

1341

30725

EVALUACION DE LA CRECIENTE 1983/84  
EN LA CUENCA DEL RIO SALADO EN LA  
PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO

H. 1112

X 12

Sgo del Estero



CONVENIO C.F.I.- PCIA. DE SANTIAGO DEL ESTERO  
BAJOS SUBMERIDIONALES-SISTEMATIZACION CUENCA  
RIO JURAMENTO Y/O SALADO

ORGANISMO RESPONSABLE DE LA EJECUCION DEL TRABAJO

Convenio Bajos Submeridionales - Sistematización  
Cuenca Río Juramento y/o Salado - Santiago del Es  
tero.

JUNIO/1984



AUTORIDADES

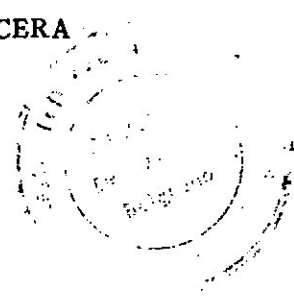
COMITE DE GOBIERNO

Sr. Gobernador de la Provincia de Santiago del Estero

Doctor CARLOS ARTURO JUAREZ

Secretario General Int. Consejo Federal de Inversiones

Ingeniero JUAN JOSE CIACERA





CÓMITE TECNICO

Subsecretario de Gobierno de Obras y Servicios Públicos de la  
Provincia de Santiago del Estero:

Ing. JUAN JOSE ARCE

Representante del Consejo Federal de Inversiones:

Ing. MIGUEL ANGEL BASUALDO

COORDINADOR

Ing. CARLOS GUILLERMO VILLA URIA

EQUIPO TECNICO

JEFE EJECUTIVO

Ggo. Arnaldo Sergio TENCHINI

INGENIERIA

Ing. Jorge Alberto BOCCANERA

Ing. Laura Graciela TAHMISIAN

Arq. Guillermo VOGET

Aux. Téc. Ma. de las Mercedes MARTINETTI

Aux. Téc. Horacio José ROJO -

RECURSOS NATURALES

Dr. Roberto Manuel UMLANDT



Téc. Hid. Roberto Guillermo LELL

Téc. Hid. Juan Martín THIR

ECONOMIA Y PRODUCCION

Ing. Luis Julio FERNANDEZ

CARTOGRAFIA Y DIBUJO

Ana María F. de BUXEDA

ADMINISTRACION

Oficial Administ.: María Mercedes PARRA

Auxiliar Administ.: Nélide R. de CAMAÑO

Tipografía: Lila Beatriz PATINO

Maestranza: Nora SALVATIERRA

SE AGRADECE LA COLABORACION DE LOS SIGUIENTES ORGANISMOS

Administración Provincial de Recursos Hídricos

Subsecretaría de Agricultura y Ganadería de la Provincia

Agua y Energía Eléctrica de la Nación

A.G.A.S. - Salta

Corporación del Río Dulce



## I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I : HIDROLOGIA	2
I.1. La cuenca imbrifera del Juramento/Salado	3
I.2. Cuenca Rio Horcones	7
I.3. Cuenca Rio Urueña	14
I.4. Geomorfología	20
I.5. Análisis estadísticos de los registros / históricos	29
I.6. Análisis de crecidas	37
I.7. Cálculos estadísticos	48
I.8. Las Precipitaciones	59
I.9. Influencia de las Obras Hidráulicas	72
CAPITULO II: EVALUACION ECONOMICA DE DAÑOS	80
II.1. Metodología	81
II.2 Caracterización de los daños	82
II.3. Cuantificación de los daños	99
II.4 Evaluación de daños en la creciente de 1981	104



II.5 Crecimiento o esperanza matemática de los daños	106
CAPITULO III: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFIA	115



## INTRODUCCION

El presente trabajo ha sido realizado a los fines de dar cumplimiento a los compromisos asumidos con la Provincia, con motivo de las inundaciones ocurridas en la Cuenca del Río Salado - Período 1983/84.

Se realizó el análisis Hidrológico de los causales del fenómeno y su relación con otras crecientes históricas.

Además, se analiza el comportamiento de las obras Hidráulicas existentes en la cuenca y se efectúan propuestas de alternativas de obras tendientes a atenuar y/o minimizar los daños.

En lo referente a Evaluación Económica, se ha realizado el ordenamiento básico de los datos con su caracterización y cuantificación.

Se trabajó en base a la información proporcionada por la Comisión de Emergencia.

También se hace un análisis de la interrelación de la magnitud de los daños con las variaciones históricas de los máximos caudales del río y volúmenes totales escurridos, estableciendo la esperanza matemática de los mismos.



CAPITULO I

HIDROLOGIA



### I.1. LA CUENCA IMBRIFERA DEL JURAMENTO/SALADO

El sistema del Juramento tiene sus nacientes en la precordillera salteña. A partir de la unión de sus dos principales / tributarios, el río Arias y el río Guachipas, toma el nombre de Pasaje o Juramento.

De ambos afluentes el río Guachipas es el más importante, teniendo su cuenca tributaria una extensión de 24.000 Km<sup>2</sup>, siendo la del río Arias de 7.900 Km<sup>2</sup>. Justamente en el nacimiento del Juramento se encuentra la obra hidráulica más importante del sistema: la presa hidroeléctrica Gral. Manuel Belgrano // (Cabra Corral).

Desde allí hacia aguas abajo el río continúa recepiendo aportes de sus numerosos afluentes, entre los que se destaca el río Medina. Precisamente aguas abajo de la desembocadura de / éste en el Juramento, se está construyendo otra obra hidroeléctrica de importancia: la presa El Tunal; en ese punto la / cuenca tributaria totaliza 38.000 Km<sup>2</sup>.

Desde El Tunal, y después del aporte del río Castellanos y otros dos ríos menores inmediatamente aguas abajo de la futura presa, el río cambia su rumbo hacia el sur y recorre toda la Pcia. de Santiago del Estero sin recibir aportes de importancia. No obstante, algunos aportes en determinados momentos // pueden según su grado de simultaneidad y localización geográfica, incrementar la posibilidad de daños. Para ejemplificar esto pueden observarse cómo varían los módulos y las cuencas tributarias.



<u>Lugar</u>	<u>Módulo en m<sup>3</sup>/s</u>	<u>Cuenca Tributaria en Km<sup>2</sup></u>
Cabra Corral	29,5	31.900
Miraflores	34	34.500
El Tunal	38	38.000
El Arenal	20,5	40.000
Suncho Corral	14	44.000

Se observa claramente que desde El Tunal hacia aguas abajo / las pérdidas superan ampliamente las ganancias, lo que coincide con el cambio que se opera en el relieve ya que el Juramento, río de montaña, pasa a ser un río de llanura, el Salado.

En el tramo santiaguense el Salado tiene dos afluentes: el río Horcones y el río Urueña. En realidad puede decirse que salvo casos excepcionales, sólo el primero aporta al Salado. Aunque ambos tienen sus nacientes en Salta, por atravesar territorio santiaguense, se han considerado de interés y se estudian más en detalle en un punto especial dentro del capítulo.

En cuanto a obras hidráulicas dentro de la Pcia., la única / existente -aunque semidestruída- es el dique de embalse Figueroa, ubicado en el Dpto. del mismo nombre.

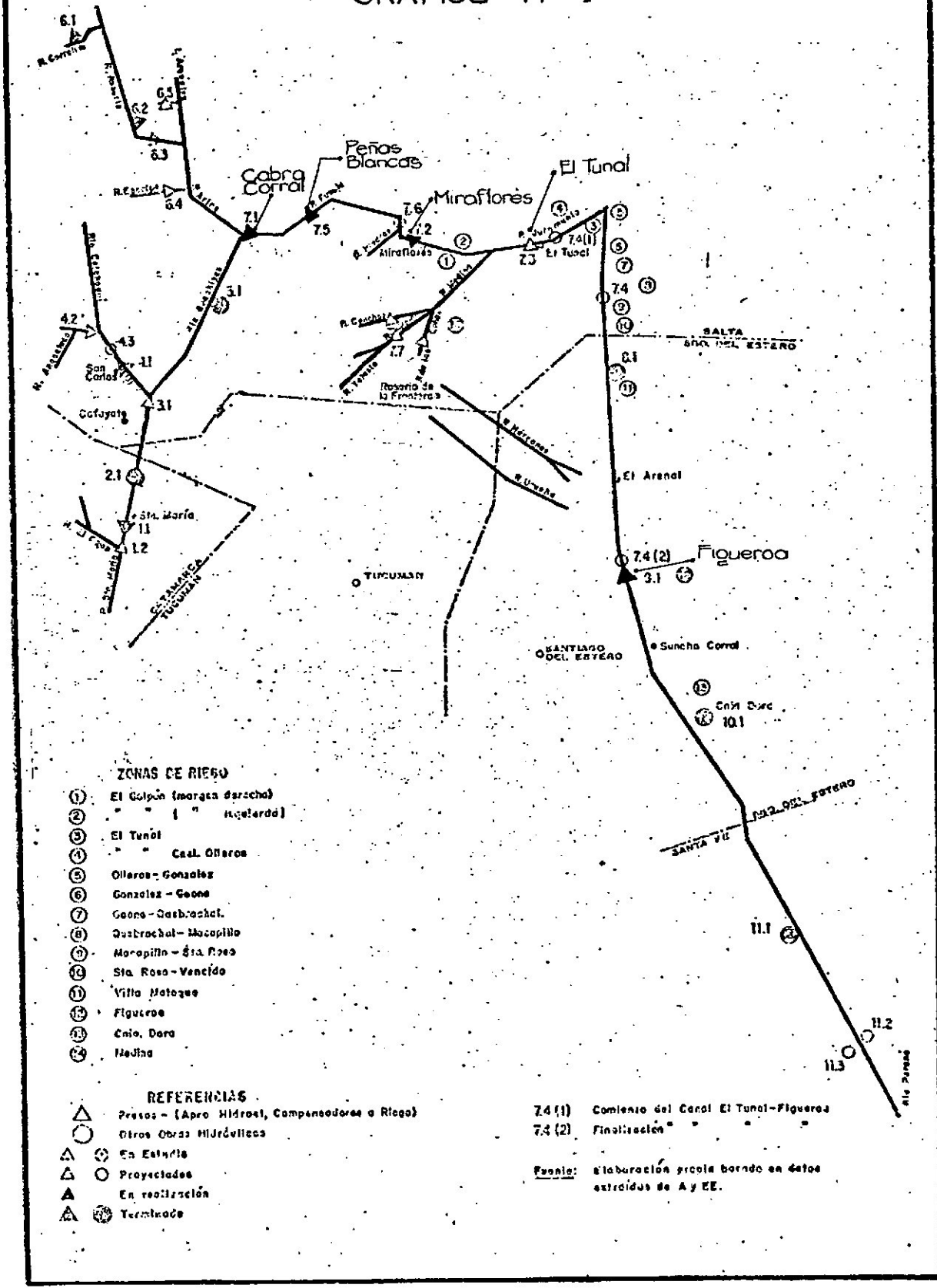
Como conclusión de lo dicho puede expresarse que las crecidas extraordinarias se generarán exclusivamente en la cuenca Salteña, y es allí donde cabe esperarse los máximos caudales



y volúmenes escurridos. En el gráfico N° 1 puede verse cro-/  
quizada la distribución de afluentes, donde se ve la elevada  
densidad de drenaje de la cuenca Salteña, y la escasez de a-  
portes dentro de Santiago del Estero.



GRAFICO N° 1



ZONAS DE RIEGO

- ① El Galpón (margen derecha)
- ② " " (izquierda)
- ③ El Tunal
- ④ Casal Oñeros
- ⑤ Oñeros - González
- ⑥ González - Coene
- ⑦ Coene - Gasbrachal
- ⑧ Gasbrachal - Macapillo
- ⑨ Macapillo - Sta. Rosa
- ⑩ Sta. Rosa - Vencido
- ⑪ Villa Matogee
- ⑫ Figueroa
- ⑬ Cnio. Dora
- ⑭ Medina

REFERENCIAS

- △ Presas - (Apro Hidroel. Compensadores o Riego)
- Otras Obras Hidráulicas
- △ ○ En Estudio
- △ ○ Proyectados
- ▲ En realización
- ▲ ○ Terminado

- 7.4 (1) Comienzo del Canal El Tunal-Figueroa
- 7.4 (2) Finalización

**Nota:** elaboración propia basada en datos extraídos de A y EE.



## I.2. CUENCA RIO HORCONES

### Descripción General

El Río Horcones nace con el nombre de Río Rosario en las Sierras de Carahuasi, en el Departamento Guachipas de la Pcia. / de Salta, escurriendo con fuerte pendiente hasta las cercanías de Rosario de la Frontera, luego de la cual cambia su nombre / por el de Río Horcones penetrando en Santiago del Estero donde en principio se perdía en los bañados derramando sus excedentes excepcionalmente en el cauce del río Salado.

Este río tiene una extensión de 125 Km de longitud y una superficie aproximada de la cuenca de 7400 Km<sup>2</sup>, de los cuales / 2600 Km<sup>2</sup> corresponden a la cuenca de alta montaña (Plano N° 1)

Al ser un río, de alimentación exclusivamente pluvial presenta un régimen de características muy variables. Durante los / períodos de estiaje, sus bajos caudales son captados por tomas de construcción precarias en el angosto de "Las Tomas", u bicado en Santiago del Estero, cuyas aguas son usadas para el riego de aproximadamente 1600 ha, en ambas márgenes.

El desarrollo económico de la región en el tramo La Fragua-// Nueva Esperanza se ve frenado por la existencia de dichas tomas precarias las que deben ser reconstruídas tras cada crecida con los consecuentes costos que ello implica, agravando la situación la mala distribución de los canales de riego existentes.

En la actualidad no existen sobre este río estaciones de afo-



ro. Se cuenta para el período 1948/1962 con aforos realizados por Agua y Energía Eléctrica, de los que obtenemos los siguientes datos característicos:

Módulo del río:  $4,3 \text{ m}^3/\text{s}$   
Módulo máximo medio mensual:  $26,9 \text{ m}^3/\text{s}$  (Febrero 1954)  
Módulo mínimo medio mensual:  $0,62 \text{ m}^3/\text{s}$  (Setiembre 1954)  
Módulo máximo medio diario :  $132,6 \text{ m}^3/\text{s}$  (Marzo 1949)  
Módulo máximo instantánea :  $332,5 \text{ m}^3/\text{s}$  (Febrero 1949)  
Derrame anual promedio:  $135,6 \text{ Hm}^3$

En el año 1981, se excavó una pequeña zanja a los efectos de inducir el escurrimiento directamente al río Salado, aguas arriba de la estación Hidrométrica El Arenal, con el objeto de sanear el bañado del Horcones. Esto generó, consecuentemente, una modificación en el nivel de base, y un aumento considerable de pendiente. Se inicia con ello, un proceso de erosión / retrógrada que ha canalizado el tramo, aumentando la sección / de pasaje y velocidad del escurrimiento, propagándose aguas a rriba buscando un nuevo perfil de equilibrio.

Esta canalización modificará sustancialmente el hidrograma alterando el efecto atenuado del bañado.

### Estudios y/o Proyectos existentes

#### Antecedentes

Los estudios más importantes existentes en la cuenca son los efectuados por el NOA Hídrico en la región La Fragua-Nueva Esperanza, en el Dpto. Pellegrini, Pcia. de Santiago del Estero.



Se realizó una encuesta socio-económica sobre la producción agropecuaria.

A su vez se han implementado, en 1977 dos estaciones de aforo una en Puesto Cantero, la otra en Loma Blanca, aforando en un período de 3 años.

De dicho estudio recabamos que:

- El régimen de precipitación es monzónico concentrándose el 72 % en el período Diciembre-Marzo, la precipitación media mensual para el período 67/68 es:

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
123	157	122	27	14	5	1	3	16	22	57	107	654

Obras Hidráulicas

El angosto de "Las Tomas" fue considerado como geológica y topográficamente más adecuado para el emplazamiento de una obra de toma permanente, y no existiendo mayores limitaciones respecto al material de préstamos se realizó el estudio geotécnico para la implantación futura de las fundaciones. El emplazamiento seleccionado es un estrechamiento del cauce del río Horcones. Aquí el cauce tiene un ancho de 35 m. siendo éste mayor en unos 20-30 m, aguas arriba y aguas abajo.

El proyecto contempla la realización de un azud y de los tramos superiores de dos canales de hormigón armado en ambas márgenes. Se adoptaron los siguientes valores de caudales y niveles:





Caudal de diseño del aliviadero: 800 m<sup>3</sup>/s

Caudal de diseño de La Toma: 4 m<sup>3</sup>/s

Niveles máximos y mínimos de explotación a las cotas 385,5 y 385,3

El vertedero del proyecto es de 50 m de longitud (caudal específico 16 m<sup>3</sup>/s lámina vertiente 4 m). De 5,5 m de altura, sobre el azud iría un puente de 6 m de ancho.

A su vez se ha estudiado la construcción de canales maestros en ambas márgenes para abastecer las zonas de riego a lo largo del río desde Las Tomas hasta Villa Nueva Esperanza. Estos canales se han proyectado de manera tal que provean de agua a // los canales existentes actualmente hasta tanto se remodelen y racionalice la red de riego.

En el Cuadro de la siguiente página, tenemos los derrames medios mensuales para el período 77/80 en las estaciones de Lomas Blancas y Puesto Canteros, a partir de los caudales aforados por el NOA Hídrico en dicho período. A su vez en una tercera columna se han colocado los derrames medios mensuales en la estación El Arenal sobre el río Salado al sólo efecto de poder apreciar numéricamente el carácter de ambos ríos.

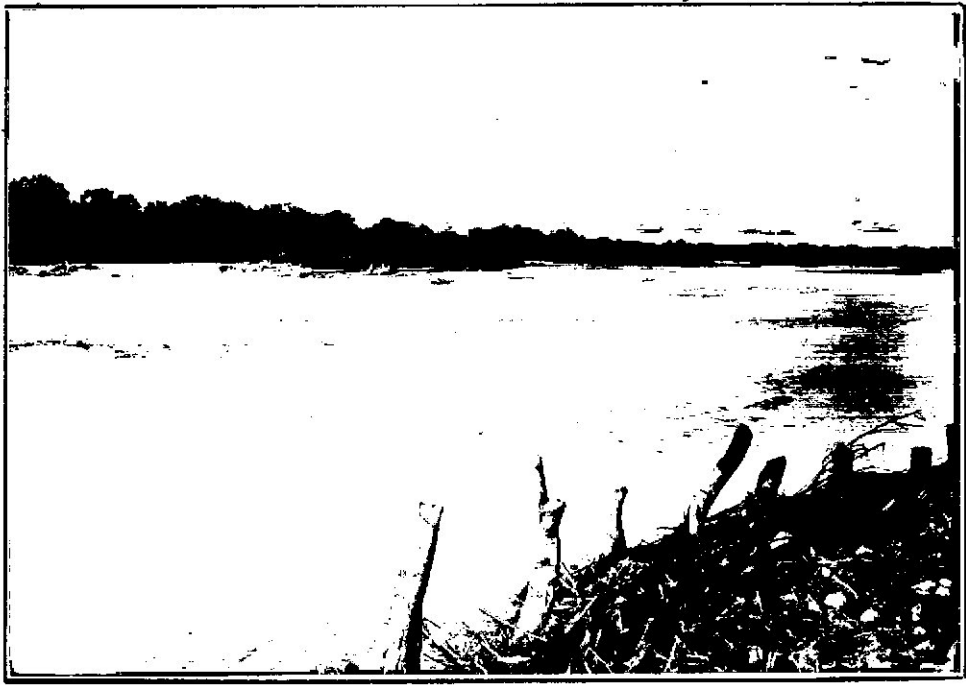


DERRAMES MEDIOS MENSUALES -  $\text{Hm}^3$  - 1977/1980

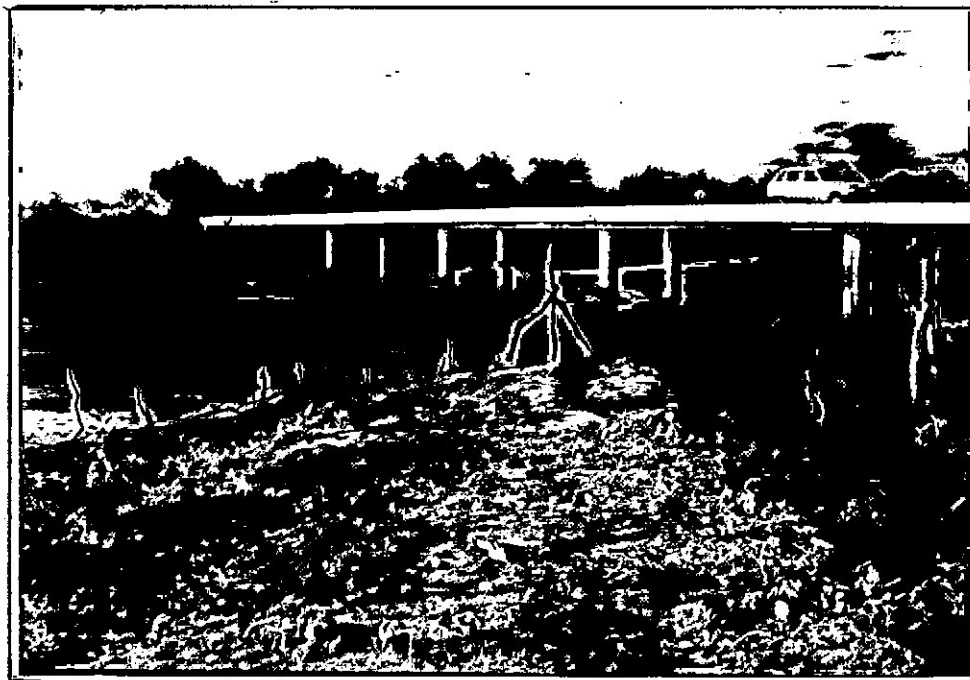
<u>Mes</u>	<u>El Arenal</u>	<u>Puesto Cantero</u>	<u>Loma Blanca</u>
S	39	21	13
O	38	18	11
N	47	17	11
D	70	48	28
E	136	63	45
F	167	53	57
M	221	70	44
A	161	38	31
M	90	27	19
J	61	22	14
J	63	21	14
A	60	18	14
TOTAL	1153	416	300

Caudal máximo Instantáneo El Arenal :  $175 \text{ m}^3/\text{s}$  31/1/78

Caudal máximo Instantáneo Puesto Cantero:  $175 \text{ m}^3/\text{s}$  3/1/78



Cauce del Río Horcones, a la altura de la localidad de Nueva Esperanza (Mayo 1984)



Puente existente sobre la Ruta que une la localidad de Nueva Esperanza con Santo Domingo sobre el Río Horcones en la Pcia. de Sgo. del Estero.



### I.3. CUENCA RIO URUEÑA

#### Descripción General

El río Urueña nace en la vertiente oriental de las Sierras // del Campo y Castillejos en las Pcias. de Tucumán y Salta, res- pectivamente, a unos 40 Km. hacia el Oeste del límite con Sgo. del Estero.

Sus principales tributarios son los arroyos de Los Sauces, Mo- renillos y Aragón. Es un río típico de régimen monzónico, con un prolongado período de estiaje, con cauce seco y crecientes estivales.

Tiene una pendiente general del 3° / 100 y un lecho sinuoso y en- cajonado, con barrancas de hasta 10 mts. de altura, con un // marcado control estructural. Al S.S. Este del cerro Remate, en territorio Santiagueño, se transforma en un río de llanura y forma un cono de deyección con una vegetación freatófica, los derrames se se encauzan a través del sistema del arroyo La O- vera - La Verde, alcanzando a vertir sus aguas al río Salado Por el Jume Esquina, originando la contaminación de sus aguas por el lavado de las áreas lagunares salinas del Sistema de / Huyamampa

El área de influencia de la cuenca comprende el sur de la Pro- vincia de Salta y los extremos norte de Tucumán y noroeste de Santiago del Estero. La superficie activa de la cuenca es de 900 Km<sup>2</sup> (Tucumán 150; Salta 700 y Santiago del Estero 50).

No existen en la actualidad estaciones de aforo. De 1948 a //



1956 ha funcionado una estación en la localidad de 7 de Abril dando un caudal para crecidas ordinarias de  $4,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ; media de  $18,2 \text{ m}^3/\text{s}$  y máxima de  $72 \text{ m}^3/\text{s}$ , con un derrame anual promedio / de  $0,028 \text{ Hm}^3$ .

Este río presenta caudales considerables, aguas abajo de la desembocadura en el mismo del río Blanco; principal afluente del río.

#### Estudios y/o Proyectos Existentes

De los antecedentes recopilados existen tres estudios de las // obras identificadas sobre el río Urueña:

- a) Proyecto de Reconstrucción del dique Las Colas en la Pcia. / de Tucumán.
  - b) Reacondicionamiento del dique El Sauce en la Pcia. de Tucumán.
  - c) Proyecto dique Laguna Negra en la Provincia de Santiago del Estero.
- a) El dique Las Colas fue construido en 1956, en el Dpto. Burruyacu en la Pcia. de Tucumán para alimentar una red de canales que servían a los agricultores de Tucumán y Santiago del Estero. En 1973, la Pcia. de Tucumán, construyó una nueva red de canales de 12 Km. de longitud, desde la salida // del Dique, con una capacidad de conducción de  $4 \text{ y } 3 \text{ m}^3/\text{s}$ , / existiendo un partidior que divide los caudales en  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$



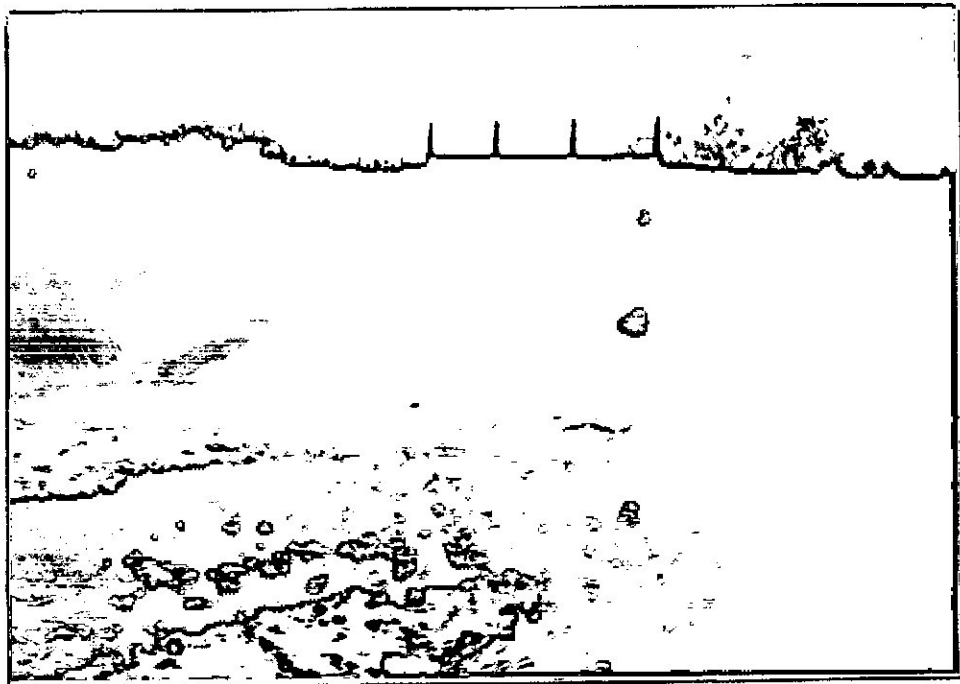
para Santiago del Estero.

Las últimas crecientes han destruido el dique y su obra de Toma en más de un 50 %, razón por lo cual se ha replanteado la geometría del dique con un coronamiento que seguirá el perfil de la lámina adherente, dientes impacto para la disipación de energía y pileta de quietamiento. Este nuevo proyecto ha sido estudiado por la Dirección del Agua de la Provincia de Tucumán.

b) El Dique El Sauce, se encuentra en el Dpto. de Burruyacu en la Provincia de Tucumán, 18 Km aguas arriba del dique Las Colas. En un principio servía para alimentar un sistema de riego precario en condiciones totalmente deterioradas en la actualidad. Se derivaban de 150 a 200 l/s para 120 ha empadronadas.

c) El proyecto del dique Laguna Negra o Cerro Remate estaría ubicado sobre la margen izquierda del río en territorio Santiaguense. Este embalse está ubicado sobre un reservorio natural, que lo constituye una laguna, limitada al N, Este y Oeste por lomas de baja altura. Al Sur está interconectada con el río Urueña. La región a beneficiarse sería la del Noroeste de la Pcia. de Santiago del Estero.

Dado que los aportes de la cuenca perilagunar son escasos (Sup aproximada 560 ha) sólo se tomarán en cuenta los excedentes // del río Urueña aguas arriba, dentro de la Pcia. de Tucumán y / en el dique Las Colas.

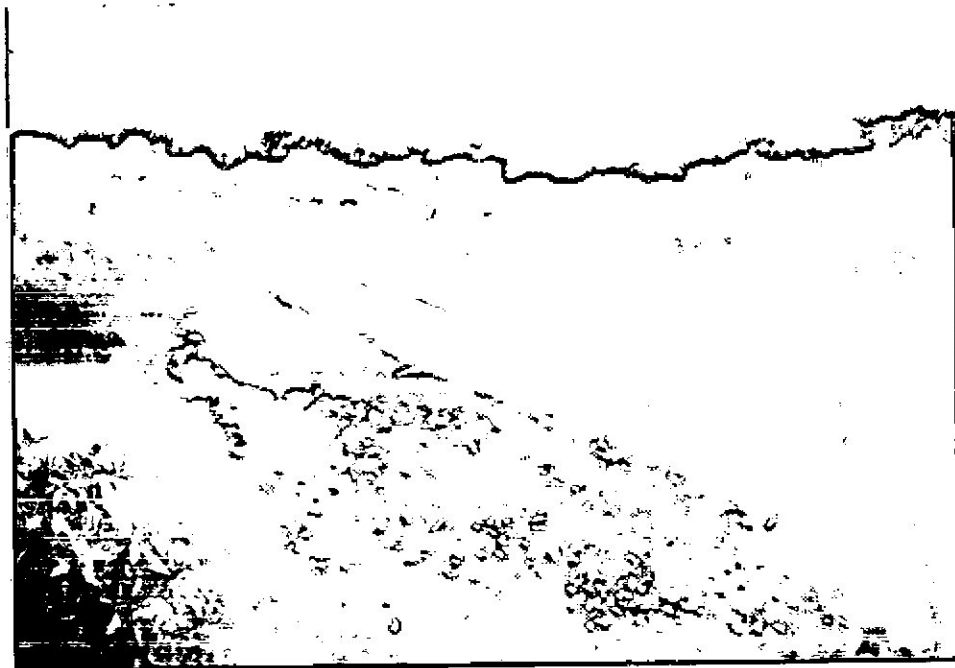


Puente sobre el nuevo cauce excavado por el //  
Río Urueña en la Ruta que une las localidades  
de Nueva Esperanza con 7 de Abril, donde se ob  
serva una "rápida" (diferencia de niveles)





Cauce del Río Urueña donde se observa un asentamiento del puente viejo, en la Ruta // que une las localidades de Nueva Esperanza con 7 de Abril



En esta fotografía se puede apreciar la magnitud de la excavación originada por el nuevo cauce y la altura de las barrancas (8 m a 10 m)



#### I.4. GEOMORFOLOGIA

→ Análisis de la dinámica de los derrames del río Salado en el paleoabánico.

##### OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental, proporcionar la información básica al equipo de Hidrología sobre el comportamiento de los derrames del río Salado por la paleored, y de aproximarse a la cuantificación de la superficie afectada / por los mismos a los fines de estimar los volúmenes escurridos e infiltrados en la Planicie Loésica.

##### UBICACION DEL AREA

El área de los derrames está comprendida entre los paralelos / de  $25^{\circ}10'$  /  $25^{\circ}45'$ , latitud Sur, y los meridianos de  $63^{\circ}25'$  /  $64^{\circ}00'$  longitud Oeste. Cubre una superficie de aproximadamente  $3.250 \text{ Km}^2$  y comprende parte de las siguientes Unidades Geomorfológicas:

- a) Sistema Fluvial actual del río Juramento y/o Salado.
  - Llanura aluvial del río Juramento
  - Llanura aluvial del río Salado
  - Bañado de Copo
- b) Llanura aluvial antigua del río Salado
- c) Paleoplanicie aluvial del río Salado



#### d) Planicie Loéssica

Estas Unidades fueron delimitadas en el trabajo "Sistematización de la Cuenca del río Juramento y/o Salado.

#### METODOLOGIA

La metodología empleada consistió en el uso intensivo de las imágenes satelitarias, infrarrojo falso color compuesto, Esc. / 1:500.000 / 1:250.000, correspondiente a los años 1973, 1975 y 1976. En los mismos se delimitaron los cauces de la antigua // red fósil del abanico aluvial del Salado, sobre los cuales se produjeron los escurrimientos ocasionados por los desbordes en la margen izquierda del río, entre las localidades de El Quebrachal y Gaona, en territorio salteño.

Dada la imposibilidad, por razones de tiempo y de índole económico, de adquirir las imágenes actualizadas de este fenómeno / hidrológico, correspondientes a los meses Abril y Mayo de 1984 se debió recurrir al control aéreo mediante vuelos de reconocimiento sobre las áreas afectadas, con el objeto de actualizar y comprobar los límites cartografiados.

Posteriormente se confeccionó la cartografía definitiva a Esc. 1:250.000 sobre la que se trasladó la información de la fotointerpretación realizada en gabinete sobre transectas representativas a Esc. 1:62.000 y 1:30.000.

#### RASGOS GEOMORFICOS



A lo largo de su evolución geomórfica, el río Salado divagó por la Llanura Chaco Santiagueña dejando una impronta de cauces fósiles que configuran un enorme cono de deyección con su ápice en la localidad de Chañar Muyoj.

Probablemente, según lo observado en imágenes satelitarias, en un primer momento era tributario del río Bermejo. Posteriormente se fue desplazando hacia el Oeste hasta ocupar su actual posición a partir del Holoceno, coincidentemente con la reactivación en tiempos recientes, de la falla de Chaguaral. Este irregular comportamiento hidrológico, tanto en tiempo como en espacio se manifiesta en las variaciones morfométricas de los paleocauces, como ser: radio de curvatura de los meandros, ancho y profundidad de los cauces, forma del perfil transversal de los valles, extensión lateral de la llanura aluvial, etc.

Este enorme cono de deyección formado, posee una pendiente general NNO-SSE, con un gradiente aproximado de  $1,1^{\circ} / \text{‰}$ .

Los materiales constitutivos son predominantemente limos, limos arenosos, arcillas en menor proporción y arenas finas en los paleocauces, con altos valores de infiltración, sobre todo en las masas forestales de los antiguos interfluvios donde alcanzan valores de hasta 3-4 cm/h.

#### DINAMICA DE LOS DERRAMES

Durante las crecientes anuales del río Salado se originan desbordes en la margen izquierda entre las localidades de El Que



brachal y Gaona, cuando los volúmenes exceden la capacidad de conducción del cauce.

En la creciente extraordinaria 1983/84, donde el hidrograma / de crecida alcanza uno de los valores más altos del siglo, su mado al efecto del taponamiento con ramas y troncos en la luz del puente cercano a la localidad de El Quebrachal, el pico / de la creciente se desvió en margen izquierda por un antiguo cauce entre las poblaciones mencionadas anteriormente y con / un rumbo NNO-SSE se bifurcó aguas abajo en dos brazos que cor taron la Ruta Nacional N° 16 a la altura de las localidades / de Tala Pozo y Talavera; estimándose un caudal de  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  en cada uno de los cauces.

Aguas abajo de la Ruta Nacional N° 16, según lo observado en la cartografía (Plano N°2) el escurrimiento encauzado se /// transforma en mantiforme difuso, extendiéndose el frente del derrame en un ancho aproximado de 2 Km. debido a la disminución de la pendiente y a la vegetación de leñosas existentes que actúan como disipadora de energía.

Los altos valores de permeabilidad de los suelos de la re-// gión sobre todo por la existencia de grandes pampas arenosas, originaron la infiltración de importante volúmenes de los escurrimientos, contribuyendo de esta forma a minimizar los // efectos de la inundación.

Además se pudo constatar por medio de un reconocimiento aéreo, que en territorio salteño, gran parte de los volúmenes se de rramaron por las numerosas tomas libres existente sobre el //



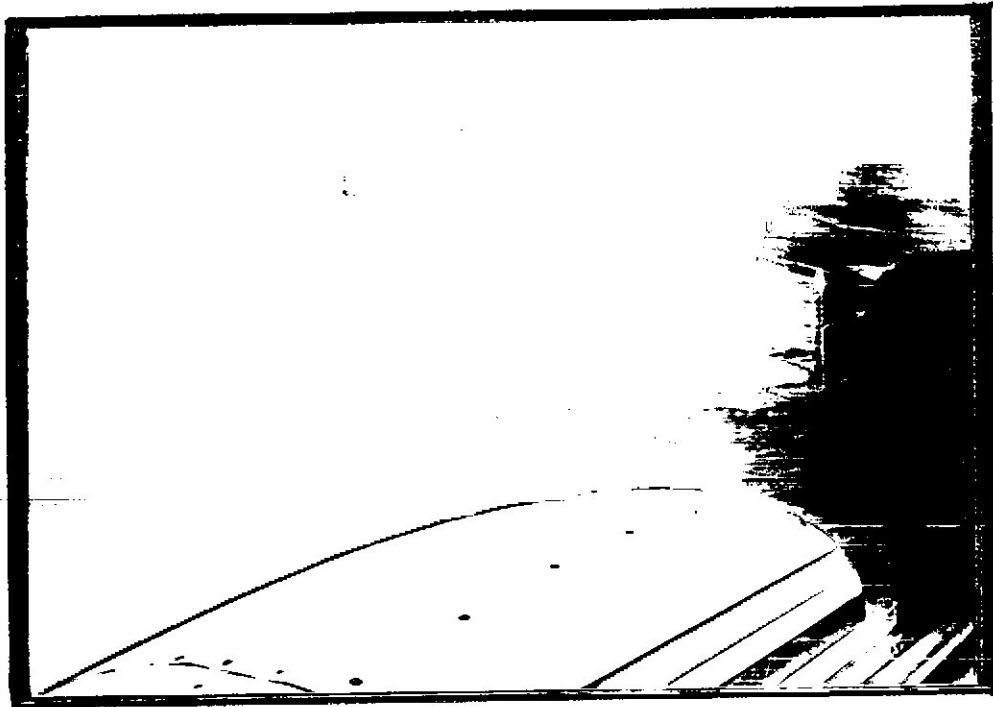
río, inundando y anegando la llanura aluvial y una vasta área de riego que se ubica a lo largo de la margen izquierda, desde la localidad de Joaquín V. Gonzalez hasta Macapillo.



FOTOGRAFIA N° 4

Vista del área de riego de Figueroa afectada por /  
la inundación donde se observa en a) el canal Ing.  
Gini, b) Embalse Km.0, c) Embalse Figueroa.





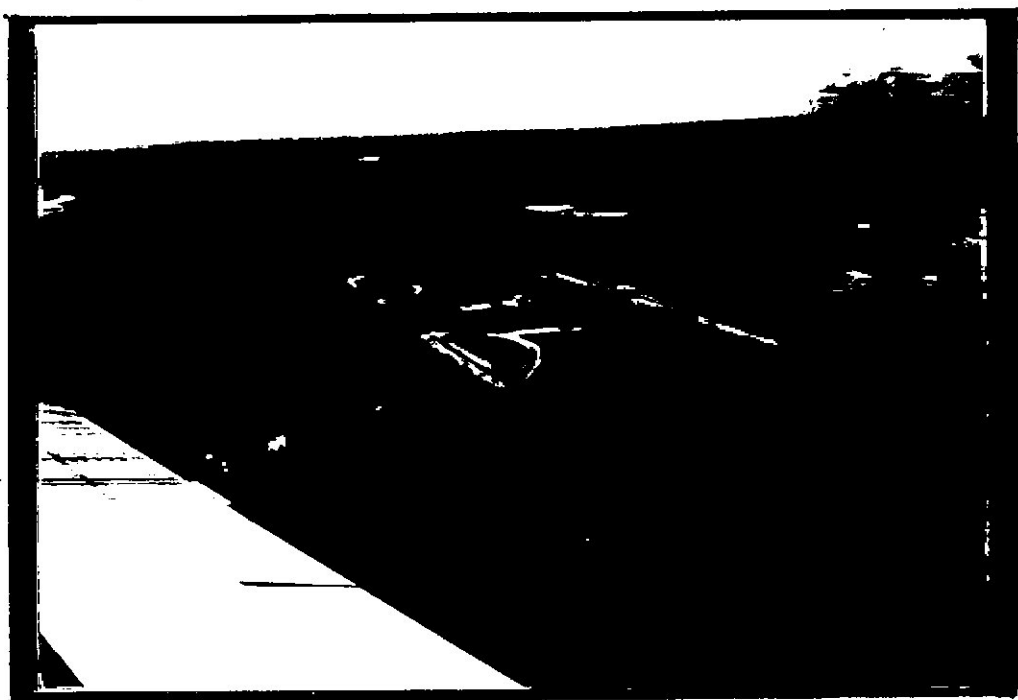
FOTOGRAFIA Nº 2

Visión panorámica donde se observa la magnitud de los derrames, en la zona limítrofe Salta-Sgo. del Estero, en el área de cultivo hacia el Este del /<sup>o</sup> río Salado.



FOTOGRAFIA N° 3

En esta fotografía se puede observar una importante superficie anegada por los escurrimientos, a través de los paleocauces aguas abajo de la Ruta Nacional N° 16.



FOTOGRAFIA N° 1

Se observa el anegamiento de áreas cultivadas, que originaron los desbordes del río Salado en su margen izquierda en las proximidades de Macapillo.



## I.5. ANALISIS ESTADISTICOS DE LOS REGISTROS HISTORICOS

Se analizan las probabilidades que tienen de producirse, avenidas en el río Salado de determinadas características. Para este análisis se han tomado los registros históricos existentes de las estaciones de aforo de El Tunal, El Arenal y Suncho Corral.

Estos registros se encuentran divididos en dos períodos (excepto los de Suncho Corral, cuya estación fue levantada en 1962). El primero corresponde hasta 1973, ya que el 3 de Abril de ese año comenzó el llenado de la presa de embalse "Gral. Manuel Belgrano" en Cabra Corral. El segundo período abarca desde esa fecha hasta el presente.

Lo primero que cabe preguntarse en este caso, es qué validez tienen los registros históricos existentes con anterioridad a la construcción de la presa Gral. Manuel Belgrano. La respuesta es que la construcción de esta presa ha tenido una influencia importante en varios aspectos de la dinámica del río, pero puede decirse que la misma no ha sido significativa para la Pcia. de Santiago del Estero en cuanto al fenómeno de las grandes crecidas.

Por tal motivo los registros existentes se han tomado como una unidad que comprende tanto el primero como el segundo período, y en su análisis se hará su diferenciación en los casos que corresponda.

Para tener una idea en cuanto a caudales y volúmenes del río



- Salado en situación de crecidas extraordinarias, se dan a continuación para cada estación, algunos valores característicos y algunos máximos.

- En la estación El Tunal:

- Derrame medio anual: 1.200 Hm<sup>3</sup>  
 Módulo: 38 m<sup>3</sup>/s  
 Máximo derrame: 2805 Hm<sup>3</sup> (1948-49)  
 Máximo caudal medio diario: 1092 m<sup>3</sup>/s (1949)  
 Máximo caudal medio mensual: 304 m<sup>3</sup>/s (1949)

- En la estación El Arenal:

Derrame medio anual: 647 Hm<sup>3</sup>  
 Módulo: 20,5 m<sup>3</sup>/s  
 Máximo derrame: 1691 Hm<sup>3</sup> (1980-81)  
 Máx. caudal medio diario: 300 m<sup>3</sup>/s (1944)  
 Máximo caudal medio mensual: 219 m<sup>3</sup>/s (1944)

- En la estación Suncho Corral

Derrame medio anual: 441 Hm<sup>3</sup> (427 Hm<sup>3</sup>)  
 Módulo: 14 m<sup>3</sup>/s (13,5 m<sup>3</sup>/s)  
 Máximo derrame: 2274 Hm<sup>3</sup> (1920-21)  
 Máximo caudal medio diario: 257 m<sup>3</sup>/s (1921)  
 Máximo caudal medio mensual: 236 m<sup>3</sup>/s (1921)

Debe hacerse en este caso una aclaración. Al levantarse en /// 1962 la estación de aforos de Suncho Corral, no se tomaron datos hasta 1973, en que comenzaron a realizar las lecturas de escala. Los valores de derrame del período 1962-73 se estima-



ron por una correlación ortogonal con El Arenal (ver trabajo / "Introducción al estudio y conocimiento hidrológico del río Sa lado en su tramo inferior Santiagueño" - Convenio Bajos Submeridionales, U.T.O. Santiago del Estero, 1982), y por lo tanto son de confiabilidad limitada, y los de 1973 hasta el presente, mediante una relación aproximada altura-caudales. Los valores de derrame medio y módulo colocados primero, corresponden a la serie completa desde el año 1914, mientras que los valores entre paréntesis corresponden a la serie 1914-62.

Por otra parte, respecto a los valores máximos, se han producido en un ciclo de derrames excepcionales entre 1917 y 1923. En cinco años de derrame anual fue holgadamente superior a los // 1000 Hm<sup>3</sup>. Desde entonces hasta el presente, la barrera de los 1000 Hm<sup>3</sup> sólo fue superada en el ciclo 1980-81, en el que se / estima en 1290 Hm<sup>3</sup> el volumen que pasó en Suncho Corral. Lamentablemente, no existen registros en El Tunal y El Arenal del / período 1917-23, por lo que las comparaciones deben efectuarse con cuidado por la gran influencia que tiene este ciclo (por / ejemplo, el módulo de la serie 1924-81 es aproximadamente //// 10 m<sup>3</sup>/s, o sea un 28 % menor que el del período 1914-81).

Para facilitar cualquier otro análisis, se adjuntan los resúmenes de los balances hidrológicos anuales de las tres estaciones. (Cuadros N° 3, 4 y 5).

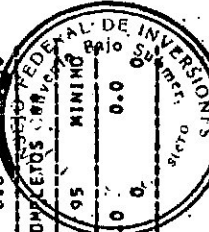
RIO S A L A D O      LUGAR    SUNCHO CORFAL      CÓDIGO    E29E10804      SISTEMA    RIO SALADO      SUP. CUENCA    44.000 KM2      ALTITUD    133 M      LONGITUD    63° 26'      LATITUD    27° 37'

CUADRO N°3

AÑO	CAUDALES MEDIOS MENSUALES M3/S												ESCURR. LA CUENCA MM	DERRAME ANUAL MM3	CAUDAL ESPEC. L/S/KM2	CAUDALES M3/S			
	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.				MAXIMO DIARIO	MINIMO DIARIO	MEDIO ANUAL	
14-15	5.700	2.600	4.600	4.200	4.200	15.8	39.7	58.5	26.6	10.5	8.200	5.500	65.0	1.500	11.1	0.351	487.		
15-16	2.600	1.200	0.700	0.500	0.500	7.400	27.8	20.3	15.1	8.800	6.100	4.900	38.0	0.200	5.739	0.181	253.		
16-17	15.8	7.500	0.100	0.0	0.0	0.0	15.0	15.7	3.100	0.0	0.0	0.0	24.0	0.0	3.420	0.108	150.		
17-18	0.0	0.0	0.0	0.100	0.100	89.6	218.	199.	49.6	27.7	20.2	12.9	237.	0.0	1.159	0.366	1609.		
18-19	5.500	1.900	1.400	1.000	2.200	19.2	28.6	57.7	23.2	12.9	13.0	6.700	68.0	0.800	44.2	1.289	442.		
19-20	2.400	1.700	0.700	0.200	20.6	104.	208.	114.	52.7	27.1	22.7	16.5	223.	0.100	1.070	0.318	1488.		
20-21	17.9	8.400	4.200	13.2	72.1	160.	236.	226.	59.7	28.3	25.4	20.1	257.	2.900	1.639	51.7	2274.		
21-22	13.6	7.100	9.400	5.600	58.9	90.6	113.	113.	65.4	30.3	31.7	22.2	178.	2.400	1.088	34.3	1509.		
22-23	23.0	11.1	4.300	13.2	171.	231.	97.6	32.3	21.3	22.2	16.6	12.9	240.	3.000	1.235	39.0	1714.		
23-24	5.700	2.700	3.800	2.100	8.100	10.7	18.9	20.8	7.500	3.500	3.800	2.500	48.0	1.000	0.170	5.376	237.		
24-25	1.700	0.400	0.100	0.0	5.800	51.2	60.4	45.0	20.4	13.4	13.6	8.500	70.0	0.0	0.412	13.0	572.		
25-26	2.900	0.200	0.100	0.100	14.6	22.0	25.2	21.2	18.1	8.400	4.900	2.900	108.	0.0	0.219	6.904	304.		
26-27	0.600	0.0	0.0	0.0	4.300	7.200	46.8	74.4	44.6	23.9	12.9	5.500	108.	0.0	0.459	114.5	637.		
27-28	1.000	0.200	0.0	0.0	0.0	49.2	50.4	37.7	18.9	12.8	8.800	6.800	77.0	0.0	0.364	11.5	506.		
28-29	3.400	0.400	0.200	1.700	21.7	43.1	34.4	23.0	16.3	9.400	7.600	4.800	59.0	0.100	0.310	9.780	430.		
29-30	1.600	0.100	0.0	0.0	1.600	16.8	31.6	33.8	28.6	11.5	5.900	4.900	88.0	0.0	0.273	8.599	378.		
30-31	0.900	0.100	0.0	0.0	1.400	35.6	77.2	40.3	30.4	15.5	8.300	3.400	121.	0.0	0.613	19.4	856.		
31-32	0.300	0.0	0.0	0.0	16.7	74.6	95.1	83.0	30.4	15.5	8.300	3.400	121.	0.0	0.613	19.4	856.		
32-33	0.300	0.0	0.0	0.0	2.300	12.8	95.3	87.4	48.4	18.6	10.2	4.400	121.	0.0	0.531	16.7	737.		
33-34	1.300	0.100	0.0	0.0	0.0	0.800	7.200	8.500	7.300	7.000	3.800	2.400	103.	0.0	0.074	2.335	14.0		
34-35	0.400	0.100	0.0	0.0	0.0	4.000	14.3	16.6	7.500	8.800	4.200	1.700	151.	0.0	0.109	0.74	103.		
35-36	0.100	0.0	0.0	0.0	0.0	4.000	20.4	6.600	1.500	0.900	0.400	0.0	89.4	0.0	0.064	2.033	151.		
36-37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.2	25.8	7.200	4.800	1.700	0.200	0.0	115.	0.0	0.110	3.455	115.		
37-38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.600	22.6	14.2	3.800	0.500	0.0	0.0	302.	0.0	0.218	6.866	302.		
38-39	0.0	0.0	0.0	0.0	1.600	55.2	45.9	11.2	4.200	0.500	0.0	0.0	39.5	0.0	0.028	0.898	39.5.		
39-40	0.0	0.0	0.0	0.200	0.0	2.100	7.200	5.200	0.300	0.0	0.0	0.0	1581.	0.0	0.060	1.905	1581.		
40-41	0.0	0.0	0.0	0.100	0.0	3.600	12.2	11.1	4.700	0.200	0.100	0.0	1.581	0.0	0.001	0.036	1.581.		
41-42	0.0	0.0	0.0	0.300	0.200	0.100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	192.	0.0	0.138	4.358	192.		
42-43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.4	35.4	15.3	5.200	0.600	0.0	647.	0.0	0.465	14.7	647.		
43-44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.5	117.	33.2	12.8	5.700	1.800	0.400	135.	0.0	0.097	3.070	135.		
44-45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.400	26.5	11.1	10.7	2.200	0.0	0.0	177.	0.0	0.056	1.766	177.		
45-46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.300	16.1	10.2	2.100	0.700	0.0	0.0	63.5	0.0	0.046	1.444	63.5.		
46-47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.600	7.400	5.700	1.300	0.0	0.0	11.4	0.0	0.008	0.260	11.4.		
47-48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.300	4.100	0.0	0.0	0.0	0.0	587.	0.0	0.423	0.120	587.		
48-49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.6	57.0	37.8	10.6	2.800	0.400	0.0	486.	0.0	0.350	11.0	486.		
49-50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	111.	0.0	0.080	2.512	111.		
50-51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9	12.2	6.200	0.100	0.0	0.0	180.	0.0	0.129	4.084	180.		
51-52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.2	19.2	3.400	0.0	0.0	0.0	367.	0.0	0.264	8.330	367.		
52-53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.9	77.4	26.0	6.500	3.600	0.0	0.0	331.	0.0	0.238	7.514	331.		
53-54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.100	75.4	32.6	8.600	0.600	0.0	0.0	395.	0.0	0.285	8.979	395.		
54-55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.1	95.1	22.6	6.600	1.300	0.0	0.0	87.4	0.0	0.063	1.986	87.4.		
55-56	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	17.1	2.800	0.0	0.0	0.0	0.0	165.	0.0	0.119	3.746	165.		
56-57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	18.2	5.200	0.0	0.0	0.0	0.0	412.	0.0	0.297	9.361	412.		
57-58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.3	43.2	18.6	6.000	0.300	0.500	0.100	678.	0.0	0.489	15.4	678.		
58-59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.4	106.	43.2	9.000	3.100	4.500	5.300	733.	0.0	0.527	16.7	733.		
59-60	2.000	1.400	1.000	0.500	39.6	107.	45.8	56.8	15.5	7.600	3.700	2.100	392.	0.0	0.283	8.912	392.		
60-61	0.400	0.200	0.200	0.200	0.100	15.8	67.8	33.9	23.7	4.600	1.800	0.500	29.6	0.0	0.021	0.672	29.6.		
61-62	0.200	0.100	0.0	0.0	0.100	2.400	2.100	2.500	2.600	1.400	0.0	0.0	462.	0.0	0.333	10.5	462.		
PROM.	2.360	0.990	0.650	1.058	10.9	34.5	54.4	40.1	16.2	7.633	5.167	3.360	274.	0.0	1.639	51.7	274.		
MAX.	25.0	11.1	9.400	13.2	171.	231.	236.	226.	65.4	30.3	31.7	22.2	9.000	0.0	0.001	0.036	9.000.		
MIN.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.581	0.0	0.000	0.0	1.581.		

DURACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES - PERIODO 1914-15/1961-62 \*\* 48 AROS COMPLETOS

%	MAXIMO	5	10	20	25	30	40	50	60	70	75	80	90	95	MINIMO
CAUDALES M3/S	236.	74.6	43.2	20.4	15.5	11.1	5.500	2.200	0.400	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
% DEL MODULO	1612	509	294	139	105	75	37	15	2	0	0	0	0	0	0



NOTA: EN PUNTO DESE LEERSE COMO DECIMAL.



RIO SALADO LATITUD 26° 13'  
 LONGITUD 63° 45'  
 ALTITUD 185 M  
 SUP. CUENCA 40000 KM2

LUGAR EL ARENAL-PRIMER PERIODO CODIGO E29E10B03  
 SISTEMA RIO SALADO

PROVINCIA SGO. DEL ESTERO  
 CUENCA RIO PASAJE O SALADO

CUADRO Nº 4

CAUDALES MENSUALES M3/S

AÑO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	CAUDAL ESPEC. L/S/KM2	DERRAME ANUAL MM3	ESCURR. SOBRE LA CUENCA MM	MAXIMO MEDIO DIARIO	MINIMO MEDIO DIARIO	MEDIO ANUAL
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----------------------	-------------------	----------------------------	---------------------	---------------------	-------------

AÑO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	CAUDAL ESPEC. L/S/KM2	DERRAME ANUAL MM3	ESCURR. SOBRE LA CUENCA MM	MAXIMO MEDIO DIARIO	MINIMO MEDIO DIARIO	MEDIO ANUAL
29-30	2.600	3.700	0.0	0.800	49.8	143.	95.6	41.9	27.9	14.2	9.900	6.600	0.770	971.	24.3	233.	0.0	21.7
30-31	2.300	1.300	6.100	4.300	113.	182.	99.1	33.4	18.3	16.0	11.5	7.700	1.008	1271.	31.6	296.	0.0	23.4
31-32	4.500	6.500	6.900	28.3	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
32																		
34-35	1.300	0.300	0.0	0.800	49.8	32.0	89.6	40.8	15.9	15.5	8.800	5.300	0.542	683.	17.1	233.	0.0	21.7
35-36	0.500	0.0	0.0	10.3	51.6	144.	43.4	12.9	8.700	5.900	4.200	3.100	0.585	740.	18.5	296.	0.0	23.4
36-37	0.500	0.0	0.0	12.6	93.7	97.4	24.6	9.500	7.200	2.600	1.600	0.300	0.510	643.	16.1	252.	0.0	20.4
37-38	0.0	0.0	0.0	3.900	38.6	113.	48.4	26.8	7.100	1.900	0.200	0.0	0.483	610.	15.2	196.	0.0	19.3
38-39	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	82.8	83.8	69.2	18.5	5.300	1.400	0.100	0.583	735.	18.4	272.	0.0	23.3
39-40	3.900	1.400	3.800	35.8	11.3	31.8	21.4	12.6	7.200	3.700	1.300	1.300	0.217	272.	4.870	119.	0.0	8.690
40-41	0.0	0.0	3.400	18.8	25.2	31.8	39.3	15.0	9.600	6.700	7.200	1.300	0.328	416.	10.3	119.	0.0	13.1
41-42	0.0	0.0	0.0	11.8	13.0	5.000	7.900	6.200	2.900	1.700	0.0	0.0	0.416	126.	3.140	99.0	0.0	3.983
42-43	3.3	3.0	0.0	0.200	7.000	52.4	53.4	55.2	21.2	6.900	2.600	0.200	0.408	514.	0.408	117.	0.0	16.3
43-44	0.0	0.0	0.0	4.000	100.	219.	119.	30.3	18.1	7.900	3.800	0.600	1.018	1287.	32.2	300.	0.0	40.7
44-45	0.0	0.0	0.0	0.100	21.9	21.6	45.7	32.4	12.7	4.400	1.700	0.200	0.334	422.	10.5	159.	0.0	13.4
45-46	0.0	0.0	0.0	11.3	12.8	26.4	44.2	12.2	2.400	0.100	0.0	0.0	0.226	285.	7.128	129.	0.0	9.041
45-47	0.0	0.0	1.900	1.400	26.1	52.3	26.3	29.2	7.000	0.300	0.0	0.0	0.165	398.	0.315	132.	0.0	12.6
47-48	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	53.2	78.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.155	209.	5.214	153.	0.0	6.596
48-49	0.0	0.0	0.0	0.0	115.	162.	128.	70.6	20.5	9.600	5.800	1.400	1.068	1347.	33.7	257.	0.0	42.7
49-50	0.0	1.300	8.000	50.4	54.6	107.	85.2	37.3	11.0	4.400	2.200	0.300	0.742	936.	23.4	253.	0.0	29.7
50-51	0.0	0.0	0.0	0.0	13.6	94.5	27.5	22.3	7.400	1.700	0.600	0.0	0.316	398.	0.316	253.	0.0	12.6
51-52	0.0	0.0	0.0	7.400	39.6	101.	34.4	26.9	5.200	1.600	0.200	0.0	0.443	560.	14.0	210.	0.0	17.7
52-53	0.0	0.0	1.300	8.000	20.0	134.	92.0	28.9	10.2	4.000	3.500	0.800	0.614	774.	19.3	264.	0.0	24.5
53-54	0.0	0.0	0.0	3.100	3.300	121.	77.5	33.1	9.400	3.500	2.600	0.200	0.444	644.	16.4	216.	0.0	20.4
54-55	0.0	0.0	0.300	0.0	6.400	116.	99.4	25.3	6.900	3.100	0.900	0.0	0.520	656.	5.866	194.	0.0	20.8
55-56	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	55.1	18.7	4.400	0.100	0.0	0.0	0.0	0.185	235.	9.446	142.	0.0	12.0
56-57	0.0	0.100	3.400	4.100	10.9	47.2	58.8	17.2	4.600	0.0	0.0	0.0	0.300	378.	0.300	168.	0.0	20.7
57-58	0.0	0.0	0.0	7.400	92.9	78.0	43.6	18.2	6.800	2.600	1.500	0.800	0.517	622.	10.3	162.	0.0	26.1
58-59	0.0	0.0	0.0	0.0	52.7	105.	98.7	35.5	11.2	5.800	5.600	4.000	0.652	823.	20.6	162.	0.0	26.1
59-60	0.0	0.0	0.0	0.0	17.9	132.	98.9	61.7	57.5	20.6	7.800	6.100	0.834	1055.	26.4	180.	0.0	33.3
60-61	0.0	0.0	0.0	0.0	28.3	100.	67.1	31.4	19.9	9.000	6.400	2.400	0.579	731.	18.3	152.	0.0	23.2
61-62	0.0	4.000	0.0	0.0	15.9	36.9	32.3	12.6	5.600	2.900	1.000	0.0	0.273	344.	8.607	65.0	0.0	10.9
62-63	0.0	0.0	0.0	0.600	17.1	92.7	165.	46.6	18.0	10.2	5.300	10.2	0.753	950.	23.8	255.	0.0	30.1
63-64	0.0	0.0	0.0	3.400	27.1	47.0	73.3	37.7	24.2	8.600	2.500	0.0	0.464	587.	14.7	175.	0.0	18.6
64-65	0.0	0.0	0.0	0.700	0.0	18.1	79.1	32.9	8.100	1.200	0.0	0.0	0.281	354.	8.950	174.	0.0	11.2
65-66	0.0	0.0	0.0	0.0	2.700	20.5	12.1	6.600	2.300	0.200	0.0	0.0	0.090	113.	2.825	47.0	0.0	3.584
66-67	0.0	0.0	0.0	6.900	5.200	4.100	31.2	7.800	1.000	0.0	0.0	0.0	0.118	149.	3.720	58.0	0.0	4.718
67-68	0.0	0.0	0.0	0.0	5.600	102.	42.9	15.7	2.800	0.100	0.0	0.0	0.342	432.	10.8	139.	0.0	13.7
68-69	0.0	0.0	0.0	2.700	10.1	45.3	41.3	9.400	1.600	0.100	0.0	0.0	0.221	279.	6.964	111.	0.0	8.833
69-70	0.0	0.0	0.0	0.0	9.400	23.2	34.9	36.3	5.500	0.700	0.0	0.0	0.226	285.	0.226	68.0	0.0	9.050
70-71	0.0	0.0	0.0	0.0	3.500	64.4	54.2	24.6	5.800	0.100	0.0	0.0	0.313	395.	9.877	122.	0.0	12.5
71-72	0.0	0.0	0.0	3.100	5.100	9.700	49.3	22.4	9.600	1.400	0.0	0.0	0.271.	271.	0.271.	192.0	0.0	18.55
72-73	0.0	0.0	0.0	0.100	1.600	8.800	16.3	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****

