

CATÁLOGADO

13171



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

CONTRIBUCION AL ESTUDIO GEOHIDROLOGICO  
DEL NORESTE DE LA PROVINCIA DE  
BUENOS AIRES



COMITE DE ESTUDIOS DE  
AGUAS SUBTERRANEAS DEL  
NOR-ESTE (E.A.S.N.E.)



SERIE TECNICA N° 24

*Edición del C.F.I.*

BUENOS AIRES  
1973

La posición oficial del C.F.I. en las materias de su competencia se expresa a través de resoluciones o declaraciones de sus autoridades. En consecuencia, no debe atribuirse carácter de posición oficial del C.F.I. a opiniones expuestas en trabajos firmados.

Todos los derechos reservados.

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723.

Impreso en la Argentina.

© 1973 Consejo Federal de Inversiones  
Alsina 1401 - Buenos Aires

## COMITE DIRECTIVO

**PRESIDENTE** Dr. PEDRO J. CARRIQUIRIBORDE  
por el LEMIT

**VOCALES** Lic. Carlos H. Rivas Roche  
Ing. Alberto A. Arcagni  
por CFI  
Ing. Carlos F. Roggero  
por la Dirección de Hidráulica de la Pcia.  
Dr. Mario E. Teruggi  
por la Fac. Ciencias Naturales de la UNLP

## EQUIPO TECNICO

**DIRECTOR EJECUTIVO** GEOL. JOSE MARIA SALA  
Sr. José M. Ricoy  
Lic. José H. Ceci  
Lic. Mario A. Hernández  
Ing. Jaime F. Mandel  
Lic. Miguel.P. Auge  
Lic. Alberto J. Kersfeld  
Lic. Mario F. Filí  
Lic. Raúl Temporetti  
Lic. Adrián T. Vargas Aranibar  
Sr. Adolfo Rojo  
Sr. Jorge R. Tomas

**SEDIMENTOMETRIA:** Lic. Cristina García

**ANALISIS QUIMICOS :** Lic. Jorge Martínez, bajo la  
dirección del  
Dr. Julio C. Merodio

## INTRODUCCION

En el año 1967 el Consejo Federal de Inversiones y la Provincia de Buenos Aires crean por convenio el Comité de Estudios de Aguas Subterráneas del Nor-Este (E.A.S.N.E.), con la finalidad de evaluar el recurso hídrico subterráneo en este sector de la Provincia.

La zona abarca una franja paralela a los ríos Paraná de la Plata y se extiende desde el límite con la Provincia de Santa Fe hasta la Bahía de Samborombón. Al occidente está demarcada por una línea que pasa aproximadamente por la localidad de Arrecifes y algo al Sur de la de Coronel Brandsen, cubriendo una superficie aproximada de 20.000 Km<sup>2</sup>.

Atendiendo a su importancia, las cuencas de los ríos Matanza y Reconquista fueron estudiadas en forma completa, con lo que se excedió el límite artificial citado.

El presente trabajo constituye una síntesis de la labor realizada e incluye el detalle de la metodología empleada en la investigación, el análisis de las condiciones de cada una de las unidades correspondientes a las distintas cuencas y el tratamiento en forma general de toda el área de estudio a escala de reconocimiento. En este último capítulo se incluyen algunos puntos de vista resultantes del panorama regional, que no se contemplan en las descripciones particulares de cada unidad hidrológica.

La selección de las técnicas aplicadas en la investigación del agua subterránea en el Noreste de la Provincia de Buenos Aires se fundamentó en ciertos principios básicos.

En primer término, es imprescindible para la planificación de un desarrollo regional armónico la evaluación de los recursos naturales, entre ellos el agua subterránea. Esta exigencia se hace imperiosa en las áreas de mayor densidad demográfica, ya que en ellas los resultados tienen una consecuencia socioeconómica inmediata.

En todo país con medios económicos y humanos cuantitativamente limitados, es preciso diagramar los trabajos de modo de aprovechar al máximo la infraestructura disponible.

Los planes no deben ser sumamente ambiciosos, sino sencillos y realizables, fundamentalmente con objetivos claros e inversiones acordes con los resultados esperados. Se desarrollarán de lo general a lo particular y en etapas de aproximaciones sucesivas, teniendo en

consecuencia la suficiente elasticidad como para permitir su ajuste sobre la marcha y según los nuevos conocimientos lo indiquen.

Se tendrá en cuenta que los factores que determinan la demanda y explotación de agua son activos y que se trata de un recurso natural dinámico finito-renovable; por lo tanto no deben descuidarse las perspectivas en tiempo y espacio. Para ello las investigaciones deben desenvolverse sin solución de continuidad y con la prisa adecuada al rubro en estudio.

Se deben aprovechar al máximo las experiencias realizadas dentro y fuera del país. Las técnicas serán seleccionadas cuidadosamente y condicionadas a los fines perseguidos. No siempre es conveniente utilizar aquellas complejas o muy precisas; además, sus resultados, de suma utilidad en determinadas condiciones, pueden ser demasiado sofisticados o superfluos en otras.

La geohidrología de una región se manifiesta como un síndrome y como tal, para develar las incógnitas planteadas, se requiere el auxilio de diversos conocimientos concurrentes, originados en la aplicación de las ciencias y técnicas más variadas. De acuerdo a ello, a pesar de ser la geohidrología una especialidad, las labores deben ser emprendidas por un equipo multidisciplinario en el que sus componentes estén íntimamente integrados.

Es importante aclarar que no es conveniente en un principio que el equipo sea numeroso, sino adecuado a las necesidades. A medida que el plan lo requiera se podrá incorporar, en forma permanente o transitoria, los técnicos o especialistas necesarios al volumen y calidad de las tareas nuevas y en desarrollo.

Esta forma de integración posibilita la selección y fácil asimilación de los nuevos miembros al conjunto, tanto desde el punto de vista técnico como humano. Además permite adicionar temporariamente especialistas que aporten conocimientos específicos, contribuyendo a resolver problemas especiales.

Lo expresado, al margen del beneficio económico y agilidad que proporciona, justifica plenamente esta modalidad operativa.

La metodología que se desarrolla en el presente informe sigue los lineamientos expuestos como principios básicos y es la adoptada por EASNE desde su

creación y durante un lapso de aproximadamente seis años.

El EASNE desea expresar su agradecimiento al Dr. Julio César Merodio, Profesor de la Cátedra de Geoquímica de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, quien brindó su asesoramiento en lo concerniente a ciertos aspectos de la química del agua.

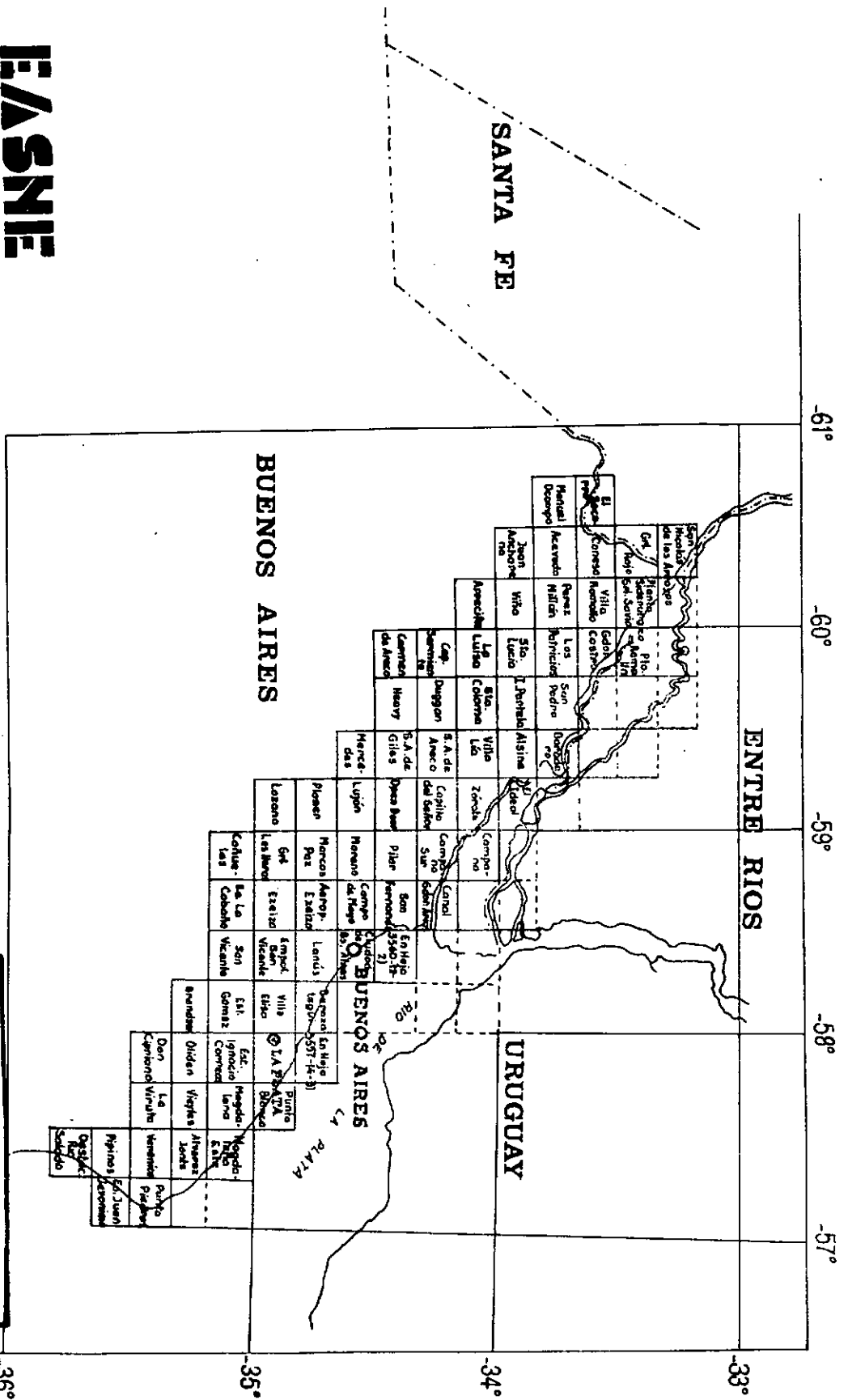
A la Subsecretaría de Recursos Hídricos por propiciar la participación del Dr. Agustín Navarro, de las Naciones Unidas, en la elaboración de modelos mate-

máticos y especialmente al mencionado especialista por su valioso aporte.

Hace extensivos estos conceptos para con todas aquellas instituciones y personas que prestaron su apoyo al logro de sus objetivos, tales como el Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (LEMIT), Dirección de Hidráulica de la Provincia (DH) y Dirección de Obras Sanitarias de la Provincia (DOSP).

Gonnet, Abril de 1972

FIG. 11



**EIASNE**  
 C.F.I. P.B.A.

**CARTOGRAFIA  
 BASICA  
 DE CENSO**

## CAPITULO I

# METODOLOGIA UTILIZADA EN LA INVESTIGACION DEL AGUA SUBTERRANEA EN EL NOR-ESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

### 1. RECOPIACION DE ANTECEDENTES Y DATOS BASICOS

En todo estudio de aguas subterráneas se supone frecuentemente que cuanto mayor es la cantidad de datos procurados más precisos serán los resultados alcanzados; pero la realidad puede ser otra si no han sido colectados persiguiendo objetivos precisos. Además, para obtener una utilidad económica, deben ser reunidos armónicamente y limitadamente en cantidad y calidad relacionadas con los beneficios que se puedan esperar. Para valorar acertadamente ese punto, la primera etapa requirió la recopilación de antecedentes y datos básicos existentes que fueron sistematizados y elaborados concluyendo en un informe, con la puesta al día de los conocimientos. De esta manera se evitó la repetición inútil de experiencias y permitió establecer entre otras cosas las hipótesis y la escala de trabajo.

Se obtuvieron dos tipos de datos: unos referentes al continente y otros al contenido. Los primeros comúnmente son inmutables en el tiempo, pero los segundos varían y por lo tanto la información histórica que se consiga es irremplazable.

Conjuntamente con el comienzo de la recopilación se inició el archivo técnico, agrupándose el material en sus rubros principales: factores antropogénicos, cartografía y fotografía aérea, perforaciones documentadas, Hidrometeorología e Hidrología, análisis químicos de agua y bibliografía.

Por factores antropogénicos se entiende todos aquellos derivados de la vida humana que afectan al ciclo hidrológico y en este caso al agua subterránea. Dentro de éstos debió distinguirse:

a) Aquellos que influyen en el escurrimiento del agua superficial retardándolo o acelerándolo, consecuentemente incrementando o disminuyendo la infiltración y modificando las condiciones químicas. Como se trata de obras de infraestructura, muy frecuentemente pueden ser determinadas mediante la planimetría de detalle y la fotografía aérea, complementándose con reconocimientos de campo.

b) Los que están directamente relacionados con la descarga artificial. Datos de esta clase fueron obtenidos

en la Dirección de Estadísticas e investigaciones de la Provincia, Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia, Ministerio de Agricultura de la Nación y otras dependencias. Esta información fue también complementada mediante fotografía aérea y planimetría muy detallada.

La cartografía principalmente comprende los rubros: 1) Planimetría y Planialtimetría; 2) Geología y Geoedafología.

1) Se reunieron 130 fichas. Dependencias como el LEMIT, Dirección de Geodesia, Dirección de Hidráulica, Dirección de Vialidad de la Provincia, etcétera, cedieron o facilitaron en préstamo material general. Se adquirieron hojas topográficas editadas por el Instituto Geográfico Militar en escala 1:500.000; 1:100.000 y 1:50.000. Las primeras se utilizaron para los reconocimientos regionales y las últimas como base en los trabajos de censo (Fig. 1.1).

2) No existen mapas geológicos de detalle, salvo el correspondiente a los alrededores de La Plata efectuado por Frenguelli y el geoedafológico para la misma zona confeccionado por Cappannini y Mauriño. En cuanto a mapas regionales se contó con los de Tapia y Cappannini y Dominguez.

Respecto a mapas de censo de perforaciones, debe mencionarse el preliminar para el área estudiada por Frenguelli, realizado por Gentile por encargo del LEMIT, trabajo este inédito.

Se preparó un mapa indicador de los distintos relevamientos aerofotográficos con sus respectivas escalas, debiéndose hacer notar que la totalidad de la zona ha sido fotografiada por distintos entes tales como INTA e IGM; parcialmente, a escala de mayor detalle por la Dirección de Geodesia de la Provincia.

Dado el costo de la fotografía aérea incompatible con el presupuesto del EASNE, se usaron sólo para algunas zonas las facilitadas por el LEMIT y por la Dirección de Geodesia.

En el período inicial se obtuvieron, para un área mayor que la del estudio, datos de unas 2.300 perforaciones de exploración y explotación documentadas, practicadas por distintas instituciones oficiales y privadas. El objetivo fue encuadrar el problema en sus reales

dimensiones dentro del panorama geohidrológico regional. Esta información se volcó en un mapa índice mural de escala 1:500.000, que incluye las regiones colindantes de las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Entre Ríos; se pudo así individualizar, mediante una simbología adecuada, las características principales de cada uno de los pozos, profundidad alcanzada, acuíferos alumbrados, unidades estratigráficas, datos hidrológicos, químicos, etc. La ubicación mediante coordenadas geográficas que utiliza el I.G.M. facilita la identificación y simplifica el manejo del archivo confeccionado paralelamente, con información más detallada.

El sistema adoptado, complementado con las cartas 1:50.000 permite localizar perforaciones especialmente cuando su número demasiado grande y el distanciamiento pequeño impide la representación individual en el mapa. Por otra parte en el mismo se ha señalado la traza de los perfiles geológicos publicados, consignándose sus intérpretes. De esta manera se logró una fácil visualización de la información y su distribución, pudiendo deducirse los datos a requerir adicionalmente.

En lo que hace a las estaciones meteorológicas e hidrológicas, los antecedentes respectivos fueron representados en mapas índice con simbología diferenciada según el tipo de registro.

Se reunieron análisis químicos de aguas, provenientes de Obras Sanitarias de la Provincia, ex Dirección de Higiene (Sección Laboratorio) y la antigua Dirección de Geología de la Provincia (Departamento Químico), además de los incluidos en los perfiles de perforación. Con la elaboración de estos datos se obtuvo un panorama regional de la Hidroquímica y posteriormente se apreció su evolución en el tiempo.

Se ficharon las obras, editadas o no, que tratan problemas generales o particulares relacionados con el programa de estudio, preparándose fichas comentadas, dispuestas según autor y tema, ascendiendo su número actualmente a 800. el EASNE contó con material de consulta permanente, proveniente de publicaciones recibidas y las de propiedad de los profesionales del equipo, utilizándose también las bibliotecas de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, LEMIT y División de Aguas Subterráneas de la Dirección de Hidráulica de la Provincia.

Como culminación de la recopilación de antecedentes y datos básicos existentes se confeccionó un informe en el que se actualizaron los conocimientos geohidrológicos de manera que permitieran orientar los trabajos posteriores.

## 2. CENSO DE PERFORACIONES

### 2.1. Generalidades

Dentro de las investigaciones geohidrológicas, el elemento básico está constituido por el censo de los re-

ursos de agua, que incluye el de pozos y perforaciones. Este es a la vez un método esencial de exploración y evaluación, que permite obtener un cúmulo de datos cuya interpretación posibilita construir cartas y mapas que conforman la síntesis de los conocimientos.

El método de censo comprendió un inventario preliminar sintético y sumario, que contribuyó a fijar la escala de trabajo y otro detallado, con la ubicación y clasificación sistemática de los datos de campo.

Con el informe de la primera etapa se demostró una correspondencia, en su estado natural entre las cuencas fluviales y subterráneas, pues el límite de estas últimas está conformado por diferencias predominantemente hidrológicas y no geológicas. Así las cosas, y para facilitar las tareas se dividió el área en cuatro subregiones cada una de las cuales abarcó varias cuencas. (Fig. 2.1).

Las distintas subregiones se extienden: desde el Arroyo del Medio hasta la divisoria del río Arrecifes con el Areco; a partir de ésta hasta la del Luján con el Reconquista; desde este límite hasta la Cuenca Del Gato; por último la subzona Sur llega hasta el cauce del Río Samborombón.

Para reducir al mínimo los errores por variación de los niveles en función del tiempo, dentro de cada subzona se barrió una cuenca por vez tratando de esta manera cubrir en un corto lapso cada unidad hidrológica procurando registrar los niveles en un corto plazo.

En cada una trabajó en forma independiente, una comisión integrada por un Geólogo a técnico idóneo y un ayudante de campo, cargo este último cubierto generalmente por estudiantes de Ciencias Geológicas.

El empleo de profesionales para realizar el trabajo rutinario de censo resulta aparentemente injustificado si no se tienen en cuenta las tareas colaterales que dicho censista debe desarrollar: observaciones geológicas, morfológicas, determinación de la posibilidad de efectuar ensayos de bombeo y eventualmente llevarlos a cabo sobre la marcha. Se concluye que por lo menos en una primera etapa y especialmente cuando se trata de áreas extensas, es imprescindible contar con dicho profesional. La utilidad principal se observa cuando el censista es el que elabora posteriormente en gabinete los datos que él obtuvo en el campo.

Del informe precitado surgió la necesidad de tener una apreciación más detallada. Se eligió entonces como escala de campo 1:50.000, para volcar los resultados finales a escala 1:100.000. Con la elaboración de los datos del censo se pudo detectar la notable distorsión de la red de flujo en la porción inferior de la cuenca del Río Matanza, incluyendo Capital Federal, producto de la explotación incontrolada. Esto motivó una especial atención a la zona, realizándose un segundo censo de escala 1:25.000.

Para la ubicación de las perforaciones se utilizó el sistema Gauss-Krüger, consignando además la numeración de las hojas 1:50.000 respectivas.

A fin de reunir la mayor cantidad de datos y considerando la imposibilidad de mediciones directas en nu-



merosos pozos por diversas causas, el censo ha sido atacado simultáneamente de dos formas:

a) cuantitativamente, en los casos en que el nivel piezométrico fue registrable.

b) cualitativamente, en los que se obtuvo información de terceras personas, dato orientativo en el trazado de isopiezas.

En ambas circunstancias se extrajeron muestras de agua para efectuar conductividad eléctrica.

## 2.2. Tareas de campo

El censo comenzó en agosto de 1967, pero debido a no contarse con movilidad suficiente, tanto en número como en calidad, se limitó en principio a las porciones superior y media de la cuenca del río Matanza, donde en forma alternada primero y conjunta cuando se normalizó la situación, actuaron tres comisiones. Esta tarea finalizó en enero de 1968, fecha en que se atacaron las 4 subregiones mencionadas en 2-1.

En el trabajo de campo se trató de lograr una densidad de puntos adecuada a la zona. Después de una primera revisión general pudo establecerse "a priori" el tipo de obra de captación existente, según se tratara de zonas de agricultura intensiva, ganaderas y/o de agricultura extensiva y urbanas o industriales.

En las primeras, el agua se utiliza fundamentalmente para riego y las perforaciones, que pueden interesar las "arenas puelches", no están encamisadas y son de fácil medida.

En las segundas, alcanzan solamente la capa freática y se emplean para abreviar ganado (jagüeles y molinos) o para uso doméstico (bombas de mano); son fácilmente medibles cuando se trata de pozos de balde o bombas tipo "sapo".

Las terceras responden a dos características principales según se trate o no de zonas con suministro público de agua corriente. En un caso las perforaciones pertenecen a organismos nacionales, provinciales o municipales, están encamisadas y alcanzan e incluso sobrepasan las "arenas puelches"; no siempre es factible registrar en ellas los niveles. En el segundo caso suelen no estar encamisadas, generalmente alumbran horizontes situados por encima de las "arenas puelches" y es muy engorroso tomar medidas debido a los elementos de captación utilizados (bombas "pie de molino", moto-bombeadores, molinos, etc.)

En la necesidad de tener una información suficiente, acorde con la escala de trabajo, la densidad de puntos censados en forma cuantitativa es de uno cada cuatro kilómetros cuadrados como mínimo; pero cuando se localizaron varias perforaciones vecinas que alumbraban distintos subacuíferos se registraron los datos de cada una de ellas. En la Figura 2.2. adjunta se resumen los resultados obtenidos.

Los pozos fueron situados en cartas topográficas del I.G.M. referidas a coordenadas Gauss-Krüger, acotándose las bocas de pozo. En la planilla que se acompaña

se consignan dos tipos de notación: según ejes de faja Gauss-Krüger y según la numeración de cada hoja 1:50.000, puesto que, para el manejo del fichero e individualización resulta conveniente utilizar esta última. A más de su diagramación sencilla, esta planilla resume todos los datos de importancia para la aproximación requerida (Fig. 2.3.).

Previamente a las tareas de campo y con el fin de controlar las variaciones de nivel en el tiempo, el responsable de cada cuenca seleccionó la ubicación de las perforaciones de control. Esto permitió una vez concluido el censo, ajustar la red de flujo.

Otros datos provenientes de la operación fueron de tipo meteorológico, principalmente pluviométricos, proporcionados por particulares y organismos estatales.

Entre las dificultades iniciales debe destacarse la inexistencia de cartas topográficas adecuadas para las porciones terminales de las cuencas del Arroyo del Tala y ríos Arrecifes y Areco; ello obligó a completar el censo posteriormente, cuando se consiguieron los borradores de campo del I.G.M.

Con respecto a la porción inferior de la cuenca del Río Matanza incluyendo Capital Federal y parte del Gran Buenos Aires, censada como se ha dicho al 1:25.000, se tropezó con la carencia de cartas publicadas a esa escala, esto ocasionó tediosos trabajos de recopilación y de reproducción de originales, generalmente mal conservados.

Superado el inconveniente se comprobó el alto grado de desactualización, por lo que hubo que efectuar el censo con el auxilio de planos catastrales y urbanos, lo que acarrió retrasos en la finalización de las tareas.

Por otra parte la información fue frecuentemente retaceada por los propietarios de las obras, especialmente en las zonas rurales e industriales aledañas al Gran Buenos Aires.

## 2.3. Tareas de gabinete

El material básico recogido durante la operación de campo fue clasificado y ordenado por cuencas y, dentro de esta sistematización primaria, por niveles identificados, hojas a escala de censo y correlación cardinal del sistema Gauss-Krüger.

Para su archivo los datos fueron transcritos a ficheros y planillas (Fig. 2.4.) con lo que se facilitó y agilizó el manejo posterior.

Las fichas de campo que a criterio del censista ofrecían dudas para su pleno aprovechamiento, fueron archivadas por separado con el fin de ser integradas al conjunto, previo análisis emergente de la elaboración de gabinete.

En circunstancias especiales, la sistematización de los datos del censo obligó a realizar algunas tareas complementarias.

### 3. PIEZOMETRIA

#### 3.1. Generalidades

El nivel piezométrico, independientemente de lo que sucede durante el bombeo, está sometido a fluctuaciones por cambios en el almacenamiento. En un caso provienen de la acción de presiones externas sobre los acuíferos; en otro están directamente relacionados con la recarga y fenómenos deplecivos.

Aquel tipo está íntimamente vinculado a las propiedades de elasticidad de los acuíferos; la determinación de su magnitud permite comprender mejor las características físicas del medio en que se mueven las aguas y requiere estudios detallados.

El último está más directamente relacionado con el régimen y las oscilaciones pueden ser seculares o estacionales. Las primeras son las que se producen a través de lapsos extensos, mientras que las segundas involucran periodos cortos correspondientes a estaciones húmedas y secas, controladas por diferencias bruscas en las reservas generatrices; a esto se agrega los pequeños cambios diurnos y nocturnos.

La magnitud y rapidez de las variaciones disminuye desde los cuerpos libres a los confinados, pero en éstos se incrementa con la explotación.

De lo expresado se deduce claramente la importancia que tienen los registros de niveles. Estos pueden hacerse de dos formas según la extensión del área, escala de trabajo y objetivo perseguido. Puede ser conveniente realizar censos periódicos, semestrales o anuales y los resultados volcados en mapas seriados. Cuando la zona a estudiar es extensa esta forma de operar no siempre es adecuada, ya que requiere un servicio numeroso y en consecuencia antieconómica en relación a las metas buscadas.

#### 3.2. Adecuación de la metodología al área

Como resultado de la primera etapa se pudo determinar con cierta precisión que el modelo geohidrológico conceptual está conformado por un acuífero multiunitario, cuyas subunidades están separadas por capas filtrantes y que la red de flujo responde a las características hidrogeológicas superficiales. Por otra parte se reafirmó que la mayor explotación de los niveles semi-confinados se localiza en los márgenes de los ríos Paraná y de La Plata con la consiguiente falta de información de las unidades profundas en las áreas agrícolas. Sin embargo se estimó que este problema podía soslayarse en parte teniendo en cuenta, además de lo antedicho, que no habría alteración de la red de flujo por la menor explotación.

Ante la falta de valores históricos y en la necesidad de conocer por el momento sólo los cambios globales de las reservas y de terminar su interrelación entre los distintos componentes del acuífero, el EASNE debió

encarar el registro piezométrico periódico. Para ello se supuso que se lograría una apreciación adecuada con mediciones anuales, o en todo caso, semestrales. La práctica demostró la conveniencia de efectuarlas mensualmente a fin de prevenir eventualidades que imposibilitan llevarlas a cabo en términos fijos.

De acuerdo a las circunstancias señaladas y a la extensión del área se adoptó el sistema de estaciones de medidas periódicas. Estas fueron ubicadas por los censistas en puntos estratégicos, de acuerdo a los conocimientos geohidrológicos regionales derivados de la elaboración de los datos obtenidos durante el censo preliminar sintético, utilizándose pozos de explotación con niveles productivos identificados.

Se seleccionaron en total 279 y su localización es mostrada en el mapa que se acompaña (Fig. 2.1.).

La Planilla en la que se consigna la ubicación de las estaciones (Fig. 3.1.) corresponde a un modelo sugerido en el Documento de Trabajo N° 53 por el Grupo de Trabajo Gubernamental Sobre Información Hídrica de la Subsecretaría de Recursos Hídricos; es por ello que el número de cuenca que figura es el asignado en el orden nacional por dicha Subsecretaría. Lo indicado como interrupción en la columna correspondiente se refiere a los registros mensuales y no a los semestrales y anuales que son de nuestro interés.

Entre los registros de niveles, automático o manual, se eligió el último tipo pues la continuidad que proporciona el primero en condiciones normales de funcionamiento, está por encima de las necesidades actuales. Además el número de aparatos requeridos haría costosa la operación, manteniéndose la necesidad de igual o mayor personal y la misma infraestructura para mantener el buen funcionamiento de la red. De lo contrario se corre el peligro de perder la continuidad por rotura o mal funcionamiento del aparato.

Las tareas de remediada fueron efectuadas por el personal a cargo del censo.

Como refuerzo, durante el período que va desde Octubre de 1968 a Diciembre del mismo año, se procuró interesar a los pobladores de la porción superior y media de la cuenca del Río Matanza para que ellos mismos efectuaran los controles y los consignaran en fichas previstas al efecto (Fig. 3.2.), remitiéndolas mensualmente al EASNE. Además les fue entregada una libreta similar de contralor, que deben llenar y entregar a un operador a fin de año. Los elementos de medida provistos son sumamente simples para facilitar la tarea y disminuir los costos. Se entregó una cantidad de fichas suficiente como para asegurar una recepción adecuada, pero lógicamente se mantuvo control permanente. La recepción de datos fue decreciendo, especialmente debido a la Ley de Locación Rural que motivó la emigración de numerosos locatarios.

Esta experiencia se extendió posteriormente en forma parcial a otras cuencas.

A pesar de las dificultades, el trazado original de la red se enriqueció con las observaciones de aquellos voluntarios más conspicuos.

ENSAYOS DE BOMBEO

1002

Designación	Ubicación	Tipo	Duración min	Caudal m <sup>3</sup> /h	N. Est.	N. Dir.	Caudal caracter. sumidero m <sup>3</sup> /h.m	Dist. PB-PO m	T m <sup>3</sup> /d.m	S	T'
C. Fernández 1 Las Navas	3650-24-1 97050/23975	Bombes	4320	80	6,97*	9,08*	13,0	51,4	900	3,7.10 <sup>4</sup>	2,9.10 <sup>3</sup>
OSBA Morcos Paz	3670-18-1 07125/50200	Recup. resid.	400	93	5,00	9,75	—	—	940	—	—
D.S.S. Q. 76 Quilmes	3657-13-1 83100/52050	Recup. resid.	765	147	37,20	50,48	—	—	1050	—	—
OSBA Gral. Rodríguez	3670-12-3 97000/70100	Recup. resid.	380	80	4,72	11,38	—	—	230	—	—
Lab. VFF F. Varela	3657-13-1 03900/52050	bombes.	330	71	39,76*	40,71	8,0	38,5	270	4,7.10 <sup>3</sup>	2,1.10 <sup>2</sup>
Cal. Luz y Fuerza Villa Elisa	3657-13-4 00950/44250	Recup.	180	55	8,25*	9,48*	14,0	129,7	470	8,7.10 <sup>4</sup>	—
Instit. Ramon V. Lujan	3670-11-4 75500/59225	Recup. resid.	199	8	7,20	9,30	—	—	310	—	—
Dist. Year 3 Mullingham	3670-12-4 29950/71300	Bombes	370	126	24,72*	25,13*	10,0	115,0	300	3,9.10 <sup>4</sup>	5,2.10 <sup>3</sup>
VII Br-1g. Aereo Moron	3670-12-4 49700/4000	Bombes	177	45	14,59*	14,76*	31,0	292,5	1050	6,3.10 <sup>4</sup>	—
Atanar 4 Moron	3670-12-4 34950/78800	Bombes	245	26	44,10*	44,61*	10,0	7,0	350	3,5.10 <sup>4</sup>	2,4.10 <sup>3</sup>
Sant. Gomez Gral. Rodríguez	3670-17-2 84250/58400	Bombes	270	37	4,80*	5,03*	17,0	198,5	550	1,1.10 <sup>3</sup>	2,1.10 <sup>3</sup>
D.S.S. Benzaat. Ruralajeh	3657-13-2 89850/51050	Recup. resid.	590	127	32,90	44,40	—	—	405	—	—
D.S.S. SEPANAT. 13 Barranbragud	3657-13-2 69950/53525	Recup. resid.	600	125	32,50	45,50	—	—	1995	—	—

ENSAYOS DE BOMBEO

FIG. 41

Denominación	Ubicación	Tipo	Duración min	Caudal m <sup>3</sup> /h	N. Est.	N. dñ.	Caudal teórico m <sup>3</sup> /h.m	Caudal caracter. m <sup>3</sup> /h.m	Dist. PB-PD m	T m <sup>3</sup> /d.m	S	T'
DOSESA	3687-13-4	Bombao	130	72	9,47*	16,2*	22,0	7,4	1,2	340	1,6.10 <sup>2</sup>	3,4.10 <sup>1</sup>
Bornet	08800/39480	Bombao	130	72	9,47*	16,2*	22,0	7,4	1,2	340	1,6.10 <sup>2</sup>	3,4.10 <sup>1</sup>
Carcas de Encendidas	3687-13-4	Bombao	139	varlab.	15,10	27,51	—	9,5	—	56*	—	—
Olmos	04900/27980	Bombao	110	50	21,30*	23,08*	13,0	—	50,0	200	1,9.10 <sup>3</sup>	—
P. Dabalego	3687-13-1	Bombao	110	50	21,30*	23,08*	13,0	—	50,0	200	1,9.10 <sup>3</sup>	—
Cleypala	7/880/4730C	Recup.	105	10	4,05	11,96	—	1,3	—	30*	—	—
Unión Electricas	3687-30-2	Recup.	105	10	4,05	11,96	—	1,3	—	30*	—	—
Magdalena	52/50/16500	resid.	105	10	4,05	11,96	—	1,3	—	30*	—	—
Magda. C. 8	3587-21-1	Salinas	35	varlab.	7,77	3,32	—	1,4	—	—	—	—
Magdalena	59400/13750	Recup.	280	30	7,47	12,00	—	6,6	—	75*	—	—
Magda. C. 8	59350/13750	Recup.	280	30	7,47	12,00	—	6,6	—	75*	—	—
Magdalena	3687-21-1	Recup.	103	25	4,30	18,93	—	1,7	—	10*	—	—
Paral Millar	57800/15900	resid.	103	25	4,30	18,93	—	1,7	—	10*	—	—
Magdalena	3687-21-1	Recup.	103	25	4,30	18,93	—	1,7	—	10*	—	—
Plataas populares	3687-14-2	Bombao	370	74	2,19*	2,69*	16,0	—	314,5	550	5,8.10 <sup>4</sup>	—
Ezeiza	32000/53350	Bombao	370	74	2,19*	2,69*	16,0	—	314,5	550	5,8.10 <sup>4</sup>	—
DOSESA-143 y 42	3687-14-3	Bombao	405	87	17,32*	17,72*	7,0	—	110,2	180	5,0.10 <sup>3</sup>	—
La Plata	09150/33325	Bombao	405	87	17,32*	17,72*	7,0	—	110,2	180	5,0.10 <sup>3</sup>	—
DOSESA	3687-12-1	Recup.	420	50	14,00	29,20	—	3,3	—	40*	—	—
Escobar	10400/99200	resid.	420	50	14,00	29,20	—	3,3	—	40*	—	—
D.S.S. BENZAT.	3687-13-2	Recup.	240	119	33,00	44,33	—	16,4	—	910	—	—
Berezebergut	87125/53250	resid.	240	119	33,00	44,33	—	16,4	—	910	—	—
SPAR	3687-27-1	Bombao	1200	57	7,09*	8,23*	8,0	1,5	10,6	210	1,5.10 <sup>2</sup>	1,7.10 <sup>1</sup>
Voronica	79450/63800	Bombao	1200	57	7,09*	8,23*	8,0	1,5	10,6	210	1,5.10 <sup>2</sup>	1,7.10 <sup>1</sup>
Club de Regatas	3687-14-3	Bombao	300	70	2,37*	6,07*	4,0	—	52,4	150	1,7.10 <sup>4</sup>	1,2.10 <sup>3</sup>
Ensenada	10150/44750	Bombao	300	70	2,37*	6,07*	4,0	—	52,4	150	1,7.10 <sup>4</sup>	1,2.10 <sup>3</sup>

RESULTADOS DEL CENSO DE POZOS Y PERFORACIONES

Ezranca	Area	Total pozos censados	km <sup>2</sup> .pozo	Datos cuantitativos		Datos cualitativos		Epipuelche Cuali. Cuanti	Fuelche Cuali. Cuanti	Hipopuelche Cuali. Cuanti
				total	km <sup>2</sup> .pozo	total	km <sup>2</sup> .pozo			
A° del Baidio										
Rio Rimallio	2050	416	4,9	169	12,1	247	8,3	247	169	—
A° del Talo	865	340	2,5	145	5,9	196	4,8	179	144	16
Rio Arrecifes	1950	471	4,1	204	9,5	267	7,3	229	203	38
Rio Araco	2585	723	3,5	331	7,8	392	6,6	337	325	55
A° de la Cruz, etc.	1205	391	3,0	241	5,0	150	8,0	147	233	43
Rio Lujan	1575	798	1,9	367	4,2	442	3,5	356	354	86
Rio Reconquista	1671	768	2,2	400	4,1	368	4,5	370	215	30
Rio Matanza Superior	1804	840	2,1	458	3,9	382	4,7	279	445	103
Rio Matanza Inferior	833	563	1,4	456	1,8	108	7,7	54	116	52
Int. Jimenez-Gato	790	219	3,6	107	7,3	112	7,0	52	43	60
Int. Pasado-San Felipe	1980	844	2,3	178	11,1	666	3,0	624	169	42
Samborombon	3275	825	3,9	318	10,2	508	6,9	469	309	39

# E. A. S. N. E.

Nº

## ESTUDIO AGUAS SUBTERRÁNEAS NOR ESTE

Calle 13 y 506 — Gonnet  
Dir. postal: CC 128 - La Plata

POZO

- Fecha .....
- Información obtenida por .....
- Fuente de información .....
1. Ubicación: Provincia ..... Partido o Depto. ....  
Mapa ..... Escala ..... Situación .....
2. Propietario: ..... Dirección .....
- Perforista ..... Dirección .....
3. Relieve: .....
4. Altura: ..... m.  $\frac{\text{Sobre}}{\text{Bajo}}$  .....
5. Tipo: Cavado, perforado, taladrado .....
- Fecha .....
6. Profundidad: Informada .....
- Medida ..... m. ....
7. Entubado: O ..... mm. a ..... mm.
8. Capa principal: ..... desde ..... m. a. .... m.  
Otras capas ..... desde ..... m. a. .... m.  
" " ..... desde ..... m. a. .... m.  
" " ..... desde ..... m. a. .... m.
9. Nivel del agua: ..... m.  $\frac{\text{Informado}}{\text{Medido}}$  ..... 19  $\frac{\text{Sobre}}{\text{Bajo}}$  .....
- ..... el cual está ..... m.  $\frac{\text{Sobre}}{\text{Bajo}}$  la superficie
10. Bomba: Tipo ..... capacidad para ..... litros hora  
Fuerza motriz: Clase ..... H. P. : .....
11. Producción: Caudal espontáneo ..... l/H. por bombeo ..... l/H.  
Depresión: ..... m. después de ..... horas de bombeo  
a un promedio de ..... l/h. ....
12. Usos: Domést., Ganado, Indust., Riego. Observaciones .....
- Abastecimiento continuo o temporario: .....
13. Calidad: ..... Temperatura ..... °C  
Gusto, olor y color ..... Muestra: .....
- Inapta para .....
14. Observaciones: (Perfiles, análisis; croquis de ubicación, a la vuelta).  
.....  
.....  
.....



PERFILES METROS

No	Impugn	Exposición	Localidad	Ciudad	No. de Edif.	Coord. UTM (Easting)	Altitud	Upl. (m)	Area (m²)	Vol. (m³)	Perímetro (m)	Observaciones
33	Sta. Fe	Theobald	Ac del Medio	3360-27-1	54-72300/61-19100	20.2	PASNE	1967	1970		F	
33	Sta. Fe	Theobald	Ac del Medio	3360-27-1	54-69750/61-08600	16.2	PASNE	1958			F	
33	Pa. As.	San Nicolás	Ac del Medio	3360-21-1	54-79975/61-16050	20.0	PASNE	1968	1971		F	
33	Pa. As.	San Nicolás	Ac del Medio	3360-21-1	54-76400/61-12550	27.0	PASNE	1968			F	
33	Pa. As.	C. Salles	Ac del Medio	3360-27-1	54-74400/61-03525	15.5	PASNE	1968			F	
33	Pa. As.	Francisco	Ac del Medio	3360-27-1	54-70500/62-91350	21.0	PASNE	1968	1970		F	
33	Pa. As.	Francisco	Ac del Medio	3360-27-1	54-65250/62-93825	48.9	PASNE	1968		si	F	
33	Pa. As.	Coquea	Ac del Medio	3360-27-1	54-61000/62-81825	41.0	PASNE	1968			F	
33	Pa. As.	Guerrero	Ac del Medio	3360-27-1	54-60150/62-80450	53.5	PASNE	1968			F	
33	Sta. Fe	San Jolly	Ac del Medio	3360-24-4	54-50300/62-87250	22.5	PASNE	1967			F	
33	Pa. As.	M. Benitez	Ac del Medio	3360-26-4	54-46400/62-76900	55.0	PASNE	1968			F	
33	Pa. As.	M. Benitez	Ac del Medio	3360-12-2	54-40500/62-74450	27.2	PASNE	1968			F	
33	Pa. As.	Acoveado	Ac del Medio	3360-33-2	54-33000/62-69350	60.0	PASNE	1968			F	
33	Pa. As.	Acoveado	Ac del Medio	3360-33-1	54-35000/62-71150	44.2	PASNE	1968		si	F	
33	Pa. As.	Francisco	Ac de Ranillo	3360-21-1	54-74500/62-86100	53.0	PASNE	1968			F	
33	Pa. As.	J. Pujol	Ac de Ranillo	3360-27-1	54-71100/62-76100	47.2	PASNE	1969		si	F	
33	Pa. As.	J. Pujol	Ac de Ranillo	3360-27-4	54-73800/62-77850	44.1	PASNE	1970			F	
33	Pa. As.	J. Pujol	Ac de Ranillo	3360-27-4	54-81950/62-86600	17.5	PASNE	1969			F	
33	Pa. As.	V. Ramallo	Ac de las Hermanas	3360-27-4	54-92700/62-89200	15.0	PASNE	1969		si	F	
33	Pa. As.	Acoveado	Ac de Ranillo	3360-27-4	54-61800/62-58050	6.2	PASNE	1969		si	F	
33	Pa. As.	V. Ramallo	Ac de las Hermanas	3360-21-4	54-97500/62-93500	28.2	PASNE	1970			F	
33	Pa. As.	V. Ramallo	Ranión Ranillo	3360-27-0	54-88600/62-85250	32.0	PASNE	1969			F	
33	Pa. As.	La Violeta	Ac de las Hermanas	3360-27-1	54-84100/62-19200	40.0	PASNE	1970			F	
33	Pa. As.	El Príncipe	Ac de las Hermanas	3360-27-4	54-83150/62-16000	34.5	PASNE	1970			F	
33	Pa. As.	Edor. Cuatro	Ac de las Cuercas	3360-14-1	54-04300/62-11950	32.0	PASNE	1968	1970	si	F	
33	Pa. As.	Edor. Cuatro	Ac de las Cuercas	3360-14-1	54-04300/62-12200	33.7	PASNE	1970			F	
33	Pa. As.	Pérez Millán	Ac de las Cuercas	3360-14-1	54-04300/62-68100	49.0	PASNE	1970			F	
33	Pa. As.	Edor. Cuatro	Ac Ranillo	3360-14-1	54-15250/62-71150	20.0	PASNE	1968		si	F	
33	Pa. As.	Edor. Cuatro	Ac Ranillo	3360-14-1	54-28350/62-69350	41.6	PASNE	1970			F	
33	Pa. As.	Edor. Cuatro	Ac Ranillo	3360-14-1	54-11000/62-74750	34.0	PASNE	1970		si	F	
33	Pa. As.	J. Anchorena	Ac de Ranillo	3360-11-1	54-63900/62-56200	62.5	PASNE	1969		si	F	
33	Pa. As.	La Violeta	Ac de Ranillo	3360-11-2	54-62800/62-74600	21.1	PASNE	1970			F	
33	Pa. As.	Pta. S. María	Ac de Ranillo	3360-11-2	54-72150/62-58900	54.0	PASNE	1970		si	F	
33	Pa. As.	La Violeta	Ac de las Hermanas	3360-11-2	54-68100/62-71800	52.5	PASNE	1970		si	F	



PRE-EXISTING

No.	Proprietario	Localidad	Ciudad	No. de Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )	Valor	Clase de Suelo	Fecha de Inscripción	Fecha de Ejecución	Estado	Observaciones
35	En. As.	Fra. La Bolca	A. del Tala	3360-34-1	55-0075/62-51680	52,0	EASNE	1968	1968		F
35	En. As.	Fra. 128	A. del Tala	3360-34-1	55-23900/62-57750	30,0	EASNE	1968		si	F
35	En. As.	Fra. Colegiales	A. del Tala	3360-34-1	55-14050/62-60750	35,0	EASNE	1968	1968		F
35	En. As.	Fra. Colegiales	A. del Tala	3360-34-1	55-08475/62-59550	35,0	EASNE	1968			F
35	En. As.	Fra. Colegiales	A. del Tala	3360-34-1	55-08550/62-59950	34,5	EASNE	1968			F
35	En. As.	San Pedro	A. del Tala	3360-34-1	55-18525/62-65650	33,0	EASNE	1968			F
35	En. As.	San Pedro	A. del Tala	3360-34-1	55-22350/62-67800	21,5	EASNE	1968			F
35	En. As.	Fra. Millán	A. del Tala	3360-33-2	54-8400/62-61050	52,5	EASNE	1970	1971		F
35	En. As.	La Violeta	A. del Tala	3360-33-2	54-84150/62-60450	52,0	EASNE	1968	1971	si	F
35	En. As.	La Violeta	A. del Tala	3360-33-2	54-86200/62-60200	52,0	EASNE	1968			F
35	En. As.	Pte. S. María	A. del Tala	3360-33-2	54-82350/62-59300	52,5	EASNE	1968	1968		F
35	En. As.	San Valero	A. del Tala	3360-33-2	54-93700/62-59200	43,5	EASNE	1968		si	F
35	En. As.	San Valero	A. del Tala	3360-33-2	54-93550/62-59200	43,5	EASNE	1970	1971		F
35	En. As.	Fra. Millán	A. del Tala	3360-33-2	54-82500/62-60500	54,4	EASNE	1970	1971	si	F
35	En. As.	La Violeta	A. del Tala	3360-33-2	54-81350/62-60200	52,5	EASNE	1970			F
35	En. As.	La Violeta	A. del Tala	3360-33-2	54-84950/62-60250	52,0	EASNE	1970	1971		F
35	En. As.	Arrecifes	A. del Tala	3360-33-4	54-92350/62-60875	54,5	EASNE	1968			F
35	En. As.	El Encino	A. del Tala	3360-34-3	55-04150/62-55350	41,0	EASNE	1968			F
35	En. As.	San Lucas	A. del Tala	3360-34-3	55-26550/62-52500	42,2	EASNE	1968		si	F
35	En. As.	San Colarada	A. del Tala	3360-34-4	55-29625/62-51525	32,2	EASNE	1968		si	F
35	En. As.	San Colarada	A. del Tala	3360-34-4	55-31450/62-52500	32,3	EASNE	1968		si	F
35	En. As.	San Colarada	A. del Tala	3360-34-4	55-26750/62-52500	22,5	EASNE	1968		si	F
35	En. As.	Arrecifes	Arrecifes	3360-33-4	54-93150/62-60500	60,5	EASNE	1969		si	F
35	En. As.	Arrecifes	Arrecifes	3360-33-4	54-92650/62-59050	60,0	EASNE	1970			F
35	En. As.	Arrecifes	Arrecifes	3360-34-3	55-01300/62-43300	47,5	EASNE	1969		si	F
35	En. As.	Ing. Moncía	Arrecifes	3360-34-3	55-18150/62-42350	22,5	EASNE	1969		si	F
35	En. As.	El Descanso	Arrecifes	3360-34-4	55-02650/62-53150	48,2	EASNE	1969		si	F
35	En. As.	La Colorada	Arrecifes	3360-34-4	55-35100/62-55050	7,5	EASNE	1969		si	F
35	En. As.	Baradero	Arrecifes	3360-34-4	55-44025/62-51600	36,0	EASNE	1970			F
35	En. As.	Baradero	Arrecifes	3360-34-4	55-45200/62-51850	35,2	EASNE	1968	1969	si	F
35	En. As.	I. Portela	Arrecifes	3360-34-4	55-31400/62-45750	32,5	EASNE	1970			F
35	En. As.	I. Portela	Arrecifes	3360-34-4	55-30300/62-40900	29,0	EASNE	1970			F
35	En. As.	Ing. Moncía	Arrecifes	3360-34-4	55-29550/62-47600	9,7	EASNE	1970			F
35	En. As.	Ing. Moncía	Arrecifes	3360-34-4	55-30450/62-50000	20,0	EASNE	1969		si	F
35	En. As.	I. Portela	Arrecifes	3360-34-4	55-31750/62-42700	34,5	EASNE	1969		si	F
35	En. As.	I. Portela	Arrecifes	3360-34-4	55-39150/62-43350	39,2	EASNE	1969		si	F
35	En. As.	San Jero.	Arrecifes	3360-34-4	55-40300/62-55700	20,0	EASNE	1968		si	F
35	En. As.	I. Portela	Arrecifes	3360-4-2	55-29750/62-47500	12,5	EASNE	1969		si	F
35	En. As.	I. Portela	Arrecifes	3360-4-2	55-35900/62-31500	47,5	EASNE	1969		si	F
35	En. As.	C. Sarmiento	Arrecifes	3360-4-2	55-24850/62-29200	32,5	EASNE	1970			F
35	En. As.	C. Sarmiento	Arrecifes	3360-4-3	55-19950/62-12750	50,0	EASNE	1968		si	F
35	En. As.	La Luisa	Arrecifes	3360-4-3	55-07400/62-26000	32,5	EASNE	1969	1970		F
35	En. As.	Arrecifes	Arrecifes	3360-4-3	55-03150/62-37450	32,5	EASNE	1968	1970	si	F
35	En. As.	C. Sarmiento	Arrecifes	3360-4-3	55-18000/62-21250	50,0	EASNE	1968		si	F
35	En. As.	C. Sarmiento	Arrecifes	3360-4-3	55-16650/62-27150	23,2	EASNE	1970			F
35	En. As.	Duignan	Arrecifes	3360-4-4	55-26850/62-17075	47,5	EASNE	1968			F

Y R A T I M E T R O C

No. de	Tercera	Paralela	Localidad	Calle	No. de Calle	Coord. UTM (Easting)	Altura	Temperatura	Hum. Rel.	Pres. Bar.	Vel. Viento	Dir. Viento	Estado	Observaciones
36	Es. An.	Ca. del Señor	A. Pequerín		3560-5-4	55-76950/62-16200	27,0							
36	Es. An.	Ca. del Señor	A. Pequerín		3560-5-4	55-79600/62-16250	30,3							
36	Es. An.	Ca. del Señor	A. de la Cruz		3560-5-4	55-76450/62-03250	27,5							
36	Es. An.	Ca. del Señor	A. de la Cruz		3560-5-4	55-81450/62-17200	22,0							
36	Es. An.	Ca. del Señor	A. de la Cruz		3560-5-4	55-81300/62-03450	12,5							
36	Es. An.	Ca. del Señor	A. de la Cruz		3560-5-4	55-82200/62-05300	23,0							
36	Es. An.	Campana	A. de la Cruz		3560-5-1	55-82350/62-18700	5,0							
36	Es. An.	S.A. de Gileo	A. de la Cruz		3560-11-1	55-58200/61-90600	43,0							
36	Es. An.	S.A. de Gileo	A. de la Cruz		3560-11-1	55-64550/61-96450	35,5							
36	Es. An.	S.A. de Gileo	A. de la Cruz		3560-11-2	55-68000/61-87200	30,5							
36	Es. An.	Peñ. Robles	A. de la Cruz		3560-11-2	55-87350/61-96400	30,5							
36	Es. An.	Pavón	A. de la Cruz		3560-11-2	55-85500/61-98300	28,5							
36	Es. An.	Chimpuá	A. Peacado		3560-6-1	55-57550/62-05325	20,0							
36	Es. An.	Chimpuá	A. Peacado		3560-6-1	55-00500/62-11350	15,5							
36	Es. An.	Ezcohar	A. Ezcohar		3560-6-1	55-02450/61-02550	15,0							
36	Es. An.	Mathuy	A. Ezcohar		3560-12-1	55-02600/61-05175	23,7							
36	Es. An.	Mathuy	A. Garín		3560-12-2	55-15550/61-80900	13,5							
36	Es. An.	Tortuguitas	A. Clave		3560-12-2	55-14300/61-81350	17,0							
36	Es. An.	Yn. 18	A. de las Dunas		3560-12-2	55-20750/61-85950	5,2							
36	Es. An.	PILU	A. Escobal		3560-12-1	55-02300/61-02200	25,0							
36	Es. An.	José G. Paz	A. Ezcohar		3560-12-1	55-02850/61-02350	25,5							
36	Es. An.	José G. Paz	A. Ezcohar		3560-12-1	55-14650/61-06550	30,5							
36	Es. An.	San Sebastián	Luján		3560-6-1	55-01050/62-12070	19,0							
36	Es. An.	San Sebastián	Luján		3560-6-1	55-01200/62-01170	15,7							
36	Es. An.	Ezcohar	Luján		3560-6-1	55-01700/62-01400	17,0							
36	Es. An.	Carles Zea	Luján		3560-11-2	55-73250/61-81350	35,5							
36	Es. An.	Jorrea	Luján		3560-11-2	55-82100/61-88475	32,5							
36	Es. An.	Open Door	Luján		3560-11-2	55-85215/61-86100	22,0							
36	Es. An.	Santa Cecilia	Luján		3560-11-2	55-87975/61-89500	28,0							
36	Es. An.	Thoven	Luján		3560-11-2	55-89525/61-82125	22,0							
36	Es. An.	Jolancy	Luján		3560-11-1	55-65500/61-76975	36,0							
36	Es. An.	Jolancy	Luján		3560-11-1	55-66300/61-71975	30,0							
36	Es. An.	Olivera	Luján		3560-11-1	55-68475/61-69525	24,5							
36	Es. An.	Olivera	Luján		3560-11-4	55-69300/61-67725	31,5							
36	Es. An.	Cortinea	Luján		3560-11-4	55-72950/61-77750	32,5							
36	Es. An.	Cortinea	Luján		3560-11-4	55-72875/61-74850	26,2							
36	Es. An.	Marquei	Luján		3560-11-4	55-72500/61-69525	31,5							
36	Es. An.	Marquei	Luján		3560-11-4	55-76800/61-70225	29,3							
36	Es. An.	Marquei	Luján		3560-11-4	55-76250/61-67300	31,3							
36	Es. An.	Luján	Luján		3560-11-4	55-78625/61-73575	26,0							
36	Es. An.	Luján	Luján		3560-11-4	55-80950/61-72000	22,3							
36	Es. An.	Luján	Luján		3560-11-4	55-81900/61-68875	32,5							
36	Es. An.	Open Door	Luján		3560-11-4	55-85275/61-81500	27,5							
36	Es. An.	Fransderos	Luján		3560-11-4	55-89250/61-75850	26,2							

UNIDATI METROS

No.	Sexo	Apellido	Nombre	Municipio	No. de...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
35	Es. Ad.	...	...	Luján	3560-12-1	55-92650/61-92150	20,0	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Luján	3560-12-1	55-91550/61-91650	22,0	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Luján	3560-12-1	55-94900/61-94700	18,5	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Luján	3560-12-1	55-98875/61-85100	25,0	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Luján	3560-12-1	56-00900/61-90750	15,5	EASNE	1968	1969	no	F	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Luján	3560-12-1	56-01500/61-96950	25,0	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Luján	3560-12-1	55-92700/61-79500	29,7	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Luján	3560-12-1	55-95025/61-77425	31,2	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Luján	3560-12-1	55-97750/61-74725	14,0	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Reconquista	3560-17-1	55-86625/61-43750	14,5	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Reconquista	3560-17-2	55-96200/61-58350	30,7	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Reconquista	3560-12-1	56-22500/61-75500	10,0	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Reconquista	3560-15-1	56-04850/61-59700	22,5	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Reconquista	3560-18-1	55-98150/61-53875	22,7	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Reconquista	3560-12-1	56-04850/61-67500	29,2	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Reconquista	3560-12-1	56-04850/61-67500	29,2	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Reconquista	3560-17-1	55-97750/61-70525	30,8	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Reconquista	3560-12-1	56-15200/61-72925	27,4	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Reconquista	3560-17-4	55-85000/61-68620	23,8	EASNE	1968	1970	no	F	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Reconquista	3560-12-1	56-15200/61-61325	12,3	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Reconquista	3560-12-1	56-25600/61-72750	10,0	EASNE	1968	...	...	...	...	...
36	Es. Ad.	...	...	Reconquista	3560-12-1	56-05850/61-04200	18,7	EASNE	1968	...	...	...	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	56-14900/61-14300	15,0	EASNE	1968	...	...	...	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	56-12500/61-40200	22,5	EASNE	1968	...	...	...	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-2	56-18900/61-17800	30,0	EASNE	1968	...	...	...	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	56-09600/61-92775	26,2	EASNE	1968	...	...	...	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	56-04000/61-45350	24,9	EASNE	1968	...	...	...	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	55-97400/61-15580	14,7	EASNE	1968	...	...	...	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	56-04100/61-29450	28,7	EASNE	1968	1970	no	F	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-17-1	55-86100/61-32200	36,4	EASNE	1968	1969	no	F	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-17-4	55-88600/61-35250	16,7	EASNE	1968	...	...	...	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	55-91700/61-29800	15,6	EASNE	1968	1969	no	F	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	56-06500/61-52075	29,8	EASNE	1968	...	...	...	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	56-10050/61-45900	21,5	EASNE	1968	...	...	...	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	56-12100/61-48000	25,2	EASNE	1968	1969	no	F	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	55-97100/61-45875	31,8	EASNE	1968	...	...	...	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	56-03250/61-41900	28,7	EASNE	1968	1969	no	F	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	56-05100/61-47500	27,7	EASNE	1968	1970	si	F	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	56-10575/61-47000	22,5	EASNE	1968	...	...	...	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-2	56-21450/61-56800	28,6	EASNE	1968	1970	si	F	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-2	56-22950/61-51800	14,0	EASNE	1968	...	...	...	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	56-08875/61-44100	31,5	EASNE	1968	1970	si	F	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	55-95000/61-35500	36,9	EASNE	1968	1969	no	F	...	...
47	Es. Ad.	...	...	Matanza	3560-18-1	55-92225/61-40225	18,3	EASNE	1968	1969	no	F	...	...

