

# **SITUACION AMBIENTAL DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

## **A. Recursos y rasgos naturales en la evaluación ambiental**

### **ESCURRIMIENTO SUBTERRANEO EN LA CUENCA DEL ARROYO TAPALQUE**

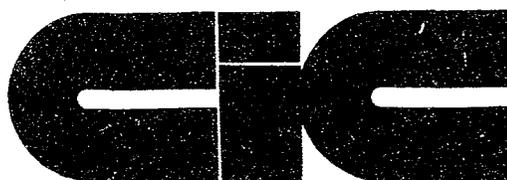
**Laura Beatriz Varela \***

\* Becaria de Perfeccionamiento

Esta investigación fue subsidiada totalmente por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

**AÑO II – Nro. 11 – 1992**

**Coordinación: Dres. Hugo L. López y Eduardo P. Tonni**



**provincia de buenos aires  
comisión de  
investigaciones científicas**

calle 526 entre 10 y 11- 1900 La Plata  
teléfonos 43795- 217374- 49581

## INTRODUCCION

El área de estudio se ubica en el centro oeste de la provincia de Buenos Aires, comprendiendo a la cuenca superior del A° Tapalqué, cuya superficie aproximada es de 1700 km<sup>2</sup>, (Fig.1).

El objetivo de esta comunicación es indicar las condiciones del movimiento de agua subterránea y valorar la influencia de las variaciones de la capacidad de almacenamiento subterráneo en los balances hidrológicos de la región.

### CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA

El área corresponde a un ambiente de llanura desarrollada entre los 310 y 160 msnm, incluyendo serranías de escasa expresión, ubicadas en sectores intermedios y que ocupan una superficie pequeña (8% del total de la cuenca).

Se reconocen unidades hidrogeológicas (interpretación geológica desde un punto de vista hidrológico), (Fig.1).

a - Rocas con permeabilidad secundaria (basamento cristalino y rocas sedimentarias paleozoicas).

Estas rocas carecen de permeabilidad primaria, pero el diaclasamiento y la meteorización posibilitan la existencia de una permeabilidad secundaria. Además la esquistocidad, fallamientos y plegamientos pueden favorecer el escurrimiento subterráneo.

b - Sedimentos con permeabilidad primaria (sedimentos cenozoicos).

Estos sedimentos están compuestos por depósitos continentales de origen eólico, fluvial, lacustre y contienen paleosuelos. El conjunto regionalmente se considera como acuífero con anisotropías locales, que pueden disminuir o aumentar la permeabilidad. Esta cubierta sedimentaria favorece los fenómenos de filtración y por ende la infiltración regional. Su distribución areal, de acuerdo a su origen y ubicación, marca aspectos importantes del funcionamiento hidrológico general.

En el cuadro N°1 se muestran sintéticamente las equivalencias entre geología, rasgos geomorfológicos y su correspondencia hidrogeológica.

La existencia en superficie de un medio con permeabilidad secundaria (serranías) y de los sedimentos con permeabilidad primaria permite considerar a la cuenca heterogénea desde un punto de vista hidrogeológico.

La información de subsuelo(perforaciones) resulta escasa por su localizada distribución areal, sin embargo es posible reconocer las mismas unidades que en superficie. La paleomorfología de las rocas con permeabilidad secundaria sólo pudo determinarse en los sectores donde se concentran las perforaciones (Olavarría, Sas. Bayas, Villa Fortabat).

En las proximidades de los afloramientos rocosos, los sedimentos con permeabilidad primaria poseen escaso espesor (10m), mientras que hacia la ciudad de Olavarría oscilan entre 25 y 80 m.

Ruiz Huidóbro (1971) determina, mediante ensayos de bombeo, permeabilidades entre 45 y 80 m/día. García y García (1970) estiman, a través de metodologías indirectas (caudales específicos), valores entre 1,3 y 3,6 m/día.

El tipo climático dominante de la región, según clasificación de Thornthwaite, para el período 1921-1950 es subhúmedo-húmedo con nula o pequeña deficiencia de agua, mesotermal, pudiendo aceptarse una relativa homogeneidad climática dadas las particularidades fisiográficas (llanura) y las características hidrometeorológicas regionales.

