

CONCLUSIONES DE LAS TAREAS Y ESTUDIOS  
REALIZADOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA  
EN LA ZONA DE BAJOS SUBMERIDIONALES  
Y RECOMENDACIONES PARA SU MANEJO

- Septiembre 1983 -

UTO - SANTA FE

CONCLUSIONES DE LAS TAREAS Y ESTUDIOS REALIZADOS  
PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA EN  
LA ZONA DE BAJOS SUBMERIDIONALES  
Y RECOMENDACIONES PARA SU MANEJO

por

Ing° Qca. Lila O. BOVERO de BIELSA

Ing° Rec. Híd. Ricardo A. FRATTI

- Septiembre 1983 -

## INDICE

### 1. ANTECEDENTES.

### 2. CALIDAD DEL AGUA EN EL SISTEMA NATURAL.

#### 2.1. Aguas superficiales.

2.1.1. Aguas de escurrimiento superficial.

2.1.2. Cuerpos de agua superficiales permanentes.

2.1.3. Escurrimientos de salida.

#### 2.2. Aguas Subterráneas.

2.2.1. Area Agrícola Chaqueña y Area del Noroeste Santaferino.

2.2.2. Area de Bajos Submeridionales propiamente dichos.

2.2.3. Area Oriental.

### 3. REVISION DEL PRONOSTICO DE CALIDAD DE AGUA EN LOS EMBALSES.

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### BIBLIOGRAFIA.

## 1. ANTECEDENTES.

El agua como medio natural, es siempre una solución más o menos concentrada de distintas sustancias y elementos químicos contenidos en los medios geológicos con los que se pone en contacto. La cantidad y propiedades de esas especies disueltas o en suspensión, son / las que determinarán la calidad del agua y su aptitud para distin-/ tos usos, como así también de la influencia que ella podrá tener so- bre otros ambientes en su continuo movimiento.

Los parámetros que gobiernan el balance hidrológico en un siste- ma de llanura son fuertemente determinantes de la composición quími- ca del agua de tal modo que es válido esperar cambios en ésta, cuando se introducen modificaciones en la ecuación hidrológica a través de obras o técnicas de manejo del agua en ese ambiente.

El área de Bajos Submeridionales tiene serias limitaciones de / explotación por problemas de disponibilidad y calidad de agua, en / la alternancia de ciclos húmedos y secos. En los húmedos, las preci- pitaciones se concentran en cortos lapsos (2 a 3 meses) provocando/ los conocidos inconvenientes de las inundaciones. En los períodos / secos, es en los que más queda evidenciada la precaria calidad del/ agua en general, ya que al descender la capa freática aumenta la sa- linidad de la misma a valores que la tornan inapropiada para su uso. Por estas razones es que se hace fundamental pronosticar las posi-/ bles alteraciones que puedan introducir al sistema el plan de obras propuesto, predecirlas en forma cuali y cuantitativa para minimizar los efectos perjudiciales y tratar de aprovechar los cambios positi- vos, aconsejando consecuentemente un adecuado manejo de dichas o-// bras. Todo esto surge como conclusión de los trabajos iniciados a /

principios de 1981 referentes a calidad de agua, los que ya dieron lugar a dos informes: "Determinación del comportamiento del sistema natural y modificado con obras, en temas referentes a calidad de agua", Diciembre de 1981; y "Estudio de las condiciones químicas del agua superficial y freática existente en áreas de embalses para estimar la calidad del agua con que operarán las obras propuestas", / Febrero de 1983. Se trata en este trabajo de hacer un análisis integral y final con toda la información recopilada (la que figura en / dichos informes y en los archivos del Consejo Federal de Inversiones, Convenio Bajos Submeridionales) y la experiencia acumulada.

## 2. CALIDAD DEL AGUA EN EL SISTEMA NATURAL.

### 2.1. Aguas superficiales.

Tendremos en cuenta las aguas de escurrimiento superficial durante los períodos de inundaciones y los cuerpos de agua permanentes que se ubican en las zonas más deprimidas.

#### 2.1.1. Aguas de escurrimiento superficial:

A pesar de la dificultad que presenta delimitar el área total de aportes, como sucede en los sistemas de llanura, se / pueden destacar aportes importantes de agua en períodos de excesos de lluvias provenientes de Chaco y Santiago del Estero, hacia la zona de Bajos propiamente dichos ubicados en territorio santafesino. Como estos aportes no se canalizan en cursos definidos, sino que se desplazan a lo sumo con orientaciones más o menos marcadas por bajos y cañadas hacia las zonas más deprimidas y en amplios frentes, la tarea de monitoreo, tanto para la / medición de caudales como para el análisis químico correspon- / diente a cada estado, se hace dificultosa. Fue necesario adop- / tar secciones de control y muestreo, en lo posible coinciden- / tes con las de aforo y establecidas en base a los estudios hi- / drológicos previos. En la medida que las condiciones de acceso lo permitieron, se tomaron muestras en varios puntos de cada / sección, debido a la longitud de las mismas y aunque en este / informe se den resultados globales en todos los casos se trata de promedios o síntesis de varias observaciones.

El estudio más sistemático y que sirve de base a este / informe es el llevado a cabo durante la inundación de 1981. Se tomaron y analizaron más de 100 muestras con las simultáneas / mediciones de caudales y de alturas.

Se establecieron 14 secciones de control. Por sus características y orientaciones podemos agruparlas, para este análisis en dos grandes frentes de aportes superficiales:

- a) Cañada Los Saladillos y Bajos de Chorotis los que se juntan para formar la Cañada Las Víboras cuya sección de control se estableció sobre la ruta provincial N° 13, pero que no pudo ser muestreada con la misma frecuencia, por problemas de acceso.