PERIOMETROS

Id. Prop.	Denominación	Localidad	Río	Hoja I. J. P.	Coord. UTM Krüger	Altura m. NN	Superficie m. cuadrados	No. Inscrip.	No. Tomo	Int.	Amplif.
47	Pa. An.	Verónica	Samborombón	3557-26-1	64-31150/60-89050	9,7	EASNE	1969		no	F
47	Pa. An.	Brundage	Samborombón	3557-19-4	64-00100/60-97650	12,0	EASNE	1969	1970	no	F
47	Ba. An.	Est. Vergara	Samborombón	3557-26-1	64-21950/60-81150	8,45	EASNE	1969		no	F
47	Ba. An.	Est. Vergara	Samborombón	3557-26-1	64-23250/60-80090	7,2	EASNE	1969		no	F
47	Ba. An.	Magdalena	A° El Espinillo	3557-20-2	64-43550/61-21350	7,5	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	El Pino	A° Zapata	3557-20-2	64-40200/61-25350	6,0	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	El Pino	A° Zapata	3557-20-2	64-37200/61-26250	9,0	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Q. Mansilla	A° Zapata	3557-20-2	64-33950/61-26200	10,2	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Q. Mansilla	A° Zapata	3557-20-2	64-31400/61-27150	10,0	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Q. Mansilla	A° El Espinillo	3557-20-2	64-39000/61-15850	8,2	EASNE	1968	1970	no	F
47	Ba. An.	Q. Mansilla	A° El Espinillo	3557-20-2	64-32400/61-15850	16,2	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Q. Mansilla	A° El Espinillo	3557-20-2	64-33900/61-11100	16,0	EASNE	1968	1969	no	F
47	Ba. An.	J. Arditi	A° El Espinillo	3557-20-2	64-33950/61-10350	15,0	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Q. Mansilla	A° Zapata	3557-20-2	64-33800/61-28400	10,0	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	El Blanco	A° Zapata	3557-14-8	64-36500/61-11800	5,1	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	J. Arditi	A° El Espinillo	3557-20-2	64-40700/61-14250	8,9	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Atalaya	A° El Espinillo	3557-20-2	64-46650/61-25600	5,0	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Atalaya	A° Buriziga	3557-20-2	64-48600/61-23000	5,0	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Magdalena	A° Buriziga	3557-20-2	64-51150/61-22250	4,0	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	J. Arditi	A° Buriziga	3557-20-2	64-44050/61-14350	11,0	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Magdalena	A° Buriziga	3557-20-2	64-49650/61-10100	16,2	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	R. Boyr6	A° Buriziga	3557-20-4	64-44400/61-06550	13,7	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Magdalena	A° Juan Blanco	3557-21-1	64-35500/61-11100	7,7	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Magdalena	A° Juan Blanco	3557-21-1	64-60700/61-09700	7,0	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Magdalena	A° Juan Blanco	3557-21-1	64-20950/61-10650	12,0	EASNE	1968	1970	no	F
47	Ba. An.	Magdalena	A° El Testino	3557-21-1	64-04300/61-10750	4,0	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Magdalena	A° Primera Estancia	3557-21-3	64-61250/61-09000	9,7	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	A. Jonte	A° Primera Estancia	3557-21-3	64-59750/60-92550	12,6	EASNE	1969		no	F
47	Ba. An.	I. Carreras	A° El Pescado	3557-20-1	64-14700/61-20000	16,2	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	I. Carreras	A° El Pescado	3557-20-1	64-19500/61-22550	18,7	EASNE	1969		no	F
47	Ba. An.	Poblet	A° El Pescado	3557-20-1	64-13200/61-20700	18,8	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Arana	A° El Pescado	3557-14-3	64-23750/61-22150	5,1	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	La Balandra	A° El Pescado	3557-14-4	64-33850/61-33800	1,0	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Los Talas	A° El Pescado	3557-14-3	64-27200/61-38020	2,5	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	La Harpadora	A° El Pescado	3557-14-3	64-30000/61-33250	2,5	EASNE	1968		no	F
47	Ba. An.	Olmos	A° Zapata	3557-19-2	64-06500/61-24500	21,5	EASNE	1969		no	F
47	Ba. An.	I. Carreras	A° El Pescado	3557-20-1	64-24400/61-14550	20,0	EASNE	1969		no	F
47	Ba. An.	A. Jonte	A° P. de la	3557-21-3	64-09000/61-08000	6,5	EASNE	1969		no	F
47	Ba. An.	A. Jonte	A° P. de la	3557-21-3	64-70300/60-96700	7,3	EASNE	1969		no	F
47	Ba. An.	Verónica	A° La Matilde	3557-27-2	64-82900/60-88800	5,5	EASNE	1969		no	F
47	Ba. An.	Verónica	A° La Matilde	3557-27-2	64-64350/60-87550	5,0	EASNE	1969		no	F
47	Ba. An.	Verónica	A° San Felipe	3557-27-1	64-70550/60-86700	16,0	EASNE	1969		no	F
47	Ba. An.	Punta Piedras	A° San Felipe	3557-27-2	64-87950/60-81250	2,5	EASNE	1969	1970	no	F
47	Ba. An.	Verónica	A° San Felipe	3557-27-2	64-81000/60-79900	6,0	EASNE	1969		no	F

Y R E A T I N E T R O U

No.	Sex	Name	Address	Age	Height	Weight	Complexion	Build	Eye	Hair	Int.	Notes
47	En. As.	Ka. 58	Matanza	3560-18-1	52-99720/61-42900	30.9	PASNE	1968			no	F
47	En. As.	Gral. Lda. Herna	Matanza	3560-18-3	55-97085/61-38850	34.5	PASNE	1968			si	F
47	En. As.	Gral. Lda. Herna	Matanza	3560-18-1	55-99400/61-28950	30.0	PASNE	1968	1970		si	F
47	En. As.	Gral. Lda. Herna	Matanza	3560-18-1	56-01350/61-33600	33.7	PASNE	1968			no	F
47	En. As.	Gral. Lda. Herna	Matanza	3560-18-1	56-01450/61-27650	29.9	PASNE	1968			si	F
47	En. As.	Gral. Hernan	Matanza	3560-18-1	56-03350/61-37200	33.2	PASNE	1968	1970		si	F
47	En. As.	Gral. Hernan	Matanza	3560-18-1	56-07750/61-34000	27.8	PASNE	1968			no	F
47	En. As.	Ureca Paz	Matanza	3560-18-1	56-11050/61-41475	23.5	PASNE	1968			si	F
47	En. As.	Hernan Paz	Matanza	3560-18-4	56-17225/61-37000	19.5	PASNE	1968	1970		no	F
47	En. As.	E. Suarez	Matanza	3560-18-4	56-29825/61-38850	28.7	PASNE	1968			no	F
47	En. As.	Emiliano	Matanza	3560-21-1	56-29950/61-32650	30.0	PASNE	1968	1970		no	F
47	En. As.	Emiliano	Matanza	3560-24-2	56-18900/61-17900	30.5	PASNE	1968			no	F
47	En. As.	Emiliano	Matanza	3560-18-4	56-12400/61-30250	24.0	PASNE	1968	1970		si	F
47	En. As.	Emiliano	Matanza	3560-18-4	56-30850/61-44150	17.5	PASNE	1968	1970		si	F
47	En. As.	Emiliano	Matanza	3560-24-2	56-12750/61-21150	28.6	PASNE	1968			no	F
47	En. As.	Ureca Paz	Matanza	3560-18-1	56-27120/61-42000	20.4	PASNE	1968			si	F
47	En. As.	Hernan Paz	Matanza	3560-18-1	56-07350/61-40150	29.2	PASNE	1968			si	F
47	En. As.	E. Suarez	Matanza	3560-18-4	56-22500/61-34500	20.0	PASNE	1968			no	F
47	En. As.	V. Lopez	Matanza	3557-7-1	63-62650/61-79750	17.0	PASNE	1971			no	F
47	En. As.	Emiliano	Matanza	3560-18-4	61-31150/61-62500	28.5	PASNE	1971			no	F
47	En. As.	Ciudad del Sur	Matanza	3570-18-2	63-22120/61-34250	5.0	PASNE	1971			no	F
47	En. As.	San Juan	Matanza	3557-13-1	61-20250/61-52875	16.2	PASNE	1971			no	F
47	En. As.	San Juan	Matanza	3557-13-1	61-12500/61-31125	18.0	PASNE	1971			no	F
47	En. As.	San Juan	Matanza	3557-13-1	61-71250/61-49400	22.0	PASNE	1971			no	F
47	En. As.	San Juan	Matanza	3557-13-1	61-75400/61-42725	18.0	PASNE	1971			no	F
47	En. As.	San Juan	Matanza	3557-13-1	63-32500/61-58525	20.0	PASNE	1971			no	F
47	En. As.	R. Varela	Matanza	3557-13-1	61-81075/61-48225	21.5	PASNE	1971			no	F
47	En. As.	Emiliano	Matanza	3557-13-1	61-81950/61-50425	21.5	PASNE	1971			no	F
47	En. As.	V. Suarez	Matanza	3560-18-4	56-22150/61-36250	17.8	PASNE	1966			si	F
47	En. As.	E. Suarez	Matanza	3560-18-4	56-28500/61-42500	17.7	PASNE	1968	1970		si	F
47	En. As.	Emiliano	Matanza	3560-24-1	56-10550/61-20375	28.5	PASNE	1967			si	F
47	En. As.	Emiliano	Matanza	3560-24-2	56-15425/61-19650	30.8	PASNE	1967			si	F
47	En. As.	E. Varela	Matanza	3560-18-2	56-26150/61-50950	16.2	PASNE	1967	1968		no	F
47	En. As.	Emiliano	Matanza	3560-18-4	56-15450/61-31400	22.0	PASNE	1968			si	F
47	En. As.	Emiliano	Matanza	3560-18-4	56-34000/61-30175	25.0	PASNE	1967			si	F
47	En. As.	Emiliano	Matanza	3560-18-4	56-35150/61-35150	25.3	PASNE	1967			si	F
47	En. As.	Emiliano	Matanza	3560-18-4	56-30350/61-34150	20.3	PASNE	1967			si	F
47	En. As.	V. Suarez	Matanza	3560-18-4	56-21000/61-28625	22.2	PASNE	1968			si	F
47	En. As.	Emiliano	A° del Gato	3557-14-1	64-13750/61-40450	2.3	PASNE	1969			si	F
47	En. As.	R. Varela	A° Pereyra	3557-13-4	61-97100/61-45600	12.5	PASNE	1968			si	F
47	En. As.	San Juan	A° del Gato	3557-14-3	64-13600/61-37475	19.8	PASNE	1969			no	F
47	En. As.	Villa Elica	A° Corroyal	3557-13-4	61-97000/61-42150	18.8	PASNE	1969			si	F
47	En. As.	Emiliano	A° Plitana	3557-13-2	61-91200/61-51100	4.5	PASNE	1969			no	F
47	En. As.	Emiliano	A° Pereyra	3557-13-2	61-86900/61-48100	17.6	PASNE	1969	1971		si	F





# E. A. S. N. E. (CFI-PBA)

CALLE 13 Y 508 - GONNET  
C. C. N° 128 - LA PLATA

GONNET, ..... de ..... de 197....

## ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA N° .....

### A) Antecedentes de la muestra (obtenidos por el coleccionista)

Procedencia: .....  
Localidad: .....  
Partido: .....  
Fecha de extracción: .....  
Coleccionada: .....  
Profundidad: .....  
Profundidad toma de muestra: .....  
Superficie: .....  
Temperatura del agua: .....  
Observaciones: .....

### B) Caracteres Físicos (A la recepción de la muestra en Laboratorio)

Color: ..... Aspectos: .....  
Olor: ..... Sedimento: .....  
Observaciones: .....

### C) Análisis Químico

	ppm	mEp/l
1. Alcalinidad total:	..... (CO <sub>3</sub> Ca);	..... (en CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> )
1a. Alc. de Carbonatos:	..... (CO <sub>3</sub> Ca);	..... (en CO <sub>3</sub> <sup>=</sup> )
1b. Alc. de Bicarbonatos:	..... (CO <sub>3</sub> Ca);	..... (en CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> )
2. Cloruros solubles:	..... (Cl);	..... (en Cl <sup>-</sup> )
3. Sulfatos solubles:	..... (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> );	..... (en SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )
4. Conductibilidad:	.....	.....
5. Residuo sólido soluble:	.....;	..... (en mg/l)
6. Materia orgánica soluble:	.....	(O <sub>2</sub> . Consumido-medio ácido)
7. Sodio:	..... (Na <sup>+</sup> );	..... (en Na <sup>+</sup> )
8. Potasio:	..... (K <sup>+</sup> );	..... (en K <sup>+</sup> )
9. Calcio:	..... (Ca <sup>++</sup> );	..... (en Ca <sup>++</sup> )
10. Magnesio:	..... (Mg <sup>++</sup> );	..... (en Mg <sup>++</sup> )
11. Flúor	..... (F <sup>-</sup> );	..... (en F <sup>-</sup> )

### D) Otras determinaciones

.....  
.....  
.....  
.....

Observaciones: .....



# E. A. S. N. E.

Nº

## ESTUDIO AGÜAS SUBTERRANEas NOR ESTE

Calle 13 y 508 - Gonnet  
Dir. postal: CC 128 - La Plata

POZO

Fecha .....

Información obtenida por .....

Fuente de información .....

1. Ubicación: Provincia ..... Partido o Depto. ....  
Mapa ..... Escala ..... Situación .....

2. Propietario: ..... Dirección .....

Perforista ..... Dirección .....

3. Relieve: .....

4. Altura: ..... m.  $\frac{\text{Sobre}}{\text{Bajo}}$  .....

5. Tipo: Cavado, perforado, taladrado .....

Fecha .....

6. Profundidad: Informada .....

Medida ..... m. ....

7. Entubado: Ø ..... mm. a ..... mm.

8. Capa principal: ..... desde ..... m. a. .... m.  
Otras capas ..... desde ..... m. a. .... m.  
" " ..... desde ..... m. a. .... m.  
" " ..... desde ..... m. a. .... m.

9. Nivel del agua: ..... m.  $\frac{\text{Informado}}{\text{Medido}}$  19  $\frac{\text{Sobre}}{\text{Bajo}}$  .....  
..... el cual está ..... m.  $\frac{\text{Sobre}}{\text{Bajo}}$  la superficie

10. Bomba: Tipo ..... capacidad para ..... litros hora  
Fuerza motriz: Clase ..... H. P. ....

11. Producción: Caudal espontáneo ..... l/H. por bombeo ..... l/H.  
Depresión: ..... m. después de ..... horas de bombeo  
a un promedio de ..... l/h. ....

12. Usos: Domést., Ganado, Indust., Riego. Observaciones .....

Abastecimiento continuo o temporario: .....

13. Calidad: ..... Temperatura ..... °C  
Gusto, olor y color ..... Muestra: .....

Inapta para .....

14. Observaciones: (Perfiles, análisis; croquis de ubicación, a la vuelta).  
.....  
.....  
.....

La ventaja del sistema es obvia, pues a la economía que significa distraer menos tiempo de un técnico y su correspondiente movilidad, se le suma en general una mayor frecuencia en las lecturas, que en algunos casos son diarias y más frecuentemente semanales o quincenales; estas podrán ser utilizadas en estudios especiales.

Los datos provenientes tanto de observadores voluntarios como del personal de EASNE, son archivados en planillas resumen como la que se adjunta (Fig. 3.3.). Los de voluntarios en especial son previamente controlados para lo cual se los compara con los obtenidos por personal del Comité.

#### 4. ENSAYOS DE BOMBEO

##### 4.1. Generalidades

En la evaluación de las aguas subterráneas, cualquiera sea el principio adoptado en cuanto a considerar al acuífero como un conducto o como un embalse, es fundamental la determinación de los coeficientes de Transmisividad y Almacenamiento, pues limitan respectivamente el volumen de agua que pasa por una sección y las reservas.

Dadas las variaciones que presentan, la naturaleza y la imposibilidad práctica de existencia de isotropía y homogeneidad reales en los acuíferos, los esquemas geohidrológicos se idealizan dentro de simplificaciones lógicas y aproximaciones concordantes con las necesidades, adoptándose coeficientes que varían dentro de una gama y error permisibles.

Planteadas así las cosas, el buen conocimiento hidrogeológico regional posibilita una estimación suficientemente adecuada de dichos parámetros, debiendo ésta ser complementada con experiencias puntuales que permitan corroborar si se está dentro de la aproximación establecida.

Entre los distintos métodos puntuales, el de ensayo de bombeo es el más preciso; además permite establecer y/o verificar la presencia de límites y capas filtrantes.

El grado de extrapolación posible está condicionado por la ubicación de la prueba en relación a la anisotropía existente, la situación de los pozos de observación, la duración del ensayo y aún por sus variaciones en el tiempo.

Teóricamente parecería ideal construir una red de pozos para efectuar estos ensayos, pero es una operación onerosa y no siempre los resultados serán representativos. En el área bajo estudio el sistema es inconveniente por no justificarse, al menos por ahora, tal erogación. Por economía las pruebas se han practicado en perforaciones de explotación efectuadas por terceros.

La concentración de la información en algunos puntos no presenta mayores problemas pues en este caso, concurrentemente con el conocimiento regional, permi-

te llegar a una buena aproximación. Esta circunstancia ha sido reforzada con los resultados de las tres perforaciones de exploración realizadas por EASNE en las porciones superior y media de la cuenca del Río Matanza, en las que también y colateralmente se realizaron pruebas de bombeo.

Dada la importancia que reviste el ensayo de bombeo dentro del contexto general de la investigación, cuando es utilizado con precaución e interrelacionado con otros conocimientos, se ha creído conveniente describir con algún detalle la técnica empleada y consignar los resultados obtenidos.

Si bien tales ensayos tienen otras aplicaciones prácticas concernientes a la verificación de la buena construcción de las obras de captación en sí, no se hacen mayores alusiones a ellas, dada la índole del trabajo.

##### 4.2. Metodología empleada

###### Tipos de ensayos

Los ensayos hidráulicos se pueden agrupar en dos grandes clases: Descenso y Recuperación.

###### I. DESCENSO

###### F. Caudal constante:

- a) Con pozo de observación. Se puede determinar los coeficientes de transmisividad, permeabilidad, almacenamiento, transmisividad vertical (coeficiente de filtración), permeabilidad vertical y la eficiencia y caudal característico de la perforación.
- b) Sin pozo de observación. Se puede determinar el caudal característico.

F'. Caudal variable. Se puede determinar el caudal característico y la eficiencia del pozo.

###### II. RECUPERACION (caudal constante)

- II'. Con pozo de observación. Se puede determinar transmisividad, permeabilidad, almacenamiento, transmisividad vertical o coeficiente de filtración, permeabilidad vertical, la eficiencia y el caudal característico teórico.
- II''. Sin pozo de observación. Se puede determinar los coeficientes de transmisividad, permeabilidad y caudal característico.

###### Breve descripción de los métodos

- a) Ensayo de equilibrio o de Thiem. No se desarrolla por no haberse aplicado en la zona en razón de las condiciones de trabajo.
- b) Ensayos de no equilibrio o de variación.

*Métodos de Theis o de Recarga o Descarga Constantes Sin Filtración Vertical*

El método, desarrollado en 1935 por Theis, puede considerarse como uno de los más importantes en la interpretación de la hidráulica de pozos y la determinación de los coeficientes geohidrológicos.

Sus principales ventajas respecto al anterior estriban en que no es necesario alcanzar el equilibrio del nivel dinámico y que puede emplearse un solo pozo de observación.

El mayor inconveniente radica en que se necesitan por lo menos dos perforaciones convenientemente distanciadas, una de bombeo y otra de observación.

El empleo de la fórmula de Theis está condicionado por los siguientes supuestos:

- El acuífero es isótropo y homogéneo.
- El espesor es uniforme.
- Su extensión es infinita.
- No recibe recarga.
- Los pozos lo atraviesan totalmente.
- El agua recibida del almacenamiento se descarga instantáneamente con una variación equivalente a la depresión de nivel.
- Durante el ensayo, el caudal se mantiene constante.

La fórmula de Theis es:

$$s = \frac{Q \cdot W(u)}{4 \pi \cdot T}$$

S: depresión de nivel en cualquier punto cercano del pozo utilizado para alterar el equilibrio hidráulico natural (m)

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/día)

T: Trasmisividad (m<sup>2</sup>/día)

W(u): Función de pozo.

$$W(u) = \int_u^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} \cdot du$$

cuyo desarrollo en serie es:

$$0,5772 - \log_e u + u - \frac{u^2}{2.2!} + \frac{u^3}{3.3!} - \frac{u^4}{4.4!} + \dots$$

en esa expresión

$$u = \frac{r^2 S}{4 t T}$$

u: argumento de la integral exponencial.

r: distancia entre el pozo de bombeo y el punto de medición de s(m).

S: coeficiente de almacenamiento (adimensional).

t: tiempo desde el comienzo o finalización del bombeo. (días).

Debido a que las fórmulas descriptas carecen de resolución analítica, Theis ideó un método gráfico que permite calcular T y S conocidos los demás términos

de la ecuación. Este consiste en la comparación de una curva elaborada en escala logarítmica con valores de u (abscisas) W(u) (ordenadas), con la construida en base a las magnitudes de s (ordenadas) y t (abscisas) obtenidas en el ensayo.

Este método, que ha resultado realmente eficiente en nuestra zona de trabajo, aplicable tanto a prueba de bombeo como de recuperación, está limitado principalmente por la presencia de fuentes de recarga que se manifiestan fundamentalmente por filtración vertical a través de unidades semiconfinantes. Este inconveniente puede sin embargo obviarse utilizando aquellos tramos de la curva que no presenten alteraciones por recarga.

*Método de Jacob o de Descarga o Recarga Constante sin Filtración Vertical. Fórmula de no-equilibrio modificada.*

Este autor señaló, a partir del desarrollo en serie de la fórmula de Theis, que para valores pequeños de u ésta podía ser reemplazada, dentro de un margen de error despreciable, por la siguiente:

$$s = \frac{0,183}{T} \cdot \frac{Q (\log 2,25 T t_0)}{r^2 \cdot S}$$

Las magnitudes de u por debajo de 0,05 favorecen el empleo de la fórmula anterior, brindando un resultado prácticamente igual al alcanzado con el método de Theis. Hay que destacar que estos valores se pueden obtener con distanciamientos pequeños de los pozos de observación y tiempo de bombeo extensos.

La resolución gráfica consiste en volcar los valores de s (depresión) de un pozo cercano al de bombeo, sobre ordenadas aritméticas y los de tiempo sobre abscisas logarítmicas. Para valores de u menores a 0,05 los puntos se alinean siguiendo una recta.

El valor de T se calcula en base a la pendiente de dicha recta mediante la siguiente fórmula:

$$T = \frac{0,183 Q \log t_2/t_1}{\Delta s}$$

donde t<sub>2</sub> y t<sub>1</sub> representan espacios de tiempo correspondientes a un ciclo logarítmico y la diferencia de depresión (recuperación) para dicho ciclo.

El almacenamiento se obtiene de:

$$S = \frac{2,25 T \cdot t_0}{r^2}$$

t<sub>0</sub>: tiempo teórico para s igual a cero donde u es menor a 0,05.

Tanto en una como en otra fórmula los demás parámetros son los mismos que los definidos por Theis.

El método de Jacob, que representa mayores restricciones respecto al de Theis lo aventaja en que, de más fácil y rápida aplicación, permite controlar durante el ensayo la presencia de barreras (positivas y/o negativas) cuya influencia limita el rango de utilidad de ambos métodos.

Su mayor desventaja estriba en que generalmente brinda valores bajos de  $S$  y grandes de  $T$ . Además como el anterior necesita dos perforaciones.

*Método de Recuperación Residual o de Descarga o Recarga Constante sin Filtración Vertical - Fórmula de Recuperación de Theis.*

Tiene la ventaja de que puede utilizarse el mismo pozo de bombeo, aunque únicamente para calcular valores de  $T$  y  $K$ . Se aplica también, con cierta frecuencia en pozos de observación. Su mayor desventaja es que las magnitudes de  $T$  y  $K$  están controladas por el desarrollo de la perforación.

Su resolución analítica es:

$$T = \frac{0,183 Q \log t/t'}{\Delta s'}$$

- $t$ : Tiempo desde el comienzo del bombeo.
- $t'$ : Tiempo desde que finalizó el bombeo.
- $s'$ : Recuperación residual.

Los demás miembros son los mismos que para la fórmula de Jacob.

Su representación gráfica es semejante a la anterior.

*Método de Descarga o Recarga Constante con Filtración Vertical*

Desarrollado por Hantush-Jacob, se basa en el cálculo de una familia teórica de curvas, controladas por el efecto filtrante a través de unidades semiconfinantes.

El desarrollo de la ecuación es similar a la de Theis y la curva teórica externa  $r/B = 0$  coincide con la de éste.

$B$ : Parámetro de filtración de la unidad semiconfinante.

Su resolución gráfica, también similar a la de Theis, permite calcular  $T$ ,  $S$ ,  $K$ , del acuífero y  $T'$ ,  $K'$ , (Transmisividad vertical o coeficiente de filtración y permeabilidad vertical respectivamente).

*Método del Ensayo por Saltos*

Ciertos autores mencionan su utilidad para calcular pérdidas de carga sufridas en las vecindades y dentro del pozo. En estas zonas la depresión por causa del flujo turbulento es proporcional a una potencia  $n$  del

caudal;  $n$  generalmente se toma igual a 2 (Jacob, 1947), aunque Rorabaugh, 1953, considera que puede desviarse considerablemente de este valor.

La fórmula de depresión total es:

$$s_t = a \cdot Q + b \cdot Q^n$$

$a \cdot Q$ : pérdida del acuífero

$b \cdot Q^n$ : pérdida de pozo

El método consiste en efectuar un bombeo continuo por etapas de diferente caudal y observar para cada uno de los mismos la depresión en el pozo bombeado.

Si se le asigna un valor fijo a  $n$ ,  $a$  y  $b$  pueden ser calculados parados  $s$  medidas (conocidos  $Q_1$  y  $Q_2$ ).

$$s_1 = a \cdot Q_1 + b \cdot Q_1^n$$

$$s_2 = a \cdot Q_2 + b \cdot Q_2^n$$

Incluso se han asignado valores fijos a  $b$  que indicarían el grado de eficiencia del sondeo.

**4.3. Aplicación al área de estudio**

En el área estudiada se han efectuado hasta el presente 60 ensayos hidráulicos, en 57 de los cuales se utilizaron perforaciones de fábricas; los restantes se practicaron en tres sondeos de exploración programados por EASNE. Este sistema pudo aplicarse debido a que en algunas zonas la densidad de perforaciones particulares permitió ubicar algunas en condiciones de ser ensayadas.

Las pruebas se realizaron en su totalidad bajo régimen de no-equilibrio debido a que, aún en el de mayor duración (72 horas de bombeo), no se alcanzó la estabilización del nivel dinámico y en la mayoría de los casos se contó solo con un pozo de observación.

En 46 ensayos se obtuvieron datos satisfactorios los restantes (22 %) no brindaron resultados correctos entre otras cosas por: deficiencias propias de las perforaciones de bombeo y/o observación; imposibilidad de determinar el gasto correctamente y distanciamiento inadecuado de los pozos testigos.

De los ensayos por el método de Theis se han establecido los siguientes valores extremos de los parámetros  $T$ ,  $S$  y  $K$ .

$T$ (m <sup>2</sup> /día)	$S$	$K$ (m/día)
150 a 1300	$1 \times 10^{-2}$ a $1,7 \times 10^{-4}$	9 a 31

El método de Jacob ha sido empleado como primera fuente de información, ajustando los valores a los logrados con el método de Theis.

Con respecto al de Recuperación residual, en la práctica se ha encontrado que el grado de desarrollo controla fundamentalmente el resultado de la ecuación, habiéndose observado diferencias de más del 100 % entre los parámetros calculados por este método y el de Theis o Jacob para una misma prueba. Cuando se aplica a un pozo de observación es más preciso que el de recuperación modificado.

La aplicación del método de Hantush-Jacob a algunos ensayos dio magnitudes extremas de transmisividad vertical del orden de 0,009 l/día y 0,0004 l/día.

En las experiencias a caudal variable, se ha comprobado que los valores de eficiencia de pozo no son siempre reales y de la comparación con el método de Theis se han detectado diferencias de hasta 74 %.

En la tabla adjunta (Fig. 4.1.) se consignan la cantidad de ensayos, los métodos y parámetros logrados. La ubicación es mostrada en el mapa (Fig. 4.2.).

## 5. PERFORACIONES DE TERCEROS

Es indudable la importancia que tienen en todo estudio hidrogeológico las perforaciones de exploración. Su relevancia aumenta en áreas como la estudiada, donde el relieve impide o dificulta deducir con cierta precisión de la superficie, cuáles son las condiciones en el subsuelo. En cambio una perforación de estudio implica una erogación que no siempre es compatible con el presupuesto y los resultados esperables de la investigación. Frecuentemente esto se subsana cuando como en este caso un área se halla en explotación y así, pueden ser de provecho aquellas obras documentadas efectuadas con fines de utilización.

Uno de los principales inconvenientes encontrados fue la falta de una legislación que obligue a toda compañía perforista a presentar su documentación final de obra en la que se consignan los datos geológicos hidrogeológicos y químicos correspondientes.

Donde hay reglamentos al respecto existen a veces dificultades burocráticas en los entes responsables de los registros que impiden el acceso a tan valiosa información.

Para obviar en parte esta circunstancia se destinó personal de EASNE para el contacto directo con los empresarios, a fin de recabar información, ofreciéndose como contrapartida, asesoramiento, especialmente en lo que hace a ensayos de bombeo y determinaciones granulométricas de los sedimentos, emplazamiento de los filtros, selección del prefiltro e información geohidrológica general.

Además del reducido personal y las necesidades del trabajo, las empresas fueron seleccionadas atendiendo a su responsabilidad y solvencia técnica manteniéndose con ellas, un contacto permanente.

El eco favorable encontrado hizo que, a diferencia de lo que ocurre frecuentemente con reparticiones oficiales, se obtuviera inmediatamente una valiosa información, que tiene dos orígenes:

a) Copia del archivo de perforaciones de las compañías particulares; el caso más típico es el de Shepard Hay y Cía. de la que se fotografiaron 454 perfiles. Otras veces se procuraron datos aislados.

b) Recepción directa de muestras de perforaciones; de este modo se logró cuttings de 101 de ellas que se analizaron macroscópicamente, confeccionándose perfiles geológicos cuyas copias se entregaron a las empresas que lo requirieron.

Otro inconveniente importante ha sido la desigual concentración de la información. Sin embargo lo que podía ser aparentemente un exceso sirvió posteriormente en algunos lugares para estudios más detallados.

## 6. METEOROLOGIA E HIDROLOGIA SUPERFICIAL

Dentro de la ecuación general del balance hídrico hay tres factores sumamente importantes interrelacionados entre sí: precipitación, escurrimiento superficial y evapotranspiración. Las diferencias entre ellos originan ganancias o pérdidas en el sistema de agua subterránea.

Esta relación ha llevado a incluir las técnicas empleadas en el mismo capítulo, a pesar de ser el último término un fenómeno climático biológico.

### 6.1. Meteorología

El cúmulo de datos meteorológicos históricos correspondientes al área de estudio y zonas colindantes, conjuntamente con las características geográficas y fisiográficas, permitió definir el carácter homogéneo del clima así como las pequeñas variaciones y el sentido en que se producen.

Establecida esta premisa, el esfuerzo se volcó al estudio de aquellos meteoros directamente relacionados con precipitación y evapotranspiración.

#### 6.1.1. Precipitación

En primer lugar se elaboró un mapa con más de 150 estaciones con registros mensuales, seleccionadas de la publicación del Servicio Meteorológico Nacional. Posteriormente se obtuvo, directamente en la mencionada institución, los correspondientes al período 1936-55 y, en algunos casos, 1938-60, fecha hasta la cual existían datos depurados, contándose así con un record no menor de 30 años.

A partir del año 1967 se inició la recepción de la "Carta del Tiempo", publicación periódica del citado organismo; los valores fueron volcados en fichas y totalizados mensual y anualmente. La valoración global de estos datos es dificultosa. Para efectuarla se trazaron mapas de isohietas anuales, realizándose los controles parciales, a efectos de detectar errores groseros, confor-

FIG. 4-1

ENSAYOS DE BOMBEO

Desembostración	Ubicación	Tipo	Duración min	Caudal m³/h	N. Est.	N. Día.	Caudal empujador transmisión m³/h	Caudal empujador m³/h	Dist. PB-PO m	Y	B	Y'	1/4.
0000A Barrut	3687-13-4 06220/36500	recup. resid.	360	106	6,38	17,23	---	10,0	---	320	---	---	---
Cal. Las y Fuenes Barrutales Ocho	3650-18-2 22125/45000	recup. resid.	240	32	10,66*	10,50*	20,0	---	191,2	780	6,1.10 <sup>-4</sup>	---	---
Barra Catalina Loma de Zamora	3687-13-1 67400/50430	recup. resid.	420	12	28,03	42,25	---	0,9	---	300	---	---	---
0000A Capilla del Señor	3670-6-4 82300/07190	recup. resid.	120	72	7,80	36,80	---	2,4	---	300	---	---	---
LEMLT 1 Barrut	3687-13-4 06050/36500	Bombas	2100	81	9,04*	9,77*	21,0	4,3	15,3	620	3,4.10 <sup>-2</sup>	4,2.10 <sup>-1</sup>	---
ENRE-Es S. Lorenzo Lan Herrera	3570-18-3 04900/28600	Bombas	2170	48	3,50*	4,56*	15,0	7,8	30,0	980	1,2.10 <sup>-3</sup>	6,8.10 <sup>-3</sup>	---

\* - Valor medido en el paso de observación

φ - Valor de Y muy bajo por falta de eficiencia de la perforación ensayada

↓ - Valor de Y debido por defecto de ensayo

ENSAYOS DE BOMBEO

Designación	Ubicación	Tipo	Orificio	Cond. 1	H. Est.	H. d'ca.	Cond. 1 superior	Dist. R-F	T	S	T'	
			cm	$\frac{3}{\rho}$	"	"	$\frac{3}{\rho}$	"	$\frac{3}{\rho}$	"	$\frac{1}{\rho}$	
Rede de las Torres	3870-13-4 02000/3800	Bombas	289	80	4,100	4,200	4,0	4,3	69,0	800	2,0.10 <sup>4</sup>	4,8.10 <sup>3</sup>
3870-13-1	3870-13-1 6000/4800	Bombas	582	80	18,16	20,18	—	2,7	—	180	—	—
3870-13-3	3870-13-3 17000/3800	Bombas	350	182	16,14	27,14	—	14,8	—	1200	—	—
3870-13-1	3870-13-1 8000/8000	Bombas	380	27	19,82	20,80	—	—	—	800	—	—
3870-13-2	3870-13-2 6700/6700	Bombas	148	138	20,43	21,44	—	4,9	—	300	—	—
3870-13-4	3870-13-4 4000/4000	Bombas	674	202	24,43	24,40	—	14,8	—	600	—	—
3870-13-1	3870-13-1 81100/8000	Bombas	480	38	20,80	21,81	—	2,8	—	300	—	—
3870-13-4	3870-13-4 89000/68400	Bombas	110	60	4,09	10,09	—	2,8	—	300	—	—
3870-13-3	3870-13-3	Bombas	187	70	12,05	22,05	—	4,0	—	180	—	—
3870-13-4	3870-13-4 20000/3800	Bombas	840	30	4,800	4,790	11,0	7,8	41,2	800	1,6.10 <sup>4</sup>	2,6.10 <sup>3</sup>
3870-13-1	3870-13-1 68000/8000	Bombas	170	98	2,22	2,83	17,0	—	185,8	500	6,1.10 <sup>4</sup>	4,8.10 <sup>4</sup>
3870-13-2	3870-13-2 80000/8000	Bombas	300	96	2,200	2,800	22,0	—	188,8	700	5,5.10 <sup>4</sup>	—
3870-13-4	3870-13-4 04000/4000	Bombas	240	60	18,070	19,080	7,0	4,3	60,6	800	3,7.10 <sup>4</sup>	4,2.10 <sup>3</sup>

me los trabajos especiales emprendidos lo hicieron necesario.

También se empleó la información proveniente de los pluviógrafos que el Departamento de Hidrología de la Dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires posee en la cuenca del río Matanza.

### 6.1.2. Evapotranspiración

Comprende la suma de la transpiración de la vegetación y la evaporada directamente de los cuerpos de agua superficial y el suelo, incluidas en lo que se denomina agua consuntiva.

Ante la imposibilidad de efectuar mediciones directas por falta de lisímetros en el área y lo engorroso de los cálculos tendientes a cuantificar algunos fenómenos para la aplicación de métodos como el de variación del gradiente vertical del calor, el de déficit de escurrimiento, etc. se han empleado las fórmulas empíricas de Thornthwaite y Turc que proporcionan una estimación aceptable.

El método de Thornthwaite consiste en calcular mediante la temperatura media mensual la evapotranspiración potencial, o sea la que se produciría en caso de haber presencia oportuna de agua. Su fórmula es:

$$e = 16 \left(10 \frac{t}{I}\right)^a$$

$$a: 0,49239 + 1792 \cdot 10^{-5} I - 771 \cdot 10^{-7} I^2 + 675 \cdot 10^{-9} I^3$$

$$I = \sum \frac{12}{1} i$$

Esta es función de un índice mensual "i" obtenido mediante la expresión:

$$i = (t/5)^{1,514}$$

t: temperatura media mensual.

La evapotranspiración real se obtiene a partir del balance de los resultados mensuales, la precipitación y la humedad del suelo al que se asignó un valor de saturación de 100 mm.

En el cálculo se utilizaron temperaturas medias para un período mínimo de 10 años.

La fórmula de Turc vincula la evapotranspiración real con la precipitación y temperatura media anuales, mediante la siguiente expresión:

$$Evtr = \frac{P}{\sqrt{0,9 + (P^2 / L^2)}}$$

$$L = 300 + 25 T + 0,05 T^3$$

P = Precipitación media anual

T = Temperatura media anual.

Si bien este autor ha experimentado su fórmula en distintos ambientes y climas los resultados parecerían demasiado pequeños.

## 6.2. Hidrología Superficial

Respecto de los datos limnigráficos y de aforo obtenidos en la Dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires, se han utilizado los de la Estación Autopista (cuenca del Río Matanza) por poseer mayor record (6 años) y buena correlación altura/gasto. Con éstos se efectuaron los cálculos de volúmenes escurridos en relación a la precipitación y su extrapolación primaria a períodos más largos tendientes a valorar balances hidrológicos históricos.

Se ha estimado factible extrapolar a las otras cuencas, de acuerdo a sus características geomorfológicas cuantitativas, el coeficiente de escurrimiento fluvial obtenido.

## 7. MUESTREO QUIMICO

### 7.1. Generalidades

El contenido salino del agua posee doble importancia. Por una parte es un factor limitante de su uso; por otra, el conocimiento de las leyes que lo controlan da una información suplementaria invaluable sobre su origen, movimiento y renovación.

En el recorrido a través de las distintas etapas del ciclo hidrológico, el agua experimenta cambios en su composición química y, a veces, en su contenido biológico.

En la naturaleza no existen aguas químicamente puras y sus impurezas evolucionan permanentemente. Las meteóricas incorporan a su paso por la atmósfera, elementos que se incrementan en las superficiales y aún más en las subterráneas.

Como consecuencia de los movimientos laminares a que están sujetas estas últimas, no se mezclan rápidamente y están sometidas a modificaciones menos bruscas que las superficiales. Es así que pueden distinguirse en un mismo acuífero zonaciones químicas climáticas, geológicas, de profundidad y aún morfológicas, estas últimas bastante frecuentes en el ambiente pampeano.

En relación a los cambios en el tiempo, debe considerarse el tipo de acuífero de que se trata (confinado o libre) y el factor influente, (Clima o explotación). Las estaciones climáticas se pueden reflejar rápidamente en los freáticos y lentamente en los confinados, mientras que la extracción puede manifestarse en ambos. El hombre influye sobre la dinámica de los cambios en



forma tal que llega a veces a límites imprevisibles y es así que recursos aparentemente indeteriorables han alcanzado grados críticos de perjuicio, por variaciones en la composición química.

El conocimiento del ciclo hidroquímico permite pronosticar las posibles modificaciones. De ahí la necesidad de incrementar, conjuntamente con las investigaciones hidrogeológicas, las que hacen a la evaluación química, física y biológica de las aguas.

Los estudios hidroquímicos deben tender, entre otras, a las siguientes finalidades:

- a) Determinar los factores que controlan la composición química;
- b) Contribuir a la interpretación de las relaciones entre aguas meteóricas, superficiales y subterráneas;
- c) Dar las bases de comparación e interpretar el grado de influencia de los factores antropogénicos;
- d) Conocer el posible uso del agua, el efecto pernicioso que podría ocasionar su empleo y las correcciones que deben introducirse.

Si bien el muestreo es el método esencial para la investigación, sólo proporciona datos puntuales; de ahí la necesidad de conocer con la mayor fidelidad las características hidrogeológicas del nivel productivo a que pertenecen y su posición dentro de la cuenca. A veces el horizonte muestreado no es fácilmente identificable, especialmente en perforaciones viejas; en estos casos los aportes de agua pueden proceder de distintos niveles y los componentes químicos de las muestras variarán según profundidad de obtención, caudal y duración del bombeo. Esto sucede con mayor razón en perforaciones no entubadas.

Si la muestra no siempre es representativa de una perforación, el problema se agrava cuando se trata de un acuífero ya que la fidelidad de éstas dependerá entre otras cosas de la homogeneidad del medio. De la variabilidad areal, de la dinámica del agua, de la forma de obtención y de su volumen en relación al caudal que pasa por una sección. Si a ello se suma el hecho de que una cuenca o ambiente puede poseer varios acuíferos, los análisis se multiplican, por lo que pretender un estudio demasiado completo puede transformarse en oneroso.

No obstante, un muestreo reducido, cuando es controlado y obedece a un orden lógico, arroja luces sobre las condiciones químicas generales imperantes a pesar de ser un conjunto de resultados puntuales.

## 7.2. Metodología aplicada

Para adaptar las investigaciones a las posibilidades y tener una información básica inicial, con apoyo en los datos químicos históricos, se hizo un reconocimiento general que mostró la existencia de zonaciones relacionadas con la geología y la profundidad del agua.

Posteriormente, en base a ello y conociendo la utilidad ya mencionada que tienen los conocimientos hidroquímicos en la evaluación de las aguas subterráneas,

se planificó y realizó un reconocimiento rápido con mediciones de conductividad del agua en unas 7400 muestras.

Estas fueron extraídas de los subacuíferos "Puelche" y "Epipelche", en el último de los cuales se tomó frecuentemente dos muestras: una perteneciente a la capa freática y otra a la denominada "simiconfinada".

El muestreo original fue efectuado a escala 1:50.000, volcándose los resultados en mapas a escala 1:100.000. Las curvas de isoconductividad mostraron cierta uniformidad aunque con algunas variaciones locales.

Apoyados en las zonaciones químicas detectadas, en el reconocimiento general y en los mapas citados, podía esperarse que las aguas variaran desde francamente carbonatadas en la capa freática a débilmente cloruradas en el subacuífero Puelche. Mientras tanto la zonación geológica y morfológica hacía preveer variaciones horizontales con aumento en salinidad y cloruros hacia las zonas de descarga mal drenadas o hacia donde la capa freática se acercase a la superficie del terreno. En definitiva, aunque con ciertas limitaciones, el esquema parece confirmarse e indicaría distintos tipos de agua relacionados especialmente con los subacuíferos. Por lo tanto las muestras destinadas a análisis químicos fueron tomadas en puntos estratégicos, en función de los principios señalados, reduciéndose el muestreo a unas 650 unidades.

De los aniones que se presentan comunmente: carbonato más bicarbonato, sulfato y cloruro, el último es el único realmente estable, por lo que su incremento significa mayor edad de las aguas. El carbonato más bicarbonato puede variar según la presencia de anhídrido carbónico, que en el área bajo estudio proviene en su totalidad de la atmósfera y por lo tanto mermaría con la profundidad. El sulfato disminuye con cierto incremento del  $\text{Ca}^{++}$ , pero normalmente, en el Noreste de la provincia de Buenos Aires acrece medianamente con el recorrido del agua.

Dada la importancia que tienen, en este primer intento sólo se han determinado los aniones mencionados y con los resultados obtenidos se procederá a realizar en el futuro análisis completos de muestras seleccionadas.