De acuerdo a la información pluviométrica de este mismo período, el año pluviométrico comienza en julio siendo agosto el mes de menor precipitación (34 mm) y marzo el más lluvioso (104 mm).

El período más extenso de información pluviométrica que pudo lograrse fue entre 1888 y 1987, correspondiéndole un valor medio de 793 mm/año. A lo largo del mismo se definió una alternancia de ciclos húmedos y secos, donde se observa la siguiente sucesión: seco entre 1890 y 1910, húmedo entre 1910 y 1920 para luego pasar a seco entre 1920 y 1930, acrecentándose los excesos hídricos a partir de 1930 hasta la actualidad. (Fig.2).

El arroyo Tapalqué es el colector principal de la red de drenaje, diferenciándose un sector con red de drenaje integrada, escasamente desarrollada y otro con depresiones y bañados aislados que no mantienen vinculación permanente con el curso principal (Fig.1). La mayoría de los tributarios que conforman el primer sector tienen sus nacientes en bajos alejados de las sierras, es decir que se pueden considerar como autóctonos a esa llanura. No existe una red de drenaje tributaria manifiesta, lo que significa una probabilidad de escaso

escurrimietno superficial,corroborado ésto por la revisión de fotomosaicos e imágenes satelitarias.

El cauce en sus nacientes apenas se marca y tiene características de régimen temporario supeditado a la capacidad de almacenamietno subterráneo,para luego contar con un caudal básico permanente.

La densidad de drenaje( $0,05 \text{ km/km}^2$ ) y la morfología de los cauces estarían indicando una tendencia a escaso escurrimiento superficial medio.

El caudal fluvial medio anual(período 1963-1986) es de  $2,5 \text{ m}^3/\text{seg.}$  equivalentes a  $50 \text{ mm/año}$ (5% de la precipitación).En éste se incluye el escurrimiento superficial y el caudal básico producto de la descarga del escurrimiento subterráneo local.En la Fig. 3 se puede ver que el año fluviométrico,considerando el estiaje como inicio,comenzaría en febrero y alcanzaría el máximo valor en noviembre.

#### HIDRODINAMICA SUBTERRANEA

Para reconocer el flujo subterráneo se efectuaron relevamientos de campo a principios de 1987 que comprendieron el establecimiento de una red de estaciones monitoras de medición y la realización de un censo hidrogeológico entre enero y mayo de 1987.

Las características hidrogeológicas permitieron distinguir dos ambientes con movimiento diferencial del agua subterránea,el de las rocas con permeabilidad secundaria y de los sedimentos con permeabilidad primaria.

##### 1 - Rocas con permeabilidad secundaria

En este medio la circulación se produce principalmente a través de sus fisuramientos mayores.El mismo no impide el paso del agua,pero sí lo retarda, ya que se esperarí una menor transmisividad regional que en el medio acuífero adyacente.

Si bien no es posible verificar fehacientemente la configuración freática por falta de perforaciones,su situación topográfica y la presencia de mantiales indican que las sierras se comportarían como un límite del escurrimiento subterráneo local.

##### 2 - Sedimentos con permeabilidad primaria

Esta unidad conforma una facies geohidrológica a escala regional con

variaciones locales, que dan lugar a niveles más o menos productivos, pero todos transmisores de agua.

La morfología freática (Fig.1) concuerda con la topográfica, pudiéndose establecer que la divisoria subterránea es aproximadamente coincidente con la superficial. Por las cotas regionales se pueden descartar aportes subterráneos de cuencas vecinas.

El mapa isofreático conjuntamente con las características topográficas e hidrogeológicas contribuyen a suponer una recarga areal autóctona, una parte de la cual conforma el escurrimiento subterráneo local hacia los cuerpos de agua superficial.

El flujo subterráneo fundamentalmente converge hacia el arroyo Tapalqué que actúa como efluente, presentando un caudal básico permanente. Una estimación tentativa del caudal básico (Fig.3) a partir de los registros fluviométricos, muestra que representa aproximadamente un 50% ( $1,3\text{m}^3/\text{seg.}$ ) del caudal medio total.

A partir de las características hidrogeológicas de subsuelo y de principios físicos, el escurrimiento profundo tendría una dinámica semejante a la freática aunque con gradientes más atenuados.

