1 | 1615  | 0.0                      | 2.3                       | 9.7                     | 4.1                      | 16.1   | 16.3   | 4.4                      | 1.5                      | 1.0                    | 9.4                     |           |          |           |           | 12.0       |
| 1.59  | 7.3 | 1480  |                          |                           | 8.7                     | 3.9                      | 12.6   | 0.0    |                          |                          |                        |                         |           |          |           |           | 7.0        |
| 1.59  | 7.3 | 1444  |                          |                           | 8.7                     | 5.1                      | 13.9   | 0.0    |                          |                          |                        |                         |           |          |           |           | 11.0       |
| 1.59  | 8.8 | 5270  | 0.0                      | 2.6                       | 24.7                    | 7.5                      | 34.8   | 34.4   | 6.6                      | 2.8                      | 1.5                    | 23.5                    |           |          |           |           | 27.0       |
| 1.59  | 7.2 | 1590  |                          |                           | 8.7                     | 3.8                      | 12.5   | 0.0    |                          |                          |                        |                         |           |          |           |           | 12.0       |
| 1.59  | 3.3 | 2020  | 0.0                      | 0.0                       | 12.1                    | 4.9                      | 17.0   | 18.2   | 6.7                      | 2.2                      | 1.0                    | 8.3                     |           |          |           |           | 10.0       |
| 1.59  | 5.7 | 1720  | 0.0                      | 0.2                       | 8.5                     |                          | 8.7    | 6.4    | 3.5                      | 2.9                      |                        |                         |           |          |           |           |            |
| 1.59  | 7.8 | 1660  | 0.0                      | 1.5                       | 9.5                     |                          | 11.0   | 5.9    | 2.9                      | 3.0                      |                        |                         |           |          |           |           |            |
| 1.59  | 7.6 | 1660  | 0.0                      | 1.7                       | 8.5                     |                          | 10.2   | 5.4    | 3.0                      | 2.4                      |                        |                         |           |          |           |           |            |
| 1.59  | 7.5 | 1550  | 0.0                      | 1.4                       | 10.1                    | 4.4                      | 15.9   | 16.5   | 3.1                      | 3.7                      | 1.0                    | 8.7                     |           |          |           |           | 4.0        |
| 1.59  | 7.1 | 1570  | 0.0                      | 2.5                       | 10.1                    | 4.7                      | 17.3   | 15.8   | 3.1                      | 3.0                      | 1.0                    | 8.7                     |           |          |           |           | 30.0       |
| 1.59  | 7.5 | 1790  | 0.0                      | 1.7                       | 10.0                    |                          | 11.7   | 6.2    | 3.3                      | 2.9                      |                        |                         |           |          |           |           |            |
| 1.59  | 6.1 | 1850  | 0.0                      | 0.2                       | 10.0                    |                          | 10.2   | 6.6    | 3.7                      | 2.9                      |                        |                         |           |          |           |           |            |
| 1.59  | 8.0 | 1640  | 0.0                      | 1.6                       | 9.0                     |                          | 10.6   | 5.3    | 2.9                      | 2.4                      |                        |                         |           |          |           |           |            |
| 1.59  | 7.6 | 1790  | 0.0                      | 1.1                       | 9.5                     |                          | 10.6   | 6.6    | 3.7                      | 3.0                      |                        |                         |           |          |           |           |            |
| 1.59  | 7.9 | 1790  | 0.0                      | 1.1                       | 9.5                     |                          | 10.6   | 6.7    | 4.0                      | 1.9                      |                        |                         |           |          |           |           |            |
| 1.59  | 6.7 | 1680  |                          | 0.8                       | 9.6                     | 4.9                      | 15.2   | 16.0   | 3.4                      | 2.7                      | 1.1                    | 8.8                     |           |          |           |           | 14.0       |
| 1.59  | 4.0 | 2100  |                          |                           | 10.8                    | 7.6                      | 18.4   | 16.4   | 4.1                      | 2.0                      | 1.3                    | 9.1                     |           |          |           |           | 14.0       |
| 1.59  | 3.6 | 2030  |                          |                           | 10.0                    | 7.0                      | 17.0   | 15.5   | 3.9                      | 1.7                      | 1.2                    | 8.8                     |           |          |           |           | 15.0       |
| 1.59  | 6.4 | 1830  |                          | 0.1                       | 10.2                    | 6.0                      | 16.2   | 13.1   | 3.7                      | 1.8                      | 1.2                    | 8.4                     |           |          |           |           | 7.3        |
| 1.59  | 4.9 | 1720  |                          | 0.1                       | 9.8                     | 5.9                      | 15.8   | 12.2   | 3.6                      | 2.1                      | 1.1                    | 8.4                     |           |          |           |           | 8.0        |



| ST   | PH  | Cond. | CO3=<br>mg/l | HCO3=<br>mg/l | Cl=<br>mg/l | SO4=<br>mg/l | SUMA A | SUMA C | Ca <sup>++</sup><br>mg/l | Mg <sup>++</sup><br>mg/l | K <sup>+</sup><br>mg/l | Na <sup>+</sup><br>mg/l | As<br>ppm | B<br>ppm | Cu<br>ppm | Fe<br>ppm | NO3<br>ppm |
|------|-----|-------|--------------|---------------|-------------|--------------|--------|--------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| 1274 | 4.4 | 1794  | 0.0          | 0.4           | 10.0        | 5.8          | 16.2   | 17.5   | 1.8                      | 4.9                      | 1.0                    | 9.9                     | 0.2       | 11.2     | 0.1       | 3.8       | 14.0       |
| 1277 |     |       |              |               |             |              | 0.0    | 0.0    |                          |                          |                        |                         |           |          |           |           |            |
| 1280 | 5.3 | 1424  | 0.0          | 0.3           | 4.9         | 5.8          | 11.1   | 12.1   | 1.6                      | 4.0                      | 0.7                    | 5.8                     | 0.2       | 4.7      | 0.0       | 5.0       |            |
| 1282 | 7.3 | 1525  | 0.0          | 1.4           | 6.4         | 3.9          | 11.7   | 12.3   | 0.7                      | 4.6                      | 0.9                    | 6.0                     | 0.0       | 12.0     | 0.0       | 1.0       |            |
| 1283 | 6.9 | 2635  | 0.0          | 5.1           | 17.9        | 7.7          | 28.7   | 29.0   | 4.0                      | 4.5                      | 1.3                    | 19.2                    | 0.7       | 14.2     | 0.1       | 5.6       |            |
| 1285 | 7.9 | 1669  | 0.0          | 1.0           | 9.0         | 5.3          | 15.2   | 15.8   | 3.6                      | 2.9                      | 1.0                    | 8.7                     | 0.3       | 9.7      | 0.1       | 2.6       |            |
| 1286 | 7.5 | 1668  | 0.0          | 2.0           | 10.1        | 4.5          | 16.6   | 16.3   | 3.4                      | 2.6                      | 0.8                    | 9.4                     |           | 10.5     | 0.0       | 1.1       |            |
| 1288 | 8.1 | 1627  | 0.0          | 1.6           | 9.0         | 5.3          | 15.9   | 16.3   | 3.4                      | 2.4                      | 1.0                    | 9.5                     | 0.2       | 8.9      |           |           |            |
| 1289 | 7.4 | 1557  | 0.0          | 1.5           | 8.8         | 4.5          | 14.9   | 14.4   | 3.3                      | 2.3                      | 1.1                    | 7.7                     | 0.2       | 8.4      |           |           |            |
| 1293 | 7.6 | 1474  | 0.0          | 1.8           | 8.4         | 4.5          | 14.6   | 14.5   | 3.1                      | 1.3                      | 1.1                    | 9.0                     | 0.2       | 10.2     | 0.0       | 0.9       |            |

| DATA    | PH  | Cond. uS/ca | CO3- meq/l | HCO3- meq/l | Cl- meq/l | SO4- meq/l | SUMA A | SUMA C | Ca++ meq/l | Mg++ meq/l | K+ meq/l | Na+ meq/l | As ppm | B ppm | Cu ppm | Fe ppm | NO3 ppm |
|---------|-----|-------------|------------|-------------|-----------|------------|--------|--------|------------|------------|----------|-----------|--------|-------|--------|--------|---------|
| 3.60    | 3.6 | 2120        | 0.0        | 0.0         | 12.0      | 6.7        | 20.7   | 22.3   | 7.5        | 4.5        | 0.0      | 10.5      |        |       |        |        | 15.0    |
| 3.60    | 4.6 | 2500        | 0.0        | 0.1         | 14.2      | 12.7       | 27.0   | 27.7   | 10.0       | 3.9        | 1.8      | 12.0      |        |       |        |        | 19.0    |
| 3.67    | 7.4 | 1960        | 0.0        | 1.1         | 10.3      | 7.9        | 19.2   | 17.0   | 4.5        | 2.9        | 0.7      | 8.8       |        |       |        |        | 12.0    |
| 3.7.68  | 7.9 | 1640        | 0.0        | 1.6         | 8.5       | 5.3        | 15.3   | 17.0   | 4.2        | 4.1        | 0.7      | 8.0       |        |       |        |        | 8.0     |
| 3.8.68  | 7.7 | 2550        |            |             |           | 2.0        | 2.0    | 11.1   |            |            |          | 11.1      |        |       |        |        | 11.0    |
| 3.8.68  | 7.4 | 1600        |            |             |           | 1.8        | 1.8    | 10.6   |            |            |          | 10.6      |        |       |        |        | 17.0    |
| 3.8.68  | 7.6 | 1620        |            |             |           | 2.3        | 2.3    | 10.6   |            |            |          | 10.6      |        |       |        |        | 13.0    |
| 3.8.68  | 7.6 | 1620        |            |             |           | 2.2        | 2.2    | 10.6   |            |            |          | 10.6      |        |       |        |        | 9.0     |
| 3.8.68  | 8.0 | 1620        |            |             |           | 2.2        | 2.2    | 10.6   |            |            |          | 10.6      |        |       |        |        | 9.0     |
| 3.8.68  | 8.1 | 1650        |            |             |           | 2.2        | 2.2    | 10.6   |            |            |          | 10.6      |        |       |        |        | 9.0     |
| 3.8.68  | 8.2 |             |            |             |           | 2.2        | 2.2    | 12.1   |            |            |          | 12.1      |        |       |        |        | 9.0     |
| 3.8.68  | 8.0 | 1860        |            |             |           | 2.2        | 2.2    | 10.6   |            |            |          | 10.6      |        |       |        |        | 8.0     |
| 3.8.68  | 8.0 | 1970        |            |             |           | 2.2        | 2.2    | 11.1   |            |            |          | 11.1      |        |       |        |        | 8.0     |
| 3.8.68  | 8.1 | 1990        |            |             |           | 1.6        | 1.6    | 11.1   |            |            |          | 11.1      |        |       |        |        | 10.0    |
| 3.8.68  | 8.1 | 1970        |            |             |           | 1.8        | 1.8    | 11.1   |            |            |          | 11.1      |        |       |        |        | 9.0     |
| 3.8.68  | 7.4 | 1910        |            |             |           | 2.3        | 2.3    | 11.1   |            |            |          | 11.1      |        |       |        |        | 11.0    |
| 3.8.68  | 7.5 | 1990        |            |             |           | 2.0        | 2.0    | 11.1   |            |            |          | 11.1      |        |       |        |        | 7.0     |
| 3.8.68  | 7.5 | 1940        |            |             |           | 2.4        | 2.4    | 10.2   |            |            |          | 10.2      |        |       |        |        | 9.0     |
| 3.8.68  | 8.0 | 1910        |            |             |           | 2.3        | 2.3    | 10.2   |            |            |          | 10.2      | 0.1    |       |        |        | 7.0     |
| 3.8.68  | 8.0 | 1970        |            |             |           | 2.2        | 2.2    | 11.1   |            |            |          | 11.1      |        |       |        |        | 9.6     |
| 3.8.68  | 8.1 | 1860        |            |             |           | 2.2        | 2.2    | 11.6   |            |            |          | 11.6      |        |       |        |        | 9.0     |
| 3.8.68  | 8.2 |             |            |             |           | 2.5        | 2.5    | 12.1   |            |            |          | 12.1      |        |       |        |        | 8.0     |
| 3.10.68 | 8.0 | 2050        |            |             |           | 2.5        | 2.5    | 11.1   |            |            |          | 11.1      |        |       |        |        | 11.0    |
| 3.10.68 | 8.1 | 1940        |            |             |           | 2.2        | 2.2    | 10.2   |            |            |          | 10.2      | 0.1    |       |        |        | 8.0     |
| 3.11.68 | 7.8 | 1820        |            |             |           | 4.8        | 4.8    | 11.0   |            |            |          | 11.0      | 0.3    |       |        |        | 10.0    |
| 3.1.69  | 7.8 | 1920        |            |             |           | 5.1        | 5.1    | 9.8    |            |            |          | 9.8       |        |       |        |        | 9.0     |
| 3.1.69  | 7.8 | 1870        |            |             |           | 4.8        | 4.8    | 10.2   |            |            |          | 10.2      |        |       |        |        | 10.0    |
| 3.1.69  | 7.0 | 2280        |            |             |           |            | 0.0    | 0.0    |            |            |          |           |        |       |        |        | 12.0    |
| 3.1.69  | 6.8 | 2080        | 0.0        | 2.1         | 10.7      | 2.3        | 15.1   | 15.4   | 5.1        | 3.7        | 1.0      | 5.6       |        |       |        |        | 11.0    |
| 3.1.69  | 7.0 | 2130        |            |             |           |            | 0.0    | 0.0    |            |            |          |           |        |       |        |        | 13.0    |
| 3.2.69  | 7.0 | 1980        | 0.0        | 0.9         | 9.7       | 8.1        | 18.7   | 19.1   | 6.9        | 3.1        | 0.9      | 8.3       |        |       |        |        | 11.0    |
| 3.3.69  | 7.3 | 1960        | 0.0        | 0.9         | 9.7       | 9.3        | 19.9   | 20.6   | 6.6        | 4.1        | 0.8      | 9.0       |        |       |        |        | 12.0    |
| 3.3.69  | 7.0 | 1960        | 0.0        | 2.4         | 9.7       | 7.5        | 19.5   | 21.6   | 7.9        | 3.9        | 0.9      | 9.0       |        |       |        |        | 11.0    |
| 3.3.69  | 6.7 | 1910        | 0.0        | 1.1         | 9.7       | 8.3        | 19.1   | 20.3   | 6.7        | 4.0        | 0.9      | 9.0       |        |       |        |        | 11.0    |
| 3.4.69  | 7.3 | 1910        | 0.0        | 1.7         | 11.3      | 6.3        | 19.3   | 19.6   | 5.5        | 3.3        | 1.1      | 9.8       |        |       |        |        | 14.0    |
| 3.4.69  | 7.0 | 1940        | 0.0        | 1.9         | 10.3      | 4.7        | 16.8   | 19.6   | 5.2        | 3.6        | 1.0      | 9.6       |        |       |        |        | 17.0    |
| 3.4.69  | 7.2 | 1900        | 0.0        | 2.0         | 10.3      | 7.1        | 19.3   | 19.5   | 5.1        | 3.6        | 1.0      | 9.6       |        |       |        |        | 13.0    |
| 3.4.69  | 7.0 | 1990        | 0.0        | 1.5         | 10.8      | 6.2        | 18.5   | 19.7   | 5.1        | 3.7        | 1.1      | 9.8       |        |       |        |        | 11.0    |
| 3.7.69  |     | 1820        | 0.0        | 1.8         | 9.5       |            | 11.3   | 8.0    | 4.3        | 3.5        |          |           |        |       |        |        |         |
| 3.8.69  |     | 2240        | 0.0        | 0.1         | 12.0      |            | 12.1   | 9.4    | 5.6        | 3.8        |          |           |        |       |        |        |         |
| 3.8.69  |     | 2240        | 0.0        | 0.2         | 12.0      |            | 12.2   | 9.0    | 5.5        | 3.5        |          |           |        |       |        |        |         |
| 3.8.69  | 4.6 | 2230        | 0.0        | 0.2         | 12.5      |            | 12.7   | 9.0    | 5.1        | 3.9        |          |           |        |       |        |        |         |
| 3.8.69  | 4.6 | 2220        | 0.0        | 0.1         | 12.0      |            | 12.1   | 9.0    | 5.6        | 3.4        |          |           |        |       |        |        |         |
| 3.8.69  | 4.7 | 2200        | 0.0        | 0.1         | 12.0      |            | 12.1   | 9.4    | 5.4        | 4.0        |          |           |        |       |        |        |         |
| 3.8.69  | 4.6 | 2200        | 0.0        | 0.1         | 11.5      |            | 11.6   | 7.9    | 5.6        | 2.3        |          |           |        |       |        |        |         |
| 3.10.69 | 7.7 | 2200        | 0.0        | 1.8         | 10.5      |            | 12.3   | 0.0    |            |            |          |           |        |       |        |        |         |
| 3.10.69 | 8.0 | 2200        | 0.0        | 1.7         | 11.5      |            | 13.2   | 0.0    |            |            |          |           |        |       |        |        |         |
| 3.10.70 | 6.7 | 1750        | 0.0        | 0.2         | 10.7      | 6.7        | 17.6   | 18.1   | 3.7        | 2.9        | 0.8      | 10.7      |        |       |        |        |         |
| 3.10.70 | 7.2 | 1840        | 0.0        | 0.5         | 10.3      | 6.1        | 16.8   | 17.6   | 3.5        | 2.6        | 0.8      | 10.7      |        |       |        |        |         |
| 3.10.70 | 7.5 | 1810        | 0.0        | 0.5         | 9.9       | 6.3        | 16.7   | 17.5   | 3.6        | 2.8        | 0.8      | 10.4      |        |       |        |        |         |
| 3.11.70 | 7.9 | 2090        | T          | 1.4         | 11.5      | 7.3        | 20.3   | 20.1   | 5.0        | 2.8        | 0.9      | 11.4      |        |       |        |        |         |

| EST   | PH  | Cond.<br>uS/cm | CO3=  | HCO3= | Cl=   | SO4=  | SUMA A | SUMA B | Ca++  | Mg++  | K+    | Na+   | As  | B    | Cu  | Fe  | NO3 |
|-------|-----|----------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-----|------|-----|-----|-----|
|       |     |                | seq/l | seq/l | seq/l | seq/l |        |        | seq/l | seq/l | seq/l | seq/l | ppm | ppm  | ppm | ppm | ppm |
| 11.70 | 7.5 | 1150           | 0.0   | 0.6   | 4.8   | 6.4   | 11.8   | 11.3   | 2.9   | 3.2   | 0.2   | 5.0   |     |      |     |     |     |
| 11.70 | 7.5 | 1780           | 0.0   | 1.4   | 9.9   | 5.3   | 16.6   | 16.5   | 3.1   | 2.8   | 0.8   | 9.8   |     | 2.6  |     |     |     |
| 11.70 | 7.3 | 1850           | 0.0   | 1.4   | 11.0  | 5.7   | 18.1   | 18.3   | 2.9   | 3.1   | 1.0   | 11.4  |     | 9.2  |     |     |     |
| 11.70 | 7.2 | 1930           | 0.0   | 1.5   | 11.1  | 6.5   | 18.8   | 19.1   | 3.1   | 3.0   | 0.8   | 12.3  |     | 24.0 |     |     |     |
| 11.70 | 7.3 | 1950           | 0.0   | 1.5   | 10.2  | 6.6   | 18.2   | 18.3   | 3.5   | 3.6   | 0.7   | 10.4  |     | 4.4  |     |     |     |
| 11.70 | 7.2 | 2050           | 0.0   | 1.5   | 9.7   | 7.0   | 18.2   | 18.5   | 3.4   | 3.1   | 0.9   | 11.1  |     | 9.2  |     |     |     |
| 11.70 | 7.1 | 2030           | 0.0   | 1.6   | 11.0  | 6.0   | 18.5   | 18.9   | 4.5   | 2.8   | 0.7   | 10.9  |     | 8.8  |     |     |     |
| 11.70 | 7.8 | 1820           | 0.0   | 1.7   | 9.2   | 6.2   | 17.1   | 18.0   | 3.9   | 3.0   | 0.6   | 10.5  |     | 11.0 |     |     |     |
| 11.70 | 7.7 | 1910           | 0.0   | 2.1   | 9.9   | 6.2   | 18.1   | 18.9   | 4.4   | 3.4   | 0.6   | 10.5  |     | 6.8  |     |     |     |
| 11.70 | 7.4 | 1890           | 0.0   | 1.3   | 10.2  | 6.6   | 18.3   | 19.3   | 4.2   | 3.2   | 0.6   | 11.2  |     | 11.0 |     |     |     |
| 11.70 | 7.1 | 1770           | 0.0   | 1.4   | 9.8   | 6.3   | 17.4   | 18.0   | 3.8   | 3.1   | 0.6   | 10.5  |     | 7.0  |     |     |     |
| 11.70 | 7.4 | 1800           | 0.0   | 1.2   | 10.2  | 6.0   | 18.2   | 18.5   | 4.2   | 3.1   | 0.6   | 10.5  |     | 13.0 |     |     |     |
| 11.70 | 7.2 | 1920           | 0.0   | 1.5   | 10.5  | 6.9   | 18.9   | 18.9   | 4.2   | 3.3   | 0.7   | 10.8  |     | 9.0  |     |     |     |
| 11.70 | 7.4 | 1880           | 0.0   | 0.7   | 10.9  | 7.7   | 19.2   | 19.7   | 4.7   | 3.1   | 0.7   | 11.2  |     | 15.0 |     |     |     |
| 11.70 | 6.9 | 1900           | 0.0   | 0.7   | 9.9   | 6.9   | 17.5   | 18.3   | 4.2   | 3.0   | 0.6   | 10.5  |     | 17.0 |     |     |     |
| 11.70 | 7.4 | 1800           | 0.0   | 1.0   | 10.0  | 6.6   | 17.6   | 18.3   | 4.1   | 3.1   | 0.6   | 10.5  |     | 9.0  |     |     |     |
| 11.70 | 7.6 | 1910           | 0.0   | 1.0   | 10.4  | 7.0   | 18.4   | 18.1   | 4.4   | 3.3   | 0.6   | 9.8   |     | 11.0 |     |     |     |
| 11.70 | 7.9 | 2510           | 0.0   | 2.3   | 16.3  | 6.1   | 24.7   | 23.2   | 3.3   | 2.3   | 1.2   | 16.4  |     | 17.0 |     |     |     |
| 11.70 | 7.5 | 1880           | 0.0   | 1.2   | 10.3  | 6.2   | 17.6   | 18.9   | 4.4   | 3.1   | 0.6   | 10.8  |     | 19.0 |     |     |     |
| 11.70 | 7.0 | 1760           | 0.0   | 1.3   | 9.7   | 6.4   | 17.4   | 18.2   | 4.1   | 3.0   | 0.6   | 10.5  |     | 11.0 |     |     |     |
| 11.70 | 7.8 | 1850           | 0.0   | 1.6   | 9.3   | 6.2   | 17.1   | 17.4   | 3.9   | 3.1   | 0.6   | 9.8   |     | 16.0 |     |     |     |
| 11.70 | 7.6 | 1820           | 0.0   | 1.3   | 10.5  | 6.6   | 18.4   | 18.7   | 4.0   | 3.5   | 0.7   | 10.5  |     | 22.0 |     |     |     |
| 11.70 | 7.1 | 1700           | 0.0   | 1.2   | 9.2   | 6.2   | 16.6   | 16.9   | 3.9   | 2.9   | 0.6   | 9.5   |     | 17.0 |     |     |     |
| 11.70 | 6.1 | 1650           | 0.0   | 0.1   | 8.6   | 6.9   | 15.5   | 15.9   | 3.7   | 2.7   | 0.6   | 8.9   |     |      |     |     |     |
| 11.70 | 6.1 | 1730           | 0.0   | 0.2   | 9.9   | 6.4   | 16.5   | 17.1   | 3.7   | 2.5   | 0.7   | 10.2  |     |      |     |     |     |
| 11.71 | 7.3 | 2900           | 0.0   | 0.8   | 14.0  | 12.4  | 27.1   | 27.1   | 6.4   | 6.1   | 1.2   | 15.5  |     | 13.0 |     |     |     |
| 11.71 | 7.4 | 2980           | 0.0   | 1.3   | 14.7  | 11.5  | 27.5   | 27.3   | 6.7   | 6.4   | 1.3   | 15.0  |     | 38.0 |     |     |     |
| 11.71 | 7.6 | 1690           |       |       |       |       | 0.0    | 0.0    |       |       |       |       |     |      |     |     |     |
| 11.71 | 7.1 | 1650           |       |       |       |       | 0.0    | 0.0    |       |       |       |       |     |      |     |     |     |
| 11.71 | 7.5 | 1670           |       |       |       |       | 0.0    | 0.0    |       |       |       |       |     |      |     |     |     |
| 11.71 | 7.0 | 1720           |       |       |       |       | 0.0    | 0.0    |       |       |       |       |     |      |     |     |     |
| 11.71 | 7.9 | 1690           |       |       |       |       | 0.0    | 0.0    |       |       |       |       |     |      |     |     |     |
| 11.71 | 7.6 | 1640           |       |       |       |       | 0.0    | 0.0    |       |       |       |       |     |      |     |     |     |
| 11.71 | 7.9 | 1853           | 1.0   | 2.1   | 8.1   | 5.2   | 16.4   | 21.1   | 4.8   | 3.4   | 0.9   | 12.0  |     | 15.0 |     |     |     |
| 11.72 | 6.6 | 1096           | 0.0   | 0.5   | 4.7   | 6.3   | 11.5   | 11.4   | 4.3   | 2.2   | 0.6   | 4.4   |     | 5.8  |     |     |     |
| 11.72 | 7.0 | 1334           | 0.0   | 0.7   | 4.5   | 7.6   | 12.8   | 13.3   | 5.0   | 2.3   | 0.7   | 5.4   |     | 4.8  |     |     |     |
| 11.72 | 6.4 | 1384           | 0.0   | 0.4   | 6.1   | 6.5   | 13.0   | 12.9   | 3.9   | 2.3   | 0.7   | 5.9   |     | 5.5  |     |     |     |
| 11.72 | 5.6 | 1326           | 0.0   | 0.1   | 6.4   | 5.4   | 11.9   | 12.7   | 3.7   | 2.5   | 0.5   | 6.0   |     | 3.5  |     |     |     |
| 11.72 | 7.4 | 1491           | 0.0   | 1.2   | 7.5   | 5.5   | 14.1   | 13.4   | 4.1   | 2.3   | 0.5   | 6.8   |     | 4.0  |     |     |     |
| 11.72 | 6.3 | 1768           | 0.0   | 1.2   | 8.5   | 4.7   | 14.4   | 13.9   | 3.9   | 2.6   | 0.6   | 8.8   |     | 8.6  |     |     |     |
| 11.72 | 7.4 | 2441           | 0.0   | 1.4   | 9.2   | 5.1   | 15.7   | 16.0   | 4.1   | 2.5   | 0.5   | 8.8   |     | 6.7  |     |     |     |
| 11.74 | 6.4 | 1956           | 0.0   | 0.1   | 10.1  | 7.8   | 18.0   | 17.9   | 4.7   | 3.4   | 1.0   | 8.8   | 0.0 | 11.0 | 0.0 |     |     |
| 11.74 | 5.8 | 2027           | 0.0   | 0.2   | 9.9   | 8.8   | 18.9   | 19.9   | 5.2   | 3.3   | 0.5   | 10.9  | 0.0 | 12.0 | 0.3 |     |     |
| 11.74 | 7.0 | 1777           | 0.0   | 0.9   | 9.2   | 6.0   | 16.0   | 16.0   | 4.8   | 3.1   | 0.6   | 9.5   | 0.2 | 14.0 | 0.1 |     |     |
| 11.74 | 7.7 | 1739           | 0.0   | 1.4   | 9.6   | 4.4   | 15.3   | 17.7   | 4.7   | 3.3   | 0.7   | 9.0   | 0.3 | 11.5 | 0.0 |     |     |
| 11.74 | 7.4 | 1987           | 0.0   | 1.2   | 9.8   | 5.4   | 16.4   | 17.1   | 4.8   | 3.1   | 0.8   | 8.4   | 0.3 | 11.5 | 0.0 |     |     |
| 11.75 | 6.5 | 1923           | 0.0   | 0.2   | 9.5   | 8.7   | 18.3   | 15.9   | 4.8   | 3.4   | 0.7   | 7.1   | 0.3 | 24.0 | 0.1 | 4.7 | 0.4 |
| 11.75 | 6.1 | 2130           | 0.0   | 0.0   | 10.8  | 9.7   | 20.5   | 17.7   | 5.2   | 3.6   | 0.7   | 8.2   | 0.5 | 14.9 |     | 7.5 | 0.8 |
| 11.75 | 7.2 | 2303           | 0.0   | 0.9   | 8.7   | 7.7   | 17.2   | 17.5   | 4.7   | 4.0   | 0.8   | 8.0   | 0.4 | 5.7  | 0.0 | 7.7 | 0.1 |
| 11.75 | 5.5 | 2892           | 0.0   | 0.2   | 13.1  | 11.1  | 24.4   | 25.3   | 6.1   | 6.2   | 1.0   | 12.1  | 0.4 | 6.2  | 0.0 | 5.4 | 2.9 |
| 11.75 | 6.5 | 1176           | 0.0   | 0.9   | 3.0   | 4.6   | 10.4   | 10.7   | 3.3   | 2.1   | 0.5   | 4.8   | 0.3 |      |     |     |     |

| EDA   | PH  | Cond.<br>uS/cm | CO3=<br>meq/l | HCO3=<br>meq/l | Cl=<br>meq/l | SO4=<br>meq/l | SUMA A | SUMA C | Ca++<br>meq/l | Mg++<br>meq/l | K+<br>meq/l | Na+<br>meq/l | As<br>ppm | B<br>ppm | Cu<br>ppm | Fe<br>ppm | NO3<br>ppm |
|-------|-----|----------------|---------------|----------------|--------------|---------------|--------|--------|---------------|---------------|-------------|--------------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| 11.76 | 6.3 | 1156           | 0.0           | 0.7            | 4.4          | 5.0           | 10.1   | 10.2   | 3.4           | 2.1           | 0.4         | 4.2          | 0.3       |          |           |           |            |
| 11.76 | 4.5 | 1800           | 0.0           | 0.3            | 8.6          | 6.7           | 15.6   | 16.7   | 4.6           | 3.3           | 0.8         | 8.0          | 0.0       |          |           |           |            |
| 11.76 | 4.7 | 1863           | 0.0           | 0.3            | 9.4          | 6.3           | 16.0   | 18.1   | 4.9           | 3.5           | 0.8         | 8.9          | 0.0       |          |           |           |            |
| 11.76 | 5.9 | 1619           | 0.0           | 0.2            | 8.3          | 6.4           | 14.9   | 15.9   | 4.5           | 2.9           | 0.7         | 7.8          | 0.3       |          |           |           |            |
| 11.76 | 7.2 | 1800           |               |                |              |               | 0.0    | 0.0    |               |               |             |              | 0.1       | 1.9      |           | 1.4       |            |
| 11.76 | 5.0 | 1773           |               |                |              |               | 0.0    | 0.0    |               |               |             |              |           |          |           |           |            |
| 11.76 | 7.5 |                |               |                |              |               | 0.0    | 0.0    |               |               |             |              |           |          |           |           |            |
| 11.76 | 6.7 | 1919           | 0.0           | 0.3            | 9.6          | 7.9           | 17.8   | 16.9   | 4.7           | 3.5           | 0.7         | 8.0          | 0.4       | 3.6      |           |           |            |
| 11.76 | 6.9 | 1458           |               |                |              |               | 0.0    | 0.0    |               |               |             |              | 0.5       | 12.0     | 0.2       | 4.1       | 1.1        |
| 11.76 | 6.6 | 1992           |               |                |              |               | 0.0    | 0.0    |               |               |             |              |           |          |           |           | 0.1        |
| 11.77 | 7.3 | 1488           |               |                |              |               | 0.0    | 0.0    |               |               |             |              |           |          |           |           | 0.1        |
| 11.77 | 6.1 | 675            |               |                |              |               | 0.0    | 0.0    |               |               |             |              | 0.0       | 10.4     | 0.0       | 1.5       |            |
| 11.77 | 7.2 | 672            |               |                |              |               | 0.0    | 0.0    |               |               |             |              | 0.4       | 5.1      | 0.0       | 2.3       |            |
| 11.77 | 7.6 | 721            |               |                |              |               | 0.0    | 0.0    |               |               |             |              | 0.7       | 11.1     | 0.1       | 3.0       |            |
| 11.77 | 6.7 | 608            | 0.0           | 1.0            | 2.6          | 2.5           | 6.1    | 6.6    | 2.4           | 1.4           | 0.3         | 2.5          | 0.2       | 6.0      | 0.0       | 6.7       |            |
| 11.77 | 6.4 | 907            | 0.0           | 0.6            | 4.6          | 4.6           | 9.8    | 9.7    | 2.9           | 2.3           | 0.4         | 4.1          | 0.4       | 4.0      |           |           |            |
| 11.77 | 4.5 | 2298           | 0.0           | 0.2            | 8.4          | 4.4           | 12.9   | 14.2   | 3.1           | 2.8           | 0.7         | 7.6          | 0.1       | 7.5      |           |           |            |
| 11.77 | 6.6 | 1610           | 0.0           | 0.5            | 8.1          | 6.5           | 15.0   | 15.6   | 3.7           | 3.6           | 0.6         | 7.7          | 0.2       | 15.5     | 0.1       | 3.9       | 0.1        |
| 11.77 | 6.4 | 1649           | 0.0           | 0.5            | 9.1          | 5.6           | 15.2   | 16.3   | 3.7           | 3.6           | 0.6         | 7.7          | 0.1       | 15.1     | 0.1       | 2.5       | 0.1        |
| 11.77 | 6.1 | 1798           | 0.0           | 0.2            | 10.0         | 7.0           | 17.2   | 16.4   | 3.0           | 3.1           | 0.7         | 7.5          | 0.3       | 16.4     | 0.0       | 3.9       | 0.1        |
| 11.77 | 6.6 | 1867           | 0.0           | 0.7            | 9.8          | 7.0           | 17.5   | 18.1   | 3.6           | 2.6           | 0.8         | 9.4          | 0.2       | 5.9      | 0.1       | 8.5       | 0.1        |
| 11.78 | 4.6 | 1954           | 0.0           | 0.0            | 9.9          | 8.6           | 18.5   | 18.2   | 5.2           | 3.0           | 0.7         | 9.2          | 0.3       | 20.7     | 0.0       | 3.9       | 0.1        |
| 11.78 | 5.9 | 1141           | 0.0           | 0.2            | 4.7          | 7.5           | 12.3   | 10.9   | 5.2           | 3.2           | 0.7         | 9.2          | 0.3       | 26.7     | 0.1       | 7.7       | 0.1        |
| 11.78 | 5.6 | 998            | 0.0           | 0.1            | 4.4          | 4.0           | 9.3    | 9.7    | 4.0           | 1.8           | 0.4         | 4.8          | 0.6       | 5.7      | 0.0       | 60.8      | 2.0        |
| 11.78 | 4.4 | 2064           | 0.0           | 0.0            | 11.2         | 8.4           | 19.6   | 19.4   | 3.1           | 1.6           | 0.4         | 4.7          | 0.4       | 7.4      | 0.5       | 41.2      | 2.3        |
| 11.78 | 6.8 | 1453           | 0.0           | 0.2            | 7.8          | 5.8           | 13.8   | 14.4   | 5.8           | 3.2           | 0.8         | 9.7          | 0.4       | 15.5     | 0.0       | 4.5       | 0.1        |
| 11.85 | 8.2 | 1967           | 0.0           | 1.8            | 10.6         | 6.7           | 19.2   | 19.0   | 1.2           | 4.5           | 1.4         | 7.3          | 0.2       | 11.0     | 0.0       |           |            |
| 11.85 | 7.7 | 1668           | 0.0           | 1.7            | 9.1          | 5.9           | 16.7   | 16.9   | 5.2           | 1.8           | 1.1         | 11.0         | 0.3       | 10.7     | 0.0       | 1.4       |            |
| 11.85 | 7.6 | 2200           | 0.0           | 2.0            | 12.0         | 7.0           | 20.9   | 20.9   | 5.4           | 2.0           | 0.4         | 9.1          | 0.3       | 10.9     |           |           |            |
| 11.86 | 6.7 | 810            | 0.0           | 0.5            | 3.4          | 3.5           | 7.4    | 7.6    | 5.4           | 2.8           | 1.2         | 11.5         | 0.4       | 10.3     | 0.0       | 2.4       |            |
| 11.86 | 5.1 | 1100           | 0.0           | 0.1            | 6.4          | 5.8           | 12.3   | 12.5   | 2.3           | 1.3           | 0.4         | 3.6          | 0.2       | 5.1      |           |           |            |
| 11.86 | 7.3 | 1480           | 0.0           | 1.5            | 8.9          | 6.0           | 16.5   | 16.8   | 3.6           | 2.2           | 0.7         | 6.0          | 0.3       | 9.2      |           |           | 2.3        |
| 11.86 | 8.2 | 1800           | 0.0           | 1.9            | 10.7         | 5.7           | 18.3   | 18.6   | 4.5           | 2.1           | 0.9         | 9.4          | 0.3       | 8.9      | 0.0       | 2.7       |            |
| 11.87 | 7.8 | 1290           | 0.0           | 0.9            | 5.9          | 5.7           | 17.5   | 12.9   | 4.8           | 2.4           | 1.1         | 10.3         | 0.3       | 14.5     | 0.0       | 1.2       |            |
| 11.87 |     |                |               |                |              |               |        |        | 4.5           | 2.0           | 0.6         | 5.8          | 0.5       | 6.4      | 0.2       | 3.6       | 0.4        |