PROM. 0.283 0.424 0.869 5.550 33.0 76.0 57.6 27.3 9.830 4.325 2.600 1.290 573. 0.434 14.3 \*\*\*\*\* 18.2

MAX. 4.500 6.200 8.000 50.4 132. 219. 165. 70.6 27.9 16.0 11.5 10.2 1347. 1.068 33.7 300. 0.0 42.7

MIN. 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 4.100 5.000 4.400 0.100 0.0 0.0 113. 0.090 2.825 47.0 0.0 3.584

DURACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES - PERIODO 1929-30/1971-72 en AÑOS COMPLETOS

%	5	10	20	25	30	40	50	60	70	75	80	90	95	MINIMO
CAUDALES M3/S	219.	98.7	57.5	30.3	21.2	14.2	7.700	3.900	1.300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
% DEL MODULO	1202	553	316	166	116	78	42	21	7	0	0	0	0	0.0



RIO SALADO LATITUD 26° 13'  
 LUGAR EL ARENAL-SEGURDU PERIODO CODIGO E29E1J803 LONGITUD 63° 45'  
 PROVINCIA SGO. DEL ESTERO CUADRO N°4 SISTEMA RIO SALADO ALTITUD 185 M  
 CUENCA RIO PASAJE O SALADO SUP. CUENCA \*\*\*\*\* KM2

CAUDALES MENSUALES M3/S												ESCURR. CAUDALES M3/S						
AÑO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	DERRAME ANUAL	CAUDAL ESPEC.	SOBRE LA CUENCA MM	MAXIMO MEDIO DIARIO	MINIMO MEDIO ANUAL	
72-73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	67.2	101.	44.9	15.5	5.400	2.200	13.0	611.	*****	*****	170.	19.4	
73-74	0.0	0.500	2.400	2.100	12.0	51.6	54.9	48.2	17.0	6.000	3.600	2.800	520.	*****	*****	82.0	16.5	
74-75	0.0	4.600	3.000	0.300	8.900	60.0	82.2	54.5	45.0	20.9	7.600	2.700	759.	*****	*****	130.	24.0	
75-76	6.800	2.900	0.900	2.200	11.6	20.3	57.3	56.7	29.3	5.800	1.200	0.100	511.	*****	*****	92.0	16.2	
76-77	0.100	0.100	2.100	8.200	48.0	80.3	82.4	43.4	19.0	11.2	13.1	16.5	843.	*****	*****	168.	26.7	
77-78	14.1	16.9	19.6	25.1	59.9	73.1	87.8	89.2	49.7	34.2	34.0	28.0	1391.	*****	*****	132.	44.1	
78-79	29.6	24.6	32.8	44.9	44.5	51.7	76.9	53.6	32.0	24.5	25.2	22.4	1218.	*****	*****	131.	16.0	
79-80	7.866	6.857	8.286	11.8	26.4	57.7	77.4	50.6	26.0	13.8	12.5	10.4	836.	*****	*****	*****	26.5	
PROM.	29.6	24.6	32.8	44.9	59.9	80.3	101.	89.2	49.7	34.2	34.0	28.0	1291.	*****	*****	170.	44.1	
MAX.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.3	54.9	14.4	0.400	2.300	1.200	0.100	511.	*****	*****	82.0	16.2	
MIN.	DURACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES - PERIODO 1973-74/1979-80 ** 7 AÑOS COMPLETOS **																	
%	MAXIMO	5	10	20	25	30	40	50	60	70	75	80	90	95	MINIMO			
CAUDALES M3/S	101.	82.4	73.1	51.7	48.0	44.5	25.2	19.0	11.6	4.600	2.800	2.200	0.100	0.0	0.0			
% DEL MODULO	379	310	275	195	181	167	95	71	43	17	10	8	0	0	0.0			

NOTA EL PUNTO DEBE LEERSE COMO COMA DECIMAL.  
 NOTA EL 3/4/73 SE CERRO EL EMBALSE GENERAL MANUEL BELGRAND EN CABRA CORRAL



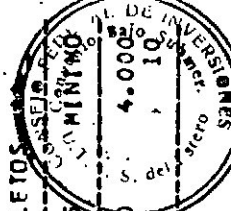
LUGAR EL TUNAL - PRIMER PERIODO CODIGO E29D10626 LONGITUD 64° 28' ALTITUD 425 M  
 PROVINCIA SALTA SISTEMA RIO SALADO SUP. CUENCA 38000 KM2  
 CUENCA RIO PASAJE O SALADO CUADRO N° 5

AÑO	CAUDALES MENSUALES M3/S												DERRAME ANUAL	CAUDAL ESPEC. L/S/KM2	ESCÓRR. SOBRE LA CUENCA MM	CAUDALES		
	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.				MAXIMO DIARIO	MINIMO DIARIO	MEDIO ANUAL
	M3/S	M3/S	M3/S	M3/S	M3/S	M3/S	M3/S	M3/S	M3/S	M3/S	M3/S	M3/S				M3/S	M3/S	M3/S
41-42	11.0	12.0	10.0	9.000	42.0	30.0	25.0	18.0	18.0	14.0	13.0	12.0	561.	0.468	14.8	*****	*****	17.8
42-43	9.000	7.000	11.0	18.0	40.0	87.0	91.0	90.0	40.0	15.0	11.0	11.0	1121.	0.935	29.5	245.	4.000	35.5
43-44	9.000	5.000	8.000	32.0	257.	336.	93.0	26.0	16.0	13.0	11.0	7.000	2115.	1.760	55.6	705.	4.000	66.9
44-45	8.000	9.000	11.0	10.0	50.0	38.0	91.0	39.0	17.0	15.0	14.0	10.0	693.	0.684	21.6	218.	4.000	26.0
45-46	6.000	5.000	6.000	27.0	31.0	61.0	59.0	17.0	14.0	14.0	13.0	13.0	972.	0.578	18.2	211.	1.000	22.0
46-47	9.000	7.000	15.0	14.0	90.0	88.0	53.0	40.0	18.0	14.0	13.0	13.0	685.	0.811	25.6	309.	2.000	30.8
47-48	10.0	7.000	9.000	4.000	20.0	56.0	89.0	22.0	14.0	10.0	10.0	10.0	2805.	0.570	18.0	409.	2.000	21.7
48-49	8.000	4.000	14.0	45.0	214.	294.	204.	89.0	35.0	27.0	24.0	18.0	1555.	2.340	73.8	1092.	2.000	88.9
49-50	18.0	17.0	39.0	70.0	81.0	147.	96.0	48.0	28.0	22.0	18.0	15.0	989.	1.298	40.9	456.	10.0	49.3
50-51	11.0	8.000	9.000	8.000	55.0	123.	52.0	47.0	24.0	20.0	15.0	12.0	1188.	0.825	26.0	247.	2.000	31.4
51-52	8.000	7.000	20.0	32.0	72.0	129.	63.0	48.0	17.0	16.0	15.0	14.0	888.	0.958	80.3	268.	3.000	36.4
52-53	11.0	10.0	19.0	28.0	54.0	181.	126.	37.0	24.0	18.0	17.0	12.0	1384.	1.155	36.4	512.	4.000	43.9
53-54	7.000	5.000	7.000	19.0	36.0	205.	95.0	39.0	27.0	20.0	18.0	12.0	1226.	1.023	32.3	502.	4.000	38.9
54-55	8.000	6.000	15.0	12.0	37.0	166.	109.	34.0	22.0	21.0	18.0	14.0	1188.	0.991	31.3	303.	3.000	37.7
55-56	10.0	5.000	5.000	9.000	37.0	77.0	29.0	16.0	10.0	12.0	11.0	13.0	613.	0.507	16.0	147.	2.000	19.3
56-57	9.000	16.0	18.0	22.0	36.0	76.0	77.0	25.0	19.0	16.0	15.0	12.0	888.	0.741	23.4	199.	4.000	28.2
57-58	11.0	9.000	211.	22.0	113.	93.0	56.0	27.0	20.0	15.0	12.0	12.0	1563.	1.304	41.1	361.	5.000	49.6
58-59	9.000	10.0	10.0	32.0	67.0	148.	113.	37.0	21.0	18.0	15.0	13.0	1276.	1.318	33.6	317.	4.000	40.5
59-60	10.0	10.0	9.000	44.0	194.	113.	80.0	60.0	31.0	20.0	17.0	14.0	1584.	1.318	41.7	349.	6.000	50.1
60-61	11.0	10.0	10.0	22.0	68.0	162.	101.	72.0	36.0	23.0	15.0	13.0	1402.	1.170	36.9	348.	6.000	44.5
61-62	10.0	18.0	10.0	12.0	40.0	68.0	56.0	36.0	22.0	18.0	18.0	14.0	838.	0.700	22.1	136.	2.000	26.6
62-63	9.000	9.000	7.000	32.0	61.0	298.	339.	66.0	34.0	29.0	22.0	24.0	2404.	2.006	63.3	837.	2.000	76.2
63-64	13.0	9.000	11.0	27.0	56.0	72.0	96.0	40.0	30.0	21.0	18.0	15.0	1065.	0.886	28.0	371.	5.000	33.7
64-65	12.0	9.000	15.0	11.0	130.	143.	56.0	29.0	20.0	19.0	18.0	14.0	1234.	1.030	32.5	875.	5.000	39.1
65-66	12.0	10.0	10.0	20.0	30.0	70.0	36.0	23.0	18.0	14.0	14.0	12.0	697.	0.582	18.3	200.	5.000	22.1
66-67	17.0	10.0	13.0	48.0	24.0	44.0	65.0	31.0	17.0	14.0	13.0	12.0	789.	0.658	20.8	130.	5.000	25.0
67-68	9.000	6.000	15.0	22.0	50.0	170.	50.0	33.0	20.0	22.0	10.0	10.0	1091.	0.908	28.7	355.	6.000	34.5
68-69	10.0	9.000	11.0	25.0	47.0	89.0	59.0	33.0	18.0	15.0	12.0	13.0	858.	0.716	22.6	324.	7.000	27.2
69-70	11.0	10.0	8.000	16.0	44.0	56.0	72.0	63.0	21.0	17.0	14.0	12.0	898.	0.750	23.6	145.	2.000	28.5
70-71	11.0	9.000	8.000	11.0	57.0	106.	68.0	43.0	24.0	16.0	14.0	12.0	981.	0.819	25.8	348.	7.000	31.1
71-72	13.0	12.0	28.0	22.0	69.0	73.0	44.0	26.0	15.0	11.0	11.0	9.000	865.	0.720	22.8	171.	8.000	27.3
72-73	7.000	7.000	5.000	19.0	36.0	38.0	46.0	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****

DURACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES - PERIODO 1941-42/1971-72 \*\* 31 ANOS COMPLETOS

%	MAXIMO	5	10	20	25	30	40	50	60	70	75	80	90	95
CAUDALES M3/S	339.	120.	89.0	56.0	42.0	35.0	23.0	18.0	15.0	12.0	12.0	10.0	9.000	8.000
% DEL MODULO	913	347	239	150	113	94	61	48	40	32	32	26	24	21

NOTA EL PUNTO DERE LEERSE COMO COMA DECIMAL.



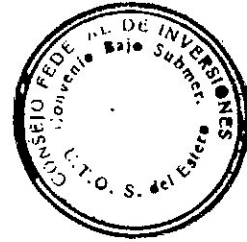
RIO PASAJE  
 LATITUD 25° 14'  
 LONGITUD 64° 28'  
 CODIGO E29D10626  
 ALTITUD 425 M  
 LUGAR EL TUNAL-SEGUNDO PERIODO  
 SISTEMA RIO SALADO  
 SUP. CUENCA \*\*\*\*\* KM2

CUADRO N°5

AÑO	CAUDALES MENSUALES M3/S												CAUDALES M3/S												
	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	HMS	CAUDAL ESPEC. L/S/KM2	ESCURR. SOBRE LA CUENCA MM	MAXIMO MEDIO DIARIO	MINIMO MEDIO DIARIO	MEDIO ANUAL							
72-73	10.0	10.0	8.000	9.000	32.0	123.	93.0	48.0	19.0	12.0	31.0	33.0	21.0	1019.	*****	510.	4.000	32.3							
73-74	15.0	21.0	17.0	19.0	40.0	75.0	70.0	40.0	20.0	15.0	15.0	14.0	9.000	953.	*****	153.	1.000	30.2							
74-75	27.0	16.0	16.0	16.0	52.0	67.0	80.0	65.0	31.0	21.0	14.0	18.0	18.0	1110.	*****	260.	8.000	35.1							
75-76	25.0	15.0	17.0	25.0	22.0	45.0	49.0	46.0	25.0	11.0	9.000	12.0	12.0	786.	*****	105.	7.000	24.9							
76-77	13.0	14.0	24.0	45.0	85.0	86.0	86.0	58.0	33.0	30.0	35.0	37.0	37.0	1429.	*****	30.0	11.0	45.3							
77-78	36.0	36.0	35.0	40.0	85.0	73.0	117.	107.	81.0	55.0	52.0	60.0	60.0	2042.	*****	302.	22.0	64.8							
78-79	64.0	57.0	64.0	70.0	73.0	70.0	97.0	70.0	53.0	44.0	49.0	52.0	52.0	2011.	*****	332.	35.0	63.6							
79-80	27.1	24.1	25.9	31.9	55.6	77.0	84.6	56.6	34.6	28.1	27.6	28.5	28.5	1336.	*****	510.	35.0	42.3							
PROM.	64.0	57.0	64.0	70.0	85.0	123.	117.	107.	81.0	55.0	52.0	60.0	60.0	2042.	*****	30.0	1.000	64.8							
MAX.	10.0	10.0	8.000	8.000	22.0	45.0	49.0	19.0	12.0	11.0	9.000	9.000	9.000	786.	*****	30.0	1.000	24.9							
MIN.	DURACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES - PERIODO 1973-74/1979-80 ** 7 AÑOS COMPLETOS **												75	80	90	95	MINIMO								
												5	10	20	25	30	40	50	60	70	75	80	90	95	MINIMO
												97.0	85.0	70.0	64.0	57.0	46.0	36.0	27.0	20.0	18.0	16.0	13.0	10.0	8.000
CAUDALES M3/S												229	203	165	151	134	108	85	63	47	42	37	30	23	18
% DEL MODULO												97.0	85.0	70.0	64.0	57.0	46.0	36.0	27.0	20.0	18.0	16.0	13.0	10.0	8.000

NOTA EL PUNTO DEBE LEERSE COMO COMA DECIMAL.  
 NOTA EL 3/4/73 SE CERRO EL ENRALSE GENERAL MANUEL BELGRAND EN CABRA CORRAL





I.6. ANALISIS DE CRECIDAS

Antes de entrar en el cálculo probabilístico, se caracterizan de manera descriptiva las avenidas extraordinarias del Juramento/Salado, mediante el análisis y comparación de las tres grandes crecidas de los últimos años, correspondientes a los períodos 1973/74, 1980/81, y 1983/84.

Como referencia se han tomado los datos disponibles en las estaciones de aforo El Tunal, El Arenal y Suncho Corral. Se presentan los hidrogramas desde el 1° de Enero al 31 de Mayo correspondientes a los tres períodos y a las tres estaciones (gráficos N° 2, 3 y 4), confeccionado con valores de caudales medios diarios; conviene recordar aquí que los hidrogramas y otros valores de Suncho Corral son sólo aproximados por las razones ya explicadas.

Si bien los gráficos expresan la magnitud y características de estas avenidas, conviene rescatar para el análisis algunos elementos. Para ello se presentan reunidos en el cuadro N° 6 valores característicos.

Surge de la observación directa de los hidrogramas, que las avenidas de 1974, 1981 y 1984 son crecientes en magnitud en ese orden.

Tomando como referencia los caudales máximos instantáneos y // los caudales máximos medios diarios en El Tunal, se observa // que las crecidas de 1974 y 1984 se caracterizaron por elevados valores, siendo sensiblemente menores en 1981; esto podría, to

ESTACION	EL TUNAL			EL ARENAL			SUNCHO CORRAL		
	1974	1981	1984	1974	1981	1984	1974	1981	1984
Parámetros Años									
Caudal Máx. Instantáneo (m <sup>3</sup> /s)	1061	515	944	175	181	236	--	--	--
Caudal Máx. Medio Diario (m <sup>3</sup> /s)	723	451	801	170	179	225	133	140	143
Caudal Característico de Crecida (m <sup>3</sup> /s)	135	201	418	125	167	213	129	136	142
Derrame del 1/1 al 31/5 (Hm <sup>3</sup> )	862	1365	2018	590	1157	1514	620	932	897
Máx. Caudal Medio Mensual (m <sup>3</sup> /s)	153	175	380	100	139	168	93	112	136





mado aisladamente, dar una falsa caracterización de estas crecidas.

Evidentemente no son valores suficientemente generales, y ello se verifica en el hecho de que los parámetros Caudal Característico de Crecida, Derrame Enero-Mayo, y Máximos Caudales Medios Mensuales dan el mismo orden de magnitud que muestra la observación de los hidrogramas. Conviene aclarar que se ha tomado como caudal característico de crecida, el caudal diario que es igualado o sobrepasado durante 10 días al año.

Esta distorsión el El Tunal no se observa, en cambio, en El Arenal, donde los picos de caudales muestran una cierta independencia de los alcanzados en Salta (basta comparar los hidrogramas respectivos de 1981 y 1984 para detectarlo).

Ello puede considerarse lógico teniendo en cuenta que en El Tunal el Juramento es un río de montaña, presentando sus hidrogramas valores extremos notables pero de corta duración; esto se manifiesta claramente comparando los caudales característicos de crecida de ambas estaciones, donde se ve que no existe gran diferencia entre ellos, lo cual hace que las respectivas relaciones con los valores picos sean muy dispares.

Evidentemente tiene mucha influencia el pasar de ser río de // montaña a río de llanura, donde al margen de las pérdidas en / tramo (mayores que las ganancias, según se vió al describir la cuenca imbrífera) se le suma el efecto del cambio de pendiente que aumenta notablemente el almacenamiento hidráulico produ-//



ciendo un apaisamiento en los hidrogramas (Obsérvese que tanto en El Arenal como en Suncho Corral no hay diferencias importantes entre los máximos caudales medios mensuales y los máximos medios diarios).

Existe al respecto otro fenómeno como el ocurrido en la crecida 1983/84 que fue el derrame sobre margen izquierda por un // paleocauce cercano a la localidad de Quebrachal, según consta en el capítulo de Geomorfología. La numerosa red de cauces fósiles en la margen izquierda del Salado siempre hace que exista la posibilidad de un derrame por desborde cuando se den las condiciones apropiadas, y es muy difícil determinar en qué magnitud influyó este año como modificador de la crecida, pero // puede decirse como aproximación que no fue determinante, ya // que los derrames observados en El Arenal se mantuvieron en un nivel habitual de relación respecto a El Tunal.

En la estación Suncho Corral, se acentúa aún más el achatamiento de los hidrogramas, que pierden su forma típica y no presentan picos definidos. Nótese que los caudales característicos / de crecida y los máximos medios diarios son prácticamente iguales; los máximos instantáneos, si bien no se han colocado en / el cuadro, son apenas levemente superiores a los máximos medios // diarios. Por otra parte hay un comportamiento muy estable en cuanto a los caudales picos alcanzados en las diferentes // crecidas.

Esta característica de comportamiento del río, y las características morfológicas de la cuenca baja Santiaguena (ver infor

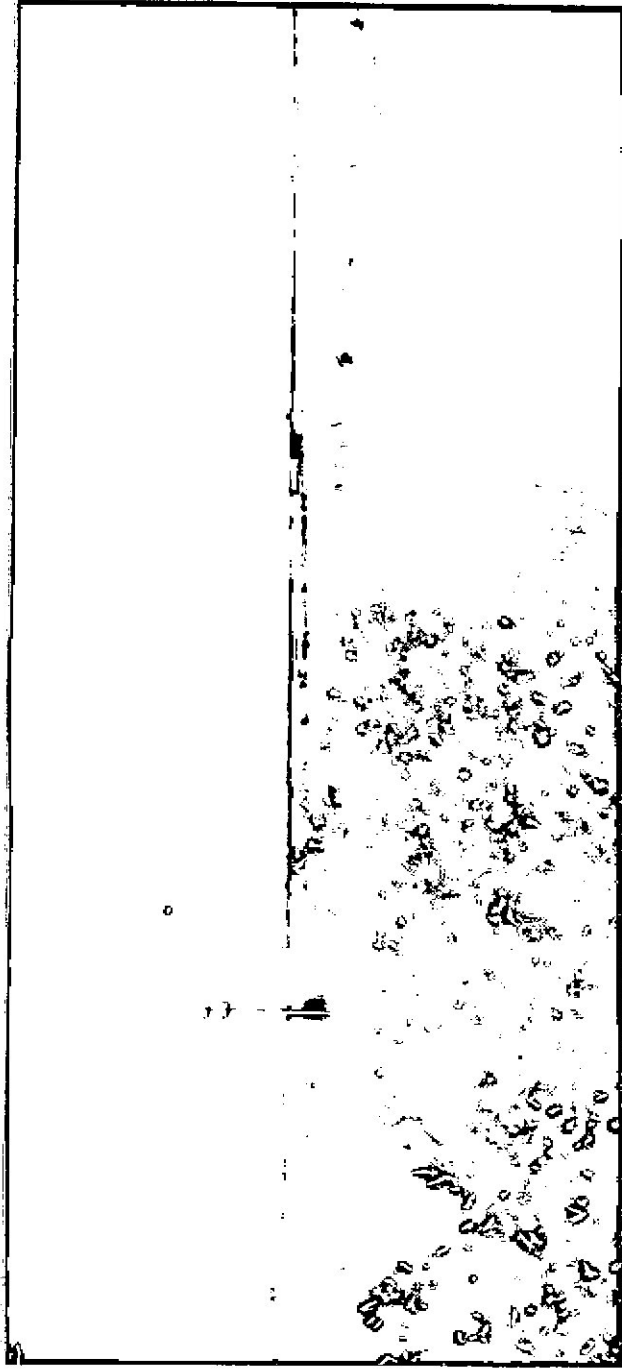


"Sistematización de la Cuenca del río Juramento y/o Salado" // Convenio Bajos Submeridionales, 1983), hace que la influencia importante la tengan tanto los caudales alcanzados como los vo lú me ne s escurridos. Por ejemplo en Suncho Corral hay un límite bastante definido alrededor de los 7,50 m en la escala (unos /  $125 \text{ m}^3/\text{s}$ ), en que el río desborda inundando una amplia zona. A demás, desde los bañados de Añatuya hacia aguas abajo, incluso en la Pcia. de Santa Fe, el cauce se caracteriza por su baja / capacidad de conducción, la que es superada en cualquier cre ci da con caudales importantes. Luego la extensión y permanencia de las zonas inundadas responde a la característica de larga / duración de los caudales máximos, o sea el derrame.

Como conclusión general puede decirse que en lo que se refiere a las características de los escurrimientos del Salado, la cre ci da del período 1983/84 no sólo fue la mayor de los últimos / 10 años, comparable en algunos aspectos a la de 1980/81, sino que desde 1923, último años de las grandes crecidas de princi pios de siglo, pocas veces fue igualada en alguno de sus carac ter es.

La magnitud global de la inundación está asociada también a otras circunstancias tales como las condiciones previas de la / cuenca, las precipitaciones locales, etc. que se analizan en / un punto aparte.

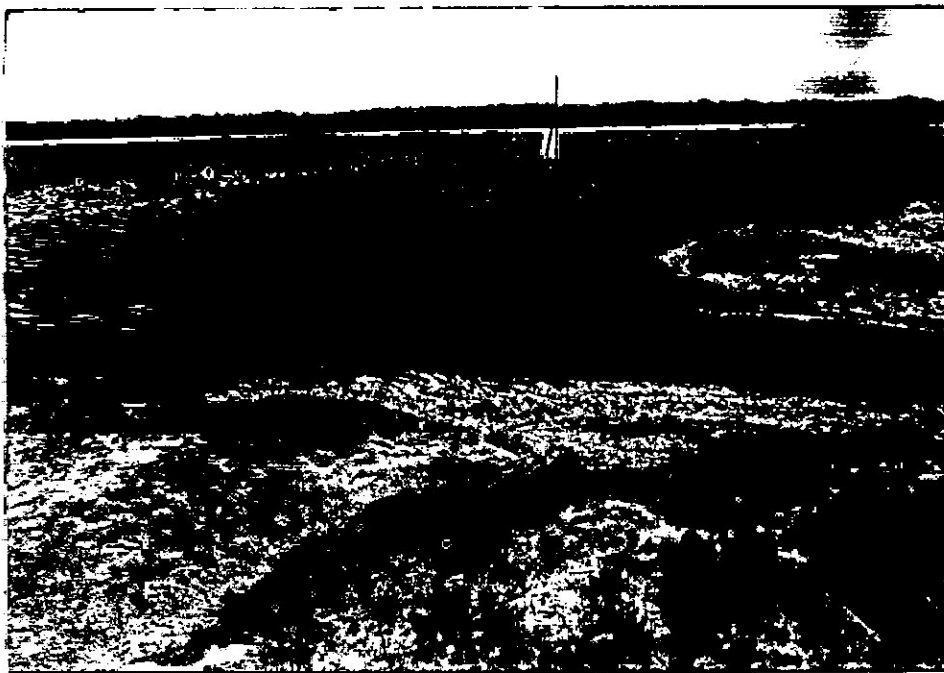




Vista panorámica del bañado de Añatuya desde la Ruta N° 93. Obsérvese la magnitud al canzada por la inundación. (Mayo 1984)



Vista de una de las alcantarillas sobre la R.P.  
N° 93, donde se observa el considerable caudal  
que la atraviesa.



Una de las defensas cercanas a Añatuya que fue superada por el crecimiento del nivel del bañdo.



Vista de la ruta Taboada-Suncho Corral. Nótese por el material depositado que el nivel del agua en el momento de obtenerse la fotografía, había descendido aproximadamente 0,50 m . Para apreciar la magnitud de la inundación, baste / decir que el punto de la foto se encuentra a / 2.000 m del puente carretero de Suncho Corral. (Mayo 1984).



Otra vista de la ruta Taboada-Suncho Corral //  
mostrando un corte de la misma 500 m anterior  
(hacia Taboada) al de la fotografia precedente.



Fotografía obtenida desde el puente ferroviario de Suncho Corral, que muestra la llanura de inundación del Salado.

GRAFICO Nº 2

Hidrogramas Enero - Mayo 1974

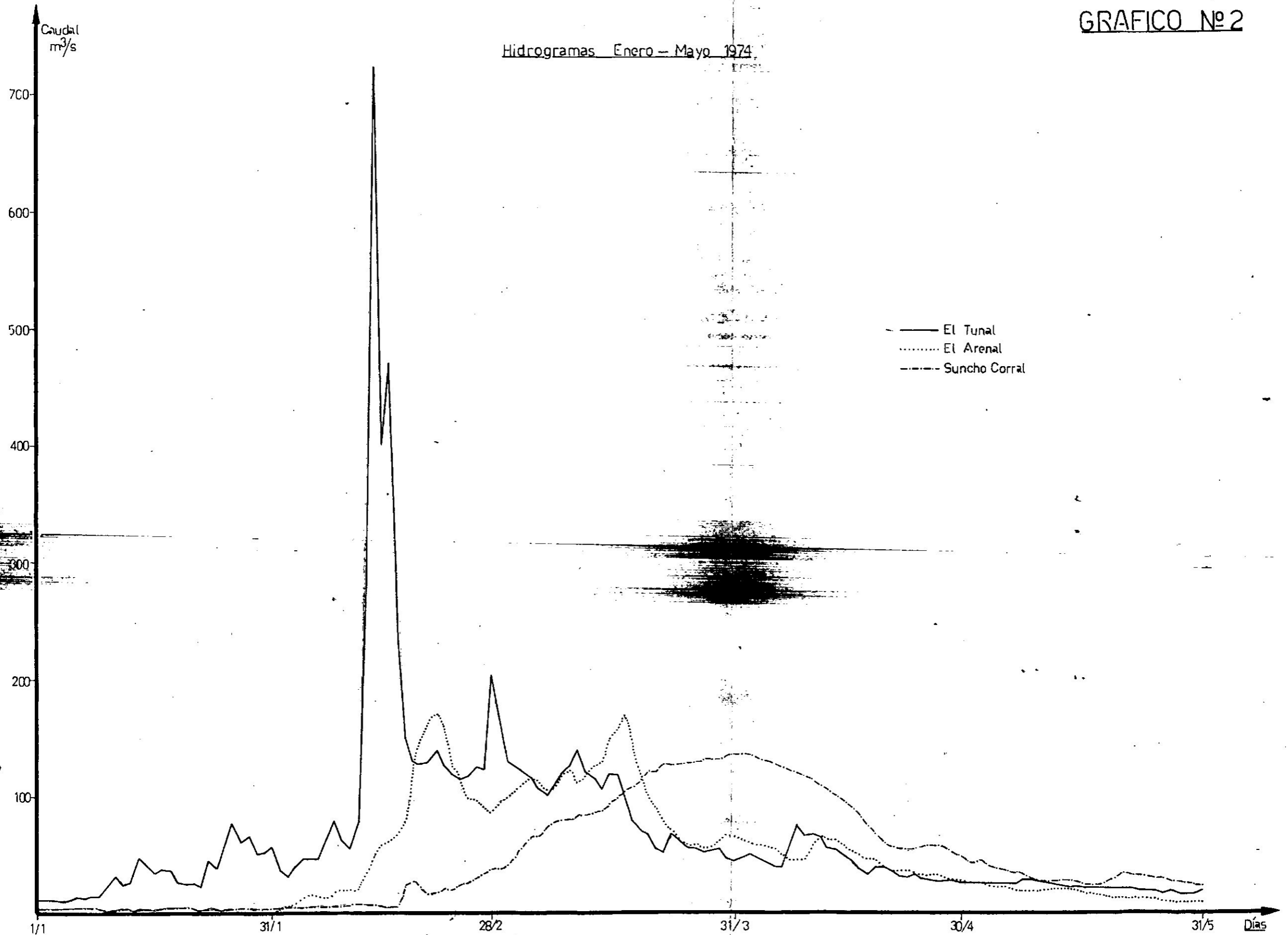
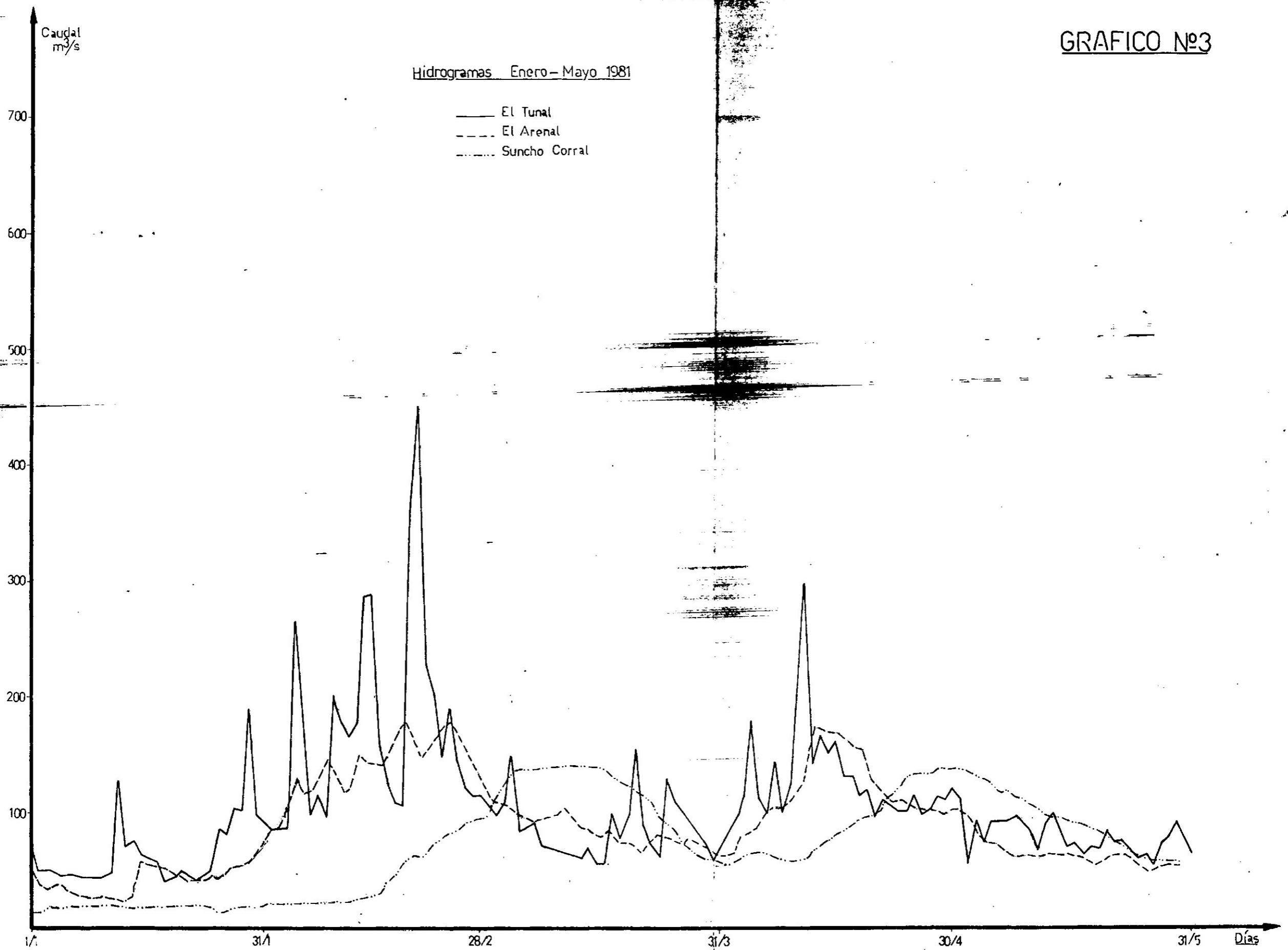


GRAFICO Nº3

Hidrogramas Enero - Mayo 1981







### I.7. CALCULOS ESTADISTICOS

Para este análisis, deben fijarse los criterios bajo los cuales se debe trabajar. El primero consiste en determinar cuál de los parámetros que definen las características del río se va a utilizar. Una crecida está definida por una conjunción / compleja de varios factores, de los cuales pueden tomarse para su simplificación los más representativos.