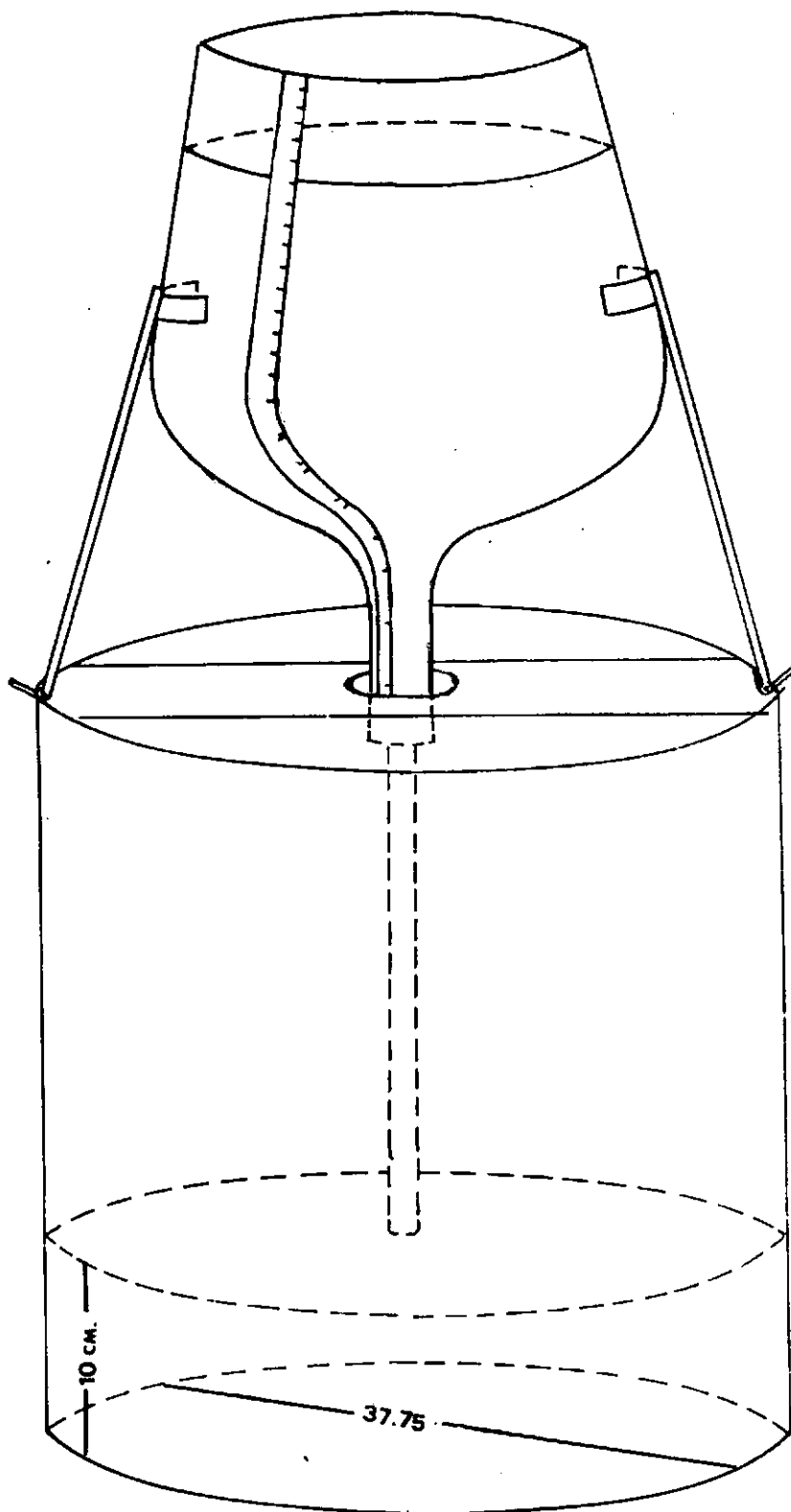
Como se está en la primera etapa del estudio hidroquímico, los puntos b y c del capítulo generalidades aún no han sido encarados.

A título ilustrativo se adjunta el modelo de ficha empleada para este aspecto (Fig. 7.1.).

## 7.3. Técnicas analíticas

Determinación de cloruros: se ha utilizado el método volumétrico desarrollado por Mohr, que se basa en la determinación del anión en un medio de pH controlado, con solución valorada de Nitrato de Plata habiendo agregado previamente a la muestra unas gotas de solución de Cromato de Potasio, que actúa como indi-

FIG. 8.1



PERMEAMETRO DE  
KAMENSKII

cador del punto final. De acuerdo a la cantidad de reactivo titulante gastado se calcula la cantidad de Cloruro que contiene la muestra por litro.

**Determinación de sulfatos:** Se emplea la técnica gravimétrica, la cual se basa en la precipitación del Sulfato con solución de Cloruro de Bario estando la muestra en ebullición y en medio ácido. Obtenido el precipitado de sulfato de Bario, se digiere durante una hora en caliente, se filtra sobre papel y éste se traslada a un crisol previamente calcinado y tarado. Se seca y carboniza el papel y finalmente se calcina en mufla, se deja enfriar y se pesa. Con este dato se calcula el contenido de sulfato de la muestra.

**Carbonato y Bicarbonato:** Se determinan sobre una misma alícuota titulando ambos sucesivamente con solución de ácido sulfúrico empleando para el primero Fenolftaleína como indicador, cuyo viraje se produce a un pH de 8,3 y luego se continúa titulando, previo agregado de Heliantina como segundo indicador, que vira a un pH de 4,5. De acuerdo a los volúmenes de ácido gastados hasta el viraje de los dos indicadores se calcula, conociendo la normalidad del mismo, los equivalentes de carbonato y bicarbonato que posee la muestra y su suma de la alcalinidad total. Obviamente, si el pH de la muestra previamente medido, es inferior a 8,3 lo que se determina es sólo bicarbonato pues el carbonato no está presente.

**Residuo sólido soluble:** su contenido se determina evaporando un volumen medido de muestra en baño maría, utilizando cápsula de porcelana previamente tarada. Finalizada la evaporación se seca el residuo a 105 °C y se pesa.

**Conductividad:** se mide usando un puente Philips para resistividad y con este dato se calcula la conductividad de acuerdo a la constante de la celda usada. Luego se pasa el dato obtenido a su equivalente a 25°C mediante una tabla de conversión.

**pH:** Se mide usando un potenciómetro provisto de electrodos de calomel y de vidrio (pHímetro).

## 8. ENSAYOS DE CAPACIDAD DE INFILTRACION

### 8.1. Generalidades

Según se produzca en el lugar que acaece la precipitación o provenga de cuerpos de aguas superficiales, la recarga puede diferenciarse en directa o indirecta. De acuerdo a la ubicación del área de infiltración con respecto al área explotable, los acuíferos pueden dividirse en alóctonos y autóctonos. En el primer caso se hallan alejados de las áreas de infiltración, en el segundo las subyacen. El existente en la región de estudio es del último tipo, teniendo la recarga indirecta poca importancia.

El mayor o menor volumen de recarga está sujeto a distintos factores que actúan concurrentemente, entre los que se cuentan:

a) Profundidad de la superficie freática, humedad del suelo, tipo y régimen de precipitación, compactación debida a la lluvia, características morfológicas y topográficas, uso de la tierra, temperatura, estación del año, años secos o húmedos, capacidad de campo y almacenaje.

b) Cubierta vegetal, características geológicas, el suelo y su compactación por acción del hombre y los animales.

Ante lo expuesto, resulta sumamente dificultoso determinar los valores de recarga absolutos y sus variaciones. No obstante, partiendo del balance hidrológico y mediante el análisis de los distintos factores, puede llegarse a aproximaciones bastante ajustadas.

Del conjunto de los factores b), puede extraerse una idea aproximada determinando la capacidad de infiltración, entendiéndose por tal el volumen infiltrado en el suelo en condiciones determinadas. Esta puede ser estimada mediante la observación y es conveniente corroborar con ensayos puntuales si los valores utilizados se encuentran dentro del error razonable. Los resultados son restringidos y sus valores absolutos sólo tienen validez local y en las condiciones del ensayo, siendo la interpolación y extrapolación de dudoso alcance; pero si se consideran cualitativamente y se relacionan con los otros factores influyentes y los conocimientos regionales se logra una herramienta sumamente útil que permite una buena estimación.

Debido a tales características de los datos a obtener y a que de haberse aplicado otro método sólo hubiesen aumentado las dificultades técnicas sin mejoras sustanciales de la precisión, en la cuenca del Río Matanza se empleó tentativamente el de Kamenskii, dejando de lado por ahora los de eficiencia de lluvias, lisímetros y doble anillo de Nesterov.

### 8.2. Equipo y Modo de Operar

Los puntos de ensayo fueron seleccionados en base a los rasgos geológicos y morfológicos superficiales, conjuntamente con la red de flujo de la capa freática; en este último caso se procuró tener en cuenta aquellos lugares en que los perfiles freáticos acusaban cambios de gradiente.

El equipo utilizado (Fig. 8.1.) consta de un cilindro metálico de 35,75 centímetros de diámetro, abierto en ambos extremos y provisto en la parte superior de un dispositivo para el acondicionamiento de un botellón transparente tarado de 20 decímetros cúbicos de volumen, con un tubo de descarga cuya longitud, se ha elegido de modo tal que vertiendo agua en el cilindro, la lámina se mantiene a 10 centímetros sobre la superficie del terreno.

Una vez alcanzado el nivel, el agua contenida en el botellón comienza a descargar sobre el cilindro en pequeñas cantidades a medida que ésta ingresa en el terreno, de forma de mantener una carga constante. Después de transcurrido el tiempo necesario para alcan-

zar un cierto grado de saturación del terreno, que se evidencia por una disminución de la pendiente en la curva volumen infiltrado-tiempo, comienzan a tenerse en cuenta los descensos en la escala adosada al botellón y se asume a este momento como tiempo cero.

La infiltración, o más correctamente la velocidad de infiltración, estará dada entonces por la expresión:

$$V = \frac{\text{Vol}/t}{S} = \frac{Q}{S} \quad \therefore V = \frac{Q}{S}$$

donde:

V: velocidad de infiltración  
 Vol.: volúmen en decímetros cúbicos  
 S: área en decímetros cuadrados  
 t: tiempo.

Como el gradiente puede ser considerado como uno en uno, la velocidad de infiltración es igual a la permeabilidad.

Por otra parte, la capacidad de infiltración por unidad de tiempo es equivalente a la permeabilidad, lo que facilita la comparación de las posibilidades relativas de los distintos sedimentos.

En los lugares en que se hicieron las pruebas fueron recogidos testigos del terreno con el muestreador de Therzaghi y acondicionados para su posterior ensayo en laboratorio (determinación de porosidad efectiva y retención específica), operación aún no realizada.

## 9. SEDIMENTOMETRIA

### 9.1. Generalidades

Es conocida la importancia que en la interpretación de un proceso sedimentario reviste el análisis granométrico.

Mediante la correlación de los mismos se pueden establecer no sólo las variaciones verticales y areales de las formaciones estudiadas, sino también inferir su génesis, determinar las direcciones principales de aporte, etc.

Desde el punto de vista hidrogeológico son de valor pues permiten estimar los coeficientes geohidrológicos. Contribuyen además a la localización de áreas con mejores posibilidades de explotación.

### 9.2. Aplicación al área

En acuíferos como los captados en el Noreste de la provincia de Buenos Aires, con texturas representadas generalmente por las fracciones limo-arcilla y arena, se hace necesario desarrollar un prefiltro artificial de grava

entre la pared exterior del filtro metálico y la unidad productiva a fin de obtener un mejor rendimiento de la perforación. La elección del prefiltro mencionado se basa fundamentalmente en el análisis granométrico sistemático de las muestras obtenidas durante el sondeo y en algunos casos puede también definir la posición más apta para realizar la captación.

Sobre esta base se decidió analizar todas las muestras de arena, obtenidas de las perforaciones por el método de tamizado y sólo algunas de limo y arcilla por el de pipeteado, más complicado que el anterior.

Además se procedió a separar lo retenido por cada tamiz a fin de investigar en el futuro, de ser necesario, la composición mineralógica de las muestras para distintos granos.

Se han estudiado hasta el presente 81 perfiles, tamizándose 645 muestras de la fracción arena y pipeteándose 80 de la fracción pelúca.

Se elaboraron las curvas acumulativas y se determinaron los valores de  $Q_1$  (cuartil uno), Md (mediana) y  $Q_3$  (cuartil tres) en milímetros y grados phi.

Estos análisis fueron realizados por personal contratado por EASNE en los laboratorios de las divisiones Geología, al principio, y Edafología y Perfiles posteriormente, ambas del LEMIT.

## 10. MODELOS MATEMATICOS

### 10.1. Generalidades y ubicación del área

Una vez avanzada la investigación geohidrológica de las distintas cuencas y observando que las correspondientes a la zona de La Plata y alrededores presentaban mayor cantidad de información, se decidió elegirlas para la confección de un modelo de tipo matemático. Esta decisión se justifica también por la importancia económica de la región, actualmente sometida en parte a una intensa explotación del recurso subterráneo, que se refleja en la profundización progresiva de los niveles de agua y en un proceso de salinización.

La presencia en el país del Asesor Experto de las Naciones Unidas Dr. Agustín Navarro, permitió aprovechar su valiosa experiencia en el tema.

Ante la falta de límites de tipo geológicos se optó por tomar los correspondientes por un lado, a las divisorias de aguas subterráneas, más o menos coincidentes con las superficiales y por otro el Río de La Plata.

El área del modelo comprende 960 Km<sup>2</sup> divididos en 60 polígonos equiareales de cuatro lados y 36 polígonos externos de un lado. Esta red poligonal coincide con el sistema de Coordenadas de Gauss-Krügger, circunstancia que representa una simplificación de las tareas por estar la información básica colectada para su elaboración según esa representación a escala: 100.000. La longitud de los lados de las celdas y la distancia entre nodos es de 40 Hm. Los límites de la zona están

datos por las coordenadas meridianas 96.000 y 32.000 y las paralelas 52.000 y 16.000 respectivamente.

## 10.2. Programa

Se eligió el programa de Tyson y Weber, adaptado y modificado por el Dr. Navarro, que se basa en la siguiente ecuación de equilibrio.

$$\text{Aporte vert.} + \text{Ap. Subt.} - \text{Desc. Vert.} - \text{Ef. subt.} + \dots \\ \pm \Delta S = 0$$

Este "programa", denominado JAIM3, consta de un "programa principal" y tres "subrutinas". La primera (SUMQ3) corresponde a la etapa de lectura y reacondicionamiento de datos básicos, con la intervención de una memoria auxiliar. La segunda (SOMQ3) se refiere a los cálculos y resolución de la ecuación para cada polígono, período y toda la cuenca al cabo del lapso considerado. La tercer subrutina (SAMQ3) es la operación de escritura de los resultados finales y errores correspondientes a cada iteración. El ajuste del error medio es producido por el mismo programa JAIM3, iteración a iteración.

En cada una de las operaciones, el programa permite el cálculo de las variables por aproximaciones sucesivas, para lo cual el modelo ha sido alimentado con los valores extremos entre los que aquellas pueden oscilar. El proceso iterativo se detiene cuando se ha mejorado el error máximo fijado.

Una vez ajustado el modelo, la calibración puede hacerse a través del mismo programa JAIM3, en base a los datos de nivel histórico. También puede realizarse con la introducción del programa de pronósticos ELIS.

## 10.3. Datos básicos

Como el modelo geohidrológico conceptual mostraba la existencia de varios horizontes productivos interconectados, la discusión técnica llevó a considerar el funcionamiento del sistema como un solo acuífero libre.

Los valores de Transmisividad y Almacenamiento máximos y mínimos se obtuvieron de la cartografía básica elaborada al efecto a la escala citada. El valor máximo del último parámetro fue estimado en 0,10, teniendo en cuenta el carácter freático adjudicado al acuífero y sus características sedimentológicas. Los valores de  $S$  son atribuidos a cada uno de los nodos, excepto en los polígonos externos, donde de lo considera cero. Los valores de  $T$  son asignados a cada cara de los polígonos. Para la determinación de estas magnitudes se utilizó el conocimiento hidrogeológico regional del NE de la provincia, apoyado por los numerosos ensayos de bombeo realizados en el área. Dentro de la del modelo se han efectuado 7 de estas pruebas que vinculadas a las más cercanas a la misma sirvieron para ajustar los rangos de variación.

Los datos de niveles históricos se refirieron a dos períodos: 1/VI/69 a 1/VI/70 y 1/VI/70 a 1/VI/71. Proviene de una red de estaciones de registro instaladas por EASNE, conforme al detalle descripto en el Capítulo III.

El aporte neto vertical se estimó en base al balance hidrológico local, cuya formulación se da en el Capítulo VI, y a los gastos producidos en la zona. Respecto a este último punto, el cálculo fue facilitado por la existencia de un servicio público centralizado a través de la Dirección de Obras Sanitarias de la Provincia. Dado que la explotación por particulares es muy reducida respecto a la cifra resultante del gasto por Servicios, esta última cantidad es considerada como suficientemente representativa. La influencia del riego pudo considerarse como despreciable frente a los volúmenes generales de aporte neto, en mérito a las siguientes razones: 1) El área regada es restringida a unas 3.000 Has aproximadamente; 2) El riego es de tipo complementario y el agua previene exclusivamente del subsuelo. Como el Balance muestra un exceso de agua en favor de la precipitación respecto a la Evt. real, las pérdidas producidas durante el reciclamiento son mínimas. 3) Las parcelas afectadas son chicas y localizadas, de modo que la influencia del factor Escurrimiento Superficial se ve también muy reducido.

La operación del modelo se realiza con una computadora digital IBM 360 perteneciente al Centro de Sistemización Electrónica de Datos del Ministerio de Obras Públicas de la Provincia, contando con la deferencia del Director, Contador Osvaldo Pierini y la colaboración de los técnicos señores Aón, Comper y Conconi.

Los datos utilizados son mostrados en las planillas (Figs. 10.1.). La zona de modelo y el reticulado correspondiente, pueden observarse en la Fig. 10.2.

## 10.4. Modelo de la Cuenca del Río Matanza

Por razones similares a las que motivaron la elección del área anterior, se comenzó a operar con el mismo programa en la Cuenca del Río Matanza. Este modelo se encuentra actualmente en la etapa de primeros ajustes.

Se utilizó también un reticulado de celdas de las mismas dimensiones y características que el caso anterior, que comprende un total de 258 polígonos, 184 de los cuales encierran la zona de modelo, en una superficie de 2.944 Km<sup>2</sup>.

La metodología seguida para la provisión de los datos básicos es la misma que para el otro modelo. El principal inconveniente encontrado radica en el cómputo de los volúmenes de agua gastados, punto de suma importancia para el cálculo del Aporte Neto Vertical.

Ello proviene de la anarquía con que se desarrolla la explotación del recurso en el ámbito de la cuenca, especialmente en la zona del Gran Buenos Aires.

## BIBLIOGRAFIA SUMARIA

- Altovsky, M. & Konoplyantsev, A. - *Manual for the systematic study of the regime of underground waters*. Ed. La Paix, Moscú.
- American Public Health Associative & American Water Works Association - *Standard Methods for the examination of Water and Sewage*. 9a. Ed. 1946.
- Bogomolov, G. V. & Silin-Bektchourine, A. I. - *Hydrogeologie Spécialisee*. Ann. Serv. Inf. Geol. Nº 37 BRGM, París 1959.
- Burgos, J. J. & Vidal, A. L. - *Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite*. Rev. Meteoros, Año I, Nº 1, Buenos Aires, 1951.
- Castany, G. - *Traité pratique des eaux souterraines*. Dunod, París, 1963.
- Castany, G. - *Prospection et exploitation des eaux souterraines*. Dunod, París, 1968.
- Davis, S. N. & De Wiest, R. J. M. - *Hydrogeology*. J. Wiley, N. York, 1967.
- De Wiest, R. J. M. - *Geohydrology*. J. Wiley, N. York, 1965.
- E.A.S.N.E. - *Estado del conocimiento actual de la geohidrología del Noreste de la Provincia de Buenos Aires (inédito)*. La Plata, 1967.
- Ferris, J. G., Knowles, D. B., Brown, R. H. & Stollman, R. W. - *Theory of Acuífer Test*. Wat-Supply Paper 1536 - E. Wash. 1962.
- García Lozano, F. & González Bernaldez F. - *Métodos en uso y su empleo para cálculo de la evapo-transpiración*. M. O. P. de España, Madrid, 1964.
- Hem, J. D. - *Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water*. Wat-Supply Pap., Wash. 1473, 1959.
- Linsley, R. K., Kohler, M. A. & Paulhus, J. L. H. - *Hidrología para ingenieros*. McGraw Hill, México 1967.
- Meinzer, O. E. - *Hydrology*. Dover Publications, N. York, 1942.
- Obras Sanitarias de la Nación - *Métodos para el examen de las aguas y líquidos cloacales*. M. O. P. Administración Gral. O. S. N. A XIX, Buenos Aires 1965.
- Idem A XXIII, 1951.
- Idem A XV, 1965.
- Idem A XII, 1963.
- Sala, J. M. & Auge, M. P. - *Algunas características geohidrológicas del Noreste de la Provincia de Buenos Aires*. Anales IVas. Jornadas Geológicas Argentinas, TII, Mendoza, 1969.
- Sala, J. M. - *El agua subterránea en el Nordeste de la Provincia de Buenos Aires. Reunión sobre la Geología del Agua Subterránea de la Pcia. de Buenos Aires: pp. 25-49, Comisión de Investigaciones Científicas. La Plata, 1969.*
- Servicio de Obras Públicas de España. - 1er. Seminario de Técnicas Modernas para la construcción de pozos. Barcelona, 1968.
- Schoeller, H. - *Arid zone hydrology. Recents Developments*. Unesco, París, 1959.
- Schoeller, H. - *Les eaux souterraines*. Masson, París, 1962.
- Todd, D. K. - *Ground Water Hydrology*. J. Wiley, N. York, 1959.
- Vidal Pardal, M. - *Estudio acerca de la permeabilidad del terreno*. Bol. Nº 15. Informaciones y Estudios. Serv. Geol. M. O. P. de España, Madrid 1962.
- Vogel, A. I. - *Química Analítica Cuantitativa*. Vol. I. Ed. Kapelusz, Buenos Aires, 1960.
- Vogel, A. I. - *Química Analítica Cuantitativa*. Vol. II, Ed. Kapelusz, Buenos Aires, 1960.
- Wisler, C. O. & Brater, E. F. - *Hydrology*. J. Wiley, New York, 1959.

## Capítulo II

### SECTORES INFERIOR Y MEDIO DE LA CUENCA DEL ARROYO DEL MEDIO

#### 1) INTRODUCCION

La comarca bajo estudio limita, al Norte con la Cuenca del A° Pavón, al Sur con la del arroyo de Ramallo al Este con el Río Paraná y hacia el Oeste con una línea fijada por convenio que pasa aproximadamente por la localidad de Acevedo y la desembocadura del A° de las Escobas. En la Provincia de Buenos Aires ocupa parcialmente los partidos de San Nicolás y Pergamino con una extensión de 540 km<sup>2</sup>, mientras que incluyendo la parte correspondiente a la provincia de Santa Fé se totalizan unos 1000 km<sup>2</sup>.

En conocimiento de que el Instituto Nacional de Geología y Minería había realizado tareas de censo en el área (11), se interrumpieron las labores que al efecto realizaba el EASNE y fueron solicitados los datos a la mencionada repartición. Estos incluyen información correspondiente a la margen izquierda de la cuenca. Por este motivo EASNE extendió las observaciones freáticas a dicha zona.

En el presente capítulo se efectúa una puesta al día de los estudios dados a conocer en una publicación anterior bajo el título "Algunos caracteres geohidrológicos de la cuenca del Arroyo del Medio" (7).

#### 2) ANTECEDENTES

Salvo el mencionado precedentemente, no existen trabajos geohidrológicos que se ocupen específicamente del área considerada. Los hay de carácter regional, geológicos Tapia y Frenguelli; geomorfológicos Daus, Frenguelli y Sala & Ceci; geodafológicos, Cappannini & Domínguez; hidrogeológicos, Roth, Stappembeck, Groeber, Salvador, EASNE, Sala & Auge, Sala y Kreimer e hidrogeoquímico, González & Hernández.

#### 3) ASPECTOS DEMOGRAFICOS Y ECONOMICOS

De acuerdo a la clasificación de Clark (5) para actividades económicas y ocupaciones, corresponde a la ciudad de San Nicolás y alrededores un alto índice de

actividades secundarias (industria) y terciarias (comercio, banca, etc.), mientras que en el resto de la cuenca prevalecen las primarias (agropecuarias).

La estadística siguiente muestra la superficie sembrada y la producción cerealera en la zona de estudio de EASNE correspondiente a la provincia de Buenos Aires, como así también las existencias de ganado y el consumo de agua estimado. (12) (13).

Cereal	Hectáreas sembr.	Producción (Ton.)
Trigo	8.500	10.100
Maíz	13.750	50.122
Avena	750	100
Girasol	2.950	1.880
Cebada	785	150
Lino	962	655
Centeno	450	90
Alpiste	280	155
<b>Hortaliza</b>		
Arveja seca	100	150
Frutilla	12	32
Haba	120	456
Lenteja	43	36
Sandía	12	240

#### Producción de frutas (en ton.)

Ciruela	245
Durazno	7.860
Damasco	335
Manzana	93

Ganado	Nº de cabezas	Consumo (l/día)	Consumo (m <sup>3</sup> /año)
Bovino	31.935	1.596.750	582.815
Ovino	2.555	10.220	3.730
Porcino	7.485	74.850	27.320
		1.681.820	613.865

— AVES: 62.400

Estos volúmenes como los destinados a uso humano en el área rural provienen en su casi totalidad del subacuífero "epipelche" (7) (15) (16).

El subacuífero "puelche" (7) (15) (16) se explota fundamentalmente en la ciudad de San Nicolás y alrededores, en forma privada para abastecer a las numerosas industrias allí radicadas y por intermedio de Obras Sanitarias de la Nación que provee de agua al égido urbano.

La población urbana para 1969 fué estimada en 60.000 habitantes, mientras que la rural apenas sobrepasaría los 8.000 (14).

#### 4) MORFOLOGIA

La cuenca del A<sup>o</sup> del Medio, con un área aproximada de 2.200 km<sup>2</sup>, presenta un carácter notoriamente asimétrico y está situada en el ambiente morfológico que Dauss denominara "Pampa ondulada" (4).

Dentro del paisaje de llanura, la cuenca media presenta un relieve algo más acentuado que la inferior. En el primer ambiente, el perfil del valle es asimétrico, con pendientes de 2,5 m/km. en la ladera izquierda y 1,25 m/km. en la derecha. En la cuenca baja estas características se mantienen aunque los gradientes se atenúan.

Tres rasgos morfológicos principales pueden distinguirse. Ellos son las llanuras Alta, Intermedia y Baja (Mapa 1).

1) LLANURA ALTA: Ocupa estrechas fajas de contornos irregulares adosadas a divisorias, con algunas interrupciones. Es notable su presencia en una superficie importante en la región sudeste de la cuenca. No existen lagunas ni bañados. No obstante, si bien no representa el paisaje típico de esta unidad, observado en otras cuencas del Noreste, el desarrollo del drenaje es deficiente y las diferencias son más bien de grado que de calidad, prevaleciendo el carácter de ambiente predominantemente de infiltración que se le otorga a los fines del estudio. En total consituye el 34 % de la porción considerada de la cuenca.

2) LLANURA INTERMEDIA: Es notorio el aumento del relieve debido a la densidad y calidad del drenaje, especialmente en la margen izquierda de la cuenca. Presenta numerosas lomas cuyas porciones cuspidales posiblemente sean relictos de la llanura alta, no diferenciados en el mapa debido a su extensión extremadamente reducida. Los perfiles longitudinales de las vaguadas son generalmente cóncavos. Comprende el 49 % del área y el factor geohidrológico predominante sería el escurrimiento fluvial.

3) LLANURA BAJA: Desde la desembocadura hasta la cota de 30 metros aproximadamente se observa un valle chato de cierta pendiente cuyas lagunas indican el carácter inundable. De aquí a la confluencia del arroyo Cepeda, el valle presenta laderas con pendientes hacia la vaguada y fundamentalmente no inundable. Desde este punto hasta el límite de la zona de estudios retoma su aspecto anterior inundable y con perfil transversal horizontal; este ambiente comprende el

17 % de la zona. La depleción se produce fundamentalmente a través del caudal básico.

### 5. HIDROGEOLOGIA

#### 5.1. Hidrogeología de subsuelo

Las principales unidades hidrogeológicas del subsuelo se establecieron en base al estudio de 20 perfiles de perforación, de los cuales solo dos fueron controlados litológicamente por técnicos de EASNE. El sondeo de mayor alcance llega a 778 m bddp y se trata del pozo CA 2 de Gas del Estado coordenadas 65.050/90.000. Su perfil se utilizó para describir la secuencia hidrogeológica presente en la cuenca.

La unidad más profunda ubicada a -721m (\*) correspondería a los basaltos tholeíticos de la cuenca Chaco-Paranense, primer hallazgo de esta roca en la Provincia de Buenos Aires. Si bien su descubrimiento puede ser de importancia geológica, por ahora no lo es tanto desde el punto de vista del estudio, debido a las malas propiedades hidrogeológicas que presentan las secciones sedimentarias más antiguas, la profundidad a que se encuentra y que no modifica las condiciones suprayacentes.

"Rojo" (10) Con este nombre se agrupa al conjunto de sedimentos comprendidos entre -721 m. y -85 m. Su base se ubicaría en el contacto con los basaltos, la determinación del techo es bastante dudosa ya que a partir de los -245 m y hasta -85 m, se presenta una latencia de niveles arcillosos y arenosos de tonalidad verdosa, por lo que se ha elegido como tal el comienzo de un banco francamente arcilloso que caracteriza al "Verde" (10).

La sucesión estratigráfica se compone de arcillas arenosas, areniscas, arenicas conglomerádicas, predominando hacia la cúspide limos y arcillas. Los colores dominantes son el rojo y pardo rojizo, aunque hacia arriba se hace más frecuente el pardo e incluso aparecen intercalaciones de colores grises y verdosos.

El SO<sub>4</sub>Ca y el CO<sub>3</sub>Ca son abundantes, pero el primero disminuye hacia los niveles más superficiales.

El "Rojo" no solo ocupa la cuenca considerada sino que excede ampliamente sus límites.

"Verde": Representado por arcillas glauconíticas plásticas, verde-azuladas, con abundantes nódulos calcáreos y restos de fósiles marinos; va de los -85 m hasta -37 m. En otros sondeos se presenta como arcilla arenosa. Esto, que parece acentuarse hacia el Sudoeste de la cuenca, no puede corroborarse por la escasa información.

El espesor varía entre 10 metros en coordenadas 68.875/88.050 y 48 metros en 65.050/90.000.

\_\_ (\*) Cotas referidas al cero del Instituto Geográfico Militar (IGM).



El "Verde" ha sido observado en todas las perforaciones suficientemente profundas ejecutadas dentro de la cuenca y en las vecinas, incluso en las provincias de Santa Fé y Entre Ríos.

Las secciones arenosas, relativamente más permeables, integran generalmente los niveles superiores del subacuífero "hipopuelche" (7) (15) (16). La secuencia arcillosa cuspidal se comporta como acuíclodo.

"Arenas Puelches" o "Puelchense": Esta unidad hidrogeológica es la más importante y está compuesta por arenas cuarzosas finas a medianas, pardoamarillentas y blanquecinas. Generalmente manifiestan un aumento en el tamaño del grano hacia la base de la secuencia, en la que pueden presentar niveles arenosos gruesos con intercalaciones de gravilla. En el techo se observan a veces limos arenosos o arenas muy finas de colores pardoamarillos a ocráceos. Excepcionalmente puede contener intercalaciones limo-arcillosas, verdosas, de hasta 5 metros de potencia. Esto, que se observa claramente en la perforación situada en 82.450/10.950, no se presenta con igual magnitud en otro sondeo distante 5 Km. al Sudeste y desaparece totalmente en un tercero, 12 Km. al Sudoeste, por lo que se deduce se trata de lentes.

En el gráfico N°1 se representa el perfil granométrico de la perforación N°4 de la Compañía Química S.A., coordenadas 82.450/10.950. En el mismo se pueden observar 2 secuencias arenosas, separadas por una pelítica, que presentan un aumento en el tamaño de grano hacia la base.

Los rasgos paleomorfológicos de los techos del "Verde" y las "Arenas Puelches" (Mapa II), delineados por curvas referidas al cero de IGM, muestran una semejanza bastante pronunciada.

En el techo del "Verde" la presencia de una zona más elevada coincidente con la curva de -25 metros origina suaves pendientes en dirección Nor-noreste y Sur. En el primer caso la forma correspondería a un antiguo valle fluvial, mientras que hacia el Sur se insinúa una depresión encerrada por la curva de -35 m.

El techo de las "Arenas Puelches" sugiere la presencia de depresiones alargadas, menos acentuadas y algo desplazadas con respecto a las anteriores.

Todo lo expresado anteriormente lleva a concluir que las superficies mapeadas no se encuentran afectadas por ningún tipo de tectonismo importante, correspondiéndose con discordancias erosivas.

El "Puelchense" muestra un aumento de potencia hacia el Río Paraná (Mapa III), de 11 a 45 metros entre las coordenadas 45.900/70.700 y 82.600/10.950 respectivamente. Localmente se observan algunas variaciones más marcadas. A esto hay que agregar que la divergencia, desde el punto de vista regional, se manifiesta no solo hacia el Río Paraná sino también en menor grado, hacia la cuenca del Río Salado (6) (16). El volumen estimado de esta unidad es de unos 20 Km<sup>3</sup>.

Tomando como base el cociente entre el espesor de arena franca y la potencia total de la unidad, se confeccionó un mapa porcentual cualitativo en el que se

establecen las variaciones granométricas generales, verticales y laterales (Mapa III). En el mismo se observa una predominancia areal de los valores superiores al 50 % que en general coinciden con los mayores espesores netos, salvo en el sector Norte.

## 5.2 Hidrogeología de Superficie

A pesar de no existir mapas geológicos detallados de superficie, en base a los regionales de Tapia (22), Cappannini & Dominguez (3) y las observaciones preliminares realizadas durante el censo puede afirmarse que la secuencia hidrogeológica aflorante es la misma que la reconocida para toda el área de estudio.

Se distinguen dos grandes unidades que corresponden al "Pampiano" y "Pospampiano".

El "Pampiano", que se dispone en suave discordancia sobre las "Arenas Puelches", está integrado por los pisos Ensenadense y Bonaerense, en orden decreciente de edad. Su diferenciación es sumamente difícil, pero generalmente se atribuyen al primero sedimentos aflorantes en lugares bajos y a media ladera en los valles; limosos, de colores pardo rojizos y con niveles de tosquilla. El segundo estaría restringido a las partes más elevadas de los interfluvios, de colores semejantes a los anteriores aunque más loessicos y comunmente sin tosquilla.

Si bien la porosidad primaria efectiva de estos depósitos puede considerarse baja, la misma se incrementa pues presentan porosidad semisecundaria (6). El elemento que lo origina es singenético con el sedimento.

El "Pospampiano" está compuesto por sedimentos limosos, limoarenosos y más excepcionalmente arenosos, de colores verdosos, amarillentos, grises y pardo oscuros. Comunmente se disponen en forma aterrazada en las vaguadas excediéndolas lateralmente unos pocos metros. En su gran mayoría corresponden al relave y redepositación de los depósitos pampianos. Sus espesores van comunmente de pocos centímetros a un metro, pero en las cercanías de la desembocadura del A° del Medio llegan a tener un desarrollo de aproximadamente 4 metros.

La distribución areal restringida hace que su influencia en las aguas subterráneas, en este caso, sea mínima.

## 6. Climatología

Siguiendo a Köppen, el clima de la cuenca es "templado húmedo".

La falta de registros de temperaturas, ha obligado a la interpolación de las medias mensuales correspondientes al período 1941-1960, de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (S.M.N.) Pergamino, Rosario y Casilda (19) (20) con las que se confeccionó el Gráfico N° 2.

Las temperaturas más elevadas corresponden a Enero y Febrero y las mínimas a Junio y Julio.

Tomando como base los promedios mensuales de precipitación para el período 1921-1950 (21) de los pluviómetros que el mencionado Servicio posee en la zona, se construyó el Gráfico N° 3. La máxima precipitación media mensual (135 mm), corresponde a Marzo y la mínima a Junio con 36 mm. Del total de la precipitación promedio anual (950 mm.), el 45% ocurre en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo.

Para poder utilizar la clasificación climática de Thornthwaite (1948) (2) se valoró la evapotranspiración potencial interpolando las obtenidas para las estaciones mencionadas. Los factores para el cálculo de los índices que se indican a continuación, se extraen del cuadro N° 1

Índice de humedad;

$$I_h = \frac{100 \times 133}{817} = 16,3 \text{ o/o}$$

Índice de aridez;  $I_a = 0$

Índice Hídrico:  $I_h = 16,3 \text{ o/o}$

Concentración térmica en el verano:

$$S = \frac{100 \times 362}{817} = 44,3 \text{ o/o}$$

Estos corresponden a un clima "subhúmedo-húmedo" con escaso o ningún déficit de agua y de acuerdo a su eficiencia térmica le atañe "mesotermal B<sub>2</sub>", cuyo equivalente sería "semi frío con tendencia a templado".

## 7. AGUAS SUPERFICIALES

### 7.1 Características físicas

En la zona de estudio, prácticamente no existen cuerpos de agua estancos de consideración.

La red hidrográfica se caracteriza por la pobreza en tributarios, especialmente en la margen izquierda, debido a la proximidad de la divisoria de aguas que se encuentra de 5 a 7 Km. de la vaguada.

Mientras los afluentes de la margen derecha alcanzan un índice de ramificación de 3, en la otra no sobrepasa la unidad.

### 7.2 Fluviometría

No hay estaciones limnigráficas ni de aforos en esta cuenca.

### 7.3 Balance hidrológico

A los efectos de establecer una estimación del balance, se utilizará la fórmula general simplificada del ciclo hidrológico:

$$P = E_{vtr} + E_f + I$$

Donde:

P: Precipitación

$E_{vtr}$ : Evapotranspiración real

$E_f$ : Escurrimiento fluvial

I: Infiltración.

En el rubro precipitación, se ha considerado el promedio anual para 30 años (21) de las estaciones pluviométricas del S.M.N., con un valor de 950 mm.

La evapotranspiración fue calculada por las fórmulas de Turc (676 mm.) y con la metodología de Thornthwaite (817 mm.), como puede verse en el cuadro N° 1.

Aplicando el coeficiente de escurrimiento fluvial 0,12, correspondiente a la porción media y superior de la cuenca del Río de la Matanza, a la precipitación promedio de esta cuenca, se tienen 114 mm. Cuantificando los términos del balance y teniendo en cuenta que:

$I = P - (E_f + E_{vtr})$ , se obtienen los siguientes resultados:

$$160 \text{ mm.} = 950 - (114 + 676) \text{ según Turc.}$$

$$19 \text{ mm.} = 950 - (114 + 817) \text{ según Thornthwaite.}$$

Como se desprende de lo anterior, la infiltración resultante de la evapotranspiración real calculada por la fórmula de Turc, es 8,4 veces superior que la deducida a partir de Thornthwaite, pero los primeros resultados emanados del modelo matemático de la zona de La Plata hacen pensar que el valor obtenido en último término sería el que mejor se adaptaría a las condiciones del área en estudio.

En el trabajo de Sala y Ceci (17), en base a estudios geomorfológicos cuantitativos, se ha mostrado que las características físicas superficiales de los ríos del Noreste de la Provincia de Buenos Aires son muy semejantes. Dentro de esta similitud hay pequeñas diferencias que se presentan en el cuadro siguiente:

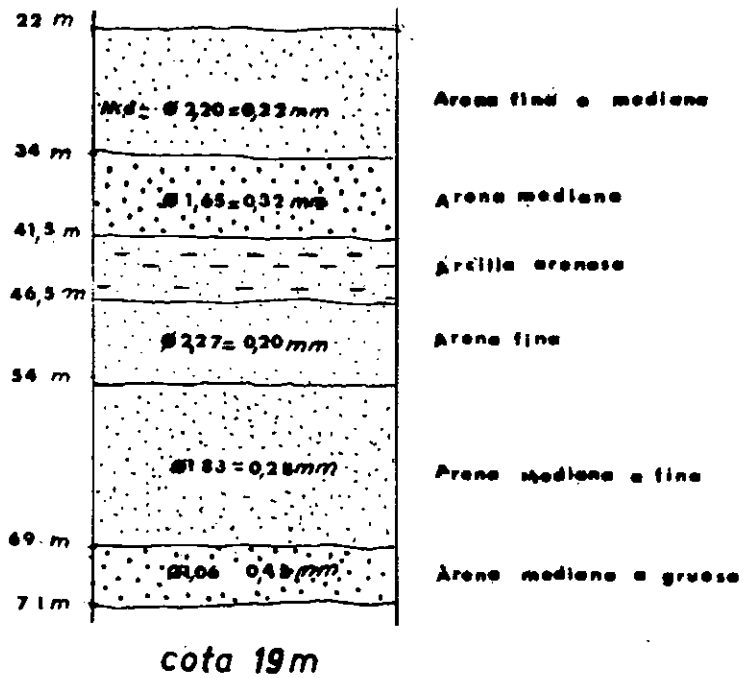
	Río Matanza	A° Del Medio
Factor de forma	0,53	0,16
Coefficiente de Compacidad	1,06	1,5
Pendiente de la cuenca (m/km)	3,5	2,4
Pendiente del cauce principal (m/km)	0,5	0,7
Frecuencia de cauces (Cauces/Km <sup>2</sup> )	0,12	0,01
Densidad de drenaje (Km/Km <sup>2</sup> )	0,25	0,13
Extensión del flujo superficial (Km <sup>2</sup> /Km)	1,96	3,82

Cuenca del Arroyo del medio

# PERFIL GRANOMETRICO

## PERFORACION N°4 CIA.QUIMICA S.A.

82-450  
10-950



CUENCA DEL A° DEL MEDIO

Gráfico N° 2

**VARIACIÓN MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURAS MEDIAS**

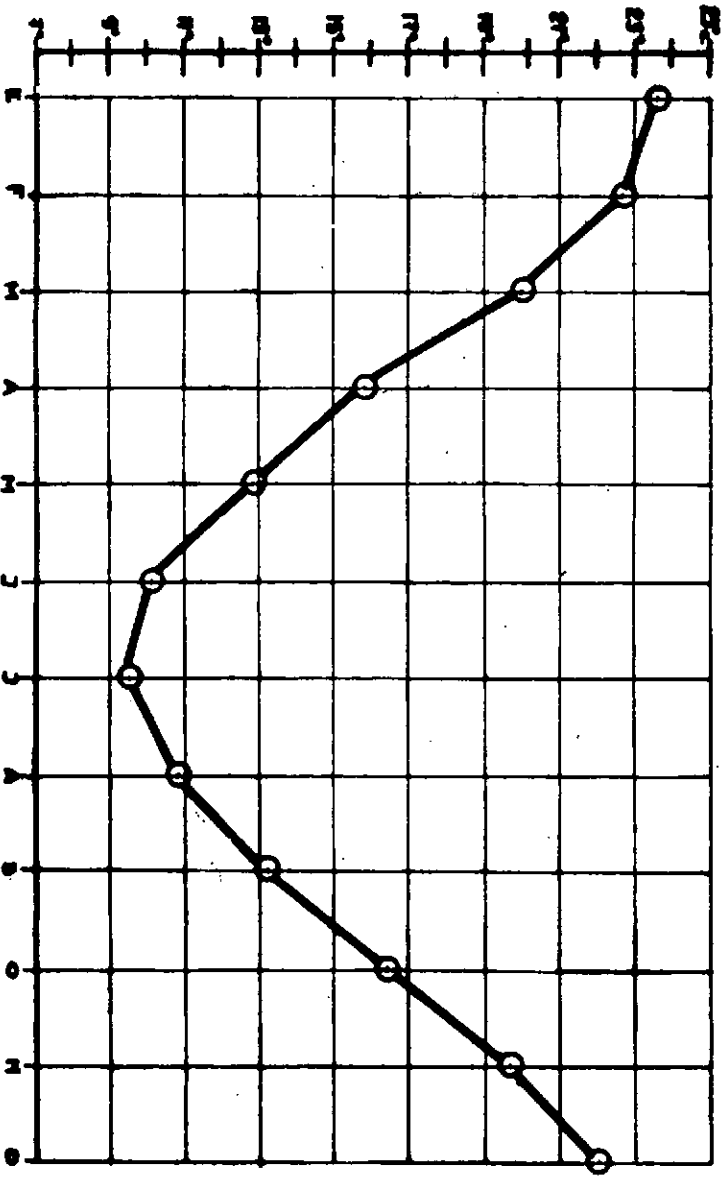
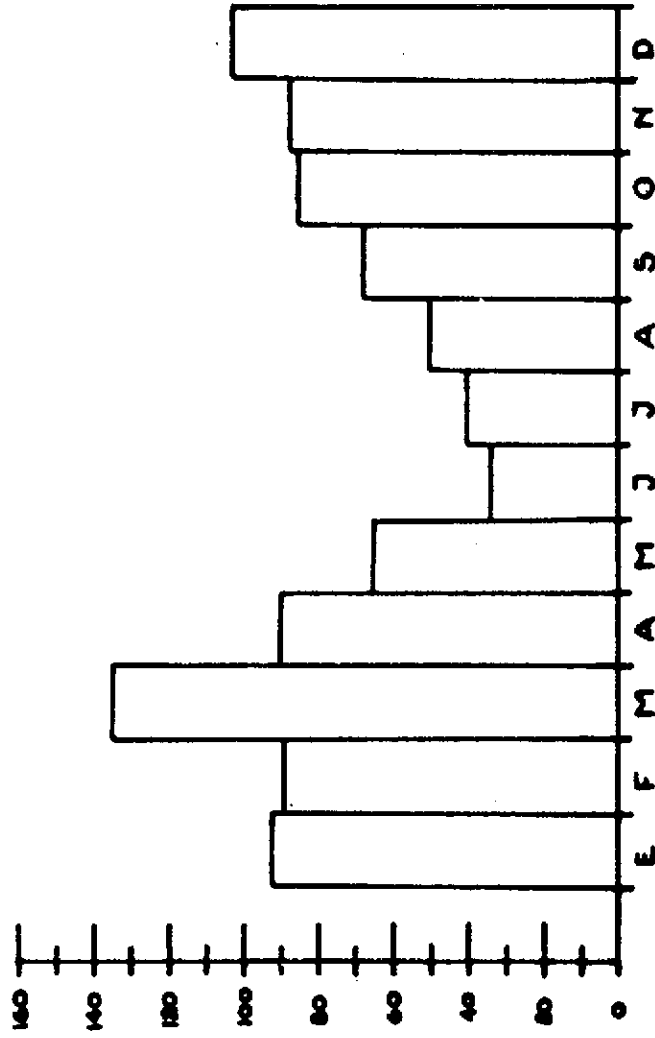


Gráfico N° 3

CUENCA DEL A° DEL MEDIO

### PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm.)



FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA DE TROMBETAITE

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Precipitación media mensual	94	92	135	90	64	36	40	44	69	90	89	107	960
Evapotranspiración potencial	136	106	88	64	36	21	22	28	44	68	94	120	817
Variación de la Reserva de agua del suelo	-42	-14	47	27	---	---	---	---	---	---	-8	-18	
<sup>U</sup> Reserva de agua útil (saturación - 100 mm)	40	26	73	100	100	100	100	100	100	100	95	82	
Exceso de agua	---	---	---	9	28	15	18	18	25	22	---	---	233
Déficit de agua agrícola	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Evapotranspiración real	198	103	83	64	36	21	22	28	44	68	94	120	817

Del análisis de estos valores se deduce que el índice de escurrimiento fluvial del A° del Medio debe ser menor que el obtenido para el otro río, de lo que se desprende una mayor posibilidad de infiltración para la zona en consideración.

## 8. AGUAS SUBTERRANEAS

### 8.1 Subacuífero "epipelche"

El "epipelche", alojado en sedimentos pampianos, presentaría varios niveles productivos. De acuerdo a la información verbal de poceros lugareños, existirían tres niveles, especialmente en las proximidades de Acevedo, dos de ellos de carácter semiconfinado. No habiéndose constatado fehacientemente este hecho, se menciona simplemente como hipótesis.

Solo se han podido medir con certeza los niveles estáticos de la capa freática, pero no determinar los espesores de la misma.

En base a los datos se procedió a confeccionar un mapa de curvas isofreáticas en escala 1:100.000 (Mapa IV). Con el fin de soslayar posibles errores en el acotamiento de la boca de pozo y evitar interpolaciones numerosas, se ha escogido una equidistancia de 5 metros.

La carta evidencia una cierta coincidencia entre las divisorias de aguas superficiales y subterráneas, en especial en la parte correspondiente a la provincia de Santa Fé. Además muestra el carácter manifiestamente efluente de los cursos, así como la localización de las zonas de recarga principal en los interfluvios.

La condición asimétrica indicada en 4 se refleja en el mapa isofreático, aunque atenuadamente, debido a la mayor velocidad de percolación del agua en el sector santafecino de la cuenca.

Del mapa en general se desprende que la transmisividad es bastante uniforme, obedeciendo los cambios en el espaciamiento de las curvas, principalmente, a aumentos de velocidad en las proximidades de las zonas de descarga y menos comunmente a variaciones de la transmisividad. En el extremo Noreste existe una microzona de descarga, que puede atribuirse a la presencia de montes frutales.

El gradiente hidráulico estimado para la cuenca es de 1,8 m/Km. En base a ello, a valores de permeabilidad tabulados para sedimentos de tipo loessoides-limosos (1) y asignándole una porosidad eficaz de 0,10 (6), la velocidad efectiva resultante sería de 0,018 m/día.

El diagrama de variaciones de los niveles de la capa freática (Gráfico N° 4), pese al corto lapso de observaciones, muestra una cierta tendencia a la recuperación de los niveles, tras un breve período de depleción. La estación 60450/80450 evidencia que en ese sector la efluencia subterránea es igual a la afluencia subterránea más la recarga por infiltración, siendo las variaciones de ésta responsables de las pequeñas variaciones de los niveles.

Con respecto a la situada en 68000/01675, puede inferirse que la relativa permanencia en el tiempo de los picos de máxima (marzo a junio de 1971) se debe a su proximidad con la zona de descarga. En efecto, en oportunidad de crecidas de cierta magnitud, el A° del Medio se comportaría como influente, retardando, por efecto del almacenamiento de banco, la descarga natural de la freática. A esto debe sumarse el contenido de humedad en la zona que contribuye a satisfacer la evapotranspiración en beneficio de las aguas subterráneas en general.

La estación mencionada en primer término muestra una variación máxima de nivel de 1,61 metros para un período de 28 meses; considerando una porosidad eficaz de 0,10 (6), la variación de las reservas regulatrices serían del orden de los 1.600 m<sup>3</sup>/Ha para ese lapso.

En base a la información suministrada por la D.N.G.M., y la obtenida por EASNE, se han convertido los valores de conductividad en residuo seco mediante un coeficiente de 0,64. Puede establecerse que los contenidos salinos oscilan entre 400 y 500 mg/l con variaciones locales que apenas sobrepasan los 1.400 mg/l y excepcionalmente están por debajo de los 300 mg/l.

Para intentar una interpretación de las variaciones de residuo seco en las aguas, hay que partir de la premisa de que la recarga se produce a través de toda la superficie, aunque en mayor medida en la llanura alta y que la percolación es extremadamente lenta.

Los mayores valores parecen predominar en las zonas de descarga (mal drenadas), aunque algunos se sitúan en las de recarga. La explicación de esto puede radicar en una mayor proporción de carbonatos, acumulados por fenómenos de concentración, en el primer caso; en el otro parece deberse a condiciones particulares del lugar, especialmente en lo que respecta a las características intrínsecas del sedimento.

Kreimer sitúa cuatro reducidas zonas con contenidos relativamente altos de residuo seco, SO<sub>4</sub> y Cl<sub>1</sub>; una en las proximidades de las coordenadas 66000/82000, dos en las cercanías de Gral. Rojo y la última al NE de La Emilia. Expresa que estos excesos quizás estén relacionados con el tipo de suelo y sedimento. Clasifica las aguas de este subacuífero, en su generalidad como bicarbonatadas sódicas, magnésicas cálcicas o cálcicas magnésicas, aptas para todo consumo. Presenta también una lista de localidades en las que ha efectuado análisis de NH<sub>3</sub> y NO<sub>3</sub>; de un total de 15 muestras, tres de San Nicolás, una de Gral. Gelly y otra de El Socorro poseen amoníaco y sólo dos de San Nicolás acusan la presencia de NO<sub>3</sub>.

De la revisión de un cúmulo de análisis de agua efectuados por O.S.N. en distintas localidades de la provincia (18), se encontró uno que indica un tenor de Fluor algo elevado (1,4 mg/l) en la localidad de General Rojo. El resto del área muestra valores muy próximos al límite de tolerancia convencional de 1 mg/l (9).

Desde el punto de vista de la utilización, en general se puede afirmar que son aptas, con las excepciones que fijan los excesos de Fluor y la contaminación bacteriológica.

## 8.2. Subacuífero "puelche"

Sobre este subacuífero no se tienen datos precisos salvo las perforaciones localizadas en San Nicolás y aledaños. En las mismas se observa que el subacuífero se localiza entre los 38 y 82 m bajo boca de pozo. Debido a intercalaciones de sedimentos menos permeables, se presentan dos, tres y hasta cuatro niveles productivos que se explotan en conjunto. En el pozo N° 10 de O.S.N. construido en 1948 el "puelche" se extiende desde los 38 a 79,20 m. bbdp siendo menos productivo desde los 46 a los 72 m; se aprovechan los otros dos niveles y los datos hidráulicos para esa fecha eran:

Nivel Estático: 19 m bbdp

Caudal: 130 m<sup>3</sup>/hora

Depresión: 10,82 m

Caudal caract.: 12 m<sup>3</sup>/h.m.