12-Apr-92  
08:44 AM

CUADRO No A 7

AZUFRE EN HUMAPALCA

CONCENTRACION DE ION SULFATO (mg/l)

| AÑO   | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | Qa |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| 61/62 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 62/63 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 63/64 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 64/65 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 65/66 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 66/67 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 67/68 |      |      |      |      |      |      |      |      | 68.6 | 13.8 | 18.3 | 22.2 |    |
| 68/69 | 16.2 |      |      |      |      | 58.0 |      |      |      | 73.5 |      | 15.8 |    |
| 69/70 |      | 27.0 | 48.0 | 15.1 |      | 36.0 | 54.0 | 53.0 | 61.5 | 82.0 |      | 43.5 |    |
| 70/71 | 37.7 | 23.3 | 27.3 |      |      | 32.8 | 42.3 | 47.3 | 43.0 |      | 27.8 | 30.5 |    |
| 71/72 |      |      |      |      | 45.0 |      | 32.6 | 50.2 | 54.0 |      |      |      |    |
| 72/73 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 73/74 |      |      |      |      | 62.0 |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 74/75 |      |      |      |      | 35.4 |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 75/76 |      | 68.0 |      |      |      | 50.2 |      |      |      |      |      |      |    |
| 76/77 | 75.2 |      |      |      |      | 54.8 |      |      |      |      | 62.0 |      |    |
| 77/78 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 78/79 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 79/80 |      |      |      |      |      |      |      |      | 55.2 |      |      |      |    |
| 80/81 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 81/82 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 82/83 |      |      |      |      | 16.0 |      |      |      |      |      | 32.7 |      |    |
| 83/84 | 29.4 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 84/85 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 85/86 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 86/87 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 87/88 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| PRON. | 39.6 | 39.4 | 37.7 | 15.1 | 39.6 | 48.4 | 43.0 | 50.1 | 56.5 | 56.4 | 35.2 | 28.5 |    |
| STD   | 21.9 | 20.3 | 10.3 | 0.0  | 14.4 | 11.6 | 8.8  | 2.3  | 8.3  | 30.4 | 14.3 | 11.1 |    |

92-Abr-92

09:04 AM

## CUADRO No A 8

## CARACARANI EN HUMAPALCA

## CONCENTRACION DE ION SULFATO (mg/l)

| AÑO   | NOV | DIC | ENE  | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | Qa |
|-------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 61/62 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 62/63 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 63/64 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 64/65 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 65/66 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 66/67 |     |     |      |     |     |     | 6.0 |     |     |     |     |     |    |
| 67/68 |     |     |      |     |     |     |     |     | 4.5 | 3.3 | 4.0 | 4.5 |    |
| 68/69 | 6.0 | 4.3 |      |     |     | 4.7 |     |     |     | 5.6 | 5.5 | 4.6 |    |
| 69/70 |     | 7.2 | 8.1  | 7.1 |     | 4.6 | 6.2 | 6.5 |     | 6.1 |     |     |    |
| 70/71 |     |     | 9.3  |     |     | 7.3 | 6.4 | 6.8 | 5.9 |     | 8.4 | 6.3 |    |
| 71/72 |     |     | 17.6 |     |     | 8.8 | 4.6 | 4.6 |     |     |     | 6.6 |    |
| 72/73 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 73/74 |     |     |      |     |     | 5.7 |     |     |     |     |     |     |    |
| 74/75 | 4.7 |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 75/76 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 76/77 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 77/78 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 78/79 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 79/80 |     |     |      |     |     |     |     |     | 6.4 |     |     |     |    |
| 80/81 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 81/82 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 82/83 |     |     |      |     |     | 6.5 |     |     |     |     | 5.4 |     |    |
| 83/84 | 4.9 |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 84/85 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 85/86 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 86/87 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 87/88 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| PROM. | 5.2 | 5.8 | 11.7 | 7.1 | 7.0 | 5.5 | 5.8 | 6.0 | 5.7 | 5.1 | 5.8 | 5.5 |    |
| STD   | 0.6 | 1.4 | 4.2  | 0.0 | 1.3 | 1.2 | 0.7 | 1.0 | 0.9 | 1.1 | 1.6 | 1.0 |    |

12-Apr-92  
09:01 AM

CUADRO No A 9

CARACARANI EN ALCERRECA

CONCENTRACION DE ION SULFATO (mg/l)

| AÑO   | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR | ABR  | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | Qa |
|-------|------|------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 61/62 | 12.2 |      | 7.7  |      |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 62/63 |      |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 63/64 |      |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 64/65 |      |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 65/66 |      |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 66/67 |      |      |      |      |     |      | 7.6 | 7.9 |     |     |     |     |    |
| 67/68 |      |      |      |      |     |      |     |     | 3.6 | 5.3 | 4.0 | 4.3 |    |
| 68/69 | 4.1  | 3.1  | 3.0  | 15.6 | 4.5 | 4.5  |     |     | 5.5 | 8.5 | 6.7 | 3.5 |    |
| 69/70 | 3.2  | 3.6  | 3.8  | 5.3  |     | 3.9  |     | 6.2 | 8.0 |     |     |     |    |
| 70/71 |      |      | 13.6 |      |     |      | 5.2 |     | 9.4 |     |     |     |    |
| 71/72 |      |      |      |      | 6.5 |      | 7.3 | 6.4 |     |     |     |     |    |
| 72/73 |      |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 73/74 |      |      |      |      | 8.1 |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 74/75 | 5.2  |      |      |      | 6.6 |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 75/76 |      | 13.3 |      |      |     | 10.5 | 9.5 |     |     |     |     |     |    |
| 76/77 | 7.7  |      |      |      |     | 7.1  |     |     |     |     |     |     |    |
| 77/78 |      | 6.3  |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 78/79 |      |      |      |      |     |      |     | 6.9 |     |     |     |     |    |
| 79/80 |      |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 80/81 |      |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     | 6.4 |    |
| 81/82 |      |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 82/83 |      |      |      |      | 4.4 |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 83/84 | 4.7  |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     | 5.4 |    |
| 84/85 |      |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 85/86 |      |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 86/87 |      |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 87/88 |      |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| FROM. | 6.2  | 6.6  | 7.0  | 10.5 | 6.0 | 6.5  | 7.4 | 8.9 | 6.6 | 6.9 | 6.1 | 3.9 |    |
| STD   | 3.0  | 4.1  | 4.2  | 5.2  | 1.4 | 2.6  | 1.5 | 0.7 | 2.2 | 1.6 | 1.1 | 0.4 |    |

12-Abr-92  
09:05 AM

CUADRO N<sup>o</sup> A 10

COLPITAS EN ALCERRECA

CONCENTRACION DE ION SULFATO (mg/l)

| AÑO   | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | Qa |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 61/62 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 62/63 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 63/64 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 64/65 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 65/66 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 66/67 |     |     |     |     |     |     | 3.9 | 4.2 |     |     |     |     |    |
| 67/68 |     |     |     |     |     |     |     |     | 1.5 | 5.3 | 3.8 | 4.2 |    |
| 68/69 | 4.6 | 4.0 | 3.7 | 3.6 |     | 4.9 |     |     | 4.3 | 4.4 | 4.6 | 3.5 |    |
| 69/70 | 3.8 | 3.7 | 6.3 | 3.8 |     | 4.6 | 5.4 | 6.5 | 6.4 | 6.0 | 5.7 | 5.3 |    |
| 70/71 | 6.0 | 6.6 |     |     |     |     | 5.8 | 4.1 | 5.5 |     | 7.0 |     |    |
| 71/72 |     |     |     |     | 2.5 |     | 3.9 | 3.8 |     |     |     |     |    |
| 72/73 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 73/74 |     |     |     |     | 3.2 |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 74/75 | 4.6 |     |     |     | 2.9 |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 75/76 |     | 4.8 |     |     | 3.2 | 3.2 | 3.9 |     |     |     |     |     |    |
| 76/77 | 3.7 |     |     |     |     | 3.2 |     |     |     |     | 4.9 |     |    |
| 77/78 |     | 5.0 |     |     |     |     |     | 6.2 |     |     |     |     |    |
| 78/79 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 79/80 |     |     |     |     |     |     |     |     | 4.7 |     |     |     |    |
| 80/81 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 81/82 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 82/83 |     |     |     |     | 8.7 |     |     |     |     |     | 4.3 |     |    |
| 83/84 | 4.8 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 84/85 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 85/86 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 86/87 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 87/88 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| PRM.  | 4.6 | 4.8 | 5.0 | 3.7 | 4.1 | 4.0 | 4.6 | 5.0 | 4.9 | 5.2 | 5.1 | 4.3 |    |
| STD   | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 0.1 | 2.3 | 0.8 | 0.8 | 1.1 | 1.0 | 0.7 | 1.0 | 0.7 |    |

02-Abr-92  
09:09 AM

CUADRO No A 11

LLUTA EN ALCERRECA

CONCENTRACION DE ION SULFATO (mg/l)

| AÑO   | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | D <sub>a</sub> |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
| 61/62 | 8.5 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 62/63 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 63/64 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 64/65 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 65/66 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 66/67 |     |     |     |     |     |     | 5.6 | 6.0 |     |     |     |     |                |
| 67/68 |     |     |     |     |     |     |     |     | 3.6 | 4.5 | 4.0 | 3.8 |                |
| 68/69 | 4.2 | 4.3 | 5.0 | 4.9 |     | 4.5 |     |     | 4.9 | 6.6 | 5.8 | 3.6 |                |
| 69/70 | 3.3 | 3.9 | 6.3 | 5.4 |     | 3.9 | 5.6 | 9.4 | 6.1 |     |     |     |                |
| 70/71 |     |     |     |     |     | 7.2 | 8.1 |     | 7.5 |     | 7.0 |     |                |
| 71/72 |     |     |     |     | 4.5 |     | 5.4 | 4.0 |     |     |     |     |                |
| 72/73 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 73/74 |     |     |     |     | 6.5 |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 74/75 | 5.0 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 75/76 |     | 9.2 |     |     |     | 8.0 | 8.5 |     |     |     |     |     |                |
| 76/77 | 5.8 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 77/78 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 78/79 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 79/80 |     |     |     |     |     |     |     |     | 5.8 | 3.9 |     |     |                |
| 80/81 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 81/82 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 82/83 |     |     |     |     | 7.7 |     |     |     |     |     | 5.3 |     |                |
| 83/84 | 4.5 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 84/85 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 85/86 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 86/87 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 87/88 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| PROM. | 5.2 | 5.8 | 5.7 | 5.2 | 6.2 | 5.8 | 6.6 | 6.7 | 5.6 | 5.0 | 5.5 | 3.7 |                |
| STD   | 1.7 | 2.4 | 0.6 | 0.3 | 1.3 | 1.9 | 1.4 | 1.9 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 0.1 |                |

U2-Apr-92  
09:13 AM

CUADRO No. A 12

LLUTA EN TOCONTASI

CONCENTRACION DE ION SULFATO (mg/l)

|       | AG  | NOV | DIC  | ENE  | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | Da |
|-------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 61/62 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 62/63 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 63/64 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 64/65 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 65/66 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 66/67 |     |     |      |      |     |     | 7.9 |     |     |     |     |     |     |    |
| 67/68 |     |     |      |      |     |     |     |     |     | 5.3 |     | 2.2 | 2.3 |    |
| 68/69 | 4.8 |     |      | 4.1  | 8.1 | 8.3 | 6.1 |     |     |     |     |     |     |    |
| 69/70 |     |     |      |      |     |     |     |     | 6.5 |     |     | 6.7 | 6.4 |    |
| 70/71 | 6.2 |     | 6.5  | 12.0 |     |     |     |     |     |     |     | 5.2 |     |    |
| 71/72 |     |     |      |      | 6.3 | 6.5 | 5.5 | 4.9 |     |     |     |     |     |    |
| 72/73 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 73/74 |     |     |      |      |     | 7.8 |     |     | 8.8 | 6.0 |     | 4.9 |     |    |
| 74/75 |     |     |      |      |     |     |     |     | 8.7 |     |     | 9.7 |     |    |
| 75/76 | 7.7 |     | 11.1 | 4.6  | 5.0 |     | 6.7 | 6.3 | 6.4 |     |     | 7.9 |     |    |
| 76/77 |     |     |      |      |     | 3.6 | 5.4 |     |     |     |     | 5.6 |     |    |
| 77/78 |     |     | 7.0  | 8.0  | 4.8 |     | 6.4 |     | 5.8 |     |     |     |     |    |
| 78/79 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 79/80 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 80/81 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 81/82 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 82/83 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 83/84 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 84/85 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 85/86 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 86/87 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 87/88 |     |     |      |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| FROM. | 6.2 | 6.2 | 7.2  | 6.1  | 6.6 | 6.7 | 5.6 | 7.2 | 5.7 | ERR | 6.0 | 4.4 |     |    |
| STD   | 1.2 | 2.1 | 3.2  | 1.3  | 1.8 | 1.1 | 0.7 | 1.3 | 0.3 | ERR | 2.2 | 2.1 |     |    |

12-Abr-92  
08:44 AM

CUADRO No. A 13

AZUFRE EN MUMAPALCA

CONCENTRACION DE ION CLORURO (mg/l)

| AÑO   | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | D <sub>2</sub> |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| 82/83 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 83/84 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 84/85 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 85/86 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 86/87 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 87/88 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 88/89 |      |      |      |      |      |      |      |      | 66.0 |      |      |      |                |
| 89/90 |      | 19.7 | 29.7 | 22.0 |      | 26.8 | 37.5 | 37.0 | 43.2 | 52.0 |      | 22.3 |                |
| 90/91 | 26.8 | 27.7 | 20.8 |      |      | 20.0 | 24.9 | 29.3 | 28.8 | 52.7 |      | 27.9 |                |
| 91/92 |      |      |      |      | 24.3 |      | 24.9 | 37.2 | 45.6 |      | 23.8 | 26.0 |                |
| 92/93 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 93/94 |      |      |      |      | 41.0 |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 94/95 |      |      |      |      | 24.5 |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 95/96 |      | 43.8 |      |      |      | 44.8 |      |      |      |      |      |      |                |
| 96/97 | 43.9 |      |      |      |      | 37.3 |      |      |      |      | 39.4 |      |                |
| 97/98 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 98/99 |      |      |      |      |      |      |      |      | 45.7 |      |      |      |                |
| 99/00 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 00/01 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 01/02 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 02/03 |      |      |      |      | 36.9 |      |      |      |      |      | 30.7 |      |                |
| 03/04 | 21.8 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 04/05 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 05/06 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 06/07 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 07/08 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| PROM. | 30.8 | 30.4 | 29.3 | 22.0 | 31.7 | 32.3 | 29.1 | 34.5 | 45.9 | 52.4 | 31.3 | 25.4 |                |
| STO   | 9.5  | 10.0 | 0.4  | 0.0  | 7.4  | 9.6  | 5.9  | 3.7  | 11.9 | 0.3  | 6.4  | 2.3  |                |

02-Abr-92  
09:04 AM

CUADRO Ng A 14

CARACARANI EN HUNAPALEA

CONCENTRACION DE ION CLORURO (mg/l)

| AÑO   | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | D <sub>a</sub> |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
| 61/62 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 62/63 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 63/64 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 64/65 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 65/66 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 66/67 |     |     |     |     |     |     | 4.6 |     |     |     |     |     |                |
| 67/68 |     |     |     |     |     |     |     |     | 4.0 |     |     |     |                |
| 68/69 |     |     |     |     | 5.0 | 4.5 | 4.5 |     | 4.5 | 4.5 | 5.0 | 4.7 |                |
| 69/70 |     | 7.7 | 7.7 | 4.9 |     | 4.6 | 5.2 | 4.4 |     | 4.4 |     |     |                |
| 70/71 |     |     | 5.9 |     |     | 3.2 | 4.8 | 4.8 | 4.2 |     | 5.8 | 5.1 |                |
| 71/72 |     |     | 7.9 |     | 7.1 |     | 4.5 | 4.5 |     |     |     | 5.1 |                |
| 72/73 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 73/74 |     |     |     |     | 4.0 |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 74/75 | 4.9 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 75/76 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 76/77 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 77/78 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 78/79 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 79/80 |     |     |     |     |     |     |     |     | 4.8 |     |     |     |                |
| 80/81 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 81/82 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 82/83 |     |     |     |     | 5.7 |     |     |     |     |     | 5.4 |     |                |
| 83/84 | 4.8 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 84/85 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 85/86 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 86/87 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 87/88 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| PROM. | 4.9 | 7.7 | 7.2 | 4.9 | 5.5 | 4.6 | 4.7 | 4.6 | 4.4 | 4.5 | 5.4 | 5.0 |                |
| STD   | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 1.1 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.3 | 0.2 |                |

02-Abr-92  
09:01 AM

CUADRO Hg-A 15

CARACARANI EN ALCERRECA

CONCENTRACION DE ION CLORURO (ppm/l)

| AÑO   | NOV  | DIC | ENE  | FEB | MAR | ABR  | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | Qa |
|-------|------|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 61/62 | 10.9 |     | 6.5  |     |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 62/63 |      |     |      |     |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 63/64 |      |     |      |     |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 64/65 |      |     |      |     |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 65/66 |      |     |      |     |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 66/67 |      |     |      |     |     |      | 6.6 | 7.4 |     |     |     |     |    |
| 67/68 |      |     |      |     |     |      |     |     | 5.5 |     |     |     |    |
| 68/69 |      | 4.6 | 5.5  | 9.2 | 4.1 | 5.6  | 4.8 |     | 5.4 | 6.2 | 6.2 | 4.9 |    |
| 69/70 | 4.8  | 6.0 | 16.9 | 5.9 |     | 5.0  |     | 5.5 | 6.9 |     |     |     |    |
| 70/71 |      |     | 7.6  |     |     |      | 4.7 |     | 6.3 |     | 4.8 |     |    |
| 71/72 |      |     |      |     | 6.1 |      | 4.7 | 6.1 |     |     |     |     |    |
| 72/73 |      |     |      |     |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 73/74 |      |     |      |     | 6.0 |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 74/75 | 5.7  |     |      |     | 4.4 |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 75/76 |      | 8.5 |      |     |     | 18.4 | 6.3 |     |     |     |     |     |    |
| 76/77 | 6.5  |     |      |     |     | 5.5  |     |     |     |     | 5.3 |     |    |
| 77/78 |      | 5.5 |      |     |     |      |     | 5.2 |     |     |     |     |    |
| 78/79 |      |     |      |     |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 79/80 |      |     |      |     |     |      |     |     | 4.9 |     |     |     |    |
| 80/81 |      |     |      |     |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 81/82 |      |     |      |     |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 82/83 |      |     |      |     | 3.5 |      |     |     |     |     | 5.3 |     |    |
| 83/84 | 4.8  |     |      |     |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 84/85 |      |     |      |     |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 85/86 |      |     |      |     |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 86/87 |      |     |      |     |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| 87/88 |      |     |      |     |     |      |     |     |     |     |     |     |    |
| FRON. | 6.5  | 6.2 | 9.1  | 7.6 | 4.8 | 8.6  | 5.4 | 6.1 | 5.8 | 6.2 | 5.4 | 4.9 |    |
| STD   | 2.3  | 1.4 | 4.5  | 1.6 | 1.0 | 5.6  | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.0 | 0.5 | 0.0 |    |

02-Apr-92  
09:05 AM

CUADRO No A 16

COLPITAS EN ALGERRECA

CONCENTRACION DE ION CLORURO (mg/l)

| AÑO   | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | Ca |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| 61/62 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 62/63 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 63/64 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 64/65 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 65/66 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 66/67 |      |      |      |      |      |      | 16.3 | 17.7 |      |      |      |      |    |
| 67/68 |      |      |      |      |      |      |      |      | 14.6 |      |      |      |    |
| 68/69 |      | 12.1 | 42.6 | 19.4 | 16.0 | 15.8 | 17.3 |      | 16.1 | 15.3 | 15.8 | 17.7 |    |
| 69/70 | 17.9 | 18.1 | 7.0  | 17.7 |      | 17.0 | 17.9 | 15.9 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 17.6 |    |
| 70/71 | 17.7 | 17.8 |      |      |      |      | 14.7 | 14.6 | 15.1 |      |      |      |    |
| 71/72 |      |      |      |      | 8.6  |      | 14.1 | 12.8 |      |      |      |      |    |
| 72/73 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 73/74 |      |      |      |      | 10.9 |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 74/75 | 15.2 |      |      |      | 8.8  |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 75/76 |      | 14.9 |      |      | 16.8 | 13.3 | 13.9 |      |      |      |      |      |    |
| 76/77 | 15.9 |      |      |      |      | 14.2 |      |      |      |      |      |      |    |
| 77/78 |      | 16.3 |      |      |      |      |      | 13.1 |      |      |      | 15.1 |    |
| 78/79 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 79/80 |      |      |      |      |      |      |      |      | 13.4 |      |      |      |    |
| 80/81 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 81/82 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 82/83 |      |      |      |      | 53.8 |      |      |      |      |      |      | 15.3 |    |
| 83/84 | 17.0 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 84/85 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 85/86 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 86/87 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 87/88 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| FROM  | 16.7 | 15.8 | 24.8 | 18.6 | 19.2 | 15.1 | 15.6 | 14.8 | 15.2 | 16.0 | 15.7 | 17.7 |    |
| STO   | 1.0  | 2.2  | 17.8 | 0.8  | 15.8 | 1.4  | 1.4  | 1.8  | 1.1  | 0.7  | 0.5  | 0.0  |    |

02-Apr-92  
09:09 AM

CUADRO No A 17

LLUTA EN ALCKERECA

CONCENTRACION DE ION CLORURO (mg/l)

| AÑO   | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR | MAY | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT | GA |
|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|-----|----|
| 61/62 | 15.0 |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 62/63 |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 63/64 |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 64/65 |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 65/66 |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 66/67 |      |      |      |      |      |     | 9.9 | 15.8 |      |      |      |     |    |
| 67/68 |      |      |      |      |      |     |     |      | 7.5  |      |      |     |    |
| 68/69 |      | 9.7  | 12.7 | 12.1 | 9.0  | 9.7 | 9.0 |      | 9.5  | 10.2 | 10.0 | 9.5 |    |
| 69/70 | 9.9  | 10.3 | 12.0 | 10.2 |      | 9.4 | 4.4 | 7.9  | 11.9 |      |      |     |    |
| 70/71 |      |      |      |      |      | 5.3 | 6.9 |      | 9.4  |      | 9.1  |     |    |
| 71/72 |      |      |      |      | 3.6  |     | 8.9 | 8.2  |      |      |      |     |    |
| 72/73 |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 73/74 |      |      |      |      | 7.1  |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 74/75 | 9.5  |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 75/76 |      | 10.6 |      |      |      | 9.7 | 8.4 |      |      |      |      |     |    |
| 76/77 | 10.0 |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 77/78 |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 78/79 |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 79/80 |      |      |      |      |      |     |     |      | 4.9  | 6.4  |      |     |    |
| 80/81 |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 81/82 |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 82/83 |      |      |      |      | 17.9 |     |     |      |      |      | 9.0  |     |    |
| 83/84 | 10.1 |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 84/85 |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 85/86 |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 86/87 |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| 87/88 |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |     |    |
| FROM. | 10.9 | 10.2 | 12.8 | 11.2 | 9.4  | 8.5 | 7.9 | 10.6 | 8.6  | 8.3  | 9.4  | 9.5 |    |
| STD   | 2.1  | 0.4  | 0.1  | 0.9  | 5.3  | 1.9 | 1.8 | 3.7  | 2.3  | 1.9  | 0.4  | 0.0 |    |

02-Aar-92  
09:13 AM

CUADRO No. A 18

LLUTA EN TOCONTAS!

CONCENTRACION DE ION CLORURO (mg/l)

| AÑO   | NOV | DIC  | ENE  | FEB | MAR  | ABR  | MAY | JUN  | JUL | AGO  | SEP | OCT  | Ga   |
|-------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|-----|------|-----|------|------|
| 61/62 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| 62/63 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| 63/64 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| 64/65 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| 65/66 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| 66/67 |     |      |      |     |      | 10.3 |     |      |     |      |     |      |      |
| 67/68 |     |      |      |     |      |      |     |      | 8.5 |      |     |      |      |
| 68/69 |     |      | 10.7 | 9.7 | 9.7  | 10.7 |     |      | 9.5 | 12.0 |     |      |      |
| 69/70 |     |      |      |     |      |      |     | 10.4 |     |      |     | 9.2  | 10.6 |
| 70/71 | 9.3 | 10.5 | 14.3 |     |      |      |     |      |     |      |     | 8.1  |      |
| 71/72 |     |      |      | 4.7 | 5.7  | 7.5  | 8.9 |      |     |      |     |      |      |
| 72/73 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| 73/74 |     |      |      |     | 10.1 |      |     | 9.9  | 9.2 |      |     | 9.7  |      |
| 74/75 |     |      |      |     |      |      |     | 9.5  |     |      |     | 10.8 |      |
| 75/76 | 8.7 | 13.1 | 5.0  | 4.4 |      | 8.6  | 9.4 | 8.3  |     |      |     | 9.6  |      |
| 76/77 |     |      |      |     | 3.6  | 8.2  |     |      |     |      |     | 9.1  |      |
| 77/78 |     | 9.9  | 7.3  | 4.4 |      | 11.2 |     | 7.8  |     |      |     |      |      |
| 78/79 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| 79/80 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| 80/81 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| 81/82 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| 82/83 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| 83/84 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| 84/85 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| 85/86 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| 86/87 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| 87/88 |     |      |      |     |      |      |     |      |     |      |     |      |      |
| FROM. | 9.0 | 11.2 | 9.3  | 5.8 | 7.3  | 9.4  | 9.2 | 9.2  | 9.1 | 12.0 | 9.4 | 10.6 |      |
| STD   | 0.3 | 1.4  | 3.5  | 2.3 | 2.7  | 1.4  | 0.3 | 1.0  | 0.4 | 0.0  | 0.8 | 0.0  |      |

92-Abr-92  
08:44 AM

CUADRO N° A. 19

AZUFRE EN HUMAPALCA

CONCENTRACION DE BORO (ppm)

| AÑO   | NOV  | DIC | ENE  | FEB | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | 0s |
|-------|------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| 61/62 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 62/63 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 63/64 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 64/65 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 65/66 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 66/67 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 67/68 |      |     |      |     |      |      |      |      | 29.0 | 8.4  | 7.3  | 10.0 |    |
| 68/69 | 9.0  |     |      |     |      | 41.0 |      |      |      | 32.5 | 28.0 | 12.9 |    |
| 69/70 |      |     | 7.0  | 8.0 |      | 13.0 | 21.2 | 25.8 | 31.0 |      |      | 6.9  |    |
| 70/71 | 9.0  | 7.8 | 11.0 |     |      | 11.5 | 10.8 | 9.5  | 8.7  |      | 11.6 | 17.6 |    |
| 71/72 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 72/73 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 73/74 |      |     |      |     | 12.0 |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 74/75 |      |     |      |     | 22.7 |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 75/76 |      | 9.5 |      |     |      | 30.5 |      |      | 43.3 |      |      |      |    |
| 76/77 | 51.0 |     |      |     |      | 47.0 |      |      |      |      | 22.4 |      |    |
| 77/78 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 78/79 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 79/80 |      |     |      |     |      |      |      |      | 23.2 |      |      |      |    |
| 80/81 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 81/82 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 82/83 |      |     |      |     | 0.0  |      |      |      |      |      | 11.2 |      |    |
| 83/84 | 8.9  |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 84/85 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 85/86 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 86/87 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 87/88 |      |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| PRDM. | 19.5 | 8.7 | 9.0  | 8.0 | 11.6 | 28.6 | 16.0 | 17.7 | 27.0 | 20.5 | 16.1 | 11.9 |    |
| STD   | 18.2 | 0.8 | 2.0  | 0.0 | 9.3  | 14.4 | 5.2  | 8.1  | 11.3 | 12.1 | 7.8  | 3.9  |    |

02-Nov-92  
09:04 AM

CUADRO No A 20  
CARACARANI EN HUNAPALCA  
CONCENTRACION DE BORO (ppm)

| AÑO   | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | 9a |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 61/62 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 62/63 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 63/64 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 64/65 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 65/66 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 66/67 |     |     |     |     |     |     | 3.3 |     |     |     |     |     |    |
| 67/68 |     |     |     |     |     |     |     |     | 1.5 | 2.0 | 1.7 | 1.0 |    |
| 68/69 | 2.5 | 1.0 |     |     |     | 4.0 |     |     |     | 3.5 | 3.0 | 2.8 |    |
| 69/70 |     |     | 2.0 | 2.0 |     | 2.2 | 0.9 | 0.9 |     |     |     |     |    |
| 70/71 |     |     | 3.5 |     |     | 2.9 | 3.1 | 2.9 | 1.9 |     | 4.2 | 5.4 |    |
| 71/72 |     |     | 3.7 |     |     | 2.7 | 3.3 | 1.9 |     |     |     | 2.9 |    |
| 72/73 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 73/74 |     |     |     |     |     | 2.5 |     |     |     |     |     |     |    |
| 74/75 | 2.5 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 75/76 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 76/77 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 77/78 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 78/79 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 79/80 |     |     |     |     |     |     |     |     | 4.5 |     |     |     |    |
| 80/81 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 81/82 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 82/83 |     |     |     |     |     | 0.0 |     |     |     |     | 1.8 |     |    |
| 83/84 | 4.9 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 84/85 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 85/86 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 86/87 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 87/88 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| PROM. | 3.3 | 1.0 | 3.1 | 2.0 | 1.7 | 3.0 | 2.7 | 1.9 | 2.6 | 2.8 | 3.4 | 3.0 |    |
| STD   | 1.1 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 1.2 | 0.7 | 1.0 | 0.8 | 1.3 | 0.8 | 1.2 | 1.6 |    |