Los resultados obtenidos y detallados en el informe mencionado, se sintetizan en gráficos columnares que destacan la composición iónica caracterizada por los cationes principales: sodio // (Na), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) y los aniones: // cloruro (Cl), sulfato (SO<sub>4</sub>), carbonato (CO<sub>3</sub>) y bicarbonato //// (CO<sub>3</sub>H). La altura de la columna resulta proporcional a la salinidad total y el número que figura en el extremo de las dos barras correspondientes a una muestra, es el valor de la conductancia / específica expresada en micromhos/cm. medida directamente proporcional a dicha salinidad.

Los valores que van desde 2.300 a 2.850  $\mu\text{mho/cm}$  para Saladillos (Figura 1, diag. A) y de 1.480 a 2.750  $\mu\text{mho/cm}$ . en Bajos de Chorotis para valores de caudales superiores a 5 m<sup>3</sup>/seg. (Figura 1, diag. B), revelan que estas aguas tienen ya al ingresar a la zona considerada, una marcada salinidad, desusadamente elevada / para aguas de lluvia en escorrentía superficial. Esto significa / que aguas arriba han encontrado terrenos o formaciones fuertemente salinizados en superficie con predominio de sales fácilmente / solubles, como lo demuestran los altos contenidos de cloruros y / sulfatos principalmente de sodio, obteniéndose una relación iónica alterada con respecto a la característica de las aguas de llu

via ricas en dióxido de carbono y bicarbonatos. El aumento de concentración al disminuir los caudales, registrados en el muestreo alcanzando 4.150  $\mu\text{mho/cm}$ . para Saladillos con 1  $\text{m}^3/\text{seg}$ . y 4.340  $\mu\text{mho/cm}$ . para Chorotis con 5  $\text{m}^3/\text{seg}$ . se deben a efectos de mayor evaporación y también al mayor tiempo de contacto que posibilita un mejor ataque y solubilización de los materiales de los suelos. Hay que tener en cuenta que estos suelos clasificados como salinos y/o salino-sódicos, han arrojado valores de hasta 66 milimhos/cm. para el extracto de saturación, con 1.200 me/l. de sodio (Delssin, 1983). Además el nivel freático se encuentra a tan pocos centímetros de la superficie que no deben descartarse ascensos de sales por difusión a través de la humedad del suelo, sobre todo que el gradiente es muy importante (agua freática con conductividades del orden de los 30.000  $\text{mho/cm}$ . y aún superiores).

Estos procesos en la zona, que marcaremos repetidas veces, deben ser la causa de que los valores hallados en las pocas muestras tomadas en Cañada Las Víboras: 4.200  $\mu\text{mho/cm}$ . sobre la ruta provincial N° 13, sean tan elevados (Figura 1, diag.C).

A pesar que destaquemos como fuertemente salinizadas las aguas de estos aportes, lo son desde el punto de vista hidrogeológico, es decir por ser aguas superficiales provenientes de lluvias pero se mantienen en valores que las califican como aptas para consumo de ganado, aún en los estados de bajos caudales como los registrados, y comparativamente mucho mejores que otras disponibles en la zona.



b) Aportes del Area Chaqueña: Consideramos aquí los estudiados en las secciones de control: Area Agrícola Chaqueña, Estero Cocherek, Cañada La Rica, Estero El Sabalo, Arroyo Nogués, Cañada La Muñeca y arroyo Los Amores.

Una buena parte de estos aportes serán canalizados y / dirigidos fuera de la zona de los embalses proyectados, a / través de la denominada Línea Paraná.

El estudio hidroquímico de todos ellos revelan una mar cada diferencia con los aportes considerados en (a) lo que se evidencia claramente en los gráficos de barras. Se trata de aguas de lluvia poco mineralizadas por contacto con / el suelo, el que al presentar distinto grado de cubierta / vegetal y manejo agrícola puede aportar sales en distinto / grado pero sin llegar a sobrepasar la conductividad de 500 micromhos/cm. y con una distribución iónica más equilibrada en la que los bicarbonatos son tan o más importantes // que los cloruros y entre los cationes calcio llega a ser / superior a sodio. En algunas de estas corrientes se nota la presencia de hierro que puede solubilizarse por el dióxido de carbono disuelto y por la materia orgánica incorporada / en el escurrimiento por los suelos vegetados.

Estas aguas se pueden calificar como aptas para usos a gropecuarios y para consumo humano, en principio, faltando controlar otros factores de potabilidad que escapan a este estudio (Figura 1, diag. D, E y F).

### 2.1.2. Cuerpos de agua superficiales permanentes:

Las lagunas permanentes que se encuentran principalmente en el área del embalse Martín García, ocupan un escaso porcentaje en superficie, no así en el caso del embalse La Loca, / donde el cuerpo permanente de la laguna de 3.600 ha. (para un / estado medio) tiene mayor significación en relación a la super / ficie total a inundar. Esta y otras razones ya destacadas en / nuestro análisis de aguas superficiales nos hacen considerar- / los por separado.

a) Lagunas del área del embalse Martín García: Entre las lagu- / nas de esta zona, fueron muestreadas con cierta sistemati- / zación las siguientes: El Carpincho, Las Chufas, La Pantano- / sa, La Tigra, Las Juntas y La Salada.

Con alturas normales de agua, presentan las salinidades / más elevadas de las medidas en aguas superficiales de la zo- / na, con conductividades que van desde: 5.390 micromhos/cm. / en Las Juntas hasta 13.800 micromho/cm. en La Salada.