En el pozo N° 9, realizado en 1947, el "puelche" está entre 40 y 81,80 m bbdp y es menos propicio entre 50,70 y 62,20 m. También se utilizan los dos niveles en conjunto y la información consignada en el perfil es la siguiente:

Caudal: 68 m<sup>3</sup>/hora

Depresión: 11,00 m

Caudal caract.: 6,2 m<sup>3</sup>/h.m.

Si se le asigna a estas perforaciones una eficiencia del 70 % pueden considerarse valores de trasmisividad en unos 650 y 340 m<sup>2</sup>/día respectivamente.

Con respecto a la calidad, en todos los casos se la ha clasificado como apta; la cantidad de sólidos disueltos varía entre 500 y 900 mg/l. En el caso de la perforación N° 9 se observa una zonación química; el carbonato de calcio en el nivel superior es de 97 mg/l y disminuye a 77 mg/l en el inferior, aumentando en profundidad los cloruros y los sulfatos, de 36 a 57 mg/l y de 44 a 82 mg/l respectivamente, el residuo seco pasa de 710 a 670 mg/l.

Kreimer señala que las aguas de las "arenas puelches" por lo general son de buena calidad y solo se presentan salinizadas en zonas sometidas a bombeo excesivo.

Referencias verbales de personal de S.P.A.R. indican la presencia de aguas con contenidos superiores a los 2.000 mg/l de residuo seco y aproximadamente 500 mg/l de sulfatos en la localidad de Conesa.

En base a la información señalada, a lo descrito en el capítulo correspondiente a hidrogeología de subsuelo, a la interrelación de los subacuíferos en el resto del Noreste de la provincia y a lo expresado sobre la capa freática se puede concluir que coincidente con la cuenca fluvial del A° del Medio existe una cuenca prácticamente virgen que aloja un volumen estimado entre dos y cinco Km<sup>3</sup>. de agua, calculados en base a valores

extremos de almacenamiento de 0,04 y 0,10, acordes con las características hidrogeológicas.

## 8.3 Subacuífero "hipopuelche"

Solo se tiene información aislada. En la perforación de Gas del Estado, coordenadas 62.500/88.150, entre 416 y 427 m. bajo boca de pozo hay aguas clorosulfatadas altamente mineralizadas; en el sondeo CA 2 del mismo ente también se menciona la presencia de aguas con las características mencionadas a profundidades entre 741 y 757 m. Por último en la perforación N° 2 efectuada por la Dirección de Hidráulica en el Hospital Regional de San Nicolás, se alumbraron varios niveles pero los datos son muy imprecisos; se consigna un análisis químico de agua extraída de un nivel situado a 381 m bbdp que tiene 30,5 g/l de residuo sólido y 14,34 g/l de Cl. En base a esto y al conocimiento hidrogeológico de la zona es que se infiere la existencia de este subacuífero en todo el ambiente de la cuenca y se lo supone portador de aguas altamente salinizadas.

## 9. CONCLUSIONES

Como resultado de un desarrollo económico predominantemente agrícola ganadero, el abasto de agua está totalmente suplido por las aguas subterráneas. El área vecina a la ciudad de San Nicolás, que es la única industrial de la región, a más de hallarse surtida por agua subterránea cuenta con el privilegio de su cercanía al Río Paraná; Lo expresado permite preveer que los incrementos de las futuras necesidades de agua podrán ser colmados en forma aceptable y económica.

En lo que hace al abastecimiento humano, debe investigarse la presencia de Fluor, ya que algunos análisis químicos han arrojado tenores demasiado altos, como así también la materia orgánica.

Los inconvenientes en las investigaciones, producto de los límites artificiales establecidos, que no permiten estudiar la cuenca como una unidad hidrogeológica, han sido subsanados en parte por el levantamiento efectuado por la D.N.G.M. y la colocación por EASNE de freátímetros en la porción correspondiente a la provincia de Santa Fe.

La información hidrogeológica de superficie es demasiado general, pero la de subsuelo y los conocimientos regionales posibilitan atribuirle buenas perspectivas a las condiciones geohidrológicas.

La carencia de datos hidrológicos del subacuífero "puelche", impidieron la confección de un mapa isopiéctico. La misma sin embargo puede ser salvada preliminarmente con el mapa isofreático, así lo consignan las condiciones geohidrológicas.

El resultado del balance hidrológico, que puede juzgarse como una primera aproximación, señala buenas posibilidades de recarga.



Las reservas geológicas de los subacuíferos "epipuelche" y "puelche" en conjunto, han sido estimadas entre 2 y 5 Km<sup>3</sup>.

Las variaciones en las reservas regulatrices tienen importancia potencial.

El estado inicial de una explotación intensiva, que se halla localizada y concretada en los alrededores de San Nicolás, hace que las reservas seculares o profundas no hayan sido aún afectadas mayormente. Este hecho facilita emprender una planificación minuciosa del futuro manejo del agua en la cuenca.

## 10. RECOMENDACIONES

Para el futuro desenvolvimiento de la comarca, es imprescindible efectuar la evaluación detallada de los recursos hídricos subterráneos.

Es importante establecer una estación fluviométrica en las cercanías de la desembocadura del A° del Medio.

Debe levantarse un mapa hidrogeológico de superficie, por lo menos expeditivamente, de mayor detalle de los que actualmente se poseen determinándose las características físicas de las distintas unidades carteadas.

Es necesario continuar con los registros freaticos y piezométricos.

Deberán establecerse estaciones hidroquímicas, especialmente en las zonas de explotación intensiva del "puelche", con el fin de controlar los posibles deterioros en la calidad de las aguas.

Se recomienda que la planificación del manejo de las aguas subterráneas se base en las características geohidrológicas y no solamente en conceptos puramente económicos.

Cuando las condiciones lo requieran, se desarrollará un modelo matemático tentativo. Ante esta circunstancia será necesario efectuar perforaciones de exploración estratégicamente distribuidas, que permitan completar las informaciones y ser utilizadas como estaciones geohidrológicas. Su número se estima en unás 15.

Es necesario realizar estudios tendientes a conocer los futuros requerimientos de agua, a fin de poder contar con los elementos básicos para el modelo de pronóstico y fijar las pautas para orientar el manejo del recurso.

Se aconseja a las comunas organizar un registro de perforaciones, obligando a las empresas del ramo a presentar planos e informes con la ubicación y características técnicas de las obras que realicen. Esto redundará en beneficio del usuario, del municipio y de la propia empresa.

## LISTA BIBLIOGRAFICA

- 1) BOGOMOLOV, G. V. & SILIN-BEKTCHOURINE, A. T., 1955  
Hydrogeologie Specialisé, Gosgeoltekhizdat, Moscú.
- 2) BURGOS, J. J. & VIDAL, A. L., 1951  
Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite.  
Rev. Meteoros, Año I, Nº 1, Buenos Aires.
- 3) CAPPANNINI, D. A. & DOMINGUEZ, O., 1961  
Los principales ambientes geoedafológicos de la Provincia de Buenos Aires.  
IDIA, Nº 163, Buenos Aires.
- 4) DAUS, F. A., 1946  
Morfología General de las Llanuras Argentinas.  
Geografía de la República Argentina. Gaea Tomo III, Bs. Aires.
- 5) DIFRIERI, H., 1961  
Estructura y Movimiento de la Población; en "La Argentina, Suma de Geografía", Tomo VII, Cap. VI., Peuser, Bs. Aires.
- 6) EASNE, 1967  
Estado del conocimiento Actual de la Geohidrología del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
Inédito. La Plata.
- 7) EASNE, 1970  
Algunos caracteres geohidrológicos de la cuenca del Aº del Medio. Gonet.
- 8) GARCIA LOZANO, F. & GONZALEZ BERNALDEZ, F., 1964  
Métodos en uso y su empleo para el cálculo de la evapotranspiración.  
Ministerio de Obras Públicas, Centro de Estudios Hidrográficos. Publicación Nº 23, Madrid.
- 9) GONZALEZ, N. & HERNANDEZ M. A., 1968  
Algunas consideraciones acerca de la geoquímica del Fluor en las aguas Subterráneas del Noreste de la Provincia de Bs. Aires.  
IIIer. Congreso Nacional del Agua, Vol. I. San Juan.
- 10) GROEBER, P., 1945  
Las aguas surgentes y semisurgentes del Norte de la Provincia de Buenos Aires.  
Rev. La Ingeniería, año XLIX. Nº 6, pp. 371-387. Bs. Aires.
- 11) KREIMER, R. 1969  
Descripción hidrogeológica de la zona de Rosario, Villa Constitución y San Nicolás, Pcias. de Santa Fe y Buenos Aires (inédito D.N.G.M.).
- 12) MINISTERIO DE ECONOMIA - PBA - 1970.  
Boletín Estadístico. Cuarto Trimestre 1969. Dirección de Estadística La Plata.
- 13) MINISTERIO DE ECONOMICA - PBA - 1970  
Censo Nacional Agropecuario 1969. Dirección de Estadística La Plata.
- 14) MINISTERIO DE ECONOMIA - PBA - 1969  
Boletín Estadístico Primer Trimestre año 1969. Dirección de Estadística, La Plata.
- 15) SALA, J. M., 1969  
El Agua Subterránea en el Nordeste de la Provincia de Buenos Aires. Reunión sobre la Geología del Agua Subterránea de la Provincia de Buenos Aires. Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata.
- 16) SALA, J. M. & AUJE, M. P., 1969  
Algunas características geohidrológicas del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires.  
Anales de las IVas Jornadas Geológicas Argentinas Tomo II, Mendoza.
- 17) SALA, J. M. & CECI, J. H., 1968  
Características Físicas de la Red de Drenaje del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
IIIer. Congreso Nacional del Agua, Vol. I, San Juan.
- 18) SALVADOR, D., 1948  
Geología del Subsuelo del Noroeste de Buenos Aires y sus aguas superficiales y subterráneas. Tesis Museo de La Plata Nº 89 (inédita), La Plata.

- 19) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL,  
1958  
Estadísticas Climatológicas 1941-1950  
S.M.N., Buenos Aires.
- 20) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL,  
1965  
Estadísticas Climatológicas 1951-1960  
Segunda Edición corregida  
S. M. N., Buenos Aires.
- 21) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL,  
1962  
Datos Pluviométricos 1921-1950  
S. M. N., Buenos Aires.
- 22) TAPIA, A., 1938  
Mapa Geológico de la Provincia de Buenos Aires,  
Aguas Minerales de la Provincia de Buenos Aires.  
Comisión Nacional de Climatología de Aguas Mi-  
nerales, Tomo II, pp. 23-90. Bs. Aires.

## Capítulo III

### CUENCA DEL ARROYO DE RAMALLO Y DE LAS COMPRENDIDAS ENTRE ESTE Y EL ARROYO DEL TALA

#### 1. INTRODUCCION

Situados entre los arroyos de Ramallo y del Tala se encuentra un número de arroyos menores, entre otros el Espinillo, Zanjón Ramallo, de las Hermanas, de los Cueros, etc. que aún agrupados ocupan una superficie poco extensa, (unos 2100 Km<sup>2</sup>) por lo que se ha creído conveniente tratarlos en conjunto con el A° de Ramallo. Los límites del área son: al N la cuenca del A° del Medio, al S del A° del Tala y del río Arrecifes, al E el río Paraná y al O una línea que pasa aproximadamente por las localidades de Acevedo y Arrecifes.

El Instituto Nacional de Geología y Minería efectuó un censo de perforaciones que se extendió a la zona en consideración cubriendo la hoja 3360-27 del IGM (11). El resto, o sea los sectores Sur y Este fueron relevados por EASNE, que también instaló estaciones freáticas en toda el área.

En este capítulo se efectúa una actualización de los conocimientos expuestos en un trabajo anterior "Algunos caracteres Geohidrológicos de la Cuenca del Arroyo Ramallo y de las comprendidas entre éste y el Arroyo del Tala" (6).

En lo referente a Geología del subsuelo, no se han podido ajustar detalles por falta de nuevas referencias que aporten información. Tampoco ha tratado de aplicarse ninguna técnica auxiliar por considerarla onerosa, dado el grado actual de explotación del recurso.

#### 2. ANTECEDENTES

A excepción del informe arriba mencionado, no existen otros de carácter geohidrológico que se ocupen específicamente de la zona. Diversos autores, en estudios de tipo regional, se han referido a distintos aspectos relacionados con el tema. Merecen citarse los trabajos geológicos de Tapia y de Frenguelli; geomorfológicos de Dauss, Frenguelli, Sala y Ceci; geodafológicos de Cappannini & Domínguez; Hidrogeológicos de Roth, Stapembeck, Groeber, Salvador, EASNE, Sala & Auge, Sala y Kreimer e Hidrogeoquímicos de González & Hernández.

#### 3. ASPECTOS DEMOGRAFICOS Y ECONOMICOS

El área en consideración ocupa parcialmente los partidos de San Nicolás, Ramallo, Pergamino y San Pedro.

Su mayor extensión está dedicada a las actividades económicas primarias (agrícolas) (4).

La comarca alberga una población estimada para 1969 de 45.000 habitantes (14), concentrados principalmente en la franja limitada por la Ruta Nacional N° 9 y el Río Paraná y dentro de ésta en la porción Noroccidental, entre los arroyos de Las Hermanas y Ramallo y hacia el Sur en San Pedro y alrededores. Según la clasificación de Clark, existe un alto índice de actividades secundarias (industria) y en menor grado terciarias (comercio, banca, etc.).

La explotación de aguas subterráneas es más intensa en la zona de asentamiento de industrias que en la dedicada a cultivos intensivos. Al respecto, sólo pudo estimarse las necesidades de agua para un establecimiento, en base a su producción de alcohol, que fue en 1967 de aproximadamente 735.300 m<sup>3</sup>.

Con el fin de mostrar el desenvolvimiento económico de la región se dan a continuación los datos de la producción agrícola-ganadera (12) (13) para 1968-69, incluyendo además a título ilustrativo, las necesidades diarias y anuales de agua para la ganadería (5).

Cereal	Hectáreas sembradas	Produc. (ton)
Trigo	37.300	44.460
Maíz	46.950	176.034
Avena	4.000	300
Girasol	12.850	9.300
Cebada	2.000	440
Lino	2.320	1.915
Centeno	2.300	270
Alpiste	1.320	1.153
<b>HORTALIZAS</b>		
Arveja verde	1.020	1.325
Arveja seca	2.730	1.626

Batata	2.040	24.510
Frutilla	35	96
Haba	80	305
Sandía	15	302

#### FRUTAS (en toneladas)

Ciruelas	560
Durazno	19.340
Membrillo	46
Mandarina	1.660
Pomelo	1.300
Damasco	305
Manzana	300
Pera	170
Naranja	7.425

#### Ganado Cabezas Consumo en l/día en m<sup>3</sup>/año

Bovino	117.015	5.850.750	2.135.520
Ovino	11.615	46.460	16.960
Porcino	22.445	224.450	81.925
		6.121.660	2.234.405

Aves: 136.920

#### 4. MORFOLOGIA

Las mayores alturas de la comarca apenas sobrepasan los 75 metros s.n.m. en la divisoria entre las cuencas de los arroyos Pergamino y de Ramallo, mientras que las menores situadas en el Río Paraná son del orden de 5 metros. De ello resulta una pequeña pendiente si se considera que esta pérdida de altura se produce a través de 70 Km.

Dentro de la monotonía general de la llanura pueden distinguirse morfológicamente dos ambientes: uno en la cuenca del A° de Ramallo y otro en el conjunto de cuencas menores.

El primero se caracteriza, dentro de un relieve moderado, por suaves lomadas que conforman los interfluvios. En este paisaje se destaca la actitud del cauce mayor del río que se ensancha notablemente en las cabeceras hasta alcanzar aproximadamente 4 Km. El cauce menor o vaguada está limitado por barrancas que se hacen más abruptas hacia la desembocadura.

Dentro de este panorama general pueden diferenciarse tres rasgos morfológicos principales que son las llanuras alta, intermedia y baja (mapa I).

1) LLANURA ALTA: Con algunas interrupciones bordea la cuenca por el Norte y Sur ocupando un 25 % del total. Dado el sector de la cuenca de estudio, están ausentes las lagunas y bañados característicos de las zonas de cabeceras; la disposición y forma de las curvas de nivel indican, dentro de la horizontalidad de la unidad, la tendencia a la formación de una red incipiente de drenaje.

Podría afirmarse que el factor infiltración predomina sobre el escurrimiento superficial.

2) LLANURA INTERMEDIA: Con el 48 % del área y el relieve más marcado de la cuenca, puede considerarse como la unidad en la que el escurrimiento fluvial cobra la mayor importancia relativa, respecto de los demás parámetros geohidrológicos.

La forma de las curvas de nivel indica que este relieve es menos marcado que en las cuencas situadas más al Sur y que la densidad de drenaje es también menor, especialmente en el ala Norte de la cuenca.

3) LLANURA BAJA: La unidad, típica por su carácter inundable y esencialmente deplecivo, se reduce a sólo un 2 % del área total considerada y se limita a la desembocadura del arroyo y a una pequeña franja correspondiente al valle del Paraná. Aguas arriba esta unidad desaparece y está reemplazada por una zona de transición que ocupa el 25 % del área; se trata de una franja de ancho variable (1 a 4 Km. aproximadamente) con perfil transversal en forma de una V amplia. Las laderas del valle no son planas sino que presentan una pendiente transicional entre las llanuras intermedia y francamente baja.

El escurrimiento superficial es algo menor que en la llanura intermedia y el carácter deplecivo estaría dado fundamentalmente por el caudal básico.

El territorio ocupado por las cuencas menores se caracteriza por una pendiente topográfica regional en dirección Noreste, algo más pronunciada que la de la cuenca tratada precedentemente. Otra diferencia radica en la ausencia de amplios cauces ya que los interfluvios adquieren aspecto mesetiforme, los cauces mayores se hacen relativamente más estrechos y las vaguadas conformadas por barrancas.

En este caso también se distinguen los tres rasgos morfológicos precitados. (Mapa I).

1) LLANURA ALTA: comprende el 25 % del área abarcada por este conjunto de pequeñas cuencas. Dos grandes remanentes de esta unidad separan los arroyos de Las Hermanas, de Los Cueros y Espinillo. Los contornos son irregulares debidos a la erosión retrocedente de los cursos efímeros que aportan sus volúmenes a los arroyos mencionados. La horizontalidad de la unidad indica la predominancia de la infiltración sobre el escurrimiento fluvial.

2) LLANURA INTERMEDIA: Es la más extensa (70 % del área) y su aspecto más sobresaliente lo constituye un avenamiento integrado. La densidad de drenaje no es muy importante y el relieve es más suave que en las unidades similares de las cuencas circundantes. No obstante ello, se observa un incremento relativo del escurrimiento fluvial y consecuentemente menores posibilidades de infiltración.

3) LLANURA BAJA: De extensión sumamente limitada (5 %) comprende una estrecha franja costera del Paraná y pequeñas entradas a lo largo de los valles de los arroyos.

Es una zona inundable y el carácter deplecivo se debería casi exclusivamente al caudal básico.

## 5. HIDROGEOLOGIA

Es bastante pobre la información de subsuelo con que se cuenta. Para unos 2.000 Km<sup>2</sup> se documentaron solamente seis perforaciones, dos de ellas controladas por personal de EASNE.

En cuanto a la hidrogeología de superficie, la información también es escasa, ya que sólo existen los trabajos regionales de Tapia (22) y Cappannini & Dominguez (3) a los que debe sumarse las observaciones preliminares de campo realizadas por personal de EASNE durante el inventario de perforaciones.

Lo expresado obliga a hacer referencia al tema en términos muy generalizados.

### 5.1. Hidrogeología de Subsuelo

El sondeo más profundo, ejecutado por la Dirección de Hidráulica en Acevedo y que alcanza a 420 m, es el elegido para desarrollar el perfil tipo que se presenta a continuación:

El "Rojo" (10), que no fue atravesado totalmente, se extiende desde el fondo de la perforación hasta -124 m (\*). Está integrado por una sección media de arenas medianas en parte limosas de 100 metros de espesor, limitada por otras dos arcillosas ferruginosas, pardo rojizas, ricas en carbonato de calcio de 50 metros de potencia la superior y 40 la inferior, superpuesta esta última a una secuencia limo arenosa.

Los sedimentos que componen el "Rojo" y que pueden contener en sus sucesiones más permeables a los niveles profundos del subacuífero "hipopuelche" (15) (16), poseen una extensión mucho mayor que la del área estudiada.

El "Verde" (10), se presenta en el perfil desde -124 m hasta -32 m y está compuesto por una sección inferior de arenas finas y medianas, en parte arcillosas de 55 m de espesor y otra superior con arcillas arenosas verde azuladas de 37 metros de potencia, ambas portadoras de fósiles marinos. Este corte, de acuerdo a la descripción original, no presenta alternancias de capas arcillosas pardas y verdes observadas en algunos sondeos de la cuenca vecina del A<sup>o</sup> del Medio.

"Arenas Puelches o Puelchense". Integrado por arenas cuarzosas finas a medianas, pardo amarillentas a blanquecinas, a veces con intercalaciones arcillosas de hasta cinco metros de espesor. Pueden contener niveles micáceos y el tamaño del grano, en general, disminuye hacia el techo de la secuencia.

La unidad se presenta entre -32 y -17 metros. Es portadora del subacuífero "puelche" (15) (16) y aumenta de espesor hacia el Delta, alcanzando a 40 metros en el sondeo N<sup>o</sup> 15 de Planta Siderúrgica Gral. Savio, coordenadas 46850/09000. Este fenómeno se

produce debido al hundimiento de la base hacia el Norte.

En el gráfico N<sup>o</sup> 1 se representa el resultado del análisis granulométrico de la perforación mencionada en último término.

Pese a que la información es escasa, en base a los mapas isopáquico y paleomorfológicos a escala 1:500.000 del informe general, puede inferirse una disposición de las "arenas puelches", similar a la que se observa en la vecina cuenca del A<sup>o</sup> del Medio. Sus contactos coincidirían con suaves superficies de erosión elaboradas en el techo del "Verde" y del "Puelchense" respectivamente. El volumen de la unidad pudo estimarse en aproximadamente 55 Km<sup>3</sup>.

### 5.2. Hidrogeología de Superficie

Desde el punto de vista hidrogeológico puede agruparse a los sedimentos aflorantes en dos grandes unidades que se corresponden con las series Pampiana y Pospampiana. Se mantiene esta diferenciación por la importancia que poseen los niveles inferiores de la primera en relación al agua subterránea.

La serie Pampiana está integrada en orden decreciente de edad por los pisos Ensenadense y Bonaerense, de características litológicas muy similares.

El Ensenadense está representado por limos rojizos ricos en carbonato de calcio, tanto en forma de concreciones como de bancos. Aflora en las laderas de los valles, en la barranca del Paraná y en todas las partes bajas que no se hallan cubiertas por los depósitos pospampianos. Su base generalmente está compuesta por limos arcillosos grises, que actúan como unidad semiconfinante.

El Bonaerense, por su parte, comprende loess arenoso con menos concreciones calcáreas que los anteriores y ocupa los sectores altos del área.

Esta serie, que alcanza su máximo espesor en Acevedo (85 m.) y converge hacia el Delta, integra, excluyendo algunas zonas de descarga natural, la totalidad del subacuífero "epipuelche" (15) (16).

Los sedimentos pospampianos, que tienen su origen en los pampianos subyacentes, se presentan en las depresiones y en las partes más bajas de los valles. La serie está constituida por los pisos Lujanense y Platenense, ambos de origen fluvial y por la facies marina del primero o Querandinense.

El Lujanense está integrado por limos arcillosos en parte arenosos, gris verdosos ricos en sales.

El Platenense, superpuesto al anterior, está formado por limos arenosos y arenas muy finas de color pardo amarillento en algunos casos delgadamente laminados.

(\*) Valores referidos al O de IGM.

El Querandínense se presentaría en las inmediaciones de la desembocadura de la cuenca (22), representado por arcillas oscuras.

Con la Serie Pospampiana se vincula el nivel superior del Subacífero "epipelche" en las zonas de descarga y es importante pues puede controlar la calidad de las aguas.

## 6. CLIMATOLOGIA

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen, el clima es "templado húmedo".

A efectos de establecer la marcha de las temperaturas medias mensuales (Gráfico N° 2), se han adoptado las de la estación climatológica Pergamino (19) (20) del Servicio Meteorológico Nacional, que es la más cercana a la cuenca. Las temperaturas más elevadas corresponden a Enero y Febrero y las mínimas a Junio y Julio.

Tomando como base los promedios mensuales del período 1921-1950 (21) de las estaciones pluviométricas que el mencionado Servicio posee en el área se ha obtenido el promedio de lluvia representado en el Gráfico N° 3. La máxima precipitación media mensual corresponde a Marzo, con 134 mm. y la mínima a Junio con 38 mm. El 44,2 % de la precipitación media anual (930 mm.) ocurre en Diciembre, Enero, Febrero y Marzo.

A efectos de utilizar la clasificación climática de Thornthwaite (1948) (2), se adoptaron los valores de temperaturas medias mensuales (Gráfico N° 2) para el cálculo de la evapotranspiración potencial.

Los factores que definen dicha clasificación se obtienen del Cuadro N° 1 resultando:

$$\text{Índice de humedad: } I_h = \frac{100 \times 115}{811} = 14,7 \text{ \%}$$

$$\text{Índice de aridez: } I_a = 0$$

$$\text{Índice hídrico: } I_n = I_h - 0,6 I_a = 14,7 \text{ \%}$$

$$\text{Concentración térmica en el verano: } S = \frac{100 \times 360}{811} = 44,4 \text{ \%}$$

Conforme a esto el clima es "subhúmedo-húmedo" sin defecto de agua y según su eficiencia térmica "mesotermal B<sub>2</sub>" que podría interpretarse como semifrío con tendencia a templado. Por último puede destacarse que los meses con exceso de agua son Mayo, Junio, Julio, Agosto, Setiembre y Octubre.

## 7. AGUAS SUPERFICIALES

### 7.1. Características físicas

Se estudiaron en conjunto las pequeñas cuencas comprendidas entre los arroyos del Medio y del Tala

por entender que las condiciones, desde todo punto de vista, así lo permiten.

La más importante es la del A° de Ramallo que ocupa un área de aproximadamente 1000 Km<sup>2</sup>. La longitud del colector principal (70 Km.) representan el 40 % de la longitud de los cauces de la cuenca, que en número de 13 arrojan un promedio de 0,012 cauces/Km<sup>2</sup>. El diseño de la red de drenaje es rectangular y la pendiente del álveo principal hacia el Nor-noreste es de aproximadamente 1 m/Km.

Una mayor información sobre los parámetros geomorfológicos fue dada en el trabajo de Sala & Ceci (17) y en el informe de primera etapa (5).

### 7.2. Fluviometría

En ninguna de estas cuencas hay estaciones limnigráficas y/o de aforos.

### 7.3. Balance hidrológico

Dada la falta de otros elementos y a fin de establecer el balance hidrológico para la cuenca del A° Ramallo se utilizará la siguiente expresión:

$$P = E_{vtr} + E_f + I$$

P: Precipitación

E<sub>vtr</sub>: Evapotranspiración real

E<sub>f</sub>: Escurrimiento fluvial

I: Infiltración

La precipitación promedio anual para un período de 30 años (930 mm.) es la mostrada en el Gráfico N° 3.

La evapotranspiración real o efectiva fue calculada mediante la aplicación de las fórmulas de Turc (665 mm) y con la metodología de Thornthwaite (811 mm) como puede verse en el cuadro N° 1.

Como no existen estaciones fluviales de aforo ni limnigráficas, a los fines de estimar el valor del escurrimiento superficial, se aplicó el coeficiente de escurrimiento fluvial de 0,12 de la precipitación, obtenido para la cuenca del Río Matanza, con lo que resulta un total de 112 mm/año.

De la fórmula hidrológica general se tiene que:

$P - E_f - E_{vtr} = I$ ; tomando E<sub>vtr</sub> calculado mediante la fórmula de Turc:

$$930 - 112 - 665 = 153 \text{ mm/año}$$

según Thornthwaite:

$$930 - 112 - 811 = 7 \text{ mm/año}$$

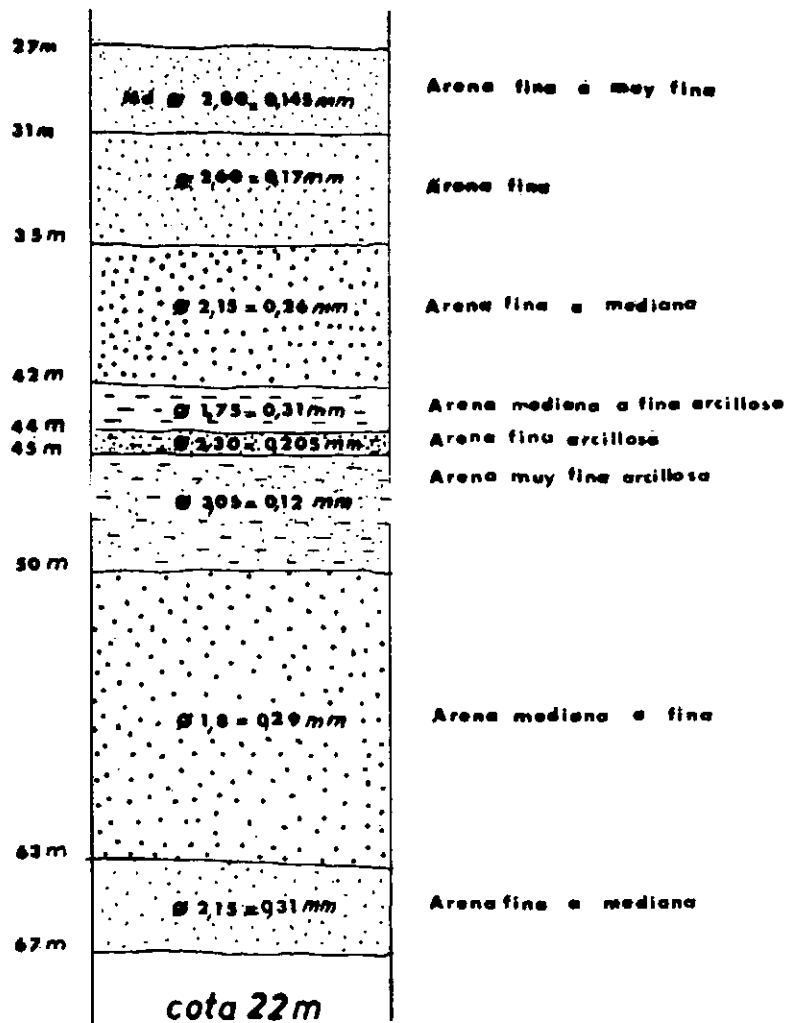
La segunda comúnmente es más conservadora en este tipo de estimación. Incluso aceptando este resultado las posibilidades de infiltración pueden ser interesantes. Los valores reales deben ser mayores que los

Cuencas, A° Ramallo - A° De Las Hermanas - etc.

## PERFIL GRANOMETRICO

PERFORACION Nº15 PLANTA SIDERÚRGICA GRAL. SAVIO

46 850  
09 000

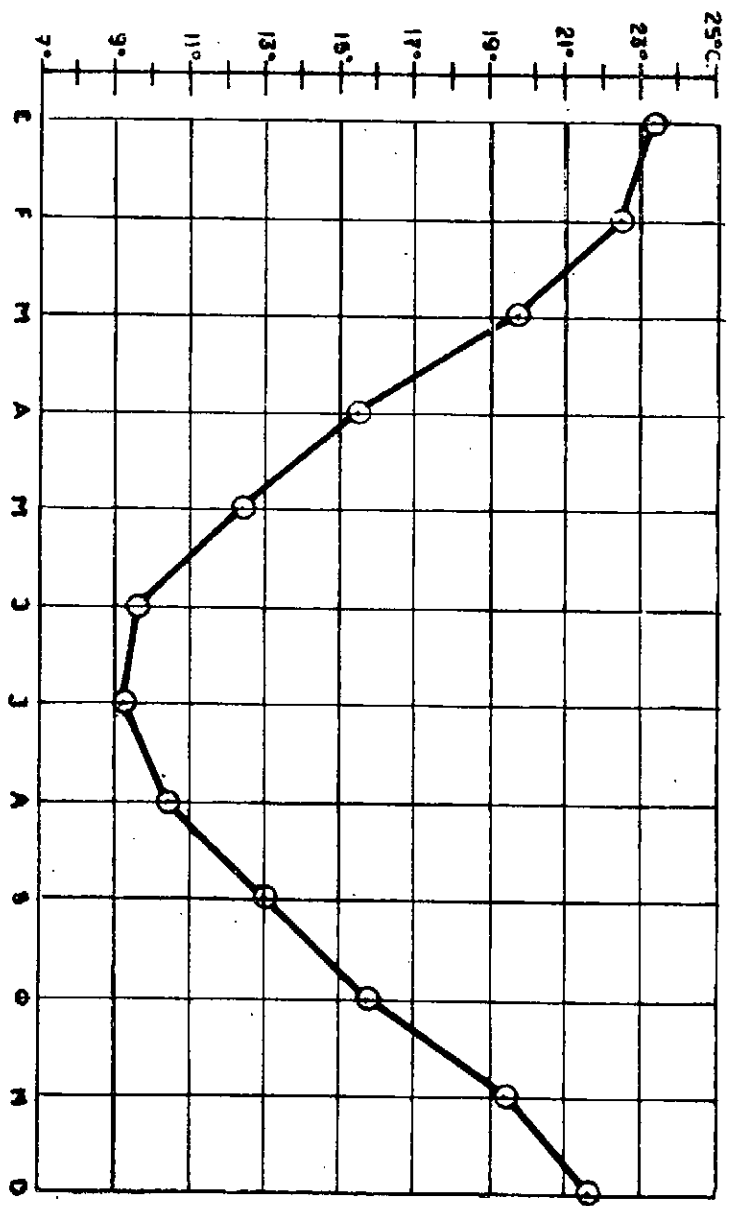




CUENCA DEL Aº RAMALLO

Gráfico N° 2

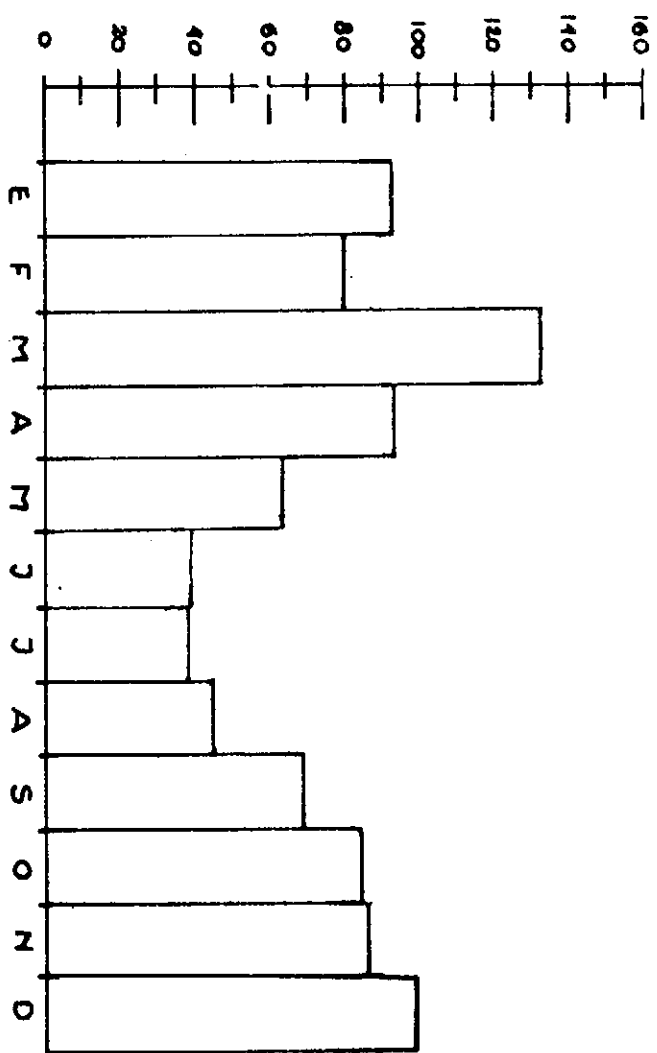
### VARIACIÓN MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURAS MEDIAS



CUENCA DEL A° RAPALLO

Gráfico N° 3

### PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm)



C U A D R O N º 1

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA DE THORNTHWAITTE

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Precipitación media anual	94	84	134	93	64	38	39	45	69	84	87	99	930
Evapotranspiración potencial	135	106	86	54	35	20	21	28	45	68	94	119	811
Variación de la reserva de agua del suelo	-41	-22	48	39	3	--	--	--	--	--	-7	-20	--
Reserva de agua útil (saturación = 100 mm).	32	10	58	97	100	100	100	100	100	100	93	73	
Exceso de agua	--	--	--	--	26	16	18	17	24	16	--	--	119
Déficit de agua agrícola	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
Evapotranspiración real	135	106	86	54	35	20	21	28	45	68	94	119	811

calculados, pues el coeficiente de escurrimiento es menor que el del Matanza; así lo demuestra la comparación de los siguientes datos geomorfológicos cuantitativos. (17):

	A <sup>o</sup> Ramallo	Río Matanza
Factor de forma	0,207	0,530
Coefficiente de compacidad	1,294	1,060
Pendiente media de la Cca. (m/Km.)	2,81	3,47
Pendiente del cauce ppal. (m/Km.)	1,07	0,52
Frecuencia de cauces (cauces/Km <sup>2</sup> )	0,012	0,115
Densidad de drenaje (Km/Km <sup>2</sup> )	0,167	0,254
Extensión del flujo superf. (Km <sup>2</sup> /Km)	3,226	1,960

Estas características indican un mayor retardo en el escurrimiento superficial para el A<sup>o</sup> Ramallo. En lo que hace a la pendiente del cauce principal, este punto tiene influencia en el Río Matanza, pues se traduce en un almacenamiento temporario de agua en el cauce mayor.

Por otra parte se debe destacar que la experiencia acumulada en los primeros ajustes del modelo matemático, preparado para la zona de La Plata, hace pensar que los valores de infiltración deducida de aplicar la fórmula de Thornthwaite serían los que mejor se adecuan a los reales.

## 8. AGUAS SUBTERRANEAS

La documentación disponible está referida principalmente el subacuífero "epipuelche" y más específicamente a la capa freática.

El censo de perforaciones se limitó a la parte Sur y Este de la región, el resto fue levantado por el Instituto Nacional de Geología y Minería que accedió a facilitar los datos.

### 8.1. Subacuífero "epipuelche"

De acuerdo a la información recogida en la zona, se podría inferir la existencia de dos niveles más productivos dentro del "epipuelche". Esto, que ha sido comunicado verbalmente por los poceros de la región, indicaría la presencia de un nivel semiconfinado entre los 22 y 30 metros de profundidad y otro freático que tendría una potencia de 7 a 8 metros. En realidad para poder confirmar esta presunción debería contarse con pozos de exploración perfilados eléctricamente.

Las tres perforaciones de exploración con perfilaje eléctrico realizadas por EASNE en la porción superior de la cuenca del río Matanza, de características hidrogeológicas similares a la aquí tratada, no evidencian tal diferenciación por lo que el fenómeno podría atribuirse a variaciones locales de permeabilidad. No obstante a los fines prácticos se mantendrá, en lo que hace a hidroquímica, la denominación de "semiconfinado" pa-

ra los niveles informados como más profundos de la capa freática.

En el Mapa II de curvas isofreáticas, se señala la dirección de escurrimiento subterráneo y de las líneas de descarga de la capa libre.

En base a su interpretación es posible establecer en primer lugar, que la divisorio subterránea occidental del A<sup>o</sup> de Ramallo acompaña en rasgos generales a la de las aguas superficiales. La oriental en cambio, se muestra desplazada hacia el Este y coincide con el Zanjón Ramallo, el que tiene carácter influente.

Los límites señalados representan las principales zonas de recarga en la capa freática, a las que le siguen en importancia las de los interfluvios de los tributarios. La descarga se efectúa a través de los arroyos perennes; esto hace que aún en prolongados períodos de sequía los mismos lleven agua.

La separación de las curvas isofreáticas, y por ende el gradiente hidráulico, es bastante uniforme salvo en el sector ubicado entre los arroyos Manantiales Grande y Manantiales Chico, donde la disminución del mismo puede deberse a un pequeño aumento en la transmisividad que parece ser relativamente homogénea.

En el gráfico N<sup>o</sup> 4 se muestra la relación entre las variaciones de nivel de la capa freática y la precipitación. Pese al corto período de registros considerado, puede observarse una correspondencia entre ambas curvas.

La estación 79.450/58.900 acusa una amplitud máxima de 1,56 mts. para un lapso de 14 meses, si se admite un valor de 0,10 para la porosidad eficaz, las variaciones de las reservas regulatrices son del orden de los 1560 m<sup>3</sup>/Ha. para ese lapso. Considerando que la mencionada estación está situada en una zona donde la afluencia subterránea es prácticamente nula, al valor calculado habrá que adicionarle el correspondiente a la efluencia subterránea, para tener una idea de la magnitud a la infiltración en ese lugar. Es de hacer notar también que con un manejo adecuado del recurso, puede incrementarse la recarga natural.

La curva correspondiente a la estación 88.600/88.250 muestra una tendencia estable, la que dada la profundidad del nivel de agua indicaría una recarga pequeña compensada por la efluencia subterránea.

Dentro del período considerado puede inferirse una tendencia a la elevación de los niveles, pero cabe remarcar que este es demasiado corto para poder concretar una afirmación definitiva al respecto.

La velocidad efectiva de percolación se estimó adoptando un coeficiente de porosidad eficaz de 0,10. El gradiente medio de la superficie freática, calculado por el método estadístico de las "líneas subdivisorias", es de 1,7 m/Km. Admitiendo una permeabilidad de 1 m/día seleccionada de tablas para sedimentos homólogos (1) y aplicando la Ley de Darcy, se tiene:

$$V_a = k_i = 1 \text{ m/día. } 1,7 \text{ m/Km} = 0,017 \text{ m/día}$$

$$V_e = V_a/p_e = 0,0017/0,10 = 0,017 \text{ m/día}$$

donde:

Va: Velocidad aparente

Ve: Velocidad efectiva

k: Coeficiente de Darcy

i: Gradiente hidráulico

pe: Porosidad eficaz

En el sector de mayor transmisividad arriba mencionado, el gradiente es de 1 m/Km y la velocidad efectiva se reduce a 0,01 m/día.

Utilizando los valores de residuo seco facilitados por el Instituto Nacional de Geología y Minería y los datos de conductividad obtenidos por EASNE durante el censo, transformados mediante un coeficiente de 0,64, se ha trazado el mapa de residuo seco (Mapa III), resultando valores que en general oscilan entre 300 y 1.200 mg/litro, con algunas excepciones que apenas sobrepasan los 1.400 mg/litro. Estas últimas parecen responder a las características intrínsecas de los sedimentos.

De acuerdo a estos resultados se trataría de aguas potables. El bajo contenido salino estaría relacionado en parte con la relativa profundidad de los acuíferos (mayor de 5 metros) y la falta de desarrollo de los sedimentos pospampianos.

En el trabajo de Salvador (18) se consignan 7 análisis químicos para la localidad de Ramallo; cuatro de ellos arrojan tenores de Fluor entre 1,2 y 1,8 mg/l para el miembro más profundo del "epipuelche". En general puede decirse que toda la comarca registra contenidos de este elemento del orden de 1 a 1,25 mg/l. En el miembro superior los valores medios no superan los 0,75 mg/l (9).

Kreimer (11) opina que los excesos relativos de sales totales,  $SO_4$  y  $Cl$  estarían relacionados con los tipos de suelo y sedimentos presentes en la zona. Ubica los sectores donde éste se produce, que para el área aquí considerada son sólo cuatro y de reducidas dimensiones. Consignada además una lista de poblaciones en las que ha efectuado análisis de amoníaco y nitritos, de diez muestras tomadas en Va. Ramallo, Ramallo y Sánchez, sólo una en la segunda localidad mencionada acusa presencia de amoníaco y vestigios de nitritos. Concluye clasificando la generalidad de las aguas fréglicas como bicarbonatadas sódicas, magnésicas cálcicas o cálcicas magnésicas, aptas para todo consumo.

## 8.2. Subacuífero "puelche".

La información disponible acerca de este subacuífero es escasa y está restringida a perforaciones realizadas en San Pedro y Ramallo por la Dirección de Obras Sanitarias de la Provincia y Dirección Nacional de Geología y Minería. Puede afirmarse que en esta zona el subacuífero "puelche" se encuentra alrededor de los 30

metros de profundidad y se extiende hasta los 60 metros.

En algunos casos presenta intercalaciones de sedimentos menos permeables, improductivos desde el punto de vista práctico.

De la perforación ejecutada por la D.N.G.M., en 1943, próxima a la estación Ramallo (coordenadas 95.650/85.550), se extraen los siguientes datos:

Profundidad del subacuífero: 31 a 50,05 m bbdp.

Caudal = 1,8 m<sup>3</sup>/hora

Depresión = 0,35 m.

Caudal característico = 5,14 m<sup>3</sup>/h.m.

En el pozo N° 1 de Ramallo (pueblo) de DOSP, el subacuífero se extiende desde 22 a 61,50 metros bajo boca de pozo; las características hidráulicas son:

Nivel estático = 12,24 m bbdp

Caudal = 200,7 m<sup>3</sup>/hora

Depresión = 12,66 m

Caudal característico = 15,8 m<sup>3</sup>/h.m.

El pozo N° 2 en Ramallo (pueblo) de DOSP, sin perfil geológico ofrece los siguientes parámetros:

Nivel estático = 12,5 m bbdp

Depresión = 22,5 m.

Caudal = 195,9 m<sup>3</sup>/h

Caudal característico = 8,7 m<sup>3</sup>/h.m.

De la perforación N° 2 de DOSP en Villa Ramallo (carece de perfil geológico) se tiene:

Nivel estático = 18,42 m bbdp

Caudal = 142,1 m<sup>3</sup>/hora

Depresión = 20,70 m

Caudal característico ( $Q_c$ ) = 6,8 m<sup>3</sup>/h.m.

Asumiendo que las perforaciones mencionadas tengan una eficiencia de un 70 % o, pueden estimarse las transmisividades en 300, 900, 1000 y 400 m<sup>2</sup>/día respectivamente.

En San Pedro, personal de DOSP efectuó un ensayo de bombeo por el método de recuperación residual. Pese a que la curva no adopta forma recta en la representación semilogarítmica, puede estimarse una transmisividad de unos 700 m<sup>2</sup>/día.

Las reservas geológicas de los subacuíferos "epipuelche" y "puelche" en conjunto, alcanzan valores extre-

mos de 4 y 11 Km<sup>3</sup> según se consideren coeficientes de almacenamiento entre 0,04 y 0,10.

Con respecto a la calidad, puede decirse que es bastante uniforme con tenores de residuo seco de alrededor de 600 mg/l, cloruros 20 mg/l y sulfatos 20 mg/l; por lo tanto son aguas potables.

Kreimer (11) expresa que el acuífero de las Arenas Puelches sólo, por excesivo bombeo, se presenta salinizado, siendo por lo general de buena calidad y gran producción.

### 8.3. Subacuífero "hipopuelche"

Si bien es dable suponer su presencia en el área, portando aguas de mala calidad, se carece de información para establecer sus características principales.

## 9. CONCLUSIONES

Como resultado de que la mayor actividad económica es la agropecuaria, sólo existe explotación intensiva de los recursos subterráneos en las cercanías del Río Paraná, localidad de Ramallo y Planta Siderúrgica.

Debido a la información localizada que se tiene del subsuelo, no son conocidas las características hidrogeológicas de detalle. No obstante ello, en base a los conocimientos regionales y a los escasos datos que se poseen, puede afirmarse que las aguas subterráneas podrán abastecer las necesidades inmediatas y mediatas por un período bastante extenso.

La presencia de Fluor en el nivel inferior del epipelche obliga a tomar ciertos recaudos para la utilización por el hombre.

Dada las propiedades hidrológicas de la columna estratigráfica descrita y a falta de una información más concreta del subacuífero "puelche", a los fines de una primera aproximación en su investigación puede emplearse la carta isofreática.

El balance hidrológico arroja posibilidades de recarga natural.

Las variaciones de las reservas reguladores son potencialmente importantes.

Las reservas de aguas no han sido modificadas. Este hecho y la explotación actual relativamente pequeña,

permite planear el futuro desarrollo, previa evaluación con todos los recaudos necesarios.

Las reservas geológicas de los subacuíferos "epipelche" y "puelche" en conjunto han sido estimados entre 4 y 11 Km<sup>3</sup>.

## 10. RECOMENDACIONES

Dada la importancia de las industrias asentadas y las posibilidades de desarrollo, es conveniente continuar con la evaluación del recurso.

Es útil levantar, por lo menos expeditivamente, el mapa hidrogeológico de superficie y estudiar las características físicas de las distintas unidades que de él se deduzcan.

Sería provechoso instalar una estación de aforo en las vecindades de la desembocadura del A° Ramallo.

Es necesario continuar con los registros freáticos y piezométricos.

Deberán establecerse estaciones hidroquímicas, especialmente en las zonas de explotación intensiva del "puelche", a fin de controlar las variaciones de calidad de las aguas.

Se recomienda que la planificación del manejo de las aguas subterráneas, se base en las características geohidrológicas y no solamente en conceptos puramente económicos.

Es necesario realizar estudios tendientes a conocer los futuros requerimientos de agua, a fin de poder contar con los elementos básicos para el modelo de pronóstico y fijar las pautas para orientar el manejo del recurso.

Cuando las condiciones de desarrollo de la región lo requieran, se construirá un modelo matemático tentativo. Para ello será necesario completar la información con perforaciones de explotación estratégicamente distribuidas que quedarán establecidas como estaciones geohidrológicas.

Será altamente ventajoso que las Comunas requieran de las empresas perforadoras la presentación de un informe y planos de ubicación de las perforaciones que se efectúen en su territorio y detalles técnicos de las mismas. Este control será beneficioso, no solo para el municipio, sino también para los propietarios y las empresas que se verán obligadas a perfeccionarse.

## LISTA BIBLIOGRAFICA

- 1) BOGOMOLOV, G. V. & SILIN-BEKTCHOURINE, A. T. 1955  
Hydrogeologie Specialisé, Gosgeol'tkhizdat, Moscú.
- 2) BURGOS, J. J. & VIDAL, A. L., 1951  
Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite.  
Rev. Meteoros, Año I, Buenos Aires.
- 3) CAPPANNINI, D.A. & DOMINGUEZ O. 1961  
Los principales ambientes geodafológicos de la Provincia de Buenos Aires.  
IDIA, Nº163, Buenos Aires.
- 4) DIFRIERI, H. 1961  
Estructura y movimiento de la población; en "La Argentina, Suma de Geografía, Tomo VII, Cap. IV, Peuser, Buenos Aires.
- 5) EASNE, 1967  
Estado del conocimiento actual de la geohidrología del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
Inédito La Plata.
- 6) EASNE, 1970.  
Algunos caracteres geohidrológicos de la Cuenca del Arroyo Rarnallo y de las comprendidas entre este y el Arroyo del Tala Gonnet.
- 7) FRENGUELLI, J. 1950.  
Rasgos Generales de la Morfología y la Geología de la Provincia de Buenos Aires.  
LEMIT, Serie II, Nº 33, La Plata.
- 8) GARCIA LOZANO, F. & GONZALEZ BERNALDEZ F. 1964  
Métodos en uso y su empleo para el cálculo de la evapotranspiración Ministerio de Obras Públicas, Centro de Estudios Hidrográficos, Publicación Nº 23, Madrid.
- 9) GONZALEZ N. & HERNANDEZ M.A. 1968  
Algunas consideraciones acerca de la geoquímica del Fluor en las aguas subterráneas del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
IIIer. Congreso Nacional del Agua, Vol. 1 San Juan.
- 10) GROEBER, P. 1945  
Las aguas surgentes y Sernisurgentes del Norte de la Provincia de Buenos Aires.  
Rev. La Ingeniería, año XLIX, Nº6, pp 371-387., Buenos Aires.
- 11) KREIMER, R. 1969  
Descripción Hidrogeológica de la zona de Rosario, Villa Constitución y San Nicolás, Provincias de Santa Fe y Buenos Aires (Inéd., DNGM).
- 12) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA. 1970  
Boletín Estadístico, Cuarto Trimestre 1969.  
Dirección de Estadística, La Plata.
- 13) MINISTERIO DE ECONOMICA - PBA 1970.  
Censo Nacional Agropecuario 1969. Dirección de Estadística La Plata.
- 14) MINISTERIO DE ECONOMIA - PBA. 1969  
Boletín Estadístico, Primer trimestre año 1969.  
Dirección de Estadística La Plata.
- 15) SALA, J. M. 1969.  
El agua Subterránea en el Nordeste de la Provincia de Buenos Aires.  
Reunión sobre la Geología del agua subterránea de la Provincia de Buenos Aires. Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata.
- 16) SALA, J.M., & AUGÉ, M.P. 1969  
Algunas características geohidrológicas del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
Anales de la IV Jornadas Geológicas Argentinas Tomo II, Mendoza.
- 17) SALA, J.M, & CECI, J.H., 1968  
Características físicas de la red de drenaje del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
IIIer. Congreso Nacional del Agua, Vº I, San Juan.
- 18) SALVADOR, D. 1948  
Geología del subsuelo del Noreste de Buenos Aires y sus aguas superficiales y Subterráneas.  
Tesis Museo de La Plata Nº 89 (inédita), La Plata.