#### REGIMEN HIDRAULICO SUBTERRANEO

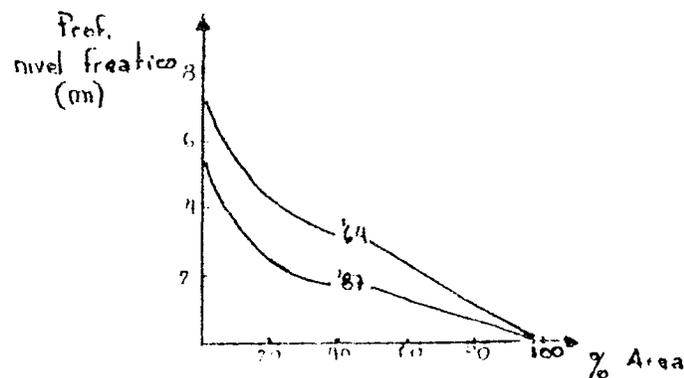
Las particularidades climáticas (excesos hídricos), morfológicas (llanura) e hidrogeológicas (permeabilidad) permiten suponer que la capa freática está sometida a un régimen no permanente fuertemente influenciado por las variaciones de la precipitación.

Estas características del régimen freático general pudieron ser reconocidas a través de las mediciones periódicas de pozos, estableciéndose una profundización en los niveles freáticos del verano 1986-1987 y un ascenso progresivo en los del invierno 1987 con un máximo en agosto.

De la comparación entre el mapa isofreático de una porción de la cuenca efectuado por García et al (1970) (XI/63 al IV/64) y el elaborado en esta investigación (I/87 al V/87) surge una coincidencia en términos generales, deduciéndose la menor capacidad de almacenamiento subterráneo en el período más reciente (Fig.4).

A partir de los registros fluviométricos, freáticos y pluviométricos de Azul y de acuerdo a la clasificación de Sala et al (1987), el relevamiento de García y García se sitúa en un año húmedo en la transición entre un período seco a húmedo mientras que el correspondiente a este trabajo abarca un año húmedo dentro de un período francamente húmedo. A su vez el valor medio de la profundidad freática, representativa de la capacidad de almacenamiento subterráneo, es para el primer caso de 2,70 m y para el segundo 1,50 m. Ello significa una disminución de alrededor del 45% en el último período.

Los mapas isofreáticos comparados y la Fig. 5 muestran que la oscilación de la capacidad de almacenamiento subterráneo es relativamente homogénea en toda la cuenca. Se tiene además que el período anual de lluvias anterior a cada relevamiento da valores de 1167 mm para el primero y 1074 mm para el segundo, superando en ambos casos la media.



De esta coincidencia surge la importancia de las diferencias que se pueden esperar según el estado hidrológico antecedente, va que en un período francamente húmedo la disminución de la capacidad de almacenamiento subterráneo generaría una mayor probabilidad de presencia de agua en superficie y por lo mismo un incremento de los caudales fluviales.

Los mapas de isoprofundidad e isovariación correspondientes al período ene./87-feb/88 permitieron reconocer algunos aspectos de la incidencia del régimen subterráneo en el comportamiento hidrológico.

En este período se observa una disminución generalizada de la superfi-

cie freática en un valor medio de 0,48 m con variaciones areales, incrementándose 32% la capacidad de almacenamiento subterráneo pero sin alcanzar la profundización que se registrara en 1963 (García et al, op.cit.).

La lluvia en la cuenca fue de 1181 mm., la evapotranspiración real, según la fórmula de Thornthwaite, alcanzó los 973 mm y de acuerdo al balance hídrico realizado los excesos de agua fueron de 208 mm. Estos excesos se pueden traducir en distintas variables:

a - escurrimiento superficial y escurrimiento básico de los arroyos

Se manifiestan a través del escurrimiento fluvial, que representa en este período 61 mm. Así, del total de excesos, restarían 147 mm. a distribuirse entre otras variables.

b - disminución de la capacidad de almacenamiento superficial.

Los relevamientos de campo permitieron reconocer que no existiría una destacable modificación en el almacenamiento de agua en superficie entre los dos períodos, considerándose por lo tanto su influencia mínima.

c - ascenso de los niveles freáticos (menor capacidad de almacenamiento subterráneo).

La capacidad de almacenamiento subterráneo entre estos dos períodos se incrementó un 32% por lo cual no se refleja en esta variable el efecto de los excesos, ya que los mismos deberían generar una disminución en dicha capacidad.

d - escurrimiento profundo.