La evolución de la composición química para los distin- / tos estados hidrológicos, pudo registrarse en algunos / casos por ejemplo Laguna La Tigra, revelándose procesos fun- / damentalmente de diluciones y concentraciones con manteni- / miento de las relaciones iónicas características de aguas / típicas cloruradas-sódicas. En algunos casos como el regis- / trado en La Pantanosa, en estado normal con 7.700 micro- / mhos/cm. llega a 15.250 micromhos/cm. para baja altura de a- / gua, representa un 100 % de aumento. En otros como Las Jun- / tas un 60 % (de 5.400 a 8.500 micromhos/cm.).

En la representación gráfica de aguas superficiales, se toma un análisis de La Tigra (Figura 1, diag. G) y puede // destacarse perfectamente que se trata de las aguas más salinizadas de la zona, con predominio de cloruros y de sodio, / tipo aguas marinas.

Aún así y a pesar de esta precaria calidad algunas son / aptas para ganado acostumbrado al rigor de la región, resul / tando limitativo el contenido de sulfato sólo para estados / de muy bajo nivel de agua, en los que no debe descartarse // la influencia del agua subterránea ya que los lechos de las lagunas están excavados hasta debajo del nivel freático.

El agua que encharca los alrededores de las lagunas y o / tras depresiones presenta similar evolución y por supuesto / varía más rápido y notablemente la concentración al dismi / nuir superficie y volumen hasta desaparecer dejando un depó / sito salino en superficie generalmente de "salitres" blanco y negro (cloruro y humatos de sodio y sulfato de sodio).

- b) Zona del embalse La Loca: Este importante cuerpo de agua, / en comparación a los otros de la zona, fue estudiado hidro / químicamente a través de un período de evolución que va // desde Abril de 1981 a Enero de 1983 teniendo datos desde la altura de 1,40 m. que significa una superficie de alrededor de 14.000 Has. hasta 0,45 m. ocupando su superficie normal / de aproximadamente 3.500 Has.

De dicho estudio se puede destacar:

- \* La variación de concentración responde a la ley general / de ser una función inversa del caudal o la cantidad. Las /

aparentes anomalías de algunos muestreos se deberían a/ que según la ubicación geográfica y la intensidad de // las precipitaciones, la laguna recibe aportes simultá-/ neamente desde la Cañada Los Leones al Norte y al Oeste de la zona de Bajos.

La proporción aportada por cada uno de éstos se verá re flejada en la variación de la concentración.

\* La composición iónica característica para los estados / de crecida es bicarbonatada, clorurada-sódica. Al produ- cirse la bajante, los cloruros empiezan a superar a los bicarbonatos, evolución geoquímica lógica.

Hemos detectado hierro y manganeso en algunas muestras, los que explicarían, junto a la materia orgánica degra-  
\* dada, el fuerte color de estas aguas en determinadas é pocas.

\* Durante toda su evolución el agua se mantiene con apti- tud buena para ganado y en principio de calidad acepta- ble para consumo humano (deberían completarse los análi- sis con controles de potabilidad) (Figura 1, diagrama H):

### 2.1.3. Escurrimientos de salida.

Se consideró muy importante conocer la calidad natural del agua de escurrimiento superficial a la salida de la zona, por que es aquí precisamente donde se podrán notar los cambios que hubie- ran podido producirse. Detectados éstos podrán surgir los crite-/ rios de manejo de esos egresos, para mantener las características químicas del agua dentro de los entornos prefijados de uso, agro- pecuario fundamentalmente.

Con ese objetivo se establecieron las siguientes secciones/  
de control y muestreo:

a) Arrojo Golondrinas: Es prácticamente la vía de salida de todos/  
los volúmenes de la zona hacia el Sistema Golondrina-Calchaquí/  
y podría considerarse como punto de cierre del sistema de obras  
y lugar ideal para conocer las condiciones de calidad de los e-  
gresos manejados por las mismas.

Se tomaron muestras en dos puntos cerca de: Fortín Olmos so-  
bre la Ruta Provincial N° 42, y Paraje El Bonete sobre la Ruta/  
Nacional N° 98. La similitud de los valores hallados en los pri-  
meros muestreos determinó que el estudio se centrara en Fortín/  
Olmos.

El estudio abarca de Marzo a Junio de 1981 con caudales que/  
van desde 9 a 305 m<sup>3</sup>/seg. respectivamente.

Con ciertas fluctuaciones, no muy significativas y explica-  
bles por precipitaciones locales, en general se nota una tenden-  
cia a aumentos de concentración con los aumentos de caudales.

Consideramos que esta aparente anormalidad se debería a la/  
diferente participación, según los casos, por un lado de los vo-  
lúmenes que vuelca la laguna La Loca, con las características /  
químicas ya descritas y por el otro, de los excesos de la zona  
de La Tigra hacia abajo, con las características de composición,  
también ya mencionadas, tan distintas y de tan elevada salini-  
dad. Un muestreo más frecuente, en tiempo y espacio, es posible/  
que revele en qué medida esa mezcla es responsable de la aparen-  
te incongruencia a la función  $C = f(Q)$ , inversa, observada en /  
esta sección del Golondrina.

Las concentraciones registradas van desde 2.150 a 2.900 / micromhos/cm. y la composición iónica es clorurada-sódica, // con valores fluctuantes de bicarbonatos y sulfatos como segun do anión, dentro de órdenes de magnitud muy semejantes.

- b) Sección Cañada Ombú: Se han medido importantes volúmenes de salida del área a través de esta extensa sección.