El derrame total será salvo casos excepcionales el índice de la magnitud de una determinada avenida. Según se vió al hacerse el análisis de crecidas anterior, el derrame total es un / valor que repercute especialmente en la cuenca baja Santiaguena, zona en que los picos de caudal se producen con un determinado grado de independencia de los valores alcanzados en la cuenca Salteña.

Por otra parte puede observarse que, si bien son factores asociados, no siempre los grandes derrames han correspondido a grandes inundaciones. Ello implica que también -como es lógico- deba analizarse la distribución en el tiempo de los derrames, o sea, la magnitud alcanzada por los caudales.

Se han tomado en definitiva las series de derrames anuales y de máximos caudales medios mensuales para el cálculo de probabilidades, con la salvedad que también podrían haberse usado otros elementos de juicio, tales como el derrame Enero-Mayo, máximos caudales diarios, etc., pero finalmente quedan englobados en los factores elegidos.



La relación derrames-probabilidad y caudales-probabilidad se presentan graficadas según una distribución log-normal (Gráficos N° 5 al 10).

Una vez obtenidas las funciones de probabilidades, hay que fijar un segundo criterio, que es el definir el límite para el cual una crecida pasa de ser normal a ser dañina. Si se supone un río cuyo derrame fuera constante todos los años e igual al derrame medio, en un tiempo suficientemente largo se darían las condiciones de equilibrio para que la crecida del río (que sería siempre igual) no produjera daño alguno.

El río real -en este caso el Salado- no tiene, como es lógico, una dispersión nula de sus valores de derrame, sino que por el contrario ésta es bastante grande y creciente hacia aguas abajo. Ello se observa en el aumento de la pendiente de las rectas que representan las funciones Probabilidad-Derrame/Caudales.

Con este razonamiento puede hacerse la hipótesis que la situación de equilibrio se alcanzará para un cierto valor comprendido entre el derrame de recurrencia anual y el derrame medio anual. Tomando para simplificar el análisis las dos estaciones de la provincia, se tiene:

<u>Estación</u>	<u>Derrame Medio</u>	<u>Recurrencia</u>
El Arenal	647 Hm <sup>3</sup>	2,8 años
Suncho Corral	441 Hm <sup>3</sup>	3 años

Con estos valores de recurrencia, podría suponerse como un-

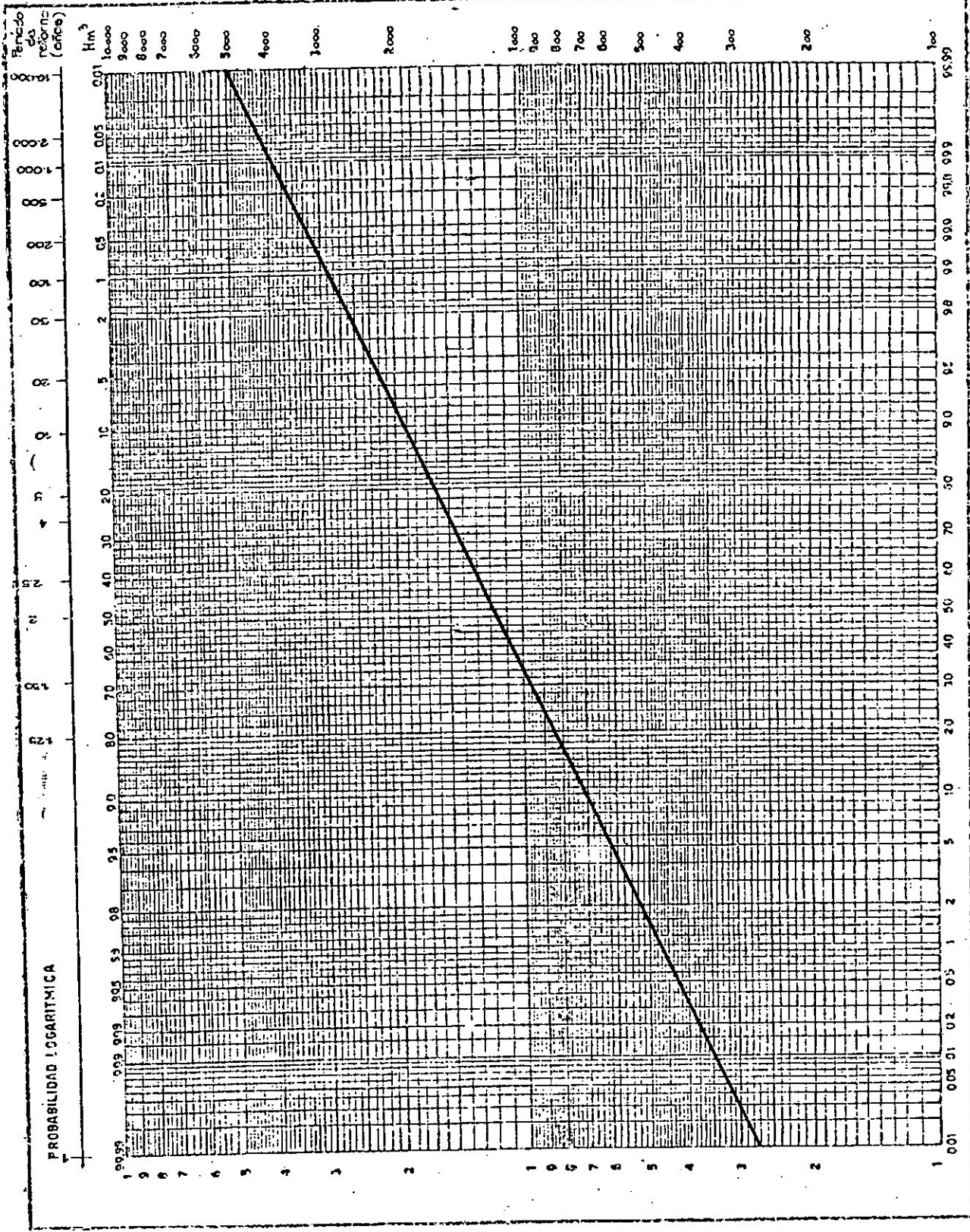


GRAFICO N° 5 : Probabilidad de ocurrencia de un derrame anual en El Tunal

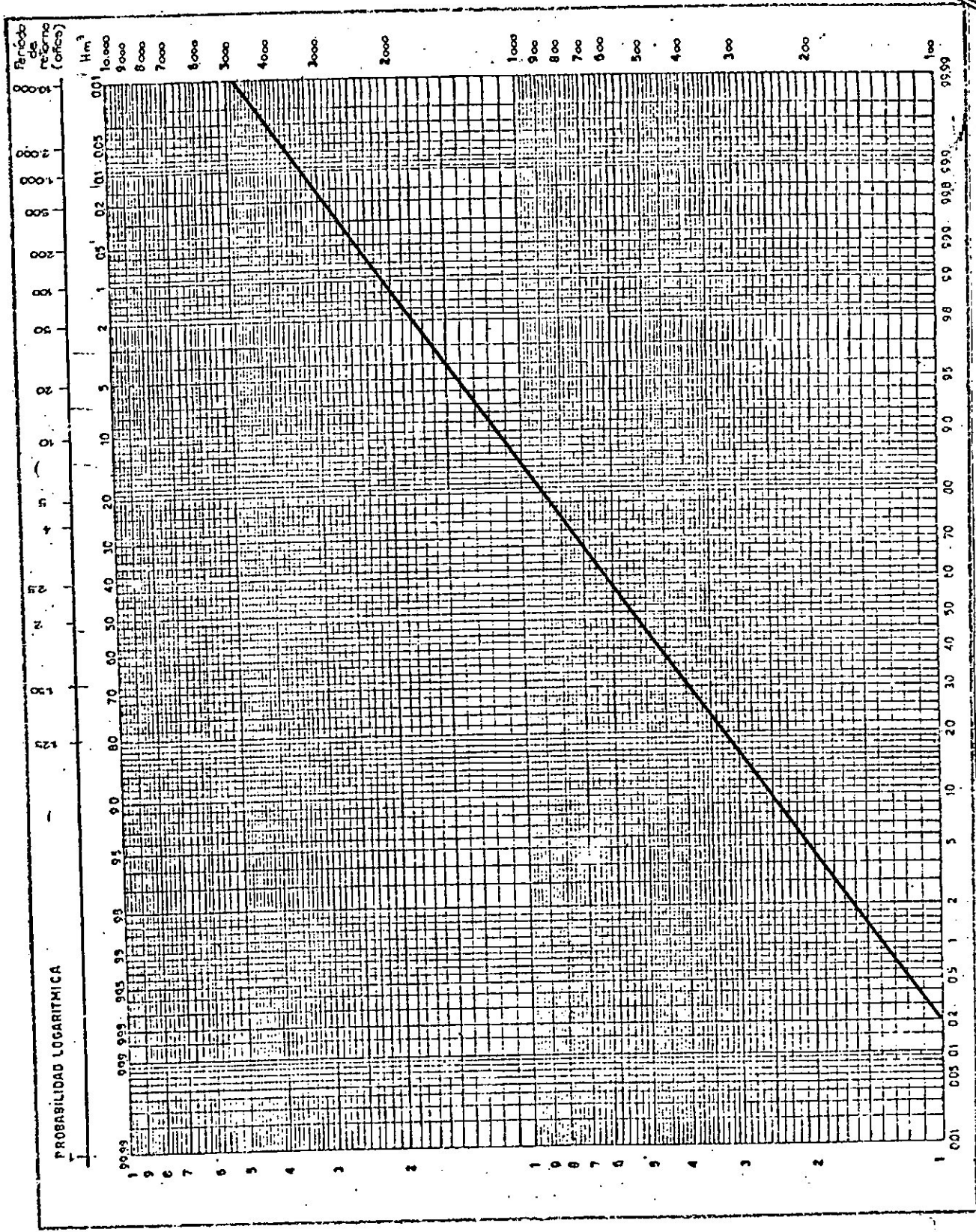


GRAFICO N° 6 : Probabilidad de ocurrencia de un derrame anual en El Arenal

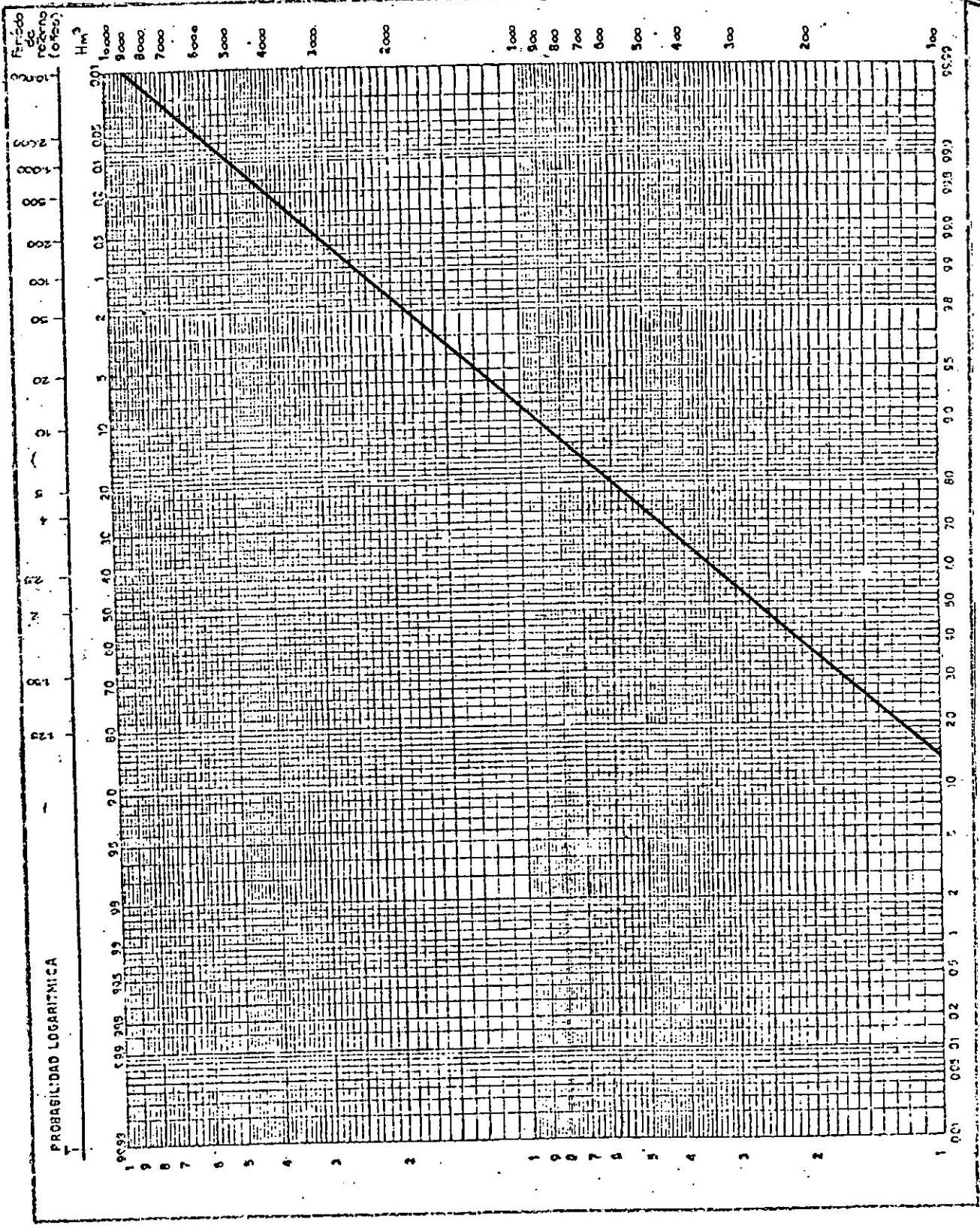
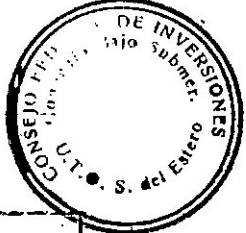


GRAFICO N° 7 : Probabilidad de ocurrencia de un derrame anual en Suncho Corral

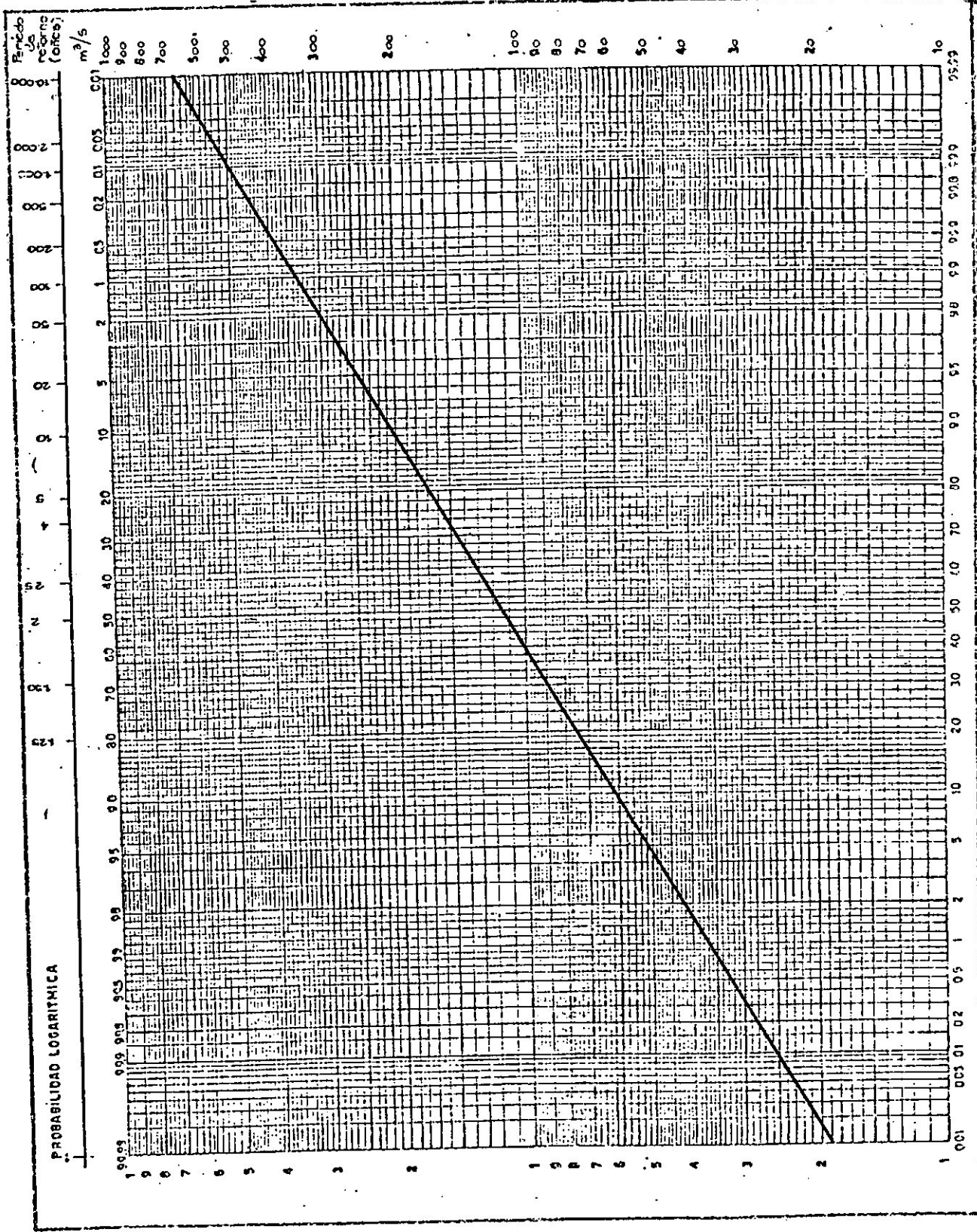


GRAFICO N° 8 : Probabilidad de ocurrencia de un caudal medio mensual en El Tunal

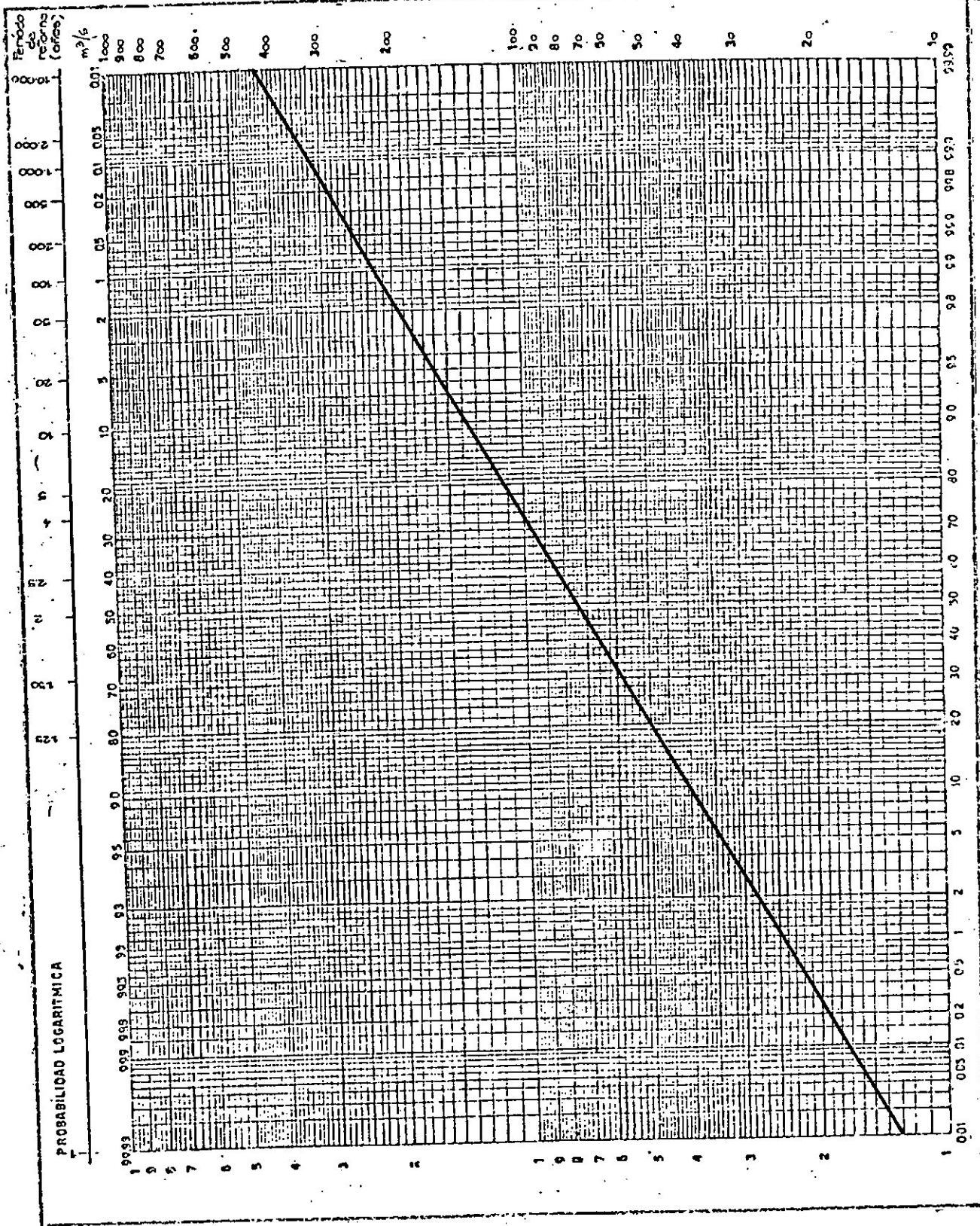


GRAFICO N° 9 : Probabilidad de ocurrencia de un caudal medio mensual en El Arenal

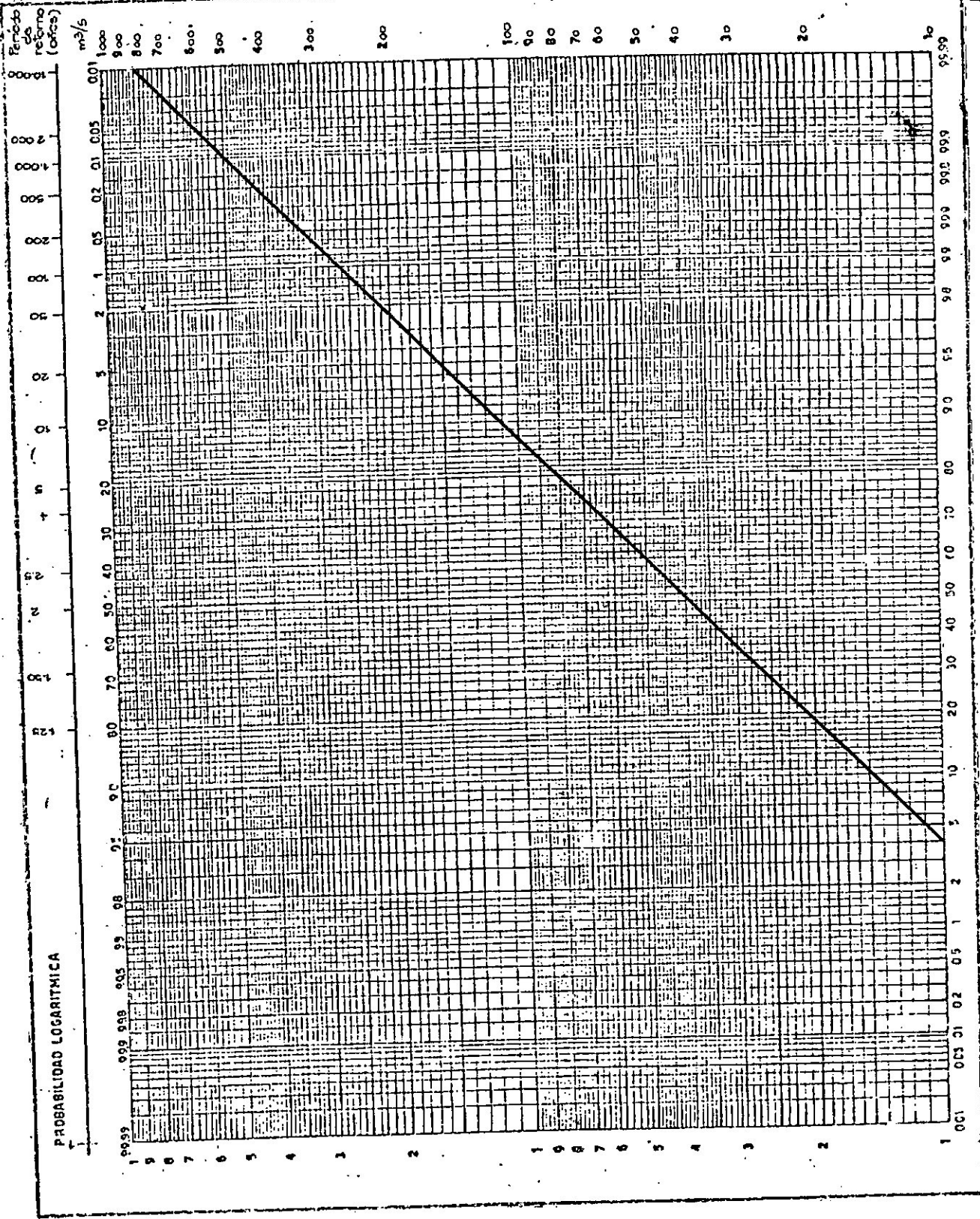
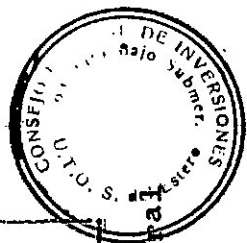


GRAFICO N° 10 : Probabilidad de ocurrencia de un caudal medio mensual en Suncho Corral





bral de daños un derrame con probabilidad de repetirse cada 1,5 años. Esto debe confirmarse con algún dato concreto. Por ejemplo, en la cuenca baja, desde 1974 hasta la fecha, se // han producido daños todos los años, o se han realizado gastos en defensas para evitarlos; si se sabe que los derrames menores en los últimos 10 años fueron de unos 300 Hm<sup>3</sup> en Suncho Corral y unos 500 Hm<sup>3</sup> en El Arenal, puede ponerse:

#### Estación Suncho Corral

Derrame de 1,5 años de recurrencia: 190 Hm<sup>3</sup>  
 Recurrencia para un derrame de 300 Hm<sup>3</sup> : 2,2 años

#### Estación El Arenal

Derrame de 1,5 años de recurrencia : 410 Hm<sup>3</sup>  
 Recurrencia para un derrame de 500 Hm<sup>3</sup> : 1,9 años

Se ve que efectivamente puede suponerse como umbral válido / el derrame anual de 1,5 años de recurrencia.

Para determinar el umbral asociado a los máximos caudales medios mensuales puede hacerse un razonamiento semejante, sabiendo que para las crecidas menores de los últimos 10 años los máximos caudales medios mensuales se situaron alrededor de 80 m<sup>3</sup>/s y 60 m<sup>3</sup>/s en El Arenal y Suncho Corral respectivamente.

#### Estación Suncho Corral

Máximo Caudal Medio Mensual de 1,5 años de recurrencia: 30 m<sup>3</sup>/s



Recurrencia para un caudal medio mensual de  
60 m<sup>3</sup>/s: 3 años

Estación El Arenal

Máximo Caudal Medio Mensual de 1,5 de recu-  
rrencia: 60 m<sup>3</sup>/s

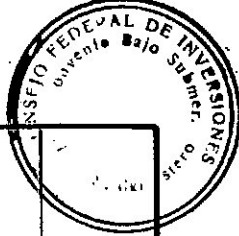
Recurrencia para un caudal medio mensual de  
80 m<sup>3</sup>/s: 2,3 años.

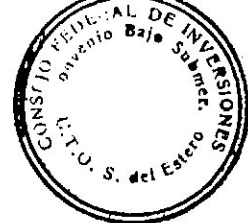
Definidos estos valores de umbral, pueden servir de base pa-  
ra evaluar económicamente avenidas de distintas magnitudes y  
hacer proyecciones referidas a beneficios por atenuación de /  
crecidas. Cabe aclarar que los valores tomados para los cálcu-  
los son siempre valores medios que en la realidad tendrán una  
variación que dependerá de un complejo de factores que no pue-  
de representarse matemáticamente.

Como resultado final se resumen los valores posibles de derra-  
mes y caudales máximos medios mensuales desde el umbral hasta  
una probabilidad de 2 %, o sea una recurrencia de 50 años ///  
(Cuadro N° 7 ).