02-Abr-92  
09:01 AM

CUADRO No A 21  
CARACARANI EN ALCKERCA  
CONCENTRACION DE BORO (ppm)

| AÑO   | NOV | DIC | ENE  | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | Qa |
|-------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 61/62 | 8.8 |     | 5.0  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 62/63 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 63/64 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 64/65 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 65/66 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 66/67 |     |     |      |     |     |     | 4.3 | 3.0 |     |     |     |     |    |
| 67/68 |     |     |      |     |     |     |     |     | 2.0 | 3.5 | 2.0 | 2.0 |    |
| 68/69 | 1.3 | 2.3 | 2.0  | 6.0 | 4.0 | 4.0 |     |     | 3.0 | 4.4 | 3.2 | 1.7 |    |
| 69/70 | 2.4 | 3.5 | 26.0 | 2.7 |     | 2.4 |     | 2.4 | 2.2 |     |     |     |    |
| 70/71 |     |     | 4.5  |     |     |     |     |     | 1.3 |     | 0.9 |     |    |
| 71/72 |     |     |      |     | 2.4 |     | 0.9 | 1.6 |     |     |     |     |    |
| 72/73 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 73/74 |     |     |      |     | 3.7 |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 74/75 | 2.3 |     |      |     | 3.3 |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 75/76 |     | 2.4 |      |     |     | 6.5 | 5.1 |     | 5.6 |     |     |     |    |
| 76/77 | 4.6 |     |      |     |     | 5.5 |     |     |     |     | 2.7 |     |    |
| 77/78 |     | 9.7 |      |     |     |     |     | 4.6 |     |     |     |     |    |
| 78/79 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 79/80 |     |     |      |     |     |     |     |     | 4.0 |     |     |     |    |
| 80/81 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 81/82 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 82/83 |     |     |      |     | 0.0 |     |     |     |     |     | 5.1 |     |    |
| 83/84 | 4.5 |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 84/85 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 85/86 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 86/87 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 87/88 |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| PROM. | 4.0 | 4.3 | 9.4  | 4.4 | 2.7 | 4.6 | 3.4 | 2.9 | 3.0 | 4.0 | 2.8 | 1.9 |    |
| STD   | 2.5 | 3.1 | 9.7  | 1.6 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 1.1 | 1.4 | 0.5 | 1.4 | 0.1 |    |

02-Abr-92  
09:05 AM

CUADRO Ng A 22

COLPITAS EN ALCERRECA

CONCENTRACION DE BORO (ppm)

|       | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | D <sub>a</sub> |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| 61/62 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 62/63 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 63/64 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 64/65 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 65/66 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 66/67 |      |      |      |      |      |      | 27.8 | 27   |      |      |      |      |                |
| 67/68 |      |      |      |      |      |      |      |      | 15.3 | 16.0 | 15.3 | 16.7 |                |
| 68/69 | 14.7 | 14.3 | 22   | 22   |      | 12.0 |      |      | 23.5 | 22.0 | 19.5 | 24.3 |                |
| 69/70 | 30.3 | 23.3 | 24.0 | 23.5 |      | 14.8 | 18.9 |      |      |      |      |      |                |
| 70/71 | 16.6 | 20.1 |      |      |      |      |      | 6.2  | 10.0 |      | 25.3 |      |                |
| 71/72 |      |      |      |      | 16.0 |      | 8.8  | 6.6  |      |      |      |      |                |
| 72/73 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 73/74 |      |      |      |      | 9.6  |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 74/75 | 24.8 |      |      |      | 10   |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 75/76 |      | 10.4 |      |      | 40.7 | 27.3 | 24.8 |      | 29   |      |      |      |                |
| 76/77 | 32   |      |      |      |      | 30.2 |      |      |      |      | 19   |      |                |
| 77/78 |      | 24.5 |      |      |      |      |      | 13.8 |      |      |      |      |                |
| 78/79 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 79/80 |      |      |      |      |      |      |      |      | 19.5 |      |      |      |                |
| 80/81 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 81/82 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 82/83 |      |      |      |      | 12.1 |      |      |      |      |      | 12.9 |      |                |
| 83/84 | 12.1 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 84/85 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 85/86 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 86/87 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 87/88 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| PRDM. | 21.8 | 18.5 | 23.0 | 22.8 | 17.7 | 21.1 | 20.1 | 13.4 | 19.5 | 19.0 | 18.4 | 20.5 |                |
| STD   | 7.7  | 5.4  | 1.0  | 0.8  | 11.7 | 7.8  | 7.3  | 8.4  | 6.5  | 3.0  | 4.3  | 3.8  |                |

J2-Abr-92  
09:09 AM

CUADRO No. A 23

LLUTA EN ALDERRECA

CONCENTRACION DE BORO (ppm)

| AÑO   | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | Q <sub>4</sub> |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| 61/62 | 14.5 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 62/63 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 63/64 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 64/65 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 65/66 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 66/67 |      |      |      |      |      |      | 9.3  | 13.0 |      |      |      |      |                |
| 67/68 |      |      |      |      |      |      |      |      | 8.5  | 7.0  | 8.3  | 15.3 |                |
| 68/69 | 8.2  | 10.0 | 14.3 | 10.0 |      | 17.0 |      |      | 14.0 | 11.1 | 11.5 | 10.4 |                |
| 69/70 | 9.8  | 11.6 | 12.0 | 7.1  |      | 8.0  | 2.0  | 2.9  | 15.0 |      |      |      |                |
| 70/71 |      |      |      |      |      | 3.3  | 2.8  |      | 4.3  |      | 9.4  |      |                |
| 71/72 |      |      |      |      | 4.8  |      | 4.5  | 3.3  |      |      |      |      |                |
| 72/73 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 73/74 |      |      |      |      | 6.0  |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 74/75 | 6.5  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 75/76 |      | 4.5  |      |      |      | 11.1 | 10.5 |      | 17.0 |      |      |      |                |
| 76/77 | 11.2 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 77/78 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 78/79 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 79/80 |      |      |      |      |      |      |      |      | 4.7  | 12.0 |      |      |                |
| 80/81 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 81/82 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 82/83 |      |      |      |      | 14.2 |      |      |      |      |      | 9.7  |      |                |
| 83/84 | 10.5 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 84/85 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 85/86 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 86/87 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| 87/88 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| PRGM. | 10.0 | 8.7  | 13.2 | 8.6  | 8.3  | 9.9  | 5.8  | 6.4  | 10.7 | 10.0 | 9.7  | 12.9 |                |
| STD   | 2.5  | 3.0  | 1.1  | 1.4  | 4.2  | 5.0  | 3.4  | 4.7  | 5.2  | 2.2  | 1.1  | 2.4  |                |

02-Abr-92  
09:13 AM

CUADRO No A 24

LLUTA EN TOCONTASI

CONCENTRACION DE BORO (ppm)

| AÑO   | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY | JUN  | JUL  | AGO | SEP  | OCT | Da |
|-------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|-----|----|
| 61/62 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| 62/63 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| 63/64 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| 64/65 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| 65/66 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| 66/67 |      |      |      |      |      | 12.0 |     |      |      |     |      |     |    |
| 67/68 |      |      |      |      |      |      |     |      | 8.0  |     | 9.6  | 9.5 |    |
| 68/69 | 10.0 |      | 11.0 | 11.0 | 11.3 | 13.8 |     |      |      |     |      |     |    |
| 69/70 |      |      |      |      |      |      |     | 13.2 |      |     |      |     |    |
| 70/71 | 11.9 | 8.4  | 25.5 |      |      |      |     |      |      |     | 15.0 |     |    |
| 71/72 |      |      |      | 5.8  | 4.6  | 4.0  | 7.7 |      |      |     |      |     |    |
| 72/73 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| 73/74 |      |      |      |      | 11.0 |      |     | 12.0 | 14.0 |     | 11.5 |     |    |
| 74/75 |      |      |      |      |      |      |     | 24.0 |      |     | 14.9 |     |    |
| 75/76 | 5.7  | 6.2  |      |      |      |      |     |      | 1.9  |     | 7.8  |     |    |
| 76/77 |      |      | 10.4 | 8.1  | 5.8  | 15.3 |     |      |      |     | 16.4 |     |    |
| 77/78 |      | 13.3 | 16.2 | 7.4  |      | 15.5 |     | 11.0 |      |     |      |     |    |
| 78/79 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| 79/80 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| 80/81 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| 81/82 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| 82/83 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| 83/84 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| 84/85 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| 85/86 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| 86/87 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| 87/88 |      |      |      |      |      |      |     |      |      |     |      |     |    |
| PROM. | 9.2  | 9.3  | 15.8 | 8.1  | 8.2  | 12.1 | 7.7 | 15.1 | 8.0  | ERR | 12.5 | 9.5 |    |
| STD   | 2.6  | 3.0  | 6.1  | 1.9  | 3.0  | 4.2  | 0.0 | 5.2  | 4.9  | ERR | 3.1  | 0.0 |    |

02-Agr-93  
08:44 AM

CUADRO No A 25

AZUFRE EN HUMAPALCA

CONCENTRACION DE ARSENICO (ppm)

| AÑO   | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL  | AGO | SEP | OCT | Σa |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|----|
| 61/62 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 62/63 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 63/64 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 64/65 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 65/66 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 66/67 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 67/68 |     |     |     |     |     |     |     |     | 44.0 |     |     | 0.1 |    |
| 68/69 | 0.0 |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 69/70 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     | 0.3 |    |
| 70/71 | 0.3 | 0.4 |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 71/72 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 72/73 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 73/74 |     |     |     |     | 0.0 |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 74/75 |     |     |     |     | 1.1 |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 75/76 |     | 2.7 |     |     |     | 4.1 |     |     | 2.5  |     |     |     |    |
| 76/77 | 2.1 |     |     |     |     | 1.5 |     |     |      |     | 2.0 |     |    |
| 77/78 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 78/79 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 79/80 |     |     |     |     |     |     |     |     | 3.7  |     |     |     |    |
| 80/81 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 81/82 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 82/83 |     |     |     |     | 0.2 |     |     |     |      |     |     | 0.9 |    |
| 83/84 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 84/85 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 85/86 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 86/87 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| 87/88 |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |    |
| PROM. | 0.8 | 1.6 |     |     | 0.4 | 2.8 |     |     | 16.7 |     | 1.5 | 0.2 |    |
| STD   | 0.9 | 1.2 |     |     | 0.5 | 1.3 |     |     | 19.3 |     | 0.5 | 0.1 |    |











CUADRO No. A 31  
AZUFRE EN HUMAPALCA  
CONDUCTIVIDAD (uS/cm)

| NO   | NOV   | DIC   | ENE   | FEB  | MAR   | ABR   | MAY   | JUN   | JUL   | AGO   | SEP  | OCT  | Qs |
|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|----|
| 1042 |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1043 |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1044 |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1045 |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1046 |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1047 |       |       |       |      |       |       | 2290  |       |       |       |      |      |    |
| 1048 |       |       |       |      |       |       |       |       | 14403 | 4367  | 6030 | 4460 |    |
| 1049 | 4633  |       |       |      | 4510  | 11396 |       |       | 19120 | 17650 | 4320 |      |    |
| 1050 |       |       | 12825 | 5970 |       | 8440  | 10927 | 11294 | 13720 | 16340 |      | 9087 |    |
| 1051 | 7528  | 6107  | 8108  |      |       | 4850  | 5773  | 7297  | 8714  |       | 6904 | 7681 |    |
| 1052 |       |       |       |      | 10915 |       | 5945  | 11405 | 12882 |       |      |      |    |
| 1053 |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1054 |       |       |       |      | 13549 |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1055 |       |       |       |      | 7876  |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1056 |       | 12590 |       |      |       | 21734 |       |       | 1374  |       | 1215 |      |    |
| 1057 | 16913 |       |       |      |       | 11561 |       |       |       |       | 1443 |      |    |
| 1058 |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1059 |       |       |       |      |       |       |       |       | 13000 |       |      |      |    |
| 1060 |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1061 |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1062 |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1063 |       |       |       |      | 6240  |       |       |       |       |       | 6147 |      |    |
| 1064 | 4114  |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1065 |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1066 |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1067 |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1068 |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1069 |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |    |
| 1070 | 8297  | 9349  | 10467 | 5970 | 8578  | 11596 | 6234  | 10025 | 11688 | 12586 | 5677 | 7143 |    |
| 1071 | 5142  | 3242  | 3359  | 0    | 3256  | 5627  | 3077  | 1931  | 5139  | 5819  | 4415 | 1960 |    |

CUADRO No. A 32  
CARACARANI EN HUMAPALCA  
CONDUCTIVIDAD ( $\mu S/cm$ )

| Año   | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | Qa |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| 61/62 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 62/63 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 63/64 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 64/65 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 65/66 |      |      |      |      |      |      | 1500 |      |      |      |      |      |    |
| 66/67 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 67/68 |      |      |      |      |      |      |      |      | 1170 | 1811 | 1583 | 1353 |    |
| 68/69 | 1690 | 1910 |      |      | 1750 | 1375 | 1390 |      | 1320 | 1398 | 1460 | 1392 |    |
| 69/70 |      | 1700 | 1950 | 1595 |      | 1340 | 1530 | 1357 |      | 1340 |      | 1520 |    |
| 70/71 | 1523 | 1733 | 1890 |      |      | 1410 | 1379 | 1450 | 1209 |      | 1650 | 1435 |    |
| 71/72 |      |      | 2520 |      | 1887 |      | 1316 | 1263 |      |      |      | 1514 |    |
| 72/73 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 73/74 |      |      |      |      | 1259 |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 74/75 | 1490 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 75/76 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 76/77 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 77/78 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 78/79 |      |      |      |      |      |      |      |      | 1750 |      |      |      |    |
| 79/80 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 80/81 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 81/82 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 82/83 |      |      |      |      | 1635 |      |      |      |      |      | 1508 |      |    |
| 83/84 | 1334 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 84/85 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 85/86 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 86/87 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 87/88 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 89/90 | 1507 | 1814 | 2120 | 1595 | 1633 | 1375 | 1423 | 1357 | 1362 | 1516 | 1475 | 1445 |    |
| 91/92 | 123  | 68   | 284  | 0    | 234  | 29   | 80   | 76   | 231  | 210  | 151  | 68   |    |

19-Mar-  
01:01

CUADRO No A 33  
CARACARANI EN ALCERRECA  
CONDUCTIVIDAD (uS/cm)

| NO    | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 07/82 | 2403 |      | 1430 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 08/82 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 09/82 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 10/82 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 11/82 |      |      |      |      |      |      | 1427 | 1460 |      |      |      |      |     |
| 12/82 |      |      |      |      |      |      |      |      | 1120 | 1243 | 1093 | 1115 |     |
| 01/83 | 1154 | 1073 | 1021 | 2080 | 1205 | 1192 | 1085 |      | 1220 | 1608 | 1370 | 1073 |     |
| 02/83 | 1027 | 1180 | 2430 | 1363 |      | 1110 |      | 1190 | 1260 |      |      |      |     |
| 03/83 |      |      | 2180 |      |      |      | 1048 |      | 1396 |      | 1197 |      |     |
| 04/83 |      |      |      |      | 1221 |      | 1299 | 1502 |      |      |      |      |     |
| 05/83 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 06/83 |      |      |      |      | 1573 |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 07/83 | 1310 |      |      |      | 1392 |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 08/83 |      | 2484 |      |      |      | 2374 | 1569 |      | 1524 |      | 1518 |      |     |
| 09/83 | 1435 |      |      |      |      | 1355 |      |      |      |      | 1169 |      |     |
| 10/83 |      | 1257 |      |      |      |      |      | 1204 |      |      |      |      |     |
| 11/83 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 12/83 |      |      |      |      |      |      |      |      | 1425 |      |      |      |     |
| 01/84 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 02/84 |      |      |      |      | 929  |      |      |      |      |      | 1241 |      |     |
| 03/84 | 1079 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 04/84 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 05/84 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 06/84 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 07/84 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 08/84 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 09/84 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| 10/84 | 1401 | 1499 | 1765 | 1722 | 1284 | 1308 | 1265 | 1339 | 1324 | 1426 | 1265 | 1094 |     |
| 11/84 | 469  | 573  | 566  | 359  | 214  | 588  | 199  | 143  | 137  | 183  | 141  | 21   |     |

9-Mar-92  
12:43 PM

CUADRO No A 3.4  
COLPITAS EN ALGERRECA  
CONDUCTIVIDAD (uS/cm)

| NO  | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | Dz |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| 691 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 692 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 693 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 694 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 695 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 696 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 697 |      |      |      |      |      |      | 2585 | 2800 |      |      |      |      |    |
| 698 |      |      |      |      |      |      |      |      | 2208 | 1950 | 2443 | 2470 |    |
| 699 | 2610 | 2387 | 3220 | 2670 | 2485 | 2540 | 2635 |      | 2370 | 2345 | 2460 | 2407 |    |
| 700 | 2500 | 2367 | 1580 | 2653 |      | 2417 | 244E | 2390 | 2430 | 2440 | 2493 | 2587 |    |
| 701 | 2678 | 2765 |      |      |      | 2670 | 2568 | 2300 | 2198 |      | 2597 |      |    |
| 702 |      |      |      |      | 1409 |      | 2130 | 2006 |      |      |      |      |    |
| 703 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 704 |      |      |      |      | 1915 |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 705 | 2396 |      |      |      | 1659 |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 706 |      | 2657 |      |      | 2718 | 2196 | 2119 |      | 2050 |      | 2537 |      |    |
| 707 | 2511 |      |      |      |      | 1563 |      |      |      |      | 2266 |      |    |
| 708 |      | 2586 |      |      |      |      |      | 2153 |      |      |      |      |    |
| 709 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 710 |      |      |      |      |      |      |      |      | 2600 |      |      |      |    |
| 711 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 712 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 713 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 714 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 715 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 716 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 717 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 718 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 719 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 720 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 721 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 722 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 723 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 724 | 2558 |      |      |      | 6772 |      |      |      |      |      | 2411 |      |    |
| 725 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 726 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 727 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 728 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 729 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 730 | 2542 | 2592 | 2400 | 2663 | 2826 | 2277 | 2414 | 2330 | 2313 | 2245 | 2461 | 2488 |    |
| 731 | 89   | 124  | 820  | 8    | 1821 | 390  | 212  | 269  | 180  | 212  | 99   | 75   |    |

CUADRO No. A 35

LLUTA EN ALGERRECA

CONDUCTIVIDAD (uS/cm)

| FECHA | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | TOTAL |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 10/42 | 2505 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/41 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/44 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/45 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/46 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/47 |      |      |      |      |      |      | 1818 | 1730 |      |      |      |      |       |
| 10/48 |      |      |      |      |      |      |      |      | 1463 | 1533 | 1480 | 1767 |       |
| 10/49 | 1602 | 1563 | 1746 | 2020 | 1690 | 1624 | 1640 |      | 1753 | 1920 | 1765 | 1655 |       |
| 10/70 | 2043 | 1777 | 2260 | 1765 |      | 1570 | 1335 | 1960 | 1910 |      |      |      |       |
| 10/71 |      |      |      |      |      | 1405 | 1626 |      | 1703 |      | 1735 |      |       |
| 10/72 |      |      |      |      | 868  |      | 1680 | 1623 |      |      |      |      |       |
| 10/73 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/74 |      |      |      |      | 1505 |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/75 | 1813 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/76 |      | 2422 |      |      |      | 2137 | 1596 |      | 1539 |      | 1798 |      |       |
| 10/77 | 1794 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/78 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/79 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/80 |      |      |      |      |      |      |      |      | 1424 | 1525 |      |      |       |
| 10/81 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/82 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/83 |      |      |      |      | 2635 |      |      |      |      |      | 1667 |      |       |
| 10/84 | 1668 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/85 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/86 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/87 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 10/88 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 1901  | 1916 | 1921 | 2103 | 1893 | 1675 | 1699 | 1616 | 1771 | 1632 | 1659 | 1689 | 1709 |       |
| 310   | 290  | 365  | 157  | 128  | 633  | 272  | 144  | 141  | 172  | 184  | 113  | 54   |       |

9-Mar-9  
02:55 P

CUADRO No A 36

LLUTA EN TOCONTASI

CONDUCTIVIDAD (uS/cm)

| NO    | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | 9a |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| 11/62 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 12/63 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 12/64 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 10/65 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 10/66 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 10/67 |      |      |      |      |      | 1760 |      |      |      |      |      |      |    |
| 17/68 |      |      |      |      |      |      |      |      | 1640 |      | 1877 | 1995 |    |
| 10/69 | 1820 |      | 2056 | 1850 | 1943 | 1935 |      |      | 1820 | 2222 |      | 2200 |    |
| 10/70 |      |      |      |      |      |      |      | 1876 |      |      | 1690 | 1800 |    |
| 10/71 | 1718 | 1965 | 2940 |      |      | 1670 | 1700 | 1640 |      |      | 1853 |      |    |
| 11/72 |      |      |      | 1096 | 1348 | 1491 | 2605 |      |      |      |      |      |    |
| 12/73 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 11/74 |      |      |      |      | 1556 |      |      | 2027 | 1777 |      | 1863 |      |    |
| 14/75 |      |      |      |      |      |      |      | 1923 |      |      | 2130 |      |    |
| 15/76 | 2303 | 2682 | 1196 | 1156 |      | 1800 | 1863 | 1619 | 1800 | 1773 | 1919 | 1723 |    |
| 16/77 |      |      | 1488 | 674  | 745  | 1954 |      |      |      |      | 1649 |      |    |
| 11/78 |      | 1833 | 1548 | 998  |      | 2064 |      | 1453 |      |      |      |      |    |
| 10/79 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 11/80 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 10/81 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 11/82 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 12/83 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 12/84 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 14/85 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 15/86 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 16/87 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 17/88 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 1988  |      | 2227 | 1846 | 1161 | 1498 | 1829 | 2056 | 1754 | 1757 | 1998 | 1854 | 1930 |    |
| 370   |      | 467  | 613  | 396  | 499  | 165  | 394  | 200  | 71   | 225  | 146  | 184  |    |

## 2.- MANEJO DEL RIO LLUTA

CONSULTORIA DEP-002. MANEJO DEL RIO LLUTA.

INDICE

1. GENERALIDADES
2. JUSTIFICACION DE LA UTILIZACION DE UNA PRESA DE EMBALSE
3. ASPECTOS AGROPECUARIOS
  - 3.1 Balance Hídrico de la zona de riego del valle del río Lluta.
  - 3.2 Ubicación de las superficies regadas
4. DESARROLLO DE LA SOLUCION QUE SE PROPONE PARA EL MANEJO DEL RIO LLUTA.
  - 4.1 Definición conceptual
  - 4.2 Estudio de Regulación
  - 4.3 Características de las Obras
  - 4.4 Estimación de costos
  - 4.5 Costos unitarios de la central Tocontasi
5. ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA SOLUCION PROPUESTA
6. CONCLUSIONES.

CONSULTORIA DEP-002. MANEJO DEL RIO LLUTA.1. GENERALIDADES

La etapa correspondiente al manejo del río Lluta se ha concebido como un análisis conceptual de las características que han de tener las obras civiles que se propondrá construir en el río Lluta para servir las demandas de riego.

La principal obra la constituye la presa de embalse, la que de acuerdo a la información existente debería estar localizada en la zona de Chironta, aproximadamente a unos 60 km de la desembocadura del río Lluta en el mar. (Ver figura N° 1).

De la visita a terreno realizada entre el 12 y el 14 de noviembre de 1991, en la cual se hizo un recorrido a caballo remontando el río Lluta desde Bocanegra hacia aguas arriba, se constató que la ubicación de Chironta sería la ubicación más conveniente en principio para ubicar la presa de embalse.

Esta ubicación corresponde a una presa que estaría un poco más aguas arriba que la que propusiera el ingeniero Sr. Hans Niemayer en su informe titulado "Estudio del Valle del río Lluta" hecho para la Dirección de Riego en 1968.

Las bondades de la angostura antes mencionada fue comentada en la oportunidad con los ingenieros señores Alfonso Ugarte, a la fecha Inspector Fiscal del Contrato, y con el ingeniero señor Félix Contreras Director Regional de Riego (1ª Región).



El análisis técnico de detalle de esta angostura se hará en la próxima visita a terreno que está programada para la primera quincena de Agosto la que contará con la presencia de los ingenieros especialistas en Mecánica de Suelos y Geología.

Del estudio agrológico de la situación actual se han determinado las demandas de riego, las que se han tomado como base para este primer análisis de la presa de Chironta.

Dentro de la metodología propuesta para elaborar esta Consultoría, se ha ofrecido hacer un análisis preliminar para evaluar la conveniencia de implantar una central hidroeléctrica que genere los caudales de riego.

El estudio de evaluación de las hidrocentrales del río Lluta se ha propuesto desarrollarlo en una 2ª fase de esta Consultoría.

Ahora se hará una primera definición de la hidrocentral que resulta al considerar solamente el ámbito de riego.

Determinar la combinación óptima que satisfaga en forma conjunta los requerimientos de riego y energía no forma parte de este Contrato.

Este aspecto se ofreció analizar en la ampliación de esta Consultoría.

No obstante lo anterior, este informe de 5ª etapa determinará las características básicas de una central hidráulica que genere los caudales que se derivan de la actividad agrícola.

## 2. JUSTIFICACION DE UNA PRESA DE EMBALSE

La presa de embalse en el río Lluta se ha concebido como un elemento necesario para ayudar a solucionar el principal aspecto que limita el desarrollo agrario del valle del río Lluta, cual es, el alto nivel freático en la zona de riego.

Es nuestra opinión que este factor es el que impide un buen drenaje de los suelos agrícolas y por consiguiente imposibilita el saneamiento de los mismos.

El nivel freático depende del balance de aguas que entran y salen del sector agrícola. Una acción sobre dicho nivel freático, por lo tanto, puede conseguirse actuando sobre los flujos de entrada y salida del acuífero.

Los flujos de entrada al sector agrícola provienen básicamente de las siguientes fuentes:

- a) Aporte permanente del agua subterránea.  
Este flujo aunque sea pequeño, tiene importancia por cuanto es un flujo permanente.
- b) Aporte por pérdidas en la conducción por infiltración en toda la red de canales de riego. En general se sabe que este problema existe en los canales del Lluta, sobre todo en las zonas altas, disminuyendo la eficiencia en el riego por la excesiva pérdida en la conducción.

Este aporte presenta un régimen permanente o casi permanente.

- c) Aporte por inundación lateral del río Lluta. Durante las crecidas el agua inunda sectores laterales ubicados fuera de la caja natural del río, los que no tienen el acorazamiento natural del cauce principal, y por consiguiente tienen mejor permeabilidad vertical. Este hecho permite incrementar considerablemente la recarga del acuífero. Afortunadamente este evento tiene carácter de eventual.
- d) El aporte por precipitaciones se puede considerar despreciable y prácticamente nulo.

Los flujos de salida son los correspondientes a las condiciones propias del drenaje natural condicionado por la topografía (gradiente) y las características de permeabilidad del subsuelo. En el pasado se trató de mejorar estas condiciones a través de la construcción de drenes, los que no dieron los resultados esperados. En la actualidad estos drenes se encuentran prácticamente inservibles por colmatación y/o falta de mantención de los mismos.

Además existe un pequeño número de pozos de bombeo que extraen agua del subsuelo.

Con los antecedentes antes mencionados se ha propuesto a la Dirección de Riego la medida que a nuestro entender anula a la principal fuente de abastecimiento del acuífero, vale decir, interrumpir el flujo subterráneo a la cuadra de Chironta mediante una presa con núcleo profundo que selle el acuífero del río Lluta. No es conveniente ubicar la presa más aguas abajo de Chironta por las grandes avenidas de barro que se observan en las quebradas laterales de más abajo, como es el caso de las quebradas de Iquecta, Vilacollo y Palmani.

Esta presa tiene a su vez la ventaja adicional que regularía las crecidas del río Lluta con lo cual el flujo se podría mantener en

mayor grado dentro del cauce principal del río y así evitar sus desbordes y con ello un incremento de percolación hacia el acuífero.

Adicionalmente a la presa se propone también mejorar la tecnología que se usa para regar. Se ha sugerido implementar un sistema de riego tecnificado con lo cual se obtendría un mejor tratamiento del suelo y de paso se mejoraría el problema de las pérdidas por infiltración, que es otra de las fuentes de recarga del acuífero. Se tratará de usar tasas de riego que permitan un lavado controlado de los suelos.

Para lograr este objetivo se ha pensado unificar canales de riego y entubarlos en ductos plásticos.

Esta tecnología fue propuesta por INGENDESA a la Dirección de Riego en la Consultoría OME-04 Mejoramiento del Sistema Paloma y ya se está llevando a la práctica en algunos canales del río Hurtado.

El proceso debería tener éxito ya que para lograr un buen lavado del suelo se requiere solamente rebajar la napa entre 1 y 2 metros como máximo.

### 3. ASPECTOS AGROPECUARIOS

#### 3.1 Balace hídrico de la zona de riego del valle del río Lluta.

Uno de los problemas que limitan el desarrollo agrícola del valle del río Lluta, además de la calidad del agua, de las deficiencias de drenaje y bajo nivel tecnológico de la agricultura, es la baja seguridad de riego. En efecto, en un año promedio, las disponibilidades de agua son menores que las demandas por el riego, entre los meses de Octubre y Enero, lo que coincide con el período de máximo requerimiento hídrico por los cultivos de la zona. En este período los stress hídricos afectarán en mayor proporción la productividad física de los cultivos. Por otro lado, la disponibilidad de agua es mayor a la demanda en el resto del año, por lo que el excedente se va a perder en el mar. Este hecho es el que justifica se estudie la conveniencia de construir una presa con fines de regulación en el río Lluta.

Las demandas de agua fueron calculadas según el patrón de uso de la tierra, actual, con la metodología explicitada en el informe "Situación Actual Agropecuaria", y corresponde a una superficie regable de 1778 hectáreas, que se ubican desde Tocontasi hasta el mar. Aguas arriba de Tocontasi, la superficie regada es insignificante.

Los balances hídricos entre disponibilidad y demanda de agua para riego, para los años hidrológico 50 y 80%, mes a mes, se presentan en el Cuadro N° 3.1 siguiente:

CUADRO N° 3.1  
BALANCE ENTRE DISPONIBILIDAD Y DEMANDAS DE AGUA  
M3/SEG

| Prob.<br>Ex.    | Disponibilidades de Agua |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|-----------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
|                 | ENE                      | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT   | NOV   | DIC   |
| 50%             | 2,51                     | 3,57 | 4,11 | 1,84 | 1,68 | 1,81 | 1,80 | 1,66 | 1,47 | 1,26  | 1,22  | 1,31  |
| 80%             | 1,66                     | 1,97 | 1,82 | 1,43 | 1,41 | 1,48 | 1,62 | 1,41 | 1,25 | 1,15  | 1,04  | 1,10  |
| Dem.            | 2,96                     | 1,31 | 1,58 | 1,23 | 1,10 | 0,93 | 0,35 | 0,41 | 0,96 | 1,64  | 2,07  | 2,59  |
| Déf. Año<br>50% | -0,45                    | 2,26 | 2,53 | 0,61 | 0,58 | 0,88 | 1,45 | 1,25 | 0,51 | -0,38 | -0,38 | -1,28 |
| Déf. Año<br>80% | -1,30                    | 0,66 | 0,24 | 0,20 | 0,31 | 0,55 | 1,27 | 1,00 | 0,29 | -0,49 | -1,03 | -1,49 |

Los valores de disponibilidades de agua que se indican en el cuadro 3.1 son los que resultan del estudio hidrológico realizado por INGENDESA para esta Consultoría.

Según el balance, del cuadro 3.1 los déficit se producen entre los meses de Octubre a Enero, en año hidrológico 50%. En un año de sequía, (80%), los déficit ocurren en los mismos meses y son de mayor magnitud.

La forma como los agricultores equilibran la demanda con la disponibilidad de agua para riego, es dejando de regar parte de la tierra o disminuyendo la cantidad de agua aplicada a la alfalfa. Esta planta es capaz de sobrevivir e incluso producir, con tasas de riego muy inferiores a las ideales. El déficit del

riego se traduce en bajos rendimientos.

Las soluciones para equilibrar la demanda con la disponibilidad de agua de riego, sin sacrificar los rendimientos agrícolas son las siguientes:

- 1) Cambio en el patrón de uso de la tierra hacia cultivos de menos requerimientos hídricos.
- 2) Aumento de la eficiencia de riego, lo que implica disminuir pérdidas en canales y usar mejor tecnología de riego a nivel predial, y
- 3) Regular el recurso almacenando el agua que se pierde en los períodos de abundancia.