Se trata de aguas de baja salinidad, alrededor de 500 /// micromhos/cm. que revelan, sin embargo, un ligero aumento con respecto al principal aporte a través de la Ruta Provincial / N° 30 que sabemos no sobrepasa los 400 micromhos/cm., con un lógico incremento de cloruros, sobre bicarbonatos, evidencia de los procesos de lavado de suelos ligeramente salinizados.

- c) Sección Arroyo Malabrigo: Será colector del canal de desa-// gue de La Loca para las máximas alturas del embalse.

Los análisis químicos revelan un agua de baja salinidad / (513 micromhos/cm.) del mismo orden de los observados para // La Loca en su máxima altura, lo que autorizaría a sostener // que cuando se produzca el funcionamiento del canal no habrá / deterioro para el Arroyo en cuanto a los usos actuales.

## 2.2. Aguas Subterráneas.

Se hará referencia solamente a la capa freática, que es la única con posibilidades de aprovechamiento en el área, según /

lo documentan los antecedentes consultados (Convenio Bajos Submeridionales, 1979) y los estudios últimamente realizados.

### 2.2.1. Area Agrícola Chaqueña y Area del Noroeste Santafesino:

La capa freática de estas áreas presenta en general buenas condiciones de aptitud según los valores obtenidos en los análisis químicos realizados, con variaciones locales y una fuerte estratificación de calidades. (Plano N° 1).

En el área santafesina los análisis con conductividades inferiores a 2.000 micromhos/cm. muestran en general una tendencia al predominio de los sulfatos sobre bicarbonatos y cloruros y de sodio sobre calcio y magnesio (Figura 2, diagrama A). Avanzando hacia el Este presentan en general un aumento de conductividad y predominio de cloruros sobre sulfatos y bicarbonatos manteniéndose fuertemente sódicas, relaciones que se definen netamente en el límite con el área de Bajos Submeridionales propiamente dichos.

En el área chaqueña no se define una tendencia general para los pozos de conductividad inferior a 2.000 micromhos/cm., alternándose el mayor contenido de bicarbonatos con cloruros sobre sulfatos. Si existe una mejor definición catiónica, en favor del sodio (Figura 2, diagrama B). Para conductividades mayores a 3.000 micromhos/cm. los cloruros pasan a predominar levemente sobre sulfatos, manteniéndose el mayor contenido de sodio.

Es importante remarcar la interdependencia entre la capa freática y las precipitaciones, que porporcionan una recarga de tipo local, debido a que los procesos dominantes son ver

tales, por la baja permeabilidad y pendiente de la zona. De esta manera en los periodos normales y húmedos no se presentan mayores inconvenientes para la explotación de los pozos, aunque nunca deben descuidarse las condiciones de extracción por la posibilidad de salinización por depresión brusca del nivel freático. Estas condiciones se hacen críticas en los periodos de escasas precipitaciones, pues al descender el nivel freático se incrementa rápidamente su tenor salino, debido a la estratificación de calidades existentes.

Para mejorar la cantidad y calidad de la capa, se realizan en la zona experiencias de recarga artificial, con represas de escasa profundidad y fondo permeable con resultados interesantes.

#### 2.2.2. Area de Bajos Submeridionales propiamente dichos:

En esta zona la capa freática se encuentra cercana a la superficie e incluso aflora durante la temporada de lluvias y excesos. Presenta un contenido salino muy elevado que aumenta en dirección al Este, hacia la zona más deprimida. (Plano N° 1).

La parte circundante del área presenta salinidades entre 4.500 y 8.000 micromhos/cm. con características clorosulfatadas sódicas (Figura 2, diagrama C). Hacia la zona más baja, // las conductividades aumentan rápidamente hasta 15.000 micromhos/cm. con leve diferencia de sulfatos sobre cloruros permaneciendo fuertemente sódicas. En la depresión central, la freática se define típicamente clorurada sódica con conductividades hasta 60.000 micromhos/cm. (Figura 2, diagrama D y E).



Su explotación está restringida, limitándose a la parte perimetral del área haciéndose muy necesaria la recarga mediante represas para uso ganadero. En las zonas centrales más bajas del área, la freática es inapropiada para el uso, a excepción/ de áreas muy pequeñas en las que se puede utilizar para ganado aclimatado, aunque solamente en épocas que se pueda realizar / recarga mediante represas de fondo permeable y teniendo especial cuidado de no sobreexplotar el pozo.