No se cuenta con suficiente información para valorar la influencia de esta componente, pero por diferencia con las anteriores podría atribuirsele un valor superior a 147 mm.

Si al período considerado se lo subdivide en dos lapsos menores (ene/87-may/87 y jul/87-feb/88) se obtienen respuestas relativamente similares, registrándose los siguientes valores:

	Disminución media de niveles freáticos	Excesos	Escurrimiento fluvial	Infiltración profunda
ene/87-may/87	0 , 2 7	1 0 7	1 3	9 4
jun/87-feb/88	0 , 2 4	1 0 1	4 8	5 3

De acuerdo a los gradientes hídricos(0,002) y al ancho de salida de la cuenca(16km),son necesarias altas transmisividades del medio para permitir el egreso de los valores mencionados de escurrimiento profundo.

La magnitud del escurrimiento profundo se podría justificar por las características hidrogeológicas del subsuelo que indican un aumento en la permeabilidad de los sedimentos con permeabilidad primaria que alcanzarían a 80m/día(Ruiz Huidobro,1971) vecino al contacto con las rocas con permeabilidad secundaria,ubicado a una profundidad mayor de 120 m.Además es probable que la transmisión a través de éstas últimas sea destacable,mayor de lo que comunmente se puede suponer.

#### BALANCE HIDROLOGICO

Se plantea la ecuación simplificada del balance hidrológico,considerando como base los valores medios de la información disponible.

$$P = Ev + E s + I$$

siendo:

$$P = \text{Precipitación}$$

$$Ev = \text{Evapotranspiración real}$$

$$E s = \text{Escurrimiento superficial}$$

$$I = \text{Infiltración}$$

Se han obtenido:

$$P = 936 \text{ mm/año} \quad (\text{Olavarría 1963-1986})$$

$$Ev = 751 \text{ mm/año} \quad (\text{según Thorntwaite})$$

Por otra parte,dado que:

$$Q_t = P - Ev$$

siendo:  $Q_t = \text{caudal total}$

$$Q_t = 185 \text{ mm/año}$$

Si se tiene en cuenta que:

$$Q_f = Q_s + Q_b$$

$$Q_f = \text{caudal fluvial}$$

$$Q_s = \text{caudal superficial}$$

$$Q_b = \text{caudal básico}$$

$$Q_f = 50 \text{ mm/año} \quad (\text{datos fluviométricos 1963-1986})$$

Si se efectúa la separación tentativa del caudal fluvial se obtiene:

$$Q_s = 27 \text{ mm/año}$$

$$Q_b = 23 \text{ mm/año}$$

El volumen infiltrado corresponde a la infiltración bruta que es toda el agua que alcanza el nivel freático y está integrada por la infiltración básica y la profunda (Sala, J., 1981).

$$I_{br} = I_b + I_p$$

$I_{br}$  = Infiltración bruta

$I_b$  = Infiltración básica

$I_p$  = Infiltración profunda

La infiltración básica es la que previa percolación y luego de un corto recorrido subterráneo, alcanza la superficie como manantial o caudal básico y que estimativamente fue establecida en 23 mm/año.

La infiltración profunda es la diferencia entre la bruta y la básica y es la que alimenta el escurrimiento regional.

Dado que no existen registros para cuantificar la infiltración, se la estimó por diferencia con las otras variables, resultando:

$$I_p = P - E_v - Q_f$$

$$I_p = 135 \text{ mm/año}$$

Para el caso analizado la infiltración profunda representa un 14% y la infiltración básica un 2% de la precipitación. Estos valores indican la significación de la infiltración y consecuentemente del movimiento de agua subterránea en la región.

La infiltración profunda anual (1987-1988) de 147 mm/año es un poco mayor del valor modular (135 mm/año), lo que indicaría una aproximación adecuada.

#### CONCLUSIONES

Las características físicas de la región tratada, referidas fundamentalmente a la baja pendiente topográfica regional (3%), la escasa expresión areal del ámbito serrano (8% de la superficie total), la baja altura relativa (70m), la permeabilidad de los sedimentos aflorantes y la escasa densidad de drenaje (0,05 km/km<sup>2</sup>) permiten inferir un rol cuantitativamente significativo de las aguas subterráneas en el ciclo hidrológico.