En relación al punto 1), el cambio del patrón de cultivos, se refiere aquí, a la disminución de la superficie de alfalfa en favor de hortalizas que demandan menor volumen de agua.

En relación al punto 2), se podría cambiar, por ejemplo, el método de riego por inundación sin control, o el de surcos tradicionales, por otros como serían los métodos de los bordes, tazas, goteo, microaspersión, etc, y la conducción del agua se haría entubada, tanto en los canales como en los predios (Sistemas Californianos).

Estos cambios permitirían aumentar la eficiencia de riego, y por ende, disminuir las tasas de riego por cultivo, y así disminuir la recarga al acuífero (mejoramiento indirecto al problema del drenaje y salinidad de los suelos).

El cambio de patrón de cultivo y el aumento de la eficiencia de riego, se analizarán en detalle, en el Informe de la Situación Futura Agrícola.

En relación al punto 3), la construcción de un embalse en un sector alto, sobre la zona de riego, permitiría regular el caudal del río Lluta y cubrir de este modo, la demanda de los cultivos en los períodos y años deficitarios.

La regulación del caudal del Lluta y el incremento en la seguridad de riego que esto conlleva, no es la única ventaja que representa para la agricultura la construcción de un embalse; además, permitirá disminuir el flujo de agua subterránea que es, como se ha dicho, la principal causa del problema de drenaje en la parte baja del valle.

Al eliminar el flujo subterráneo disminuye la gravedad de este problema, con todas las ventajas adicionales que ello trae consigo, como es por ejemplo, la posibilidad de habilitar y lavar los suelos, con el consiguiente aumento en la producción y en los rendimientos agrícolas.

La otra gran ventaja que representa la creación de un embalse para la agricultura, en forma indirecta, es la posibilidad de la instalación de una o más Centrales Hidráulicas, para la generación de energía eléctrica, pues al ser una obra integrada, permitiría distribuir los costos entre diferentes usos (otros podrían ser el agua potable de Arica y el uso recreacional, etc). De este modo, la agricultura no pagaría todo el costo de esta obra, el cual seguramente no estaría en condiciones de absorber.

Otra ventaja, indirecta, para la agricultura, es el control de avenidas que puede realizar el embalse, lo que evitaría los desbordes incontrolados que suelen producirse en años muy lluviosos, los que producen pérdidas cuantiosas en los terrenos agrícolas aledaños a la zona del río.

### 3.2 Ubicación de las Superficies Regadas.

La ubicación físicas de las áreas regables, en el valle del río Lluta, puede verse en los dos planos a escala 1:10.000, que se presentan anexos a este informe. Estos planos fueron confeccionados a base de los realizados para el Rol de Regantes de la Dirección General de Aguas. En el sector medio del valle, que presenta mayores problemas de drenaje, se aprovechó la información recopilada por INDERCO Ltda, sobre uso del suelo, donde se visualizan las áreas con diferentes grados de limitación por este factor. Este estudio de drenaje lo realizó la firma señalada, para la Dirección de Riego.

Para la distribución del agua de riego, el área regada del valle del Lluta se encuentra dividido en 5 sectores, los que están señalados en los planos. Algunos de estos sectores se ubican sólo sobre una de las riberas del río. Otros, sufren el fraccionamiento por el cauce, quedando una parte de la superficie sobre cada ribera.

En el Cuadro Nº 3.2 se presenta la superficie regada en cada sector, y cuanto de ella se ubica en cada ribera del río.

CUADRO N° 3.2  
SUPERFIE REGADA, POR SECTOR, EN EL VALLE DEL LLUTA  
HA

| Sectores | Superficie<br>por sector | Ribera Izq | Ribera Der |
|----------|--------------------------|------------|------------|
| Sect 1   | 260                      | 260        | -          |
| Sect 2   | 485                      | 242        | 242        |
| Sect 3   | 485                      | 315        | 170        |
| Sect 4   | 487                      | 463        | 24         |
| Sect 5   | 61                       | 49         | 12         |
| TOTAL    | 1.778                    | 1.330      | 448        |

La fuente de información de este cuadro es la Organización de Regantes del valle.

La totalidad de la superficie que sería posible de cultivar, adicional a la actual, si se contara con mayores recursos de agua, se ubica sobre la ribera izquierda del río.

El uso futuro de la tierra regada del valle del río Lluta será planteado en un informe posterior, y ello dependerá de las expectativas que se fijan en cuanto al mejoramiento en la calidad de agua y drenaje, a la disponibilidad de agua para riego que puedan entregar las obras proyectadas, y además de otros parámetros económicos, relacionados con precios y mercados.

#### 4. DESARROLLO DE LA SOLUCION QUE SE PROPONE PARA EL MANEJO DEL RIO LLUTA.

##### 4.1 Definición Conceptual

Del capítulo anterior se desprende que prácticamente toda el área de riego se ubica aguas abajo de la localidad de Tocontasi. Por otra parte, de la visita a terreno realizada se constató que la presa más cercana a la zona de riego que satisface los requerimientos técnicos que se deben exigir a una presa en el río Lluta, sería la que se ubica inmediatamente aguas arriba de la angostura de Chironta.

Por otra parte, como se ha explicado precedentemente en el punto 2 de este Informe, se debe evitar entregar agua en forma continua al acuífero, y por lo tanto será necesario conducir el agua desde la presa al área de riego que empieza en Tocontasi.

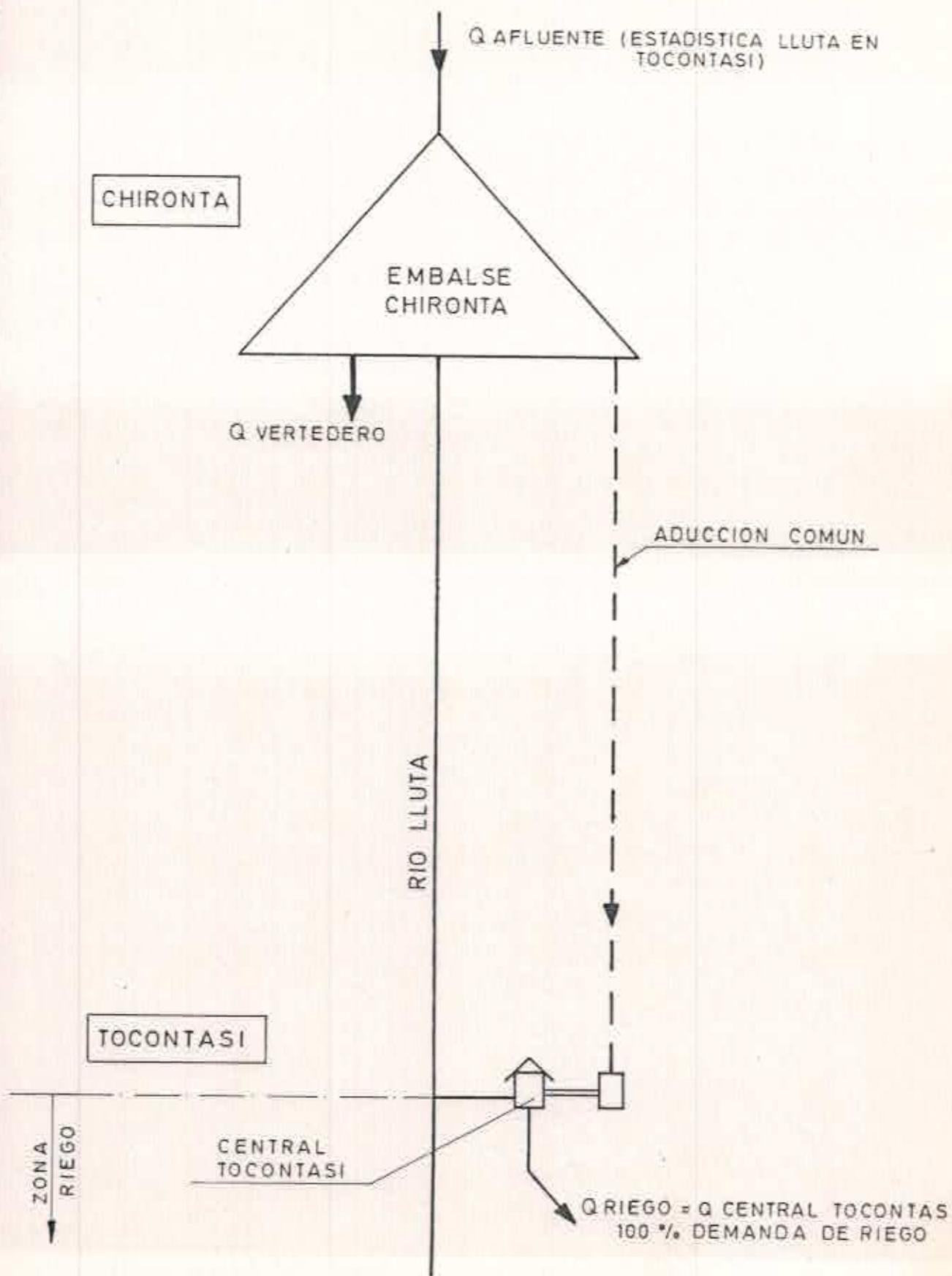
Dado que entre Chironta y Tocontasi hay un desnivel de 690 m aproximadamente, se propone utilizar este salto mediante una central hidráulica que genere las demandas de riego y las entregue directamente al canal matriz de riego que se iniciaría justamente en la descarga de la central.

En la figura N° 2 se indica en forma esquemática la solución propuesta.

En resumen, esta solución consiste en desarrollar las siguientes obras:

- 1) Presa en Chironta
- 2) Túnel de aducción de la central
- 3) Cámara de carga
- 4) Tubería en presión

SOLUCION 1  
MANEJO DEL RIO



- 5) Casa de Máquinas
- 6) Empalme eléctrico con la línea de Transmisión existente de Chapiquiña a Arica.

El resto de las obras que constituyen el proyecto del nuevo riego del valle del río Lluta, se definirán una vez que se conozca el nuevo esquema agrario, vale decir, las necesidades de agua asociadas a sus respectivas ubicaciones dentro del valle.

En consecuencia esta 5ª etapa denominada Manejo del Río Lluta se concentrará en la definición primaria de una central hidroeléctrica que genere las demandas de riego y tenga un embalse capaz de regular con un 85% de seguridad los aportes del río Lluta representados por la hidrología de la estación de Lluta en Tocontasi.

#### 4.2 Estudios de Regulación

Para dimensionar las obras civiles de la solución propuesta, se utilizó un programa computacional existente de INGENDESA, que realiza una operación simulada de una central hidroeléctrica. Esta simulación consiste básicamente en buscar el volumen de regulación del embalse que haga posible entregar a través de la central, un caudal preestablecido que permita satisfacer la demanda de riego requerida.

Para realizar la operación simulada es necesario contar con los siguientes datos de entrada:

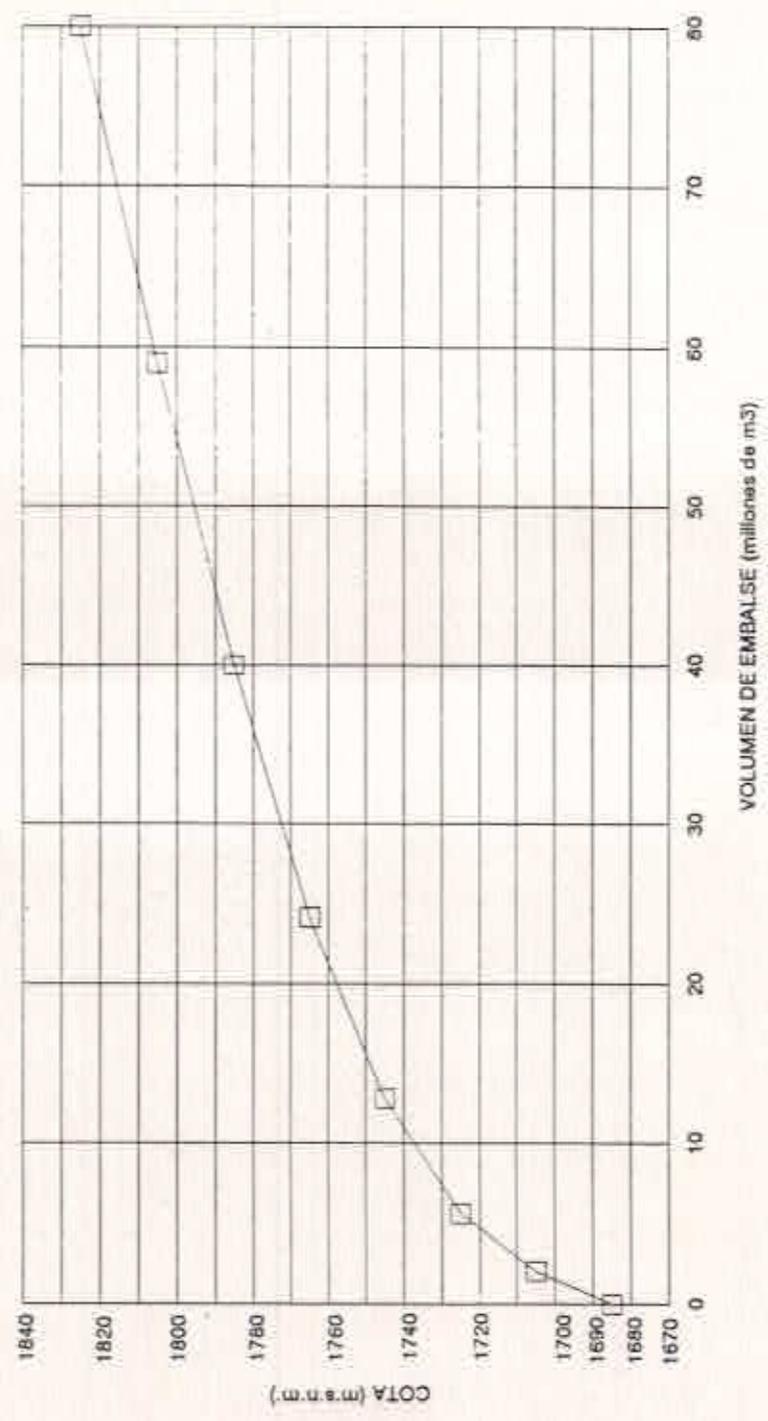
- a) Estadística de caudales medios afluentes al embalse.  
Dado que el embalse se ubicará aproximadamente unos 20 km

aguas arriba de Tocontasi y que no existen en este tramo aportes de caudal del río Lluta, se adoptarán como caudales afluentes al embalse los gastos de Lluta en Tocontasi (Anexo N° 1).

- b) Caudales medios mensuales requeridos por los usuarios. Equivale a la demanda de riego aguas abajo de la central determinada en el capítulo 3 y que corresponde al total de la demanda con 85% de seguridad.
- c) Curva de embalse : Esta curva corresponde al volumen versus la altura de la presa y se muestra en la figura N° 3.
- d) Curva de descarga: corresponde al caudal máximo de descarga de la central versus la altura de la descarga, que en Tocontasi se considerará a la cota 1050 m para el caudal máximo demandado.
- e) Altura neta máxima: Este dato se calcula a través de la curva de embalse dado un volumen de embalse y restándole las pérdidas de carga, que se han estimado del orden de 20 m.

Con esta información se determina en forma iterativa, el mínimo volumen de embalse necesario para satisfacer la demanda de riego y por lo tanto se dimensiona la altura de la presa.

CONSULTORIA DEP -002  
CURVA DE EMBALSE PRESA DE CHIRONTA



Como resultado de la operación simulada, se obtiene también la estadística de caudales efluentes y la generación de energía que tendría la central, pudiendo con esto dimensionar las obras de conducción, evacuación y casa de máquinas con sus equipos.

Los resultados de la operación simulada se resumen a continuación:

|                                  |   |                                   |
|----------------------------------|---|-----------------------------------|
| - Volumen útil del embalse       | : | 10,0 millones de m <sup>3</sup> . |
| - Cota mínima de embalse         | : | 1696,1 m.s.n.m.                   |
| - Cota máxima embalse            | : | 1741,0 m.s.n.m.                   |
| - Altura neta máxima de caída:   |   | 671 m.                            |
| - Potencia instalada             | : | 14,3 MW                           |
| - Caudal de diseño de la central | : | 3,00 m <sup>3</sup> /s            |
| - Energía total media anual      | : | 96,9 GWH                          |

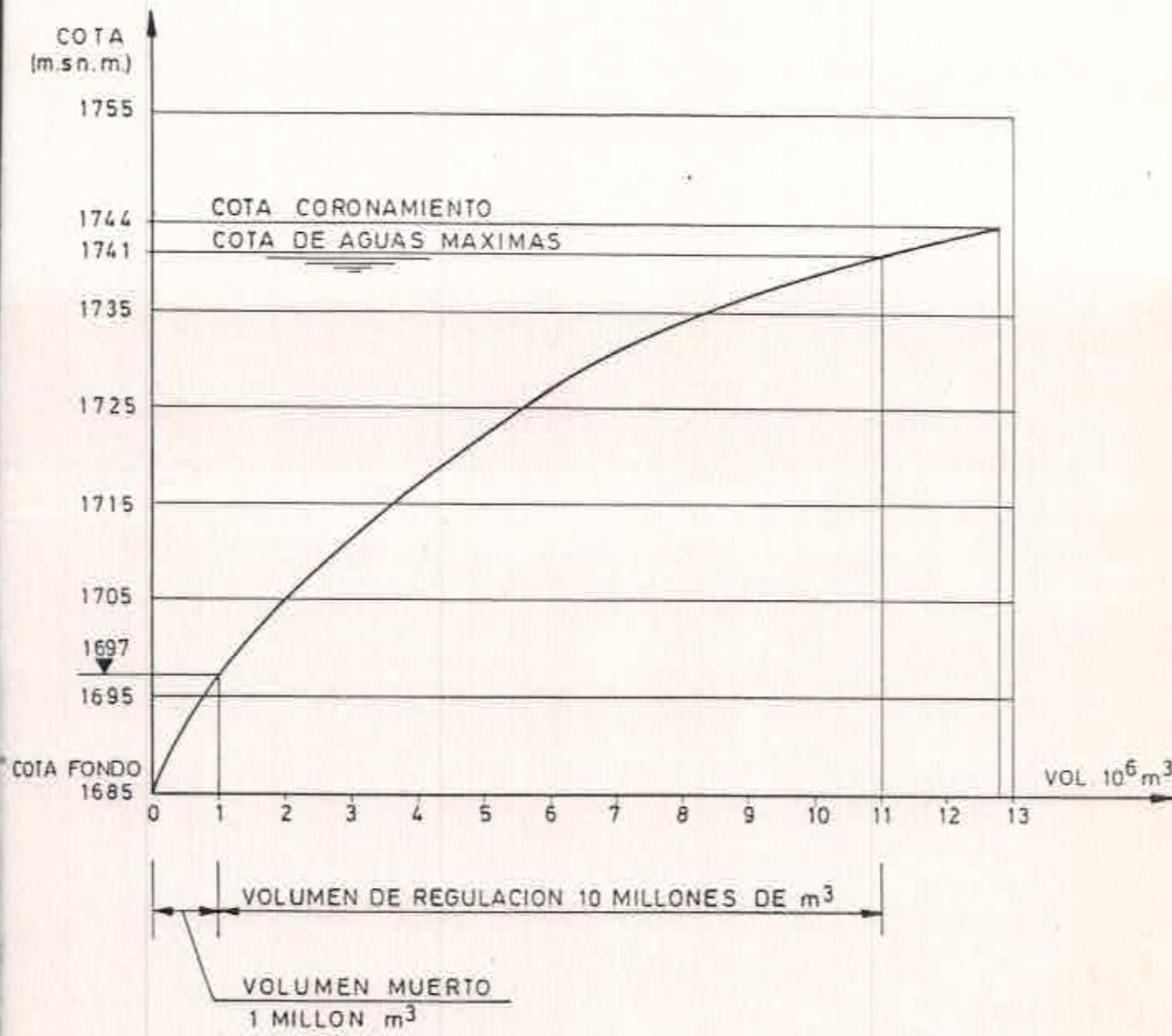
Se ha considerado un volumen muerto de 1 millón de m<sup>3</sup> equivalente a 12 m sobre el nivel del lecho del río.

La figura N° 4 muestra esquemáticamente los resultados de la operación simulada. Se muestra el volumen muerto, el volumen útil (volumen de regulación) y la altura de la presa necesaria.

#### 4.3 Características de las Obras

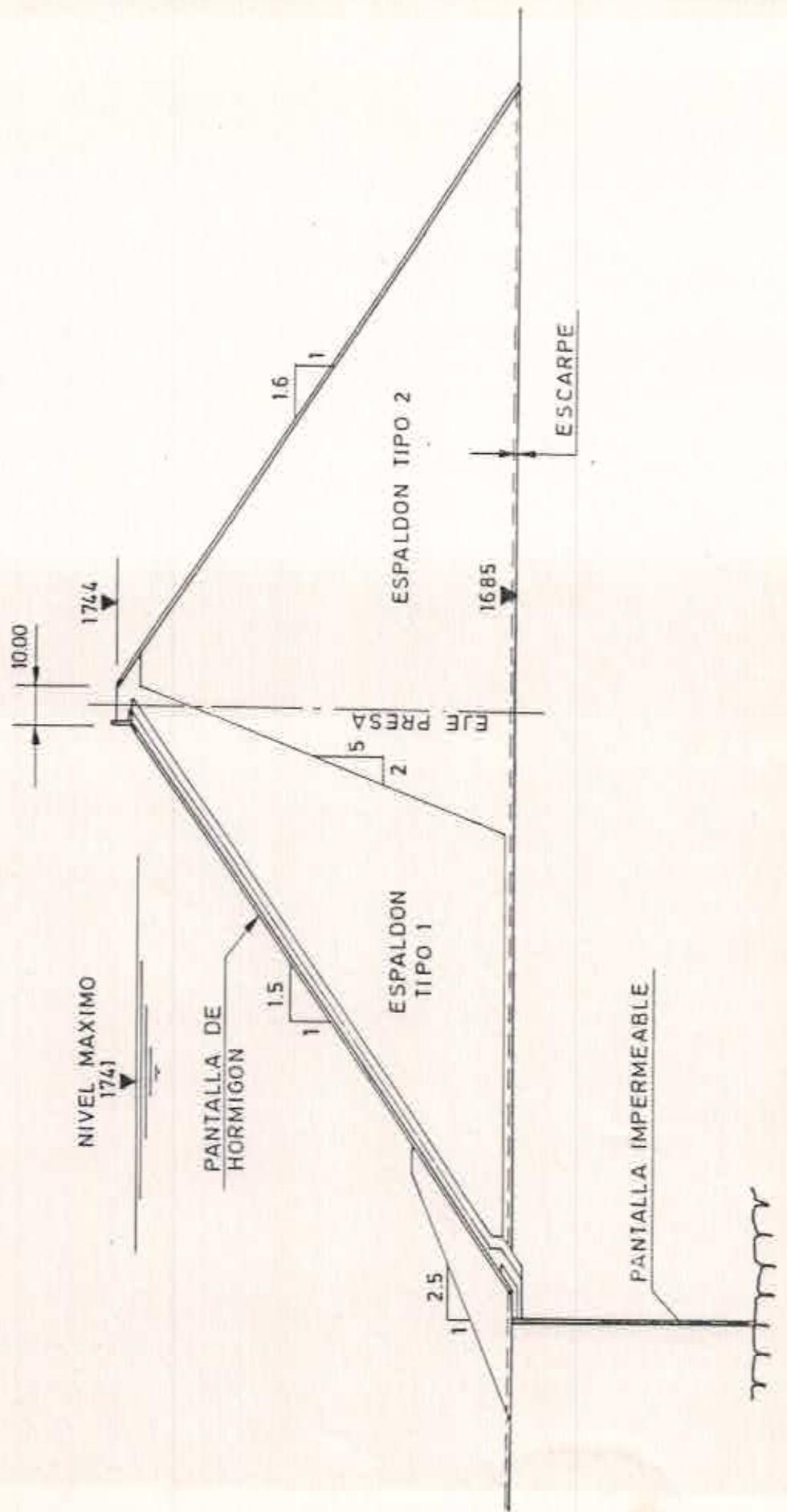
De acuerdo a los resultados del punto anterior, se considerará una presa de enrocados de 59 m de altura (considerando 3 m de revancha) y de 200 m de largo en su coronamiento. Para efectos de cubicación se supondrá una sección típica como la que se muestra en la figura N° 5, con lo cual el volumen de la presa alcanzará a un millón de m<sup>3</sup>.

# CURVA DE EMBALSE



# PRESA DE ENROCADOS PERFIL TRANSVERSAL

ALTURA = 59.00m  
LONG. CORONAMIENTO = 200.00m



El túnel de aducción será de sección mínima de aproximadamente  $5 \text{ m}^2$ , con radier de hormigón de 15 cm de espesor. La longitud total del túnel resulta ser de aproximadamente 19 km. En principio se ha definido que la aducción de la central iría en el macizo rocoso de la ribera derecha del río Lluta. El trazado del túnel propuesto se muestra como solución 1 en la figura N° 6.

Este túnel concluye en una cámara de carga, desde donde nace la tubería en presión de una longitud aproximada de 1 Km. El diámetro de la tubería se diseñará para el caudal máximo de la demanda de riego ( $3 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

En principio se ha considerado que la casa de máquinas tendrá una sola unidad turbogeneradora con sus respectivos equipos de seguridad, regulación y control.

El canal matriz de riego se deberá diseñar para un máximo de  $3 \text{ m}^3/\text{s}$  en su comienzo, e irá disminuyendo su capacidad en la medida que realice entregas a las diferentes zonas de riego.

La solución 2 que se muestra en la misma figura N° 6, corresponde a una solución alternativa que se analizará en el punto 5 siguiente, donde se hace un análisis de sensibilidad de la solución propuesta.

#### 4.4 Estimación de Costos

En esta etapa se efectuará una estimación preliminar de los costos de la solución planteada, sobre la base de un banco de precios a nivel de costo directo que posee la INGENDESA de obras de regadío y de centrales hidroeléctricas asociados a otros proyectos de centrales.

Los precios unitarios del banco de datos han sido adaptados de acuerdo a las condiciones locales del proyecto, esto es, situación geográfica, condiciones climáticas, distancia de transporte de los materiales y otros.

Se ha supuesto que las obras civiles y el montaje serían ejecutados bajo un solo contrato y que el proyecto tendría una duración total de 4 años. Las obras civiles se construirían en los últimos 3 años.

Los datos básicos para el cálculo del presupuesto son los siguientes:

|                        |   |                    |
|------------------------|---|--------------------|
| Nivel de precios       | : | 1/11/1991          |
| Tasa de cambio         | : | 1 US\$ = \$ 360,50 |
| Tasa de descuento      | : | 10%                |
| Vida útil del proyecto | : | 50 años            |

|  |   | Moneda<br>Extranj. | Moneda<br>Nacional |
|--|---|--------------------|--------------------|
| Derechos de importación                      | : | -                  | 11,0%              |
| Gastos Portuarios y fletes                   |   | 6,0%               | 3,0%               |
| Imprevistos Obras Civiles                    | : | 25,0%              | 25,0%              |
| Imprevistos Equipos                          | : | 20,0%              | 20,0%              |
| Gastos Generales                             | : | -                  | 2,0%               |
| Ingeniería (% Costo Constr.)                 | : | -                  | 8,5%               |
| Inspección y Administ. de<br>la construcción | : | -                  | 11,1%              |
| Imprevistos de Ingeniería                    | : | 10,0%              | 10,0%              |

Se han considerado como gastos generales a los siguientes ítemes:

- La dirección y supervisión de faenas, incluyendo movilización y alimentación
- La ingeniería de terreno
- Los seguros, las garantías, los impuestos y costos financieros
- La operación y mantención de las instalaciones de faena (oficinas, campamentos, talleres)
- El bienestar, la salud y la seguridad
- Los gastos de las oficinas principales de los contratistas atribuibles al contrato.

En los cuadros 4.1 y 4.2 siguientes se incluye el presupuesto total de la solución 1 con embalse en Chironta y central en Tocontasi.

#### 4.5 Costos unitarios de la central Tocontasi

Sobre la base del presupuesto de la central entregado en el punto 4.4 anterior, y considerando la energía generada por la central según el programa de simulación empleado, se calcularon sus costos unitarios, los que se muestran en el Cuadro 4.3 siguiente:

CUADRO N° 4.1  
 MANEJO DEL RIO LLUTA  
 SOLUCION PRESA EN CHIRONTA Y CENTRAL EN TOCONTASI  
 DETALLE COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCION DE LAS OBRAS  
 ( Valores en Miles de Dólares Equivalentes )  
 Nivel de Precios : 01.11.1991

| ITEM   | MONEDA<br>EXTRANJERA | MONEDA<br>NACIONAL  | COSTO<br>TOTAL      |
|--|----------------------|---------------------|---------------------|
| 1.- TERRENOS Y GASTOS LEGALES                          | 0,0                  | 100,0               | 100,0               |
| 2.- OBRAS CIVILES                                      |                      |                     |                     |
| 2.1 Infraestructura                                    |                      |                     |                     |
| - Caminos de acceso (20 km)                            | 858,9                | 1.595,1             | 2.454,0             |
| - Casino, oficinas                                     | 120,4                | 223,6               | 344,0               |
| - Alimentación eléctrica faena                         | 210,7                | 391,3               | 602,0               |
| 2.2 Presa de enrocados (1.000.000 m³)                  | 3.429,3              | 6.368,7             | 9.798,0             |
| 2.3 Desvío y vertedero                                 | 203,7                | 378,3               | 582,0               |
| 2.4 Bocatoma   | 35,0                 | 65,0                | 100,0               |
| 2.5 Túnel de aducción (19 km)                          | 5.320,0              | 9.880,0             | 15.200,0            |
| 2.6 Cámara de carga y válvulas                         | 42,0                 | 78,0                | 120,0               |
| 2.7 Tubería de presión (1 km)                          | 385,0                | 715,0               | 1.100,0             |
| 2.8 Casa de máquinas                                   | 77,0                 | 143,0               | 220,0               |
| 2.9 Canal de evacuación                                | 12,3                 | 22,8                | 35,0                |
| SUB-TOTAL  | 10.694,3             | 19.660,8            | 30.555,0            |
| 2.10 Obras Misceláneas                                 | 534,8                | 993,2               | 1.528,0             |
| 2.11 Empalme línea de transmisión (30%)                | 25,7                 | 179,0               | 204,7               |
| TOTAL OBRAS CIVILES                                    | 11.254,8             | 21.033,0            | 32.287,7            |
| 3.- SUMINISTRO EQUIPOS                                 |                      |                     |                     |
| 3.1 Turbina con regulador y válvula                    | 1.484,0              | 0,0                 | 1.484,0             |
| 3.2 Generador  | 1.490,0              | 0,0                 | 1.490,0             |
| 3.3 Sistemas mecánicos auxiliares                      | 27,0                 | 90,0                | 117,0               |
| 3.4 Equipos eléctricos auxiliares                      | 726,0                | 128,0               | 854,0               |
| 3.5 Equipos bocatoma - cámara de carga -<br>evacuación | 0,0                  | 110,0               | 110,0               |
| 3.6 Puente grúa  | 0,0                  | 130,0               | 130,0               |
| 3.7 Equipos de S/E                                     | 483,0                | 150,0               | 633,0               |
| SUBTOTAL   | 4.210,0              | 608,0               | 4.818,0             |
| 3.8 Equipos Misceláneos                                | 211,0                | 30,0                | 241,0               |
| 3.9 Empalme línea de transmisión (40%)                 | 35,0                 | 238,0               | 273,0               |
| TOTAL SUMINISTRO EQUIPOS                               | 4.456,0              | 876,0               | 5.332,0             |
| 4.- MONTAJE DE EQUIPOS                                 |                      |                     |                     |
| 4.1 Casa de Máquinas                                   | 124,0                | 559,0               | 683,0               |
| 4.2 Otros equipos                                      | 0,0                  | 39,0                | 39,0                |
| SUBTOTAL   | 124,0                | 598,0               | 722,0               |
| 4.3 Misceláneas  | 6,0                  | 30,0                | 36,0                |
| 4.4 Empalme línea de transmisión (30%)                 | 26,0                 | 179,0               | 205,0               |
| TOTAL MONTAJE DE EQUIPOS                               | 156,0                | 807,0               | 963,0               |
| 5.- DERECHO DE INTERNACION EQUIPOS<br>DE LA CENTRAL    | 0,0                  | 507,3               | 507,3               |
| 6.- GASTOS PORTUARIOS Y FLETES<br>EN CHILE DEL EQUIPO  | 0,0                  | 303,0               | 303,0               |
| 7.- IMPREVISTOS OBRAS CIVILES                          | 2.813,8              | 5.258,3             | 8.072,1             |
| 8.- IMPREVISTOS EQUIPO CENTRAL                         | 922,4                | 498,7               | 1.421,1             |
| <b>TOTAL COSTO DE CONSTRUCCION</b>                     | <b>US\$19.603,0</b>  | <b>US\$29.383,3</b> | <b>US\$48.986,2</b> |

**CUADRO N° 4.2**  
**MANEJO DEL RIO LLUTA**  
**SOLUCION PRESA EN CHIRONTA Y CENTRAL EN TOCONTASI**  
**PRESUPUESTO DEL PROYECTO**  
 (Valores en Miles de Dólares Equivalentes)  
 Nivel de precios 1/11/1991

| DESCRIPCION                           | MONEDA<br>EXTRANJERA | MONEDA<br>NACIONAL  | PRESUPUESTO<br>TOTAL |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| 1.- INGENIERIA E INSPECCION           |                      | US\$6.354,3         | US\$6.354,3          |
| 2.- CONSTRUCCION DE LAS OBRAS         | US\$19.603,2         | US\$29.383,2        | US\$48.986,4         |
| <b>COSTO DIRECTO</b>                  | <b>US\$19.603,2</b>  | <b>US\$35.737,5</b> | <b>US\$55.340,7</b>  |
| 3.- GASTOS GENERALES DEL PROPIETARIO  |                      | US\$1.106,8         | US\$1.106,8          |
| 4.- INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION | US\$3.660,9          | US\$6.880,7         | US\$10.541,6         |
| <b>COSTO TOTAL</b>                    | <b>US\$23.264,1</b>  | <b>US\$43.725,0</b> | <b>US\$66.989,1</b>  |

CUADRO 4.3

| ITEM  | MILES DE US\$ |
|---|---------------|
| 1. Costo total del proyecto (Solución 1)    | 66.989        |
| 2. Costo de la potencia instalada (US\$/kw) | 4.685         |
| 3. Costo anual del capital                  | 6.757         |
| 4. Costo anual de operación y mantención    | 192           |
| 5. Costo anual total                        | 6.949         |
| 6. Costo de la energía generada (MILLS/Kwh) | 71,6          |

##### 5. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

La solución 1 tiene como base generar las demandas de riego y entregar las aguas ya turbinadas en la zona agrícola que comienza en Tocontasi. Con el propósito de analizar qué incidencia económica tendría ubicar la central aguas arriba del inicio de la zona de riego, se ha propuesto como solución alternativa la solución 2, que consiste básicamente en ubicar la central en la zona de Challallapo. Se ubicó ese punto por cuanto en ese lugar el río cambia considerablemente su pendiente longitudinal. La figura N° 7 muestra esquemáticamente esta solución 2.