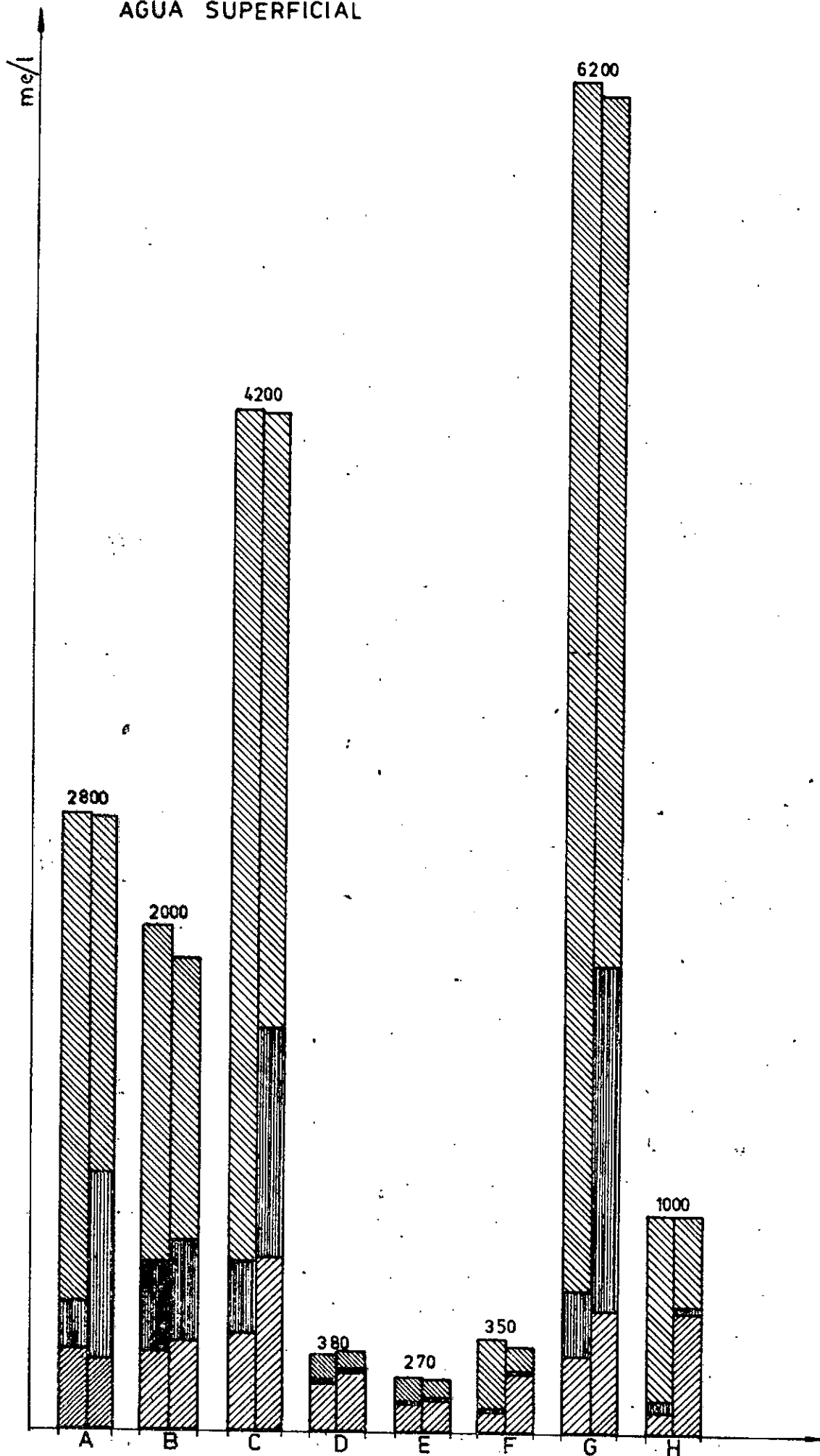
### 2.2.3. Area Oriental:

Comprende la zona Este de Chaco atravesada por el Estero Cocherek, Estero Sábalo y Cañada La Rica y la zona de Lagunas encadenadas y Cañada Ombú en Santa Fe. (Plano N° 1).

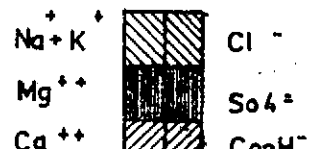
La capa freática presenta buena aptitud con características químicas en concordancia al agua superficial que diferencian esta zona del resto del área deprimida. Las conductividades oscilan entre 500 y 1.800 micromhos/cm. Los bicarbonatos / son relativamente predominantes y en algunos análisis el contenido de calcio iguala al de sodio. En general la freática presenta elevados valores de color con índices importantes de materia orgánica en degradación (Figura 2, diagrama F).

Su uso es fundamentalmente ganadero y su aptitud disminuye hacia el Oeste en forma transicional.