CUADRO N° 7

ESTACION		E L A R E N A L		S U N C H O C O R R A L	
Recurrencia (años)	Probabilidad %	Derrame Anual (Hm <sup>3</sup> )	Caudal Máx. Med. Men. (m <sup>3</sup> /s)	Derrame Anual (Hm <sup>3</sup> )	Caudal Máx. Med. Men. (m <sup>3</sup> /s)
1,5	67	410	60	190	30
2	50	540	75	275	43
5	20	900	110	580	83
10	10	1150	140	980	120
15	6,7	1300	150	1150	145
25	4	1500	170	1400	170
50	2	1800	200	1900	220





## I.8. PRECIPITACIONES

Para hacer un análisis de la inundación ocurrida en los primeros meses del presente año, es necesario hacer referencia al régimen de lluvias características en la cuenca del río Juramento-Salado y con especial énfasis en la zona correspondiente a la Provincia de Santiago del Estero.

Se considera la superficie pluviométrica de la cuenca en las Provincias de Salta y Santiago del Estero. En la cuenca imbrífera o activa (Salta), donde las precipitaciones son de carácter torrencial, se localiza el 91 % de las mismas en el período de Octubre-Marzo, con pequeños tiempos de concentración debido a que los factores litológicos y de pendiente son favorables al escurrimiento superficial, características estas // que están acordes al terreno montañoso en donde se desarrolla la alta cuenca.

En la Provincia de Santiago del Estero, las lluvias se caracterizan por ser escasas durante gran parte del año, con valores considerables en verano.

Generalmente en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo se concentran el 85 % de las lluvias anuales, teniendo a Enero como el mes pico.

Por otro lado, los tiempos de concentración son más grandes / que en la cuenca alta, debido a que las características del / terreno no facilitan el escurrimiento, presentándose zonas de bajas pendientes.



## ANALISIS DE DATOS

### Isohietas

Se han trazado las isohietas (Líneas de igual precipitación) / para los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, de los años hidrológicos 1973/74, 1980/81 y 1983/84, utilizando valores acumulados mensuales de precipitación (Tabla N°1).

A través del análisis de las mismas se deduce:

- \* Teniendo en cuenta la distribución temporal de la precipitación para los años considerados, los meses de Enero y Febrero presentan valores más elevados con respecto a los otros / dos años.
- \* También podemos observar que en el mes de Enero, las precipitaciones caídas van en aumento desde el año 1974 al 1984. Ocurriendo lo contrario en Febrero donde los valores decrecen desde 1974 a 1984.
- \* Cabe acotar que el mes de Febrero de 1974, presenta el máximo valor de precipitación en lo que a estos cuatro años se / refiere.
- \* En cuanto a la distribución especial, en la parte sur de la cuenca se han producido precipitaciones mayores en los meses de Enero y Febrero, en cambio en los meses de Diciembre y // Marzo las precipitaciones fueron mayores en el norte.

Tabla No 1

AÑO	1973-1974				1980-1981				1983-1984			
	Dicie	Enero	Febre.	Marzo	Dicie	Enero	Febre.	Marz.	Dicie.	Enero	Febre.	Marzo
Tintina	141	272	315	235	35	235	124	63	104	180	127	98
Los Gatos	-	-	-	-	-	104	230	110	s/d	s/d	s/d	s/d
Lote 2	-	138	492	71	50	480	553	195	s/d	s/d	s/d	s/d
Roversi	-	-	-	-	80	228	204	105	s/d	s/d	s/d	s/d
Las Tinajas	154	194	415	210	-	260	229	98	63	203	112	118
San Antonio	-	-	-	-	s/p	226	29	53	s/d	s/d	s/d	s/d
El Colorado	-	-	-	-	80	130	137	237	16	73	57	152
Cpo. del Cielo	-	-	-	-	136	159	471	197	s/d	s/d	s/d	s/d
El Cuadrado	-	-	-	-	45	159	144	147	s/d	s/d	s/d	s/d
Palo Negro	-	-	-	-	80	165	163	75	2	57	75	125
Malbrán	-	-	-	-	-	s/d	s/d	s/d	s/d	370	339	s/d
Va. Unión	-	34	298	121	166	314	186	51	s/d	s/d	s/d	s/d
Limache	-	-	-	-	80	148	80	8	s/d	s/d	s/d	s/d
Sabagasta	201	152	364	214	25	206	107	43	84	177	21	87
Rubia Paso	-	-	-	-	43	285	55	10	s/d	s/d	s/d	s/d
Carreta Paso	-	-	-	-	42	199	77	23	s/d	s/d	s/d	s/d
Telares	223	70	163	142	30	147	100	13	86	292	53	253
La Fragua	57	91	428	162	257	111	182	51	179	111	177	242
S.J. Boquerón	-	-	-	-	145	206	30	15	110	58	120	410
Sto Domingo	39	-	-	-	225	168	201	13	50	97	109	241
San Gregorio	102	216	297	76	86	443	142	22	29	23	166	233
B. Bajada	241	277	372	206	37	221	54	76	34	253	81	92
Suncho Corral	118	120	398	207	10	250	113	54	52	280	92	137
Herrera	96	118	352	52	47	271	424	75	---	297	134	52
Pinto	127	106	404	185	54	372	128	33	89	260	150	122
Fortín Inca	121	70	477	106	47	190	242	100	51	250	146	103
Cuatro Bocas	-	-	-	-	87	153	266	132	45	87	441	182
Bandeña	123	70	452	59	61	300	255	142	82	105	273	246
Los Jurfes	156	100	449	65	141	79	140	154	41	88	246	55
La Nena	-	-	-	-	33	100	385	30	49	35	55	153
Añatuya	133	107	391	45	47	192	189	74	41	118	153	

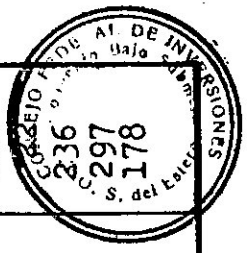


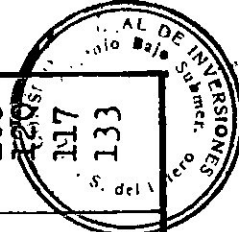
Tabla No 1 (cont.)

AÑO	1973-1974				1980-1981				1983-1984			
	Dicie.	Enero	Febre.	Marz	Dicie.	Enero	Febre.	Marzo	Dicie.	Enero	Febre.	Marzo
Toropán	---	---	---	---	27	202	171	52	45	228	244	170
Yuchán	233	79	468	258	80	273	106	102	69	225	230	182
La Vuelta	189	70	315	208	70	290	145	49	81	---	134	135
Frijas	126	---	---	---	76	274	137	84	20	109	198	370
Km 49	205	142	185	68	20	205	154	60	79	230	141	98
La Isla	143	74	143	128	17	188	200	85	74	164	92	135
Va. Ojo de Agua	---	58	163	106	83	210	371	71	41	186	68	152
Sol de Julio	142	---	---	---	16	192	580	114	63	126	101	130
Va. San Martín	---	190	277	171	15	63	93	20	52	165	102	173
Pozo Verde	---	---	---	---	9	210	168	38	27	254	45	200
Brea Pozo	---	74	283	335	29	204	177	62	86	143	93	165
Arraga	215	513	466	138	13	139	115	40	79	143	128	136
Fernández	54	55	379	201	42	213	129	137	s/d	s/d	s/d	s/d
Garza	125	152	464	72	18	217	135	40	s/d	163	s/d	s/d
Va. Atamisqui	80	85	338	181	18	227	119	18	57	221	78	205
Ancocha	---	---	---	---	30	173	204	35	90	221	33	112
Chilca La Loma	---	---	---	---	---	222	127	42	s/d	s/d	s/d	s/d
Lilo Viejo	70	190	352	315	---	234	272	62	24	97	75	170
Mte. Quemado	72	80	229	40	4	170	71	38	61	25	107	181
Los Pirpintos	---	---	---	---	28	255	312	163	s/d	s/d	s/d	s/d
N. Esperanza	64	86	173	305	133	115	5	32	181	157	40	139
P. de los G.	---	---	---	---	49	183	155	80	s/d	s/d	s/d	s/d
El Porvenir	85	142	236	139	41	252	175	55	20	122	145	219
Campo Gallo	---	239	272	150	65	242	86	32	142	133	93	272
Sachayoj	130	---	---	---	138	273	109	43	s/d	s/d	s/d	s/d
Esteros	86	159	230	150	121	197	103	75	46	142	69	176
PPozo Hondo	---	---	---	---	133	161	103	---	20	139	48	232
Yutu Yacu	104	226	132	143	176	297	121	6	70	184	142	307
Las Termas	---	234	320	171	61	204	136	25	12	164	237	165
Doña Luisa	---	193	219	99	87	94	103	20	53	103	101	277
San Pedro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Tabla No 1 (cont.)

AÑO	1973/1974				1980/1981				1983/1984			
	Dicie.	Enero	Febre.	Marzo	Dicie.	Enero	Febrero	Marzo	Dicie.	Enero	Febre.	Marzo
Local.												
Lavalle	---	189	179	106	120	149	108	81	51	155	124	193
Sta Catalina	---	---	---	---	17	174	105	12	55	99	130	163
Va. La Punta	---	334	222	172	39	267	134	66	33	161	157	190
Taco Pozo	---	---	---	---	50	199	158	17	6	115	52	328
Sta. Cruz	---	---	---	---	---	306	115	7	63	201	138	118
Las Delicias	90	186	279	270	157	277	218	45	39	89	259	168
Bobadal	92	280	378	188	222	246	201	80	223	152	217	227
Arenal	92	---	---	---	395	333	231	25	65	140	150	171
Ahf Veremos	---	---	---	---	---	120	153	60	117	53	165	115
Villa Matoque	69	169	306	253	98	157	249	119	48	172	178	161
Clodomira	74	183	243	125	35	167	178	48	20	165	89	160
La Cañada	112	164	170	156	2	211	133	49	69	216	45	142
El Crucero	---	---	---	---	10	210	98	113	116	153	82	121
Amamá	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	288	219	40	72	120	69	100
Otumpa	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	131	159	152	52	119	156	116
Selva	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	187	175	49	57	457	387	223
Weisburd	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	169	161	36	64	132	92	120
Va. Mailín	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	285	228	70	107	100	173	195
Stos Lugares	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	264	121	20	32	172	209	s/d
Rapelli	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	114	145	72	76	192	102	162
Urutaú	56	79	175	233	150	169	71	99	36	155	67	163
Salavina	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	159	197	33	38	160	153	122
Guasayán	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	105	64	17	53	186	151	165
Sgo del Estero	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	116	121	75	128	146	93	166
Vilelas	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	174	219	190	22	213	87	168
Quimilí	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	115	210	167	26	137	85	168
La Banda	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	207	67	23	15	41	93	117
Sumampa	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	221	252	98	s/d	225	157	133