Cabe hacer presente que cualesquiera que sean las ubicaciones de la central, por razones de seguridad ésta tendrá su aducción en túnel. Asimismo, para cumplir con la premisa de no recargar el acuífero, se ha dispuesto llevar las aguas desde la descarga de la central de la solución 2 (Challallapo) hasta la zona de riego (Tocontasi), mediante un canal revestido.

Como se ha dicho anteriormente la ubicación del embalse es la más cercana a la zona de riego y dado que las demandas son las mismas, el embalse para esta solución 2 mantendría su ubicación y sus características.

En resumen la central hidroeléctrica correspondiente a la solución 2 tendría las siguientes características físicas:

|                             |   |                               |
|-----------------------------|---|-------------------------------|
| Cota máxima de embalse      | : | 1.741 m.s.n.m                 |
| Cota mínima de embalse      | : | 1.696,1 m.s.n.m               |
| Volumen útil de embalse     | : | 10 millones de m <sup>3</sup> |
| Cota de descarga            | : | 1.250 m.s.n.m                 |
| Pérdidas de carga máxima    | : | 15 m                          |
| Altura neta máxima de caída | : | 476 m                         |
| Potencia instalada          | : | 10,0 MW                       |
| Energía total media anual   | : | 71 GWH                        |

En forma análoga al capítulo anterior se realizó una estimación de costos de esta solución 2, sobre la base de las mismas consideraciones detalladas en el punto 4.4 anterior.

En los cuadros 5.1 y 5.2 se indican el presupuesto total de la solución 2 con embalse en Chironta y central en Challallapo.

Con este presupuesto y conociendo que la energía media anual generada por la central es de 71 GWH, se calcularon sus costos unitarios, los que se muestran en el Cuadro 5.3 siguiente:

CUADRO 5.3

| ITEM  | MILES DE US\$ |
|---|---------------|
| 1. Costo total del proyecto (solución 2)    | 55.421        |
| 2. Costo de la potencia instalada (US\$/KW) | 5.542         |
| 3. Costo anual del capital                  | 5.590         |
| 4. Costo anual de operación y mantención    | 155           |
| 5. Costo anual total                        | 5.745         |
| 6. Costo de la energía generada (MILLS/KWH) | 80,9          |

CUADRO Nº 5.1  
 MANEJO DEL RIO LLUTA  
 SOLUCION PRESA EN CHIRONTA Y CENTRAL EN CHALLALLAPO  
 DETALLE COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCION DE LAS OBRAS  
 ( Valores en Miles de Dólares Equivalentes )  
 Nivel de Precios : 01.11.1991

| ITEM   | MONEDA<br>EXTRANJERA | MONEDA<br>NACIONAL  | COSTO<br>TOTAL      |
|--|----------------------|---------------------|---------------------|
| 1.- TERRENOS Y GASTOS LEGALES                          | 0,0                  | 100,0               | 100,0               |
| 2.- OBRAS CIVILES                                      |                      |                     |                     |
| 2.1 Infraestructura                                    |                      |                     |                     |
| - Caminos de acceso (20 km)                            | 858,9                | 1.595,1             | 2.454,0             |
| - Casino, oficinas                                     | 120,4                | 223,6               | 344,0               |
| - Alimentación eléctrica faena                         | 210,7                | 391,3               | 602,0               |
| 2.2 Presa de enrocados (1.000.000 m <sup>3</sup> )     | 3.429,3              | 6.368,7             | 9.798,0             |
| 2.3 Desvío y vertedero                                 | 203,7                | 378,3               | 582,0               |
| 2.4 Bocatoma   | 35,0                 | 65,0                | 100,0               |
| 2.5 Túnel de aducción (11 km)                          | 3.083,5              | 5.726,5             | 8.810,0             |
| 2.6 Cámara de carga y válvulas                         | 42,0                 | 78,0                | 120,0               |
| 2.7 Tubería de presión (750 m)                         | 288,8                | 536,3               | 825,0               |
| 2.8 Casa de máquinas                                   | 70,0                 | 130,0               | 200,0               |
| 2.9 Canal (10 km)                                      | 297,5                | 552,5               | 850,0               |
| 2.10 Obras de arte canal                               | 52,5                 | 97,5                | 150,0               |
| SUB-TOTAL  | 8.692,3              | 16.142,8            | 24.835,0            |
| 2.10 Obras Misceláneas                                 | 438,2                | 813,8               | 1.252,0             |
| 2.11 Empalme línea de transmisión (30%)                | 68,5                 | 126,5               | 195,0               |
| TOTAL OBRAS CIVILES                                    | 9.199,0              | 17.083,0            | 26.282,0            |
| 3.- SUMINISTRO EQUIPOS                                 |                      |                     |                     |
| 3.1 Turbina con regulador y válvula                    | 1.225,0              | 0,0                 | 1.225,0             |
| 3.2 Generador  | 1.344,0              | 0,0                 | 1.344,0             |
| 3.3 Sistemas mecánicos auxiliares                      | 22,0                 | 88,0                | 110,0               |
| 3.4 Equipos eléctricos auxiliares                      | 710,0                | 125,0               | 835,0               |
| 3.5 Equipos bocatoma - cámara de carga -<br>evacuación | 0,0                  | 110,0               | 110,0               |
| 3.6 Puente grúa  | 0,0                  | 104,0               | 104,0               |
| 3.7 Equipos de S/E                                     | 449,0                | 139,0               | 588,0               |
| SUBTOTAL   | 3.750,0              | 566,0               | 4.316,0             |
| 3.8 Equipos Misceláneos                                | 189,0                | 40,0                | 229,0               |
| 3.9 Empalme línea de transmisión (40%)                 | 33,0                 | 227,0               | 260,0               |
| TOTAL SUMINISTRO EQUIPOS                               | 3.972,0              | 833,0               | 4.805,0             |
| 4.- MONTAJE DE EQUIPOS                                 |                      |                     |                     |
| 4.1 Casa de Máquinas                                   | 98,0                 | 444,0               | 542,0               |
| 4.2 Otros equipos                                      | 0,0                  | 39,0                | 39,0                |
| SUBTOTAL   | 98,0                 | 483,0               | 581,0               |
| 4.3 Misceláneas  | 6,0                  | 33,0                | 39,0                |
| 4.4 Empalme línea de transmisión (30%)                 | 25,0                 | 170,0               | 195,0               |
| TOTAL MONTAJE DE EQUIPOS                               | 129,0                | 686,0               | 815,0               |
| 5.- DERECHO DE INTERNACION EQUIPOS<br>DE LA CENTRAL    | 0,0                  | 451,1               | 451,1               |
| 6.- GASTOS PORTUARIOS Y FLETES<br>EN CHILE DEL EQUIPO  | 0,0                  | 271,1               | 271,1               |
| 7.- IMPREVISTOS OBRAS CIVILES                          | 2.299,8              | 4.270,7             | 6.570,5             |
| 8.- IMPREVISTOS EQUIPO CENTRAL                         | 820,2                | 448,2               | 1.268,4             |
| <b>TOTAL COSTO DE CONSTRUCCION</b>                     | <b>US\$16.420,0</b>  | <b>US\$24.143,1</b> | <b>US\$40.563,1</b> |

**CUADRO N° 5.2**  
**MANEJO DEL RIO LLUTA**  
**SOLUCION PRESA EN CHIRONTA Y CENTRAL EN CHALLALLAPO**  
**PRESUPUESTO DEL PROYECTO**  
 (Valores en Miles de Dólares Equivalentes)  
 Nivel de precios 1/11/1991

| DESCRIPCION                            | MONEDA<br>EXTRANJERA | MONEDA<br>NACIONAL  | PRESUPUESTO<br>TOTAL |
|--|----------------------|---------------------|----------------------|
| 1. - INGENIERIA E INSPECCION           |                      | US\$5.220,9         | US\$5.220,9          |
| 2. - CONSTRUCCION DE LAS OBRAS         | US\$16.420,0         | US\$24.143,1        | US\$40.563,1         |
| <b>COSTO DIRECTO</b>                   | <b>US\$16.420,0</b>  | <b>US\$29.364,1</b> | <b>US\$45.784,1</b>  |
| 3. - GASTOS GENERALES DEL PROPIETARIO  |                      | US\$915,7           | US\$915,7            |
| 4. - INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION | US\$3.066,4          | US\$5.654,8         | US\$8.721,2          |
| <b>COSTO TOTAL</b>                     | <b>US\$19.486,4</b>  | <b>US\$35.934,8</b> | <b>US\$55.421,0</b>  |

De los valores indicados en el cuadro anterior, se deduce que aún cuando esta solución tiene una menor inversión, el costo unitario de la energía generada resulta mayor que el de la solución 1.

El valor de 71,6 Mills/KWH que resulta de la solución 1, es similar al costo total de generación de una moderna central térmica a carbón. Por este motivo el embalse que será aprovechado por el sector agrícola, sería prácticamente financiado por la central hidráulica.

Con el propósito de valorar el subsidio del sector eléctrico al sector agrario, se ha hecho un presupuesto estimativo de lo que significa construir el embalse en Chironta y conducir el agua mediante un canal revestido hasta Tocontasi.

Los Cuadros 5.4 y 5.5 muestran los presupuestos antes mencionados.

Con estos valores se han deducido los costos anuales de la construcción del embalse y del canal matriz de riego hasta Tocontasi. Estos valores son los siguientes :

|                                       | Miles US\$ |
|---------------------------------------|------------|
| Costo total aproximado del proyecto   | 28.766     |
| Costo anual del capital               | 2.901      |
| Costo anual de operación y mantención | 80         |
| Costo anual total                     | 2.981      |

**CUADRO Nº 5.4**  
**MANEJO DEL RIO LLUTA**  
**SOLUCION PRESA EN CHIRONTA SIN CENTRAL HIDRAULICA**  
**DETALLE COSTO DIRECTO DE CONSTRUCCION DE LAS OBRAS**  
 (Valores en Miles de Dólares Equivalentes)  
 Nivel de Precios : 01.11.1991

| ITEM  | MONEDA<br>EXTRANJERA | MONEDA<br>NACIONAL  | COSTO<br>TOTAL      |
|---|----------------------|---------------------|---------------------|
| 1.- TERRENOS Y GASTOS LEGALES                         | 0,0                  | 100,0               | 100,0               |
| 2.- OBRAS CIVILES                                     |                      |                     |                     |
| 2.1 Infraestructura                                   | 664,5                | 2.480,0             | 3.144,5             |
| 2.2 Presa de enrocados (1.000.000 m <sup>3</sup> )    | 3.919,0              | 5.879,0             | 9.798,0             |
| 2.3 Desvío y vertedero                                | 145,0                | 437,0               | 582,0               |
| 2.9 Canal hasta Tocantasi                             | 255,0                | 1.445,0             | 1.700,0             |
| 2.10 Obras de arte canal                              | 45,0                 | 255,0               | 300,0               |
| SUB-TOTAL   | 5.028,5              | 10.496,0            | 15.524,5            |
| 2.10 Obras Misceláneas                                | 293,5                | 525,0               | 818,5               |
| TOTAL OBRAS CIVILES                                   | 5.322,0              | 11.021,0            | 16.343,0            |
| 3.- SUMINISTRO EQUIPOS                                | 0,0                  | 116,0               | 116,0               |
| 4.- MONTAJE DE EQUIPOS                                | 0,0                  | 41,0                | 41,0                |
| 5.- DERECHO DE INTERNACION EQUIPOS<br>DE LA CENTRAL   | 0,0                  | 0,0                 | 0,0                 |
| 6.- GASTOS PORTUARIOS Y FLETES<br>EN CHILE DEL EQUIPO | 0,0                  | 3,5                 | 3,5                 |
| 7.- IMPREVISTOS OBRAS CIVILES                         | 1.330,5              | 2.755,3             | 4.085,8             |
| 8.- IMPREVISTOS EQUIPO CENTRAL                        | 0,0                  | 32,1                | 32,1                |
| <b>TOTAL COSTO DE CONSTRUCCION</b>                    | <b>US\$6.652,5</b>   | <b>US\$14.068,9</b> | <b>US\$20.721,4</b> |

**CUADRO N° 5.5**  
**MANEJO DEL RIO LLUTA**  
**SOLUCION PRESA EN CHIRONTA SIN CENTRAL HIDRAULICA**  
**PRESUPUESTO DEL PROYECTO**  
 (Valores en Miles de Dólares Equivalentes)  
 Nivel de precios 1/11/1991

| DESCRIPCION                           | MONEDA<br>EXTRANJERA | MONEDA<br>NACIONAL  | PRESUPUESTO<br>TOTAL |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| 1.- INGENIERIA E INSPECCION           |                      | US\$3.042,4         | US\$3.042,4          |
| 2.- CONSTRUCCION DE LAS OBRAS         | US\$6.652,5          | US\$14.068,9        | US\$20.721,4         |
| <b>COSTO DIRECTO</b>                  | <b>US\$6.652,5</b>   | <b>US\$17.111,3</b> | <b>US\$23.763,8</b>  |
| 3.- GASTOS GENERALES DEL PROPIETARIO  |                      | US\$475,3           | US\$475,3            |
| 4.- INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION | US\$1.242,4          | US\$3.284,3         | US\$4.526,7          |
| <b>COSTO TOTAL</b>                    | <b>US\$7.894,9</b>   | <b>US\$20.870,9</b> | <b>US\$28.765,8</b>  |

## 6. CONCLUSIONES

Del análisis preliminar realizado, se desprende que es conveniente incluir en el estudio integral del desarrollo agrario del valle del río Lluta una central hidroeléctrica, ya que ésta tendría la capacidad de financiar prácticamente todas las obras de regulación que se requieren para mejorar el riego y el saneamiento de los suelos agrícolas de este valle.

Cabe mencionar que la central Tocontasi que se ha usado en el análisis preliminar, está concebida con el propósito de satisfacer solamente los requerimientos de agua para riego, y por consiguiente no necesariamente es la que corresponde al óptimo económico de un sistema de obras con propósito multidisciplinario.

**ANEXO N° 1**

**ESTADISTICA DE CAUDALES AFLUENTES  
ESTACION LLUTA EN TOCONTASI**

ESTADISTICA DE CAUDALES AFLUENTES  
VALORES MEDIOS MENSUALES

| ANNO  | NOV  | DIC  | ENE  | FEB  | MAR   | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SET  | DET  | PROM. |
|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1961  | 1.07 | 1.39 | 3.70 | 3.56 | 0.97  | 1.03 | 1.82 | 0.67 | 1.98 | 1.20 | 1.55 | 0.93 | 1.91  |
| 1962  | 1.00 | 1.11 | 4.56 | 7.47 | 4.85  | 2.03 | 1.55 | 1.85 | 1.70 | 1.20 | 1.08 | 1.20 | 1.09  |
| 1963  | 1.64 | 1.37 | 1.56 | 1.47 | 1.11  | 1.48 | 1.39 | 1.58 | 1.31 | 1.22 | 1.31 | 1.25 | 1.27  |
| 1964  | 1.49 | 1.27 | 3.30 | 3.40 | 2.15  | 1.51 | 1.13 | 1.28 | 1.75 | 1.22 | 1.10 | 1.14 | 1.19  |
| 1965  | 1.41 | 1.16 | 1.33 | 3.09 | 3.50  | 1.93 | 1.29 | 2.44 | 1.66 | 1.40 | 1.15 | 1.17 | 1.15  |
| 1966  | 1.06 | 1.11 | 1.33 | 1.82 | 1.69  | 1.08 | 1.35 | 0.90 | 1.55 | 1.27 | 1.13 | 1.10 | 1.18  |
| 1967  | 1.44 | 1.29 | 3.42 | 5.82 | 1.14  | 1.23 | 1.47 | 1.57 | 1.82 | 1.40 | 1.11 | 1.08 | 1.18  |
| 1968  | 1.08 | 1.02 | 2.51 | 3.82 | 2.09  | 1.42 | 1.79 | 1.50 | 1.62 | 1.40 | 1.18 | 1.11 | 1.16  |
| 1969  | 0.92 | 1.02 | 2.79 | 5.90 | 3.05  | 1.84 | 1.50 | 1.50 | 1.93 | 1.41 | 1.20 | 1.12 | 1.13  |
| 1970  | 1.23 | 1.06 | 2.92 | 6.54 | 4.73  | 2.04 | 1.73 | 1.81 | 1.60 | 1.27 | 1.14 | 1.11 | 1.16  |
| 1971  | 1.24 | 1.05 | 4.46 | 9.63 | 8.42  | 4.14 | 2.43 | 2.53 | 2.13 | 1.93 | 1.47 | 1.22 | 1.24  |
| 1972  | 1.11 | 1.05 | 4.04 | 7.14 | 4.42  | 2.07 | 1.40 | 1.99 | 1.90 | 1.80 | 1.00 | 1.13 | 1.13  |
| 1973  | 1.10 | 1.13 | 4.30 | 9.63 | 11.60 | 3.13 | 2.22 | 1.53 | 2.18 | 1.20 | 1.37 | 1.13 | 1.16  |
| 1974  | 1.12 | 1.13 | 4.34 | 7.14 | 8.42  | 4.14 | 1.59 | 1.73 | 1.83 | 1.60 | 1.34 | 1.13 | 1.13  |
| 1975  | 1.10 | 1.13 | 4.30 | 9.63 | 11.60 | 3.13 | 2.22 | 1.53 | 2.18 | 1.20 | 1.37 | 1.13 | 1.16  |
| 1976  | 1.12 | 1.13 | 4.34 | 7.14 | 8.42  | 4.14 | 1.59 | 1.73 | 1.83 | 1.60 | 1.34 | 1.13 | 1.13  |
| 1977  | 1.10 | 1.13 | 4.30 | 9.63 | 11.60 | 3.13 | 2.22 | 1.53 | 2.18 | 1.20 | 1.37 | 1.13 | 1.16  |
| 1978  | 1.12 | 1.13 | 4.34 | 7.14 | 8.42  | 4.14 | 1.59 | 1.73 | 1.83 | 1.60 | 1.34 | 1.13 | 1.13  |
| 1979  | 1.10 | 1.13 | 4.30 | 9.63 | 11.60 | 3.13 | 2.22 | 1.53 | 2.18 | 1.20 | 1.37 | 1.13 | 1.16  |
| 1980  | 1.12 | 1.13 | 4.34 | 7.14 | 8.42  | 4.14 | 1.59 | 1.73 | 1.83 | 1.60 | 1.34 | 1.13 | 1.13  |
| 1981  | 1.10 | 1.13 | 4.30 | 9.63 | 11.60 | 3.13 | 2.22 | 1.53 | 2.18 | 1.20 | 1.37 | 1.13 | 1.16  |
| 1982  | 1.12 | 1.13 | 4.34 | 7.14 | 8.42  | 4.14 | 1.59 | 1.73 | 1.83 | 1.60 | 1.34 | 1.13 | 1.13  |
| 1983  | 1.10 | 1.13 | 4.30 | 9.63 | 11.60 | 3.13 | 2.22 | 1.53 | 2.18 | 1.20 | 1.37 | 1.13 | 1.16  |
| 1984  | 1.12 | 1.13 | 4.34 | 7.14 | 8.42  | 4.14 | 1.59 | 1.73 | 1.83 | 1.60 | 1.34 | 1.13 | 1.13  |
| 1985  | 1.10 | 1.13 | 4.30 | 9.63 | 11.60 | 3.13 | 2.22 | 1.53 | 2.18 | 1.20 | 1.37 | 1.13 | 1.16  |
| 1986  | 1.12 | 1.13 | 4.34 | 7.14 | 8.42  | 4.14 | 1.59 | 1.73 | 1.83 | 1.60 | 1.34 | 1.13 | 1.13  |
| 1987  | 1.10 | 1.13 | 4.30 | 9.63 | 11.60 | 3.13 | 2.22 | 1.53 | 2.18 | 1.20 | 1.37 | 1.13 | 1.16  |
| PROM. | 1.30 | 1.51 | 3.58 | 5.13 | 4.38  | 2.04 | 1.81 | 1.85 | 1.94 | 1.76 | 1.55 | 1.37 | 2.05  |

**3.- DISEÑO DE PREFACTIBILIDAD  
DE OBRAS CIVILES**

CONSULTORIA DEP-002 OBRAS CIVILES  
DEL RIO LLUTA

INDICE

1. INTRODUCCION
2. ANTECEDENTES GENERALES
  - 2.1 Topografía
  - 2.2 Hidrología
  - 2.3 Geología
3. VOLUMEN OPTIMO DE REGULACION
  - 3.1 Generalidades
  - 3.2 Demandas de Riego
  - 3.3 Superficie Regable con Distintos Volúmenes de Regulación
  - 3.4 Diseño de las Obras para los Distintos Volúmenes de Regulación Considerados
  - 3.5 Costo de las Obras para los Volúmenes de Regulación Considerados
  - 3.6 Plazo de Construcción
  - 3.7 Beneficios del Proyecto
  - 3.8 Evaluación Económica
  - 3.9 Volumen Optimo de Regulación
4. OBRAS PROPUESTAS
  - 4.1 Generalidades
  - 4.2 Diseño de las Obras Propuestas
  - 4.3 Comparación con Presa de Hormigón
5. CONCLUSIONES

## 1.- INTRODUCCION

En el informe 5ª Etapa Manejo del río LLuta, se propuso la construcción de una presa de embalse que regularía, con fines de riego, los caudales del río Lluta y asociada a ella una central hidroeléctrica subordinada totalmente a las necesidades del sector agrario.

Las bases de esta Consultoría sólo contemplan el análisis preliminar del aprovechamiento hidroeléctrico del río LLuta, ya realizado en la etapa anterior.

Los resultados obtenidos permiten asegurar que la única manera de lograr un aumento significativo de la superficie agraria en el valle del río Lluta y mejorar su seguridad de riego, es regulando sus aguas mediante una presa de embalse, y que ésta se podría financiar si se la integra a un sistema que considera simultánea en el desarrollo del riego y la energía.

De acuerdo a las bases de la Consultoría DEP-002, el presente informe corresponde al estudio de prefactibilidad de las obras civiles relevantes (presa en Chironta y canal matriz hasta Tocontasi), necesarias para mejorar la agricultura del valle del río LLuta, considerando que estas obras se pagarían exclusivamente con los beneficios agrarios asociados.

Para el diseño, a nivel de prefactibilidad, de estas obras ha sido necesario realizar previamente, la optimización del volumen de regulación necesario, para lo cual se han realizado numerosas operaciones simuladas del embalse, suponiendo que funciona exclusivamente para abastecer el regadío del valle. La optimización de las obras considerando

un aprovechamiento múltiple del embalse no ha sido realizado ya que escapa a los términos de referencia del presente contrato.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

### 2.1 TOPOGRAFIA

Para el presente estudio se ha contado con planos a escala 1:50.000, que corresponden a Avances Topográficos del Instituto Geográfico Militar, planos de ENDESA a escala 1:20.000, que cubren todo el valle del río Lluta entre las cotas 1.250 m.s.n.m y 4.000 m.s.n.m y planos a escala 1:2.000 de la zona en que se ubicaría la presa, realizados mediante levantamiento taquimétrico por el Ingeniero Hans Niemeyer F. en 1968 y publicado en su informe "Estudio del Valle del Río Lluta".

De los tres planos citados, el segundo ha permitido determinar la curva de embalse de la presa propuesta, en tanto que el último se ha utilizado para el diseño de las obras. Los planos a escala 1:50.000 sólo han servido para conocer la morfología general de la zona ya que su escala no es adecuada para el proyecto de las obras.

### 2.2 HIDROLOGIA

#### 2.2.1 Caudal Afluyente

De las estaciones fluviométricas existentes en el río Lluta, la más adecuada para el análisis de las obras propuestas es la de Lluta en Tocontasi ya que, aún cuando se ubica a unos 20 km aguas abajo de la zona de presa, no hay ningún aporte de caudal entre ambos lugares y en ese tramo del valle sólo se cultivan unas pocas hectáreas para cuyo riego se extraen del río unos pocos litros por segundo.

La estadística de caudales medios mensuales de Lluta en Tocontasi estudiada en etapas anteriores de la presente Consultoría se muestra en el Cuadro 2.1.

### 2.2.2 Crecidas

Para el estudio del embalse se requiere conocer las crecidas de alta probabilidad de excedencia, a fin de diseñar las obras de desvío del río durante la construcción y también las de baja probabilidad, a fin de diseñar las obras de seguridad de la presa.

#### a) Crecidas de Bajo Período de Retorno

Para definir las crecidas de bajo período de retorno se ha hecho un análisis probabilístico de los caudales máximos instantáneos registrados en Tocontasi durante el período comprendido entre Noviembre de 1961 y Octubre de 1985. Esta estadística, que se muestra en el Cuadro 2.2 se ha ampliado hasta Octubre de 1988 a partir de los datos registrados en la estación fluviométrica de Lluta en Alcérreca.

## CUADRO N° 2.1

## RIO LLUTA EN TOCONTASI

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m<sup>3</sup>/s)

| AÑO   | NOV  | DIC  | ENE   | FEB   | MAR   | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | Qa   |
|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 61/62 | 1,07 | 1,39 | 3,70  | 3,56  | 0,97  | 1,05 | 1,82 | 2,06 | 1,98 | 1,98 | 1,65 | 2,03 | 1,94 |
| 62/63 | 2,00 | 2,11 | 4,56  | 7,47  | 4,79  | 2,03 | 2,65 | 2,37 | 2,70 | 2,20 | 2,02 | 1,69 | 3,05 |
| 63/64 | 1,64 | 1,31 | 1,56  | 1,95  | 1,85  | 1,48 | 1,66 | 1,85 | 1,70 | 2,15 | 2,08 | 1,70 | 1,74 |
| 64/65 | 1,58 | 2,27 | 3,83  | 4,82  | 4,11  | 2,56 | 1,30 | 1,38 | 3,61 | 2,33 | 2,31 | 2,52 | 2,72 |
| 65/66 | 2,49 | 2,26 | 2,38  | 2,45  | 2,02  | 1,51 | 1,93 | 2,28 | 1,75 | 1,32 | 1,24 | 1,38 | 1,92 |
| 66/67 | 1,41 | 1,27 | 1,30  | 3,40  | 4,15  | 2,07 | 2,13 | 2,44 | 2,06 | 2,40 | 2,20 | 1,40 | 2,19 |
| 67/68 | 1,06 | 1,16 | 2,38  | 3,09  | 5,50  | 1,95 | 1,39 | 0,85 | 1,55 | 1,48 | 1,54 | 1,57 | 1,96 |
| 68/69 | 1,44 | 1,51 | 2,30  | 1,99  | 1,69  | 1,08 | 2,74 | 2,40 | 2,40 | 2,20 | 1,53 | 1,24 | 1,88 |
| 69/70 | 1,08 | 1,39 | 2,42  | 1,82  | 2,16  | 1,23 | 1,35 | 1,30 | 1,55 | 1,41 | 1,20 | 1,04 | 1,50 |
| 70/71 | 0,90 | 1,02 | 2,51  | 5,09  | 2,09  | 1,42 | 1,43 | 1,57 | 1,82 | 1,47 | 1,26 | 1,08 | 1,80 |
| 71/72 | 1,23 | 1,23 | 9,79  | 6,82  | 7,76  | 2,04 | 2,79 | 2,73 | 2,34 | 2,00 | 1,85 | 1,24 | 3,49 |
| 72/73 | 1,24 | 2,06 | 5,29  | 8,90  | 3,05  | 1,84 | 1,50 | 1,58 | 1,60 | 1,41 | 1,20 | 1,11 | 2,56 |
| 73/74 | 1,11 | 1,01 | 4,92  | 3,54  | 4,76  | 2,64 | 1,73 | 1,81 | 1,96 | 2,93 | 1,64 | 1,26 | 2,44 |
| 74/75 | 1,12 | 1,05 | 2,46  | 9,83  | 8,42  | 4,14 | 2,43 | 2,53 | 2,15 | 1,74 | 1,47 | 1,32 | 3,22 |
| 75/76 | 1,18 | 2,52 | 4,34  | 7,14  | 11,80 | 2,07 | 2,01 | 1,99 | 1,90 | 1,80 | 2,00 | 1,34 | 3,34 |
| 76/77 | 1,03 | 1,11 | 4,04  | 11,66 | 6,64  | 3,14 | 2,42 | 2,58 | 2,31 | 2,00 | 1,67 | 1,73 | 3,36 |
| 77/78 | 1,29 | 1,33 | 3,66  | 2,60  | 2,29  | 1,50 | 1,54 | 1,52 | 1,80 | 1,62 | 1,33 | 1,32 | 1,82 |
| 78/79 | 1,32 | 1,24 | 2,50  | 1,11  | 3,40  | 1,46 | 1,59 | 1,79 | 1,83 | 1,46 | 1,74 | 1,72 | 1,76 |
| 79/80 | 1,36 | 1,18 | 1,65  | 1,27  | 7,37  | 1,60 | 1,90 | 1,53 | 1,69 | 1,62 | 1,32 | 1,17 | 1,97 |
| 80/81 | 1,04 | 0,94 | 1,66  | 9,41  | 8,59  | 1,56 | 1,63 | 1,84 | 1,92 | 1,82 | 1,58 | 1,25 | 2,77 |
| 81/82 | 0,90 | 1,14 | 1,84  | 3,57  | 1,32  | 1,44 | 1,57 | 1,60 | 1,59 | 0,97 | 1,10 | 0,90 | 1,50 |
| 82/83 | 0,93 | 1,65 | 0,99  | 0,95  | 1,35  | 1,10 | 1,20 | 1,33 | 1,42 | 1,34 | 1,32 | 1,17 | 1,23 |
| 83/84 | 1,03 | 1,09 | 2,52  | 12,01 | 5,89  | 2,67 | 1,56 | 1,67 | 1,64 | 1,61 | 1,35 | 1,26 | 2,86 |
| 84/85 | 1,62 | 1,26 | 1,47  | 6,40  | 5,71  | 5,14 | 1,86 | 1,77 | 1,79 | 1,66 | 1,28 | 1,18 | 2,60 |
| 85/86 | 1,48 | 2,15 | 5,74  | 6,79  | 6,67  | 2,58 | 1,73 | 1,82 | 1,75 | 1,72 | 1,36 | 1,17 | 2,91 |
| 86/87 | 1,20 | 2,58 | 12,82 | 8,35  | 1,77  | 1,55 | 1,37 | 1,42 | 1,77 | 1,34 | 1,21 | 1,11 | 3,04 |
| 87/88 | 1,22 | 1,53 | 4,16  | 2,41  | 2,25  | 2,18 | 1,68 | 1,83 | 1,76 | 1,48 | 1,27 | 1,22 | 1,92 |
| PROM. | 1,30 | 1,51 | 3,58  | 5,13  | 4,38  | 2,04 | 1,81 | 1,85 | 1,94 | 1,76 | 1,55 | 1,37 | 2,35 |

CUADRO 2.2.  
 LLUTA EN TOCONTASI  
 CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS ANUALES

| AÑO     | DIA | MES | QMi<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|---------|-----|-----|----------------------------|
| 1961/62 | 5   | 2   | 26.90                      |
| 1962/63 | 7   | 2   | 44.50                      |
| 1963/64 | 17  | 3   | 8.85                       |
| 1964/65 | 22  | 7   | 5.81                       |
| 1965/66 | 23  | 11  | 15.50                      |
| 1966/67 | 15  | 2   | 25.30                      |
| 1967/68 | 11  | 1   | 35.80                      |
| 1968/69 | 23  | 9   | 1.74                       |
| 1969/70 | 4   | 1   | 17.70                      |
| 1970/71 | 25  | 1   | 20.50                      |
| 1971/72 | 26  | 3   | 26.10                      |
| 1972/73 | 14  | 12  | 1.24                       |
| 1973/74 | 27  | 1   | 42.80                      |
| 1974/75 | 19  | 1   | 27.20                      |
| 1975/76 | 19  | 3   | 44.10                      |
| 1976/77 | 26  | 3   | 5.35                       |
| 1977/78 | 31  | 1   | 17.10                      |
| 1978/79 | 8   | 3   | 17.00                      |
| 1979/80 | 28  | 10  | 2.98                       |
| 1980/81 | 24  | 2   | 49.20                      |
| 1981/82 | 1   | 2   | 11.20                      |
| 1982/83 | 15  | 3   | 5.20                       |
| 1983/84 | 3   | 1   | 4.40                       |
| 1984/85 | 10  | 2   | 14.40                      |
| 1985/86 | *   | *   | 31.60                      |
| 1986/87 | *   | *   | 62.90                      |
| 1987/88 | *   | *   | 19.20                      |

\* Valor estimado a partir del Qmd de Lluta en Alcérreca.