AGUA SUPERFICIAL

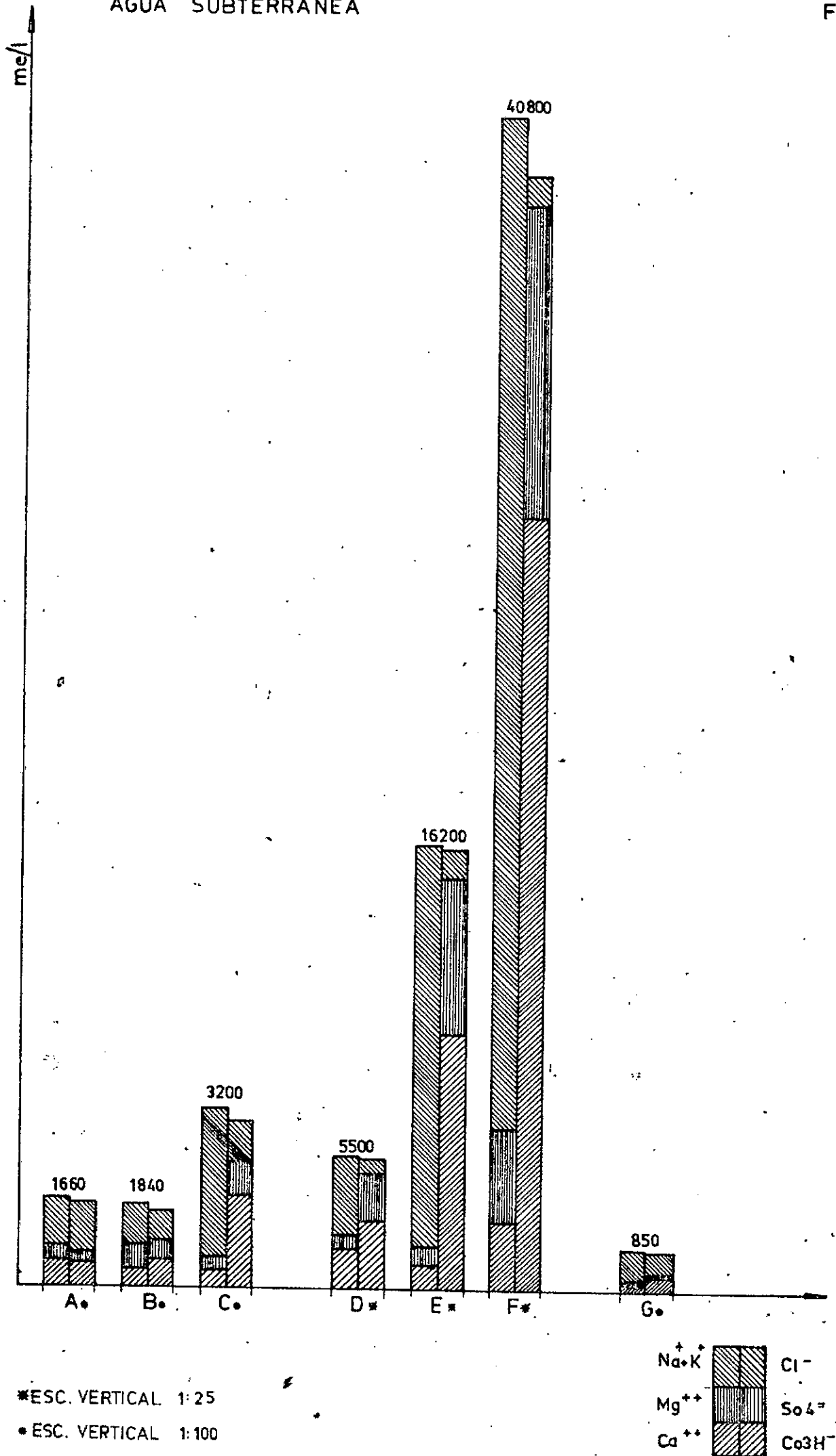


ESC. VERTICAL 1:25

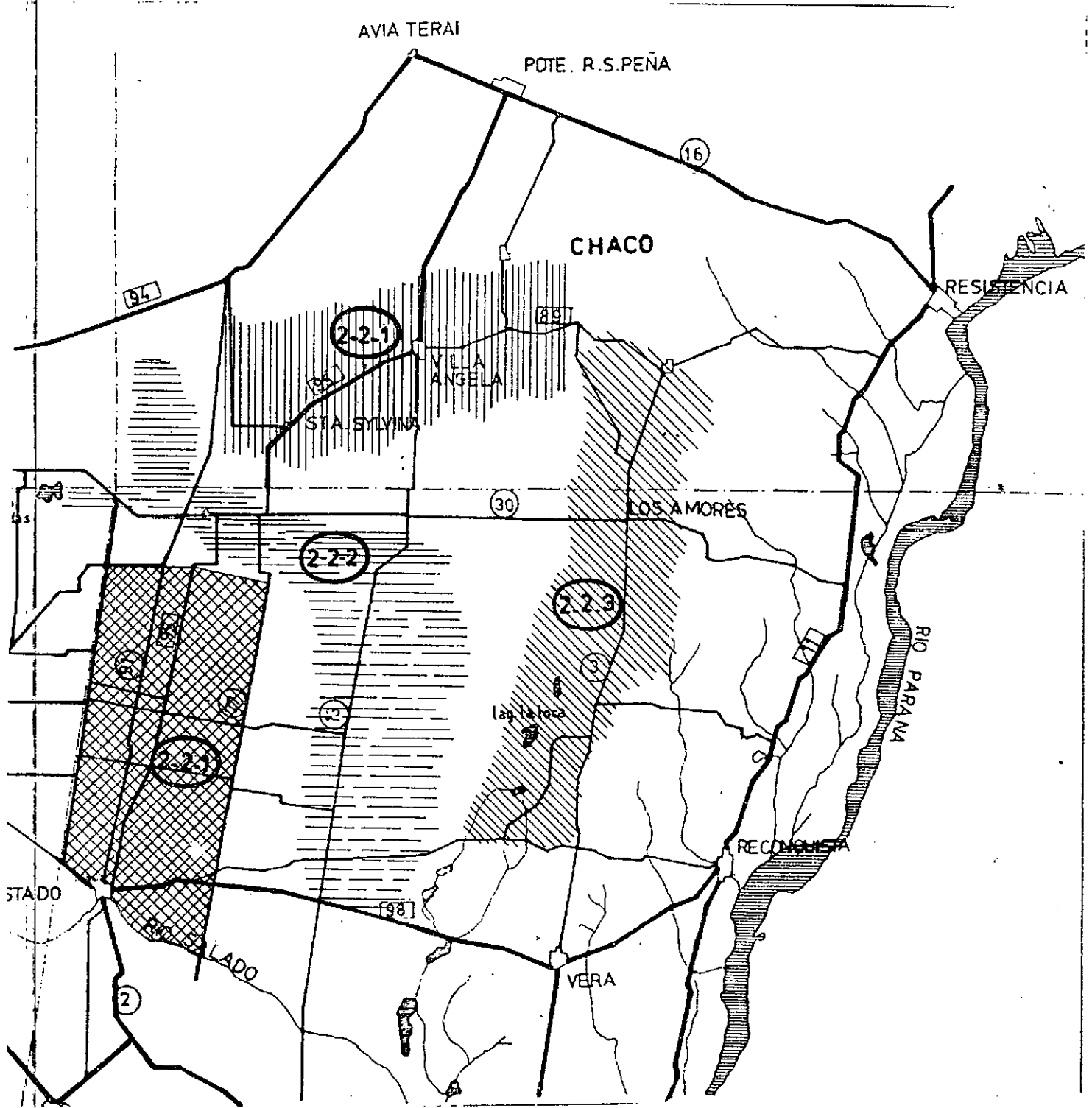


AGUA SUBTERRANEA

FIG. 2



CLASIFICACION DE AGUAS SUBTERRANEAS SEGUN SU CALIDAD



### 3. REVISION DEL PRONOSTICO DE CALIDAD DE AGUA EN LOS EMBALSES.

Con el mismo objetivo del informe anterior, se realiza una // nueva aproximación de resultados con el mejoramiento logrado en / la información topográfica de los vasos de los embalses.