Las características hidrogeológicas de subsuelo, sumadas a las mencionadas anteriormente, nos permiten deducir que la faz subterránea del ciclo hidrológico conforma un subsistema cuyos componentes productivos están fuertemente integrados entre sí y con la faz superficial.

La comprobación de lo arriba señalado estaría dada por los resultados arrojados en los balances hidrológicos. El escurrimiento fluvial es del 5% de la precipitación, del cual sólo el 3% corresponde al escurrimiento superficial y el 2% al escurrimiento subterráneo local (caudal básico). El escurrimiento subterráneo local está constituido por este último y por el escurrimiento subterráneo profundo y/o intermedio, que significa un 14%.

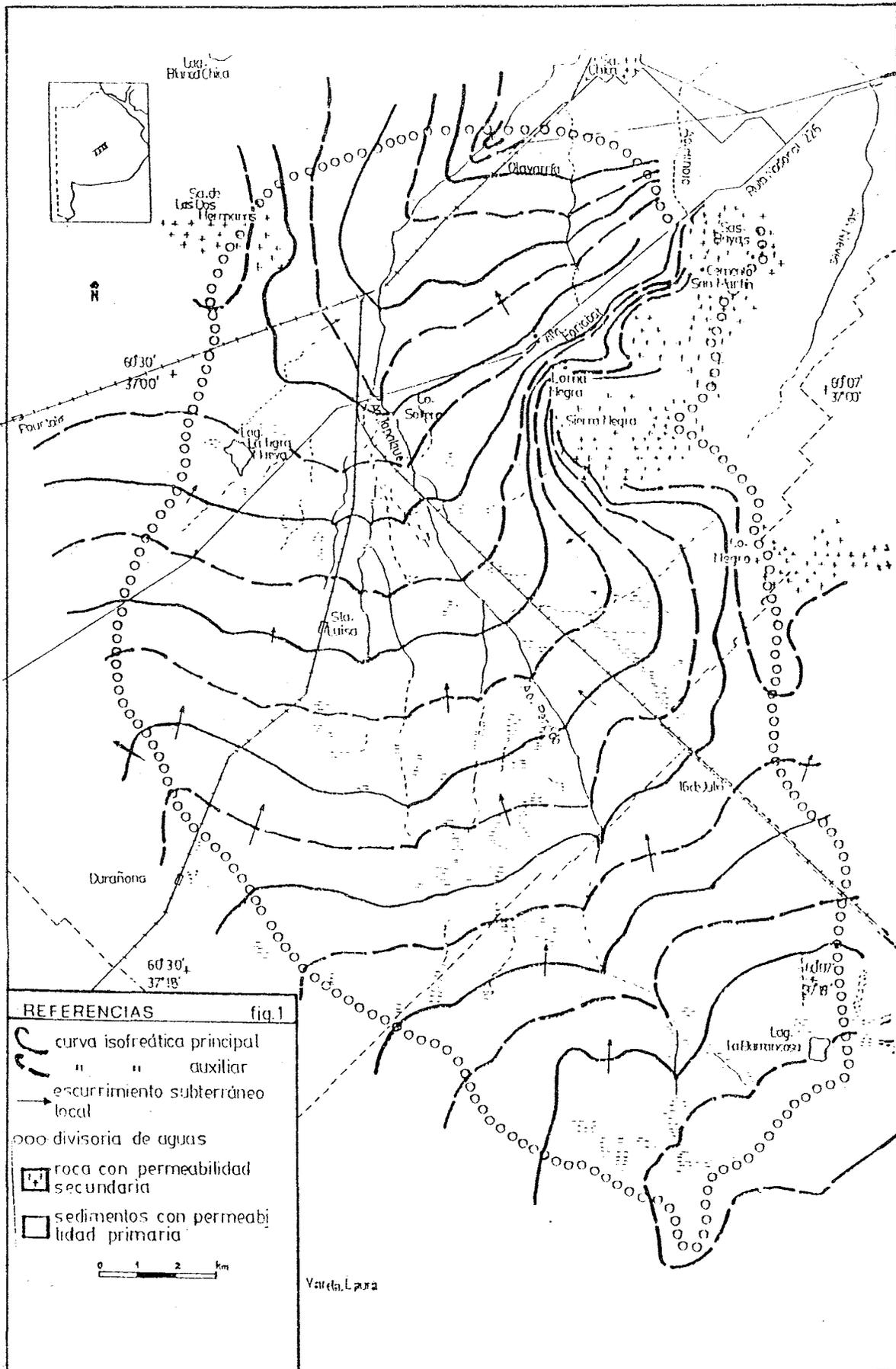
La importante proporción de escurrimiento subterráneo regional permite inferir un drenaje subterráneo significativo y permanente, aún en períodos de escaso escurrimiento fluvial e implica un medio de relativa alta transmisividad para su egreso.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Lic. E. Kruse por las sugerencias vertidas al manuscrito y al Prof. J.M. Sala, la lectura crítica del mismo.