Los resultados del análisis de frecuencia se muestran en la figura 2.1 utilizando la fórmula de posición de trazado de Weibull, y se resumen en el cuadro siguiente:

LLUTA EN TOCONTASI  
(Período: 1961/62 - 1987/88)

Probabilidad de caudales máximos instantáneos anuales.  
Tr = Período de retorno de la crecida (años).

(Tr < 50 años)

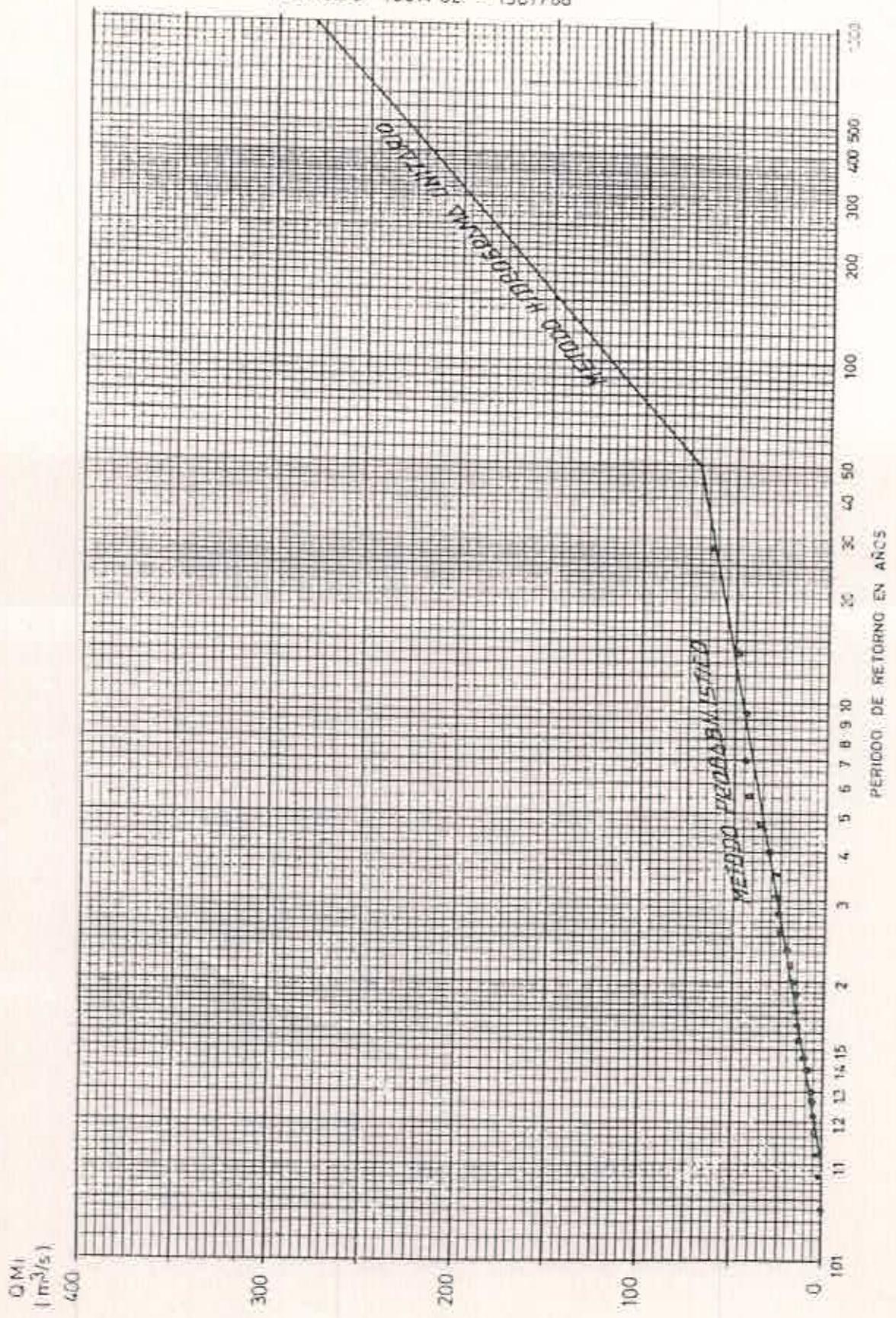
| Tr (años) | QMi (m <sup>3</sup> /s) |
|-----------|-------------------------|
| 2         | 19                      |
| 5         | 35                      |
| 10        | 46                      |
| 20        | 56                      |
| 50        | 70                      |

b) Crecidas de Alto Período de Retorno

La crecida milenaria que se adoptará para el diseño del vertedero de la presa, se ha determinado mediante el método del hidrograma unitario (H.U.) según se expone a continuación.

El análisis de los datos hidrológicos (limnigramas y pluviogramas), como también la homogeneidad de las precipitaciones en la cuenca hicieron aconsejable estudiar el H.U. en la estación de Lluta en Alcérreca y, posteriormente, trasponer el caudal máximo a Tocontasi mediante la relación de caudales máximos simultáneos, que están disponibles en las estadísticas del Banco Nacional de Aguas de la D.G.A.

FIGURA 2.1  
 LLUTA EN TOCONTASI  
 CURVA DE PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA DE CAUDALES  
 MAXIMOS INSTANTANEOS ANUALES  
 PERIODO 1961/62 - 1987/88



Aún cuando es bastante conocido el método del H.U., conviene establecer los elementos de su aplicación. En efecto, una vez determinadas las ordenadas del H.U. ( $m^3/s/mm$ ) puede expresarse el caudal en un instante  $n$  como:

$$Q_n = U_n P_1 + U_{n-1} P_2 + U_1 P_n$$

expresión en la cual  $P_i$  es la precipitación efectiva del intervalo  $i$ , supuesta una discretización en intervalos iguales al tiempo unitario.  $U_{n1}$ ,  $U_{n-1}$ , etc., corresponde al H.U. desplazado en el mismo intervalo.

El concepto de la precipitación efectiva está relacionado con la capacidad de infiltración y retención de la cuenca, y es el factor de mayor complejidad e incertidumbre en este método.

#### Determinación del H.U.

Como se ha explicado, el H.U. se determinará en la estación fluviométrica de Lluta en Alcérreca ya que presenta un registro limnigráfico de mejor calidad. La precipitación índice se tomará de la estación pluviográfica de Putre que resulta la más adecuada por sus registros más completos.

Para la determinación del H.U. se seleccionaron algunos temporales que tuviesen la característica de presentar una precipitación intensa y de corta duración. Ambas condiciones difícilmente se dan en general. En este caso, de cinco temporales seleccionados, después de analizadas sus características, se dejaron tres para definir la respuesta esperada de la cuenca ante una precipitación del 1 mm. el tiempo unitario se estimó en 0,5 horas.

Cabe comentar la especial configuración de los hidrogramas que se han tenido en cuenta, de los que se muestra como ejemplo en la Figura 2.2, el de la crecida registrada el 1 de Febrero de 1982, ellos muestran que el río no reacciona en absoluto cuando empieza el temporal, y en algunos casos se observa que tampoco lo hace cuando éste ha pasado. Después de algún tiempo el río reacciona violentamente presentando un caudal máximo de muy corta duración para caer al caudal base con una recesión rápida, de sólo algunas horas.

En la Figura 2.3 se muestra el H.U. adoptado como promedio de los tres que presentaban mayor similitud, a saber: los ocurridos el 15.03.79, el 01.02.82 y el 02.01.84.

En la tabla que sigue se consignan los valores de los caudales unitarios U discretizados cada 0,5 hora.

RIO LLUTA EN ALCERRECA  
HIDROGRAMA UNITARIO

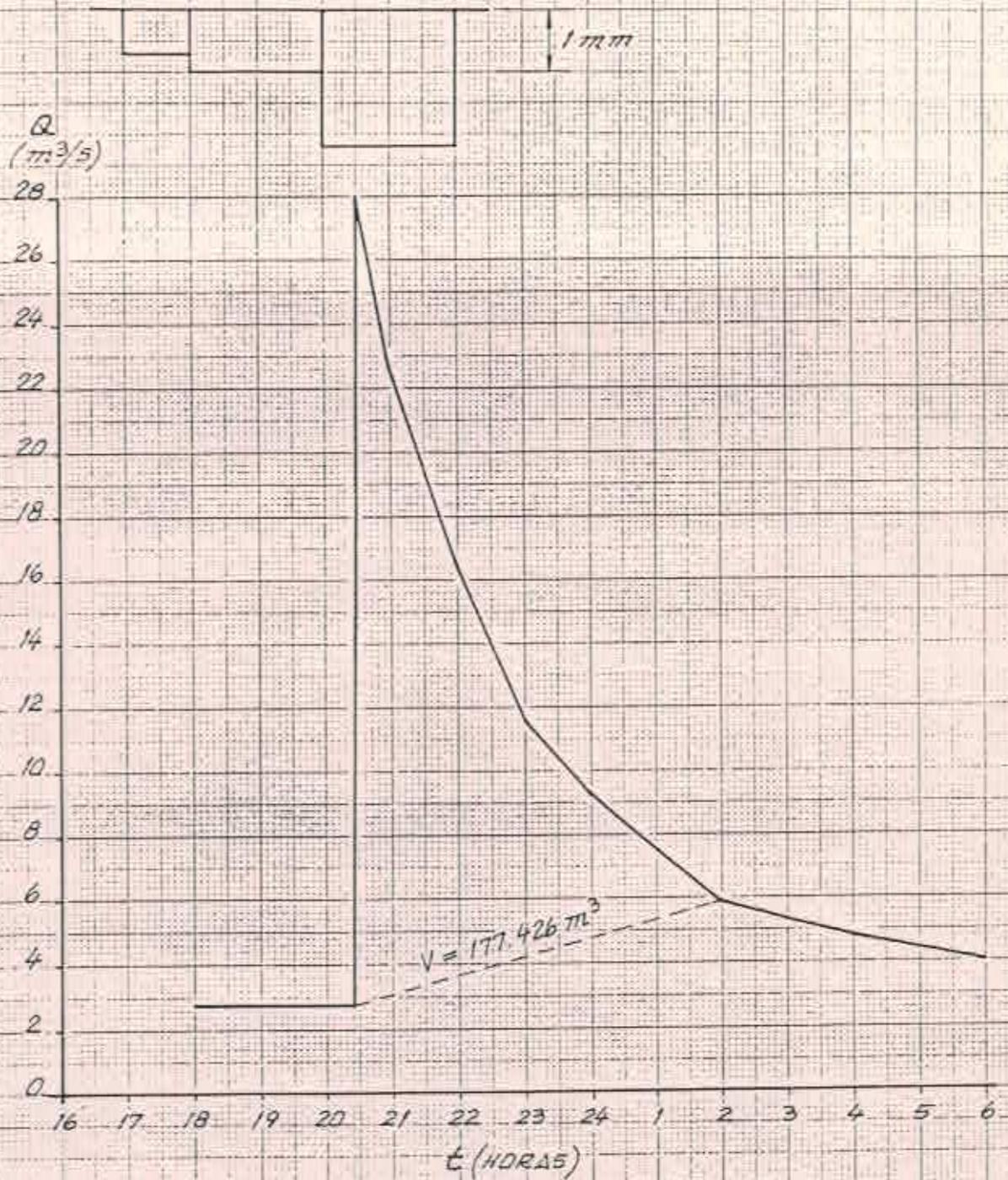
(T.U. = 0,5 HORAS)

| t (horas) | U ( $m^3/s/mm$ ) |
|-----------|------------------|
| 0         | 0                |
| 2,0       | 0                |
| 2,1       | 0                |
| 2,2       | 6,4              |
| 2,3       | 29,7             |
| 2,4       | 127,1            |
| 2,5       | 220              |
| 3,0       | 156,8            |
| 3,5       | 114,4            |
| 4,0       | 84,7             |
| 4,5       | 61,4             |
| 5,0       | 42,4             |
| 5,5       | 27,5             |
| 6,0       | 15,3             |
| 6,5       | 7,6              |
| 7,0       | 0                |

FIGURA 2, 2

LLUTA EN ALCERRECA

HIDROGRAMA DE CRECIDA DEL 01-02-82



# LLUÏA EN ALCERRECA

HIDROGRAMA UNITARIO A=1357 km<sup>2</sup>

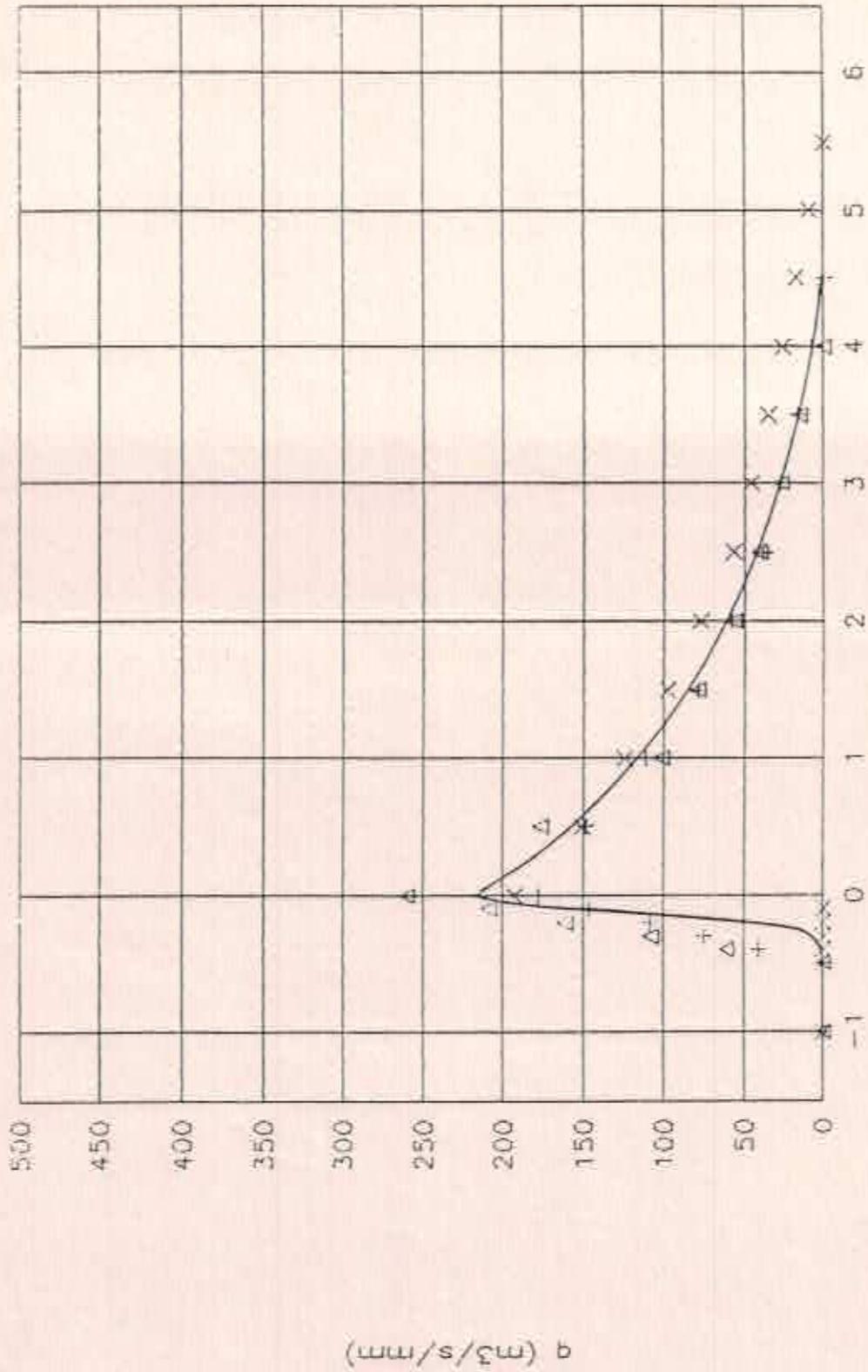


FIGURA 2.3

horas: + 15/03/79 X 01/02/82 Δ 02/01/84

### Determinación de la Precipitación Efectiva

En este punto son dos los aspectos que deben tomarse en cuenta:

- Distribución horaria de la lluvia media sobre la cuenca.
- Déficit de Escorrentía, expresado como la diferencia entre la precipitación  $P$  y la escorrentía  $E$  medida en el río, que se designa  $I$ .

$$I = P - E \text{ (mm)}$$

En relación con el primer asunto, se adoptó una distribución de lluvia de 24 horas que maximiza el caudal obtenido por este método. La Figura 2.4 muestra esta distribución del temporal la que se compara con la distribución del temporal de más larga duración registrado en Putre, pudiendo apreciarse que existe un buen ajuste entre ellos.

El segundo aspecto resulta mucho más complejo por cuanto el comportamiento de la cuenca frente a un temporal depende de la precipitación previa entre otros factores.

En la Figura 2.5 se ilustra lo anteriormente expresado, vale decir, la gran dispersión que muestran los puntos experimentales correspondientes a 9 temporales con registro pluviométrico y de caudales más completos. Se ha estimado que este gráfico resulta inútil para las necesidades del estudio, aplicándose una metodología que se estima más confiable frente a los datos disponibles.

FIGURA 2.4

HOYA DEL RIO LLUTA  
DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION  
DE 24 HORAS

• TEMPORAL DEL 13-01-86 ~ 17 HORAS

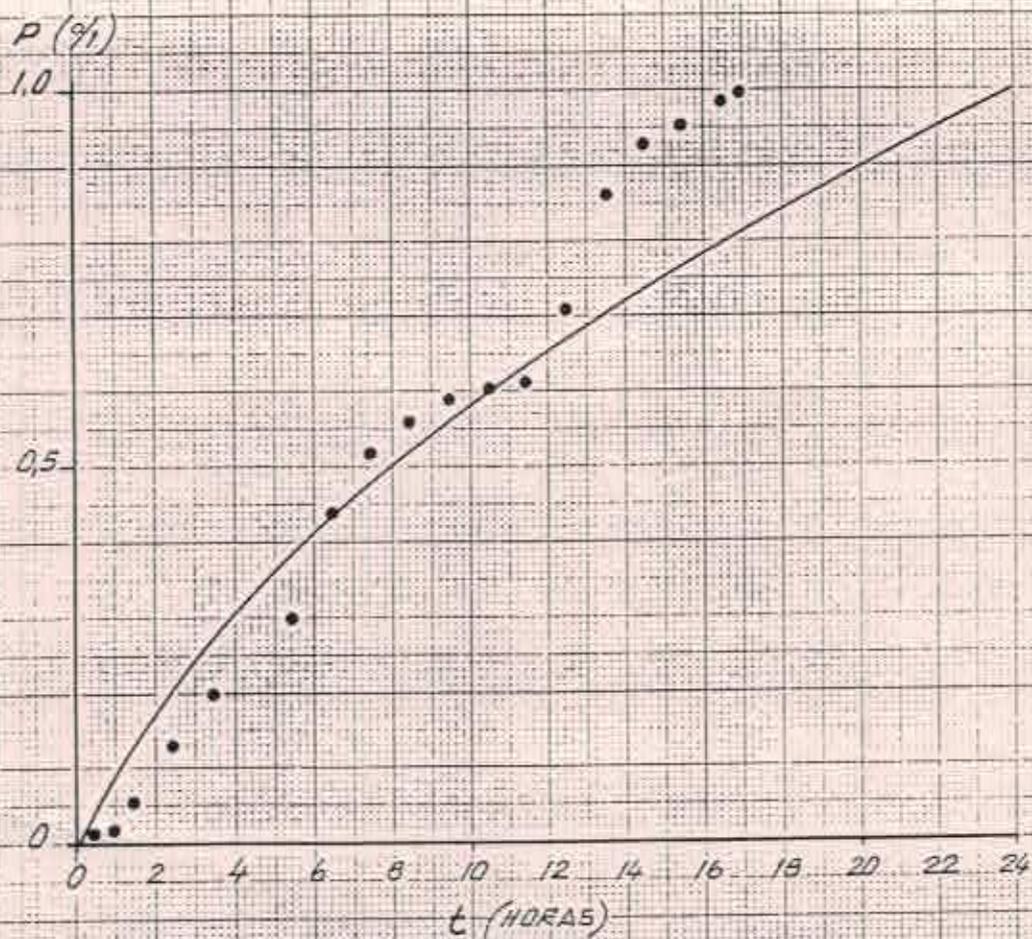
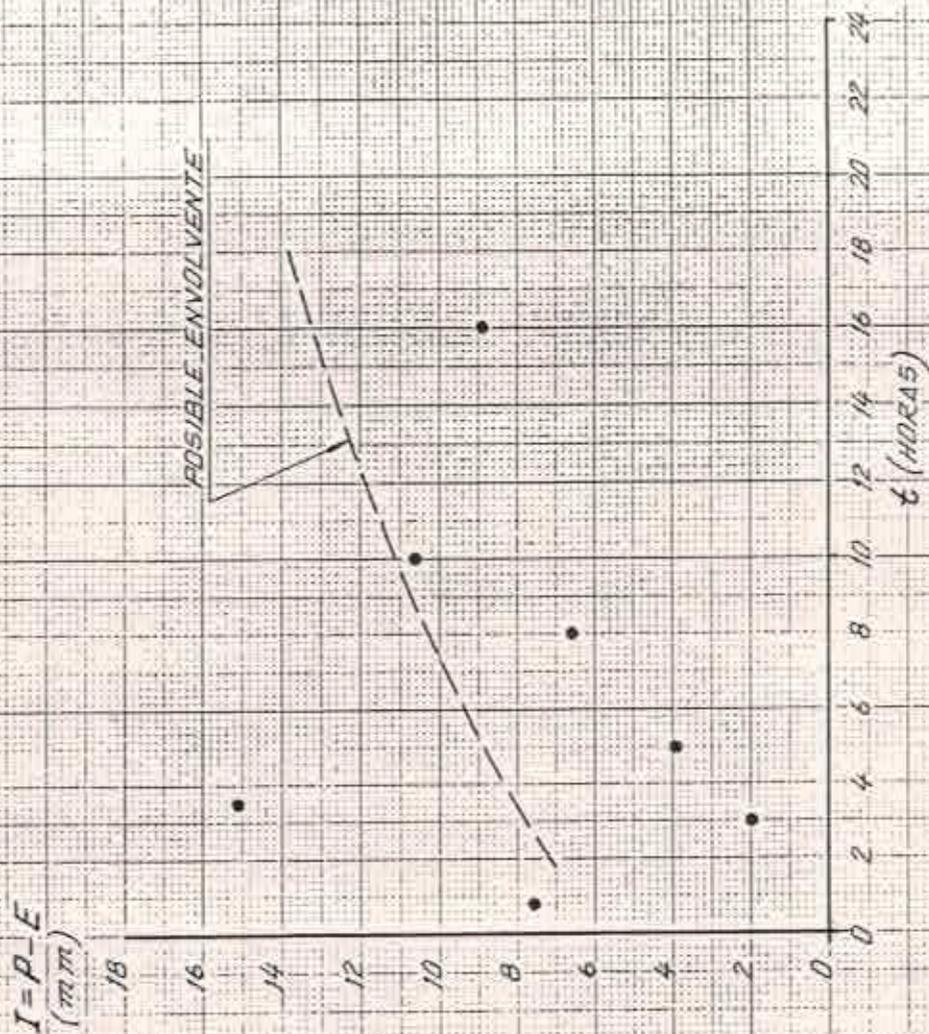


FIGURA 2.5

HOYA DEL RIO LLUTA

INFILTRACION TOTAL V/S DURACION DEL TEMPORAL



Dicha metodología se basa en la práctica que utiliza el Soil Conservation Service (S.C.S.) de U.S.A., para definir las pérdidas de escorrentía durante un temporal.

El S.C.S. como resultado de un extenso análisis en cuencas de diferente condición, plantea una metodología que en términos breves consiste en lo siguiente:

La escorrentía directa Q vale:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Ia: es un parámetro que define la pérdida inicial, y su valor se estima en 20% de S.

S : máxima pérdida potencial (es un parámetro de la cuenca).

La características de la cuenca las fija el S.C.S. mediante una curva que la define un número menor que 100, por lo que este método se llama también "método de la Curva Número". A su vez la Curva Número, CN vale.

$$CN = \frac{1.000}{10 + S}$$

Si S se mide en pulgadas.

#### Determinación del Caudal con Tr = 1.000 años

Para el cálculo de la crecida corresponde a la precipitación milenaria se ha adoptado el criterio de ajuste la Curva Número que le correspondería.

Para lo anterior, se tomaron grandes temporales como los de  $Tr = 30$  y  $50$  años y las precipitaciones de los mismos  $Tr$  a los cuales se les ajustó la curva número que los reproducía al aplicar el H.U. de la cuenca. Resultó así que las CN 54 y 52 ajustan bien los datos disponibles. Por lo que la tormenta milenaria se procesó con la  $CN = 53$ , arrojando un caudal en Alcérreca de  $350 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Este caudal máximo viaja hacia Tocontasi como una onda cuyo máximo decrecer en una cantidad que de acuerdo a los caudales máximos observados en ambos puntos, sería:

$$Q \text{ máx Toc} = 0,8 Q \text{ máx ALC}$$

Por lo tanto, la crecida milenaria en Tocontasi tendría un caudal máximo de  $0,8 \times 350 \text{ m}^3/\text{s}$ , es decir  $280 \text{ m}^3/\text{s}$ .

La Figura 2.1 muestra la distribución de probabilidad del caudal máximo instantáneo del río Lluta en Tocontasi. En ella es válida la distribución de Gumbel, determinada por la serie de caudales máximos observados, hasta  $Tr = 50$  años. Para  $Tr$  sobre 50 años se ha supuesto una segunda distribución de Gumbel que pasa por los caudales para  $Tr = 50$  años y  $Tr = 1.000$  años.

## 2.3 GEOLOGIA

### 2.3.1 Generalidades

Los antecedentes geológicos que se exponen a continuación se han obtenido de informes existentes, de interpretación de las fotografías aéreas de la zona y de la visita efectuada a la zona el día 2 de Septiembre recién pasado, por un geólogo y un ingeniero especialista de Ingendesa.

Entre los informes geológicos existentes cabe mencionar los siguientes:

- "Reconocimiento preliminar para el Emplazamiento de un Embalse en el río Lluta" C. Emparan 1966.
- "Estudio del Valle del Río Lluta" Hans Niemeyer 1968.

A continuación se describen brevemente las características geológicas de las posibles zonas de ubicación de las obras en estudio.

### 2.3.2 Descripción Geológica

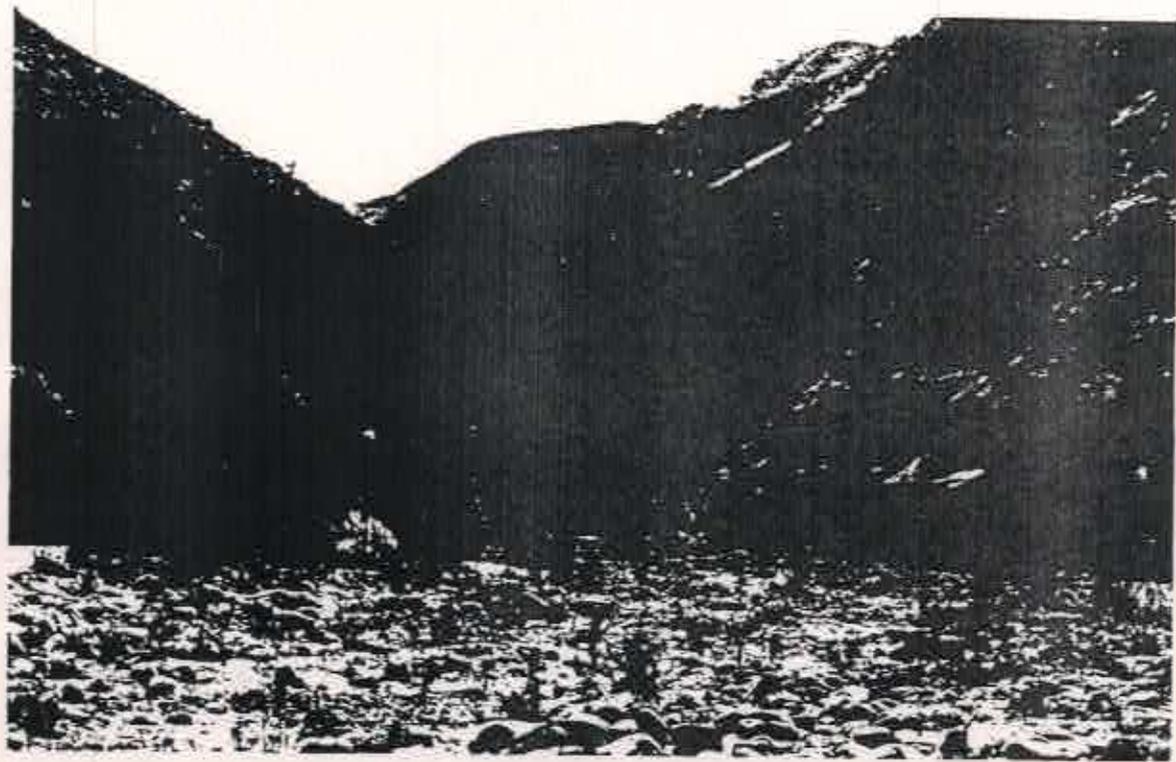
A pesar que el valle del río Lluta predominan las formaciones geológicas de origen sedimentario, en los tres lugares estudiados como posible ubicación de la presa aflora un intrusivo granodiorítico que serviría de apoyo a las obras, formando además la roca basal de la zona de inundación.

En la Figura 2.6 se muestra, a escala 1:20.000, la ubicación de las tres angosturas en que podrían construirse la presa requerida.

#### - Angostura N° 1

La angostura 1 se ubica aproximadamente a la cota 1.550 y está formada por dos puntillas rocosas que estrechan el valle, que presenta en este lugar, un ancho basal de unos 70 m.

En la Fotografía N° 1 se muestra esta angostura, vista desde aguas abajo.



Fotografía Nº 1 : Vista desde aguas arriba de la Angostura 1.

La roca de ambos apoyos corresponden a granodiorita moderadamente fracturada. El apoyo derecho presenta dos sistemas de discontinuidades, el principal muy persistente, con espaciamiento de 0,5 m a 1,5 m y manteo suave hacia el Norte, y el secundario, perpendicular al anterior, es subvertical y menos persistente.

En el apoyo izquierdo aflora la granodiorita con un patrón de discontinuidades poco definido, pero con abundantes fracturas subverticales, espaciadas entre 0,20 m a 1,0 m. La mayor densidad de fracturamiento, con algunos pequeños bloques sueltos, ocurre en la parte superior del macizo. Sin embargo, disminuye la densidad del fracturamiento en la roca con la profundidad, según lo atestigua un corte en la puntilla hecho durante la construcción del ferrocarril.

Aguas arriba del apoyo izquierdo, en el sector de la puntilla, existe una zona fracturada sin un patrón regular, aunque predominan las fracturas subverticales y subhorizontales, sin embargo, el fracturamiento disminuye con la profundidad. Adyacente a este sector, en la misma zona del apoyo, hay una franja vertical donde la roca está poco fracturada, con discontinuidades subhorizontales cerradas, espaciadas alrededor de 2 m y con un manteo suave al N (hay una fractura abierta 2 cm, pero que se cierra hacia el interior).

En ambos apoyos existen pequeñas quebradas, algunas de las cuales posiblemente sean controladas por fallas que a primera vista parecen inactivas lo que resulta imprescindible corroborar posteriormente. Además se debe advertir que existe un deslizamiento de cierta magnitud unos 700 m, aguas arriba de la angostura.

- Angostura N° 2

En la angostura 2, que se ubica a unos 2 km aguas arriba de la anterior. Su puntilla derecha aparece cortada por una importante falla que también aflora aguas abajo, abierta 40 cm, pero que tiende a cerrarse hacia el interior del afloramiento. El fracturamiento subvertical en este sector tiene un espaciamiento de 30 a 100 cm. Se aprecia restos de material conglomerádico (lahárico ?) en el macizo.

En este apoyo se destacan dos sistemas de discontinuidades: el principal, de carácter subvertical y rumbo paralelo al valle, presenta las fracturas abiertas en superficie y presumiblemente cerradas en profundidad, en tanto que el otro sistema es subhorizontal con pendiente suave hacia el sur.