Sobre la ecuación propuesta por Guariso G. et.al (1980), y / manteniendo las condiciones de borde enunciadas se aplica el modelo de simulación de balance de sales con la siguiente ecuación general:

$$C_{i+1} = \frac{V_i C_i + A_{i+1} C_{i+1} - D_{i+1} C_i}{V_{i+1}}$$

$C_{i+1}$  = concentración para el volumen de escurrimiento.

Los resultados que se adjuntan en las planillas 1, 2, 3 y 4 / permanecen dentro del entorno de calidad de la primera aproxima- / ción realizada, notándose diferencias lógicas por la corrección efectuada a los valores de superficie.

PRONOSTICO DE CONCENTRACIONES

Embalse Venados Grandes

Superficie: 17.000 Has.

Volumen: 150 Hm<sup>3</sup>

Módulo 14.

Mes	Precip. (mm)	Evaporac. (mm)	P - Ev (mm)
Marzo	186	129	57
Abril	121	103	18
Mayo	86	106	- 20
Junio	12	46	- 34
Julio	0	64	- 64
Agosto	8	85	- 77
Septiembre	12	116	- 104
Octubre	42	152	- 110
Noviembre	98	133	- 35

Mes	P - EV (Hm <sup>3</sup> )	D Volumen salida (Hm <sup>3</sup> )	A Volumen entrada (Hm <sup>3</sup> )	c Concentrac. Vol. entrada (Kg/Hm <sup>3</sup> )	V Volumen final (Hm <sup>3</sup> )	C Concentrac. Vol. final (Kg/Hm <sup>3</sup> )
Feb					150,0	1.400
Mar	9,7				150,0	1.309
Abr	3,1				150,0	1.282
May	- 3,4		3,4	1.400	150,0	1.314
Jun	- 5,8		5,8	1.900	150,0	1.387
Jul	- 10,9		10,9	3.000	150,0	1.605
Ago	- 13,1		--	--	136,9	1.758
Set	- 16,6		--	--	120,3	2.000
Oct	- 16,5		--	--	103,8	2.318
Nov	- 4,8		--	--	99,0	2.430
Dic			--	--		

PRONOSTICO DE CONCENTRACIONES

Embalse Gato Colorado

Superficie: 10.000 Has.

Volumen: 48 Hm<sup>3</sup>

Módulo 16

Mes	Precip. (mm)	Evaporac. (mm)	P - Ev (mm)
Marzo	159	139	20
Abril	86	103	- 17
Mayo	62	104	- 42
Junio	9	46	- 37
Julio	0	64	- 64
Agosto	10	71	- 61
Setiembre	14	91	- 77
Octubre	65	131	- 66
Noviembre	89	121	- 32

Mes	P - EV (Hm <sup>3</sup> )	D Volumen salida (Hm <sup>3</sup> )	A Volumen entrada (Hm <sup>3</sup> )	c Concentrac. Vol. entrada (Kg/Hm <sup>3</sup> )	V Volumen final (Hm <sup>3</sup> )	C Concentrac. Vol. final (Kg/Hm <sup>3</sup> )
Feb					48,0	1.400
Mar	2,0				48,0	1.342
Abr	- 1,7		1,7	1.400	48,0	1.391
May	- 4,2		4,2	1.400	48,0	1.513
Jun	- 3,7		3,7	1.900	48,0	1.659
Jul	- 6,4		6,4	3.000	48,0	2.059
Ago	- 6,1		-	-	41,9	2.359
Set	- 5,0		-	-	36,9	2.679
Oct	- 3,3		-	-	33,6	2.942
Nov	- 1,4		-	-	32,2	3.070
Dic						

PRONOSTICO DE CONCENTRACIONESSuperficie: 25.000 Has.Embalse Martín García

Módulo 24

Volumen: 150 Hm<sup>3</sup>

Mes	Precip. (mm)	Evaporac. (mm)	P - Ev (mm)
Abril	90	101	- 12
Mayo	135	104	31
Junio	18	46	- 28
Julio	0	64	- 64
Agosto	14	67	- 53
Setiembre	26	84	- 58
Octubre	35	127	- 92
Noviembre	107	117	- 10
Diciembre	70	161	- 91

Mes	P - EV (Hm <sup>3</sup> )	D Volumen salida (Hm <sup>3</sup> )	A Volumen entrada (Hm <sup>3</sup> )	c Concentrac. Vol. entrada (Kg/Hm <sup>3</sup> )	V Volumen final (Hm <sup>3</sup> )	C Concentrac. Vol. final (Kg/Hm <sup>3</sup> )
Feb						
Mar					150,0	1.500
Abr	- 3,0		3,0	1.500	150,0	1.530
May	7,7		--	--	150,0	1.451
Jun	- 7,0		7,0	2.100	150,0	1.549
Jul	- 16,0		16,0	2.500	150,0	1.816
Ago	- 13,2		13,2	3.000	150,0	2.080
Set	- 14,5		--	--	135,5	2.302
Oct	- 23,0		--	--	112,5	2.773
Nov	- 2,5		--	--	110,0	2.836
Dic	- 16,0		--	--	94,0	3.319



PRONOSTICO DE CONCENTRACIONESEmbalse La Loca

Superficie: 19.000 Has.