## Capítulo IV

### ARROYO DEL TALA

#### I. INTRODUCCION

El presente capítulo expone los conocimientos adquiridos en la cuenca del A° del Tala, con motivo de las investigaciones efectuadas por EASNE en el Noreste de la Provincia de Buenos Aires.

Es un ajuste de las referencias dadas en "Algunos caracteres geohidrológicos de la cuenca del A° del Tala" (8).

No se ha innovado en lo concerniente a Geología de Subsuelo, por falta de nuevas perforaciones que faciliten datos al efecto, ni se ha tratado de aplicar ninguna técnica auxiliar por creerla innecesaria y antieconómica, en el estado actual del desarrollo de la región.

La cuenca, totalmente incluida en el área de investigación del EASNE, abarca una superficie de aproximadamente 865 Km<sup>2</sup>. Limita al Norte con las cuencas de los arroyos Espinillo y de Ramallo, al Oeste y Sur con la del río Arrecifes y al Este con el río Paraná. Ocupa parcialmente los partidos de Ramallo, San Pedro, Pergamino y Bartolomé Mitre.

#### 2. ANTECEDENTES

No existen trabajos geohidrológicos específicos para la cuenca, salvo el mencionado precedentemente, pero sí los hay de tipo regional, geológicos: Tapia y Frenguelli; geomorfológicos: Daus Frenguelli y Sala & Ceci; geodafológicos: Cappannini & Dominguez; hidrogeológicos: Roth, Stappembek, Groeber, Salvador, EASNE, Sala & Auge y Sala; hidrogeoquímica: González & Hernández.

#### 3. ASPECTOS DEMOGRAFICOS Y ECONOMICOS

Dentro del perímetro de la cuenca, la actividad económica fundamental es la agrícola-ganadera y solamente se radican poblaciones rurales. Según datos estadísticos y de censo, el número de habitantes en la zona rural sería de unos 6.500 (13).

Con los valores siguientes se da una idea del estado actual de desarrollo de la explotación agropecuaria y se

consigna, a título ilustrativo, el gasto de agua estimado para la ganadería (7) (14) (15).

Cereal	Hectáreas sembradas	Producción en Ton.
Trigo	13.860	14.604
Maíz	17.685	66.215
Avena	1.240	140
Girasol	4.900	3.635
Cebada	535	170
Lino	980	860
Centeno	785	120
Alpiste	445	385

Hortaliza	Hectáreas sembradas	Producción en Ton.
Arveja verde	280	335
Arveja seca	585	375
Batata	2.310	29.265
Frutilla	15	44
Sandía	10	20

#### Producción de Frutas en Toneladas

Ciruela	595
Durazno	2.115
Membrillo	70
Limón	10
Naranja	11.135
Damasco	125
Manzana	360
Pera	250
Mandarina	2.490
Pomelo	1.950

Ganado	Nº de cabezas	Consumo en l/día	Consumo en m <sup>3</sup> /año
Bovino	45.370	2.268.500	828.000
Ovino	3.735	14.950	5.450
Porcino	6.780	67.800	24.750
Aves: 68.350			



La ausencia de poblaciones importantes ha determinado el tipo de obras de captación, que se realiza mediante pozos y perforaciones poco profundas.

#### 4. MORFOLOGIA

El hecho de que la investigación se extienda al total de la cuenca permite observar las tres unidades morfológicas principales, comunes a las cuencas del Noreste de la Provincia de Buenos Aires, es decir Llanura Alta, Intermedia y Baja (mapa I).

1) LLANURA ALTA: Ocupa un área equivalente al 39 % del total, abarcando una superficie importante de la zona de cabeceras; hacia el Sudeste se hace de contornos irregulares y falta en el sector inferior de la divisoria con el río Arrecifes y en dos secciones de la correspondiente con la cuenca del A<sup>o</sup> Espinillo.

En la zona de nacientes la forma y paralelismo de las curvas de nivel muestra cierta tendencia a un ordenamiento del drenaje. La pronunciada horizontalidad del terreno, que restringe la integración de la red de drenaje y la presencia de lagunas y bañados, indica mayores posibilidades de la infiltración en relación a las otras unidades que conforman la cuenca.

Podrían diferenciarse zonas reducidas donde el avenamiento es manifiesto sin alcanzar el grado del de la llanura intermedia, pero se ha interpretado esto como un simple incremento en el desarrollo que no afecta el aspecto cualitativo de la unidad.

2) LLANURA INTERMEDIA: Ocupa el 57 % del área. Es la zona con relieve más marcado, producto de la erosión retrocedente producida por los cursos pequeños.

Las formas son en general menos definidas sobre la margen Norte del cauce principal y hacia las cabeceras, acentuándose considerablemente aguas abajo, hacia la confluencia con el valle del río Arrecifes.

En relación al comportamiento geohidrológico se notaría un incremento del escurrimiento fluvial con la consecuente disminución de las posibilidades relativas de infiltración.

3) LLANURA BAJA: Se ubica en la sección inferior de la cuenca donde llega a formar una unidad con el ambiente similar del Arrecifes. Ocupa el 4 % y se distingue por su carácter inundable, ausente solo en un pequeño sector al norte de esta unidad. Los fenómenos deplecivos debidos a la evapotranspiración seguramente se incrementan en los 10 Kilómetros terminales donde la unidad se ensancha.

#### 5. HIDROGEOLOGIA

Se cuenta con cinco perfiles de perforación compilados, en cuatro de los cuales solo se menciona la pro-

fundidad de las arenas finas que componen el techo del "Puelchense". La restante, muy próxima a la cuenca, ejecutada por la Dirección de Hidráulica de la Provincia en San Pedro, alcanza a 123 metros. Para el esquema hidrogeológico del subsuelo se utilizó esta última conjuntamente con los datos obtenidos de los sondeos de Arrecifes, Capitán Sarmiento y Baradero que llegan al "Verde" (12), y con el apoyo del conocimiento regional.

La Hidrogeología de superficie se describe en base a los mapas de Tapia (23), Cappannini & Domínguez (4) y observaciones preliminares realizadas durante el censo.

##### 5.1 . Hidrogeología de subsuelo

La secuencia sedimentaria más antigua, superpuesta al basamento, correspondería al "Rojo" (12). Este presenta generalmente una alternancia de areniscas y arcillas. Las primeras son de grano fino, rosadas, ricas en yeso que actúa a veces como cemento y contienen en sus secciones más permeables a los niveles profundos del subacuífero "hipopuelche" (16) (18).

La sucesión pelítica está integrada por arcillas y limos de color pardo rojizo, ricos en carbonato de calcio y pobres en yeso.

El "Verde", asentado discordantemente sobre el anterior, fue horadado parcialmente por la perforación de San Pedro, donde presenta una secuencia arenosa, en parte micácea, con intercalaciones arcillosas y limosas. Este cuadro difiere del general de la región Noreste de la Provincia de Buenos Aires, donde comunmente se observa una sección inferior de arenas cuarzosas finas y medianas, gris verdosas y blanquecinas con niveles cementados por carbonato de calcio y otra superior, predominantemente arcillosa que en algunos casos se torna arenosa hacia la base y en otros francamente arenosa, de color verde azulado, rica en calcareo y fósiles marinos.

Las porciones más permeables de la unidad componen los niveles superiores del subacuífero "hipopuelche".

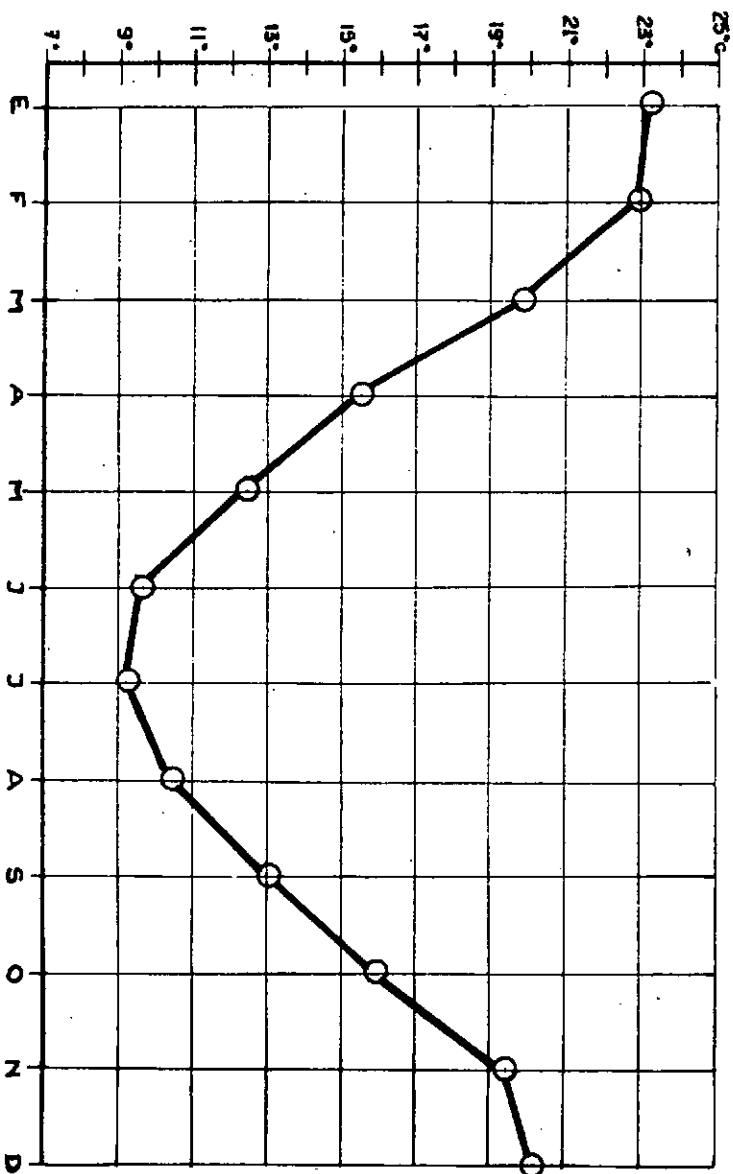
Las "Arenas Puelches" o "Puelchense" están integradas por arenas cuarzosas de color pardo amarillento, finas a medianas; el tamaño de grano disminuye en general hacia el techo de la secuencia donde se observan limos arenosos micáceos.

La unidad se dispone en suave discordancia erosiva sobre el "Verde" y subyace de la misma forma al Pamplano. Se la ubica a profundidades que oscilan entre 15 metros en San Pedro (cota 5 metros) y 63 metros en Santa Lucía (11.750/52.000) (cota 49m). Regionalmente, tanto el techo como la base se hunden hacia el río Salado (16) (18) en cuya dirección divergen, esta última inclina en dirección al río Paraná.

El espesor es de 35 m. en San Pedro y 25 m. en Arrecifes; en base al mapa isopáquico escala 1:500.000.

CUENCA DEL A° DEL TALA

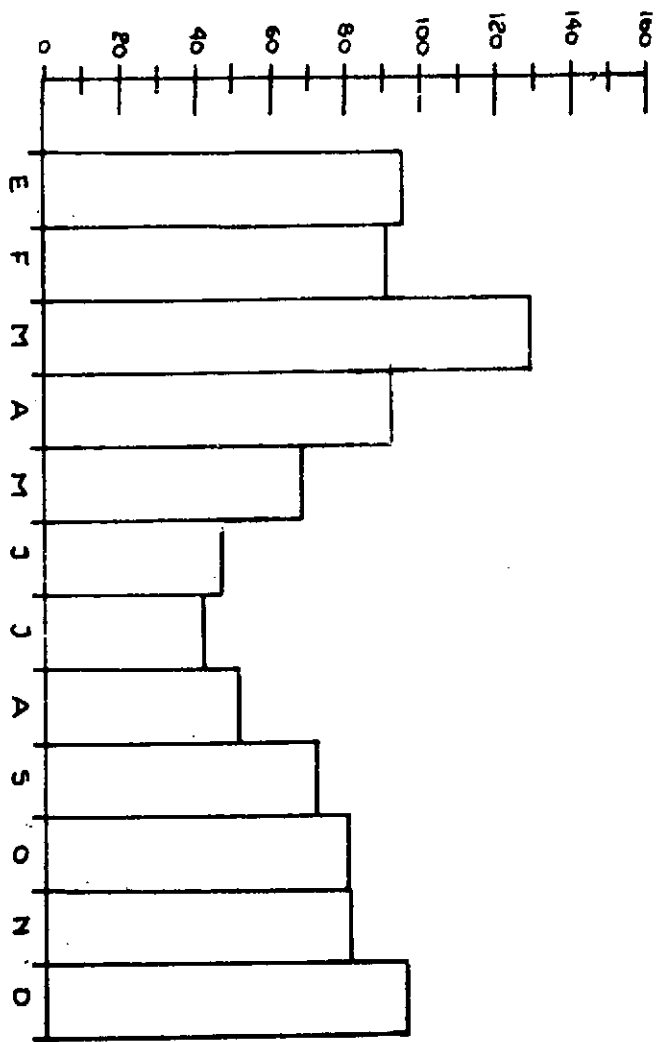
### VARIACIÓN MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURAS MEDIAS



CUENCA DEL A° DEL TALA

Grafico N° 2

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (mm.)



C U A D R O N º 1

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA DE THORNTHWAITE

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Precipitación media mensual	96	71	129	92	68	47	42	50	72	80	80	96	923
Evapotraspiración potencial	135	108	86	54	35	20	21	28	45	68	94	119	811
Variación de la reserva de agua del suelo	-39	-24	48	38	19	—	—	—	—	—	-14	-28	
Reserva de agua útil (saturación - 100 mm)	24	0	43	81	100	100	100	100	100	100	86	63	
Exceso de agua	—	—	—	—	14	27	21	22	27	12	—	—	123
Déficit de agua agrícola	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11
Evapotraspiración real	136	95	86	54	36	20	21	28	45	68	94	119	800

adjunto al informe general, se estimó un volumen de unos 25 Km<sup>3</sup> para la unidad.

## 5.2. Hidrogeología de Superficie

Desde el punto de vista hidrogeológico, puede agruparse a los sedimentos aflorantes en dos grandes unidades fácilmente distinguibles; Pampiano y Pospampiano.

El Pampiano ocupa toda el área y solo se halla cubierto por el Pospampiano en el curso medio e inferior del A<sup>o</sup> Del Tala (23). Geológicamente comprende dos pisos de características litológicas muy similares: El Ensenadense, representado por limos arenosos y arcillosos pardo rojizos, con abundante carbonato de calcio en forma de bancos o concreciones, puede presentar a veces niveles netamente arcillosos en su base; aflora en las barrancas del Río Paraná.

El Bonaerense, que yace sobre el anterior, está compuesto por loess arenoso pardo rojizo más poroso y con menos concreciones calcáreas que el Ensenadense. Se ubica en las zonas elevadas, cubriendo prácticamente toda el área.

El espesor del Pampiano varía entre 15 metros en la margen del Paraná y 65 metros hacia el Sudoeste. La importancia hidrogeológica de la unidad radica en que aloja a todos los niveles del subacuífero "epipelche" (16) (18).

Las manifestaciones del Pospampiano se restringe a las vaguadas, donde alcanza su mayor espesor, acuñándose lateralmente contra el Pampiano.

Geológicamente se distinguen Lujanense y Platense, ambos de origen fluvial. El primero está formado por limos arcillosos grises y verdosos ricos en sales. Su facies marino-estuárica o Querandinense, representada por arcillas oscuras, lo reemplaza en las cercanías de la desembocadura del A<sup>o</sup> Del Tala. (23).

El Platense, más moderno y extendido que el anterior, está integrado por limos arenosos pardo claros, ricos en calcáreo orgánico.

El Pospampiano puede contener al nivel freático en las zonas de descarga natural y vaguadas, produciendo, a veces, un aumento de salinidad en las aguas subterráneas.

## 6. CLIMATOLOGIA

Siguiendo a Köppen, el clima de esta cuenca sería "templado húmedo".

La falta de registros de temperaturas, ha obligado a adoptar las medias mensuales de la estación Pergamino del Servicio Meteorológico Nacional, para el período 1941-1960 representadas en el Gráfico N<sup>o</sup> 1 (20) (21).

Las temperaturas más elevadas ocurren en Enero y Febrero y las mínimas en Junio y Julio.

Tomando como base los promedios mensuales de precipitación para el período 1921-1950 (22) de los

pluviómetros que el mencionado organismo tiene en esta cuenca, se obtuvieron los promedios representados en el Gráfico N<sup>o</sup> 2. La máxima precipitación media mensual se produce en Marzo (129 mm) y la mínima en Julio (42 mm). Del total de lluvia promedio anual (923 mm) el 42,5 % corresponde a los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo.

Para utilizar la clasificación climática de Thornthwaite (1948) se tomó la precipitación del gráfico N<sup>o</sup> 2; la evapotranspiración potencial fue calculada con las temperaturas del gráfico N<sup>o</sup> 1.

Los factores para la clasificación se extraen del Cuadro N<sup>o</sup> 1 y los índices obtenidos en base a ellos son:

$$\text{Índice de humedad} = I_h = \frac{100 \times 123}{811} = 15,2 \text{ \%}$$

$$\text{Índice de aridez} = I_a = \frac{100 \times 11}{811} = 1,4 \text{ \%}$$

$$\text{Índice hídrico} = I_n = I_h - 0,6 I_a = 14,4 \text{ \%}$$

$$\begin{aligned} \text{Concentración térmica en el verano: } S &= \frac{100 \times 360}{811} = \\ &= 44,3 \text{ \%} \end{aligned}$$

Según éstos se tiene un clima "subhúmedo-húmedo" y de acuerdo a su eficiencia térmica es "mesotermal B<sub>2</sub>' (3), que a los fines prácticos puede ser interpretado como "semi frío con tendencia a templado".

## 7. AGUAS SUPERFICIALES

### 7.1. Características físicas

Los cuerpos de agua estancos se reducen a bañados relativamente pequeños situados en la cuenca superior. El origen de los mismos está dado en algunos casos por afloramientos de la capa freática en las depresiones. En otros es debido a que poseen su fondo menos permeable, por depositación de material fino arrastrado por la escorrentía superficial y/o transporte aéreo, lo que retarda considerablemente la infiltración.

La forma de la cuenca es de tipo rectangular con ensanchamiento en sus extremos.

De la longitud total de cauces, 135 Km. aproximadamente, 71 Km corresponden al principal. La mayoría de los tributarios son temporarios.

En la cuenca superior, debido al defectuoso avenamiento natural, se han construido canales que favorecen el drenaje hacia el curso principal.

### 7.2. Fluviometría

No existen estaciones de aforo ni limnigráficas.

### 7.3. Balance hidrológico

A efectos de establecer una estimación del balance hidrológico, se utilizará la fórmula general simplificada:

$$P = E_{vtr} + E_f + I \text{ donde:}$$

P = Precipitación

$E_{vtr}$  = Evapotranspiración real

$E_f$  = Esguimiento fluvial

I = Infiltración

La precipitación es el promedio anual de 30 años (923 mm), obtenida para la confección del Gráfico N°2.

La evapotranspiración real fue calculada por la fórmula de Turc y también deducida a partir de la de Thornthwaite como puede verse en el Cuadro N°1. Se obtuvieron 663 y 800 mm/año respectivamente.

Con respecto al valor del esguimiento fluvial, debido a la falta de estaciones de aforo y teniendo en cuenta las semejanzas que presentan las características físicas, se ha adoptado para su estimación el coeficiente (0,12) obtenido para la cuenca del Río Matanza, que aplicado a la precipitación promedio da 111 mm.

Reemplazando los valores anteriormente definidos:

$$I = P - (E_f + E_{vtr})$$

Con  $E_{vtr}$  de acuerdo a Turc:

$$149 = 923 \text{ mm/año} - (111 + 663)$$

Con  $E_{vtr}$  a partir de Thornthwaite

$$12 = 923 - (111 + 800)$$

Considerando las características geomorfológicas cuantitativas calculadas por Sala & Ceci (16), que se detallan, se desprende que las posibilidades de esguimiento son menores en el A° Del Tala, que en otras cuencas situadas hacia el Sur. Esto induce a pensar que el coeficiente porcentual utilizado es excesivo; consecuentemente, las probabilidades de infiltración serían mayores a las calculadas.

	Río Matanza	A° Del Tala
Factor de forma	0,530	0,141
Coficiente de compacidad	1,060	1,460
Pendiente media de la cuenca (m/Km)	3,47	2,47
Pendiente del cauce principal (m/Km)	0,52	0,93
Frecuencia de cauces (cauces/Km <sup>2</sup> )	0,115	0,018
Densidad de drenaje (Km/Km <sup>2</sup> )	0,254	0,189
Extensión de flujo superficial (Km <sup>2</sup> /Km)	1,960	2,630

De la comparación de las fórmulas de Turc y Thornthwaite en la operación con el modelo matemático preparado para la zona de La Plata, pareciera que la segunda, es la que más se adapta a las condiciones reales.

## 8. AGUAS SUBTERRANEAS

### 8.1. Subacuífero epipelche

Las referencias verbales de los poceros de la zona, señalan la existencia de dos horizontes productivos, pero no hay perforaciones documentadas que lo atestigüen. Es posible que localmente existan algunas diferenciaciones por la intercalación de lentes relativamente menos permeables, dando lugar a las denominadas "falsas capas".

Los sondeos de exploración y perfilajes eléctricos realizados por EASNE en la cuenca del río Matanza, cuyas condiciones hidroeléctricas son similares a la de ésta, no han manifestado anisotropía marcada sino sólo incrementos en la permeabilidad. El Gráfico n° 3 muestra cómo una capa supuestamente semiconfinada responde en forma análoga a la freática ante la acción de la recarga. Estos hechos apoyan la hipótesis señalada.

Se construyó un mapa de curvas isofreáticas a escala 1:100.000 (Mapa II), adoptándose una equidistancia de 5 metros a fin de soslayar los posibles errores de acotamiento.

Los límites hidrológicos superficiales de la cuenca coinciden con los subterráneos y es posible que las pequeñas variaciones se deban en parte a la distinta precisión con que se ha trabajado en los relevamientos.

El perfil longitudinal de depresión muestra una forma suavemente parabólica; el mismo diseño se observa en los perfiles transversales, lo que dá aspecto de capa moderadamente radial convergente.

Dada la uniformidad de las características hidrogeológicas y que la cuenca está sometida a un régimen no permanente, el mayor espaciamiento de las curvas es consecuencia de una variación en los espesores saturados por una mayor infiltración y no de cambios de permeabilidad, que son de pequeña magnitud.

Las zonas de recarga dominante están localizadas en la porción superior de la cuenca y en los límites con las vecinas, mientras que la descarga se materializa en el curso principal.

El carácter relativamente isotrópico de los sedimentos hace que ambas estén controladas fundamentalmente por factores morfológicos. El incremento del caudal

en la "llanura alta" se refleja generalmente solo como un mayor espaciamiento en las curvas; mientras que en las vecindades de las zonas de descarga hay una aceleración en la percolación, acompañada de un aumento de gradiente.

Teniendo en cuenta la reducida magnitud de la explotación, puede asumirse que los volúmenes infiltrados abandonan la cuenca por efluencia subterránea. Considerando el promedio de infiltración para varios años y con el auxilio de la red de flujo, pudo estimarse la trasmisividad en aproximadamente 600 m<sup>3</sup>/día.m. Este valor está dentro del rango que se presupone en base a la litología.

El registro de variaciones freáticas no siempre ha sido continuo debido al cegamiento de algunos de los pozos utilizados, migración de los pobladores, etc. El gráfico n° 3 muestra las respuestas de la capa freática en relación a la precipitación y evapotranspiración de algunas estaciones típicas.

Las variaciones de niveles en la mayoría de las estaciones muestra una recuperación entre el inicio y el final de los registros. Aquellas en que esto no sucede, se sitúan en áreas de mayor gradiente hidráulico, en las cercanías de las divisorias. Por lo tanto puede atribuirse el fenómeno, en gran medida, a la efluencia subterránea.

La estación 86.200/68.800 situada en divisoria, no recibe afluencia subterránea.

Si se asume una porosidad efectiva de 0,10 y considerando una amplitud máxima de 2,90 metros, los cambios en las reservas generatrices debidos únicamente a infiltración serán de unos 2.900 m<sup>3</sup>/Ha. Esta es aún mayor si se considera la efluencia subterránea.

La estación 08.650/59.950, situada en las proximidades del área de descarga, presenta una amplitud máxima de los niveles de 1,39 m y utilizando el mismo valor de porosidad efectiva, las variaciones de las reservas generatrices serán de unos 1.300 m<sup>3</sup>/Ha.

El gradiente medio calculado por el método de las "líneas subdivisorias" es de 1,2 m/Km. Adoptando el valor de permeabilidad, tabulado para sedimentos de tipo loessoido-limoso (2), del 1 m/día y retomando el coeficiente de porosidad efectiva de 0,10, las velocidades aparente y efectiva son: 0,0012 y 0,012 m/día respectivamente.

En cuanto a la conductancia específica del agua puede decirse que los cambios son moderados. Los valores mayores apenas sobrepasan los 2.000  $\mu$ mhos/cm. en casos excepcionales, mientras que los menores están en algo menos de 800  $\mu$ mhos/cm.

Las variaciones extremas parecieran estar en relación inversa con la profundidad de la superficie freática (Mapa III).

El nivel más profundo de este subacuífero, que por razones prácticas se lo denominó "capa semiconfinada" (Mapa VI), presenta una mayor uniformidad y sus valores máximos son del orden de los 1000  $\mu$  mhos/cm.

Los mapas químicos de la capa freática (Mapa IV) muestran que generalmente las curvas isocónas están entre 500 y 600 mg/l y como excepción 1200-2000 y

350 mg/l. La alcalinidad, expresada en carbonato de calcio, acusa raramente cifras extremas de 16 y 4 meq/l. En el común de los casos, en la porción occidental de la cuenca, oscilan entre 9 y 10 meq/l y en la oriental entre 4 y 6 meq/l. El sulfato registra límites de 2,3 y menos de 0,10 meq/l, manteniéndose comúnmente alrededor de los 0,5 meq/l. El cloruro varía entre 0,1 y 13 meq/l, siendo en general menor a 1 meq/l (Mapa V).

En la capa semiconfinada las isoconas mayores son de 1400 mg/l, siendo los valores más comunes de 500-600 mg/l. En cuanto a la alcalinidad, manifiesta máximos y mínimos de 11 y 6,4 meq/l respectivamente, manteniéndose por lo general alrededor de 8,5 meq/l (Mapa VII). El ión sulfato no llega a superar 1 meq/l manteniendo un valor promedio por debajo de 0,5 meq/l. El máximo para el cloruro es de 6,2 meq/l. Su distribución areal dominante es de 0,5 meq/l (Mapa VIII).

Es evidente que las condiciones hidroquímicas generales para ambas capas son bastante uniformes, siendo las variaciones muy locales y poco marcadas como para permitir, dada la escala del trabajo, una conclusión general que explique los distintos procesos.

De la observación de los mapas citados se desprende que los valores de conductividad y residuo seco son generalmente algo mayores en la capa freática que en el nivel más profundo. Este hecho en el trabajo anterior (8) fue interpretado como una posible disminución de los carbonatos en profundidad pero, a la luz de los análisis químicos la hipótesis queda descartada.

Lo más sugestivo del problema lo constituye la disminución del ión cloruro en profundidad como hecho generalizado, en presencia de condiciones geohidrológicas que no lo justifican. Pequeñas variaciones pueden deberse a las peculiaridades locales de los distintos factores que intervienen en el ciclo hidroquímico (micromorfología, líneas de escurrimiento, evapotranspiración y biología entre otros). Desentrañar la incógnita requiere estudios de sumo detalle. Una primera explicación podría residir en el tipo de obra de captación muestreada. La mayoría de las muestras han sido obtenidas en pozos de balde directamente expuestos a la evapotranspiración y a la contaminación. En algunos casos se ha observado que en perforaciones muy cercanas a uno de éstos, los valores son semejantes a los de los niveles profundos, además la disminución se hace extensiva a la mayoría de los resultados obtenidos cuando el análisis químico corresponde a agua extraída de una bomba de mano.

Desde el punto de vista de su utilización, el agua puede considerarse como potable con posibilidades locales de contaminación.

## 8.2. Subacuífero "puelche" (16) (18)

En base a las descripciones hidrogeológicas efectuadas, se puede suponer la presencia de este subacuífero

en todo el ámbito de la cuenca así como destacar sus posibilidades promisorias.

Lo expresado anteriormente se reafirma con la información que surge de las perforaciones existentes en la localidad de San Pedro, próxima a la desembocadura de la cuenca y a otras tres diseminadas en el ámbito bajo consideración.

En San Pedro, la perforación situada en el Mercado Municipal arrojó los siguientes resultados: Nivel estático 21,56 m bbdp; caudal 202,5 m<sup>3</sup>/hora; depresión 29,34 m; caudal característico 6,9 m<sup>3</sup>/hora.m. En otra ejecutada por la Dirección de Obras Sanitarias de la Provincia en 1971, personal de esa repartición realizó un ensayo de bombeo empleando el método de recuperación residual. Los datos obtenidos son:

N.E. = 19,78 m bbdp

N.D. = 25,50 m

Q. = 90 m<sup>3</sup>/hora

Caudal característico (Qc) = 15,7 m<sup>3</sup>/hora. m

Trasmisividad = 720 m<sup>3</sup>/día.m.

Este último valor debe considerarse como aproximado, pues no se obtuvo un buen alineamiento en el gráfico semilogarítmico.

En la refinería "Guillermo Padilla S.A." de la misma localidad, existen tres perforaciones de 80 metros de profundidad que producen unos 80 m<sup>3</sup>/hora cada una; el análisis químico de agua de los tres pozos en conjunto, único con que se cuenta en el área, arrojó el siguiente resultado: Residuo Seco 600 mg/l; alcalinidad total (en CO<sub>3</sub>Ca) 450 mg/l; Sulfatos 12 mg/l y Cloruros 9 mg/l.

En el paraje "La Bolsa", coordenadas 00700/62800, se localizó el subacuífero a los 63 metros con un nivel estático de 6 m bbdp. En la Escuela N° 8, coordenadas 29.400/51.150, a los 42,70 m se tocó una arena fina que posiblemente pertenezca al subacuífero, con un nivel estático de 21,70 m bbdp y de calidad apta. En el paraje "La Buena Moza", coordenadas 22.000/67.550, a los 42,85 m de profundidad se encontró una arena fina, pardo amarillenta, productiva de agua apta, con un nivel estático de 15,80 m bbdp, atribuible al "Puelchense".

Los niveles estáticos de estas tres últimas se corresponden en forma aproximada con los niveles freáticos.

El coeficiente de almacenamiento promedio, de acuerdo a las condiciones hidrogeológicas estaría comprendido entre  $4.10^{-2}$  y  $1.10^{-1}$ . Las reservas geológicas para el conjunto de los subacuíferos "epipuelche" y "puelche" oscilan entre 2 y 5 Km<sup>3</sup>.

### 8.3. Subacuífero "hipopuelche" (16) (18)

Aunque es indudable la existencia de este subacuífero, no se tienen datos sobre sus aguas, pero de mantener las características observadas en otros sitios, serán altamente mineralizadas.

## 9. CONCLUSIONES

La explotación de los recursos hídricos subterráneos está limitada prácticamente al subacuífero "epipuelche".

La demanda actual de agua está satisfecha y las condiciones hidrogeológicas indican que un incremento de importancia en las necesidades podrá también ser cubierto con las reservas subterráneas.

Las pocas perforaciones profundas permiten atribuirle buena aptitud al subacuífero "puelche".

Ante la falta de un mapa isopiédico del "puelche" puede utilizarse, en primera aproximación, el correspondiente a la capa freática.

El análisis de las características geohidrológicas indica que:

- El régimen es no permanente, con posibilidades de recarga en toda el área, limitada por los fenómenos deplecivos naturales;
- No existe afluencia subterránea desde las cuencas vecinas;
- El cotejo del balance hidrológico y los registros freatimétricos han mostrado que la recarga natural y la descarga se compensan;
- Existen posibilidades de incrementar las ganancias con un buen manejo de la cuenca y estudios de detalle;
- Lo exiguo de la explotación hace posible afirmar que las reservas geológicas del agua subterránea no han sido modificadas.

## 10. RECOMENDACIONES

- Aprovechando la ventaja de que las características geohidrológicas no han sido modificadas deben proseguirse los estudios de evaluación, lo que traerá aparejado el beneficio de un manejo armónico de las reservas.

Para continuar con las investigaciones iniciadas se deberá cumplir, entre otras cosas, con las siguientes tareas:

- Confeccionar, por lo menos expeditivamente, el mapa hidrogeológico de superficie con la determinación de las características físicas de las distintas unidades que éste ponga en evidencia;
  - Es aconsejable instalar una estación hidrométrica fluvial en la desembocadura del río;
  - Mantener estaciones freatimétricas e instalar hidroquímicas;
  - Intensificar el control de nuevas perforaciones profundas;
  - Sostener estadísticas de uso del agua;
  - Cuando se den las condiciones para intensificar la explotación se deberá hacer un modelo matemático tentativo. Ante esas circunstancias será necesario efectuar perforaciones de exploración estratégicamente distribuidas, que permitan completar la información y utilizarlas de control.
- Su número se estima en unas diez.





## LISTA BIBLIOGRAFICA

- 1) ALMADA, J. C., 1966.  
Informe de San Pedro-Baradero-Ramallo-San Nicolás-Atucha y Alsina (Inédito D.N.G.M.)
- 2) ROGOMOLOV, G. V. & SILIN-BEKTCHOURINE, A. T., 1955  
Hydrogéologie Spécialisée, Gosgeoltekhizdat, Moscú.
- 3) BURGOS, J. J. & VIDAL, A. L., 1951  
Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite.  
Revista Meteoros, año I nº 1, Buenos Aires.
- 4) CAPPANNINI, D. A. & DOMINGUEZ, O. 1961  
Los principales ambientes geodafológicos de la Provincia de Buenos Aires.  
IDIA, Nº 163, Buenos Aires.
- 5) DAUS, F. A. -1946- Morfología general de las llanuras argentinas Geografía de la Rep. Arg. III: 115 - 198. Bs. As.
- 6) DIFRIERI, H., 1961  
Estructura y movimiento de la población  
En: "La Argentina, Suma de Geografía" Tomo VII, Cap. IV.  
Peuser, Buenos Aires.
- 7) EASNE, 1967  
Estado del conocimiento actual de la geohidrología del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires. Inédito, La Plata.
- 8) EASNE, 1970.  
Algunos caracteres geohidrológicos de la cuenca del Aº del Tala. Gonnet.
- 9) FRENGUELLI, J. 1950  
Rasgos generales de la morfología y la geología de la Pcia. de Buenos Aires. LEMIT, serie II, Nº 33, La Plata.
- 10) GARCIA LOZANO, F. & GONZALEZ BERNALDEZ, F., 1964  
Métodos en uso y su empleo para el cálculo de la evapotranspiración.- Ministerio de Obras Públicas, Centro de Estudios Hidrográficos. Publicación Nº 23, Madrid.
- 11) GONZALEZ, N. & HERNANDEZ, M. A., 1968  
Algunas consideraciones acerca de la geoquímica del Fluor en las aguas subterráneas del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. IIIer. Congreso Nacional del Agua, Vol. I, San Juan.
- 12) GROEBER, P., 1945  
Las aguas surgentes y semisurgentes del Norte de la Provincia de Buenos Aires.  
Revista La Ingeniería, año XLIX, Nº 6, pp. 371-387, Buenos Aires.
- 13) MINISTERIO DE ECONOMIA-PBA-1970. Boletín Estadístico. Cuarto Trimestre 1969. Dirección de Estadística La Plata.
- 14) MINISTERIO DE ECONOMIA-PBA-1970.- Censo Nacional Agropecuario 1969. Dirección de Estadística La Plata.
- 15) MINISTERIO DE ECONOMIA-PBA-1969.- Boletín Estadístico Primer Trimestre año 1969. Dirección de Estadística La Plata.
- 16) SALA, J. M. & AUGE, M. P. 1969  
Algunas características geohidrológicas del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires.  
Anales de las IVas Jornadas Geológicas Argentinas, Tomo II, Mendoza.
- 17) SALA, J. M. & CECI, J. H., 1968  
Características físicas de la red de drenaje del Noreste de la Provincia de Buenos Aires  
IIIer Congreso Nacional del Agua, Vol. I, San Juan.
- 18) SALA, J. M., 1969  
El Agua Subterránea en el Nordeste de la Provincia de Buenos Aires.  
Reunión sobre la Geología del Agua Subterránea de la Provincia de Buenos Aires; pp 25-49. Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata.
- 19) SALVADOR, D. 1948  
Geología del Subsuelo del Noroeste de Buenos Aires y sus Aguas Superficiales y Subterráneas.  
Tesis Museo de La Plata Nº 89 (inédita), La Plata.

- 20) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL,  
1968  
Estadísticas climatológicas 1941-1950  
S.M.N., Buenos Aires.
- 21) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL,  
1965  
Estadísticas climatológicas 1951-1960, Sgda. ed.,  
corregida.  
S.M.N., Buenos Aires.
- 22) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL,  
1962  
Datos Pluviométricos 1921-1950  
S.M.N., Buenos Aires.
- 23) TAPIA, A. 1938  
Mapa Geológico de la Pcia. de Buenos Aires.  
Aguas Minerales de la Pcia. de Buenos Aires.  
Comisión Nacional de Climatología y Aguas Mine-  
res, Tomo II pp 23-90, Buenos Aires.

## Capítulo V

### PORCION INFERIOR DE LA CUENCA DEL RIO ARRECIFES

#### 1. INTRODUCCION

El resultado de las investigaciones geohidrológicas realizadas por EASNE en la porción inferior de la cuenca del río Arrecifes y que se consignaran en el escrito "Algunos caracteres geohidrológicos de la cuenca del río Arrecifes" (6), son objeto en esta oportunidad de una revisión general, a la luz de los conocimientos adquiridos con posterioridad a la emisión del referido informe.

Se ha creído conveniente repetir del trabajo anterior, arriba citado, los conceptos que no han sido modificados.

En lo referente a geología del subsuelo los adelantos no son significativos ya que en el área no se ha informado la realización de nuevas perforaciones que aporten datos al efecto. Por otra parte se ha considerado innecesaria y onerosa la aplicación de técnicas auxiliares tendientes a clarificar este panorama en el área teniendo en cuenta el grado de desarrollo incipiente del recurso.

La porción considerada de la cuenca del río Arrecifes comprende una extensión de 1800 Km<sup>2</sup>, a lo que debe sumarse 150 Km<sup>2</sup>. correspondientes a un pequeño sector próximo a la desembocadura con desagüe directo al Paraná. Limita al Norte con las cuencas de los arroyos del Tala y de Ramallo, al Sur con la del río Areco, al Este con el río Paraná y al Oeste con una línea que pasa aproximadamente por las localidades de Arrecifes y Capitán Sarmiento. Incluye parcialmente los partidos de Baradero, Capitán Sarmiento, San Pedro y Bartolomé Mitre.

#### 2. ANTECEDENTES

Si bien existen trabajos referentes a temas relacionados con el que nos ocupa, tales como el de Cappannini & Domínguez en lo referente a geodafología, Los de Tapia y Frenguelli a geología; Frenguelli y Sala & Ceci a geomorfología; Roth, Stappembeck, Groeber, Salvador, EASNE, Sala & Auge y Sala a hidrogeología y González & Hernández a hidrogeoquímica, ninguno de ellos se refiere en forma integral y específica al área en consideración.

#### 3. ASPECTOS DEMOGRAFICOS Y ECONOMICOS

En el área moran unos 36.000 habitantes (11), con las mayores concentraciones en las ciudades de Capitán Sarmiento, Baradero y Arrecifes; ésta, aunque muy próxima al límite del EASNE, está situada fuera de la zona en consideración. Las dos localidades mencionadas en último término, son las únicas que cuentan con servicio de aguas corrientes, provisto por la Dirección de Obras Sanitarias de la Provincia.

De lo expresado se desprende el predominio de la actividad económica primaria (agrícola-ganadera), concentrándose las secundarias (industrias) y terciarias (comercio, banca, etc.) en las ciudades mencionadas (4).

El subacuífero "epipelche" es el principal abastecedor de aguas para el ganado, estimándose el gasto para el año 1968/69 (12) en 2.211.800 m<sup>3</sup> distribuidos en la siguiente forma:

GANADO	Nº de cabezas	Consumo en l/día	Consumo m <sup>3</sup> /año
Bovino	117.907	5.895.350	2.151.800
Ovino	10.487	41.950	15.300
Porcino	12.247	122.470	44.700

El área sembrada y la producción cerealera para el período 1968/69 (13) fue:

CEREAL	Has. sembr.	Producc. en ton.
Trigo	27.180	32.400
Maíz	48.420	181.425
Avena	3.630	1.240
Girasol	5.920	4.350
Cebada	1.900	1.220
Lino	1.450	1.325
Centeno	2.095	1.000
Alpiste	935	840

HORTALIZAS	Has. sembr.	Producc. en ton.
Arveja verde	225	250
Arveja seca	150	90
Batata	1.250	15.925
Frutilla	8	22
Haba	9	35
Sandía	6	120

## PRODUCCION DE FRUTAS EN TONELADAS

Ciruela	395	Damasco	70
Durazno	15.250	Manzana	250
Membrillo	85	Pera	175
Limón	6	Mandarina	1.555
Naranja	7.470	Pomelo	1.360

## 4. MORFOLOGIA

El cauce está constituido por una planicie de inundación que desde las nacientes hacia la desembocadura varía gradualmente en su ancho desde poco menos de un kilómetro hasta algo más de cuatro. Dentro de éste la vaguada está marcada por barrancas que en el cauce medio alcanzan los 4 metros de altura; en su recorrido forma pequeños meandros. Este paisaje se repite, en menor escala en los tributarios principales.

Dentro de las características generales de llanura que posee la zona, pueden distinguirse tres elementos morfológicos principales: Llanura Alta, Intermedia y Baja (Mapa I).

1) Llanura Alta: Se ubica en la zona de divisorias con cortas interrupciones originadas por la erosión retrocedente en el Sur; falta en el sector Este de la divisoria con la cuenca del A° del Tala.

El paisaje reúne características que favorecen el predominio de la recarga sobre los otros elementos del ciclo hidrológico. Por tratarse de la porción terminal de la cuenca, el área de esta unidad (21%) es restringida en relación a las restantes.

Las lagunas y bañados son escasos, hecho atribuible a la porción de la cuenca de que se trata y a un leve incremento de pendiente que origina un incipiente ordenamiento del drenaje.

2) Llanura Intermedia: Es de gran extensión (70%) y se distribuye entre las llanuras Alta y Baja, confundiendo con la unidad equivalente de la cuenca del A° del Tala en el sector oriental de la divisoria.

Presenta un relieve marcado por un grado de erosión importante, teniendo en cuenta la morfología regional. Los perfiles longitudinales de las numerosas cañadas y arroyos tributarios adoptan formas cóncava en cabecezas y plana en la sección inferior.

El incremento de las magnitudes del escurrimiento fluvial deja menores posibilidades de ocurrencia al factor infiltración.

3) Llanura Baja: La sección inferior de esta unidad se confunde o forma un solo bloque con la correspondiente a la del A° del Tala, donde se presenta como una amplia llanura de inundación que abarca los valles inferiores de los dos cursos.

Río arriba y hasta la confluencia con el A° Colmán se presenta como una faja inundable de hasta 3 Km de ancho, donde el carácter deplecivo, principalmente por caudal básico y en segundo lugar por la evapotranspiración, predomina sobre las posibilidades de infiltración.

El área de esta subunidad es el 5% de la cuenca.

Desde allí hacia Cabeceras, incluyendo los valles de los arroyos Burgos y Cañada Bellaca, desaparece el carácter francamente inundable y los cursos corren encajonados, con barrancas más o menos profundas, pero conservando la horizontalidad del cauce mayor. Esta segunda subunidad ocupa el 4% del área y en cuanto a sus posibilidades geohidrológicas, puede decirse que se trata de una zona transicional entre las llanuras Intermedia y Baja propiamente dicha.

## 5. HIDROGEOLOGIA

Dentro del área considerada, son pocos los antecedentes que se tienen sobre el subsuelo. Los diez perfiles de perforaciones que llegan hasta el "Verde" están localizados en Baradero, Arrecifes y Capitán Sarmiento.

En cuanto a la hidrogeología de superficie, sólo se cuenta con mapas de poco detalle (3) (22) y las observaciones preliminares efectuadas durante el censo de perforaciones.

### 5.1 Hidrogeología de subsuelo

El sondeo más profundo (150 m), ubicado en Baradero no fue utilizado para el desarrollo de la secuencia tipo pues su interpretación se hace bastante dudosa; más bien se ha preferido apelar a los conocimientos regionales.

Es posible la extrapolación de los datos obtenidos en la cuenca cercana del Arroyo Del Medio y de otras más alejadas por presentar todas semejanzas hidrogeológicas bastante marcadas. Se reseña a continuación, en orden decreciente de profundidad, la sucesión que debería encontrarse por encima del basamento impermeable.

"Rojo" (10): Integrado por arcillas y limos pardo-rojizos, con intercalaciones de areniscas de considerable espesor. Tanto unas como otras son ricas en carbonato de calcio y yeso.

Las secciones más permeables alojan los niveles profundos del subacuífero "hipopuelche" (15) (17).

"Verde" (10): Areno-arcilloso, verdoso, azulado, que en la perforación de Baradero hecha por Dirección de Obras Sanitarias de la Provincia toma colores grisáceos. Puede contener abundantes fósiles marinos y carbonato de calcio.

Por lo general hay dos niveles, uno superior arcilloso y otro inferior arenoso. Este último integra la parte superior del subacuífero "hipopuelche".

"Arenas Puelches" o "Puelcheense": Este nivel es, desde el punto de vista hidrogeológico, el más importante por las posibilidades que brinda de alumbrar agua abundante de buena calidad. Se lo encuentra generalmente a profundidades que oscilan entre 40 y 60 metros. Está compuesto por arenas cuarzosas, pardo-amarillentas, finas a medianas y bien seleccionadas, en las que se observa un aumento del tamaño hacia la base; en las sec-

ciones superiores puede contener laminillas de mica. En el gráfico n° 1 se representa el perfil granométrico de la perforación de exploración Arrecifes (Dirección de Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires) coordenadas 90550/33750.

Debido a la escasez de información, se han elaborado los mapas del techo, de la base e isopáquico a escala 1:500.000 que se adjuntan en el Capítulo XV.

De su análisis surge como conclusión que:

La base de la unidad se asentaría en suave discordancia erosiva sobre el techo del "Verde", hundiéndose regionalmente hacia el Paraná y la cuenca del río Salado (5) (15).

El techo manifiesta un leve descenso hacia esta última y coincidiría con una superficie de erosión que lo separa del Pampiano. Debido a las relaciones apuntadas, se producen divergencias consecuentes con la profundización del piso.

Se calculó un volumen de 45 Km<sup>3</sup> para la unidad.

## 5.2. Hidrogeología de superficie

Las unidades aflorantes cuya distribución general puede apreciarse en el mapa elaborado por Tapia (22), están integradas en orden de edad decreciente, por el Pampiano y Pospampiano.

La primera se separa, desde el punto de vista geológico, en dos pisos de difícil diferenciación, que son Ensenadense y Bonaerense.

El Ensenadense está compuesto por limos fluviales, pardo-rojizos, ricos en calcáreos, que en general se tornan arcillosos hacia la base. Afloran en las zonas bajas de los cauces profundos, cuando no los cubre el Pospampiano, y en las barrancas del Río Paraná.

El Bonaerense, formado por loess arenoso de colores semejantes al anterior, ocupa las áreas más elevadas y se caracteriza por poseer una textura migajosa fina, la que junto con los canaliculos dejados por improntas de raíces vegetales, le otorga mayor porosidad.

El Pampiano, cuyo espesor disminuiría hacia el Noroeste, de sesenta metros en Arrecifes a treinta y cinco en Baradero, integra la totalidad del subacuífero "epipelche" (15) (17) incluida la capa freática.

El Pospampiano está constituido por los pisos Lujanense y Platense (7). El primero comprende limos arcillosos grises y verdosos de origen fluvial, ricos en sales, los que en ciertos casos se tornan arenosos y más claros. Ocupa los cauces mayores, cubriendo en discordancia erosiva, al Pampiano subyacente. En las cercanías de la desembocadura del Río Arrecifes, está reemplazado por arcillas correspondientes a sus facies marina o Querandinense (22).

El Platense está integrado por limos arenosos y arenas muy finas de colores pardos y amarillentos que se superponen al anterior y afloran en los mismos lugares que éste.

La serie pospampiana, de poca potencia en el área estudiada, es de importancia hidrogeológica pues en ge-

neral controla la calidad química de las aguas subterráneas.

## 6. CLIMATOLOGIA

Siguiendo los lineamientos de Köppen, basados en índices térmicos, el área está sometida a un clima "templado húmedo".

La estación climatológica más cercana es la situada en la ciudad de Pergamino perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (19) (20); de ella se obtuvieron las temperaturas medias mensuales para el período 1941-1960, con las que se confeccionó el Gráfico n° 2. Los valores más elevados corresponden a los meses de Enero y Febrero y los mínimos a Junio y Julio.

Tomando como base los promedios mensuales de precipitación para el lapso 1921-1950 (21) de los pluviómetros que el mencionado Servicio posee en la zona, se obtuvo el promedio de precipitación mensual, valor volcado en el Gráfico n° 3. La máxima precipitación media mensual corresponde al mes de Marzo con 123 mm y la mínima en Julio con 39 mm. Del promedio anual de precipitación (947 mm), el 44% ocurre en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo.

Utilizando los datos de precipitación y temperatura a fin de aplicar la clasificación climática de Thornthwaite (1948) (2), se confeccionó el Cuadro n° 1 en función del cual se calcularon los siguientes índices:

$$\text{Índice de humedad} = I_h = \frac{100 \times 132}{811} = 16,8 \text{ o/o}$$

$$\text{Índice de aridez} = I_a = 0$$

$$\text{Índice hídrico} = I_n = 16,8$$

$$\text{Concentración térmica en el verano} = S = \frac{100 \times 360}{811} = 44,4 \text{ o/o}$$

El clima resultante, en base a ellos, es "Subhúmedo húmedo" con pequeña o ninguna deficiencia de agua y de acuerdo a su eficiencia térmica es "mesotermal B<sub>2</sub>" (2), que a los fines prácticos se denominó "semifrío con tendencia a templado".

## 7. AGUAS SUPERFICIALES

### 7.1. Características físicas

En general se observa ausencia de lagunas y de otros cuerpos de agua estancos.

La porción de cuenca considerada es de forma típicamente triangular y el diseño de la red de drenaje, considerando los tributarios principales, es rectangular.

La longitud del álveo principal, siempre dentro del área de estudio, es de unos 70 Km, afluyendo a él 44 cauces menores la mayoría de los cuales lo hace por la margen derecha (16).

## 7.2. Fluviometría

La Dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires posee una estación limnigráfica y de aforos en el cruce del río con la Ruta Provincial nº 51, coordenadas aproximadas 91.500/29.600, en la que se han registrado datos de altura a partir del año 1963 y también de gastos diarios para 1967-68. Además de no poseer datos completos de registros, la estación citada se halla fuera del límite de EASNE.

## 7.3. Balance hidrológico

Si bien el área estudiada abarca parcialmente la cuenca del Río Arrecifes, lo que obliga en un balance hidrológico detallado a considerar el agua que afluye tanto superficial como subterráneamente, por falta de datos y carencia de una estación que registre los caudales efluentes, ha sido necesario, a fin de tener una primera aproximación, aplicar la fórmula simplificada siguiente:

$$P = E_{vtr} + E_f + I$$

donde:

P = Precipitación;  $E_{vtr}$  = Evapotranspiración real;  $E_f$  = Esguerrimiento fluvial; I = Infiltración.

Para la precipitación se utilizó un valor de 947 mm que corresponde al promedio anual para un período de 30 años de registros (Gráfico nº2).