En la ladera izquierda, aguas arriba de ésta angostura, aparece la granodiorita moderadamente fracturada y con pendientes poco abruptas. Inmediatamente aguas arriba de su apoyo izquierdo existe una quebrada que descarga hacia aguas arriba y con muestras que alguna vez ha vertido material sólido en esa dirección. Los canales en el material deslizado indican la recurrencia del escurrimiento. En el caso de construir un muro en esta angostura, sería aconsejable evitar que esta quebrada quedara dentro del lago.

La Foto N° 2 muestra esta angostura vista desde aguas arriba en tanto que en la fotografía N° 3 aparece la quebrada recién mencionada.



Fotografía Nº 2 : Angostura 2 vista desde aguas arriba.  
En el apoyo derecho se aprecia una falla  
vertical visible también desde aguas  
abajo.



Fotografía N<sup>o</sup> 3 : Al centro de la foto se aprecia la acumulación de materiales aportados por la quebrada Sausine. En el borde derecho de la foto se ve la Angostura 2.

- Angostura Nº 3

La angostura 3, que se muestra vista desde aguas arriba en la Foto Nº 4, se encuentra aproximadamente a la cota 1.685 m s.n.m y a unos 900 m aguas arriba de la angostura 2.

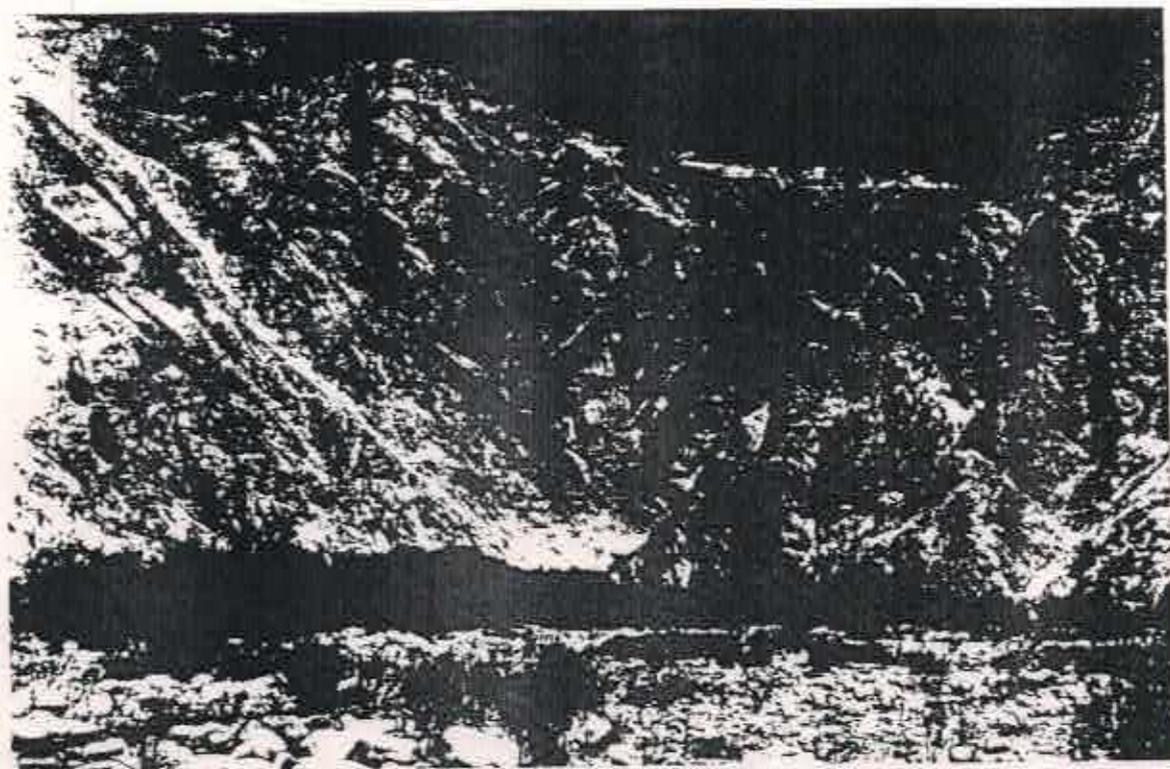
La granodiorita que aflora en su costado derecho esta moderadamente fracturada, correspondiendo a la notación STS, PQ y 3-D en el sistema unificado de clasificación de rocas. Se destacan 4 fallas subverticales con rumbo paralelo al valle. El diaclasamiento origina bloques de 1 m a 2 m en este sector.

Las fallas mencionadas están abiertas, igual que algunas fracturas (1 a 5 cm), aunque tienden a cerrarse en profundidad. El rumbo de las fallas es paralelo al valle, segmentando la puntilla.

Aguas abajo de este macizo se observan grietas de tensión, debido al alivio de presiones.

En la ladera izquierda se reconoce en la granodiorita 3 familias de discontinuidades, presentando fracturas cerradas, en algunos casos abiertas (1 cm), pero al parecer estas últimas se cierran en profundidad. Existen zonas cubiertas de escombreras de una potencia estimada de 2 m a 3 m, descansando en ángulo crítico sobre la zona de embalse.

En el área de inundación de las tres angosturas aparecen, en distintas magnitudes, los diversos materiales cuaternarios, que se encuentran en este sector del valle del río Lluta y que corresponden a depósitos fluviales, conglomerados, escombreras, conos de deyección y depósitos de remoción en masa. La descripción de cada uno de ellos es la siguiente:



Fotografía N° 4 : Angostura 3 vista desde aguas arriba. En el apoyo derecho se aprecian los sistemas de fracturas subverticales.

DEPOSITO FLUVIAL: cubre el fondo del valle y su profundidad es variable; aparece con una moderada cantidad de vegetación y corresponde a un polimicton calado (eventualmente denso), de esqueleto intacto y permeable. Esta constituido por una grava gruesa, bolones y algunos bloques, todos bien redondeados, mediana a probablemente seleccionados y no descompuestos. Se puede reconocer fragmentos de diversa composición. La matriz, no muy abundante, es una arena gris, eventualmente sucia. Es posible utilizarlo como un aporte para el hormigón.

CONGLOMERADO: aguas arriba de la angostura 3 y entre las angosturas 2 y 3, existe adosado a la ladera derecha, un polimicton denso de esqueleto quebrantado, a veces, intacto, medianamente cementado, al menos en parte por óxidos de Fe. Esta representado por un conglomerado (lahar ?), de color pardo ocre claro, bien consolidado, denso y duro, el cual incluye fragmentos bien redondeados, del tamaño de grava gruesa a bolones, no descompuestos y de origen diverso. A veces, suele estar intercalado concordantemente por capas estratificadas, además, de una capa guía local, de color gris claro (ceniza volcánica? o toba ?), la cual se reconoce por todo el valle y cuyo espesor oscila entre 0,40 m a 2 m de potencia.

Entre las angosturas 1 y 2, el conglomerado aparece tanto en la ladera derecha como en gran extensión de la izquierda, pero en esta última se observa interrumpida frecuentemente por material de remoción proveniente de las quebradas.

Los clastos del conglomerado son difíciles de arrancar y dejan sus moldes con superficies ásperas. La potencia de este

depósito varía entre 10 m y 30 m, en los sectores examinados. Quedan también restos de este mismo material en la puntilla derecha de la angostura 2.

Se destaca por mantener un corte vertical de 10 m a 30 m en las cajas del valle, permitiendo inferir que presenta un rango importante de estabilidad (y cohesión). Sin embargo, se advierten sectores erosionados diferencialmente, resultando un aspecto agrietado. También, es importante una discontinuidad horizontal abierta en el conglomerado, entre las angosturas 1 y 2, un poco más aguas abajo de esta última.

Este material es excavable con maquinarias de percusión poderosa. Su permeabilidad aparentemente baja, debe investigarse con más detalle. Sobre este depósito suelen apoyarse escombreras.

Bajo el conglomerado se advierte un depósito fluvial, consolidado y a veces ligeramente estratificado o con sus fragmentos orientados horizontalmente.

ESCOMBRERAS : sus espesores oscilan entre 3 m y 15 m, y se observan en ambas laderas de las zonas de inundación de las tres angosturas. Están constituidas por grava angulosa, pobremente seleccionada y generalmente no descompuesta. Suelen ser más abundantes y de mayor espesor en la ladera derecha. Al parecer su composición es monomictica (inaccesibles durante la visita), además son caladas y de esqueleto intacto. Se trata de un material permeable (pero generalmente ubicado en las zonas altas) y cuya estabilidad resulta presumiblemente precaria.

CONOS DE DEYECCION: de 5 m a 20 m de altura, se observan con frecuencia, en general, apoyados en el corte del conglomerado y en especial en la ladera derecha; son depósitos permeables, calados y de esqueleto intacto. Están constituidos por fragmentos de formas angulosas y de composición monomictica. Aún cuando se presentan en la zona de inundación de las tres angosturas no representarían peligros para las obras por ser de pequeña magnitud y encontrarse apoyados en el fondo del valle.

DEPOSITO DE REMOCION EN MASA: suele reconocerse en ambos lados del valle y alcanzar diversas magnitudes; generalmente, están controlados por las quebradas y corresponde a un material denso, de esqueleto quebrantado a veces, intacto, bien consolidado y duro, con clastos mal seleccionados y una distribución de aspecto caótico. Normalmente forman lenguas y su permeabilidad se puede estimar baja, pero es necesario comprobarlo. Los deslizamientos más importantes en el sector reconocido durante la visita son los siguientes:

- Inmediatamente aguas arriba de la segunda angostura (2), donde una quebrada adyacente al apoyo izquierdo descarga el material hacia aguas arriba. Aunque la lengua presenta un corte casi vertical indicando cierta estabilidad del material y probablemente además, alguna antigüedad del deslizamiento, produce cierta incertidumbre para la seguridad de un embalse construido en tal punto, especialmente al ver los canales que los surcan indicando que suele haber escurrimientos periódicos.

- A unos 400 m aguas abajo de la angostura 2, también desde el lado izquierdo, proviene un deslizamiento de gran magnitud, el cual, presenta al centro un canal seco, pero lavado, indicando que los deslizamientos, aunque de menor

tamaño, se han vuelto a repetir y que el escurrimiento también es periódico en este sitio.

- Finalmente, alrededor de 500 m aguas arriba de la angostura 1, también se observa un deslizamiento de gran magnitud, proveniente de la ladera derecha, el cual casi alcanza el extremo opuesto del valle.

#### CONCLUSIONES

De los antecedentes geológicos reunidos pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

ANGOSTURA 1: la roca es de moderada calidad geotécnica y esta afectada por algunas fallas subverticales paralelas y transversales al valle, con una cuenca aguas arriba más ancha que las otras, pero de menor relieve. Resulta una opción moderadamente aceptable si las fallas transversales al valle son inactivas. Es de cuidado el deslizamiento aguas arriba mencionado anteriormente.

ANGOSTURA 2: es la opción menos favorable debido a las fallas de rumbo paralelo al valle, las cuales aparecen separando la puntilla del macizo derecho y especialmente, a la quebrada del margen izquierdo que descarga material inmediatamente aguas arriba del apoyo.

ANGOSTURA 3: en este caso podrían presentar problemas las fallas de rumbo paralelo al valle que cortan la puntilla derecha. Los deslizamientos en la ladera son de poca magnitud, pero se deben tener en cuenta. Se deben considerar las escombreras de dicho lado, ubicadas sobre un corte vertical y con un ángulo próximo al crítico, las cuales se pueden activar, aunque no son de gran magnitud.

Finalmente se adoptará para el estudio de prefactibilidad la Angostura 3 como lugar de emplazamiento de las obras debido, principalmente, a que su zona de inundación esta libre de depósitos de remoción en masa provenientes de quebradas vecinas.

### 3.- VOLUMEN OPTIMO DE REGULACION

#### 3.1 GENERALIDADES

El estudio del volumen óptimo de embalse se obtendrá mediante una evaluación económica con precios de mercado, considerando los antecedentes disponibles, hasta esta etapa, con carácter preliminar.

En la actualidad se riegan en el valle del río Lluta unas 1.795 há con muy baja seguridad. La construcción de una obra de regulación permitiría incrementar tanto la superficie de riego como la seguridad del abastecimiento del área regada.

En el presente capítulo se determinará el óptimo volumen de regulación del embalse propuesto, calculando para ello, los costos y beneficios que tendrían obras con distinto volumen de regulación. Se seleccionará como óptimo aquel que permita obtener la máxima rentabilidad de la inversión. Los resultados de estudios anteriores indican que este volumen óptimo estaría entre los 15 y 25 millones de m<sup>3</sup>, por lo que se elegirán valores de 10, 20 y 30 millones de m<sup>3</sup> para determinar el valor óptimo.

#### 3.2 DEMANDAS DE RIEGO

De acuerdo con los estudios agropecuarios realizados para una situación futura, que supone la existencia de obras de regulación del caudal del río Lluta y una superficie bajo riego de 2.850 há, que corresponde a la máxima que es posible regar con 85% de seguridad, la distribución de cultivos y las demandas parciales y totales son las que se muestran en el Cuadro 3.1.

CUADRO 3.1

ESTUDIO RIO LLUTA

SUPERFICIE DE CULTIVOS Y DEMANDAS DE AGUA PARA UNA SUPERFICIE TOTAL DE 2850 ha

1. - DISTRIBUCION DE LOS CULTIVOS

| CULTIVO         | MAIZ   |          | ALFALFA | HORTALIZAS |          | TOTAL CULTIVADO |
|-----------------|--------|----------|---------|------------|----------|-----------------|
|                 | VERANO | INVIERNO |         | VERANO     | INVIERNO |                 |
| SUPERFICIE (ha) | 1500   | 1300     | 1000    | 350        | 350      | 2850            |

2. - DEMANDAS DE AGUA (miles de m3)

| CULTIVO      | MAIZ   |          | ALFALFA | HORTALIZAS |          | TOTAL CULTIVADO | TOTAL m3/seg | TASA lt/seg/ha |
|--------------|--------|----------|---------|------------|----------|-----------------|--------------|----------------|
|              | VERANO | INVIERNO |         | VERANO     | INVIERNO |                 |              |                |
| ENERO        | 6030   | 1560     | 3933    | 1036       | 0        | 12559           | 4,779        | 1,6768         |
| FEBRERO      | 0      | 2397     | 3566    | 0          | 420      | 6383            | 2,429        | 0,8523         |
| MARZO        | 0      | 3582     | 3566    | 0          | 597      | 7745            | 2,947        | 1,0340         |
| ABRIL        | 0      | 3149     | 2400    | 0          | 496      | 6045            | 2,300        | 0,8071         |
| MAYO         | 0      | 2917     | 2033    | 0          | 516      | 5466            | 2,080        | 0,7298         |
| JUNIO        | 0      | 2571     | 1600    | 0          | 490      | 4661            | 1,774        | 0,6224         |
| JULIO        | 0      | 0        | 1633    | 0          | 0        | 1633            | 0,621        | 0,2160         |
| AGOSTO       | 0      | 0        | 1866    | 0          | 0        | 1866            | 0,710        | 0,2491         |
| SEPTIEMBRE   | 1770   | 0        | 2100    | 204        | 0        | 4074            | 1,550        | 0,5439         |
| OCTUBRE      | 3435   | 0        | 3000    | 439        | 0        | 6874            | 2,616        | 0,9178         |
| NOVIEMBRE    | 4634   | 0        | 3333    | 587        | 0        | 8654            | 3,293        | 1,1554         |
| DICIEMBRE    | 6200   | 0        | 3670    | 858        | 0        | 10727           | 4,082        | 1,4322         |
| TOTAL (m3)   | 22068  | 16176    | 32700   | 3224       | 2519     | 76687           | 2,432        | 0,8532         |
| TASA (m3/ha) | 14712  | 12443    | 32700   | 9210       | 7197     | 26908           |              |                |

De este Cuadro, se desprende que la tasa media anual de riego sería de 26.908 m<sup>3</sup>/há, valor aparentemente alto pero que se explica al considerar que en más del 60% de la superficie se realizan dos cultivos anuales.

La tasa media mensual se muestra también en dicho Cuadro y se considerará válida para cualquier superficie total que se riegue en el valle, ya que se estima que la distribución porcentual de los cultivos será la misma para cualquier superficie total que se considere.

### 3.3 SUPERFICIE REGABLE CON DISTINTOS VOLUMENES DE REGULACION

Mediante la utilización de un programa existente en Ingendesa, se ha realizado la operación simulada del embalse, determinado la superficie regable, con 85% de seguridad, para distintos volúmenes de regulación.

Este programa, que trabaja con valores mensuales, considera como caudales afluentes al embalse los de la estadística de Lluta en Tocontasi mostrados en el Punto 2.2 y como tasa de riego la determinada en el punto anterior. No se han considerado pérdidas por filtración ya que las obra que se proyecten deberán garantizar que las pérdidas por infiltración sean prácticamente nulas, a fin de deprimir el nivel actual de las napas subterráneas, mejorando de esta manera el drenaje de la zona agrícola. Se estima además, que la infiltración y las pequeñas extracciones para riego que existen actualmente en el tramo del río comprendido entre la zona de presa y Tocontasi, que no están registradas en la estadística obtenida en este último lugar, compensarán sobradamente las pérdidas que se producirán desde el embalse.

En cuanto a la evaporación ésta se ha estimado sobre la base de los antecedentes existentes en los bancos de datos de Ingendesa.

Para la elaboración de este estudio se ha supuesto una evaporación media anual de 1,5 m lo que daría un valor estimado de 4 mm/día. Dado que el espejo de agua del embalse en promedio resulta ser de 0,5 Km<sup>2</sup>, la evaporación media anual sería del orden de 21 lt/seg.

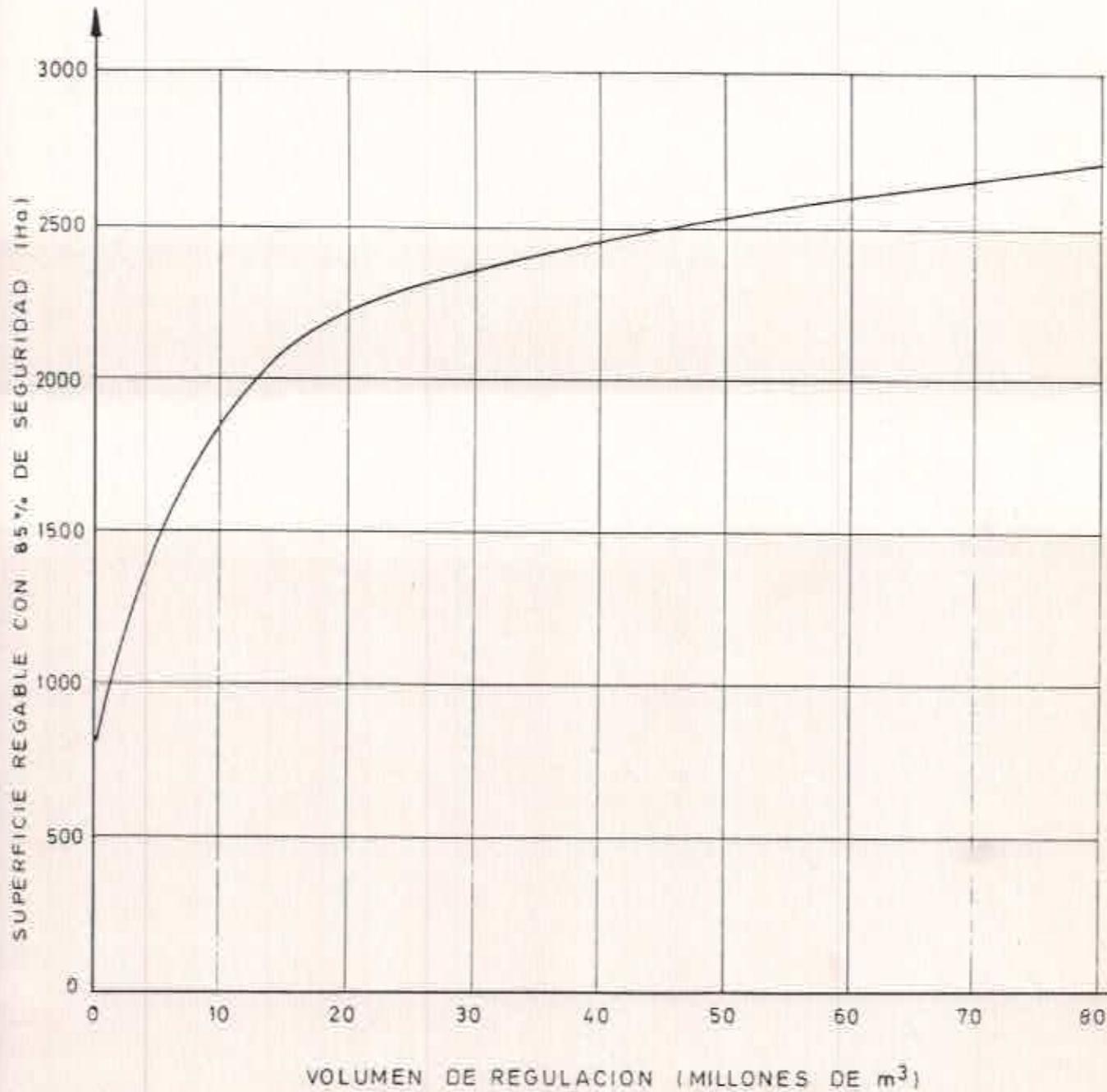
La seguridad anual de riego se ha determinado suponiendo que hay falla en un año, cuando en cualquier mes de él no es posible abastecer, al menos, el 90% de la demanda.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

| Volumen<br>de Regulación<br>(millones de m <sup>3</sup> ) | Superficie<br>Regable<br>(há) |
|---|-------------------------------|
| 0   | 810                           |
| 5   | 1.440                         |
| 10  | 1.840                         |
| 20  | 2.220                         |
| 30  | 2.350                         |
| 40  | 2.450                         |
| 50  | 2.520                         |
| 60  | 2.600                         |
| 70  | 2.660                         |
| 80  | 2.700                         |

Estos resultados se visualizan en el gráfico de la Figura 3.1

## PROYECTO DE EMBALSE EN EL RIO LLUTA

SUPERFICIE REGABLE CON DISTINTOS  
VOLUMENES DE REGULACION

### 3.4 DISEÑO DE LAS OBRAS PARA LOS DISTINTOS VOLUMENES DE REGULACION CONSIDERADOS

#### 3.4.1 Curva de Embalse

En la Figura 3.2 se muestra la curva de embalse obtenida del plano a escala 1:20.000.

#### 3.4.2 Niveles de Operación y Cota de Coronamiento de la Presa

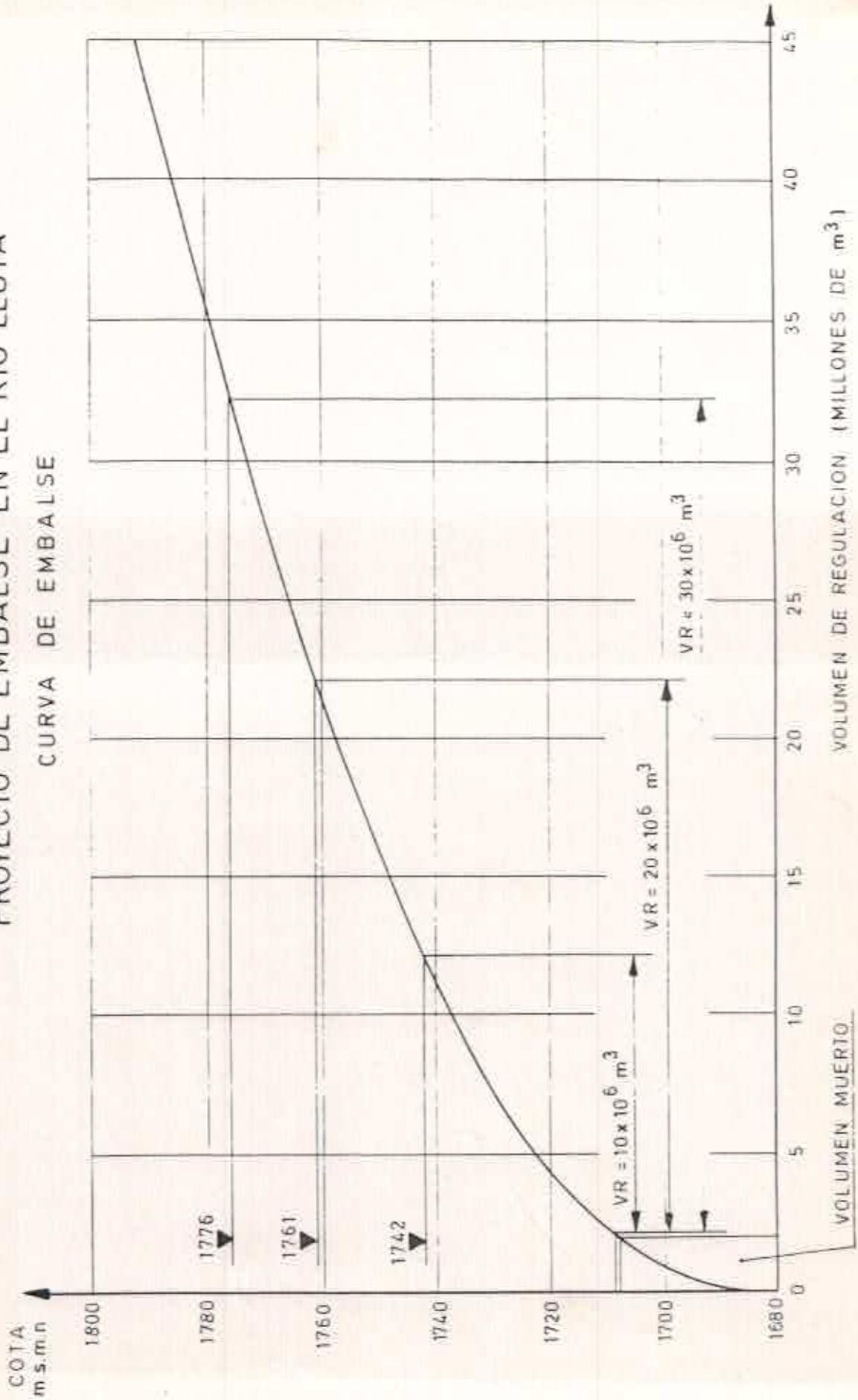
No existen antecedentes que permitan determinar el volumen de sedimentos transportados por el río Lluta, especialmente durante los períodos de crecidas, por lo que se ha supuesto que un volumen muerto de 2 millones de  $m^3$  permitiría operar este embalse durante por lo menos una vida útil de 50 años.

De acuerdo a la curva de embalse, el umbral de la obra de toma deberá quedar a la cota 1708,0 m.s.n.m. ya que el volumen acumulado bajo ella corresponde a los dos millones de  $m^3$ , que se dejarán para el depósito de sedimentos.

El nivel mínimo de operación del embalse será de cota 1709,0, para respetar la carga mínima de diseño, la que se ha dejado igual a 1 m. Esta carga permite entregar el caudal de diseño de la bocatoma. El nivel de agua máximo del embalse y la cota de coronamiento de la presa para cada una de las tres alternativas de volumen de regulación consideradas es la siguiente:

# PROYECTO DE EMBALSE EN EL RIO LLUTA

## CURVA DE EMBALSE



| Vol. Reg.<br>m <sup>3</sup> 10 <sup>6</sup> | Cotas Embalse     |                    | Cota Coronamiento<br>Presa m.s.n.m. |
|---|-------------------|--------------------|-------------------------------------|
|   | Mínimo<br>m.s.n.m | Máximo<br>m.s.n.m. |                                     |
| 10  | 1.709             | 1.742              | 1.746                               |
| 20  | 1.709             | 1.761              | 1.765                               |
| 30  | 1.709             | 1.776              | 1.780                               |

### 3.4.3 Tipo de Presa

Dadas las características topográficas y geológicas del lugar de las obras, se considera que el tipo de presa más adecuado es el de enrocados con pantalla impermeable por aguas arriba, ya que en las cercanías del lugar de presa existen todos los materiales necesarios para su construcción.

Una presa de rellenos homogénea o con núcleo impermeable no se considera apropiada pues los yacimientos de materiales impermeables que existen en el área, son difíciles de trabajar por su gran compacidad y dureza que han adquirido. En todo caso una presa de rellenos cubicaría unos 2,7 millones m<sup>3</sup>, valor que representa un 70% más de volumen que la presa que se ha propuesto.

Por otra parte, una presa de hormigón obligaría a excavar los materiales que rellenan el lecho del valle hasta alcanzar la roca que se encontraría aproximadamente a unos 30 m de profundidad.

Para lograr la necesaria impermeabilización de los depósitos existentes en el lecho del valle se contempla la construcción de una pared moldeada, al pie del talud de la pantalla de hormigón de aguas arriba, la que alcanzaría la roca basal. Con el mismo objeto se ha considerado realizar inyecciones de impermeabilización a lo largo de la unión de la pantalla

impermeable de hormigón con la roca de las laderas de la angostura.

El ancho del coronamiento se ha fijado en 8 m y ambos taludes de la presa tendrán pendientes 1,6:1 (H:V).

Las principales características de la presa, para los tres volúmenes de regulación considerados son:

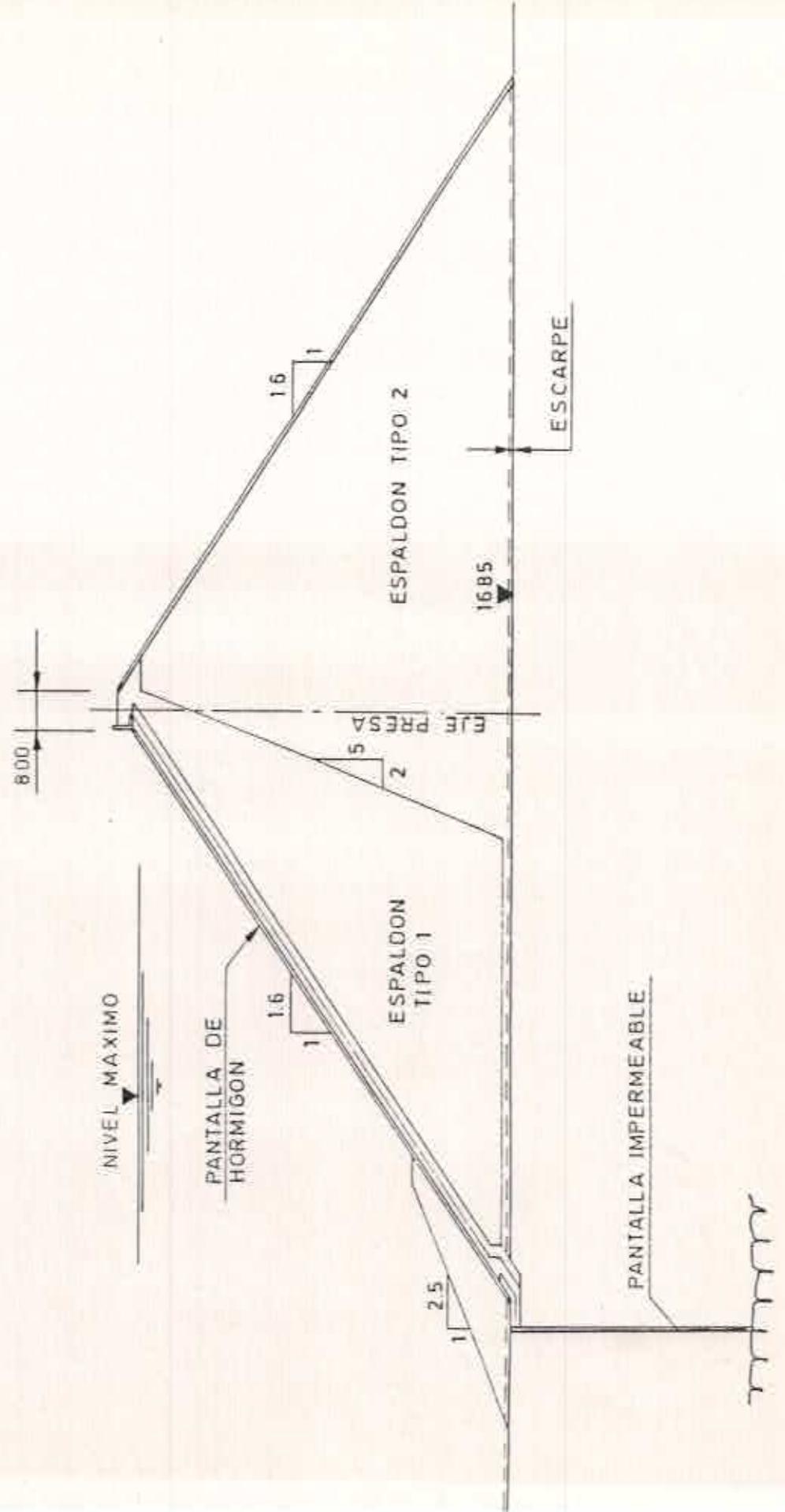
| Vol. Reg.<br>$m^3 \cdot 10^6$ | Altura<br>m | Largo<br>Coronamiento<br>m | Volumen<br>$m^3$ |
|-------------------------------|-------------|----------------------------|------------------|
| 10                            | 61          | 170                        | 837.000          |
| 20                            | 80          | 195                        | 1.608.000        |
| 30                            | 95          | 230                        | 2.450.000        |

El corte típico de la presa se muestra en Figura 3.3.