Volumen: 200 Hm<sup>3</sup>

Módulo 24

Mes	Precip. (mm)	Evaporac. (mm)	P - Ev (mm)
Junio	18	46	- 28
Julio	0	64	- 64
Agosto	14	67	- 53
Setiembre	26	84	- 58
Octubre	35	127	- 92
Noviembre	107	117	- 10
Diciembre	70	161	- 91

Mes	P - EV (Hm <sup>3</sup> )	D Volumen salida (Hm <sup>3</sup> )	A Volumen entrada (Hm <sup>3</sup> )	c Concentrac. Vol. entrada (Kg/Hm <sup>3</sup> )	V Volumen final (Hm <sup>3</sup> )	C Concentrac. Vol. final (Kg/Hm <sup>3</sup> )
Feb						
Mar						
Abr						
May					200,0	350
Jun	5,3	26	31,3	250	200,0	343
Jul	12,2	26	38,2	350	200,0	365
Ago	10,0	26	--	--	164,0	387
Set	9,0	26	--	--	129,0	413
Oct	11,0	26	--	--	92,0	462
Nov	0,8	26	--	--	65,2	487
Dic	4,0	26	--	--	35,2	543

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En primer término, se puede afirmar que las conclusiones expresadas en los dos informes anteriores siguen siendo válidas y / que el mayor detalle alcanzado en algunos aspectos del estudio // permiten ampliarlas y confirmarlas.

\* El plan de obras de saneamiento proyectado para disminuir la // permanencia de los volúmenes de inundación, influirá positiva-// mente en la calidad del agua al acortar los tiempos de contacto entre freática-suelo-agua superficial. Para épocas de precipita- ciones menores a las normales, las obras no influirán negativa- mente haciendo descender el nivel freático y provocando su sali- nización, pues en el proyecto esta situación ha sido contempla- da al diseñarse los canales y se ha solucionado.

\* La incidencia del agua superficial es decisiva en la explota-// ción del recurso en todo uso, principalmente ganadero, por lo / que debe tratarse de optimizar el manejo tanto para su aprove-// chamiento directo como combinado con el agua subterránea.

Se recomienda que para el mejor aprovechamiento del agua freá- tica se analicen en cada subárea o establecimiento las condicio- nes locales de calidad y recarga, que como ya se dijo, ofrecen/ variaciones que pueden aumentar las posibilidades.

\* Los ingresos a territorio santafesino provenientes de Cañada // Los Saladillos (Santiago del Estero) y Bajos de Chorotis (Chaco) son los que presentan las mayores salinidades del escurrimiento superficial. Sin embargo no es atribuible a ellos las caracte-// rísticas fuertemente salinas de suelos y aguas, sino que se de-

be fundamentalmente al aporte de la freática en los procesos de ascenso y descenso estacionales.

- \* Los cuerpos de agua permanentes del área Martín García son de / utilización muy precaria para ganadería por la elevada salini- / dad en períodos normales y la inaccesibilidad en períodos en que la dilución disminuye esos tenores salinos.
- \* Las zonas de la Laguna La Loca y las cañadas del sureste chaque ño ofrecen condiciones muy aceptables en cuanto a calidad de a- guas superficiales y freáticas.
- \* De los valores de concentración obtenidos con el modelo de pro- nóstico aplicado, se puede predecir que las condiciones de cali- dad de agua imperantes actualmente en las áreas de embalse, 'no/ sufrirán modificaciones que las transformen en limitantes del / proyecto. Sin embargo esos pronósticos deberán tenerse en cuen- ta para definir el manejo de la obra. Así mismo se considera // muy importante implementar un programa de seguimiento y control de calidad de agua con los embalses construidos y en funciona- / miento.

BIBLIOGRAFIA

- \* BIELSA, L. y FRATTI, R. "Determinación del comportamiento del sistema natural y modificado con obras en temas referentes a/ calidad de agua". Convenio Bajos Submeridionales-Consejo Federal de Inversiones-Provincia de Santa Fe. 1981.
  
- \* BIELSA, L. y FRATTI, R. "Estudio de las condiciones químicas/ del agua superficial y freática existente en áreas de embalse para estimar la calidad del agua con que operarán las obras / propuestas". Convenio Bajos Submeridionales-Consejo Federal / de Inversiones-Provincia de Santa Fe. 1983.
  
- \* DELSSIN, Fernando. "Identificación y caracterización de la di námica funcional de los suelos correspondientes a seis ambien tes presentes en el área de los embalses de Gato Colorado /// (Provincia de Santa Fe) y Venados Grandes (Provincia de Cha- / co), como aporte de información básica para estudios ecológi- cos". Convenio Bajos Submeridionales-Consejo Federal de Inver siones-Provincias de Chaco y Santa Fe. 1983.
  
- \* "Programa de desarrollo agropecuario para la Región de los Ba jos Submeridionales. Anexo II: Descripción Fisiográfica - To- mo II". Convenio Bajos Submeridionales-Consejo Federal de In- versiones. 1979.
  
- \* KOVACS, G. "Hydrology and water control on large plains". Hi- drological Sciences Bulletin 23, 3, 9/1978.