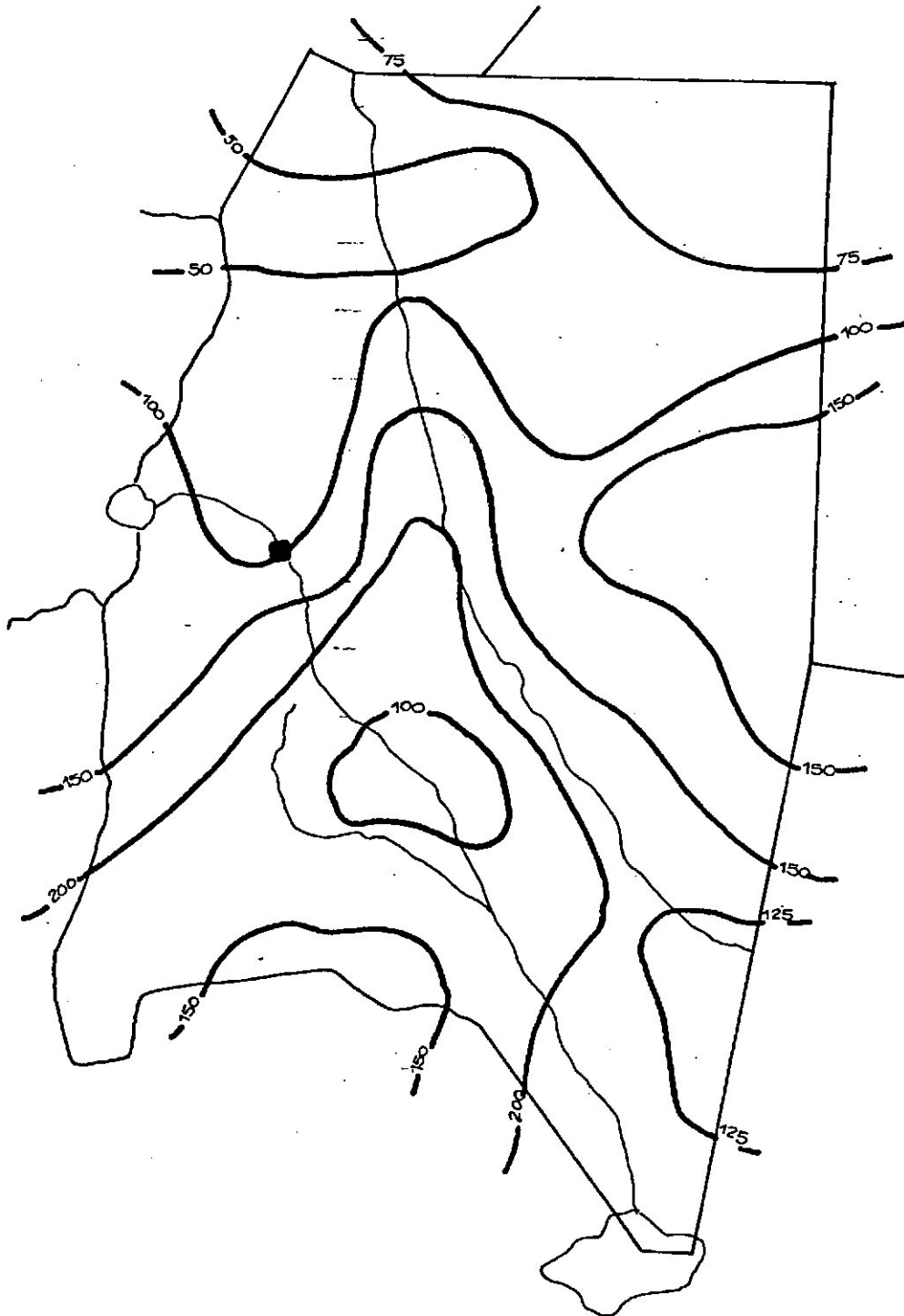




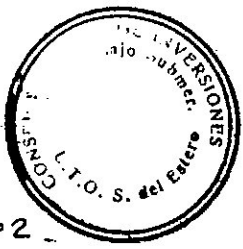
# ISOHIETAS

DICIEMBRE 1973

Mapa nº 1



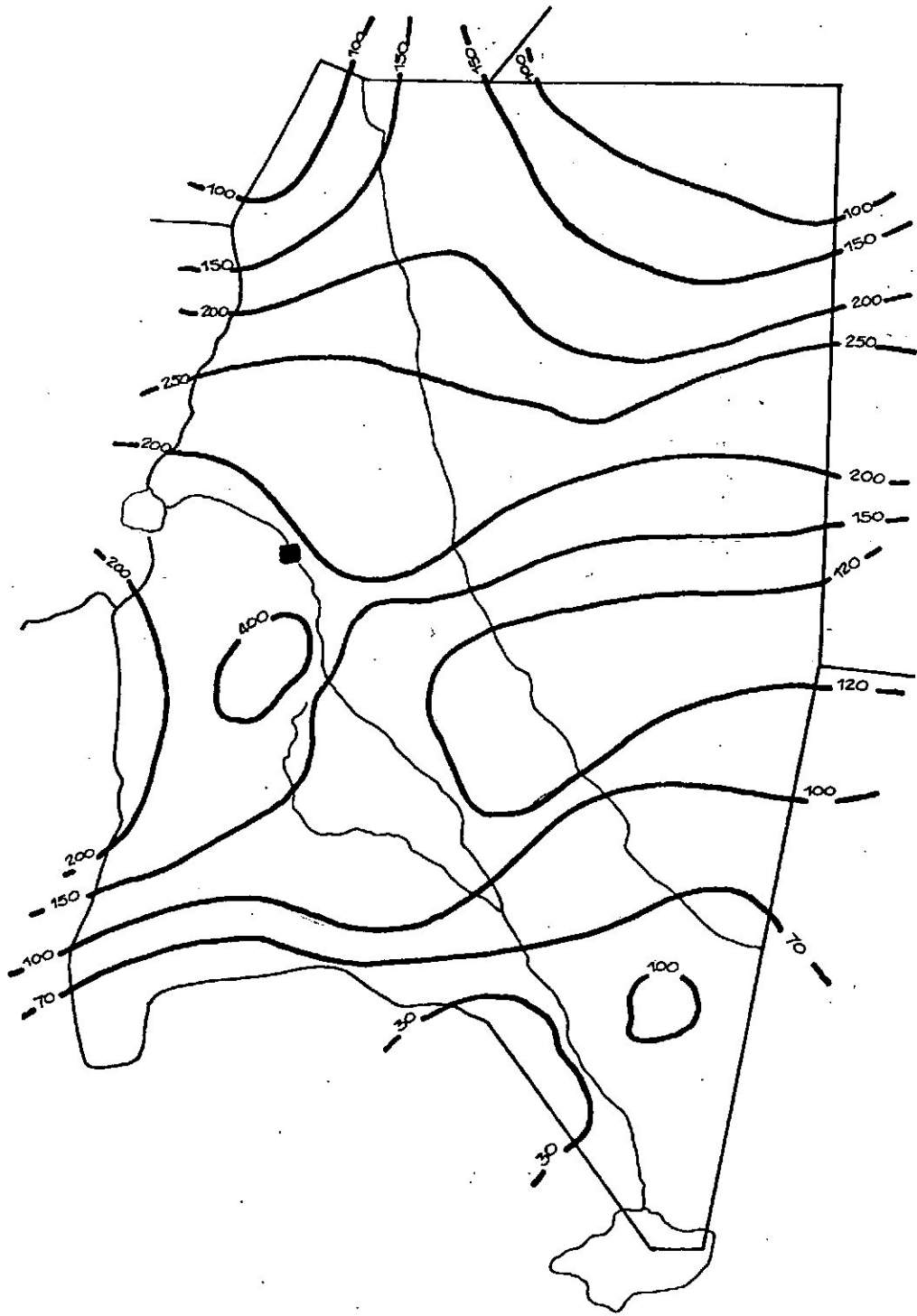
C.F.I. - Sgo. del Estero



# ISOHIETAS

ENERO 1974

Mapa nº 2



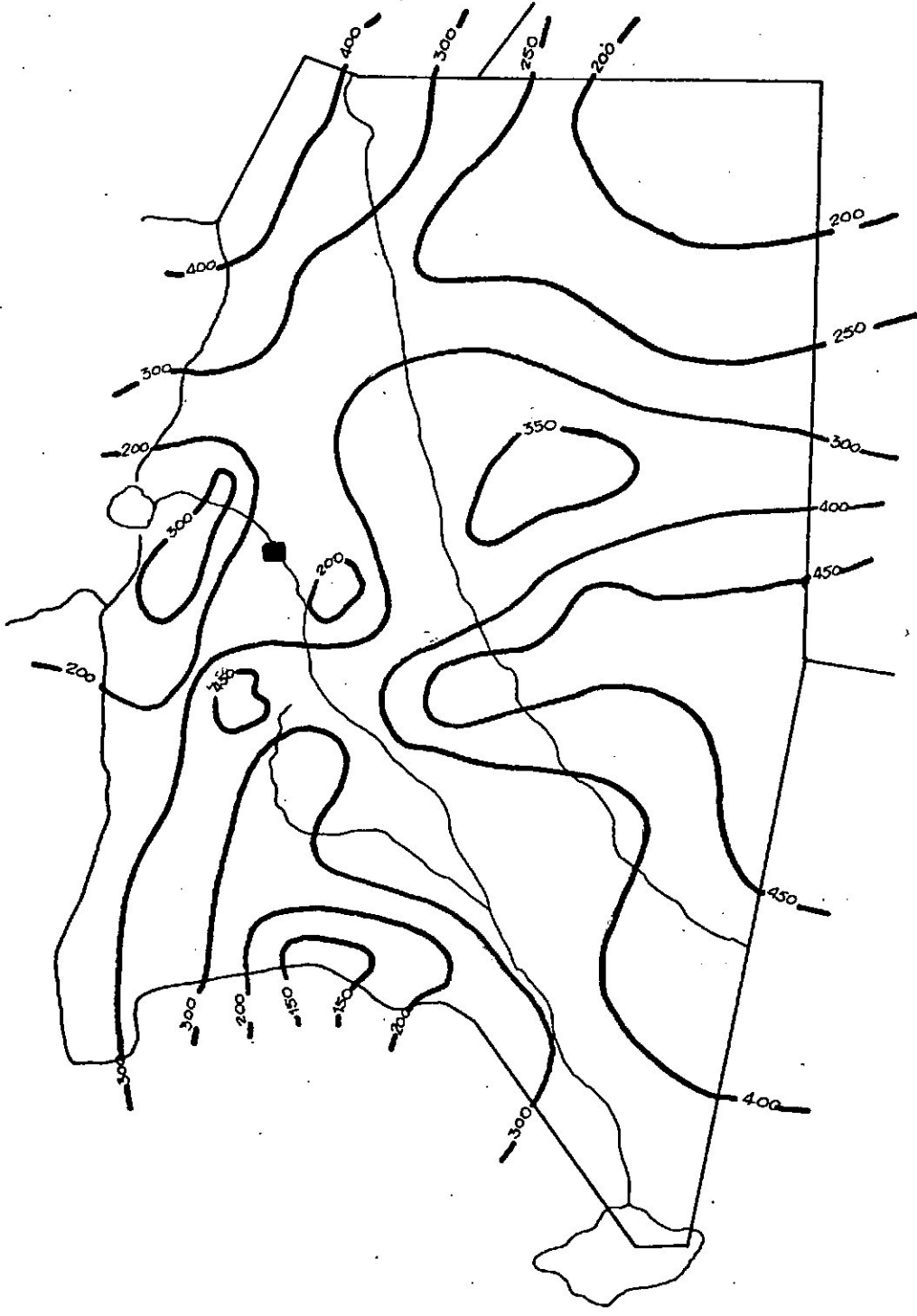
C.F.I. - Sgo. del Estero

# ISOHIETAS

FEBRERO 1974



Mapa nº 5



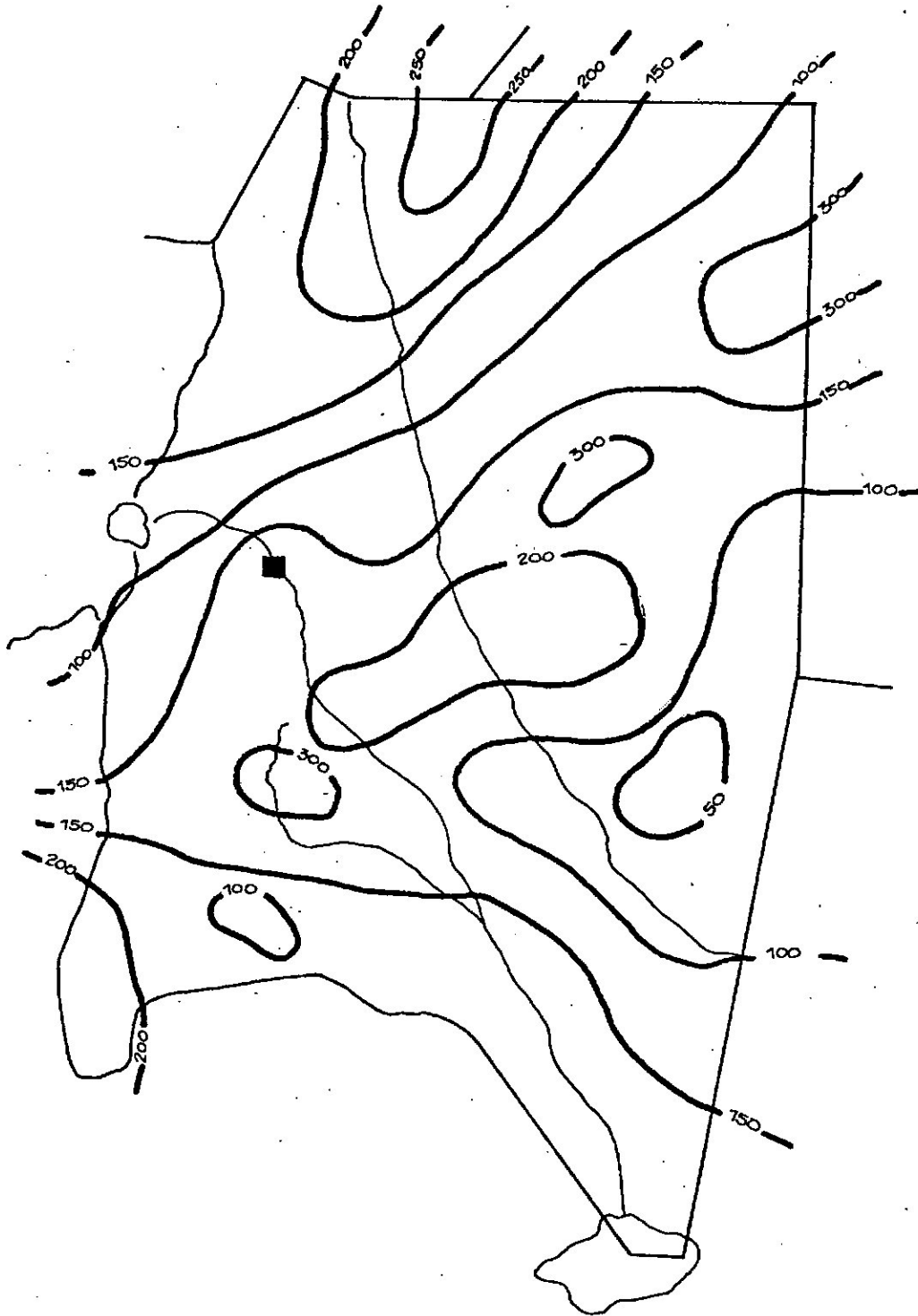
C.F.1. - 500. del Estero



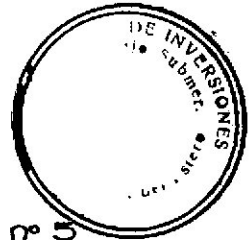
# ISOHIETAS

MARZO 1974

Mapa nº 4



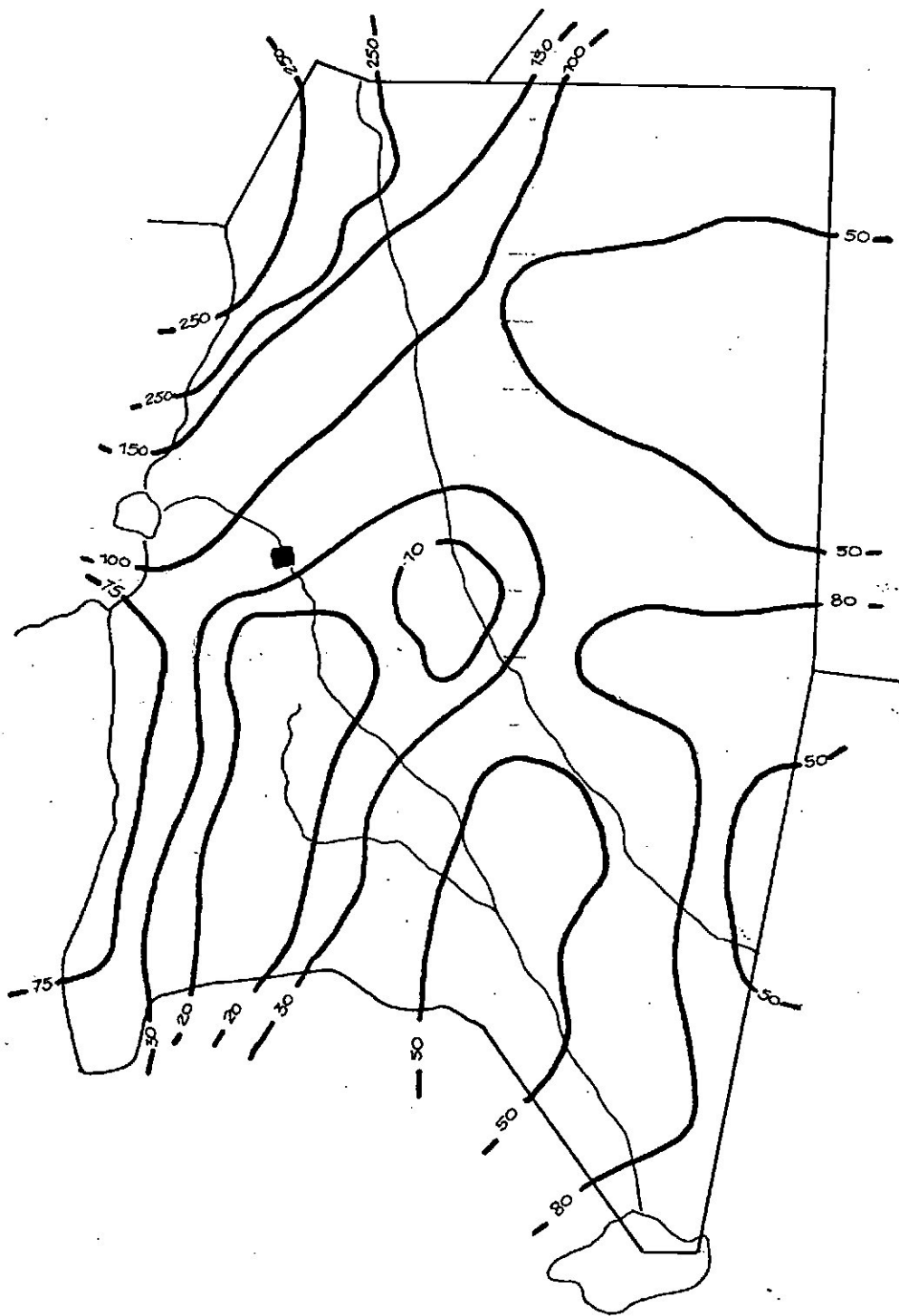
c.f.i. - Sgo. del Estero



# ISOHIETAS

DICIEMBRE 1980

Mapa nº 5



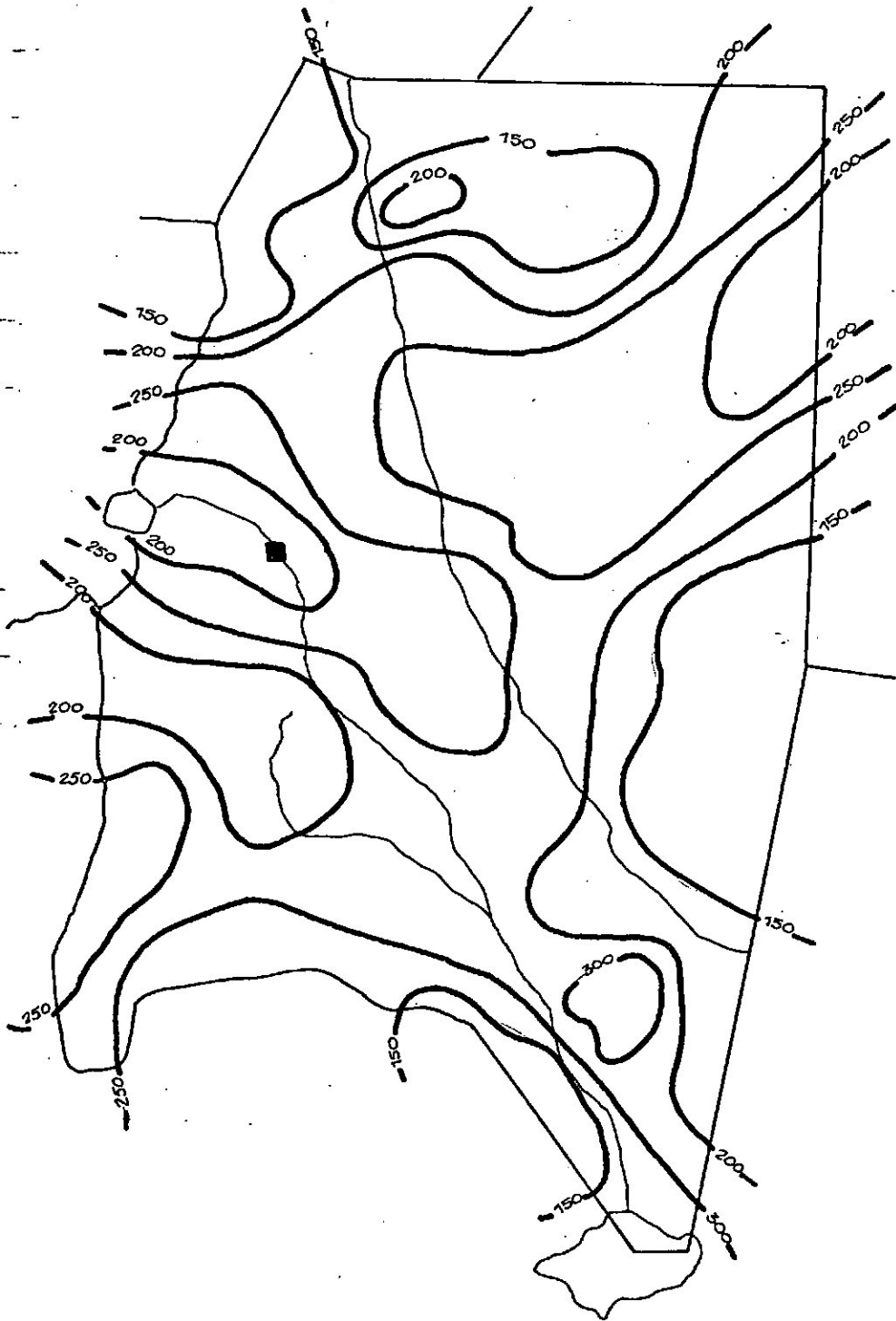
C.F.I. - Sgo. del Estero



# ISOHIETAS

ENERO 1981

Mapa nº 6



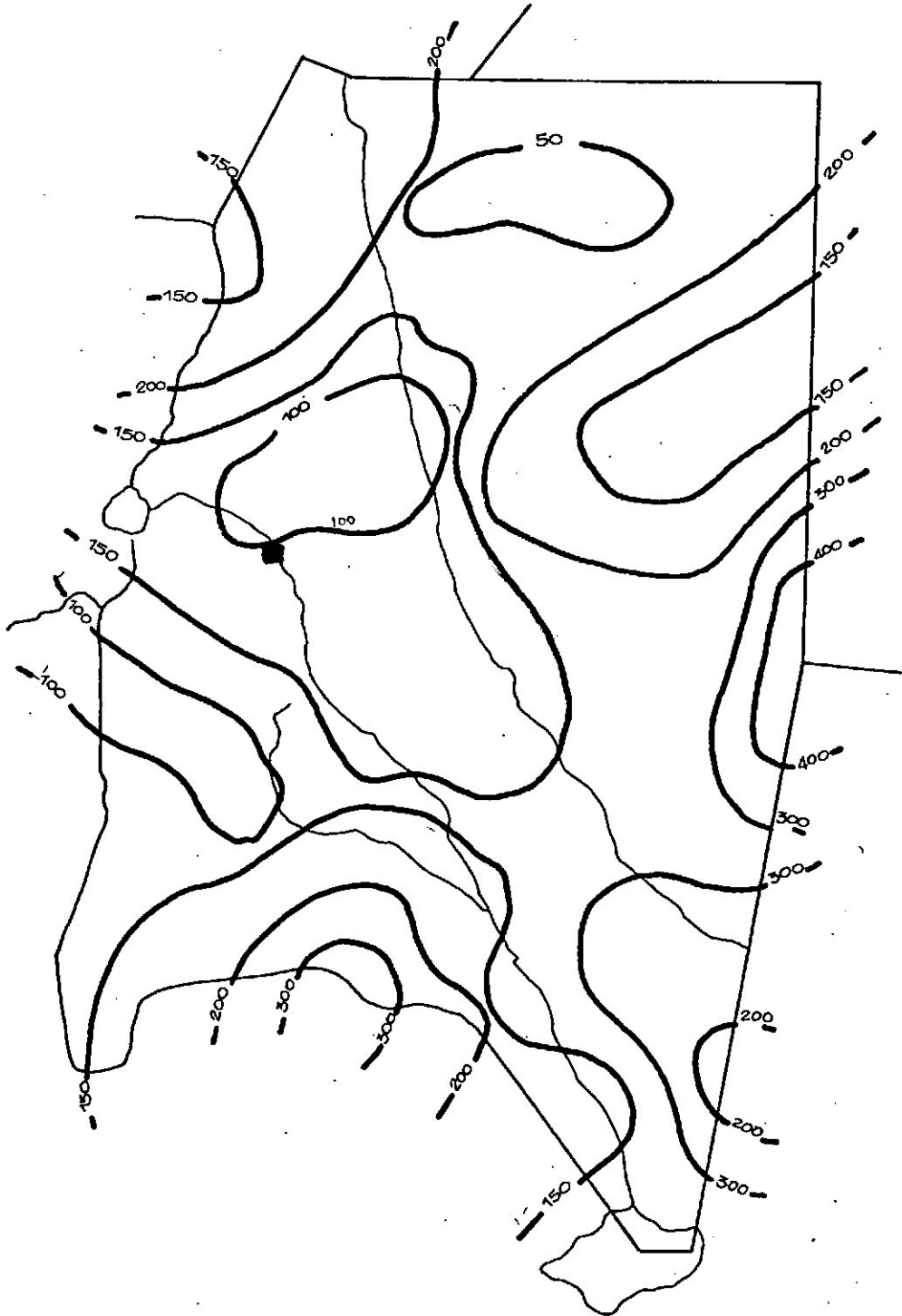
C.P.I. - Sgo. del Estero



# ISOHIETAS

FEBRERO 1981

Mapa nº 7



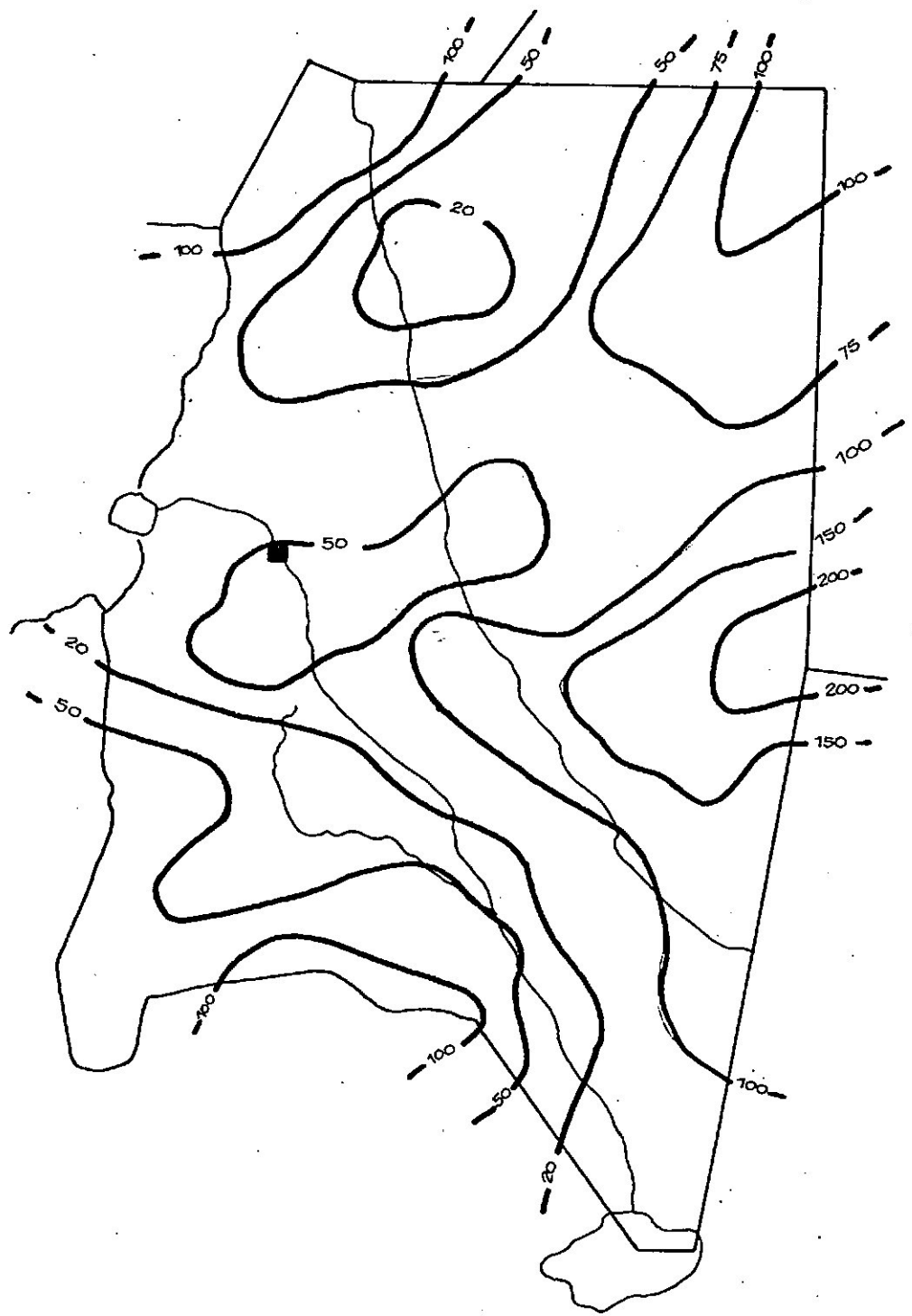
c.f.i. - Sgo. del Estero



# ISOHIETAS

MARZO 1981

Mapa nº 8



C.F.I. - Sgo. del Estero

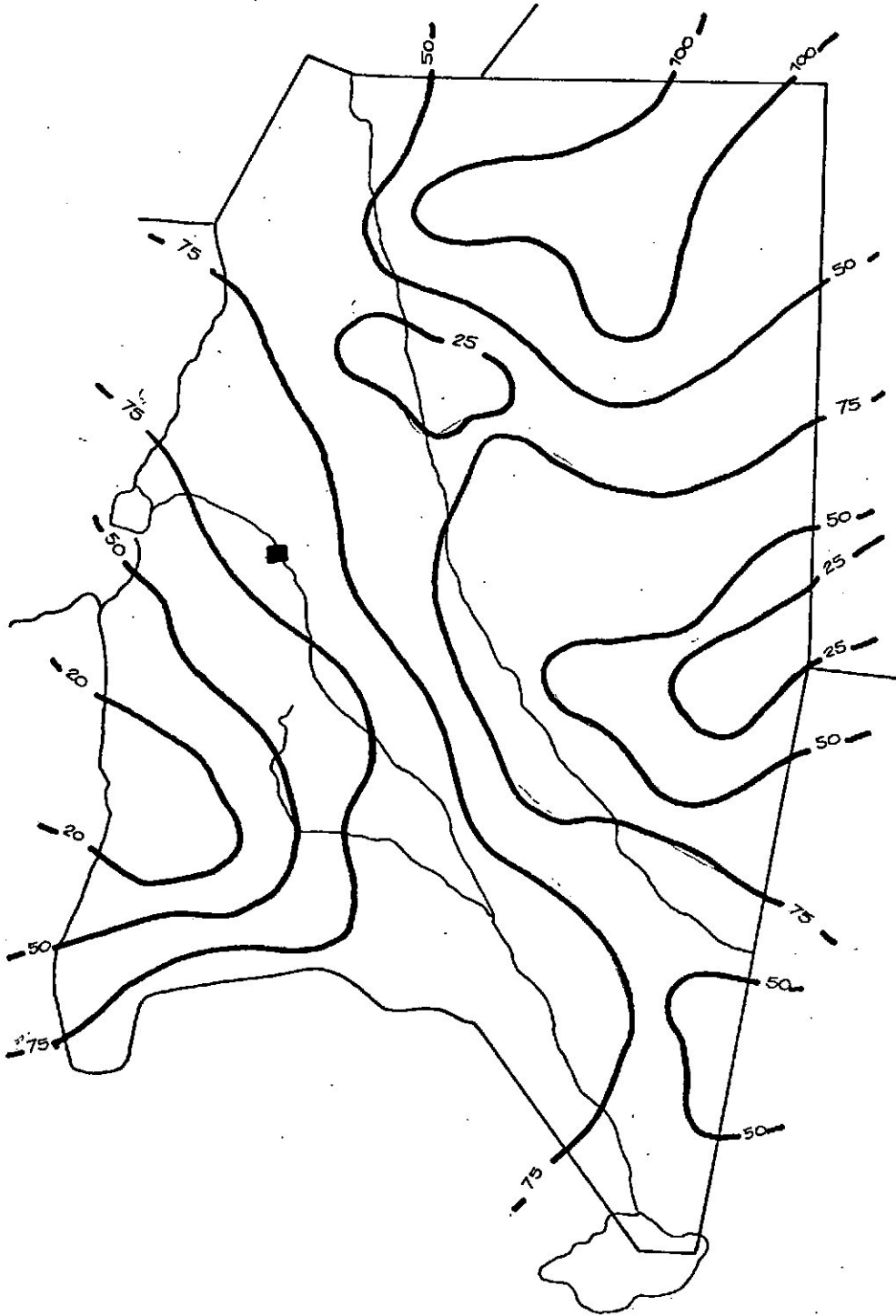




# ISOHIETAS

DICIEMBRE 1983

Mapa nº 9



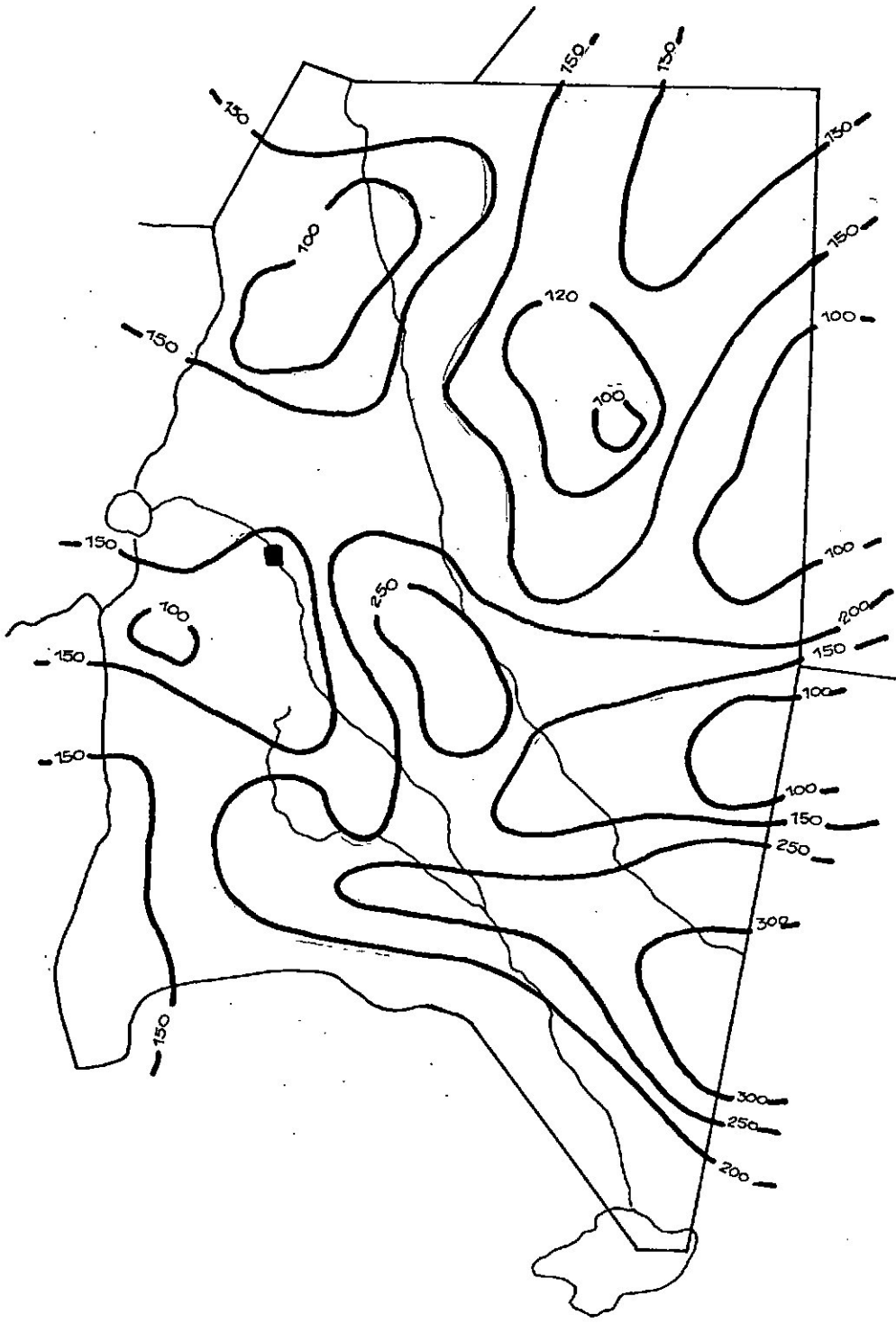
C.F.I. - Sgo. del Estero



# ISOHIETAS

ENERO 1984

Mapa nº 10



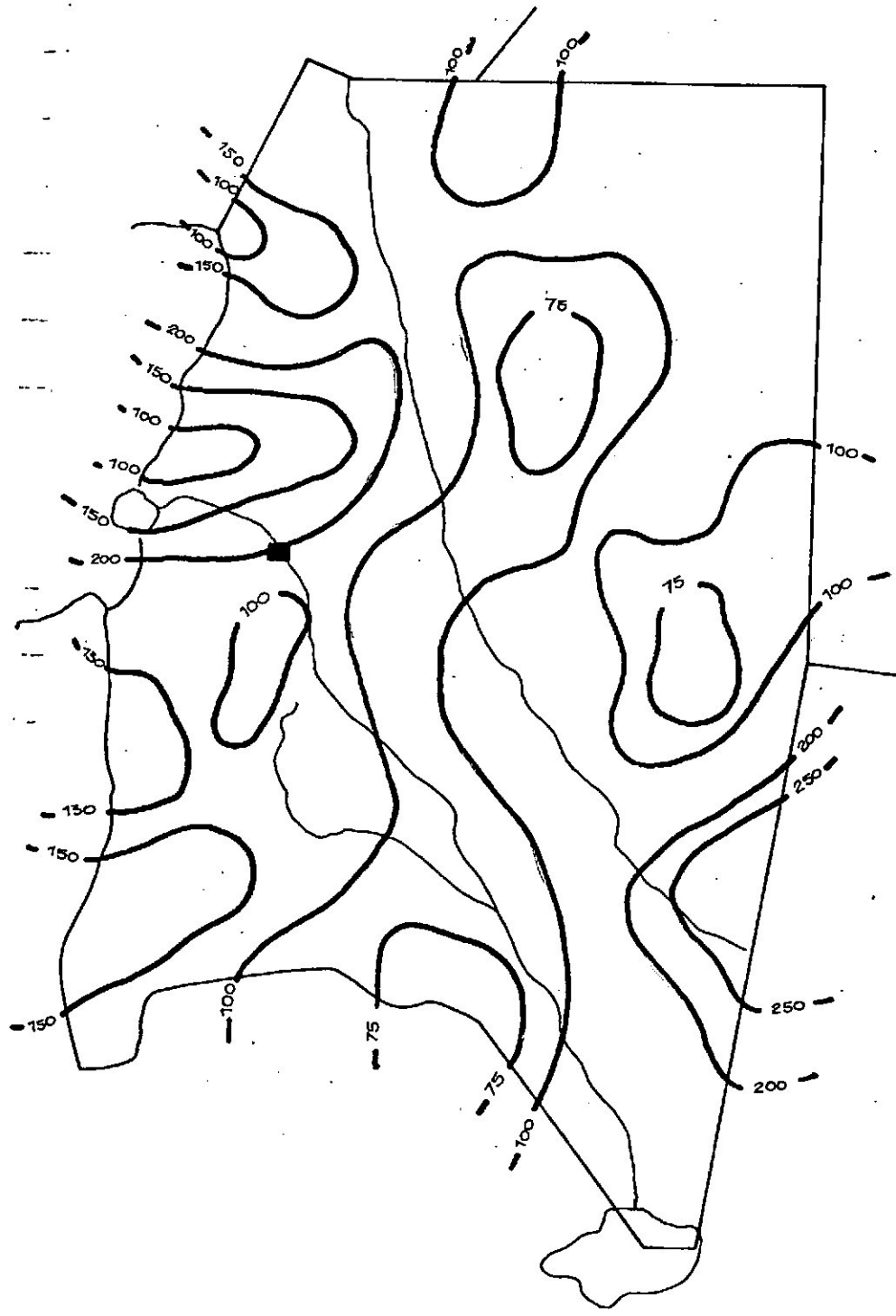
c.F.I. - Sgo. del Estero



# ISOHIETAS

FEBRERO 1984

Mapa nº 11



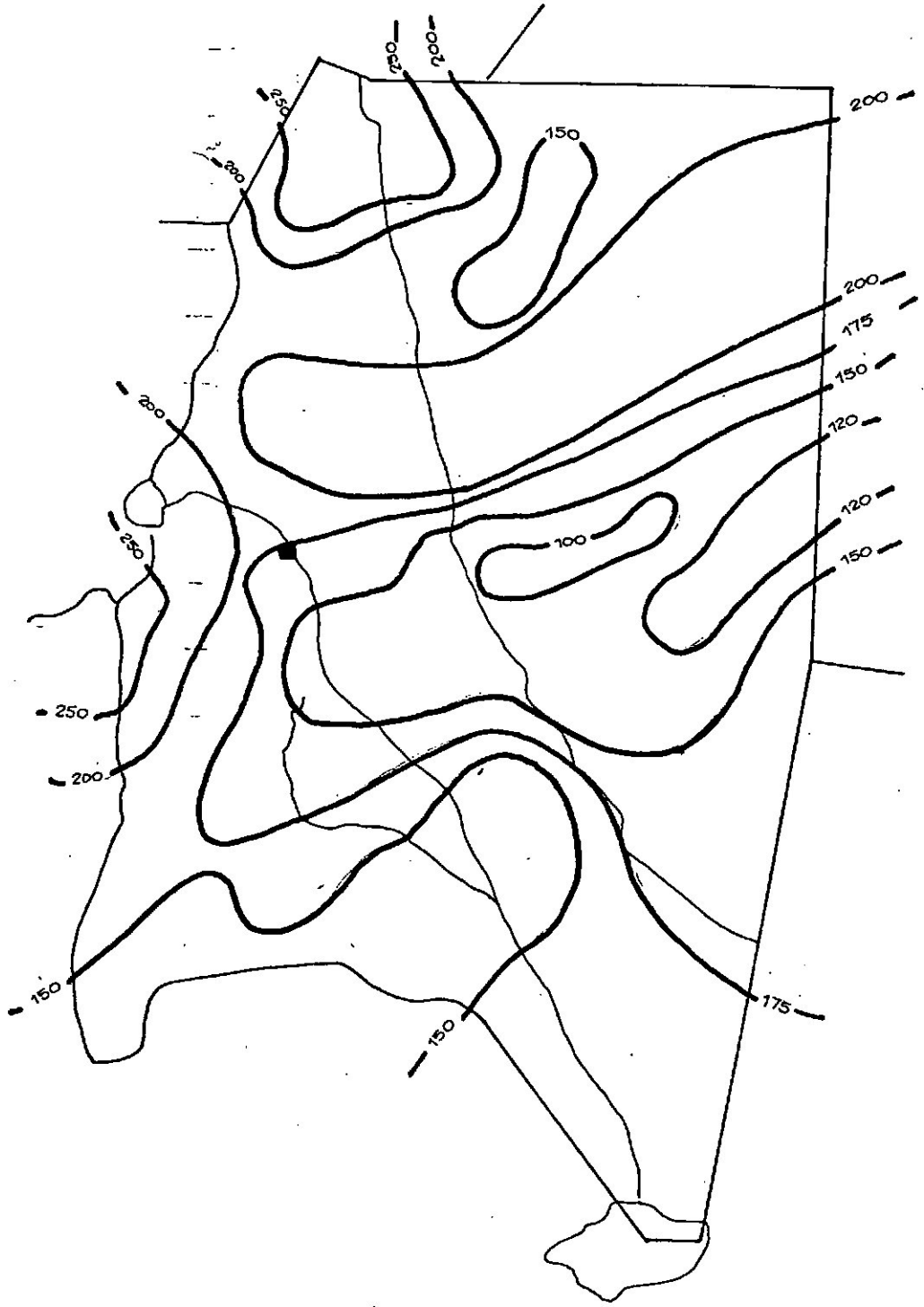
C.F.I. - Sgo. del Estero



# ISOHIETAS

MARZO 1984

Mapa nº 12



C.F.I. - Sgo. del Estero



### Balance hídrico

Se realiza una correlación simple y expeditiva, entre los calores de precipitación y evapotranspiración potencial, correspondientes a los años 73/74; 80/81 y 83/84.

Para obtener los calores de evapotranspiración potencial (Ep) / se utilizó el método de Thornthwaite, debido a su sencillez, y la relativa accesibilidad a los datos necesarios para su aplicación; a pesar de considerárselo poco apropiado para regiones áridas como es el caso de nuestra Provincia.

Con el método de Thornthwaite, podremos calcular la Ep en mm/mes a partir de datos de temperatura media mensual, las cuales se / tomaron para dos estaciones (Campo Gallo y Añatuya, norte y sur respectivamente) perteneciente a la cuenca del río Salado (Tabla N°2).

Debido a la falta de datos de temperatura para cada uno de los años analizados, se ha considerado adecuado tomar para el caso de Campo Gallo, los valores de una serie larga de años (1939/1950), ya que al comparar los valores de dicha serie para el / caso de Añatuya, con valores medios en los años 74/80/81, vemos que la diferencia entre ambos no es considerable.

Los valores de evapotranspiración potencial calculados se utilizan para la confección de un balance hídrico simplificado.

Los valores de infiltración los podemos despreciar para hacer dicho análisis (Tabla N°3)



Tabla No 2: Evapotranspiración Potencial (mm) Método de Thornthwaite

Estación: Campo Gallo												
año	mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	D
1931/50	t°	28.1	26.9	24.8	21.0	18.3	15.5	15.2	17.8	20.9	23.1	27.1
	E <sub>p</sub>	156	140	113	73	51	33	31	47	72	94	142

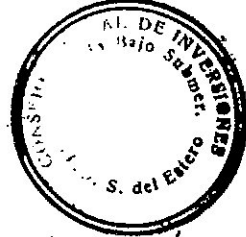
Estación: Añatuya												
año	mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	D
1980	t°	26.2	26.2	26.8	22.2	19.1	11.9	15.4	15.0	18.2	21.5	22.8
	E <sub>p</sub>	130	130	137	89	62	20	37	35	55	82	95
1983	t°	27.4	25.4	23.9	20.6	16.7	11.5	12.1	14.0	17.7	23.1	27.7
	E <sub>p</sub>	144	122	106	76	76	20	23	32	50	98	148











El objeto de este balance, es determinar, aproximadamente en /  
qué condiciones de humedad se encontraba el terreno en el área  
de la cuenca antes de producirse las intensas precipitaciones  
y las crecidas del río Salado.

En el caso de la estación Campo Gallo se tomarán iguales valo-  
res de evapotranspiración para los tres períodos por las cau-/  
sas antes mencionadas. Debido a la falta de datos de precipita-  
ción en la estación Añatuya correspondiente al año 1973, no se  
pudo hacer el balance para ese año.

Por otra parte, hemos tomado para la cantidad de agua útil al-  
macenada, un valor de 1000 mm. en base a la clasificación de /  
J.R. Mathes, para lo cual hemos considerado que el tipo de sue-  
lo en la cuenca de aporte del río Salado es en general de tex-  
turas limosas y limo arcillosos; características que coinciden  
con la clasificación antes mencionada para el valor de reserva  
de agua en el suelo, que hemos utilizado.

Se puede apreciar que en los meses anteriores a las inundacio-  
nes se presenta una deficiencia de agua ya que los totales eva-  
potranspirados son superiores a las precipitaciones. A pesar /  
de esto, en la zona norte de la cuenca (Estación Campo Gallo)  
tenemos cierta cantidad de agua almacenada en el terreno los /  
meses de Marzo a Junio, no siendo así en la zona sur, (Esta-/  
ción Añatuya) donde el agua permanece almacenada en los meses  
de Enero a Abril

Por otra parte, si tomamos 1000 mm como valor de Ep, promedio  
en toda la cuenca, y si hacemos la hipótesis de que la misma



se distribuye uniformemente en el año, obtendremos un valor // de Ep igual a 83 mm; lo que nos dará 249 mm de agua evapotranspirada en los dos años, valor superado ampliamente en las dos estaciones seleccionadas por las precipitaciones ocurridas durante ese mismo período en los 3 años correspondientes a las / inundaciones, como se puede apreciar en la Tabla N° 4.

Lo que significa que durante esos meses hubo excedentes que // sirvieron para incrementar el caudal conducido por el río.

Además, se debe tener presente que parte de la precipitación / cae en el cauce transformándose en un aporte directo del mismo.

T A B L A N° 4

LOCALIDAD		AÑATUYA				CAMPO GALLO			
Año	Meses	E	F	M	Total	E	F	M	Total
	1974		107	391	45	543	142	239	139
1981		192	189	74	455	252	175	55	482
1984		118	153	178	449	133	93	272	498



Del análisis del régimen de precipitaciones, su distribución / temporal y especial, como así la cantidad de agua evapotranspi rada que serían los elementos básicos que nos permitió confec cionar un balance hídrico simplificado, podemos concluir que:

- \* Las crecientes en el río Salado comienzan a fines de Enero; es el mes en que se da el pico máximo de precipitaciones.
- \* Como consecuencia del enorme volumen pluvial caído en Febre ro de 1974, se produjo el anegamiento de las zonas bajas ubi cadas en áreas bajo riego de la parte sur de la Provincia en el área correspondiente a la cuenca del río Salado, situa-// ción que se mantiene al presente.
- \* Por esa razón, en esta zona no se produce deficiencia hídri ca en ningún mes del año, y por lo tanto toda el agua preci pitada forma parte del escurrimiento superficial que aporta al río.
- \* En este año, 1984, las inundaciones en la zona sur se de-// bieron en gran parte al volumen precipitado en los meses de Enero, Febrero, Marzo que contribuyeron a aumentar el nivel de agua en las áreas deprimidas (Bañado de Tres Lagunas) li mítrofes con la Pcia. de Santa Fe.  
La onda de crecida del río Salado, aún no había hecho sen-// tir su efecto hasta los primeros días de Abril.