#### 3.4.4 Obras de Desviación Durante la Construcción, Entrega a Riego y Desagüe de Fondo

El caudal de diseño del desvío del río Lluta durante la construcción de la presa se ha fijado en  $35 m^3/s$ , que corresponde al valor máximo instantáneo de una crecida de período de retorno de 5 años. La obra de desvío consistiría en un túnel de sección herradura con fondo plano y 3,0 m de diámetro, excavado en el costado izquierdo del valle. Canales de aproximación y salida, excavados en los fluviales que forman el piso del valle, conectarían el cauce del río a las bocas de entrada y salida de este túnel. Dada la fuerte pendiente del río y la magnitud del caudal a desviar, no se ha considerado necesaria la construcción de ataguías, estimándose que bastarán pequeños pretiles, de no más de 3 m de altura el de aguas arriba y bastante menos el de aguas abajo, para completar la desviación.

# PRESA DE ENROCADOS PERFIL TRANSVERSAL



La longitud de este túnel sería de 254 m para la presa de 61 m de altura, 273 m para la de 80 m de altura y 364 m para la más alta de las tres consideradas.

Con objeto de ubicar en este mismo túnel las obras de entrega a riego y el desagüe de fondo del embalse, la mitad de aguas abajo de su longitud se construirá con un diámetro de 4,3 m, a fin de utilizar parte de su sección en el desvío durante la construcción y posteriormente en el desagüe de fondo, mientras que la otra parte de la sección se utilizará para ubicar la tubería de entrega a riego y el acceso a la cámara de válvulas situada al centro del túnel.

La ubicación en planta y los cortes principales de esta obra de desviación pueden verse en el plano adjunto, que corresponde a la presa de volumen óptimo.

#### 3.4.5 Obras de Seguridad

El estudio de crecidas del río Lluta en Tocontasi permitió definir que el valor máximo instantáneo de la crecida con período de retorno de 1.000 años es de  $280 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dado el que el presente estudio corresponde a un nivel de prefactibilidad y a la pequeña capacidad del embalse, no se ha estudiado la posibilidad de regular en él la crecida, diseñándose la obra de evacuación de crecidas para el valor de  $280 \text{ m}^3/\text{s}$ .

En las tres presas estudiadas, esta obra se ubica en el apoyo derecho de la presa y consiste en un vertedero frontal, controlado por tres compuertas de 4,0 m de ancho por 5,0 m de alto que permiten evacuar un máximo de  $280 \text{ m}^3/\text{s}$  sin peraltar el nivel del embalse. A continuación de la sección de compuertas se desarrolla un rápido de descarga, de 16 m de ancho y longitud variable con la altura de la presa, el

que termina en un salto de esquí. El caudal evacuado por el vertedero caerá al lecho del río Lluta a poco más de 100 m de pie de la presa por lo que la erosión que provocaría no debería afectar la estabilidad de ella.

La disposición general de esta obra y los cortes principales de ella puede verse, para la presa de altura óptima, en el plano adjunto. La longitud del rápido de descarga para los tres volúmenes de regulación en estudio es la siguiente:

| Volumen de Regulación |                            | Largo del Rápido de Descarga (m) |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 10                    | Millones de m <sup>3</sup> | 140                              |
| 20                    | " " "                      | 184                              |
| 30                    | " " "                      | 210                              |

#### 3.4.6 Canal Matriz

Con objeto de evitar pérdidas por infiltración y deprimir el nivel freático de los acuíferos del valle del Lluta mejorando así su drenaje, el caudal entregado por el embalse será conducido hasta Tocontasi, lugar en que se inicia la zona agrícola, mediante un canal revestido, ya que al entregarla al curso del río no se cumplirían los objetivos antes señalados.

El único antecedente topográfico con que se cuenta para el diseño de este canal corresponde a los planos a escala 1:50.000, que sólo han permitido definir aproximadamente su longitud, la que sería de unos 20 km. De acuerdo con las demandas de riego y las superficies regables determinadas en los puntos 3.2 y 3.3, el caudal de diseño de este canal sería de 3,1 m<sup>3</sup>/s, 3,7 m<sup>3</sup>/s y 4,0 m<sup>3</sup>/s para los volúmenes de regulación de 10, 20 y 30 millones de m<sup>3</sup> respectivamente.

El prediseño efectuado considera para estos canales escurrimiento de río con un Bernoulli normal un 10% mayor que el Bernoulli crítico.

Para cumplir con lo anterior se ha definido que su pendiente longitudinal será de 0,1% y tendrá una sección trapecial, revestida con hormigón, de 1,2 m de ancho basal y taludes 1,5 : 1 (H:V).

Las características de la sección de este canal para cada uno de los volúmenes de regulación en estudio serían los siguientes:

|                        |                   | Volumen de Regulación<br>Millones de m <sup>3</sup> |       |       |
|------------------------|-------------------|---|-------|-------|
|                        |                   | 10  | 20    | 30    |
| Superficie regable     | há                | 1.840   | 2.220 | 2.350 |
| Demanda máxima         | m <sup>3</sup> /s | 3,1   | 3,7   | 4,0   |
| Pendiente longitudinal | %                 | 0,1   | 0,1   | 0,1   |
| Ancho basal            | m                 | 1,2   | 1,2   | 1,2   |
| Altura crítica         | m                 | 0,67  | 0,73  | 0,76  |
| Bernoulli crítico      | m                 | 0,89  | 0,98  | 1,02  |
| Altura normal          | m                 | 0,89  | 0,98  | 1,02  |
| Bernoulli normal       | m                 | 0,99  | 1,08  | 1,12  |
| BN/BC                  |                   | 1,11  | 1,10  | 1,10  |
| Velocidad normal       | m/s               | 1,36  | 1,42  | 1,45  |
| Altura total del canal | m                 | 1,15  | 1,23  | 1,27  |

Dado que este canal se iniciaría aproximadamente a la cota 1.680 m.s.n.m, que Tocontasi se encuentra a la cota 1.020 m.s.n.m, y que las pérdidas de carga en él serían de sólo 20 m, se deberán disponer las obras necesarias para disipar la energía equivalente un salto hidráulico de unos 640 m.

Por lo anterior se ha supuesto que deberán disponerse unas 40 caídas disipadoras de unos 16 m de altura media cada una, a lo largo del trazado del canal. El canal se iniciará en el lecho del valle y debido a la diferencia de pendiente rápidamente el canal continuará por las laderas del valle, hasta alcanzar un lugar adecuado para ubicar la obra de disipación de energía que permita disipar la altura ganada. De esta manera el perfil longitudinal del canal tendrá forma de escalera con tramos de unos 500 m y baja pendiente ( $0,1\%$ ) y caídas de unos 16 m de altura.

El reconocimiento del terreno efectuado permite asegurar que difícilmente será posible realizar siempre el trazado del canal por el mismo costado del valle, ya que será necesario evitar zonas de deslizamientos, que existen en ambos lados del valle, estimándose que será más económica realizar obras para cruzar el río que para proteger largos tramos del canal.

En la Figura 3.4 se muestra la sección tipo del canal y de las obras de disipación consultadas.

#### 3.4.7 Obras de Infraestructura

##### a) Camino de Acceso

Para la construcción de las obras en estudio será necesario contar con un camino que permita el acceso expedito al lugar de ubicación de la presa.

En la actualidad, el acceso al valle del Lluta se hace mediante el camino internacional Arica - La Paz, cuya primera parte del trazado va por el valle del Lluta hasta la localidad de El Tambo, desde donde dicho camino internacional abandona el valle por la quebrada Cardones. Desde El Tambo

continúa, por el interior del valle, un camino de tierra de 20 km de longitud, que permite alcanzar hasta, aproximadamente la localidad de Millune, estando sus últimos 10 km aptos sólo para el tránsito con vehículos de tracción en 4 ruedas.

La presa de embalse queda situada unos 10 km aguas arriba de Millune y en la actualidad existe sólo una senda para tránsito de animales y cuyo trazado obliga a vadear el río en numerosas oportunidades.

Para valorizar el camino de acceso se considerará el costo de 10 km de camino nuevo, el mejoramiento de otros 10 km y la construcción de dos puentes sobre el río Lluta.

#### b) Abastecimiento Eléctrico de la Faena

Para la construcción de las obras será necesario contar con una línea que permita abastecer las demandas eléctricas de la faena. Esta línea se derivará de la línea de alta tensión Chopiquina - Arica en la localidad de El Tambo y se extenderá, remontando el valle del río Lluta, hasta alcanzar la zona de presa. Su longitud se ha estimado en 25 km. Su voltaje sería de 13,2 kV, y contará con subestaciones en ambos extremos.

#### c) Campamento de Operación

Una vez que se ponga en servicio el embalse será necesario contar con un mínimo de personal para efectos de vigilancia y operación de las válvulas y compuertas de la presa. Para dar alojamiento y facilidades de trabajo a este personal se ha estimado necesario la construcción de un casino, además de oficinas y bodegas.

### 3.5 COSTO DE LAS OBRAS PARA LOS VOLUMENES DE REGULACION CONSIDERADOS

El costo de las obras de embalse se ha determinado cubicándolas, con la precisión que permiten los planos disponibles y calculando los precios unitarios de las diferentes partidas aplicables a zona.

El costo de los equipos, válvulas y compuertas, se ha calculado a partir de los de equipos similares cuyos antecedentes se encuentran en las bases de datos existentes en INGENDESA.

Dado que no se cuenta con topografía para realizar la cubicación del canal matriz, ésta se ha estimado, a partir de la sección tipo del canal. El mismo procedimiento se ha empleado para valorizar las obras de disipación de energía de este canal.

A partir de los costos directos así determinados, se ha elaborado el presupuesto final que considera los siguientes datos básicos.

|                               |   |                    |
|-------------------------------|---|--------------------|
| Nivel de precios              | : | 1/11/1991          |
| Tasa de cambio                | : | 1 US\$ = \$ 360,50 |
| Tasa de descuento             | : | 10%                |
| Vida útil del proyecto        | : | 50 años            |
| Plazo de estudio del proyecto | : | 2 años             |
| Plazo de construcción         | : | 3 años             |

|   | Moneda<br>Extranjera | Moneda<br>Nacional |
|---|----------------------|--------------------|
| Derechos de importación :                                   | --                   | 11,0%              |
| Gastos Portuarios y fletes :                                | 6,0%                 | 3,0%               |
| Imprevistos Obras Civiles :                                 | 25,0%                | 25,0%              |
| Imprevistos Equipos :                                       | 20,0%                | 20,0%              |
| Gastos Generales :  | --                   | 2,0%               |
| Ingeniería e Inspección y<br>Administ. de la Construcción : | --                   | 11,8%              |
| Imprevistos de Ingeniería :                                 | 10,0%                | 10,0%              |

Se han considerado como gastos generales a los siguientes ítemes:

- La dirección y supervisión de faenas, incluyendo movilización y alimentación.
- Los seguros, las garantías, los impuestos y costos financieros.
- La operación y mantención de las instalaciones de faena (oficinas, campamentos, talleres).
- El bienestar, la salud y la seguridad.
- Los gastos de las oficinas principales de los contratistas atribuibles al contrato.

En los Cuadros 3.2, 3.3 y 3.4 se muestra el presupuesto de las obras de embalse y canal matriz para los tres volúmenes de regulación considerados.

### 3.6 PLAZO DE CONSTRUCCION

El plazo de construcción de las obras se ha estimado en 3 años en tanto que el plazo necesario para efectuar las

**CUADRO Nº 3.2**  
**PROYECTO DE EMBALSE EN EL RIO LLUTA**  
**VOLUMEN DE REGULACION 10 MILLONES DE m3**  
**COSTO DIRECTO Y PRESUPUESTO DE LAS OBRAS**  
 ( Valores en Miles de Dólares Equivalentes )  
 Nivel de Precios : 01.11.1991

| ITEM   | MONEDA<br>EXTRANJERA | MONEDA<br>NACIONAL | COSTO<br>TOTAL |
|--|----------------------|--------------------|----------------|
| <b>1.- COSTO DE CONSTRUCCION</b>             | <b>10246,2</b>       | <b>22039,1</b>     | <b>32285,3</b> |
| 1.1.- TERRENOS Y GASTOS LEGALES              | 0,0                  | 100,0              | 100,0          |
| 1.2.- OBRAS CIVILES                          | 7320,1               | 16663,0            | 23983,1        |
| 1.2.1 Infraestructura:                       |                      |                    |                |
| - Caminos de acceso (20 km)                  | 658,0                | 2632,2             | 3290,2         |
| - Casino, oficinas                           | 120,4                | 223,6              | 344,0          |
| - Alimentación eléctrica faena               | 112,4                | 955,0              | 1067,3         |
| 1.2.2 Presa de enrocados                     | 4352,0               | 6574,0             | 10926,0        |
| 1.2.3 Vertedero                              | 588,0                | 1525,0             | 2113,0         |
| 1.2.4 Desvio, obras de entrega y d. de fondo | 271,1                | 688,4              | 959,5          |
| 1.2.5 Canal matriz (20 km)                   | 869,6                | 3271,4             | 4141,0         |
| 1.2.6 Obras Misceláneas                      | 348,6                | 793,5              | 1142,1         |
| 1.3.- EQUIPOS (incluye montaje)              | 913,4                | 776,5              | 1689,9         |
| 1.3.1.- Compuertas y equipos vertedero       | 0                    | 520                | 520,0          |
| 1.3.2.- Válvula mariposa                     | 374,4                | 94,9               | 469,3          |
| 1.3.3.- Compuertas tipo Bureau               | 198,9                | 50,4               | 249,3          |
| 1.3.4.- Válvulas tipo compuerta              | 137,1                | 34,4               | 171,5          |
| 1.3.5.- Válvulas tipo Howell Bungler         | 159,5                | 39,8               | 199,3          |
| 1.3.6 Equipos Misceláneos                    | 43,5                 | 37,0               | 80,5           |
| 1.4.- DERECHO DE INTERNACION EQUIPOS         | 0,0                  | 100,5              | 100,5          |
| 1.5.- GASTOS PORTUARIOS Y FLETES             | 0,0                  | 78,1               | 78,1           |
| 1.6.- IMPREVISTOS: OBRAS CIVILES             | 1830,0               | 4165,8             | 5995,8         |
| EQUIPOS                                      | 182,7                | 155,3              | 338,0          |
| <b>2.- INGENIERIA E INSPECCION</b>           |                      | <b>4197,1</b>      | <b>4197,1</b>  |
| <b>3.- COSTO DIRECTO</b>                     | <b>10246,2</b>       | <b>26236,2</b>     | <b>36482,4</b> |
| <b>4.- GASTOS GENERALES DEL PROPIETARIO</b>  |                      | <b>729,6</b>       | <b>729,6</b>   |
| <b>5.- INTERESES DURANTE LA CONSTRUCCION</b> | <b>1646,9</b>        | <b>4334,2</b>      | <b>5981,1</b>  |
| <b>COSTO TOTAL</b>                           | <b>11893,0</b>       | <b>31300,1</b>     | <b>43193,1</b> |





prospecciones, proyecto y licitación se estima en 2 años adicionales.

### 3.7 BENEFICIOS DEL PROYECTO

Los beneficios de este proyecto se derivan de la actividad agrícola a la cual estará exclusivamente dedicado.

En el Informe Segunda Etapa. Generación de Nuevos Antecedentes, se analizó la situación actual de la agricultura del valle del río Lluta determinándose que la superficie total cultivada es de 1.795 há las que originan utilidades de 619 millones de pesos anualmente, valor que representa un promedio de 344.730 \$/há. Es necesario hacer notar que actualmente la seguridad de riego de esta superficie es prácticamente nula ya que en todos los años del período estadístico considerado se producen déficit de agua en uno o varios meses de él.

En caso de contarse con obras de regulación que permitan aumentar la seguridad del abastecimiento, las utilidades medias en el valle aumentarían de 344.730 a 645.450 \$/há según se desprende del estudio agropecuario realizado. Esta mayor utilidad se debe a los mayores rendimientos que se obtendrían al satisfacer totalmente la demanda de los cultivos y a mejoras tecnológicas que se introducirían.

De acuerdo a lo anterior y a lo expuesto en el punto 3.3 las utilidades originadas por la construcción de un embalse en este río serían las siguientes:

| Volumen de Regulación (milles.m3) | Superficie Total Regada há | Utilidad Anual Total Miles de \$ | Incremento c/r a Situación Actual Miles de \$ |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|---|
| 0                                 | 1.795 (*)                  | 618.785                          | 0   |
| 10                                | 1.840                      | 1.187.625                        | 568.840                                       |
| 20                                | 2.220                      | 1.432.895                        | 814.110                                       |
| 30                                | 2.350                      | 1.516.804                        | 898.019                                       |

Nota (\*) Esta superficie tiene nula seguridad de abastecimiento. Corresponde a la situación actual.

Para la nueva superficie que se incorporaría al riego sería necesario hacer inversiones adicionales, estimadas en 550.000 \$/há, a objeto de construir la red de canales prediales, obras de drenaje, lavado de suelo, incorporación de enmiendas, emparejamientos etc.

### 3.8 EVALUACION ECONOMICA

#### 3.8.1 Flujos de Caja

Sobre la base de los presupuestos calculados anteriormente y a las utilidades generadas por el proyecto, se han elaborado los flujos de caja para cada uno de los volúmenes de regulación en estudio, los que se muestran en los Cuadros 3.5, 3.6 y 3.7. Todos los valores de estos Cuadros están expresados en miles dólares equivalentes, habiéndose hecho la conversión mediante la tasa de cambio de 1 US\$ = \$360,50.

#### 3.8.2 INDICADORES ECONOMICOS DEL PROYECTO

En los mismos cuadros de flujo de caja, recién mostrados, se ha calculado el Valor Neto Actualizado (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de cada uno de los volúmenes de regulación considerados. Los resultados obtenidos son:

**CUADRO Nº 3.5**  
**PROYECTO DE EMBALSE EN EL RIO LLUTA**  
**VOLUMEN DE REGULACION 10 MILLONES DE m3**  
**FLUJO DE CAJA**

(valores en miles de dólares equivalentes)

Nivel de Precios 01.11.1991

| AÑO                               | INVERSIONES             |                                | COSTO ANUAL<br>OPERACION Y<br>MANTENCION | UTILIDAD<br>ANUAL | FLUJO DE<br>CAJA        |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|-------------------|-------------------------|
|                                   | PRESA Y<br>CANAL MATRIZ | INCORPORACION<br>NUEVOS SUELOS |  |                   |                         |
| -5                                | 744.2                   |                                |  |                   | -744.2                  |
| -4                                | 1116.4                  |                                |  |                   | -1116.4                 |
| -3                                | 9303.0                  |                                |  |                   | -9303.0                 |
| -2                                | 13024.2                 |                                |  |                   | -13024.2                |
| -1                                | 13024.2                 |                                |  |                   | -13024.2                |
| 1                                 |                         | 13.7                           | 186.1                                    | 320.0             | 120.2                   |
| 2                                 |                         | 13.7                           | 186.1                                    | 635.0             | 435.2                   |
| 3                                 |                         | 13.7                           | 186.1                                    | 950.0             | 750.2                   |
| 4                                 |                         | 13.7                           | 186.1                                    | 1264.0            | 1064.2                  |
| 5                                 |                         | 13.7                           | 186.1                                    | 1578.0            | 1378.2                  |
| 6                                 |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 7                                 |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 8                                 |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 9                                 |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 10                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 11                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 12                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 13                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 14                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 15                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 16                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 17                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 18                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 19                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 20                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 21                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 22                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 23                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 24                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 25                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 26                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 27                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 28                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 29                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 30                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 31                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 32                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 33                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 34                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 35                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 36                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 37                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 38                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 39                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 40                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 41                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 42                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 43                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 44                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 45                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 46                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 47                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 48                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 49                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| 50                                |                         |                                | 186.1                                    | 1578.0            | 1391.9                  |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>37212.0</b>          | <b>68.5</b>                    | <b>9303.0</b>                            | <b>75757.0</b>    | <b>29173.5</b>          |
| <b>BENEFICIO NETO ACTUALIZADO</b> |                         |                                |  | <b>-31509.8</b>   | <b>miles de dólares</b> |
| <b>TASA INTERNA DE RETORNO</b>    |                         |                                |  | <b>3</b>          | <b>%</b>                |

**CUADRO N° 3.6**  
**PROYECTO DE EMBALSE EN EL RIO LLUTA**  
**VOLUMEN DE REGULACION 20 MILLONES DE m3**  
**FLUJO DE CAJA**

(valores en miles de dólares equivalentes)

Nivel de Precios : 01.11.1991

| AÑO          | INVERSIONES             |                                | COSTO ANUAL<br>OPERACION Y<br>MANTENCION | UTILIDAD<br>ANUAL | FLUJO DE<br>CAJA |
|--------------|-------------------------|--------------------------------|--|-------------------|------------------|
|              | PRESA Y<br>CANAL MATRIZ | INCORPORACION<br>NUEVOS SUELOS |  |                   |                  |
| -5           | 871.8                   |                                |  |                   | -871.8           |
| -4           | 1307.7                  |                                |  |                   | -1307.7          |
| -3           | 10897.6                 |                                |  |                   | -10897.6         |
| -2           | 15256.6                 |                                |  |                   | -15256.6         |
| -1           | 15256.6                 |                                |  |                   | -15256.6         |
| 1            |                         | 130.0                          | 218.0                                    | 452.0             | 104.0            |
| 2            |                         | 130.0                          | 218.0                                    | 903.0             | 555.0            |
| 3            |                         | 130.0                          | 218.0                                    | 1355.0            | 1007.0           |
| 4            |                         | 130.0                          | 218.0                                    | 1806.0            | 1458.0           |
| 5            |                         | 130.0                          | 218.0                                    | 2258.0            | 1910.0           |
| 6            |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 7            |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 8            |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 9            |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 10           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 11           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 12           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 13           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 14           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 15           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 16           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 17           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 18           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 19           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 20           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 21           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 22           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 23           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 24           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 25           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 26           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 27           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 28           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 29           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 30           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 31           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 32           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 33           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 34           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 35           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 36           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 37           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 38           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 39           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 40           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 41           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 42           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 43           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 44           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 45           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 46           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 47           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 48           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 49           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| 50           |                         |                                | 218.0                                    | 2258.0            | 2040.0           |
| <b>TOTAL</b> | <b>43590.3</b>          | <b>650.0</b>                   | <b>10897.6</b>                           | <b>108384.0</b>   | <b>53246.2</b>   |

**BENEFICIO NETO ACTUALIZADO**  
**TASA INTERNA DE RETORNO**

-33831,2 miles de dólares  
3,3 %

**CUADRO Nº 3.7**  
**PROYECTO DE EMBALSE EN EL RIO LLUTA**  
**VOLUMEN DE REGULACION 30 MILLONES DE m3**  
**FLUJO DE CAJA**

(valores en miles de dólares equivalentes)

Nivel de Precios : 01.11.1991

| AÑO                               | INVERSIONES             |                                | COSTO ANUAL<br>OPERACION Y<br>MANTENCION | UTILIDAD<br>ANUAL | FLUJO DE<br>CAJA        |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|-------------------|-------------------------|
|                                   | PRESA Y<br>CANAL MATRIZ | INCORPORACION<br>NUEVOS SUELOS |  |                   |                         |
| -5                                | 1015.6                  |                                |  |                   | -1015.6                 |
| -4                                | 1523.4                  |                                |  |                   | -1523.4                 |
| -3                                | 12695.3                 |                                |  |                   | -12695.3                |
| -2                                | 17773.4                 |                                |  |                   | -17773.4                |
| -1                                | 17773.4                 |                                |  |                   | -17773.4                |
| 1                                 |                         | 169.0                          | 253.9                                    | 498.0             | 75.1                    |
| 2                                 |                         | 169.0                          | 253.9                                    | 996.0             | 573.1                   |
| 3                                 |                         | 169.0                          | 253.9                                    | 1495.0            | 1072.1                  |
| 4                                 |                         | 169.0                          | 253.9                                    | 1993.0            | 1570.1                  |
| 5                                 |                         | 169.0                          | 253.9                                    | 2491.0            | 2068.1                  |
| 6                                 |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 7                                 |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 8                                 |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 9                                 |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 10                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 11                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 12                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 13                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 14                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 15                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 16                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 17                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 18                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 19                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 20                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 21                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 22                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 23                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 24                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 25                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 26                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 27                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 28                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 29                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 30                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 31                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 32                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 33                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 34                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 35                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 36                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 37                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 38                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 39                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 40                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 41                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 42                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 43                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 44                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 45                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 46                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 47                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 48                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 49                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| 50                                |                         |                                | 253.9                                    | 2491.0            | 2237.1                  |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>50781.3</b>          | <b>845.0</b>                   | <b>12695.3</b>                           | <b>119568.0</b>   | <b>55246.4</b>          |
| <b>BENEFICIO NETO ACTUALIZADO</b> |                         |                                |  | <b>-40689.9</b>   | <b>miles de dólares</b> |
| <b>TASA INTERNA DE RETORNO</b>    |                         |                                |  | <b>3.0</b>        | <b>%</b>                |

| Volumen de Regulación<br>(millones de m <sup>3</sup> ) | VAN<br>(miles de US\$) | TIR<br>% |
|--|------------------------|----------|
| 10   | - 31.510               | 2,3      |
| 20   | - 33.831               | 3,3      |
| 30   | - 40.690               | 3,0      |

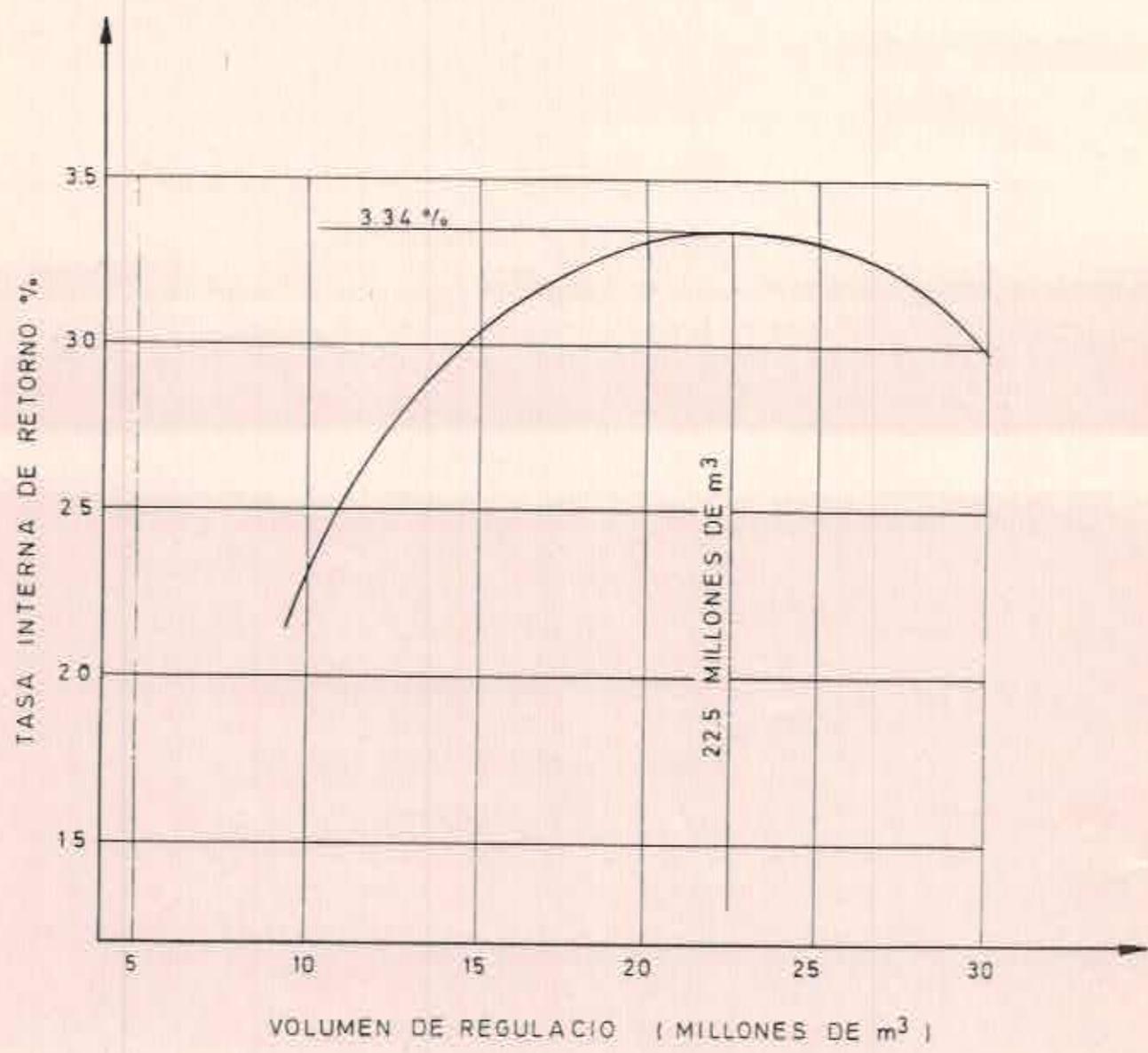
Como puede apreciarse este proyecto no es justificable económicamente, ya que de la inversión que requiere, sólo se obtendría una rentabilidad anual del 3,3%, en tanto que, para una tasa anual de descuento del 10% el Valor Neto Actualizado sería negativo, en todos los casos estudiados.

### 3.9 VOLUMEN OPTIMO DE REGULACION

Como se señaló anteriormente, se adoptará como volumen óptimo de regulación aquel que permite obtener la máxima rentabilidad del proyecto. En la Figura 3.5 se muestra la TIR del proyecto en función del volumen de regulación. De ello es posible determinar que la máxima Tasa Interna de Retorno sería de 3,34% y se obtendría para un volumen de regulación de aproximadamente 22,5 millones de m<sup>3</sup>.

# PROYECTO DE EMBALSE EN EL RIO LLUTA

## VOLUMEN OPTIMO DE REGULACION



#### 4.- OBRAS PROPUESTAS

##### 4.1 GENERALIDADES

La optimización del volumen de regulación recién efectuada, permitió definir que éste sería de 22,5 millones de  $m^3$ , pero también mostró que el proyecto en estudio no tiene justificación económica, ya que su rentabilidad, de sólo un 3,3%, está muy lejos del 10% anual que es el valor que tradicionalmente permite justificar un proyecto.

Las características principales de una presa para el volumen de regulación de 22,5 millones de  $m^3$ , determinado como óptimo serían:

|                                  |                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| Volumen total almacenado         | 24,8 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> |
| Volumen de regulación            | 22,5 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> |
| Cota mínima del embalse          | 1.709 m.s.n.m.                        |
| Cota máxima del embalse          | 1.765 m.s.n.m.                        |
| Cota de coronamiento de la presa | 1.769 m.s.n.m.                        |
| Longitud del coronamiento        | 210 m                                 |
| Volumen de la presa              | 1.780.000 m <sup>3</sup>              |

Dado que la zona correspondiente a la TIR óptima es prácticamente horizontal y con objeto de disminuir la inversión, se propone adoptar como presa más conveniente la que corresponde a 20 millones de  $m^3$  de volumen de regulación.

##### 4.2 DISEÑO DE LAS OBRAS PROPUESTAS

En el plano adjunto se muestra la planta y los principales cortes de las obras propuestas y cuya descripción se realizó en el punto 3.4

#### 4.3 COMPARACION CON PRESA DE HORMIGON

A fin de verificar que el tipo de presa adoptado es el más conveniente, se calculó el volumen de hormigón que emplearía una presa gravitacional construida mediante la técnica de hormigón rodillado.

La cantidad de hormigón necesario para la presa con volumen de regulación de 20 millones de  $m^3$  sería de 798.600  $m^3$  que equivale al 50% del volumen de la presa de enrocados. El costo directo, sólo del hormigón de la presa, superaría fácilmente los 80 millones de dólares, valor muy superior al del costo total del proyecto con presa de enrocado por lo que se descarta definitivamente este tipo de presa.

## 5.- CONCLUSIONES

El estudio de prefactibilidad de un embalse para mejorar el regadío del valle del río Lluta permitió concluir que aún cuando las obras son técnicamente factibles, no resultan económicas debido a la muy baja rentabilidad que tendría la inversión de 50 millones de dólares requerida para su construcción.

Esta baja rentabilidad está motivada fundamentalmente por la baja rentabilidad que tiene la agricultura de este valle, debido a que la calidad del agua y de los suelos limitan el tipo de cultivos impidiendo introducir aquellos de alta productividad.

Un simple análisis de sensibilidad realizado permite señalar que para obtener una TIR del 10%, sería necesario que el costo del proyecto disminuyera al 36% del valor calculado, o bien que los ingresos aumenten en un 175%. Ambas cifras están muy por encima de las fluctuaciones de costos y beneficios que son posibles de esperar.

Todo lo anterior hizo innecesario realizar la evaluación del proyecto a costo social, ya que las diferencias que se producen entre este tipo de evaluación y la de mercado, son siempre de muy pequeña magnitud por lo que las conclusiones serían exactamente las mismas.

Es importante finalizar haciendo presente que aún cuando este proyecto no tiene justificación desde el punto de vista agrícola, en el esquema de un aprovechamiento integral de los recursos del río Lluta, que incluya un desarrollo hidroeléctrico ligado al embalse destinado a regular, con fines de uso múltiple los caudales del río, sería posible revertir las conclusiones obtenidas.