Para el cálculo de la evapotranspiración real se aplicaron las fórmulas de Turc y de Thornthwaite. De acuerdo a la primera, se obtuvo un resultado de 670 mm/año y con la segunda 811 mm/año. En este último caso la evapotranspiración potencial coincide con la real.

En lo que hace al esguerrimiento fluvial debido a lo que se expresará en el párrafo 7.2, ha sido necesario extrapolar el coeficiente de esguerrimiento superficial de 0,12 calculado para el Río Matanza que multiplicado por la precipitación anual da un valor de 114 mm.

Con estos datos y considerando que  $P - E_f - E_{vtr} \times I$ , reemplazando por los valores correspondientes se tiene:

$$947 - 114 - 670 = 163 \text{ mm/año (según Turc)}$$

$$947 - 114 - 311 = 22 \text{ mm/año (según Thornthwaite)}$$

Si se comparan las características físicas superficiales de la porción considerada del Río Arrecifes con las del Río Matanza, de acuerdo a los valores detallados a continuación (16) especialmente la menor pendiente media de la cuenca, menor densidad de drenaje y mayor extensión del flujo superficial del Río Arrecifes, se puede considerar como muy posible que la infiltración en él sea aún mayor a la estimada.

	Río Matanza	Río Arrecifes
Factor de forma	0,530	0,504
Coefficiente de compacidad	1,06	1,224
Pendiente media de la cuenca (m/Km.)	3,47	2,30
Pendiente del cauce principal (m/Km)	0,52	0,42
Frecuencia de cauces (cauces/Km <sup>2</sup> )	0,115	0,021
Densidad de drenaje (Km/Km <sup>2</sup> )	0,25	0,132
Extensión de flujo superficial (Km <sup>2</sup> /Km)	1,960	3,787

Es oportuno destacar que de la comparación de las fórmulas de cálculo de evapotranspiración anteriormente enunciadas, en la operación del modelo matemático para la zona de La Plata parecería que la que más se adecuaría al área en estudio sería la de Thornthwaite.

## 8. AGUAS SUBTERRANEAS

La mayor información obtenida corresponde al subacuífero "epipelche". Del "pelche" sólo se tienen datos de tres lugares marginales a la cuenca, mientras del "hipopelche" hay sólo uno.

### 8.1. Subacuífero "epipelche" (15) (17)

De acuerdo a las referencias verbales recogidas durante el censo de perforaciones, existirían en este subacuífero dos niveles productivos y así lo consignarían los escasos perfiles de perforación que se poseen. No obstante esta información es de valor relativo, considerando la anisotropía, especialmente local, que pueden presentar los sedimentos pampianos.

Por otra parte, en tres perforaciones realizadas por EASNE en la cuenca del río Matanza y estudiadas en detalle, incluso con perfilaje eléctrico, no se ha podido diferenciar esa segunda unidad y en consecuencia sólo se está en condiciones de hacer una distinción con respecto a la química, usando como criterio la profundidad informada.

A causa de la poca y deficiente información con que se cuenta del segundo nivel productivo, que presentaría carácter de semiconfinado, no se puede estimar profundidades ni espesores del mismo.

Hay una estrecha relación entre las divisorias de aguas superficiales y subterráneas.

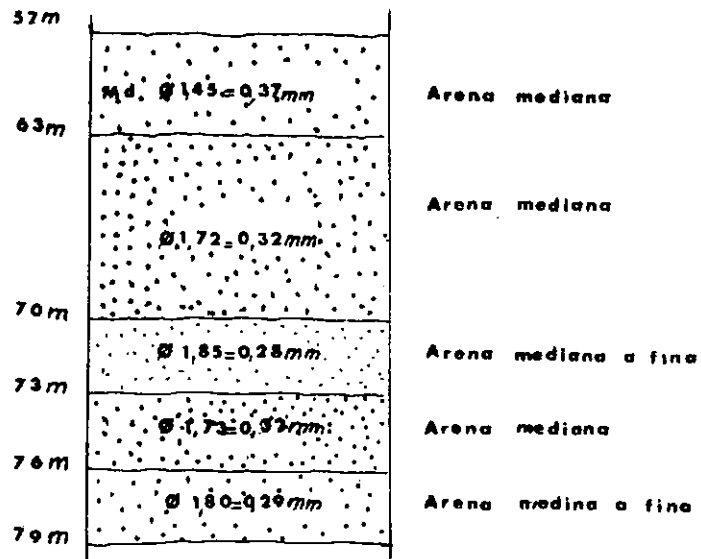
La recarga natural más importante se produce a partir de la zona de divisorias principales de agua y también en los interfluvios secundarios y terciarios.

Los ejes de drenaje subterráneo que se superponen con los cursos de las aguas superficiales indican la ubicación de las zonas de descarga y muestran el carácter efluente de aquellos.

Precisamente la distribución areal de las zonas de recarga y descarga hacen que la superficie freática

# PERFIL GRANOMETRICO PERFORACION EN ARRECIFES

90-550  
33-750

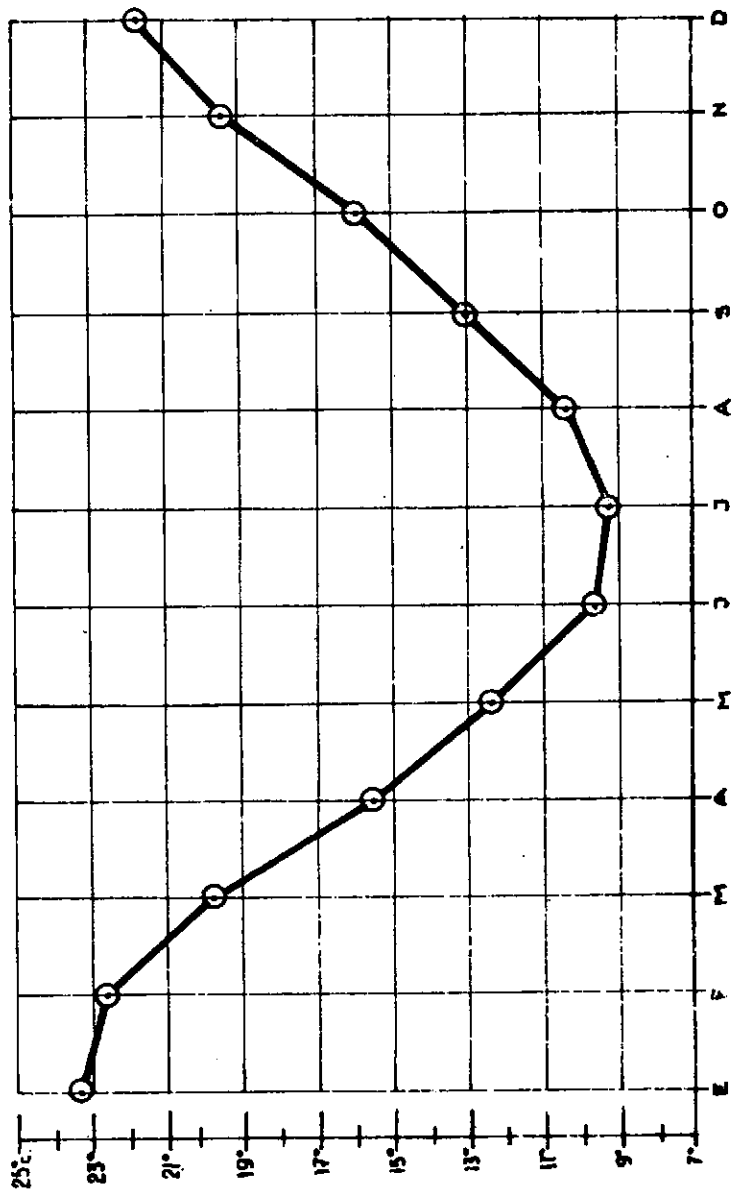


cota 40

Gráfico N°2

CUENCA DEL RIO ARRECIFES

# VARIACIÓN MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURAS MEDIAS

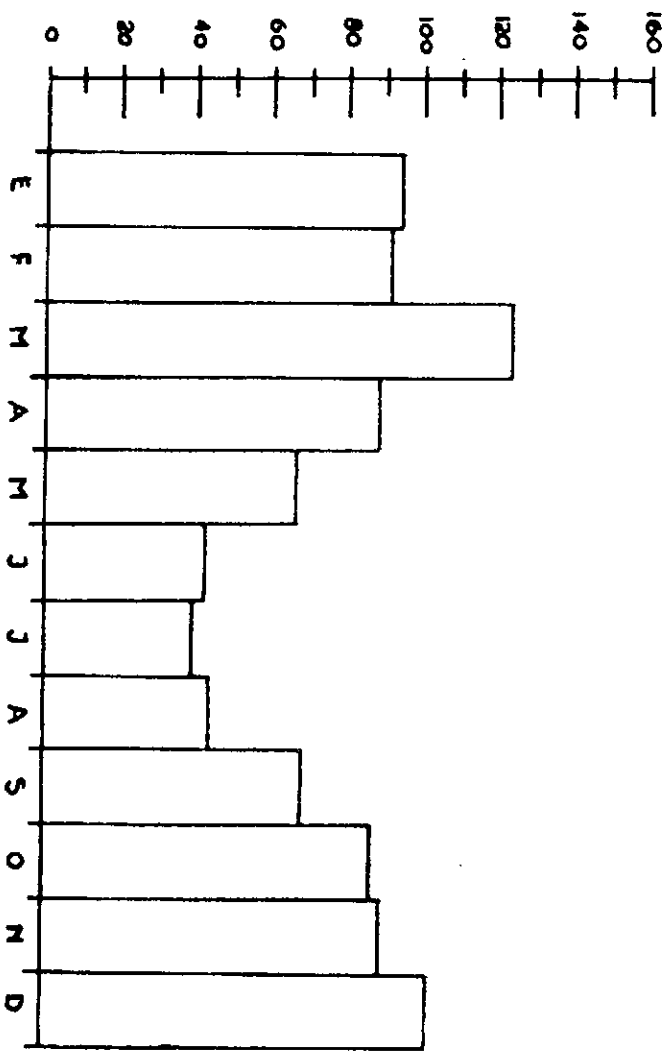




CUENCA DEL RIO AARRECUES

Gráfico N° 3

### PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm.)



C U A D R O N° 1

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA DE THORNTHWAITE

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Precipitación media mensual	95	93	123	88	67	42	39	44	69	87	90	110	947
Evapotraspiración potencial	135	106	86	54	35	20	21	28	45	68	94	119	811
Variación de la reserva de agua del suelo	-40	-13	37	29	—	—	—	—	—	—	-4	-8	—
Reserva de agua útil (saturación = 100 mm)	47	34	71	100	100	100	100	100	100	100	96	87	—
Exceso de agua	—	—	—	5	32	22	18	16	24	19	—	—	136
Déficit de agua agrícola	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Evapotraspiración real	135	106	86	54	35	20	21	28	45	68	94	119	811

adopte la forma radial divergente en las proximidades de las coordenadas 32.000/32.000, 20.000/20.000 y 96.000/42.000 (Mapa II).

La distinta separación con que se presentan las curvas isofreáticas, a causa del desconocimiento de la posición en el espacio del substrato "impermeable", no puede ser interpretada con precisión. Si se considera hipotéticamente una posición subhorizontal de éste, hecho que no debe ser muy ajeno a la realidad, en aquellos casos en que la superficie isofreática adopta la forma parabólica como en el perfil A A' (Gráfico nº4), las variaciones de gradiente se pueden atribuir a la relación de carga-descarga. Cuando la figura adoptada corresponde a una hipérbola (B B'), se puede imputar el fenómeno a una aceleración de la descarga por evaporación hacia donde aumenta el espaciamiento de las curvas.

En el sector situado al norte de la coordenada horizontal 36.000 y a partir de la divisoria con la cuenca del río Areco, el espaciamiento de las curvas se interpreta como un aumento general de la transmisividad.

A fin de tener una idea sobre la velocidad del escurrimiento subterráneo efectivo, se midieron gradientes de numerosos perfiles a lo largo de las líneas de flujo; los valores obtenidos oscilan entre 1,25 y 2,25 m/km, salvo en la zona próxima a las coordenadas 28.000/36.000 donde aumenta a 3,5 m/Km. Se le asignó a los sedimentos, de acuerdo a tablas (1), un valor de permeabilidad de 1 m/día y una porosidad eficaz de 0,10, obteniéndose velocidades que varían entre 0,012, 0,022 y 0,035 m/día, según los gradientes que se consideren.

Dado el corto período de registro freatimétricos, menos de cuatro años, los resultados logrados son de valor relativo.

Puede expresarse que existe un cierto retardo entre el momento de ocurrir las precipitaciones y la respuesta de los niveles.

De acuerdo al gráfico nº 5 donde se muestran las características de dos estaciones típicas, no habría fenómenos deplecivos. Esto significa que la explotación está por debajo o a lo sumo igual a la recarga natural.

Promediando la amplitud máxima de oscilación, y retomando el valor de porosidad eficaz, estimado, se tiene una variación de las reservas reguladoras de 1090 m<sup>3</sup>/Ha. para un período de 4 años. Sería factible incrementar las reservas potenciales con un manejo adecuado del agua.

Este subacuífero es el que está sujeto a mayor explotación areal pues abastece a toda la campaña en el abrevamiento de ganado y uso doméstico. Para este último resulta en algunos casos peligroso debido a la contaminación bacteriológica, principalmente del nivel freático.

De acuerdo al mapa de isoconductividad (Mapa III) la capa freática presenta valores que oscilan desde algo menos de 800  $\mu$  mhos/cm a 2000  $\mu$  mhos/cm. Excepcionalmente sobrepasan los 2000  $\mu$  mhos/cm, pero comúnmente en correspondencia con pozos fuera de uso, donde la presencia de ácidos orgánicos, que de por sí

elevan las cifras, pueden haber aumentado la disolución de carbonato.

Un incremento situado en 32.000/48.000 aproximadamente, tal vez pueda atribuirse a la poca profundidad del agua, resultando de ello una mayor concentración debido a la evaporación.

Se confeccionó un mapa de isoconductividad para los niveles más profundos del "epipelche" (Mapa IV); en general los valores son menores a los correspondientes a la capa freática. Los mayores apenas sobrepasan los 1.000  $\mu$ mhos/cm., los más bajos son algo inferiores a los 800  $\mu$ mhos/cm.

En las proximidades de 24.000/40.000 hay una zona de conductividad excepcionalmente alta que no puede compararse con la freática por la falta de datos de ésta última en el lugar; puede deberse a la presencia de sedimentos pospampianos, o a que se trata de un área de descarga, ya que la zona en cuestión se encuentra sobre la llanura baja del río y la aparente amplitud de la misma en el mapa resulta de los procesos mecánicos de interpolación.

En la capa freática, el residuo seco es en general escaso, ya que por lo común arealmente se mantiene por debajo de los 700 mg/l y solamente se observan dos máximos pequeños en los extremos NO y NE de la zona de estudio. La alcalinidad parece ser bastante uniforme, sus valores se mantienen en el orden de los 6 a 8 mg/l con un máximo de 15 mg/l (Mapa V). El mapa de sulfato presenta solamente las curvas de 1 y 2 mg/l en la parte central del área estando el resto por debajo de estos guarismos. El cloruro en su distribución muestra contenidos inferiores a los 2 mg/l y coincide con los excesos relativos de RS. llegando a los 12,4 mg/l, mientras que con los de sulfato, apenas sobrepasa los 2 mg/l (Mapa VI).

Los horizontes productivos más profundos de este subacuífero muestran una salinidad cuyo residuo seco es relativamente inferior al del freático con algunas excepciones locales (1700 mg/l). La alcalinidad es semejante a la de la capa freática (Mapa VII). Los sulfatos no llegan a 0,5 mg/l. Los cloruros también son escasos. (Mapa VIII). Dada la existencia de una red de drenaje profusa, la poca diferencia en los valores de contenido salino en ambos horizontes, podría asignarse a cambios locales en la dinámica geohidrológica y a la intensidad de la misma. Para el consumo humano las aguas son en general de buena calidad.

Cabe señalar que hacia el sector Noroeste de la cuenca los análisis consultados indican un tenor en flúor de 1 mg/l. en la capa freática que aumenta en profundidad debido probablemente a la presencia de fosfato ferroso hidratado (Vivianita), que constituye un compuesto activo en el ciclo del elemento mencionado. (9), o a la disminución de calcio.

## 8.2. Subacuífero "puelche" (15) (17)

La información referente a este subacuífero es sumamente escasa y no se han logrado nuevos aportes de

perforaciones. Sólo se tienen datos de los sondeos efectuados para abastecimiento de agua corriente en tres ciudades marginales al área de estudio que son: Arrecifes, Capitán Sarmiento y Baradero.

En la primera los datos consignados (17) para 1946, corresponden a perforaciones de Dirección de Obras Sanitarias de la Provincia son:

Pozo	N.E. (m. bbdp)	Q (litros/hora)	Depresión (m)	Qc (m <sup>3</sup> /h.m.)
1	13,95	90.730	19,90	4,5
2	13,90	82.970	20,10	4,1
3	12,28	170.000	16,00	10,6

N.E. (m. bbdp)	Q (litros/hora)	Depresión (m)	Qc (m <sup>3</sup> /h.m.)
17,76	151,6	25,61	5,9

En Capitán Sarmiento se obtuvieron los siguientes datos: Nivel estático 13,06 m. bbdp; caudal 70 m<sup>3</sup>/hora; depresión 17,40 m.; caudal característico 4,0 m<sup>3</sup>/h por metro de depresión.

En Baradero el pozo DOSP N° 1 dio el siguiente resultado: N.E. 25,65 m. bbdp; caudal 147,5 m<sup>3</sup>/h, depresión 22,06 m; caudal característico 6,7 m<sup>3</sup>/h. por metro de depresión.

Otra perforación, en la misma localidad, realizada por la empresa CAPAGUA para la Refinería de Maíz S.A., controlada y ensayada por EASNE arrojó los siguientes valores: N.E. 24,43 m bbdp; caudal 202 m<sup>3</sup>/hora, depresión 14,37 m; caudal característico 14,0 m<sup>3</sup>/h.m.

Se hicieron dos ensayos de bombeo por recuperación residual. El primero en la última perforación mencionada, obteniéndose una transmisividad de 680 m<sup>3</sup>/día m. y en Capitán Sarmiento 150 m<sup>3</sup>/día m.; durante la realización de este último se tropezó con problemas de índole técnica, por lo que el valor debe tomarse con reservas hasta que se efectúe un nuevo ensayo.

En cuanto a la calidad del agua, tanto en Arrecifes como en Baradero, los análisis realizados por DOSP arrojan resultados favorables indicando la presencia de aguas de tipo carbonato-sulfato-cloradas con residuos secos entre 705 y 503 mg/l.

A pesar de la poca información que se tiene de este subacuífero, en base a la coincidencia de los niveles estáticos del mismo con los del "epipuelche", en aquellos puntos en que ha podido ser medido, y la interre-

lación mostrada entre los mismos en cuencas vecinas, se supone que el "puelche" podrá ser alumbrado en todo el ámbito de la región con resultados positivos.

En base al mapa isopáquico a escala 1:500.000 que se presenta en el Informe general, pudo establecerse que las reservas geológicas de los subacuíferos "epipuelche" y "puelche" en conjunto oscilan entre 6 y 17 Km<sup>3</sup> según se consideren coeficientes de almacenamiento extremos de 0,04 y 0,10.

### 8.3. Subacuífero "hipopuelche" (15) (17)

Se tienen muy escasos datos sobre este subacuífero, en el ámbito considerado; sería portador de aguas de mala calidad, salvo en el sector muy próximo al Paraná, donde análisis efectuados por la Sección Geología y Minas de la Dirección de Hidráulica de la Provincia en 1913 le asignan menos de 1000 mg/l. de sólidos disueltos.

## 9. CONCLUSIONES

Dado el carácter rural que tiene la economía de la región, el problema inmediato de abasto de agua está resuelto. Es de preveer un aumento en la demanda futura, que también podrá ser satisfecha por largos años con los recursos subterráneos.

Si bien en el territorio considerado hay pocas perforaciones profundas, las características hidrogeológicas deducidas de los conocimientos regionales le asignan condiciones relativamente buenas.

La falta de un mapa isopiécico del subacuífero "puelche" puede ser suplida preliminarmente por el correspondiente de la capa freática.

1) La explotación, especialmente en el área rural, es reducida.

2) Los registros freaticos y los mapas isofreáticos, no indican fenómenos deplecivos artificiales.

3) El balance hidrológico arroja posibilidades de recarga natural.

4) Existen posibilidades potenciales de aumentar las reservas con un manejo adecuado del recurso.

## 10. RECOMENDACIONES

Será necesario extender el estudio a toda la cuenca, teniendo en cuenta que dentro de ella se encuentran ciudades importantes como Pergamino, Arrecifes, Salto y Rojas.

Deberán perfeccionarse los conocimientos hidrogeológicos superficiales.

Es conveniente establecer una estación de aforo cercana a la desembocadura del río.

Es necesario mantener las estaciones freaticas. Deberá confeccionarse una red básica de estaciones de muestreo hidroquímico periódico.

Los organismos públicos deberán intensificar el control de las perforaciones que se realicen y la extracción, especialmente cuando los volúmenes sean significativos (abastecimiento público e industrias).

Cuando el ritmo de desarrollo de la región acreciente la demanda de agua, se efectuarán perforaciones de exploración, estratégicamente situadas, que permitirán completar los conocimientos y confeccionar modelos matemáticos que contribuyan a mejorar los pronósticos.

## LISTA BIBLIOGRAFICA

- 1) BOGOMOLOV, G. V. & SILIN-BEKTCHOURINE A. T., 1955  
Hidrogeología Specialisé, Gosgeoltekhizdat, Moscú.
- 2) BURGOS, J. J. & VIDAL, A. L., 1951  
Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite.  
Revista Meteoros, año I N° I, Buenos Aires.
- 3) CAPPANNINI D. A. & DOMINGUEZ, O. 1961  
Los principales ambientes geodafológicos de la Provincia de Buenos Aires.  
IDIA, N° 163, Buenos Aires.
- 4) DIFRIERI, H., 1961  
Estructura y movimiento de la población; en: La Argentina, Suma de Geografía, Tomo VII, Cap. IV, Peuser, Buenos Aires.
- 5) EASNE, 1967  
Estado del conocimiento actual de la geohidrología del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
Inédito, La Plata.
- 6) EASNE, 1970  
Algunos caracteres geohidrológicos de la Cuenca del Río Arrecifes.
- 7) FRENGUELLI, J., 1950  
Rasgos generales de la morfología y la Geología de la Provincia de Buenos Aires, LEMIT, Serie II, N° 33, La Plata.
- 8) GARCIA LOZANO, F. & GONZALEZ BERNALDEZ, F., 1964.  
Métodos en uso y su empleo para el cálculo de la evapotranspiración  
Ministerio de Obras Públicas, Centro de Estudios Hidrográficos.  
Publicación N° 23, Madrid.
- 9) GONZALEZ N. & HERNANDEZ M. A., 1968  
Algunas consideraciones acerca de la geoquímica del Flúor en las aguas subterráneas del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
IIIer. Congreso Nacional del Agua, Vol. I. San Juan.
- 10) GROEBER P., 1945  
Las aguas surgentes y semisurgentes del Norte de la Provincia de Buenos Aires.  
Revista La Ingeniería, año XLIX, N° 6, pp 371-387, Buenos Aires.
- 11) MINISTERIO DE ECONOMIA - PBA. 1970  
Boletín Estadístico. Cuarto Trimestre 1969. Dirección de Estadística La Plata.
- 12) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA. 1970  
Censo Nacional Agropecuario 1969, Dirección de Estadística, La Plata.
- 13) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA. 1969  
Boletín estadístico. Primer Trimestre año 1969. Dirección de Estadística, La Plata.
- 14) ROTH, S. 1920  
Investigaciones Geológicas en la Llanura Pampeana Rev. Mus. La Plata, T. XXV (I, tercera serie), pp. 135/342.
- 15) SALA, J. M. & AUJE, M. P., 1969  
Algunas características geohidrológicas del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
Anales de las IV Jornadas Geológicas Argentinas Tomo II, Mendoza.
- 16) SALA, J. M. & CECI, J. H., 1968  
Características físicas de la red de drenaje del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
IIIer. Congreso Nacional del Agua, Vol. I, San Juan.
- 17) SALA, J. M., 1969.  
El Agua Subterránea en el Nordeste de la Provincia de Buenos Aires.  
Reunión sobre la Geología del Agua Subterránea de la Provincia de Buenos Aires; pp 25-49.  
Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata
- 18) SALVADOR, D., 1948  
Geología del Subsuelo del Noroeste de Buenos Aires y sus Aguas Superficiales y Subterráneas.  
Tesis Museo de La Plata N° 89 (inédita), La Plata.

- 19) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1958  
Estadísticas climatológicas 1941-1950  
S.M.N. Buenos Aires.
- 20) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1965  
Estadísticas climatológicas 1951-1960, Sgda. edición corregida.  
S.M.N., Buenos Aires.
- 21) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1962  
Datos Pluviométricos 1921-1950  
S.M.N., Buenos Aires.
- 22) TAPIA, A., 1938.  
Mapa Geológico de la Provincia de Buenos Aires.  
Aguas Minerales de la Provincia de Buenos Aires.  
Comisión Nacional de Climatología y Aguas Minerales, Tomo II, pp. 23-90. Buenos Aires.

## Capítulo VI

### PORCION ORIENTAL DE LA CUENCA DEL RIO ARECO

#### 1. INTRODUCCION

Dentro del contexto de la investigación del agua subterránea en el Noreste de la provincia de Buenos Aires se incluye la porción oriental de la cuenca del río Areco, limitada por una línea de rumbo noreste que pasa unos 10 Km. al Oeste de San Andrés de Giles. Se incluyen además 230 Km<sup>2</sup> pertenecientes a las cuencas de dos pequeñas cañadas ubicadas al Noroeste.

Este trabajo es un ajuste y puesta al día del anterior "Algunos caracteres geohidrológicos" de la cuenca del río Areco" (6).

Con el agregado de 260 Km<sup>2</sup> al lograrse la cartografía de base, el total censado en la cuenca asciende a 2.595 Km<sup>2</sup>.

A pesar de que algunos puntos no fueron modificados por la falta de nuevos datos, se ha creído conveniente transcribirlos para facilitar la lectura.

#### 2. ANTECEDENTES

Fuera del mencionado, todos los trabajos relacionados con la zona son de carácter general. Pueden mencionarse los de Ameghino, Frenguelli, Tapia, Rusconi, Pandolfi y Santa Cruz, en lo referente a geología; Cappannini & Domínguez a geoedafología; Frenguelli y Sala & Ceci en geomorfología; Roth, Stappembeck, Groeber, Salvador, EASNE, Sala & Auge y Sala en hidrogeología y González & Hernández en hidrogeoquímica.

#### 3. ASPECTOS DEMOGRAFICOS Y ECONOMICOS

La zona de estudios abarca totalmente el partido de San Antonio de Areco y parcialmente los de Baradero, Zárate, San Andrés de Giles y Exaltación de La Cruz, totalizando aproximadamente 45.000 habitantes (13) (14).

El área urbana se limita a dos cabeceras de partido, San Antonio de Areco y San Andrés de Giles y a algunas pequeñas poblaciones rurales como Lima, Atucha,

Villa Lía, etc. En ellas se desarrollan principalmente actividades terciarias (4), y en grado incipiente, secundarias (4).

La actividad rural ocupa el resto del área, consistiendo principalmente en la cría de ganado y cultivos extensivos. Su importancia puede ser deducida de la utilización de la tierra en el período 1967-68 (10).

	S.A. de Areco	Bara- dero	Zára- te	S.A. Giles	E. De La Cruz	Total
Trigo*	8.000	15.750	8.250	1.225	250	33.475
Maíz	18.500	16.500	8.250	1.400	375	45.025
Avena	700	1.875	1.950	350	22	4.897
Girasol	2.500	1.875	825	875	15	6.090
Cebada	400	1.125	1.200	140	8	2.873
Lino	1.000	750	225	630	200	2.805
Centeno	400	1.125	525	52	10	2.112
Alpiste	500	525	300	135	10	1.470
Total	32.000	39.525	21.525	4.807	890	98.747

(\*) en hectáreas sembradas

El total de ganado se estima en 222.000 cabezas según el siguiente detalle: (11) (12).

Bovinos 180.000, ovinos 21.000, porcinos 13.000 y equinos 8.000. Puede calcularse entonces el gasto de agua en 3.500.000 m<sup>3</sup>/año.

#### 4. MORFOLOGIA

Dentro del paisaje de llanura que presenta la cuenca, una superficie de suave pendiente en dirección Noreste que pierde 20 metros de altura en 56 Km, se pueden distinguir tres subunidades morfológicas (Mapa I).

##### LLANURA ALTA:

Se trata de una superficie de escasa inclinación que se restringe a las divisorias y a manifestaciones aisladas



interfluviales. Sus contornos son sumamente irregulares. La red de drenaje es muy escasa y existen algunos bañados. Llama la atención su presencia en una extensión importante en el borde de la cuenca que limita con el río Paraná. El área relativa (47 0/0) aumenta con respecto a las otras unidades.

El paisaje permite prever posibilidades de predominio de la infiltración sobre los otros parámetros hidrogeológicos.

#### LLANURA INTERMEDIA:

Se presenta como una superficie de mayor inclinación que la anterior, dentro de la cual el relieve es marcado por numerosos cursos efímeros e intermitentes. Los perfiles longitudinales de los valles tienen forma cóncava que se horizontaliza a medida que se acerca a la Llanura baja.

La red de drenaje, con cierto desarrollo, señala un incremento importante en el escurrimiento superficial.

#### LLANURA BAJA:

Comprende el 11 0/0 del área total y abarca las zonas inundables del río Areco y los afluentes principales, confundiendo con el Delta del Paraná.

Hasta la altura de San Antonio de Areco, se trata de una franja estrecha, de 1 ó 2 kilómetros a lo largo del río. Desde ahí hacia cabeceras desaparece el carácter inundable y la vaguada se encuentra enmarcada por barrancas. Presenta posibilidades de predominancia de los fenómenos deplecivos originados fundamentalmente por caudal básico.

### 5. HIDROGEOLOGIA

El conocimiento hidrogeológico de la región no ha sido modificado fundamentalmente desde la confección del trabajo anterior (6), por no haberse incorporado nuevos datos. Las perforaciones aconsejadas en aquella oportunidad, si bien se justifican técnicamente, no lo son, por ahora, económicamente.

Se cuenta con dos perfiles de perforación ubicados en San Andrés de Giles y San Antonio de Areco (Mapa II) que atraviesan el "puelchense", alcanzando al "Verde" (9). La última fue controlada litológicamente por EASNE.

Debido a la escasa información dentro de la cuenca, para describir la secuencia hidrogeológica de subsuelo, se incorporan los datos de un sondeo en la localidad de Mercedes, otro en Baradero y un tercero en Zárate, además de los conocimientos regionales.

La descripción hidrogeológica de superficie se basa en los mapas de Tapia (21) y Cappannini & Domínguez (3) y en las observaciones preliminares realizadas por EASNE durante el inventario de perforaciones.

#### 5.1. Hidrogeología de subsuelo

El "Rojo" (9), que sería la unidad sedimentaria más antigua, se superpone en toda el área al "basamento impermeable". En las cercanías de San Nicolás, la perforación CA 2 Conesa, de Gas del Estado, después de atravesarla alcanzó rocas basálticas que, de acuerdo al conocimiento regional, podrían interpretarse como intercalaciones.

Se trata de una sucesión alternante arenosa y pelítica. Las primeras comprenden arenas finas y medianas de color rosado, ricas en yeso, a veces cementadas, que pueden alojar a los niveles inferiores del subacuífero "hipopuelche" (15) (16). Las pelitas, arcillas y limos pardo rojizos, parecen ser menos yesosas y más calcáreas que las anteriores.

El "Verde" (9), de posición discordante sobre el anterior, estaría representado en general, como sucede en cuencas vecinas, por una sección inferior de arenas blanquecinas a verdosas con niveles cementados por carbonato de calcio e intercalaciones arcillosas y otra superior francamente arcillosa, verde azulada, rica en calcáreo y fósiles marinos. Esta última se hace predominantemente arenosa en algunos casos (Baradero).

Los horizontes más permeables alojan al nivel superior del "hipopuelche".

Las "Arenas Puelches" o "Puelchense", son arenas cuarzosas finas a medianas, de color pardo amarillento, que presentan en algunos casos intercalaciones arcillosas de hasta 8 metros de potencia (S. A. de Giles). El tamaño de los clastos disminuye en general hacia el techo de la unidad, pasando a areniscas muy finas limosas con abundante mica. En el Gráfico N° 1 se representa el perfil granométrico (valores de mediana), de la perforación Frigorífico "Don Segundo", coordenadas 51.250/09.425.

Pese a que no se confeccionaron mapas detallados de subsuelo debido a la insuficiente información, la uniformidad paleomorfológica que caracteriza regionalmente al techo y base de las arenas, permite predecir un comportamiento similar de las mismas en esta cuenca. Por lo tanto, guardarían relaciones de suave discordancia erosiva sobre el "Verde" y bajo el Pampiano respectivamente. El relieve es menos marcado en el techo, que se ubica a profundidades de 72 metros en San Andrés de Giles, 38 metros en San Antonio de Areco y 25 metros en Atucha y Alsina. Ambos contactos se hunden regionalmente hacia los ríos Paraná y Salado, en cuyas direcciones divergen (5) (16).

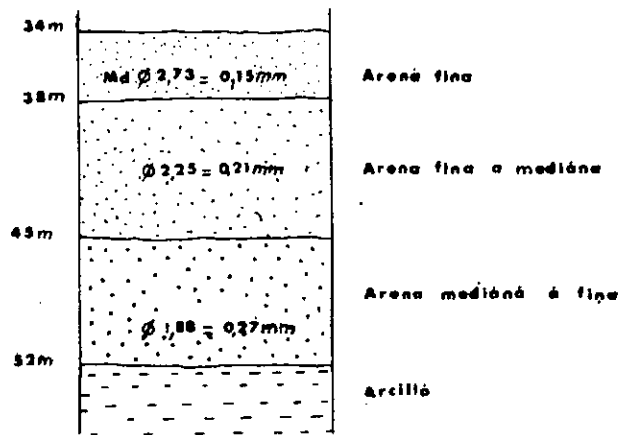
Los espesores observados alcanzan a 4, 14, 45 y 48 metros en S. A. de Giles, S. A. de Areco, Mercedes y Baradero, respectivamente.

El volumen estimado en base al mapa isopáquico 1:500.000, adjunto al informe General, es de unos 45 Km<sup>3</sup>.

# PERFIL GRANOMETRICO

## PERFORACION FRIGORIFICO DON SEGUNDO

51 250  
09 425

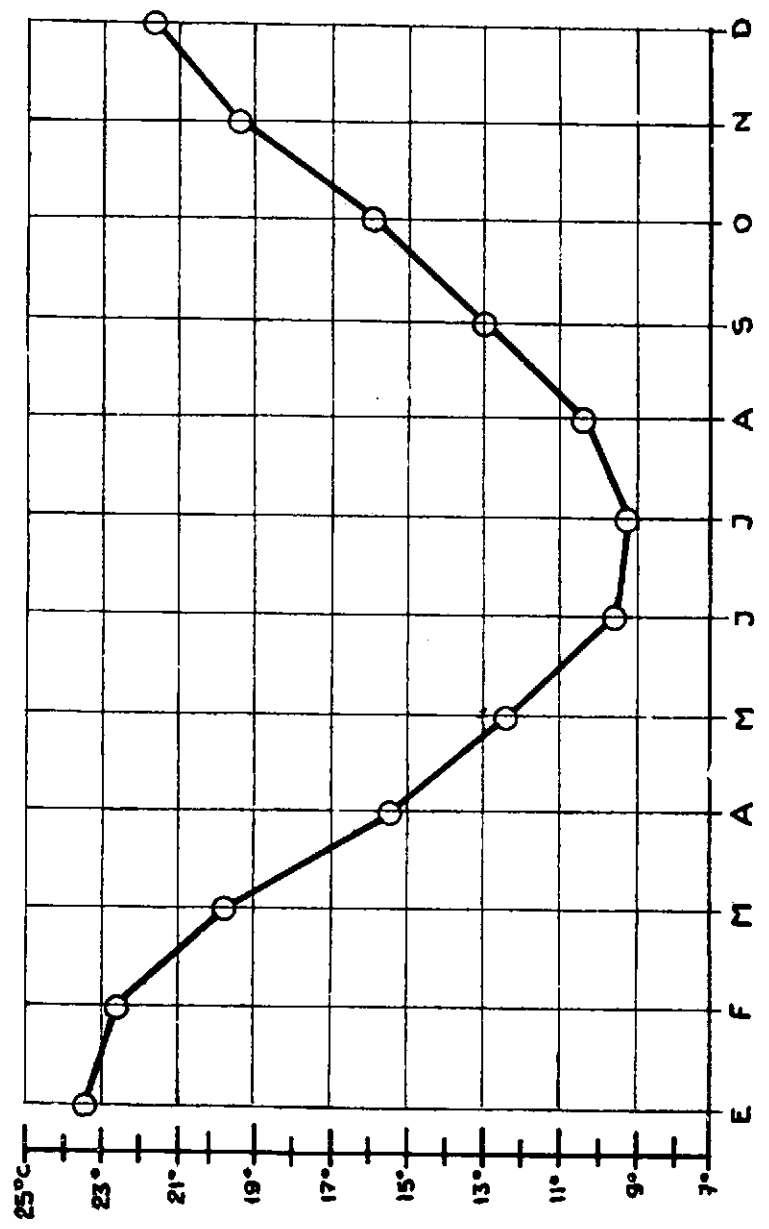


Cota 22 5 m

Gráfico No 2

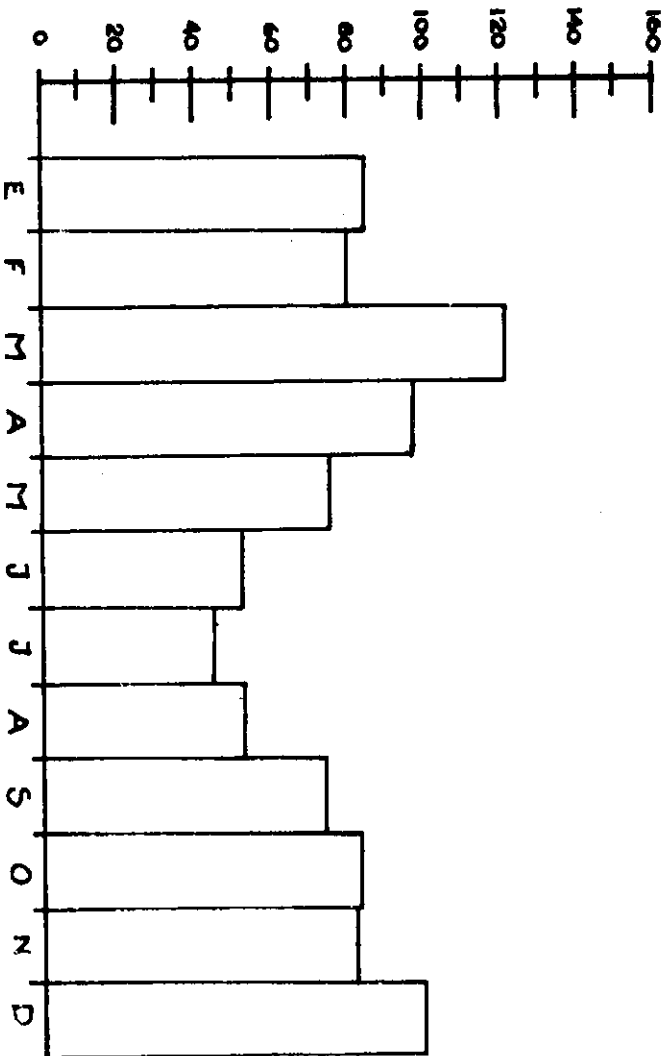
CUENCA DEL RIO ARECO

### VARIACIÓN MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURAS MEDIAS



**CUENCA DEL RIO ARECO**

**PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm.)**



C U A D R O N.º 1

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA DE THORNTHWAITE

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Precipitación media mensual	85	80	121	98	75	52	45	52	73	83	82	100	945
Evapotraspiración potencial	135	106	86	54	35	20	21	28	45	66	94	119	811
Variación de la reserva de agua del suelo	-50	-19	35	43	22	---	---	---	---	---	-12	-19	
Reserva de agua útil (saturación = 100 mm)	19	0	35	78	100	100	100	100	100	100	88	69	
Exceso de agua	---	---	---	---	18	32	24	24	28	16	---	---	141
Déficit de agua agrícola	---	7	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	7
Evapotraspiración real	135	99	86	54	35	20	21	28	45	66	94	119	804

## 5.2. Hidrogeología de superficie

Hidrogeológicamente se agrupa a los depósitos aflorantes en dos grandes unidades: Pampiano y Pospampiano (7).

El Pampiano aflora prácticamente en toda el área pues sólo se halla cubierto por el Pospampiano en la vaguada del curso medio e inferior del Río Areco. Desde el punto de vista geológico se distingue dos pisos, Ensenadense y Bonaerense, difícilmente diferenciables debido a sus semejanzas litológicas (7).

El primero comprende limos arcillosos y arenosos, pardo rojizos, con abundante carbonato de calcio en forma de concreciones y mantos de tosca; aflora en la barranca del Río Paraná.

El Bonaerense, más joven que el anterior, está integrado por loess arenoso, pardo rojizo más friable y poroso y menos calcáreo que el Ensenadense. Ocupa la mayor parte del área, salvo las vaguadas fluviales y la barranca del Paraná.

El espesor del Pampiano, disminuye de 70 metros en S. A. de Giles a 25 metros en las cercanías del Delta.

Esta unidad hidrogeológica integra totalmente el subacuífero "epipelche" (15) (16).

El Pospampiano compuesto por limos arenosos y arcillosos, producto de la redepositación del Pampiano, comprende en orden decreciente de edad; Lujanense y Platense (7).

Al primero lo constituyen limos arcillosos grises y verdosos, ricos en sales, de origen fluvial. Está reemplazado en la desembocadura del Río Areco por su facies estuárico-marina de arcillas oscuras o Querandinense (21).

El Platense se compone de sedimentos fluviales limo-arenosos calcaríferos de color claro.

La distribución del pospampiano comúnmente coincide con la zona natural de descarga de la capa freática y con un incremento en la salinidad de la misma.

## 6. CLIMATOLOGIA

Según la clasificación de Köppen, el área está sometida a un clima "templado húmedo".

Por no tener esta cuenca estaciones climatológicas con registros de por lo menos 10 años, se han tomado los de la más cercana, es decir Pergamino, perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional, con cuyos datos se confeccionó el Gráfico N° 2 (19) (20) de temperaturas medias para el período 1941-1960.

Las máximas están localizadas en Enero y Febrero y las mínimas en Junio y Julio.

Con apoyo de las medias mensuales de precipitación para el período 1921-1950 (18) de los pluviómetros que el mencionado organismo posee en la cuenca, se obtuvieron los promedios de lluvias mensuales tal como se muestra en el Gráfico N° 3. El máximo ocurre en Marzo con 121 mm y la menor precipitación acontece en Julio con 45 mm. De los 945 mm de promedio

anual, el 40,8 % corresponde a los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo.

Utilizando estos datos de precipitación y obtenida la evapotranspiración potencial en función de las temperaturas arriba mencionadas, se ha realizado la clasificación climática de Thornthwaite (1948) para lo cual se confeccionó el Cuadro N° 1 del que se extrajeron los factores que permitieron calcular los siguientes índices:

$$\text{Índice de humedad: } I_h = \frac{141 \times 100}{811} = 17,4 \%$$

$$\text{Índice de aridez: } I_a = \frac{7 \times 100}{811} = 0,9 \%$$

$$\text{Índice hídrico: } I_n = I_h - 0,6 I_a = 16,9 \%$$

$$\text{Concentración térmica en verano: } S = \frac{100 \times 360}{811} = 44,4 \%$$

De acuerdo a estos índices el clima es "subhúmedo-húmedo" con pequeño o ningún déficit de agua y según su eficiencia térmica "mesotermal B2'" (2) al que se podría llamar "semi-frío con tendencia a templado".

## 7. AGUAS SUPERFICIALES

### 7.1. Características físicas

El diseño de la red de drenaje puede ser definido como rectangular y locamente dendrítico.

El área incluye 35 cauces que totalizan 330 Km. de los cuales 80 Km corresponden al colector principal.

El Río Areco recibe el aporte de arroyos y cañadas, entre otros Cañada Romero, A° Funes, Lavayén, Giles, Cañada Honda, etc., la mayoría de ellos confluyen desde la margen derecha.

### 7.2. Fluviometría

Existe una estación limnográfica y de aforo ubicada en el cruce del río Areco con la ruta nacional N° 8, coordenadas 49.000/11.650 pertenecientes a la Dirección de Hidráulica de la Provincia, pero no resulta de mucha utilidad dado que sólo posee registros incompletos de alturas y gastos diarios para los años 1967-68 y 69 y que los mismos corresponden a las aguas drenadas por el tramo superior y medio de la cuenca, fuera del área de estudio.

### 7.3. Balance Hidrológico

La estimación del balance se efectuó utilizando la fórmula simplificada del ciclo hidrológico:

$$P = E_{vtr} + E_f + I$$

siendo:

P: Precipitación media anual

E<sub>vtr</sub>: Evapotranspiración real

Ef: Esgurrimiento fluvial

I: Infiltración

La precipitación (945 mm) corresponde a un registro de 30 años (ítem 6). La evapotranspiración se ha calculado en base a la fórmula de Turc (670 mm) y además por el método de Thornthwaite (8) (804 mm).

Para el escurrimiento fluvial, se ha considerado conveniente determinar su valor en base al coeficiente de escurrimiento fluvial de 0.12, calculado para la cuenca del Río Matanza, el que aplicado a la precipitación media de la cuenca que se está considerando dió un resultado de 113 mm.

Con los valores así definidos y teniendo en cuenta que:

$$P - (E_{tr} + E_f) = I$$

reemplazando se tiene:

$$945 - (670 + 113) = 162 \text{ mm/año (Turc)}$$

$$945 - (804 + 113) = 28 \text{ mm/año (Thornthwaite)}$$

De estos valores de infiltración, se adoptan los resultados de aplicar la metodología de Thornthwaite ya que ellos han coincidido con los primeros ajustes del modelo matemático efectuado para el área de La Plata y sus vecindades.

El el cuadro siguiente se dan las características físicas de la cuenca del Matanza y las correspondientes al Areco. En el mismo se observa que el valor de el coeficiente considerado podría ser aún menor, de lo cual resultaría una mayor posibilidad de infiltración en la última de las nombradas (17).

	Río Matanza	Río Areco
Factor de forma	0,530	0,230
Coefficiente de compacidad	1,06	1,33
Pendiente media de la cuenca (m/Km)	3,47	2,01
Pendiente media del cauce principal (m/Km)	0,52	0,44
Frecuencia de cauces (cauces/Km <sup>2</sup> )	0,12	0,02
Densidad de drenaje (Km/Km <sup>2</sup> )	0,25	0,12
Extensión escurrimiento superficial (Km <sup>2</sup> /Km)	1,96	4,13

## 8. AGUAS SUBTERRANEAS

### 8.1. Subacuífero "epipuelche"

Está alojado en sedimentos Pampianos y Pospampianos, que dadas sus características hidrogeológicas no permiten establecer a priori la existencia de distintos niveles productivos. De acuerdo a la información recogida en campaña y a la suministrada verbalmente por poceros lugareños, existiría una sola capa productiva

con diferenciaciones locales y comúnmente una zonación química vertical.

Se confeccionó el mapa isofreático (Mapa II) eligiendo una equidistancia de 5 metros, para evitar posibles errores de acotamiento. Del mismo se desprende una correspondencia bastante marcada de la cuenca superficial con la subterránea.

Si bien, de acuerdo a las características hidrogeológicas superficiales las posibilidades de recarga se darían en toda el área, se incrementa hacia los interfluvios. Además las curvas indican el carácter efluente de la gran mayoría de los arroyos y cañadas, aún de los temporarios.

La morfología de la superficie freática muestra el carácter dominante de capa radial divergente y un aumento de transmisividad en los alrededores de las coordenadas 56.000/26.000, entre las curvas de 20 y 10 metros. La mayor separación de éstas quizá esté más vinculada a un aumento en el espesor saturado que a las características intrínsecas de los sedimentos.

No hay evidencia de conos de depresión producto de descarga artificial intensiva.

Los valores máximos y mínimos de pendientes estimados, oscilan entre 1 y 0.5 m/Km respectivamente; introduciendo de acuerdo al tipo de sedimento una porosidad eficaz de 0,10 (5) y un coeficiente de Darcy de 1 m/día (1) se puede estimar una velocidad efectiva de 0,005 m/día a 0,01 m/día.

Los registros freáticos que se tienen son de muy corta duración como para obtener de ellos conclusiones terminantes. Sin embargo los niveles se mantienen estables en general y en un caso extremo la recuperación es de 2,4 m.

El mapa de conductancia para la capa freática muestra valores desde algo menores de 800  $\mu\text{mho/cm}$  a más de 2.500  $\mu\text{mho/cm}$ , predominando los inferiores a 1000  $\mu\text{mho/cm}$ . Cuando se mantienen dentro de límites moderados (menos de 2.000) las variaciones parecen depender de factores sedimentarios y de drenaje locales; cuando sobrepasan los 2500  $\mu\text{mho/cm}$ , como acontece en las proximidades de 68.000/36.000 (Mapa III), el fenómeno se debe a la poca profundidad del acuífero.

Los horizontes más profundos (mapa IV) presentan en general valores menores, los que en el informe anterior se atribuyeron a la precipitación de bicarbonatos, hecho aparentemente desmentido por los resultados de los análisis químicos.

Las variaciones de residuo seco no son marcadas, salvo excepciones locales. Las curvas de isoconas muestran tenores que van desde algo más de 1800 ppm a menos de 400 ppm.

La alcalinidad se mantiene entre valores algo mayores de 8 y menores de 6 meq/l coincidiendo su distribución aproximadamente con la de residuo seco (Mapa V). Las aguas se caracterizan por la escasez de sulfatos, ya que apenas sobrepasa los 2 meq/l mientras

que el resto del territorio se encuentra por debajo de esta cifra y muy comúnmente son menores de 0,10 meq/l.

Los tenores de cloruros son también bajos predominando los inferiores a 2 meq./l. (Mapa VI).

Los niveles más profundos no muestran cambios marcados con respecto al anterior y sí una mayor uniformidad aparente. El residuo seco se mantiene alrededor de 800 ppm con un leve aumento hacia la zona de descarga.

La alcalinidad permanece por encima de 8 meq/l en la parte oeste de la cuenca disminuyendo hacia el Este (Mapa VII).

El sulfato es sumamente escaso, aún más que en la capa freática, sobrepasando sólo en un caso 1 meq./l.

El cloruro se comportó de forma similar a los de los niveles superiores (Mapa VIII).

Debe advertirse que las pequeñas diferencias anotadas no permiten establecer las leyes que las originan para lo que deberán efectuarse estudios comparativos de mayor detalle de las distintas características que puedan influir en el comportamiento químico.

En base a los datos químicos señalados, puede considerarse al agua de este subacuífero como potable.

## 8.2. Subacuífero "puelche"

De acuerdo a la información hidrogeológica regional, es indudable la existencia de este subacuífero en todo el ámbito de la cuenca. Los tres datos de perforaciones que se tiene verifican este hecho.

En San Antonio de Areco, el sondeo del frigorífico "Don Segundo" acusa un nivel estático de 22 metros sobre el nivel del mar, 0,50 m bbdp. El caudal es de unos 50.000 litros hora y la muestra de agua arrojó una conductividad eléctrica de 957  $\mu$  mho/cm.

El pozo situado en "Estancia El Recuerdo" 57050-19000, posee un nivel piezométrico de 14 metros sobre el nivel del mar y 11 m bbdp, la conductividad eléctrica del agua es de 807  $\mu$  mho/cm.

La perforación en Estancia "El Centinela", coordenadas 62.500/36.600, debido a las características topográficas del lugar muestra surgencia de 0,70 m sobre el terreno y una altura sobre el nivel del mar de 5 metros; la conductividad eléctrica del agua; es de 903  $\mu$  mho/cm. Estos valores de conductividad específica son algo menores a los de la capa freática y muy semejantes a los de los niveles más profundos del "epipuelche". El agua es apta para uso humano.