## I.9. INFLUENCIA DE LAS OBRAS HIDRAULICAS

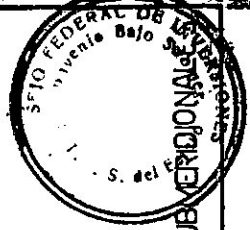
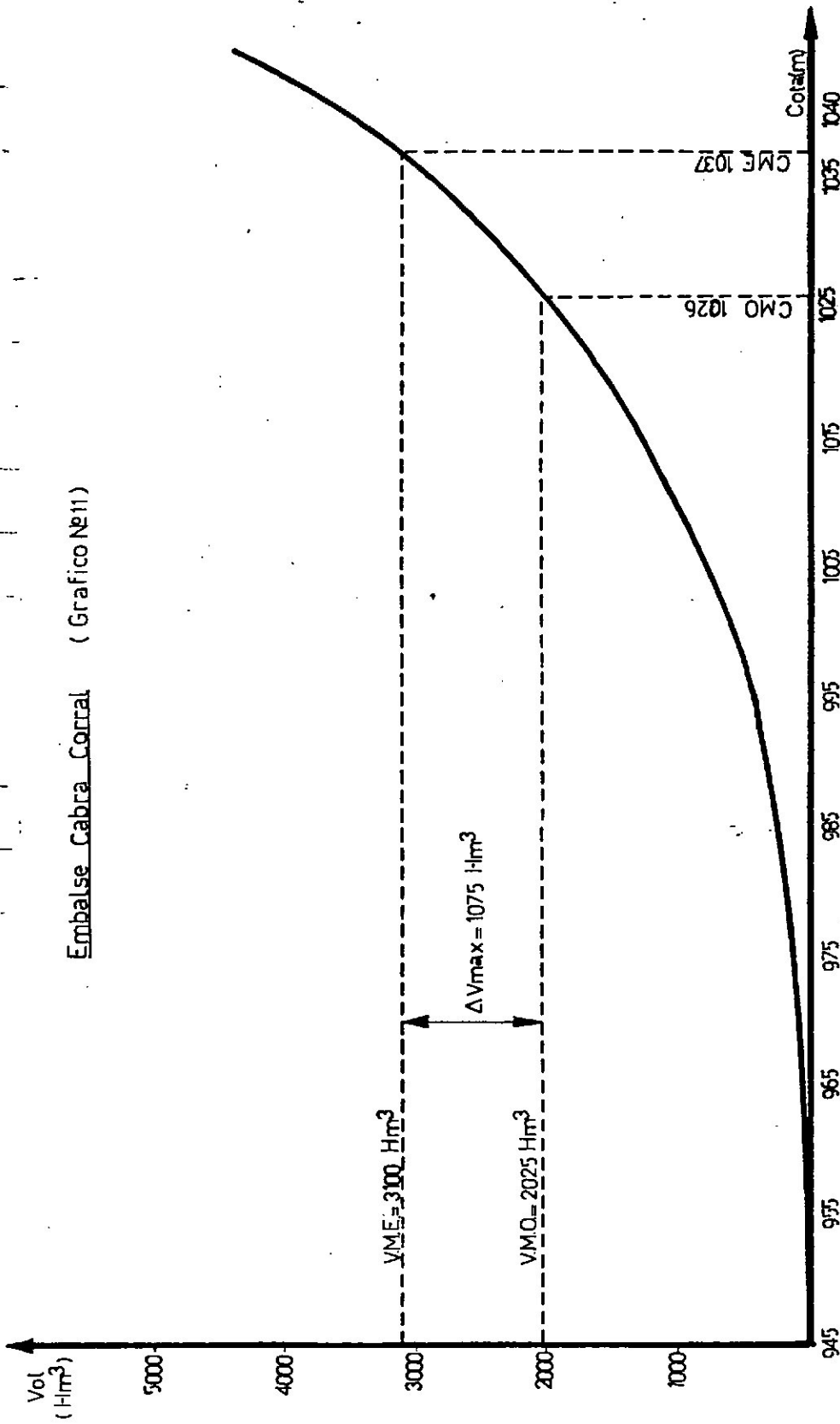
El río Juramento/Salado tiene ejecutadas una serie de obras / hidráulicas de las cuales la mayor parte se encuentra en te- / rritorio salteño. En efecto, salvo el semidestruido dique Fi- / gueroa, ubicado en el Dpto. homónimo en la Pcia. de Sgo. del / Estero, se encuentran en la Pcia. de Salta el embalse Gral. Ma- / nuel Belgrano (Cabra Corral), el compensador Peñas Blancas, / el derivador Miraflores, y en construcción la presa El Tunal.

De estas obras, la presa de Cabra Corral, ubicada en la con- / fluencia de los ríos Arias y Guachipas, es la que mayores mo- / dificaciones introdujo en el régimen del río desde su habili- / tación en 1973. Además, al habilitarse la presa El Tunal, a- / guas abajo de la desembocadura del Medina en el Juramento, se- / rá la obra que le siga en importancia. La influencia de ambas / sobre las crecidas extraordinarias, es lo que se trata a con- / tinuación.

El primer aspecto a tener en cuenta en este análisis, es la a- / tenuación directa de crecidas. El embalse Manuel Belgrano es / de regulación plurianual, por lo tanto esta sujeto desde ese / punto de vista a grandes variaciones de nivel. No obstante, / debe tenerse en cuenta que, como es general en las presas de / A. y E., su mayor rentabilidad proviene de la generación hi- / droeléctrica, y salvo casos de ciclos largos y secos, en el / manejo del embalse no se violará el nivel mínimo de operación / de la central.

En el gráfico N° 11 se observa la relación Volúmenes - Cotas /

Embalse Cabra Corral ( Grafico N°11)





en el vaso del embalse Manuel Belgrano; están indicadas las cotas de mínimo nivel de operación de la central hidroeléctrica y del nivel superior de las compuertas, y sus volúmenes correspondientes. Según se deduce del gráfico, la variación volumétrica que corresponde a ambas cotas es de  $1.075 \text{ Hm}^3$ .

Es un volumen importante, que puede perfectamente servir como atenuador. Por ejemplo, durante la crecida del ciclo 1980/81, se tuvo el siguiente comportamiento:

Mínimo nivel alcanzado: 1030,00 m el 30/12/80

Máximo nivel alcanzado: 1036,82 m el 28/4/81

Máximo caudal de ingreso:  $522 \text{ m}^3/\text{s}$  el 14/2/81

Máximo caudal erogado:  $58 \text{ m}^3/\text{s}$  el 17/4/81

O sea, en esa oportunidad, con un turbinado medio (tener en cuenta que el máximo caudal de turbinado es  $135 \text{ m}^3/\text{s}$ ), se mantuvo el embalse por debajo del nivel de vertedero, ingresando en el período 1/1/81 al 30/4/81,  $1066 \text{ Hm}^3$ , siendo erogados  $342 \text{ Hm}^3$ .

En el caso de la creciente del período 1983/84, el manejo fue el siguiente:

Mínimo nivel alcanzado:	1026,28 m el 30/12/83
Apertura de válvulas:	el 13/3/84 con cota 1036,90 m
Alcance nivel de vertedero:	el 18/4/84
Máximo caudal ingresado:	$644 \text{ m}^3/\text{s}$ el 14/2/84
Máximo caudal erogado:	Vertedero $397 \text{ m}^3/\text{s}$
	Turbinas $104 \text{ m}^3/\text{s}$
	<hr/>
	T O T A L $501 \text{ m}^3/\text{s}$ el 21/4/84



Como se ve, a pesar de que el mínimo nivel alcanzado fue sólo 0,28 m sobre el mínimo nivel de operación, el gran aporte sobrepasó holgadamente la capacidad receptora del vaso. En el período 1/1/84 al 30/4/84, ingresaron a Cabra Corral 1920 Hm<sup>3</sup> y se agregaron 917 Hm<sup>3</sup>.

ESPECIAL

Puede decirse en definitiva que la atenuación de crecidas se produce, y sólo en el caso de avenidas de probabilidad o frecuencia reducida se va a sobrepasar la capacidad reguladora / del embalse. Esa frecuencia se podrá determinar con más precisión transcurridos un número mayor de años; si se considera que el proyecto prevé un volumen medio anual evacuado por el vertedero de 5 Hm<sup>3</sup>, y que el volumen erogado por el mismo en la crecida 1983/84 fue de unos 250 Hm<sup>3</sup>, puede inferirse que / una crecida en Cabra Corral como la del citado período, tiene una probabilidad de producirse cada 50 años.

Sin embargo, a pesar de lo dicho, este efecto del embalse Manuel Belgrano no se hace sentir en El Tunal en forma muy notable. Baste recordar que en los 10 años de funcionamiento de / Cabra Corral, se tuvieron picos notables en El Tunal (1091 // m<sup>3</sup>/s en 1974, 568 m<sup>3</sup>/s en 1976, 746 m<sup>3</sup>/s en 1978, 452 m<sup>3</sup>/s en 1979, 515 m<sup>3</sup>/s en 1981, y 944 m<sup>3</sup>/s en 1984, el día 17/3/84, o sea un día antes de que se alcanzara el nivel de vertedero en Cabra Corral), haciéndose evidente que el aporte de la cuenca intermedia tiene un peso importante.

Con esto queda claro que la retención producida en Cabra Corral beneficia en forma directa a la zona salteña que abarca hasta la desembocadura del río Medina, pero es menor y relativa





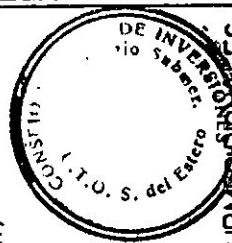
yo el beneficio que produce para la Pcia. de Santiago del Estero.

En cuanto a la presa El Tunal, hay que tener en cuenta que // los volúmenes que será capaz de almacenar están en el orden // del 10 % de los de Cabra Corral. Haciendo las mismas consideraciones anteriores y observando el gráfico N° 12, se deduce que el máximo derrame a absorberse en situaciones previas normales es de 140 Hm<sup>3</sup>.

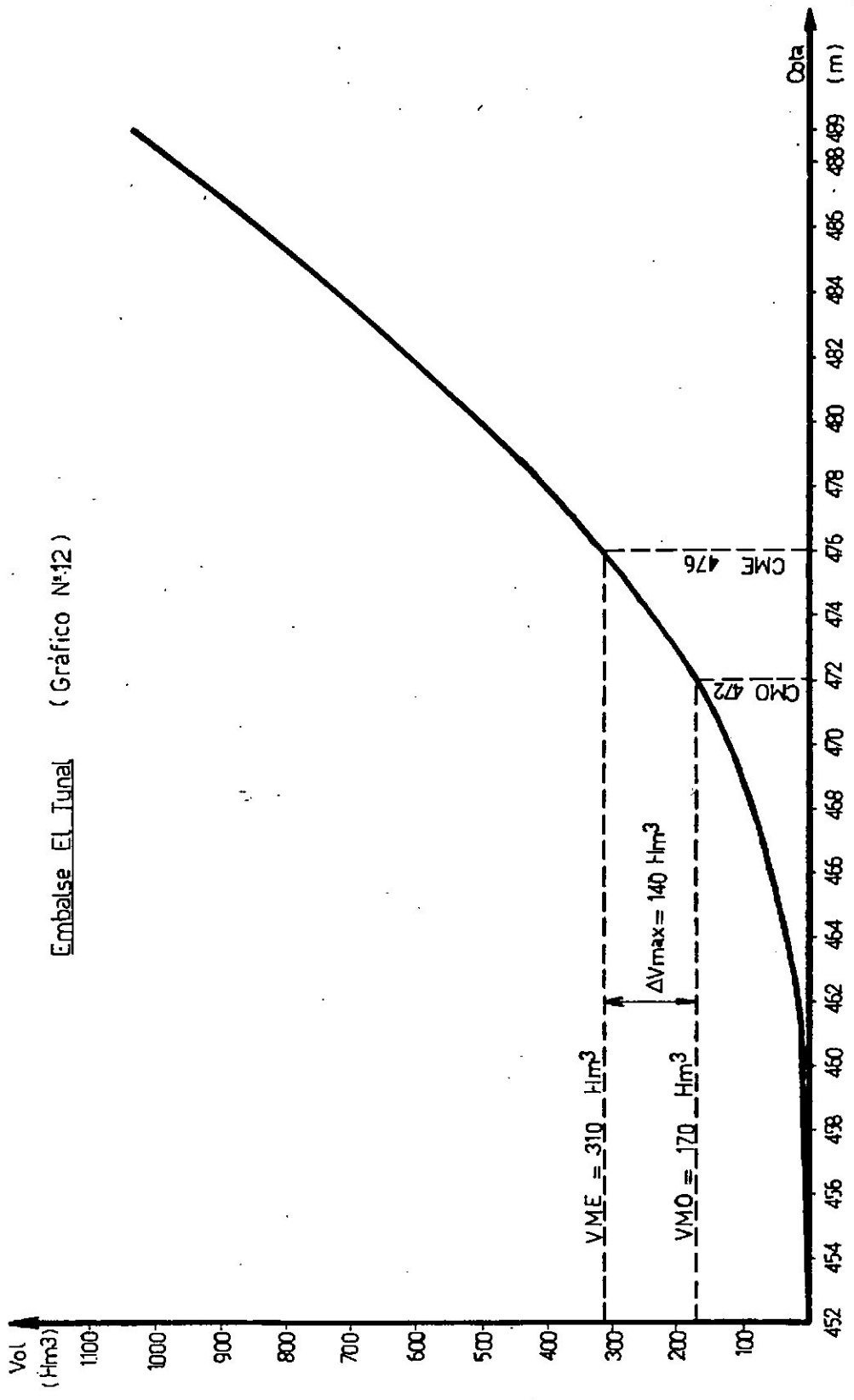
Este es un volumen que en una crecida extraordinaria es fácil que se embalse (por ejemplo, en 1974, entre el 12 y 15 de Febrero escurrieron por El Tunal 160 Hm<sup>3</sup>); por consiguiente, un segundo pico elevado suficientemente cercano en el tiempo, no encontraría un volumen receptor y pasaría sin atenuarse.

Estas afirmaciones se pueden corroborar a través de un trabajo existente en el Consejo Federal de Inversiones del Ing. // Carlos Serafini, de Mayo de 1983, titulado "Simulación de Movimiento de Embalses de Cabra Corral y El Tunal". En este modelo se ha analizado el funcionamiento conjunto de ambos embalses durante 100 períodos hidrológicos, pudiéndose observar en sus resultados que en determinados momentos se evacuarían desde El Tunal (por el vertedero) volúmenes mensuales muy importantes y por ende caudales elevados, lo que concuerda con las hipótesis realizadas.

El segundo e importante aspecto en el que se ha manifestado // la presencia de esta obra es el relativo a la erosión. En Cabra Corral el río transporta un gran volumen de sólidos //



Embalse EL Tunal (Gráfico N°12)



Vol (Hm³)

Cota (m)

$VME = 310 \text{ Hm}^3$

$VMO = 170 \text{ Hm}^3$

$\Delta V_{max} = 140 \text{ Hm}^3$

CME 476

CMO 472



en suspensión (el valor medio es de 11.600 tn/año); al construirse la presa, el embalse funciona como un decantador que impide que los sólidos transportados continúen aguas abajo.

Esta situación de regulación de los caudales líquidos y sólidos constituye una directa alteración de la dinámica del río. En efecto, puede decirse que el río en un número largo de años logra un equilibrio natural pendiente - caudales (líquidos y sólidos); al introducir una obra de este tipo, se alteran las condiciones naturales y el río se vuelve altamente erosivo buscando un nuevo perfil de equilibrio. Esto es lo que ha sucedido y sucede actualmente en el río Salado, donde el proceso erosivo se ha manifestado con intensidad en los bañados de Copo y Figueroa.

Estos aspectos están convenientemente tratados en los trabajos "Sistematización de la Cuenca del Río Juramento y/o Salado" y "La Erosión Fluvial en el área de Figueroa" (ambos elaborados por el Convenio Bajos Submeridionales, Santiago del Estero, 1982), por lo que no conviene extenderse en este análisis de dinámica fluvial, pero sí comentar sus consecuencias.

En Copo, el proceso de erosión ha hecho que el río se encauce, profundizando uno de sus brazos, lo que ha traído como consecuencia la desaparición del bañado como tal. Cuando existía, se comportaba como amortiguador, ya que al llegar una onda de crecida importante, el escurrimiento sobre una gran superficie hacía aumentar el almacenamiento en forma notable y por lo tanto se producía una atenuación del pico del hidrograma. A su vez, se incrementaban las pérdidas netas por evaporación.



e infiltración, con lo que resultaba un menor volumen escurri-  
do aguas abajo.

La desaparición del bañado ha disminuído la magnitud de ambos efectos; un índice de ello puede ser el valor de la relación de derrames entre El Tunal y El Arenal, que muestra los si-// guientes valores medios:

Serie 1929/73 : 0,43

Serie 1973/84 : 0,62

Se observa que la media de la relación de derrames ha aumenta-  
do mucho en los últimos años. Algo similar tiende a suceder /  
con los caudales, aunque no de fácil detección por lo ya ex-/  
puesto en el análisis de crecidas.

En lo que respecta a la presa El Tunal, es de más difícil pre-  
dicción la orientación del fenómeno erosivo cuando se habilita  
la nueva obra, y debiera ello ser motivo de un estudio, pe-  
ro lógicamente cabe pensar en que aumentará, especialmente //  
considerando la mayor proximidad del nuevo embalse con las zo-  
nas afectadas de la Pcia. de Santiago del Estero.

CAPITULO II

EVALUACION  
ECONOMICA  
DE DAÑOS



## II.1. METODOLOGIA

El ordenamiento básico de datos y su debido dimensionamiento constituyen una premisa fundamental en el posterior desarrollo del parámetro "Beneficios por atenuación de crecidas" en los estudios de factibilidad económica de las obras para la sistematización de la Cuenca del Río Salado.

Los mismos deben tener la suficiente consistencia como para suscitar la credibilidad, ya que generalmente en situaciones de emergencia como en el caso de inundaciones, hay una natural tendencia a la improvisación en la apreciación de los daños. La requerida solidez de los datos, se consigue con la adecuada metodología de recolección.

Así, constituyendo un caso atípico en situaciones similares, es que en la Comisión de Emergencia conformada por el Gobierno de la Provincia con motivo de los desbordes de los Ríos Salado y Dulce en el presente año (1984), una de las Sub-comisiones fue la de Evaluación Económica.

De tal manera, casi simultáneamente con la ocurrencia de los perjuicios, con una metodología que más adelante se detalla, se requirió de los diferentes organismos provinciales de cada competencia y de la misma Comisión de Emergencia, la cuantificación de los daños y gastos incurridos, lugares afectados, causas que originaron tal situación, etc.

En el presente estudio, se ha consolidado la información dada por la Primera Evaluación Parcial al 24/4/84 de la Sub-comisión de re-



ferencia como también se han inferido datos que por diversas situaciones de orden práctico, no figuran en tal informe.

## II.2. CARACTERIZACION DE LOS DAÑOS

Las pérdidas por las inundaciones pueden ser clasificadas como // tangibles e intangibles, no siendo estas últimas valorables en // términos monetarios, tales como la angustia de los damnificados / o la pérdida de vidas humanas.

Las primeras pueden ser a su vez de evaluación directa ya que los respectivos montos que se refieren a la reparación, reconstruc-// ción y/o reposición de los bienes afectados se evalúan directamente en precios actuales de mercado. O bien, se logran por inferencias de relativa simplicidad.

Los daños tangibles de apreciación indirecta son aquellos a cuya expresión monetaria se llega tras estudios específicos más complejos y/o desplazados en el tiempo, tales como los perjuicios económicos derivados de la degradación del recurso edáfico, los costos adicionales de insumos y productos como consecuencia de los mayores recorridos por cierre de rutas, etc.

Son los daños tangibles directos a los que se refieren exclusivamente en la presente evaluación. •





## 1. Afectación de la Infraestructura y/o Erario Público

Se contemplan todos los daños y gastos correspondientes al ámbito público provincial.

### 1.1. Daños a la Infraestructura de Servicios

Se valúan como daño a todo deterioro y/o destrucción total o parcial de obras y/o bienes públicos producidos como consecuencias de los fenómenos ocurridos en el Río Salado y / su cuenca, en el período 1983/84.

#### 1.1.1. Vías de comunicación (Rutas)

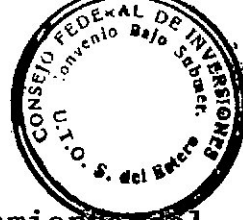
Los objetos de evaluación son las rutas provincia-les, primarias y secundarias, siendo el Organismo / informante el Departamento de Estudios y Proyectos del Consejo Provincial de Vialidad. Las bases para la evaluación de los daños sufridos, la necesaria reparación y los montos estimados son las cotiza-// ciones de precio de las actuales licitaciones.

- RP 43 (Los Tableros-Malbrán) Levantamiento de terraplén y construcción de alcan-  
tarillas.
- RN 98 (Pinto-Bandera) Idem anterior
- RP 3 (El Fisco-El Bobadal) Idem anterior  
(Tramo de 1,5 Km)





- RP 153 (El Oso-Malbrán) Idem anterior
- RP s/n (Argentina-Los Tableros) Idem anterior
- RP 2 (El Arenal-La Manga) Reparación de cortes, reposición / de terraplén y // construcción de / alcantarillas /// (Tramo 20 Km.)
- RP 21 (Añatuya-Melero) Levantamiento de terraplén y construcción de alcantarillas.
- RP 4 (7 de Abril-N.Esperanza) Refuerzo de la base estabilizada / granular.
- RP 2 (V.Suni-V.Matoque) Reparación de cortes, levantamiento del terraplén y alcantarillado (Tramo 40 Km.)
- RP 3 (N.Esperanza-P.Betbedere) Idem anterior // Tramo 5 Km.
- RP s/n (Melero-R.d.l.Esperanza) Idem anterior Puente de mayor / sección.



- RP 2 (Bajo Grande-V.Matoque) Levantamiento del terraplén y alcantarillado.
- RP s/n (Melero-Empalme RN 34) Idem anterior
- RP 125 (S.Ramón-P.Betbedere) Idem anterior,
- RP s/n (V.Mercedes-C.Grande) Idem anterior
- RP 205 (L.Delicias-El Cambiado) Idem anterior.

#### 1.1.2. Vías de Comunicación (Puentes)

Los puentes sobre el Río Salado son objeto de evaluación, en los daños sufridos por distintos fenómenos ocurridos en el período 1983/84. El Departamento de Estudios y Proyectos del Consejo Provincial / de Vialidad ha estimado los montos de las reparaciones y/o reposiciones en función de las cotizaciones de precio de las actuales licitaciones.

- En RP 5 (KM 30-La Invernada) Nueva construcción en otro lugar
- En RP 25 (V.Figueroa-La Cañada) Idem anterior de / mayor sección
- En RP 4 (7 Abril-N.Esperanza) Idem anterior

#### 1.1.3. Obras hidráulicas y energéticas



Se evalúan las obras de defensas existentes, canales y la red de baja y alta tensión en los daños sufridos y necesarias reparaciones. Los organismos // responsables son la Administración Provincial de Recursos Hídricos y la Dirección Gral. de Energía de la Provincia. Al igual que en los puntos anteriores las bases de estimación de los montos son las cotizaciones de las licitaciones actuales.

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| - Toma de Canal de Dios   | Socavación de ambas / márgenes de la obra / de toma. Los daños se producen en las localidades de Cruz Bajada y Manzanillo (Dpto. Anta-Salta). |
| - Toma Canal de la Patria | Socavación de ambas / márgenes del canal a- ductor de la obra de toma. Los daños ocurren en la localidad de Mistolito (Dpto. Alberdi).        |

#### 1.1.4. Edificios Públicos

Los objetos de evaluación son los edificios de escuelas y hospitales.

Las estimaciones de las reparaciones necesarias, //



montos de tales reparaciones o reconstrucciones, responsabilidad de la Dirección Gral. Provincial de Arquitectura, en base a las actuales licitaciones.

- Esc. 1136-La Paulina      Funcionaba en un rancho hoy inundado. Se contempla un local nuevo (2 aulas y dependencias).
- Esc. 508-T. Lagunas      En local cedido. Revoque exterior e interior. Carpintería en mal estado.
- Esc. 505-KM 433      Filtraciones a través de la cubierta.
- Esc. 1094-El Aspirante      Hundimiento de los WCC, deterioro en carpintería y revoques. Filtraciones.
- Esc. 1150-Las Viñas      Funciona en un rancho inundado. Local nuevo (2 aulas y dependencias).
- Esc. 372-La Carolina      Local inundado. Local // nuevo (1 aula y dependencias).
- Hospital Regional-Pinto      Cubierta dañada. Grietas en paredes y revoques.



## 1.2. Gastos de la Emergencia

### 1.2.1. Asistencia a los damnificados

Del informe de la subcomisión de Finanzas de la Comisión de Emergencia, se ha considerado que un /// 30 % de los items; alimentos, medicamentos y materiales (chapa de cinc, polietileno agrícola, etc.) corresponden al área afectada por los desbordes // del Río Dulce y el 10 % restante a las zonas inundadas por precipitaciones pluviales.

### 1.2.2. Aviación Civil y Militar

Del mismo informe, en los items de vuelos y gastos Militares, se ha estimado que un 50 % de ellos corresponden al área del Río Salado. Se contemplan / los gastos originados por los sobrevuelos de observación de las zonas afectadas con aviones del Estado Provincial y la utilización de helicópteros de idéntica procedencia y de las Fuerzas Armadas de / la Nación, en el auxilio de damnificados aislados; y dado que no es práctica la exacta diferencia entre las áreas de influencia, es que se ha considerado tal porcentaje de afectación.

### 1.2.3. Construcción de defensas con equipos alquilados

Se contemplan las erogaciones incurridas con motivo del alquiler de equipos, siendo el Organismo informante el Departamento de Economía del Consejo /



Provincial de Vialidad. Las especificaciones contenidas en el respectivo informe son el tipo de equipo contratado, tarea realizada, empresa beneficiaria, fecha, importe pagado o comprometido en pago al momento del informe, horas trabajadas y / costo por hora.

Los números entre comillas situados en la columna de maquinaria alquilada corresponden a las horas trabajadas.

- Obra: Canal Encauzador "Ing.Gini" - Río Salado. -  
Figueroa

3 tractores C/pala (75,0)	Cosanco S.A.I.C.
1 topadora Komatsu (56,0)	" "
3 tractores c/pala (126,2)	" "
2 tractores c/pala (260,0)	Crisan S.A.

- Obra: RP N°5 - La Invernada (Figueroa)

5 tractores c/pala doble (779,5)	A.G. Maranzano
-------------------------------------	----------------

- Obra: RP N°5 - Bañados Río Salado (Figueroa)

2 tractores c/pala (159,2)	Noavial S.A. *
2 tractores c/pala (212,0)	" "

- Obra: Suncho Corral - S. Vicente

1 tractor Fiat 900 (180,5)	J. Brizuela
1 motoniveladora HWB (108,3)	"
1 tractor c/pala (420,3)	Hata Construc.



- Obra: Bordo al norte de Bandera Bajada (Figueroa)

1 topadora F.Allis 14C (59,0) Construblock

- Obra: Casares - Bandera

2 tractores c/pala (220,0) C.A. Brizuela

- Obra: Defensas del Canal de la Patria (Alberdi)

2 tractores c/pala (200,0) C.A. Brizuela

- Obra: Defensas localidades de Pinto, Malbrán y  
Argentina (Aguirre)

2 retroexcavadoras (313,0) CAVA S.C.

1 retroexcavadora Atlas (138,0) Curi Hnos.

1 topadora Fiat (116,0) " "

1 cargadora Michigan (50,0) " "

6 camiones volcadores (675,0) " "

1.2.4. Construcción/reparación de defensas con maquina-//  
rias y equipos de reparticiones provinciales.

Son objeto de evaluación aquellas obras llevadas a  
cabo según el epígrafe y el organismo informante /  
es, la Administración Provincial de Recursos Hídri-  
cos.

- Obra: Casares (Aguirre) Construcción de cinco  
alcantarillas y re-//  
fuerzo de bordo en //  
una longitud de 1.000  
metros.



1 tractor c/tanque (286,0)	Hata Construc.
1 tractor c/pata cabra (198,0)	" "
1 motobomba 100 mil lts.(160,0)	" "
1 motoniveladora WB (334,0)	" "
1 motoniveladora CAT.120 (232,0)	" "
1 tractor c/pala (504,0)	" "
1 tractor c/pata cabra (55,0)	" "
1 tractor c/regador (150,0)	" "
1 motobomba (75,0)	" "
1 motoniveladora Astarsa (217,0)	" "
1 tanque 6 mil lts (207,0)	" "
1 tractor c/pala (516,3)	A.G. Maranzano
1 tractor c/pata cabra (205,0)	"
1 tractor c/tanque (206,0)	"
1 tractor c/rodillo (55,0)	"
1 tractor (110,0)	"
1 tractor c/regador (102,0)	Huaco S.R.L.
1 tractor c/rolo (182,0)	"
1 tractor c/pala (155,0)	"
1 topadora F.Allis (288,0)	Construblock
1 tractor Fiat 900E (123,3)	"
- Obra: Suncho Corral - Villa Figueroa	
3 tractores c/pala (86,5)	Cosanco S.A.I.C.
- Obra: Desborde del Río Dulce - Suncho Corral	
1 tractor c/pala (112,8)	I.A.Auad
1 tractor c/pala (120,7)	"
1 tractor c/pala (652,3)	A.G.Maranzano





Cortes en el camino  
Casares-Las cañas

Trabajaron peones de  
A.P.R.H., soldados del  
Batallon de Ingenieros  
del Ejercito y un trac-  
tor de Vialidad Provin-  
cial colocando 12 ca-  
ños de un diámetro de  
0,60 m y 12 caños de /  
un diámetro de 1,0 m.

- Obra; Pinto (Aguirre)

Construcción bordo de  
defensa en la parte /  
Este de esa localidad  
en una longitud de //  
1,2 Km.

Corte en la RP N° 98  
(Pinto-Bandera) a la  
márgen izquierda del  
río.

Trabajaron peones de  
A.P.R.H. y soldados /  
en el refuerzo de los  
bordos c/bolsas y tie-  
rra. Suboficiales con  
explosivos.

- Obra: San José - Pinto  
(Aguirre)

Refuerzo bordo en 1,7  
Km. Trabajaron peones  
de A.P.R.H. y solda-  
dos con bolsas y tie-  
rra.

- Obra: Malbrán - Aguirre

Refuerzo del bordo //



del Canal

Cortes RP 43 (Malbrán -  
Bandera) en margen iz-/  
quierda Río Salado

Trabajaron peones de /  
A.P.R.H. y soldados //  
con bolsas y tierra. /  
Suboficiales con ex-/  
plosivos.

- Obra: Argentina (Aguirre)

Construc.bordo 50 m.

Cortes en RP 153 y en RP  
s/nº (Argentina-Los Ta-/  
bleros) en margen dere-/  
cha del Río Salado.

Idem anterior

#### 1.2.5. Combustibles y lubricantes

Se evalua lo gastado en tal rubro por los vehículos oficiales afectados a la emergencia. El responsable de la información es la Subcomisión de Finanzas de / la Comisión de Emergencia. Al igual que en el item / 1.2.3., por razones de practicidad se estiman que el 50 % de monto dado corresponde al área de influencia del Río Salado.

#### 1.2.6. Repuestos de maquinaria (inclusive aeronáuticas)

Se evaluan los gastos de repuestos, reparaciones y / mantenimiento de los vehículos, maquinarias y aeroná-  
ves afectados a la emergencia. Caben las mismas con-  
sideraciones al item anterior en cuanto a responsa-/  
-



bles de la información y porcentaje del monto asignado al Río Salado.