#### BIBLIOGRAFIA

- GARCIA, J y O de GARCIA- 1970 - "Descripción hidrogeológica de la zona de Olavarría-16 de Julio". Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín N°121.
- RUIZ HUIDOBRO, O.- 1971 - "Las características hidráulicas del acuífero de las Sierras Bayas". V° Congreso Nacional del Agua. Carátula XV. Santa Fe.
- SALA, J.M.- 1981 - "Problemática en las investigaciones geohidrológicas en grandes llanuras". Primeras Jornadas de Geología de la Pcia. de La Pampa.
- SALA, J.M.; KRUSE, E. y R. AGUGLINO.- 1987 - "Investigación hidrológica de la cuenca del arroyo Azul, provincia de Buenos Aires". Informe 37. CIC. La Plata.



GEOLOGIA		LITOLOGIA	UBICACION SEGUN RASGOS GEOMORFOLOGICOS			HIDROGEOLOGIA
CUBIERTA SEDIMENTARIA CENOZOICA	Aluvio	areno-limoso		bajo	cauce	SEDIMENTOS CON PERMEABILIDAD PRIMARIA
	Suelo P. Berrondo	arena fina a limo. Abundante materia orgánica.			cauce	
	Fm. La Postrera	limos arenosos	divisoria	bajo	cauce	
	Suelo P. C. Viejo	limos arcillosos. Abundante materia orgánica.			cauce	
	Fm. Luján	arenas con limos y arcilla subordinada.			cauce	
	Fm. Pampeano	limos con carbonato de calcio.	divisoria	bajo	cauce	
ROCA DE BASE	Rocas Sedimentarias.	dolomitas, cuarcitas, arcilitas y calizas.	divisoria			ROCAS CON PERMEABILIDAD SECUNDARIA
	Basamento Cristalino	granitos, milonitas.	divisoria			
Cuadro Nº1-HIDROGEOLOGIA DE SUPERFICIE -						

Fig. 2 MEDIAS PLUVIOMETRICAS DECENALES

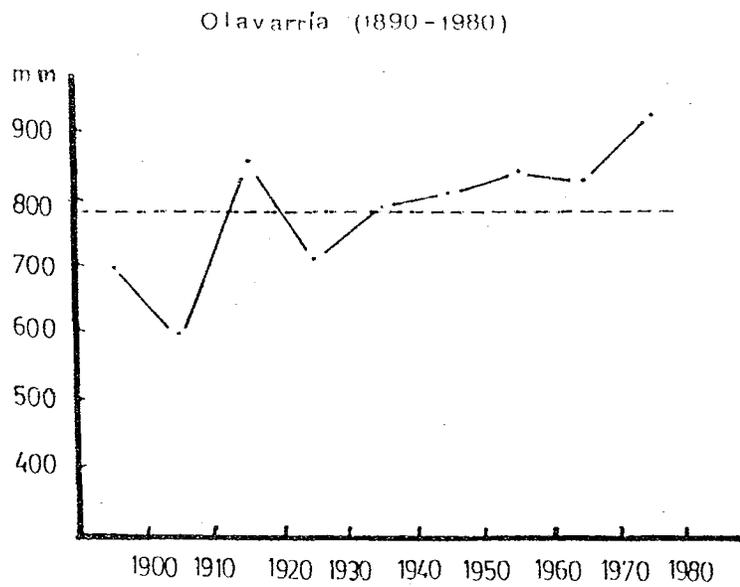


Fig.3 ESCURRIMIENTO FLUVIAL MEDIO