La escasez de datos de niveles piezométricos impide la construcción de una mapa isopiécico, pudiéndose adoptar como primera aproximación el freático, como lo demostrarían las características hidrogeológicas. Además para su interpretación, a semejanza de lo ya comprobado para la cuenca del río Matanza, los niveles piezométricos se muestran negativos (22) respecto de los freáticos en la zona de recarga y positivos (22) en la de descarga, como lo comprueban las tres perforaciones mencionadas.

En base a los mapas regionales de escala 1:500.000 y considerando un almacenamiento de 0,04 y 0,1 se estiman unas reservas para ambas subunidades en conjunto de 6 Km<sup>3</sup> y 15 Km<sup>3</sup> respectivamente.

## 8.3. Subacuífero "hipopuelche"

De acuerdo a la hidrogeología regional, aunque no se tienen datos suficientes, es de suponer su existencia en toda la cuenca. La única perforación localizada, en el frigorífico "Don Segundo", como era de esperar presenta alta salinidad; el nivel piezométrico es de 18,40 m sobre el nivel del mar (4,10 m bbdp).

## 9. CONCLUSIONES

El hecho de que el límite de estudio haya sido trazado, artificialmente, hace que éste no abarque la totalidad de la cuenca y como consecuencia, dificulta las interpretaciones.

Dado el relativamente poco desarrollo demográfico, unido al hecho de que la economía principal radica en la explotación agraria, no existen problemas cuantitativos de abastecimiento de agua.

La información hidrogeológica de subsuelo es pobre, pero permite comprobar los supuestos extraídos del conocimiento regional, el que por otra parte, señala las relativamente buenas posibilidades geohidrológicas.

Mientras el ritmo de crecimiento de la comarca no se acrecienta demasiado, los consumos podrán ser suplidos con suficiencia con el agua subterránea.

Si el crecimiento demográfico y desarrollo fuesen grandes pero graduales podrá determinarse, en base a las necesidades y a estudios más detallados, si las obras para importación de agua son o no realmente necesarias e incluso la oportunidad de su construcción.

La falta de un mapa isopiécico del subacuífero "puelche" puede ser obviada provisoriamente en su investigación por el mapa isofreático. Así lo atestiguan, no sólo los conocimientos regionales, sino también las pocas perforaciones que alcanzan a aquel.

La marcha de los niveles freáticos señalaría que no se está en presencia de un período deplecivo y que la explotación no supera la recarga.

La recarga natural que se produce en toda el área conjuntamente con lo expresado permite suponer la existencia de reservas potenciales que podrán ser aprovechadas con un manejo racional del agua.

Las reservas geológicas se estiman en unos 10 Km<sup>3</sup>.

## 10. RECOMENDACIONES

Es conveniente extender el área de estudios hasta la cuenca del Río Salado a fin de integrar la unidad hidrogeológica.



Es necesario mantener el registro de las estaciones freáticas y establecer estaciones hidroquímicas.

La falta de desarrollo de la región hace conveniente planificar la futura explotación del agua y para coordinar las necesidades técnicas con los beneficios económicos. Las perforaciones de exploración deberán ser proyectadas de acuerdo a la evolución prevista.

Hay necesidad de establecer una estación fluviométrica en las cercanías de la desembocadura del río. De

incrementarse el área de estudios ésta resumiría el caudal total efluente superficial; de lo contrario se emplearía como complemento de la ya existente, que mide el caudal afluente.

Es indispensable que los organismos municipales lleven un registro de perforistas y de las perforaciones que se realicen en su dominio, especialmente profundas. Estos registros deberán incluir datos hidrológicos y sedimentológicos.

## LISTA BIBLIOGRAFICA

- 1) BOGOMOLOV, G. V. & SILIN-BEKTCHOURINE, A. T., 1955  
Hydrogeologie Specialisé, Gosgeoltekhizdat, Moscú
- 2) BURGOS, J. J. & VIDAL, A. L., 1951  
Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite. Revista Meteoros, año I, N° 1 Buenos Aires.
- 3) CAPPANNINI, D. A. & DOMINGUES, 1961  
Los principales ambientes geodafológicos de la Provincia de Buenos Aires, IDIA, N° 163, Buenos Aires.
- 4) DIFRIERI, H., 1961  
Estructura y movimiento de la población. En: La Argentina, Suma de Geografía; Tomo VII, Cap. IV. Peuser, Buenos Aires.
- 5) EASNE, 1967  
Estado del conocimiento actual de la geohidrología del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires. Inédito. La Plata.
- 6) E.A.S.N.E., 1970  
Algunos caracteres geohidrológicos de la cuenca del Río Areco. EASNE. Gonnet.
- 7) FRENGUELLI, J. 1950  
Rasgos Generales de la Morfología y la Geología de la Pcia. de Buenos Aires. LEMIT. Serie II N° 33. La Plata.
- 8) GARCIA LOZANO, F. & GONZALEZ BERNALDÉZ, F., 1964  
Métodos en uso y su empleo para el cálculo de la evapotranspiración. Ministerio de Obras Públicas. Centro de Estudios Hidrográficos. Publicación N° 23, Madrid.
- 9) GROEBER, P. 1945  
Las aguas surgentes y semisurgentes del Norte de la Pcia. de Buenos Aires. Rev. La Ingeniería, año XLIX, n° 6, pp 371-387. Buenos Aires.
- 10) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA. 1968  
Bol. Estadístico, 2º trimestre 1968. Dirección de Estadística, La Plata.
- 11) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA. 1969  
Bol. Estadístico 3er. trimestre 1968. Dirección de Estadística, La Plata.
- 12) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA. 1969  
Bol. Estadístico 4º trimestre 1968. Dirección de Estadística, La Plata.
- 13) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA. 1969  
Bol. Estadístico 1er. trimestre 1969. Dirección de Estadística La Plata.
- 14) MINISTERIO DE ECONOMIA P.B.A. 1970  
Censo Nacional de Población Familias y viviendas 1970 cifras provisorias. Dirección de Estadística La Plata.
- 15) SALA J. M. 1969  
El Agua Subterránea en el Noreste de la Pcia de Buenos Aires  
Reunión sobre la geología del agua subterránea de la Pcia. de Buenos Aires pp 25-49. Comisión de Investigaciones Científicas La Plata.
- 16) SALA, J. M. & AUJE M. P., 1969  
Algunas características geohidrológicas del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires. IVas., Jornadas Geológicas Argentinas, Tomo II Mendoza.
- 17) SALA, J. M. & CECI, J. H. 1968  
Características físicas de la red de drenaje del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. IIIer Congreso Nac. del Agua, Vol. I, San Juan.
- 18) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1962  
Datos pluviométricos (1921-1950) S.M.N., Buenos Aires.
- 19) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1958  
Estadísticas climatológicas (1941-1950) S.M.N., Buenos Aires.
- 20) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1965  
Estadísticas climatológicas (1951-1960) S.M.N., Buenos Aires.
- 21) TAPIA, A. 1938  
Datos geológicos de la Provincia de Buenos Aires. Aguas Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Comisión Nacional de Climatología y Aguas Minerales. Tomo II, Buenos Aires.
- 22) TOLMAN, C. F. 1937  
Ground Water Ed. Mc Graw Hill. N. York.

## Capítulo VII

### CUENCAS DE LOS ARROYOS DE LA CRUZ, DEL PESCADO Y PESQUERIA

#### 1. INTRODUCCION

Dentro de la investigación del agua subterránea en el Noreste de la Pcia. de Buenos Aires, a los fines de la exposición y debido a su reducida extensión se han tomado en conjunto las cuencas correspondientes a los arroyos de la Cruz, del Pescado y Pesquería, considerando que cada una conforma una unidad. La mayor de ellas es la del A° de La Cruz (870 Km<sup>2</sup>), siguiendo en importancia la del A° Pesquería (255 Km<sup>2</sup>) y A° del Pescado (80 Km<sup>2</sup>).

El límite Oeste y Noroeste lo constituye la cuenca del río Areco y el Este y Sudeste, la del río Luján.

El área ya ha sido tratada en un informe previo (6) y el presente es una revisión del mismo con las modificaciones originadas en los nuevos datos logrados.

#### 2. ANTECEDENTES

Salvo la mención anterior, la información recopilada es de carácter general, pudiéndose señalar los trabajos geológicos de: Ameghino, Frenguelli; Tapia, Rusconi, Pandolfi y Santa Cruz; el geoedafológico de Cappannini y Domínguez; los geomorfológicos de Frenguelli y Sala & Ceci; hidrogeológicos, Roth, Stapembeck, Groeber, Salvador, EASNE, Sala & Auge y Sala e hidrogeoquímicos González & Hernández.

#### 3. ASPECTOS DEMOGRAFICOS Y ECONOMICOS

La zona ocupa parcialmente los partidos de Campana, Exaltación de la Cruz, Luján, San Andrés de Giles y Zárate. Totaliza aproximadamente 114.500 habitantes para una superficie de 1.205 Km<sup>2</sup> (13) (14).

El área urbana está limitada a tres cabeceras de partido: Campana, Zárate y Capilla del Señor; las dos primeras de marcada importancia por cuanto desarrollan gran actividad secundaria (industrial) principalmente en el cinturón de expansión que rodea a ambas, estando subordinadas las actividades terciarias (comercio, banca, servicios, etc.) (4). En Capilla del Señor hay predominio de la actividad terciaria sobre la secundaria y lo mismo ocurre en algunas poblaciones rurales diseminadas en el ámbito de la cuenca, tales como Villa Ruiz, D. Gaynor, A° De La Cruz, Torres, etc.

Más del 90 % del área total corresponde a zona rural, donde se desarrollan actividades primarias, fundamentalmente agricultura y ganadería, habiéndose estimado para el año 1969 los siguientes valores: (10) (11).

	Campana	E.de La Cruz	S.A.Giles	Luján	Zárate	Total
Trigo*	1.815	4.260	875	300	2.750	10.000
Maíz	2.420	6.380	1.000	250	2.750	12.800
Avena	2.380	380	250	150	650	3.810
Girasol	490	255	630	150	275	1.800
Cebada	1.275	120	100	60	380	1.935
Lino	440	3.400	450	170	75	4.535
Centeno	685	170	35	25	175	1.090
Alpiste	-	200	75	25	100	400

(\*) en hectáreas

El total de ganado calculado para la cuenca asciende a 119.410 cabezas, según el siguiente detalle (11) (12), consignándose además aproximadamente los volúmenes de agua consumidos.

Bovino:			
101.172 cabezas	5.058 m <sup>3</sup> /día	.....	1.846.170 m <sup>3</sup> /año
Ovino:			
6.641 cabezas	26,6 m <sup>3</sup> /día	.....	9.700 m <sup>3</sup> /año
Porcino:			
6.466 cabezas	64,7 m <sup>3</sup> /día	.....	23.615 m <sup>3</sup> /año
Equino:			
5.131 cabezas	208,2 m <sup>3</sup> /día	.....	74.898 m <sup>3</sup> /año
<b>TOTAL</b>			<b>1.954.392 m<sup>3</sup>/año</b>

El mayor volumen proviene del subacífero "epi-puelche".

El número de establecimientos industriales estimados sería de unos 600, aunque no fue posible establecer el tipo de los mismos por no figurar en las fuentes consultadas (10).

#### 4. MORFOLOGIA

Dentro del paisaje monótono de llanura observable en estas cuencas se pueden distinguir tres sub-unidades morfológicas (Mapa I).

**LLANURA ALTA** – De contornos sumamente irregulares, bordea las cuencas, con excepción de algunos sectores en las divisorias del A<sup>o</sup> del Pescado.

La erosión ha dejado numerosos remanentes interfluviales. Existen algunos bañados, aunque un leve aumento de la pendiente proporciona cierta organización al drenaje que no llega a manifestarse en forma de cauces y cañadones pero sí como suaves depresiones elongadas en el sentido del escurrimiento. La pobreza de la red de avenamiento es un indicio de que la recarga posiblemente predomine sobre el resto de los factores del ciclo hidrológico.

El porcentaje areal es mayor que el de las restantes subunidades alcanzando el 54 o/o.

**LLANURA INTERMEDIA** – Se manifiesta por un cambio brusco en la pendiente y una densidad de drenaje sensiblemente mayor. Adopta una forma general convexa mientras que los cañadones labraron perfiles longitudinales cóncavos con tendencia a planos en la sección terminal. La densidad de drenaje señala un incremento del escurrimiento fluvial en detrimento de la infiltración y su extensión es del 39 o/o de la cuenca.

**LLANURA BAJA** – De área pequeña (7 o/o) ocupa la sección inferior de los arroyos de la Cruz y Pesquería donde la unidad está interconectada. Aparentemente ausente desde capilla del Señor hasta el límite oeste.

De acuerdo con las características geohidrológicas puede deducirse un incremento de los fenómenos depleivos.

En la cuenca media e inferior el relieve se hace relativamente más abrupto, marcado por un valle chato y amplio de aproximadamente 1 Km. de ancho, dentro del cual corre el cauce menor del río enmarcado por barrancas poco profundas. Las laderas del valle se elevan con una pendiente aproximada del tres por mil, que se desdibuja a medida que se aproxima a las divisorias. Estas laderas están surcadas por tributarios menores que también han labrado su pequeño valle.

La magnitud con que se presentan estas características está en relación directa con el tamaño de las cuencas.

## 5. HIDROGEOLOGIA

Los conceptos sobre hidrogeología de subsuelo no han variado prácticamente desde el informe anterior (6). Esto se debe a que sólo se controló una perforación realizada por terceros y a que el EASNE tampoco ha practicado ninguna por fundamentaciones económicas.

De todos modos, la perforación realizada por terceros, por su situación estratégica y los resultados arrojados ha confirmado dentro del error aceptable, la

extrapolación realizada en oportunidad del trabajo mencionado.

Con respecto a las unidades aflorantes, por no contar con cartografía geológica de detalles, se han utilizado los mapas de Tapia (21), Cappannini & Domínguez (3) y las observaciones preliminares realizadas durante el censo de pozos.

### 5.1. Hidrogeología de subsuelo

De acuerdo a las características generales del subsuelo en el Noreste de la Provincia que se detallan para las cuencas vecinas con mayor información, se puede extrapolar a éstas las unidades que subyacen al Puelchense.

La unidad sedimentaria más antigua que se asienta sobre el basamento correspondería al Rojo (9), caracterizado por una sucesión alternante de areniscas de grano fino, rosadas, ricas en yeso a veces como cemento y arcillas limolíticas, pardo rojizas, más calcáreas y menos yesíferas que las anteriores.

El "Verde" (9), se dispondría discordantemente sobre el anterior y sólo su techo fue alcanzado dentro de la cuenca. En áreas vecinas está integrado por una secuencia inferior arenosa, en partes arcillosa, de color gris verdoso a blanquecino, con niveles cementados por carbonato de calcio. La superior comprende arcillas verde-azuladas, arenosas hacia la base, ricas en calcáreo y fósiles marinos.

Las "Arenas Puelches" o "Puelchense" están asentadas en discordancia erosiva sobre el techo del "Verde". Se componen de arenas cuarzosas y medianas, de color pardo amarillento por pigmentación férrica, a veces con intercalaciones arcillosas. Generalmente aumentan de tamaño hacia la base de la unidad y en algunos casos presentan sedimentación cíclica.

En el gráfico N<sup>o</sup> 1 se presentan los perfiles geométricos de las perforaciones Carboclor en Campana coordenadas 97500/20850 y Monsanto en Zárate, coordenadas 91250/23500.

Por la escasa información que se dispone, no se han confeccionado los mapas paleomorfológico e isopáquico de las arenas, a escala 1:100.000. De cualquier manera el comportamiento más o menos uniforme de las mismas, en todas las cuencas del Noreste de la Provincia de Buenos Aires donde se construyeron las cartas de detalle y la observación de los mapas regionales (5) (16), permite suponer que el "puelchense" está limitado por dos superficies de erosión de escaso relieve, que lo separan del "Verde" y del Pampiano suprayacente y que tanto el techo como la base se hunden hacia los Ríos Paraná y Salado en cuyas direcciones divergen.

La perforación de Capilla del Señor coordenadas 82300/06150 atravesó 40 m de arenas finas y muy finas correspondientes a esta unidad.

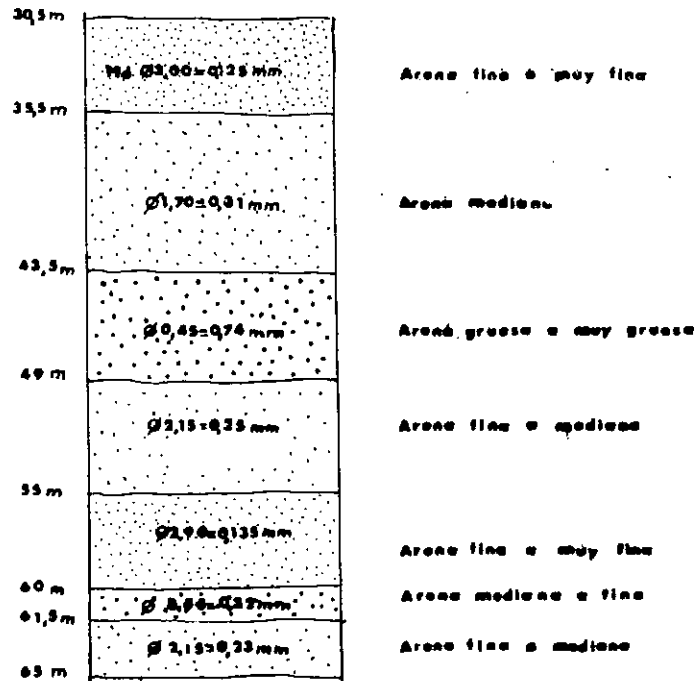
El volumen calculado en base al mapa isopáquico 1:500.000 adjunto al informe general, es de unos 35 Km<sup>3</sup>.

Cuencas: A° De La Cruz - A° Del Pescado - A° Pesqueria

### PERFILES GRANOMETRICOS

PERFORACION EN CAMPANA FABRICA CARBOCLO

97-500  
20-850



PERFORACION EN ZARATE FABRICA MONSANTO

91-250  
23-500

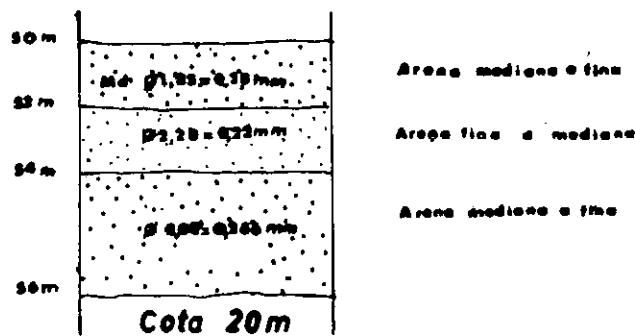
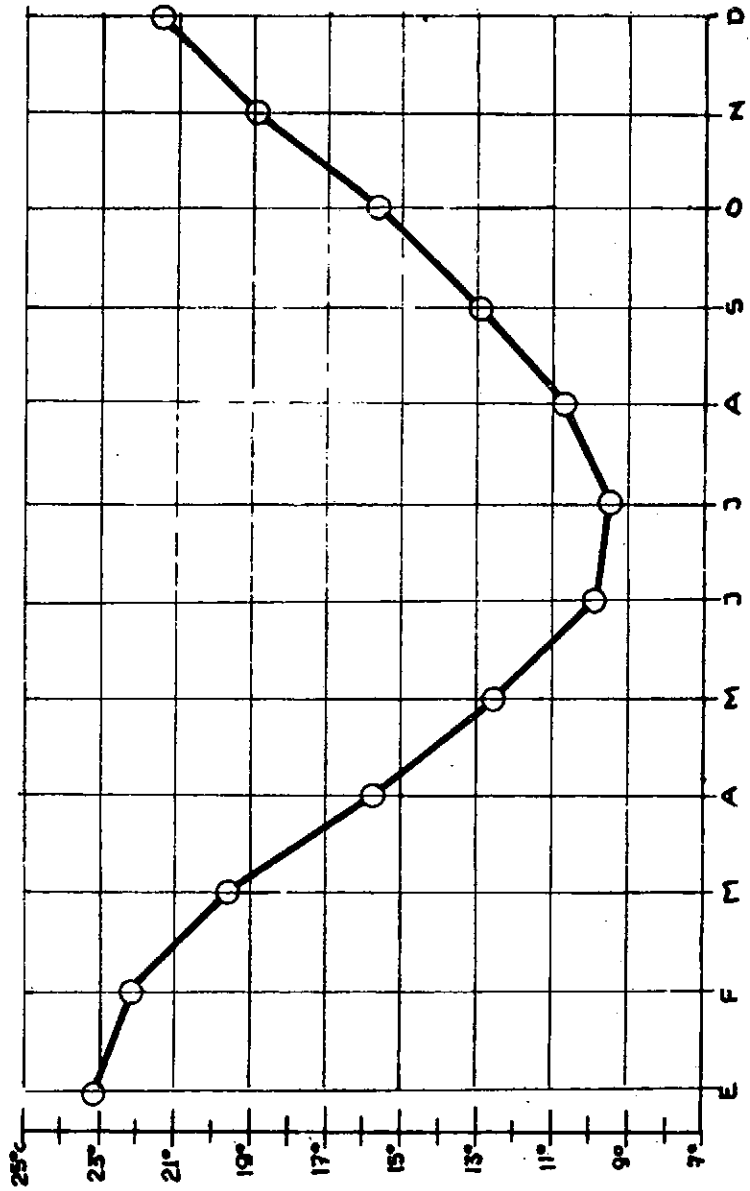


Gráfico N° 2

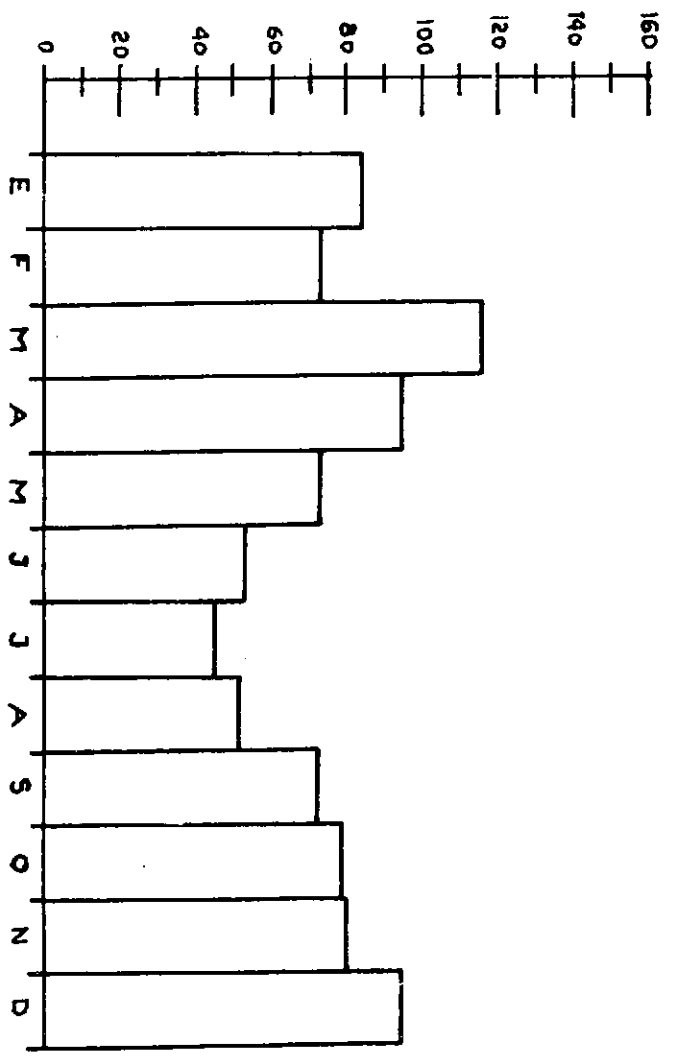
CUENCA DEL A° PESQUERÍA - A° DE LA CRUZ Y A° DEL PESCADO

### VARIACIÓN MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURAS MEDIAS



CUENCA DEL A° PESQUERIA - A° DE LA CRUZ Y A° DEL PESCADO

**PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm.)**



**C U A D R O N º 4**

**FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA DE THORNTHWAITE**

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Precipitación media mensual	84	74	111	95	73	53	44	51	72	78	79	94	908
Evapotranspiración potencial	136	103	86	54	35	22	21	28	45	64	91	119	804
Variación de la reserva de agua del suelo	-52	-11	25	41	34	---	---	---	---	---	-12	-25	
Reserva de agua útil (saturación = 100 mm)	11	0	25	66	100	100	100	100	100	100	88	63	
Exceso de agua	---	---	---	---	4	31	23	23	27	14	---	---	122
Déficit de agua agrícola	---	18	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	18
Evapotranspiración real	136	85	86	54	35	22	21	28	45	64	91	119	786



## 5.2. Hidrogeología de superficie

Hidrogeológicamente se puede agrupar a los depósitos aflorantes en dos grandes unidades, fácilmente distinguibles en el terreno, que son Pampiano y Pospampiano (7).

El primero, que es el más antiguo, comprende una sección inferior o Ensenadense, con limos arcillosos compactos, pardo-rojizos y con abundante tosca en forma de mantos o de concreciones nodulares; otra superior o Bonaerense, de características similares a la anterior, compuesta por loess arenoso, pardo claro, más poroso y menos calcáreo.

En conjunto estos depósitos, de espesor variable entre 60 m al Sudoeste y 15 m al Noreste, yacén en suave discordancia sobre las "Arenas Puelches" y están cubiertos por el Pospampiano en las vaguadas.

Su importancia hidrogeológica radica en el hecho de ser parte integrante principal del subacuífero "epipuelche" (15) (16).

El Pospampiano está restringido a las vaguadas o cauces fluviales menores; se acuña lateralmente en los cauces mayores o termina bruscamente contra las barrancas, si éstas son elevadas (Río Paraná).

Geológicamente y en orden decreciente de edad se distinguen Lujanense y Platense.

Al primero lo componen limos arcillosos, gris verdosos, en ciertos casos algo arenosos y de colores más claros, que se caracterizan por contener sales, principalmente cloruros y sulfatos.

Lateralmente, a partir del curso medio y hasta la desembocadura del A° de La Cruz, está reemplazado por su facies marino-estuarina o Querandinense, compuesto por arcillas oscuras (21).

El Platense que cubre comúnmente al anterior, se compone de limos arenosos claros, calcáreos y delgadamente estratificados. Estas características, indicarían condiciones climáticas más benignas que las que imperaron durante la sedimentación Lujanense.

El Pospampiano es importante desde el punto de vista hidrogeológico pues aloja al nivel freático en las zonas de descarga natural (llanura baja) y porque puede influir en la calidad química de las aguas subterráneas.

## 6. CLIMATOLOGIA

Según la clasificación de Köppen, el clima de esta región es "templado húmedo"

La falta de estaciones con registros de temperaturas dentro de este ámbito, ha llevado a adoptar los correspondientes a la estación climatológica "San Miguel" (Hoja 3560-12, coordenadas 16.600/76.150), perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional cuyos valores representados en el Gráfico N° 2 abarcan el período 1941-1960. (19) (20).

Las máximas temperaturas medias se producen en los meses de Enero y Febrero y las mínimas en Junio y Julio.

Tomando como base los promedios mensuales de precipitación del período 1921-1950 (18), de los pluviómetros que el mencionado Servicio posee en la zona, se ha obtenido el promedio de precipitación del área cuyos valores se consignan, Gráfico N° 3. La mayor precipitación promedio mensual se produce en Marzo (111 mm) y la mínima en Julio (44 mm.). Del total de precipitación promedio anual (908 mm), el 40 % ocurre en Diciembre, Enero, Febrero y Marzo.

Para utilizar la clasificación climática de Thornthwaite (1948) (2), se ha tomado la precipitación señalada y la evapotranspiración potencial calculada con las temperaturas del gráfico N° 2.

Los factores de la clasificación se extraen del Cuadro N° 1 en base al cual se establecieron los siguientes índices:

$$I_h = \frac{100 \times 122}{804} = 15,2 \text{ o/o}$$

$$\text{Índice de aridez} = \frac{18 \times 100}{804} = 2,2 \text{ o/o}$$

$$\text{Índice hídrico} = I_n = I_h - 0,6 I_a = 13,9 \text{ o/o}$$

Concentración térmica en el verano =

$$= S = \frac{100 \times 358}{804} = 44,5 \text{ o/o}$$

Según estos índices se tiene un clima "Sub-húmedo húmedo", con poca o nada deficiencia de agua y de acuerdo a su eficiencia térmica es mesotermal B'2 (2), que a los fines prácticos se nomina como "semi-frío con tendencia a templado".

## 7. AGUAS SUPERFICIALES

### 7.1. Características físicas

La red de drenaje del A° de La Cruz está formada por un conjunto de cursos tributarios temporarios y adopta un diseño de tipo dendrítico, que en la porción media tiende a adquirir carácter rectangular. Comprende 66 cauces que totalizan 265 Km de recorrido, de los cuales 62 corresponden al colector principal.

La red del A° Pesquería comprende afluentes temporarios y sólo el cauce principal, en su tramo inferior, es de tipo perenne. El diseño es dendrítico y la longitud total de los cauces es de 82 Km, correspondiéndolo al principal 28 Km.

El A° Del Pescado tiene muy poco desarrollo. Se trata más bien de dos tributarios que se unen para formar la vaguada principal.

## 7.2. Fluviometría

No existen estaciones de aforo en el ámbito de la cuenca.

## 7.3. Balance hidrológico

A efecto de establecer una estimación del balance se utilizará la fórmula general simplificada del ciclo hidrológico:

$$P = E_{vtr} + E_f + I$$

$$P - (E_{vtr} + E_f + I) = 0$$

donde:

P: Precipitación

$E_{vtr}$ : Evapotranspiración real

$E_f$ : Escurrimiento fluvial

I: Infiltración

Como precipitación se toma un valor de 908 mm que corresponden al promedio anual señalado en el capítulo de Climatología.

La evapotranspiración fue calculada mediante la fórmula de Turc y el método de Thornthwaite, con las que se obtuvo 650 mm/año y 786 mm/año (8).

Debido a la falta de estaciones de aforo no se conoce el escurrimiento fluvial; se ha considerado la conveniencia de introducir para su estimación, en base a la precipitación, el coeficiente de escurrimiento fluvial de 0,12 calculado para el Río Matanza, con lo cual resulta una cifra de 109 mm.

Reemplazando los valores así obtenidos en la fórmula del balance señalada precedentemente:

$$I = P - (E_f + E_{vtr})$$

Aplicando la  $E_{vtr}$  obtenida por Turc:

$$139 \text{ mm/año} = 908 - (109 + 660)$$

Aplicamos la  $E_{vtr}$  deducida de Thornthwaite

$$13 \text{ mm/año} = 908 - (109 + 786)$$

En base a las características físicas que a continuación se detallan, el coeficiente de escurrimiento fluvial adoptado sería un poco exagerado y por lo tanto podría esperarse una mayor infiltración.

	$i_c$ *	$F_c$ **	$D_d$ ***	$E_{fs}$ ****
	m/Km	cauces/Km <sup>2</sup>	Km/Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup> /Km
Arroyo De la Cruz	(x)	0,0082	0,16	3,12
Arroyo Pesquería	(x)	0,0055	0,16	3,12
Arroyo del Pescado	(x)	0,013	0,18	2,78
Río Matanza (15	3.5	0,115	0,254	1,960

(x): La pendiente media general es de 2,3

\*: Pendiente media de la cuenca

\*\* : Frecuencia de cauces

\*\*\*: Densidad de drenaje

\*\*\*\*: Extensión del flujo superficial.

## 8. AGUAS SUBTERRANEA

### 8.1. Subacuífero "epipelche"

Este subacuífero, según la información recogida en campaña, estaría compuesto por un solo miembro productivo con diferenciaciones verticales de tipo químico; pero tal vez en algunos lugares, por anisotropía, los horizontes inferiores adquieran carácter de semiconfinados. La falta de perforaciones controladas en el área no permite aseverar con justeza este último aserto.

Si bien los niveles de agua medidos corresponden a la freática, en aquellos casos en que se lograron datos de perforaciones relativamente profundas, pudo establecerse una coincidencia con aquéllos. Esto demostraría la interrelación de los horizontes y la relativa verticalidad de la superficie equipotencial.

Para el mapa isofreático (Mapa II), se eligió, a fin de subsanar los posibles errores de acotamiento de boca de pozo, una equidistancia de 5 metros. Este muestra una correspondencia entre los límites topográficos e hidrológicos y el carácter efluente de los arroyos, aún de los intermitentes. La falta de agua en estiaje no siempre significa ausencia de aporte por parte de la capa freática sino que el mismo es superado por la evaporación.

Si bien hidrogeológicamente y dentro de su mayor o menor permeabilidad los sedimentos facilitan la infiltración, la red de flujo señala una predominancia de ésta en la "Llanura Alta".

La superficie freática adopta una forma convexa, equilibrada por la relación recarga/descarga. No obstante contrasta el espaciamiento de las curvas de 20 y 25 m, alrededor de las coordenadas 72.000/08.000, hecho atribuible a la convergencia de tres divisorias, que no se manifiesta por la equidistancia elegida. La intensificación de la recarga trae aparejado consecuentemente un aumento de la trasmisividad.

Considerando una pendiente media de 1/1000 obtenida por el método estadística de las "líneas subdivi-

sorias", adoptando un coeficiente de permeabilidad de 1 m/día y una porosidad efectiva de 0,10 (1), (5), la velocidad efectiva sería de 0,01 m/día.

El registro freático para tres años (Gráfico N° 4) no muestran signos de fenómenos depresivos permanentes y la recuperación en casos extremos es de 2.50 m aunque los valores normales son menores, aproximadamente 1 m.

Tomando este último valor y considerando una porosidad efectiva de 0,10 la variación de las reservas reguladoras fluctúa en algo más de 1.000 metros cúbicos por hectárea.

La conductividad del agua (Mapa III) tiene en general valores moderados que varían entre 800 y 2.000  $\mu\text{mhos/cm}$ , pero existen algunas excepciones en las que se llega a sobrepasar los 2.500  $\mu\text{mhos/cm}$ , en general coincidentes con zonas en las que el nivel del agua está a muy poca profundidad.

El mapa de isoconductividad para los horizontes más profundos (Mapa IV) muestra una sensible disminución de la misma ya que apenas sobrepasa los 1.000  $\mu\text{mhos/cm}$ . En el informe anterior (6) se expresó que podría deberse a la precipitación de los bicarbonatos y carbonatos, pero los análisis químicos contradicen esta hipótesis.

Los valores de estos últimos no presentan el contraste necesario como para poder hacer una correlación en base al detalle en que se está trabajando.

Para la capa freática el residuo seco varía desde algo más de 1.200 ppm hasta aproximadamente 600 ppm (Mapa V) y los pequeños cambios están sujetos a las características morfológicas, hidrogeológicas y de recarga/descarga locales. A pesar de ello es de hacer notar que hay una coincidencia entre los puntos de mayores valores absolutos con zonas de descarga.

Prescindiendo de esto mientras la capa freática tiende a presentar valores mayores hacia la cabecera, los niveles más profundos se comportan de modo uniforme. (Mapa VII). Lo mismo acontece para la alcalinidad ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ), (Mapas V y VII), sulfatos y cloruros (Mapa VI), (Mapa VIII).

Lo más llamativo es la predominancia de cloruros en los niveles superiores cuando las condiciones geohidrológicas aparentemente no los justificarían. Estas pequeñas variaciones pueden deberse a las peculiaridades locales ya enunciadas, a la distinta dinámica del ciclo hidrológico y quizá, al tipo de obra muestreada.

Los valores máximos para alcalinidad ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ), sulfatos y cloruros son de 12 meq/litro, 2 meq/litro y 4 meq/litro respectivamente y los dominantes de 8 meq/litro, 0,5 meq/litro y 0,5 meq/litro.

## 8.2. Subacuífero "puelche"

Los datos existentes son insuficientes para trazar un mapa de curvas isopiezas. Las perforaciones ubicadas en: San Andrés de Giles (54.050/88.250), las cercanías de Solís (62.000/03.200), la Colonia Dr. Cerdá

(78.950/91.650), las vecindades de Parada Robles (79.200/96.700), Chenaut (72.200/10.600), las adyacencias de Campana (00.500/11.550) respectivamente muestran los siguientes niveles piezométricos todos referidos a nivel del mar: 41 m, 25 m, 24 m, 22 m, 7 m, -4 m, y 10 m, indicando que el escurrimiento general se efectúa hacia el Río Paraná.

La semejanza de las redes de flujo del "puelche" y "epipuelche" detectada en otras cuencas, puede ser extrapolada a esta. Los puntos censados muestran que comúnmente el primero se presenta como negativo (\*), en las zonas de recarga y positivo (\*) en las zonas de descarga, hecho constatado en la cuenca del Río Matanza. De esto se desprende la posibilidad de obtener una idea general con respecto a la red de flujo.

Es de hacer notar que algunas perforaciones situadas en el valle de inundación del A° De La Cruz, a unos 7 Km aguas abajo de la ciudad de Capilla del Señor, muestran surgencia debido a las características topográficas del lugar.

Los datos piezométricos del puelchense son dudosos, pudiendo no corresponder al mencionado subacuífero.

Las dos probables estaciones señalan un acompañamiento atenuado con los cambios o variaciones de las reservas generatrices. Además por encontrarse en áreas de baja explotación, no hay indicios de depleción.

Los mapas hidroquímicos que se presentan deben ser considerados con cautela puesto que de las perforaciones muestreadas a los fines, sólo 5 presentan información fehaciente que permite determinar la procedencia de las arenas puelches. El resto ha sido informado verbalmente, es decir que, el resultado obtenido es simplemente probable.

El residuo seco se muestra en general bastante constante (Mapa IX) ya que salvo una excepción, sus valores están en 600 ppm.

En la zona de cabeceras presenta una disminución respecto de la capa freática siendo bastante semejante a los niveles profundos del "epipuelche".

La alcalinidad se mantiene alrededor de 8 ppm, coincidiendo aproximadamente con las capas superiores; se observa una tendencia a aumentar hacia las cabeceras, sobrepasando apenas las 10 ppm, en coincidencia con la capa freática.

El sulfato por lo general disminuye respecto de los horizontes superiores y los cloruros se mantienen alrededor de 0,5 meq/litros. (Mapa X).

Teniendo en cuenta los valores de residuo seco y los aniones estudiados, el agua es potable.

Sólo se ha realizado un ensayo hidráulico y corresponde a la perforación ya mencionada de Capilla del Señor, en la que utilizando el método de "recuperación residual" con una duración de 1.080 minutos se obtuvieron los siguientes parámetros.

(\*) Capa artesiana positiva o presión positiva, cuando el nivel piezométrico sobrepasa el freático; capa artesiana negativa o presión negativa cuando está por debajo de él (22).

Nivel estático 7,50 mts, nivel dinámico 36,80 mts, caudal 72 m<sup>3</sup>/h caudal característico 2,5 m<sup>3</sup>/h/m. El valor de transmisividad (30 m<sup>3</sup>/día.m) está controlado por el escaso desarrollo de la perforación. Puede hacerse referencia a algunos rendimientos de pozos de los que se posee información en la zona de Campana y Zárate. Para caudales que oscilan alrededor de los 190 m<sup>3</sup>/h se obtuvieron caudales característicos promedio de 11 m<sup>3</sup>/h/m.

Las reservas estimadas para las dos subunidades mencionadas varían entre 3 y 8 Km<sup>3</sup> según se considere un coeficiente de almacenamiento de 0,04 o 0,1.

### 8.3. Subacuífero "hipopuelche"

Durante el transcurso de las tareas realizadas no se ha podido obtener datos sobre este subacuífero, pero las características hidrogeológicas regionales permiten suponer su presencia, así como la mala calidad de sus aguas.

## 9. CONCLUSIONES

Las condiciones geohidrológicas son interesantes, especialmente por el bajo contenido de sales de las aguas.

Dado que el desarrollo demográfico y económico-industrial es aún incipiente y localizado en ciudades como Campana y Zárate, los recursos hídricos de subsuelo resultan suficientes para abastecer las necesidades actuales.

La expansión futura que incrementará la demanda de agua, podrá suplirse durante varios años por los recursos subterráneos.

Son insuficientes las perforaciones con datos sobre el subacuífero "puelche", pero las mismas comprueban

los hechos que se desprenden de los reconocimientos hidrogeológicos regionales.

La respuesta del carácter positivo y negativo de los niveles piezométricos en las zonas de descarga y recarga y las condiciones hidrogeológicas generales, posibilitan la adopción preliminar del mapa isofreático para la investigación de las "arenas puelches"

El balance hidrológico arroja posibilidades de recarga natural que tal vez puedan acrecentarse con un adecuado manejo del agua.

Prácticamente no existe deterioro del acuífero y las reservas no han sido afectadas mayormente estimándose las mismas en 5,5 Km<sup>3</sup>.

La freaticimetría no indica fenómenos depresivos en corto lapso.

Dado el estado inicial de la explotación del recurso hídrico, una investigación a fondo del mismo facilitará una futura programación de manejo de agua armónico.

## 10. RECOMENDACIONES

Debe levantarse por lo menos expeditivamente el mapa hidrogeológico de superficie.

Se establecerán estaciones hidroquímicas.

Podrá ser de mucha utilidad establecer una estación de aforo en las cercanías de la desembocadura del A<sup>o</sup> De La Cruz.

La importancia que tiene el manejo del agua y el estado incipiente de su explotación, obligan a controlar por lo menos toda nueva perforación que alcance al "subacuífero puelche".

Cuando el grado de desarrollo lo exija se efectuarán unas nuevas perforaciones de exploración que completen el panorama y permitan bosquejar el modelo matemático.

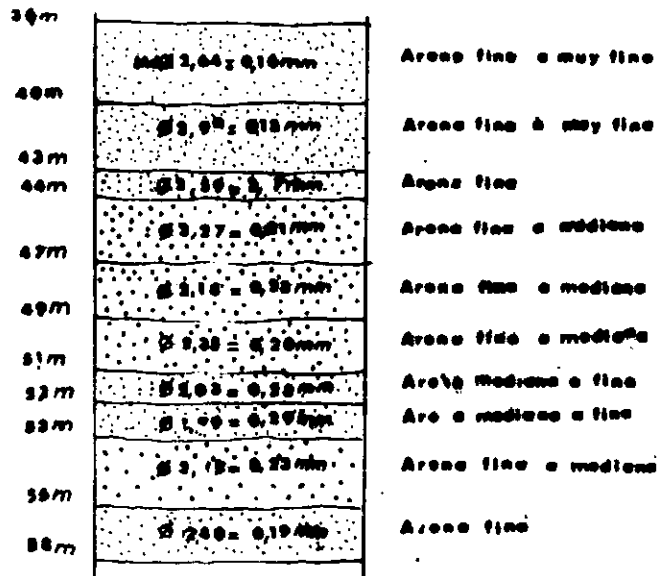
## LISTA BIBLIOGRAFICA

- 1) BOGOMOLOV, G. V. & SILIN-BEKTCHOURINE, A. T., 1955  
Hydrogeologie Specialisée, Gosgeoltekhizdat, Moscú.
- 2) BURGOS, J. J. & VIDAL A. L., 1951  
Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite  
Revista Meteoros, año I No 1, Buenos Aires.
- 3) CAPPANNINI, D. A. & DOMINGUEZ O. 1961  
Los principales ambientes geodafológicos de la Provincia de Buenos Aires.  
IDIA Nº 163. Buenos Aires.
- 4) DIFRIERI, H., 1961  
Estructura y movimiento de la Población  
En: La Argentina, Suma de Geografía, Tomo VII, Cap. IV  
Peuser, Buenos Aires.
- 5) EASNE, 1967  
Estado del conocimiento actual de la Geohidrología del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
Inédito, La Plata.
- 6) EASNE, 1970  
Algunos caracteres Geohidrológicos de las cuencas de los Arroyos de La Cruz, Pescado y Pesquería  
Gonnet.
- 7) FRENGUELLI, J. 1950  
Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires  
LEMIT, MOP, PBA, Serie II Nº 33, La Plata.
- 8) GARCIA LOZANO, F. & GONZALEZ BERNAL-DEZ, F., 1964  
Métodos en uso y su empleo para el cálculo de la evapotranspiración  
Ministerio de Obras Públicas, Centro de Estudios Hidrográficos.  
Publicación Nº 23, Madrid.
- 9) GROEBER, P., 1945  
Las aguas surgentes y semisurgentes del Norte de la Provincia de Buenos Aires  
Revista La Ingeniería, año XLIX, Nº 6 pp. 371-387 Buenos Aires.
- 10) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA. 1968  
Boletín Estadístico, segundo trimestre 1968  
Dirección de Estadística La Plata.
- 11) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA. 1968  
Boletín Estadístico, tercer trimestre 1968  
Dirección de Estadística La Plata.
- 12) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA. 1968  
Boletín Estadístico, cuarto trimestre 1968  
Dirección de Estadística La Plata.
- 14) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA. 1970  
Censo nacional de Población, Familias y viviendas, cifras provisorias  
Dirección de Estadística La Plata.
- 15) SALA, J. M. 1969  
El agua subterránea en el Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
Reunión sobre la Geología del Agua Subterránea de la Provincia de Buenos Aires; pp. 25-49.
- 16) SALA, J. M. & AUGE M. P., 1969  
Algunas características geohidrológicas del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
IVas. Jornadas Geológicas Argentinas.
- 17) SALA, J. M. & CECI, J. H., 1968  
Características físicas de la Red de drenaje del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
IIIer. Congreso Nacional del Agua, Vol. I, San Juan.
- 18) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1962  
Datos pluviométricos (1921-1950)  
S.M.N. Pub. B1, Nº 2 Buenos Aires.
- 19) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1958  
Estadísticas Climatológicas (1941-1950)  
S.M.N., Pub. B1 Nº 3 Buenos Aires.
- 20) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1965  
Estadísticas climatológicas (1951-1960)  
S.M.N., Pub. B1 Nº 6, Buenos Aires.
- 21) TAPIA, A. 1937.  
Datos Geológicos de la Provincia de Buenos Aires, Aguas Minerales de la Provincia de Buenos Aires.  
Comisión Nacional de Climatología y Aguas Minerales.  
Tomo II. Buenos Aires.
- 22) TOLMAN, CF. Ground Water Ed. Mc Graw Hill, Nueva York.  
Ground Water Ed. Mc. Graw Hill, Nueva York.

# PERFIL GRANOMETRICO

## PERFORACION EN ESCOBAR

10-400  
50-200

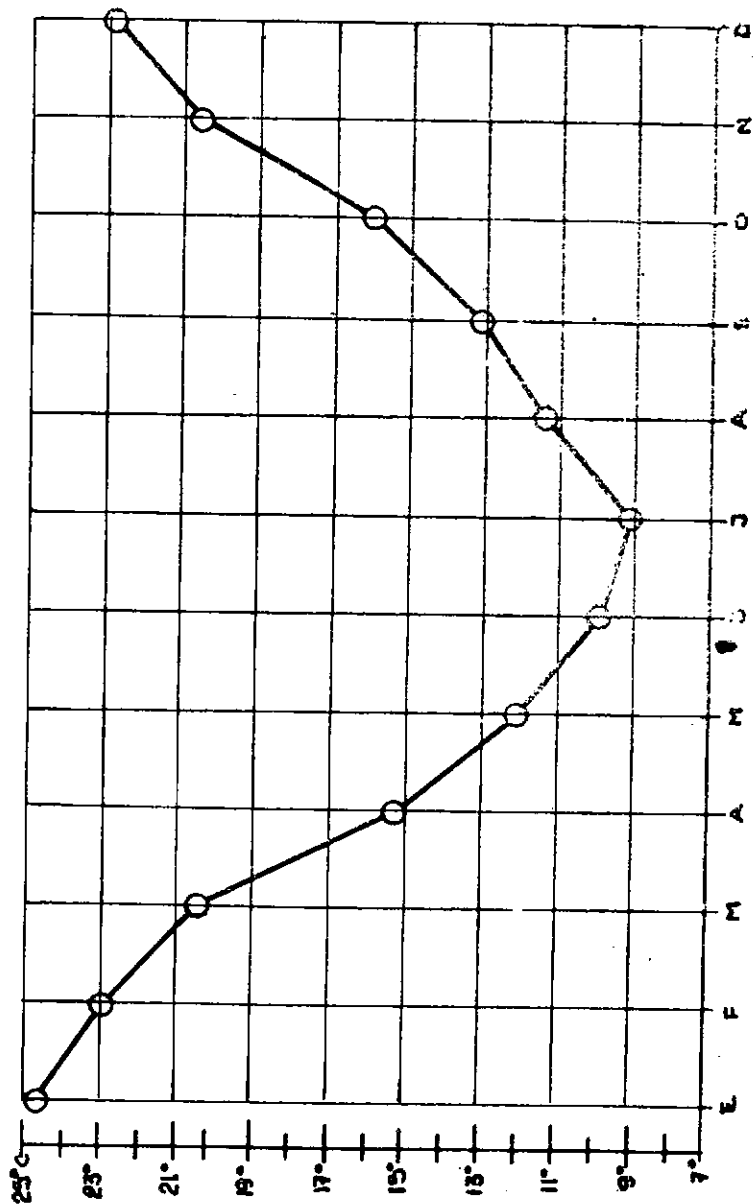


Cota 21m

Gráfico No. 2

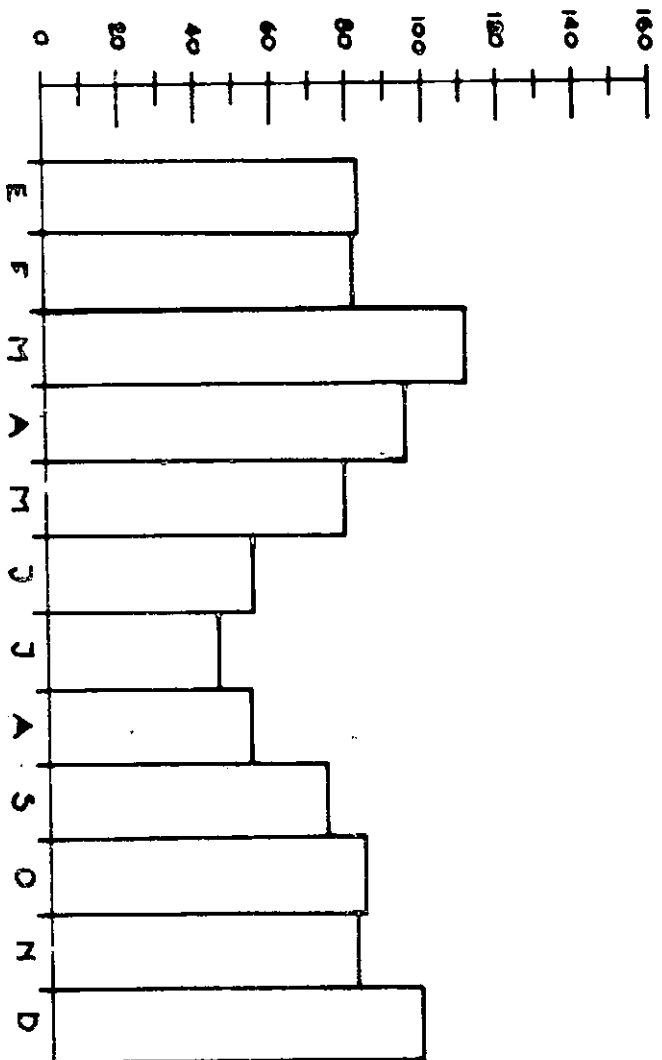
CUENCA DEL RÍO LUJÁN

### VARIACIÓN MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURAS MEDIAS



CUENCA DEL RIO LUJÁN

PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm)





FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA DE THORNTHWAITE

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Precipitación media mensual	82	82	116	95	79	55	46	54	73	83	81	98	944
Evapotraspiración potencial	147	112	94	51	31	20	18	30	39	66	102	135	845
Variación de la reserva de agua del suelo	-42	---	82	44	34	---	---	---	---	---	-21	-37	
Reserva de agua útil (saturación - 100 mm)	0	0	22	66	100	100	100	100	100	100	79	42	
Exceso de agua	---	---	---	---	14	35	28	24	34	17	---	---	152
Déficit de agua agrícola	23	30	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	53
Evapotraspiración real	124	82	94	51	31	20	18	30	39	66	102	135	798

## Capítulo VIII

### PORCION ORIENTAL DE LA CUENCA DEL RIO LUJAN Y LAS CORRESPONDIENTES A LOS ARROYOS ESCOBAR, GARIN, CLARO Y DE LAS TUNAS

#### 1. INTRODUCCION

En este capítulo se señalan los resultados obtenidos en la investigación del agua subterránea de la porción oriental de la cuenca del río Luján y de las de los arroyos Escobar, Garín, Claro y de Las Tunas.