#### 1.2.7. Sueldos del Personal Provincial afectado

En este aspecto se consideran los sueldos del personal de la Administración Pública Provincial afectados a la emergencia en tareas distintas a las habituales.

La valuación se realiza según la categoría en que / revista el agente, porcentaje de su jornada laboral de dedicación y duración de la afectación.

El presente es un monto estimado, considerando que en el área afectada por los desbordes del Río Salado se han desempeñado en tareas directas de la emergencia, un total de 15 (quince) profesionales universitarios, de una categoría promedio 21, por un período de afectación de 2 (dos) meses; siendo los sueldos los vigentes al mes de Febrero/84 y una dedicación del 80 %.

#### 1.2.8. Viáticos del Personal afectado

El responsable de la información es la Sub-comisión de Finanzas de la Comisión de Emergencia y comparte los considerados de items anteriores (1.2.2. - / / / 1.2.5. - 1.2.6.)

#### 1.3. Cargas Fiscales no Percibidas

Este es un perjuicio cuyo exacto dimensionamiento esta desplazado en el tiempo, ya que el natural organismo informan



te (Dirección General de Rentas) recién podría dar la información a mediados o fines del año fiscal.

La presente es una estimación dada en función de los totales de superficies de tierra, por departamento y aptitud, suministrados por la Dirección Pcial. de Agricultura y Ganadería y provenientes de la sumatoria de los productores que se han acogido a los decretos provinciales de Emergencia Agropecuaria.

Sobre tales hectareajes se ha aplicado las alícuotas correspondientes al Impuesto Inmobiliario del año 1984.

## 2. AFECTACION A LA PROPIEDAD Y/O ACTIVIDAD PRIVADA

Comprende todos los daños y perjuicios que sufren los particulares damnificados por las inundaciones del Río Salado.

### 2.1. Daños en las mejoras fijas

Se refiere a los deterioros o destrucción sufridos por las mejoras fijas tanto en áreas rurales como urbanas.

#### 2.1.1. Viviendas

El Organismo informante es el Instituto Provincial de Vivienda y Urbanismo, a través de la Secretaria Técnica de Construcciones. Todas las viviendas comprendidas en la evaluación son del tipo precario // (rancho) con destrucción de las mismas o deterioros tales que aconsejan, amén de otras razones, por su



cambio total.

Para las viviendas de localización rural, los montos estimados responden individualmente a los de la "vivienda intermedia" del Plan de Erradicación de / Ranchos (P.E.R.) cuyo valor a la fecha es de / / / \$a 196.500.

Para el reemplazo de las viviendas de ubicación urbana y/o rur-urbana se considera el tipo "I" del // Plan FO.NA.VI. (\$a 295.000,-)

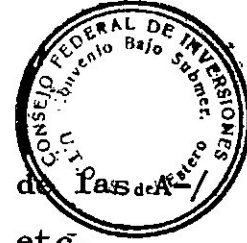
#### 2.1.2. Otras mejoras

Considera los daños sufridos por las mejoras que // brindan confort (aljibes, pozos sépticos, hornos, // etc.) de los damnificados en áreas urbanas y rurales, Afectan a estos últimos además, en aquellas // instalaciones que hacen a sus actividades agropecuarias (galpones, cercos, etc.).

En base a la experiencia propia y a estudios anteriores, se estimó que un porcentaje igual al 15 % (quince mil) del monto del ítem anterior da un // valor aproximativo, no inferior, al real daño sufrido.

#### 2.2. Afectación de la Producción Agropecuaria

Contempla el deterioro y/o destrucción de productos agropecuarios, siendo los organismos responsables la Dirección / Gral. de Agricultura y Ganadería y la Subsecretaría del //



mismo ramo y realizada en base a la información de las agencias de Extensión, Comisionados Municipales, etc.

### 2.2.1. Producción Agrícola

Los montos considerados para cada cultivo corresponden a la merma en la producción potencial esperada, dada por la superficie afectada y el rendimiento // histórico promedio y ello, multiplicado por el valor en plaza de cada producción.

La información brindada supone la existencia de un daño total, lo cual no es realidad. Por lo que para consolidar los datos oficiales, se introdujo un factor de ajuste en la estimación de un porcentaje de daños en función del estado vegetativo general / de cada cultivo y los daños previsibles ocurridos / a causa de la inundación.

Los parámetros usados en la estimación de los daños agrícolas son:

Cultivos	Rinde histórico promedio (tn/ha)	% daño estimado	Precio (\$a/tn)
Maíz	1,8	60	3.050,-
Algodón	0,9	50	16.000,-
Alfalfa (heno)	10,8	70	2.000,-
Sorgo granífero	2,2	60	2.700,-
Zapallo	10,0	80	500,-
Girasol	0,8	70	7.900,-
Soja	2,0	70	7.000,=



### 2.2.2. Producción ganadera

Los montos estimados en la producción están dados para cada tipo de pasturas (natural o cultivada) / como el lucro cesante por el período de desaprovechamiento y el promedio histórico de ganancia de / peso diario (kilogramos vivo por hectárea) en ganado bovino.

En pasturas naturales la ganancia diaria es de /// 0,150 Kg/ha y el período desaprovechado es de 180 días. Mientras que en las praderas permanentes (alfalfa/melilotus) los valores son de 0,900 Kg/ha y de 240 días respectivamente.

El valor del kilo vivo es de \$a 16,20

### 2.2.3. Mortandad ganadera

Debido a las características de la ganadería en la Provincia no hay una percepción inmediata y/o certera en este aspecto. Por ello, los valores dados de mortandad para las distintas especies ganaderas corresponden a la proyección de los datos parciales brindados por la Dirección General de Agricultura y Ganadería.

Los precios por cabeza para el cálculo de los montos son:

Vacunos:	6.000,0	\$a/cbza
Ovinos:	800,0	" "
Caprinos:	400,0	" "



### I. 3. CUANTIFICACION DE LOS DAÑOS

De acuerdo al ordenamiento básico de los datos anteriormente expresados, la cuantificación de los montos resultantes de la evaluación de los daños ocurridos por la creciente 1983/84 en la cuenca del Río Salado y expresados en miles de pesos argentinos, es la siguiente:

#### 1. A la infraestructura y/o erario público

303.281,1

##### 1.1. En la infraestructura de servicios

##### 1.1.1. Vías de comunicación (Rutas)

-RP	43-(L.Tableros-Malbrán)	30.000,0
-RN	98 (Pinto-Bandera)	16.000,0
-RP	3 (El Fisco-El Bobadal)	1.325,0
-RP	153 (ElOso-Malbrán)	5.500,0
-RP	s/n° (Argentina-L.Tableros)	12.500,0
-RP	2 (El Arrenal-L. Manga)	2,317,0
-RP	21 (Añatuya-Melero)	8.000,0
-RP	4 (7 de Abril-N.Espe- ranza)	3.200,0
-RP	2 (Vinal Suni-V.Matoque)	4.200,0
-RP	3 (P. Betbedere-N. Espe- ranza)	4.300,0
-RP	s/n° (Melero-Rincón Espe- ranza)	38.000,0
-RP	2 (Bajo Grande-V.Matoque)	5.000,0





-RP s/n (Melero-Empalme RN 34)	2.500,0		
-RP 125 (S.Ramón-P.Betbedere)	2.500,0		
-RP s/n (V.Mercedes-Cpo.Gran- de)	3.500,0		
-RP 205 (L.Delicias-El Cambia do)	2.000,0.	140.842,0	

#### 1.1.2. Vías de comunicación (Puentes)

-KM 30-La Invernada (RP 5)	40.000,0		
-V.Figueroa-L.Cañada (RP 24)	60.000,0		
-7 Abril-N.Esperanza (RP 4)	40.000,0	140.000,0	

#### 1.1.3. Obras hidráulicas y energéticas

-Toma Canal de Dios	3.000,0		
-Toma Canal de la Patria	3.000,0	6.000,0	

#### 1.1.4. Edificios Públicos

-Esc. 1136 - La Paulina	594,7		
-Esc. 508 - 3 Lagunas	118,8		
-Esc. 515 - KM 433	8,4		
-Esc. 1094 - El Aspirante	163,4		
-Esc. 1150 - Las Viñas	594,7		
-Esc. 372 - La Carolina	119,0	2.049,0	<u>288.891,0</u>



## 1.2. Gastos de la emergencia

### 1.2.1. Asistencia a los damnificados

- Alimentos	Q. 482,9	
- Medicamentos	110,4	
- Materiales	840,4	1.433,7

### 1.2.2. Aviación Civil y Militar

- Vuelos	251,0	
- Gastos militares	62,8	313,8

### 1.2.3. Defensas c/equipos alquilados

- Canal Encauzador "Gini"	451,7	
- RP 5-La Invernada	545,8	
- RP 5-Bañados Río Salado	259,9	
- Suncho Corral - San Vicente	3.971,0	
- Villa Figueroa	60,8	
- Casares	140,0	
- Suncho Corral	677,0	
- Canal de la Patria	160,0	
- Bandera Bajada	118,0	
- Pinto, Malbrán y Argentina	2.093,4	8.377,6

### 1.2.4. Defensas c/equipos provinciales



- Casares	430,0	
- Pinto	605,0	
- San José - Pinto	700,0	
- Malbrán	120,0	
- Argentina	30,0	1.885,0
1.2.5. Combustibles y lubricantes		407,5
1.2.6. Repuestos		403,6
1.2.7. Sueldos personal afectado		620,0
1.2.8. Viáticos personal afectado	299,3	<u>13.704,5</u>
1.3. <u>Cargas fiscales no percibidas</u>		
1.3.1. Impuesto inmobiliario 1984	649,6	<u>649,6</u>
2. <u>A la propiedad y/o actividad privada</u>		<u>523.011,6</u>
2.1. <u>En las mejoras fijas</u>		
2.1.1. Viviendas		
- Rurales: 1.467 unidades	288.265,5	
- Urbanas: 356 "	105.020,0	393.285,5
2.1.2. Otras mejoras	5.899,3	<u>399.184,3</u>



## 2.2. De la producción agropecuaria

### 2.2.1. Producción agrícola

- Maíz	3.000 ha	9.882,0	
- Algodón	7.250 ha	52.200,0	
- Alfalfa	700 ha	10.584,0	
- Sorgo	1.990 ha	7.092,4	
- Zapallo	500 ha	2.000,0	
- Girasol	100 ha	442,4	
- Soja	150 ha	980,0	83.180,8

### 2.2.2. Producción ganadera

- Pasturas naturales	74.900 ha	32.761,3	
- Praderas permanentes	750 ha	2.624,4	35.385,7

### 2.2.3. Mortandad ganadera

- Vacunos	708 cbzas	4.248,0	
- Ovinos	715 "	572,0	
- Caprinos	1.102 "	440,8	5.260,8
			<u>123.827,3</u>

TOTAL DE DAÑOS (directos) = \$a 826.292.700,00



#### II.4. EVALUACION DE DAÑOS EN CRECIENTE DEL AÑO 1981

A los efectos de posteriores comparaciones se estableció en base a la revisión de antecedentes y en principales items de la actual ordenación de datos, la evaluación de los daños ocasionados por la creciente del Río Salado en el año 1981.

Del documento "Presentación de la Provincia ante el Ministerio // del Interior con la Evaluación (global y analítica) de los Daños por las Inundaciones ocurridas en el Año 1981" - Santiago del Estero - 29/Abril/1981 y del Informe Final - Relación General Area Río Salado" del Proyecto NOA Hídrico - Salta - Abril 1981, se determinaron los montos correspondientes a los diferentes items // excepto el relativo a "2.1. Daños en las mejoras fijas".

Cabe destacar que la consideración cuantitativa de los daños a esos bienes privados con motivo de inundaciones constituye una novedad (y adelanto) en la evaluación actual de 1984, ya que en anteriores se limitaban a una descripción cualitativa del problema.

Los valores expresados en pesos ley 18.188 fueron transformados a pesos argentinos y actualizados según índices, que más adelante / se detallan, suministrados por la Dirección Provincial de Investigaciones, Estadísticas y Censos:

Items 1.1. - 1.2. - 1.3.

Precios mayoristas no agropecuarios

Promedio 1981/Abril 1984 = 57.2730

Item 2.2.

Precios mayoristas agropecuarios

Promedio 1981/Abril 1984 = 70,0346



En relación al ítem 2.1., es un monto estimativo determinado en función de las localidades afectadas por la inundación de 1961. Todos los valores están expresados en miles de pesos argentinos.

1. <u>AFECTACION DE LA INFRAESTRUCTURA Y/O ERARIO PUBLICO</u>	<u>407.615,4</u>
1.1. Daños en la infraestructura de servicios	284.623,2
1.2. Gastos de la emergencia	83.914,8
1.3. Cargas fiscales no percibidas	39.077,4
2. <u>AFECTACION DE LA PROPIEDAD Y/O ACTIVIDAD PRIVADA</u>	<u>341.533,8</u>
2.1. Daños en las mejoras fijas	189.000,0
2.2. Afectación de la producción agropecuaria	152.533,8
<u>TOTAL DE DAÑOS</u>	<u>749.149,2</u>



## II.5. CRECIMIENTO O ESPERANZA MATEMATICA DE LOS DAÑOS

Los daños estimados para las inundaciones del ciclo 1983/84 ascienden a la suma de \$a 826.292.700,=, o sea 21,6 millones de dólares estadounidenses, según el cambio oficial de \$a 38,20 por dólar, vigente a fines del mes de Abril de 1984

Del total de daños considerado, se estima que el 12,7 % de los mismos ocurrieron en el tramo de la cuenca que va desde el límite con Salta hasta los Bañados de Figueroa, principalmente en la Subcuenca de los ríos Horcones y Urueña.

En la parte intermedia de la cuenca santiagueña del río Salado, comprendida entre el dique de Figueroa y la localidad de Suncho Corral inclusive, se han producido el 53,1 % de los daños estimados. Principalmente por la afectación de la infraestructura pública de servicios y gastos en defensas.

En el resto de la cuenca, hasta los límites con la Pcia. de Santa Fe, se estima en el 34,2 % de los daños totales siendo sus causas el desborde del bañado de Añatuya y del área de Tres Lagunas con el consiguiente perjuicio en las zonas de cultivo con riego o en secano. Es también significativa la afectación de las propiedades inmuebles públicas y privadas, pese a los gastos en defensas.

La magnitud de los daños por inundación en la cuenca del río Salado dependen de varios factores pero para su análisis se han seleccionado dos:

- Volumen Anual ( $\text{Hm}^3$ ) o sea el total anual escurrido



- Caudal Medio Máximo Mensual ( $m^3/seg.$ )

En el presente informe el tema está tratado en el Punto I.7/ Cálculos Estadísticos, en Hidrología por el equipo de Ingeniería. Pero cabe destacar aquí que ambos factores han sido calculados en dos estaciones de aforo (El Arenal y Suncho Corral) y que a los fines de la determinación del Crecimiento o Esperanza Matemática de los Daños se ha considerado el factor "Volumen Anual Escurrido ( $Hm^3$ ) en la estación de aforo de Suncho Corral" por estimar que es lo más representativo de lo ocurrido en toda la extensa cuenca santiagueña del río Salado.

La consideración del factor indicado se realizó mediante la estimación en base a la información existente, en  $190 Hm^3$  como el del Volumen Anual Escurrido y que representa el "umbral" tras el cual, mayores volúmenes resultan perjudiciales.

La Evaluación de Daños para el ciclo 1983/84, explicitada en capítulos anteriores, corresponde a un Volumen Anual Escurrido estimado en  $1.400 Hm^3$  y se ha calculado entre ambos valores (Gráfico N°13) una variación lineal de los montos cuya expresión matemática de // los daños (en millones de dólares) de un año cualquiera Y, siendo X el Volumen Anual Escurrido es:

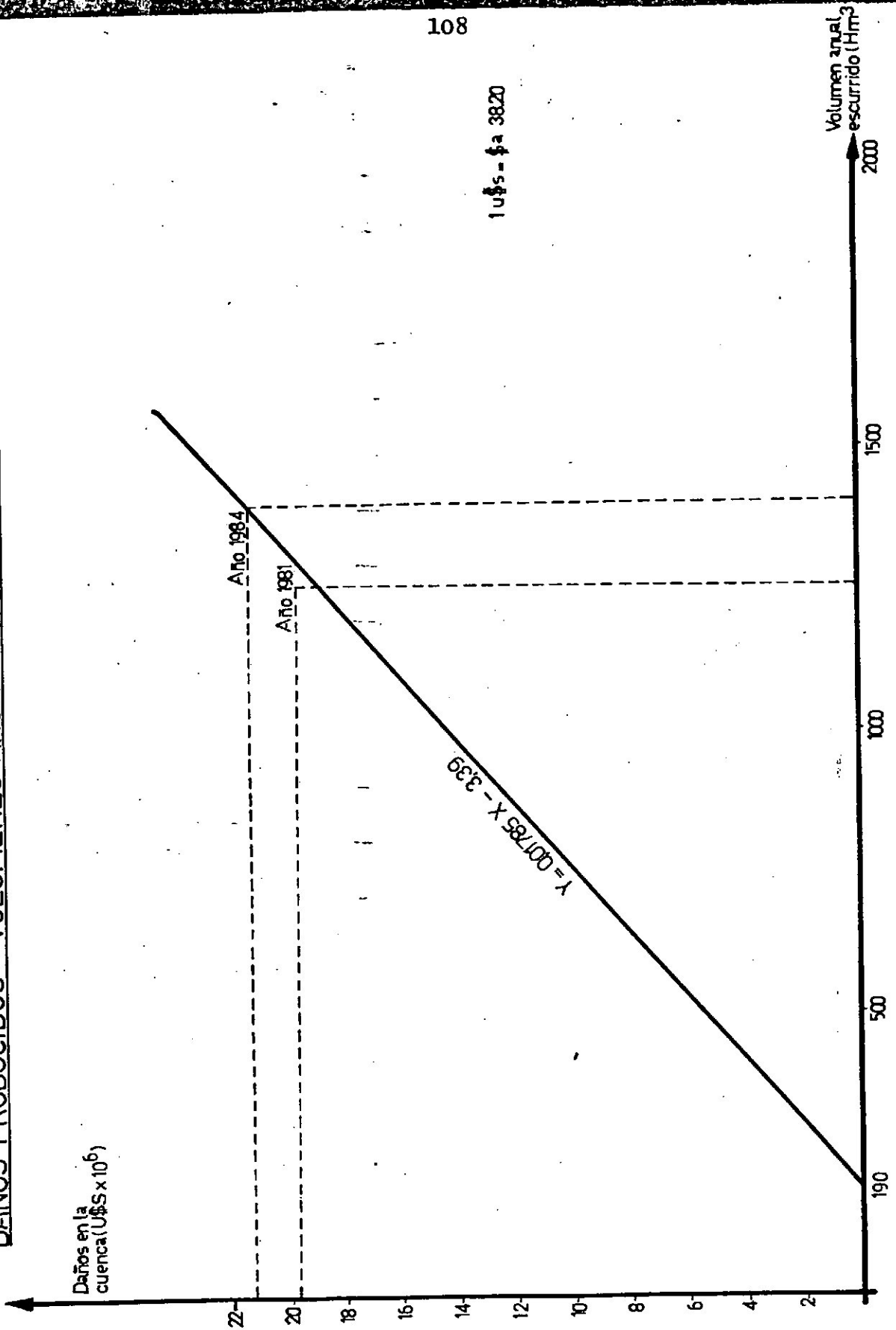
$$Y = 0,01785 \cdot X - 3,39$$

Al ser un análisis simplista de una situación compleja, los valores resultantes pueden no coincidir exactamente con la línea propuesta. Al considerar la situación ocurrida en el año 1981 (19,6 millones de dólares- $1.250 Hm^3$ ) se comprobó la validez de esta metodología.



CRECIMIENTO O ESPERANZA MATEMÁTICA  
DAÑOS PRODUCIDOS - VOLUMENES ANUALES ESCURRIDOS

GRAFICO Nº 10



## C A P I T U L O    I I I

C O N C L U S I O N E S   Y  
R E C O M E N D A C I O N E S

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La creciente del período 1983/84, globalmente analizada, fue la de mayor magnitud desde 1925 a la fecha, si bien fue ocasionalmente igualada en alguna de sus características.
- El derrame hacia un antiguo cauce en la provincia de Salta, y la atenuación parcial que produjo Cabra Corral al diferir la evacuación de aproximadamente 800 Hm<sup>3</sup> correspondientes a un pico de la cuenca alta, aliviaron en alguna medida a la cuenca santiagueña, que podría haber sufrido peores consecuencias si se superaban las defensas.
- El cambio en el régimen hídrico del río Juramento/Salado, introducido por la presa de Cabra Corral ha originado procesos erosivos que se manifiestan con intensidad en las áreas de bañados de Copo y Figueroa.
- El proceso erosivo ha provocado el désagüe del bañado de Copo, perdiéndose de tal manera el efecto atenuador que tenía sobre las ondas de crecida.
- Las abundantes lluvias en la cuenca alta, provocaron la gran crecida de este año, hecho que se vio favorecido por la saturación de los suelos consecuencia del ciclo hiperhúmedo iniciado en 1974, y la tala irracional de bosques en Salta para la habilitación de nuevas áreas agrícolas.
- Las obras hidráulicas -esencialmente Cabra Corral- contribuyen en cierta medida como atenuadoras de crecidas; no

obstante debe tenerse en cuenta que fue concebida principalmente para riego y generación hidroeléctrica. Este año, a pesar de disponer de una capacidad libre de más 1.000 Hm<sup>3</sup>, fue superado el nivel de vertedero provocando elevados picos de caudal aguas abajo, situación que probablemente puede volver a darse con mayor magnitud.

- No existen obras hidráulicas sobre el río Salado que puedan cumplir fines de atenuadoras de crecidas.
- En la cuenca baja santiagueña, que se caracteriza por ser una zona chata y deprimida, las inundaciones ocurren por superposición de dos efectos: el de las precipitaciones, en los meses de enero-febrero, y el de la onda de crecida del Salado, en abril.
- Las obras que se han realizado para el saneamiento del bañado del río Horcones, son potencialmente peligrosas porque han anulado el efecto atenuador del bañado y el río trae en algunas oportunidades caudales significativos, producto del ciclo hiperhúmedo comenzado en 1974.
- Por las mismas causas, que han provocado un cambio en el régimen hídrico del Horcones, se ha producido en él un proceso de erosión lineal y progresiva, profundizándose en forma notable algunos cauces y excavándose otros.
- La contaminación de las aguas del Salado aguas abajo de Jume Esquina, se origina en gran parte por el lavado de sales del sistema de los Saladillos de Huyamampa, provocado por las lluvias en la zona y los desbordes del río

Urueña a través del sistema La Overa-La Verde, favorecido ambos efectos por el presente ciclo hiperhúmedo.

- Las múltiples variables que se deben considerar para evaluar los efectos de atenuación de crecidas debido a las obras (y su capacidad de regulación) propuestas por el Convenio para la Sistematización de la Cuenca del Río Salado, impiden actualmente, medir adecuadamente los beneficios en este aspecto, hasta tanto se tome la decisión política de prioritar las obras.
- De acuerdo al análisis de los daños se ha determinado, que parte de la infraestructura pública y privada, por razones históricas, se encuentra en área inundables y/o anegables en rangos próximos al umbral de afectación, por estar localizadas en la zona de influencia del valle fluvial. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta este aspecto en futuros planes de desarrollo regional. Por ejemplo, en la cuenca considerada, las localidades de Suncho Corral y Añatuya se encuentran en gran parte establecidas en el valle de inundación del río Salado, consecuentemente las futuras urbanizaciones deberían ser dirigidas a planos más altos. Establecer defensas permanentes (costaneras, etc.), de la infraestructura existente potencialmente afectable por las inundaciones.
- Arbitrar los medios necesarios a fin de determinar fehacientemente los daños tangibles indirectos, que sin lugar a duda representan montos importantes en las futuras eva-

luaciones de las obras de regulación o de desarrollo. En la inundación considerada es de fácil percepción un daño de este tipo originado por la destrucción del puente en la localidad de KM 30 de la Ruta Provincial N° 5, que obligaba a un desvío del transporte de insumos y producciones, con mayores recorridos y por malos caminos hasta Suncho Corral, cuando no hasta la ciudad de Añatuya. Asimismo, los daños ocasionados por la degradación del ecosistema, como ser salinización de suelos, fenómenos erosivos, contaminación, etc.

- Entre las obras identificadas en el Plan General de Manejo del programa Sistematización de la Cuenca del río Juramento y/o Salado, las que pueden servir como atenuadoras en situación de grandes crecidas son:

Reservorio de Copo: la realización de esta obra permitiría reconstruir las condiciones originales del bañado, beneficiosas desde el punto de vista de la atenuación de crecidas.

Dique Figueroa: la reconstrucción y ampliación de este embalse permitiría contar con una capacidad receptora extra y tener dominancia (de nivel) para derivar excedentes perjudiciales a otros embalses.

Reservorio de Juan Cruz: es el único embalse dentro de la cuenca (en sus 4 alternativas) que podría -por su capacidad- funcionar específicamente como atenuador de grandes crecientes.

- Cierres hidroviales: son terraplenes viales que a su vez cumplen la función de contener derrames estacionales del río Salado por su llanura de inundación, protegiendo a las localidades de Pinto y Malbrán y su zona de influencia.
- Como consecuencia de los estudios específicos realizados para el control de inundaciones, se identificó un posible reservorio natural (Lagunas Saladas, Dpto. Ibarra) que podría funcionar como atenuador dada su enorme capacidad receptora, estimada en 2.000 Hm<sup>3</sup>.
  - Para llegar a tener un conocimiento más detallado del río que contribuya en un futuro a optimizar el uso del recurso, es conveniente aumentar la densidad de la red de estaciones de aforo, implementando -aparte de los ya existentes- estaciones en el límite interprovincial con Salta, aguas abajo del bañado de Añatuya, y en el límite interprovincial con Santa Fe.
  - Dado que los ríos Horcones y Urueña son los únicos aportes que tiene la región noroeste de la provincia, caracterizada por su aridez, se considera de suma importancia el conocimiento de los parámetros hidrológicos de la cuenca, a fin de poder establecer un sistema de aprovechamiento de la misma y poder conocer a su vez los caudales derramados al Salado.

## B I B L I O G R A F I A



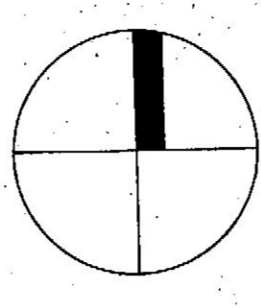
## BIBLIOGRAFIA

- \* Caracterización de los escurrimientos del Río Juramento en El Tunal, Ing. César Litwin - Consejo Federal de Inversiones /// 1983.
- \* Simulación de Movimientos de Embalses de Cabra Corral y El Tunal, Ing. Carlos Serafini, Consejo Federal de Inversiones /// 1982.
- \* Sistematización de la Cuenca del Río Juramento y/o Salado, // Convenio Bajos Submeridionales, Santiago del Estero. 1983.
- \* Introducción al Estudio y Conocimiento Hidrológico del Río Salado en su tramo inferior santiagueño, Convenio Bajos Submeridionales, Santiago del Estero. 1982.
- \* "Tratado de Hidrología Aplicada", G:Remenieras. 1974.
- \* "Diseño de Presas Pequeñas", Bureau of Reclamation. 1981
- \* Datos suministrados por Agua y Energía, Administración Pcial. de Recursos Hídricos (Santiago del Estero), y Administración General de Aguas de Salta.
- \* Proyecto NOA-Hídrico-Desarrollo de los Recursos Hídricos del Noroeste-Area La Fragua-Nueva Esperanza, Pcia. de Santiago / del Estero.
- \* Anuarios del Comité de Cuencas Horcones-Urueña 1980/81
- \* Principes et Méthodes de la Géomorphologie - Jean Tricart Masson et. Cie, editeurs (1965).

- \* Climatología General y Agrícola de la Pcia. de Santiago del Estero - Eduardo Torres Bruchman U.N.T. 1981
- \* Estudio Preliminar para el Aprovechamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Pasaje-Juramento-Salado. Tomo I C.F.I. 1977.
- \* Datos Pluviométricos. Dpto. de Estudios Hidrometeorológicos / A.P.R.H.
- \* Temperaturas Medias Mensuales. I.N.T.A.
- \* Proyecto NOA Hídrico-Desarrollo de los Recursos Hídricos del Noroeste. Determinación de parámetros meteorológicos y balance Hídrico. Area Río Salado-Pcia. de Santiago del Estero. Octubre 1980.
- \* Primera Evaluación Parcial (al 24/4/84) de Daños y Gastos Extraordinarios con motivo de las Inundaciones ocurridas en la Pcia., en el período 1983/84-Comisión de Emergencia, Santiago del Estero-Abril de 1984.
- \* Presentación de la Pcia. ante el Ministerio del Interior con la Evaluación (global y analítica) de los Daños por las Inundaciones ocurridas en el año 1981-Secretaría de Gobierno, Sgo. del Estero. Abril de 1981.
- \* Informe Final. Relación General Area Río Salado - Proyecto // NOA Hídrico, Salta-Abril de 1981.
- \* Diagnóstico Socioeconómico-Tasación de Tierras y Mejoras en el Cuenco del futuro dique "El Sauzal". Ings. Luis Fernandez y // Guillermo Sempronif. Corporación del Río Dulce-Sgo. del Estero

Octubre de 1981

- \* Regulación del Río Dulce en el Cuenco "El Sauzal". Informe de Prefactibilidad-Evaluación Económica (Vol.4)-Conv. Agua y E-nergía-Programa para el Estudio Integral del Río Dulce (PERD) Santiago del Estero. Junio 1982.
  
- \* Comunicaciones personales de la Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Bosques de la Pcia. (Secretaría Técnica) con datos ampliatorios de daños en tales items-Santiago del Estero. Mayo/Junio de 1984.



**REFERENCIAS**

- RÍA
- FERROCARRIL
- LIMITE INTERPROVINCIAL
- CANAL
- DIQUE
- ÁREA INUNDADA

Superficie aproximada afectada por la inundación: 848.366 Ha

**CONVENIO BAJOS SUBMERIDIONALES**

C.P.I. - P.C.I.A. DE SGO. DEL ESTERO

**CARTA DE ÁREAS AFECTADAS POR LA INUNDACION 1983-84**

Fecha	Plano	Escala
		1:500.000



**REFERENCIAS**

- Ruta nacional y provincial
- Canal
- Camino
- Población
- Cauce activo
- Cauce inactivo
- Área de derrame
- Escorrentía verificada
- Escorrentía probable
- Área de inundación
- Área de inundación probable
- Nivel de inundación antes de su captura por el Salado
- Nivel intermedio antes de su captura por la Zanja
- Nivel máximo Bañado de Copo
- Cauce capturado del Río Salado

Bañado de Copo

CONVENIO BAJOS SUBMERIDIONALES  
SISTEMATIZACIÓN CUENCA RIO  
JURAMENTO Y/O SALADO

C.F.I. - P.C.I.A. DE SGO. DEL ESTERO

CARTA DE DERRAMES DEL RIO SALADO  
Sector N-E de la cuenca  
Inundación 1983-84

Fecha:	Plano	Escala
	nº 1	1:250.000

GRAFICO Nº 4

Caudal  
m<sup>3</sup>/s

Hidrogramas Enero - Mayo 1984

- El Tunal
- - - El Arenal
- ..... Suncho Corral