El total del área es de unos 1.575 Km<sup>2</sup>, de los cuales corresponden al Luján unos 1.000 Km<sup>2</sup> y el resto a los arroyos mencionados.

Este constituye una actualización y ampliación del anterior trabajo "Algunos caracteres geohidrológicos de las cuencas del Río Luján, Arroyos Escobar, Garín, Claro y de las Tunas" (6).

#### 2. ANTECEDENTES

Fuera del mencionado se han realizado en el área sólo trabajos de carácter general entre los que pueden señalarse aquellos que tocan aspectos geológicos como los de Ameghino, Frenguelli, Stappenbeck, Gröeber, Tapia, Cappannini & Dominguez, Roth, Rusconi, Pandolfi, Santa Cruz; geomorfológicos, Sala & Ceci; gequímicos, González & Hernández, y sobre aguas subterráneas en general los de Stappenbeck, Gröeber, Artaza, Salvador, EASNE, Sala & Auge y Sala.

#### 3. ASPECTOS DEMOGRAFICOS Y ECONOMICOS

La zona de estudios ocupa total o parcialmente los partidos de Escobar, Pilar, Luján, Tigre, General Sarmiento, Exaltación de la Cruz, General Rodríguez, Mercedes y Campana, con una población estimada en 231.000 habitantes. (13).

El área urbana está limitada a las cabeceras de los partidos Luján, Pilar, Escobar y poblaciones como José C. Paz, Garín, Ing. Maschwitz, Matheu, Villa Rosa, Cortines, etc.

Existe un área de expansión dentro de los límites de las cuencas de los arroyos Garín, Claro, de las Tunas y parte del A<sup>o</sup> Escobar, en la que se desarrolla principal-

mente la actividad secundaria (industrial) (4) y en menor grado la terciaria (comercio, banca, etc.) (4).

Con respecto a las actividades primarias (4), además de los cultivos extensivos y cría de ganado, se realiza explotación hortícola y florícola, principalmente en las periferias de las localidades mencionadas. En cuanto al uso de la tierra en cultivos extensivos puede darse el siguiente detalle (10).

Cereal	Hectáreas sembradas
Trigo	2.850
Maíz	5.390
Avena	1.595
Girasol	1.535
Cebada	720
Lino	1.895
Centeno	465
Alpiste	200
<b>Total</b>	<b>14.650</b>

El total de ganadería en la cuenca (Bovina, ovina, equina y porcina) es de 91.550 cabezas (11) (12).

En lo referente a las industrias radicadas no se poseen guarismos detallados ya que los censos existentes no los proporcionan (10). Como dato ilustrativo del potencial económico de la región se hace referencia al número de establecimientos estimados para el área que superan los mil.

#### 4. MORFOLOGIA

La cuenca está comprendida dentro del ambiente de la "Pampasia Central Baja". Los rasgos morfológicos más destacables son los denominados "terrazza alta" y "terrazza baja" (7). La primera ocupa la mayor parte del área y la segunda constituye la llanura de inundación que se extiende al Este de la anterior hasta confundirse con el Delta del Río Paraná. En ella las pendientes son mínimas y el drenaje dificultoso.

Dentro de este aspecto general se puede hacer una

distinción más detallada y subdividir al área en tres unidades, a saber: llanura alta, llanura intermedia y llanura baja (Mapa I).

**LLANURA ALTA** — Se presenta como un plano de escasa pendiente, apenas sobreelevado al resto del paisaje.

Bordea la zona por el Norte y el Sur excepto en pequeñas porciones de la sección inferior.

Los contornos son irregulares debido a la erosión retrocedente que además ha dejado remanentes en los interfluvios, a veces enmascarados por el relieve labrado por los cursos. Probablemente a causa del sector de la cuenca de que se trata los bañados y lagunas son escasos.

La menor difusión de la red de drenaje superficial y las características hidrogeológicas señalan la posibilidad de preeminencia de la infiltración directa de aguas meteóricas. Ocupa el 28 % del territorio.

**LLANURA INTERMEDIA** — Se trata de una superficie equivalente al 53 % del total con relieve bastante marcado en relación a las características generales de la zona. De forma plano convexo, está surcada por una red bien integrada compuesta por cursos secundarios generalmente intermitentes.

Es de hacer notar la mayor pendiente e inclinación de las laderas de los valles de los tributarios por la margen norte. Las V son pronunciadas en cabeceras y los perfiles longitudinales de los valles tienen forma cóncava aproximadamente regular.

El relieve mencionado y las características de la red de drenaje, indican la predominancia relativa del escorrentamiento fluvial sobre otros parámetros.

**LLANURA BAJA** — Excepto la sección inferior, próxima a la desembocadura, comprende una estrecha franja de alrededor de 500 m. de ancho a ambas márgenes del río Luján que trepa cortos trechos por los flancos de los valles de los afluentes más importantes. El porcentaje areal es del 19 %.

Desde el límite Oeste de la zona hasta la altura de la ciudad de Luján, el cruce presenta barrancas de cierto desarrollo (hasta aproximadamente 5 m.) y de allí hasta unos dos km. después del puente del FC. Belgrano, el ambiente mantiene su estrechez, diferenciándose de la sección anterior por su carácter francamente inundable. Este último rasgo se mantiene hasta el límite Este del estudio, ensanchándose considerablemente el ambiente como consecuencia de la conexión de esta cuenca con el valle del Paraná y confundiendo con la "terrazza baja" a la que por lo tanto no hemos incluido en la descripción.

El carácter deplecivo de la zona está determinado por el aumento de la evapotranspiración en función del área expuesta hacia la desembocadura y por el caudal básico del río Luján en toda la sección, aunque éste puede ser compensado por la afluencia subterránea.

Exceptuando la presencia de terraplenes de vías ferroviarias y caminos, el paisaje natural no ha sido profundamente disturbado por la acción del hombre, como ocurre con las cuencas situadas más al Sur.

## 5. HIDROGEOLOGIA

Desde la realización del trabajo anterior (6) no se agregó información que modifique sustancialmente el esquema hidrogeológico trazado.

No se han controlado perforaciones realizadas por terceros. El EASNE tampoco efectuó ninguna por no justificarse económicamente por el momento. Sólo se hace mención a una perforación realizada en la localidad de Capilla del Señor, vecina a la cuenca, que sirvió para completar la hidrogeología de subsuelo en el sector Norte, confirmando el esquema trazado anteriormente.

### 5.1. Hidrogeología de subsuelo

La descripción de la secuencia hidrogeológica del subsuelo se apoya en el sondeo efectuado por Gas del Estado (coordenadas 86.500/82.200) que con 453 m. es el más profundo.

El "Rojo" (9) no fue atravesado totalmente. Su techo parece ascender hacia el Noreste y se ubica en la perforación a -191 m. (\*). Es una sucesión alternante de arcillas y areniscas. Las primeras poseen colores pardo-rojizos oscuros, con intercalaciones tobáceas, son ricas en calcáreos y algo yesíferas. Las areniscas se caracterizan por ser cuarzosas, de grano fino, rosadas y ricas en yeso, en parte con material cementante. Integran los niveles más profundos del subacuifero "hipopuelche" (5) (14) (15).

Esta unidad ha sido reconocida en todos los pozos profundos dentro y fuera de la cuenca.

El "Verde" (9) se dispone discordantemente sobre el "Rojo" y está formado por una secuencia inferior de 80 metros, compuesta por areniscas cuarzosas, en parte conglomerádicas poco cementadas, blanquecinas a gris verdosas, con intercalaciones de niveles arcillosos y tobáceos algo calcáreos.

En su techo presenta fragmentos de fósiles vegetales. La sección superior, de 40 metros, está integrada principalmente por arcillas verde oscuras, compactas, ricas en calcáreos de origen orgánico; presenta una transición hacia la base en la que se torna más calcárea, adquiriendo colores pardos y haciéndose más arenosa.

Las "Arenas Puelches" o "Puelchense" está compuesto por arenas finas a medianas, cuarzosas, de color pardo amarillento, con aumento del tamaño de grano hacia la base, donde puede presentar gravilla y rodados acorazados de hasta 10 cm, mientras que en los niveles superiores, generalmente limosos, presenta frecuentemente laminillas de mica. En el gráfico N° 1 se representa, utilizando valores de Mediana, el perfil granulométrico de un sondeo en Escobar, coordenadas 10.400/99.200.

(\*) Los valores están referidos al 0 del IGM.

Lamentablemente las perforaciones ubicadas en la cuenca no guardan una distribución regular, lo que determina que se tenga concentrada la información al Sur del Río Luján y especialmente alrededor de las coordenadas 84.000/76.000.

La base de las arenas presenta desniveles poco marcados para un área tan extensa, ya que varía entre -20 y -50 m. (Mapa II). Fuera de algunos bajos y altos locales, relativamente acentuados se observa a partir de coordenadas 02.000/90.000 un hundimiento regional más pronunciado hacia el río Paraná y hacia el Noroeste que el que se produce hacia el Salado.

El relieve del techo (Mapa II) es menos acentuado, los hundimientos son más suaves que en la base y se producen en dirección a los ríos Paraná y Salado.

La potencia varía entre 3 y 35 metros, ocupando el 94 % del área valores entre 10 y 30 metros (Mapa III). Los menores espesores coinciden en general con los altos del techo y la base de las arenas. El volumen total de las mismas se estima en 40 Km<sup>3</sup>.

En el mapa porcentual cualitativo (Mapa III), se nota que predominan espesores entre 50 y 75 % de arena franca, en relación a la potencia total de la unidad. El porcentaje más bajo es el más restringido arealmente y parece corresponderse con las menores potencias.

## 5.2. Hidrogeología de superficie

Pese a que no se cuenta con levantamientos geológicos de detalle, con la ayuda del mapa de Tapia (19), y el de Cappannini & Domínguez (3) y de las observaciones realizadas, se describe la sucesión hidrogeológica aflorante.

Desde este punto de vista, pueden agruparse los depósitos superficiales en dos grandes unidades: Pampiano y Pospampiano (7).

El primero, más antiguo, se divide en dos pisos muy semejantes litológicamente que son el Ensenadense y el Bonaerense.

El Pospampiano está integrado por el Lujanense y el Platense.

**Ensenadense:** Compuesto por limos en parte arcillosos, pardo rojizos que se toman más arcillosos y grisáceos hacia la base, presenta abundante tosca en forma de bancos y de concreciones nodulares. Es visible en las secciones medias de los cauces mayores, en la barranca que limita la planicie de inundación vecina al Paraná y en toda la topografía relativamente baja que no se halla cubierta por el Pospampiano.

**Bonaerense:** Más moderno que el anterior, está formado por loess arenoso pardo claro, friable, menos calcáreo y más poroso que el Ensenadense. Ocupa las partes elevadas y culmina en las divisorias de aguas (llanura alta).

**Lujanense:** De posición discordante sobre el Ensenadense, comprende limos arcillosos, grises y verdosos de origen fluvial, ricos en sales, principalmente sulfatos y

cloruros. Aflora en las vaguadas de ríos y arroyos donde alcanza su mayor espesor, acufándose lateralmente. Hacia la desembocadura está reemplazado por arcillas oscuras de su facies marina o Querandínense; fósiles correspondientes a esta ingesión han sido hallados en las barrancas del río, cercanas a la ciudad de Luján.

**Platense:** Cubre parcialmente al anterior, con depósitos fluviales limo-arenosos, pardo amarillentos y calcáreos.

Ambos integran una unidad importante desde el punto de vista hidrogeológico, pues están relacionados a las áreas de descarga.

## 6. CLIMATOLOGIA

La clasificación de Köppen incluye esta área dentro del clima "templado húmedo".

Hay en Mercedes una estación climatológica perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional de la que se tomaron las temperaturas medias mensuales del período 1951-1960 (18) (Gráfico N° 2).

Las temperaturas más elevadas corresponden a los meses de Enero y Febrero y las mínimas a Junio y Julio.

Tomando como base los promedios mensuales de precipitación para el período 1921-1950 (17) de los pluviómetros que el mencionado servicio posee en el área, se obtuvieron las medias de la zona, volcándose los valores en el Gráfico N° 3.

La máxima precipitación media mensual ocurre en el mes de marzo (116 mm) y la mínima en Julio (46 mm). Del total promedio anual (944 mm) el 40 % se produce en los meses de Febrero y Marzo.

Para la utilización de la clasificación climática de Thomthwaite (1948) (2), se consideró la lluvia promedio mensual obtenida para la confección del Gráfico N° 3 y con las temperaturas que corresponden al Gráfico N° 2 se calculó la evapotranspiración potencial (8).

Los factores para la clasificación se extraen del Cuadro N° 1 y son:

$$\text{Índice de humedad: } I_h = \frac{100 \times 152}{845} = 18 \text{ } \%$$

$$\text{Índice de aridez: } I_a = \frac{100 \times 53}{845} = 6,27 \text{ } \%$$

$$\text{Índice hídrico: } I_n = I_h - 0,6 I_a = 14,2 \text{ } \%$$

Concentración térmica en el verano:

$$S = \frac{100 \times 394}{845} = 46,6 \text{ } \%$$

Según estos índices corresponde un clima "subhúmedo-húmedo con pequeño o ningún defecto de agua; de acuerdo a su eficiencia térmica es "mesotermal B'2" que se indica como "semifrío con tendencia a templado".

## 7. AGUAS SUPERFICIALES

### 7.1. Características físicas

La cuenca tiene una forma aproximadamente rectangular. El diseño de la red de drenaje es de tipo rectangular, haciéndose dendrítico hacia el Oeste.

Su cauce principal, en la porción inferior, adquiere un carácter apenas anastomosado. Los afluentes más importantes son de carácter perenne, excepto en sus cabeceras, donde se hacen intermitentes debido a que el caudal que reciben no sobrepasa en épocas de estiaje a los valores de evaporación.

En la porción superior y media de la cuenca no existen obras de drenaje artificial importantes, salvo algunos canales que drenan pequeñas áreas.

Los arroyos Escobar, Garín, Claro y De Las Tunas poseen también cuencas de tipo rectangular y diseño homónimo. Por falta de gradiente en sus tramos inferiores son mal drenados. Los arroyos Claro y De Las Tunas adquieren un carácter marcadamente anastomosado, mientras que los arroyos Escobar y Garín debieron ser canalizados para facilitar el avenamiento. En conjunto los cauces de estos arroyos, incluidos sus afluentes, tienen una longitud de 158 Km, lo que hace una densidad de drenaje de 0,275 Km/Km<sup>2</sup>.

### 7.2. Fluviometría

No hay estaciones de aforo en la zona.

### 7.3. Balance Hidrológico

La estimación del mismo puede realizarse utilizando la fórmula simplificada del ciclo hidrológico:

$$P = Ef + Evtr + I$$

donde:

P: Precipitación

Ef: Escurrimiento fluvial

Evtr: Evapotranspiración real

I: Infiltración

La precipitación es el promedio anual en 30 años

calculado para la definición climática (Cuadro N° 1). La evapotranspiración real fue calculada por las fórmulas de Turc (582 mm) y por la metodología de Thornthwaite (792 mm) (8).

En cuanto al valor de escurrimiento fluvial se ha considerado prudente adoptar para la obtención del mismo el coeficiente de escurrimiento fluvial de 0,12 obtenido para la cuenca del río Matanza. Aplicando éste a la precipitación promedio del área en cuestión:

$$Ef = 944 \cdot 0,12 = 113 \text{ mm/año}$$

Cuantificando los miembros del balance hidrológico y teniendo en cuenta que:

$$I = P - (Ef + Evtr)$$

se logran los siguientes resultados:

$$149 \text{ mm/año} = 944 - (113 + 682), \text{ a partir de Turc}$$

$$39 \text{ mm/año} = 944 - (113 + 792), \text{ a partir de Thornthwaite}$$

Los valores de infiltración deducidos de aplicar la fórmula de Thornthwaite serían los que más se adecúan, como lo demostrarían los primeros ajustes del modelo matemático para la zona de La Plata y su vinculación climática-geomorfológica al área de balance.

De la comparación entre los parámetros geomorfológicos cuantitativos (16) de las cuencas de los ríos Luján y Matanza que se señalan a continuación, puede decirse que el coeficiente de escurrimiento para el primero debe ser menor que el utilizado, por lo que la infiltración podrá ser mayor que la calculada.

	Río Luján	Río Matanza
Factor de forma	0,16	0,53
Coefficiente de compacidad	1,44	1,06
Pendiente media de la cuenca (m/Km)	1,56	3,47
Pendiente media cauce principal (m/Km)	0,44	0,52
Frecuencia de cauces (cauces/Km <sup>2</sup> )	0,026	0,115
Densidad de drenaje (Km/Km <sup>2</sup> )	0,158	0,254
Extensión de flujo superficial (Km <sup>2</sup> /Km)	3,16	1,96

## 8. AGUAS SUBTERRANEAS

### 8.1. Subacuífero "epipelche"

El subacuífero "epipelche" (5) (14) (15) se halla alojado en los sedimentos pampianos y pospampianos.

De acuerdo a la información brindada por los pozos locales, estaría integrado por un solo miembro productivo con variaciones químicas verticales, como se puede observar en el perfil de la perforación Jáuregui Nº 1 de OSN.

Localmente debido a la anisotropía que pueden presentar los sedimentos, no es extraña la aparición de distintos horizontes más productivos en determinados lugares, motivada por pequeños cambios de permeabilidad, difíciles de determinar si las perforaciones no están realizadas con sumo cuidado. La potencia de éstos varía entre 10 y 20 metros. Un ejemplo de ello sería la perforación efectuada por Dirección Nacional de Minería en Open Door (85.000/83.450) donde por debajo de la freática se encuentran dos capas acuíferas.

Se ha trazado el mapa isofreático (Mapa IV), que muestra una coincidencia bastante marcada entre los límites de las cuencas superficial y subterránea, incluso entre las divisorias menores.

La recarga se produce primordialmente en los interfluvios, mientras que la descarga natural se materializa a través de los cursos de agua superficial principales, mostrando el carácter predominantemente efluente de éstos.

El espaciamiento de las curvas es bastante uniforme. Los perfiles de depresión a lo largo de las líneas de escurrimiento subterráneo dominantes tienen forma convexa. Suponiendo un sustrato impermeable horizontal, el apretamiento de las curvas podría deberse a fenómenos de descarga y no a disminución de la permeabilidad.

El perfil de descarga muestra una forma cóncava, regida por el topográfico del río.

Un aspecto algo distinto presenta el área correspondiente a las cuencas menores. El espaciamiento de las curvas es mayor, con la consecuente disminución de pendiente, adquiriendo el perfil en la zona de descarga carácter parabólico.

En la "terrazza baja" se produce un nuevo incremento en el espaciamiento vinculado a fenómenos de evapotranspiración e inundación.

El gradiente hidráulico medio para toda el área puede estimarse entre 2,5 y 3 metros por kilómetro. Considerando de acuerdo a la calidad de los sedimentos una permeabilidad de 1 m/día (1) y un coeficiente de porosidad eficaz de 0,10 (5), se obtienen valores de velocidad efectiva de aproximadamente 0,03 m/día.

Los períodos de registro piezométricos no son suficientemente largos como para llegar a conclusiones terminantes, pero el lapso de 46 meses da idea de que no habría depleción general en la cuenca, sino que los picos de las curvas representan variaciones normales de las reservas generatrices. (Gráfico Nº 4). Las amplitudes extremas son de 0,80 y 4,80 metros y los picos que se inician a partir de Abril de 1969 coinciden con meses en que las lluvias exceden ampliamente a la evapotranspiración potencial, que de por sí es menor a la del verano. Normalmente muestran leves repuntes durante los meses de menor evapotranspiración poten-

cial y no siempre coinciden con los más lluviosos.

Adoptando un valor de un metro en la recuperación de los niveles y una porosidad efectiva de 0,10, las variaciones de las reservas regulatrices alcanzarían unos 1.000 m<sup>3</sup>/Ha. Excepcionalmente se observan variaciones positivas promedio de 2 m. con las que se duplicarían los volúmenes, pero la extensión de los registros no permite conocer la recurrencia de las oscilaciones máximas impidiendo que el dato sea introducido en la planificación del manejo del agua hasta tanto no se realicen estudios más exactos.

Los valores de conductividad del agua para la capa freática son relativamente bajos (Mapa V). Comúnmente están comprendidos entre los 800 y 1000  $\mu\text{mho/cm}$ . Hay algunos que sobrepasan los 2.000  $\mu\text{mho/cm}$  y excepcionalmente los 3.000  $\mu\text{mho/cm}$ . Debido a que comúnmente el nivel freático tiene una profundidad algo mayor a los 5 metros, esas variaciones pueden atribuirse a diferencias litológicas locales. Sin embargo en los alrededores de las coordenadas 00.000/04.000 y 52.000/80.000 pueden ser asignados a la menor profundidad de la capa.

Se ha confeccionado un mapa de isoconductividad para muestras obtenidas de los niveles inferiores del subacuífero "epipelche" (Mapa VI), que a los fines prácticos se lo denomina "semiconfinado". Comúnmente los valores apenas sobrepasan los 1.500  $\mu\text{mho/cm}$  mientras que los mínimos son algo inferiores a 700  $\mu\text{mho/cm}$ .

En lo referente a química del agua el horizonte freático presenta residuo seco cercano a 600 ppm y menos frecuentemente a 800 ppm; se ha registrado un solo punto de 1.400 ppm.

La alcalinidad predominante es menor que 8 meq/litro con valores menos frecuentes de 6 meq/litro. (Mapa VII). Los sulfatos son poco abundantes y solo aisladamente superan 1 meq/litro. Algo semejante ocurre con los cloruros, aunque llegó a registrarse hasta 5,8 meq/litro (Mapa VIII).

En el horizonte más profundo el residuo seco se mantiene alrededor de 600 ppm y localmente alcanza 1000 ppm. La alcalinidad oscila alrededor de los 8 meq/litro y solo en un caso sobrepasa los 12 meq/litro. (Mapa IX). Los sulfatos raramente exceden 1 meq/litro. Los cloruros tienen tenores bajos y en aquellos casos que sobrepasan 1 meq/litro coinciden con incrementos en el residuo seco y los otros aniones. (Mapa X).

Las pequeñas diferencias que muestran las aguas en el contenido salino impiden por ahora hablar de una zonación y sus orígenes. Dentro de lo relativo solamente parecería existir una disminución de sales en profundidad que podría atribuirse a una diferencia en la dinámica geohidrológica, a la intensidad de la misma, a factores locales y aún a diferencias en la construcción de las obras muestreadas. Desde el punto de vista del consumo humano y en base al residuo seco y a los aniones analizados, las aguas de este subacuífero pueden considerarse en general potables.

## 8.2. Subacuífero "puelche"

Dada la falta de datos de nuevas perforaciones desde la confección del informe anterior (6) se mantiene en general lo establecido en aquél.

El horizonte ha sido localizado en Luján, coordenadas 83.300/74.400', Open Door 85.500/81.200, Pilar 95.175/85.000, Ingeniero Maschwitz 18.000/97.750, Benavidez 18750/92550, Algodonera Flandria 74.650/72.650, Instituto Ramayón López Valdivieso 75.500/69.625 y la perforación ya mencionada Jáuregui N° 1 de OSN.

Ante la imposibilidad de confeccionar el mapa isopiécico a escala 1:100.000 debido a la poca densidad de perforaciones que alumbren este subacuífero, el mismo puede ser reemplazado en parte por el correspondiente a la capa freática, como lo indicarían las condiciones hidrogeológicas y la experiencia adquirida en cuencas vecinas.

El nivel piezométrico con respecto al freático se presenta como negativo (\*) hacia las zonas de recarga y como positivo (\*) en las de descarga; esto último es comprobado por las perforaciones surgentes de Pilar e Ingeniero Maschwitz.

A pesar de no haberse realizado un mapa de conductancia orientativa, por la escasez de datos ya mencionada, se utilizaron las pocas muestras de agua logradas para la confección de mapas químicos tentativos.

El residuo seco pasa de 1.200 ppm con el Oeste de la zona de estudio a más de 2.000 ppm hacia el río Paraná, con una zona intermedia de valores menores. La alcalinidad disminuye de Oeste a Este de 12 a 4 meq/litro. (Mapa XI).

En el mismo sentido decrece el contenido de sulfatos. A pesar de que el ión es estable y se incrementa con la edad y el recorrido del agua manifiesta un comportamiento similar al de la salinidad (Mapa XII).

En realidad no pueden deducirse con precisión las leyes que rigen el comportamiento químico de las aguas, pero como hipótesis de trabajo puede pensarse que los cambios son debidos al comportamiento hidráulico del acuífero.

Con respecto a su calidad y en base a los iones analizados puede decirse que las aguas son potables con excepción de las que se sitúan en la terraza baja.

En lo referente a hidráulica de pozos se realizaron dos ensayos de bombeo, uno en el Instituto Ramayón López Valdivieso, coordenadas 75.500/69.625 del que se detallan seguidamente los valores obtenidos:

Nivel estático: 7,20 m

Nivel dinámico: 9,30 m

Caudal: 7,8 m<sup>3</sup>/h

(\*) Capa artésiana positiva o presión positiva, cuando el nivel piezométrico sobrepasa al freático. Capa artésiana negativa o presión negativa, cuando está por debajo de él. (20).

Transmisividad: 310 m<sup>3</sup>/d.m.

Caudal característico: 3,7 m<sup>3</sup>/h.m.

Duración: 199 minutos.

El otro en la localidad de Escobar, coordenadas 10.400/99.200 arrojó el siguiente resultado:

Nivel estático: 14,00 m

Nivel dinámico: 29,20 m

Caudal: 50 m<sup>3</sup>/h.

Trasmisividad: 40 m<sup>3</sup>/d.m.

Caudal característico: 3,3 m<sup>3</sup>/h.m.

Duración: 420 minutos.

La trasmisividad calculada en este ensayo es demasiado baja y su valor casi seguramente está afectado por el deficiente desarrollo de la perforación.

Puede hacerse referencia además a algunos valores de caudal característico obtenidos por terceros para el ámbito de la cuenca. Así tenemos:

Jáuregui N° 1 Qc = 2,7 m<sup>3</sup>/hora.m

Open Door N° 3 (85.000/83.450) Qc. = 2,1 m<sup>3</sup>/hora.m

Luján N° 1 (83.300/74.700) Qc = 8,6 m<sup>3</sup>/hora.m

Los valores bajos de las dos primeras deben tomarse con cierta cautela ya que los bombeos respectivos fueron realizados con compresor. La perforación de Luján en cambio, fue ensayada con un caudal de 160.000 litros/hora y el valor obtenido indica un buen rendimiento.

Las reservas estimadas para ambos subacuíferos según se considere un almacenamiento de 0,04 o 0,1 son de 3 Km<sup>3</sup> a 8 Km<sup>3</sup> respectivamente. La escasez de datos ha obligado a estimar los cómputos en base a mapas a escala 1:500.000.

## 8.3. Subacuífero "hipopuelche"

Puede hacerse mención para la parte de la cuenca en estudio a la perforación ya citada Open Door N° 3 realizada en el año 1926 que alcanzó 130 metros. El horizonte productivo superior se halla entre los 115 y 129 metros de profundidad con un nivel estático de 18,75 m bbdp y no es potable.

## 9. CONCLUSIONES

El estudiar solamente la parte oriental de la cuenca implicó tropezar en la investigación con algunos inconvenientes de tipo técnico.

Dada la relativamente escasa densidad demográfica de la región, en general no hay problemas en cuanto a cantidad para el abastecimiento de agua, ya que las reservas subterráneas cubrirían las necesidades. En los lugares más poblados y vecindades de las zonas industriales, si bien aún no se ha llegado al límite crítico, es posible que se esté cerca de él o que se lo alcance y rebase a corto plazo.

La información hidrogeológica disponible permite asignar a la comarca buenas posibilidades geohidrológicas, por lo que un buen manejo de los recursos hídricos posibilitará satisfacer las necesidades futuras en incremento durante varios años, evitando importar agua mediante obras costosas.

La información actual induce a pensar que la falta de mapa isopiécico del subacuífero "puelche", puede ser sustituida preliminarmente por el correspondiente a la capa freática.

Los registros freáticos indican que las reservas seculares no han sido afectadas, por lo menos en una medida suficiente como para manifestarse en la escala empleada.

Los resultados del balance hidrológico indican posibilidades de recarga natural.

Un manejo adecuado del agua dará lugar a la posibilidad de utilización de las reservas potenciales.

Las reservas geológicas se estiman en  $5,5 \text{ Km}^3$ .

## 10. RECOMENDACIONES

Se aconseja extender el área de estudio hasta las nacientes del Río Luján, no sólo por los beneficios que traería aparejados a la investigación sino también porque abarca un área económicamente importante, en la que se halla incluida la ciudad de Mercedes.

Es necesario continuar los trabajos de evaluación, pues esta es la base fundamental para la planificación de un manejo racional del recurso.

Para verificar el cálculo del balance hidrológico es conveniente establecer una estación fluviométrica en las cercanías de la terminación de la cuenca media.

Se recomienda establecer estaciones hidroquímicas de control periódico.

Deberán ahondarse los estudios hidrogeológicos de superficie.

Es necesario continuar con los registros freáticos.

Se aconseja que los institutos oficiales procedan al registro de toda nueva perforación, especialmente profunda, que se realice, recabando datos hidrogeológicos e hidrológicos.

Sería interesante que las municipalidades crearan un registro de perforistas, obligando a éstos a presentar un informe y planos con las características técnicas de las obras que efectúen. Esto redundará en beneficio mutuo para la comunidad.

Cuando se planifique intensificar el desarrollo de la región será conveniente programar perforaciones de exploración estratégicamente situadas.

Es necesario mantener al día y perfeccionar los conocimientos.



## LISTA BIBLIOGRAFICA

- 1) BOGOMOLOV, G. V. & SILIN-BEKTCHOURINE, A. T., 1955  
Hydrogeologie Spécialisée, Gosgeoltekhizdat, Moscú.
- 2) BURGOS, J. J. & VIDAL, A. L., 1951  
Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thortnthwaite.  
Revista Meteoros, año I, N° 1, Buenos Aires.
- 3) CAPPANNINI, D. A. & DOMINGUEZ O., 1961  
Los principales ambientes geodafológicos de la Provincia de Buenos Aires.  
IDIA, N° 163, Buenos Aires.
- 4) DIFRIERI, H., 1961  
Estructura y movimiento de la población.  
En: La Argentina, Suma de Geografía, Tomo VII, Cap. IV.  
Peuser. Buenos Aires.
- 5) EASNE, 1967  
Estado del conocimiento actual de la geohidrología del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
Inédito. La plata.
- 6) EASNE, 1970  
Algunos caracteres geohidrológicos de la cuenca del Río Luján y Arroyos Escobar, Garín, Claro y de Las Tunas.  
Gonnet.
- 7) FRENGUELLI, J. 1950  
Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires.
- 8) GARCIA LOZANO, F. & GONZALEZ BERNAL-DEZ.F., 1964  
Métodos en uso y su empleo para el cálculo de la evapotranspiración.  
Ministerio de Obras Públicas Centro de Estudios Hidrográficos  
Publicación N° 23, Madrid.
- 9) GROEBER, P., 1945  
Las aguas surgentes y semisurgentes del Norte de la Provincia de Buenos Aires.  
Rev. La Ingeniería, año XLIX, N° 6, pp. 371-387, Buenos Aires.
- 10) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA, 1968  
Boletín Estadístico 2º trimestre 1968  
Dirección de Estadística, La Plata.
- 11) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA, 1969  
Boletín Estadístico 3er. trimestre 1968  
Dirección de Estadística, La Plata.
- 12) MINISTERIO DE ECONOMIA, PBA, 1969  
Boletín Estadístico 4º trimestre 1968  
Dirección de Estadística La Plata.
- 13) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA. 1969  
Boletín Estadístico 1er. trimestre 1969  
Dirección de Estadística La Plata.
- 14) SALA J. M., 1969  
El agua Subterránea en el Noreste de la Provincia de Buenos Aires  
Reunión sobre la Geología del Agua Subterránea de la Provincia de Buenos Aires. pp. 25-49.  
Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata.
- 15) SALA, J. M. & AUGE, M. P., 1969  
Algunas características geohidrológicas del Noreste de la Provincia de Buenos Aires,  
IVas. jornadas Geológicas Argentinas  
Tomo II, Mendoza.
- 16) SALA, J. M. & CECI, J. H., 1968  
Características físicas de la red de drenaje del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
IIIer. Congreso Nacional del Agua, Vol. I, San Juan.
- 17) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1962  
Datos pluviométricos (1921-1950)  
S.M.N., Buenos Aires.
- 18) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1965  
Estadísticas Climatológicas (1951-1960)  
S.M.N., Buenos Aires.
- 19) TAPIA, A., 1937  
Datos Geológicos de la Provincia de Buenos Aires, Aguas Minerales de la Provincia de Buenos Aires.  
Comisión Nacional de Climatología y Aguas Minerales, Tomo II.  
Buenos Aires.
- 20) TOLMAN, C. F., 1937  
Ground Water. Ed. Mc. Graw Hill. Nueva York.

## Capítulo IX

### CUENCA DEL RIO RECONQUISTA

#### 1. INTRODUCCION

El presente capítulo sintetiza los conocimientos sobre las aguas subterráneas de la cuenca del Río Reconquista.

Esta sinopsis es el producto de parte de las tareas desarrolladas por EASNE durante un lapso de seis años (1967-1972), en la región Noreste de la Pcia. de Buenos Aires. Abarca temas que hacen a la evaluación del recurso, siguiendo la metodología detallada en el informe respectivo, y es una actualización y ampliación del anterior "Algunos caracteres geohidrológicos de la Cuenca del Río Reconquista" (7).

La cuenca que está delimitada por las de los ríos Luján, al Norte; Matanza, al Sur y Salado al Suroeste, desemboca en el tramo deltaico del Río Luján. Comprende una extensión aproximada de 1.670 Km<sup>2</sup>, involucrando total o parcialmente los partidos de Gral. Las Heras, Gral. Rodríguez, Mercedes, Luján, Marcos Paz, Navarro, La Matanza, Morón, Merlo, San Martín, Tres de Febrero, San Fernando, Gral. Sarmiento y San Isidro.

#### 2. ANTECEDENTES

No existen antecedentes, salvo el mencionado anteriormente, que traten sobre el estudio particular, de la cuenca, desde el punto de vista aquí empleado. Entre los de índole general cabe mencionar los producidos por Frenguelli, Stappenbeck, Gröeber, Tapia, González Bonorino, Cappaninni y Mauriño, Sala y Ceci, Santa Cruz, Pandolfi, Roth, Rusconi y otros, respecto a los aspectos geológicos y geomorfológicos. Acerca del agua subterránea tratan al tema Stappenbeck, Gröeber, Artaza, Salvador, Hernández & González, EASNE, Sala & Auge, Sala y otros.

#### 3. ASPECTOS DEMOGRAFICOS Y ECONOMICOS

Dada la íntima relación que existe entre el recurso estudiado y el desarrollo socioeconómico debe aludirse a ciertos aspectos demográficos y económicos, a fin de

ofrecer una idea de las posibilidades presentes y futuras en cuanto a la demanda de agua.

Se afincan en el área 1.340.000 habitantes aproximadamente, según el Censo Nacional del año 1970 (14). La zona más densamente poblada es la correspondiente al Gran Buenos Aires, que ocupa la porción inferior y parte inferior de la cuenca media, con 7.300 habitantes por Km<sup>2</sup>. En la mitad superior de la cuenca media existe un área de expansión demográfica, donde el promedio alcanza a 400 habitantes por Km<sup>2</sup>. El resto de la región posee características rurales, y su densidad es de 18 habitantes por Km<sup>2</sup>.

Hay una analogía entre la distribución demográfica y las características económicas de la zona. Adoptando la clasificación de Clark (5), puede decirse que en el área urbana hay un predominio de las actividades secundarias (industria) sobre las terciarias (servicios generales, banca, comercio), totalizando entre ambas el 97 % de la economía zonal. En el área de expansión, el predominio de las secundarias sobre las terciarias es poco marcado, correspondiéndole solamente el 20 % a las actividades primarias (agricultura y ganadería). Por el contrario, estas últimas predominan en el área primaria alcanzando el 60 %, correspondiendo un 25 % a las terciarias y un 15 % a las secundarias (15).

La prevalencia de los factores secundarios en el área urbana se debe a la radicación de industrias, mientras que en la de expansión, el equilibrio entre secundarias y terciarias se produce por que la mayor parte de las industrias son de tipo subsidiario.

La cuenca posee una superficie agropecuaria de 72.900 Has, siendo las 94.200 restantes ocupadas por áreas urbanizadas y tierras incultas o fiscales con diversos destinos.

El uso de la tierra en la superficie agropecuaria indica una predominancia de áreas dedicadas a la ganadería (63.600 Has) sobre las que se destinan a la explotación agrícola extensiva (8.700 Has) e intensiva (600 Has) (13). Esta última contempla la utilización de agua para riego complementario.

El área urbana posee la mayor proporción de población atendida por servicios de aguas corrientes, los que abarcan unos 250 Km<sup>2</sup> con redes de distribución (15).

La industria se vale en su casi totalidad de aguas

subterráneas. Teniendo en cuenta esta circunstancia, el número y el consumo de agua de acuerdo a sus características, puede afirmarse que la actividad industrial realiza el mayor gasto de aguas subterráneas, seguida en volúmen por los servicios públicos. Toda esta explotación proviene del subacuífero "puelche". (18) (16).

En tercer lugar se ubica el gasto realizado para la provisión domiciliar que explota en su mayor parte el "epipuelche". En general hay contaminación bacteriológica en las localidades carentes de servicios públicos.

En el área de expansión predomina la extracción con fines industriales y de provisión para uso humano; también para riego complementario, en horticultura, actividad ésta en aumento.

La totalidad de los volúmenes de agua requeridos por la industria proviene del "puelche". El subacuífero "epipuelche" es explotado principalmente por la provisión domiciliar, para abreviar ganado (juntamente con el "puelche") y para la agricultura.

En esta zona también hay evidencias de contaminación bacteriológica.

El área primaria abastece sus necesidades, primordialmente ganaderas, del "epipuelche", mediante la captación por medios simples jagüeles, bombas de mano y molinos. Para uso humano también se explota en general este subacuífero, mientras que el aprovechamiento del "puelche" está restringido a grandes unidades agropecuarias, estaciones de ferrocarril, pequeñas poblaciones y manufacturas lácteas locales.

#### 4. MORFOLOGIA

La cuenca participa de las características morfológicas generales típicas de los ríos del Noreste de la Pcia. de Bs. A.

Siguiendo a Frenguelli (8) se encuentra dentro de la "pampa baja" la "terrazza baja", que se estrecha en grado sumo y la "terrazza alta". Dentro de éstas se distinguen tres unidades relacionadas con la geohidrología (Mapa I).

##### 1) Llanura alta

Ocupa un 38 % del área total, bordeando la cuenca con excepción del límite sudeste y notándose la presencia de algunos relictos.

El drenaje, si bien no está integrado, muestra mayor coherencia e intercomunicación que en la cuenca del río Matanza (6), a lo que ayuda la conexión de bañados y lagunas mediante canales de drenaje construidos por el hombre.

El paisaje muestra mayores posibilidades a la infiltración, respecto de los demás parámetros geohidrológicos.

##### 2) Llanura intermedia

Presenta un incremento de las pendientes, lo que se

refleja en un aumento relativo del escurrimiento superficial en detrimento de la infiltración. La erosión más marcada, ha hecho que los límites entre este ambiente y el anterior sean irregulares. Ocupa el 54 % del área de la cuenca.

##### 3) Llanura baja

Se extiende desde aguas arriba de la confluencia de los arroyos Durazno y La Horqueta, hasta la desembocadura y en este sentido el área se amplía lateralmente adquiriendo un desarrollo menor que el que alcanza en la cuenca del río Matanza.

La ubicación de la unidad y su conformación, facilita los fenómenos deplecivos, especialmente como caudal básico, aunque en la cuenca inferior la mayor superficie expuesta permite el aumento de la evapotranspiración.

La pendiente media de la cuenca es de 2,5 m/Km; las cotas en las nacientes oscilan en los 30 metros, con un máximo de 40 m y descienden hasta 2,5 m en la desembocadura (13).

En las inmediaciones de las confluencias de los arroyos La Horqueta y Durazno con el Río Reconquista, el valle menor de este último se estrecha; desde allí y a través de toda la porción media de la cuenca vuelve a ampliarse a medida que va perdiendo pendiente, hasta concluir en una gran planicie de inundación, en el sector inferior.

En general las divisorias son poco marcadas aunque en menor grado la correspondiente a la margen izquierda. Los valles secundarios son relativamente amplios y poco profundos.

#### 5. HIDROGEOLOGIA

##### 5. Hidrogeología del subsuelo

De acuerdo a los nuevos datos incorporados, no han surgido mayores modificaciones en el cuadro hidrogeológico de subsuelo mostrado en el anterior informe (7).

Con el perfil de la perforación efectuada por la Dirección de Hidráulica en la Estación de Cargas Hae-do, Partido de Morón (29150/66150), que alcanza el Basamento, se ha tratado de interpretar las características hidrogeológicas a grandes rasgos. Para ello se han utilizado en forma auxiliar más de 30 perfiles de perforación seleccionados, con profundidades inferiores a los 100 m., la mitad de los cuales fue controlado litológicamente por personal de EASNE. Esta información es satisfactoria, de acuerdo a la escala de trabajo, para el lugar donde están concentradas, es decir la porción inferior de la cuenca. En la media y superior la información es más espaciada.

De acuerdo a lo expresado se describe la siguiente columna estratigráfica en orden decreciente de edad:

— Basamento cristalino: Configura la base impermeable

del complejo acuífero; sus componentes son rocas graníticas y metamórficas que se desarrollan por debajo de -405,5 m (\*).

- "Rojo" (10): Es un conjunto de sedimentos integrados por arcillas y arenistas de color rojizo ricas en yeso y carbonato de calcio. Su potencia alcanza 242 m., localizándose el techo a -162,5 m. Entre los niveles de -357,5 m y -234,5 m existe una secuencia relativamente menos permeable, constituida por elementos areno-arcillosos y arcillosos.

A pesar de ser la perforación mencionada en primer término la única que atraviesa totalmente al "Rojo" en la cuenca del Río Reconquista, la interpolación con otras situadas en cuencas vecinas permite suponer la existencia de éste en todo el ámbito considerado, pero no conocer detalladamente su comportamiento.

- "Verde" (10): Se ubica en posición discordante sobre el anterior; está integrado por areniscas y arcillas grises, azuladas y verdosas con abundantes fósiles marinos. Comienza con una secuencia samítica que va de -162,5 m a -83,5 m, desde donde se continúa hasta -47,5 m con arcillas. Estas denominadas comúnmente "arcillas verdes" o "arcillas azules", son de suma importancia desde el punto de vista hidrogeológico pues actúan como techo confinante del subcuífero "hipo-puelche" (16) (18).

No es posible tener un conocimiento detallado de éste, pues la mayoría de los sondeos sólo alcanzan el techo. En base a la correlación con perforaciones situadas en cuencas vecinas puede inferirse que la extensión del mismo excede los límites del área examinada.

- "Arenas puelches" o "puelchense": Los sedimentos agrupados bajo esta denominación componen el principal subacuífero, circunstancia por la cual han sido más frecuentemente perforados. Estos hechos unidos a una mayor abundancia de datos, hace que se los trate con mayor extensión. Bajo el nombre de "arenas puelches" o "puelchense" se reúne una sucesión de arenas francas, pardo amarillentas, cuarzosas, de grano fino a mediano, ubicadas entre el "Verde" y la serie Pampiana.

Frenguelli (8) extrapoló la Serie Entrerriana, que aflora en las barrancas del Río Paraná, al subsuelo del Noreste de la Provincia de Buenos Aires, pues creyó identificar los pisos característicos de la misma en una secuencia arenosa atravesada por una perforación en la Capital Federal, denominando "puelchense" sólo al nivel superior. A falta de elementos de juicio concluyentes y con un criterio eminentemente práctico, se llaman "arenas puelches" o "puelchense" a todo el conjunto de arenas situadas por encima del "Verde".

Personal de EASNE halló, a 50 m de profundidad en una perforación de la localidad de Beccar (33075/85075), una concreción samítica ferruginosa, en la que se observa claramente estratificación entrecruzada. A priori mostraría semejanza con elementos contenidos en el "Mesopotamiense", aflorante en las

barrancas entrerrianas del Río Paraná, según comunicación verbal de Rosendo Pascual. Esta circunstancia avalaría la tesis sustentada por el autor mencionado en primer término.

Este hallazgo demuestra una vez más las limitaciones de las interpretaciones realizadas en base a perfiles de perforación.

El excepcional tamaño de la concreción (40 cm x 15 cm.) reafirma la diferencia que puede existir entre las propiedades hidrogeológicas "in situ" y las interpretadas en superficie con el frío resultado de los sondeos.

En base a la interpretación del Mapa II, se puede concluir que el límite inferior del "puelchense" presenta rasgos morfológicos suaves, con algunos altos y bajos cerrados. Su posición más elevada -29 m- coincide aproximadamente con las coordenadas 20000 50000. A partir de allí se hunde ligeramente hacia el NNE y S, pero en las proximidades del Delta el gradiente aumenta excesivamente hasta unos 10 m/Km. La continuidad areal de las curvas y el gradiente más o menos uniforme, induce a suponer ausencia de tectonismo importante que afecte la base del "puelchense". Las formas presentes serían el resultado de un antiguo relieve elaborado sobre el techo del "Verde"; el fenómeno es corroborado por el hecho de encontrarse frecuentemente concreciones ferruginosas arcillosas y rodados acorazados de éste, en la porción basal de las arenas.

Para la confección de las curvas del techo se ubicó como límite al nivel arenoso franco, desechándose las sucesiones superiores de la formación, generalmente limosas o arcillo-arenosas, adoptándose así un criterio restrictivo en la evaluación del espesor fundamentalmente productivo.

El techo Mapa II presenta una pendiente moderada hacia el NNE, hasta la zona Sur de Campo de Mayo; desde allí asciende hasta las inmediaciones de las coordenadas 32000/84000, para hundirse nuevamente hacia el Delta. La base muestra un comportamiento similar aunque con gradientes más marcados. En los alrededores de 20000/60000, se inician divergencias hacia el Delta del Paraná y el Río Salado, coincidentes con el hundimiento diferencial del techo y la base.

Localmente, los espesores varían entre 15 y 35 metros (Mapa III), predominando arealmente, en un 60 o/o, valores entre 10 y 20 metros de potencia. Las arenas puelches ocuparían un volumen de 30 Km<sup>3</sup>, cifra algo mayor que la citada en el anterior informe (7), de acuerdo con la información proveniente de nuevas perforaciones.

A modo ilustrativo, se muestran en el gráfico N° 1 los resultados de análisis granulométricos, realizados con muestras de perforaciones.

En el Mapa III se representa la relación porcentual cualitativa entre el espesor de arena franca y la potencia total de la unidad. Si bien en el mapa paleomorfológico, aplicando un punto de vista restrictivo, se ubicó el límite superior en coincidencia con la aparición de las arenas francas, para este caso se incluyó a los

(\*) Cotas referidas al cero del I.G.M.

niveles arenosos muy finos a limo-arenosos o arcillosos-arenosos, generalmente micáceos, de color pardo amarillento, que separan a las arenas de los limos y loess pamplianos.

La mayor parte del área comprende valores de 50 a 75 % de fracción arena, con un aumento en el sector Norte; valores menores de 25 % ocupan extensiones muy reducidas y de menor importancia. La relativa imprecisión de estos límites se debe a la escasa información con que se cuenta en gran parte del área y a la irregular distribución de la misma.

## 5.2. Hidrogeología de superficie

Los sedimentos que afloran y se superponen a las "arenas puelches", corresponden al Pampliano y Pospampiano.

El Pampliano comprende Ensenadense y Bonaerense. El primero configura la base y está compuesto predominantemente por limos arcillosos con intercalaciones calcáreas; el segundo está integrado por loess arenosos y limosos. Ambos presentan colores pardos, claros y rojizos y cubren la mayor parte del área; por sus analogías es prácticamente imposible diferenciarlos en perforaciones.

El Ensenadense correspondería al paquete sedimentario semipermeable que limita superiormente al subacuífero "puelche". Sus afloramientos estarían restringidos a las partes medias de las laderas, mientras que en las más altas de los valles fluviales y en los interfluvios subyacería al Bonaerense (Mapa IV).

El Pospampiano se acumuló en las depresiones, por encima de los sedimentos mencionados. Está formado por limos arcillosos y arenosos de colores variados, generalmente grises y verdosos, correspondientes al Lujanense, que en las zonas costeras está representado por su facies marina o Querandinense, de litología semejante, que penetra en el continente.

La culminación de la secuencia está dada por el Platense, cuya facies fluvial, limosa, de colores claros, cubre en su mayor parte al Lujanense.

## 6. CLIMATOLOGIA

Según la clasificación de Köppen corresponde a la cuenca un clima "templado húmedo", es decir que no presenta variaciones dentro del cuadro regional.

Existen cinco estaciones climatológicas atendidas por el Servicio Meteorológico Nacional. Cuatro de ellas (San Miguel, Morón, El Palomar, y José C. Paz, poseen más de 20 años de registro y la restante (Castelar) supera los 10 años.

Dado el carácter geohidrológico de este trabajo, se consideran solamente los meteoros fundamentales que hacen al ciclo hidrológico.

El gráfico Nº 2 exhibe los valores promedio de temperaturas mensuales para 20 años, período 1941-60

(20), de las Estaciones San Miguel y El Palomar. De él se desprende que las temperaturas más elevadas corresponden a Diciembre, Enero y Febrero y las mínimas a Junio y Julio.

El gráfico Nº 3 muestra la precipitación promedio mensual caída en la cuenca calculada por el método de la media aritmética, utilizándose los registros de las estaciones pluviométricas del Servicio Meteorológico Nacional para el período 1921-50 (19).

La máxima media anual promedio corresponde a Marzo con 111 mm y la menor a Julio con 48 mm. De los 957 mm anuales precipitados, el 39 % se vuelca entre los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo.

El gráfico nº 4 ilustra la marcha anual de la precipitación en el período 1928-1954 de la estación pluviométrica Moreno. Si se la vincula al promedio de precipitación del período se puede detectar la presencia de los ciclos húmedos y secos con una alternancia aproximada de 5 años.

La clasificación climática de Thornthwaite (1948) (6) vincula el aporte en forma de lluvia con la necesidad de agua para la evaporación y transpiración de las plantas.

En la confección del cuadro nº 1 se ha utilizado la precipitación media mensual. La evapotranspiración potencial fue calculada mediante el promedio de los volúmenes logrados por las estaciones de San Miguel y El Palomar, por las fórmulas del mencionado autor.

En base al cuadro mencionado precedentemente se determinaron los siguientes índices:

$$\text{Índice de humedad} = I_h = \frac{100 \times 145}{813} = 17,8 \%$$

$$\text{Índice de aridez} = I_a = \frac{100 \times 1}{813} = 0,1 \%$$

$$\text{Índice hídrico} = I_n = 17,7 \%$$

$$\text{Concentración térmica en el verano} = S =$$

$$= \frac{100 \times 358}{813} = 44,0 \%$$

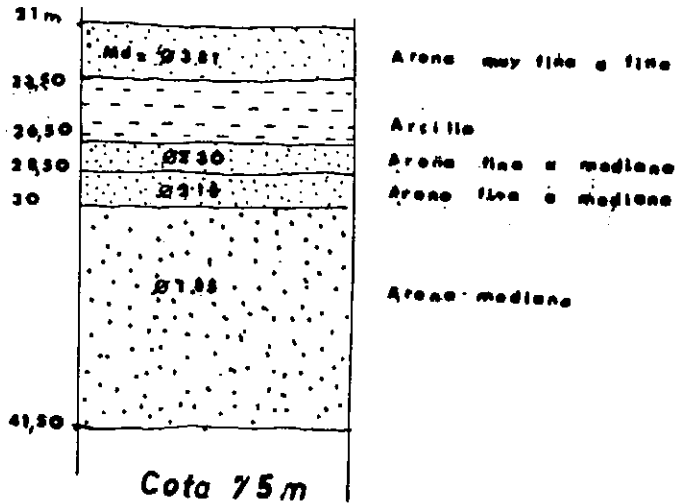
Los resultados indican un clima "subhúmedo húmedo", con pequeño defecto de agua; de acuerdo a la eficiencia térmica es "mesotermal B'2" (tendencia a templado).

De todo esto se puede deducir que los meses con mayores posibilidades de que se produzca la infiltración son Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre.

# PERFILES GRANOMETRICOS

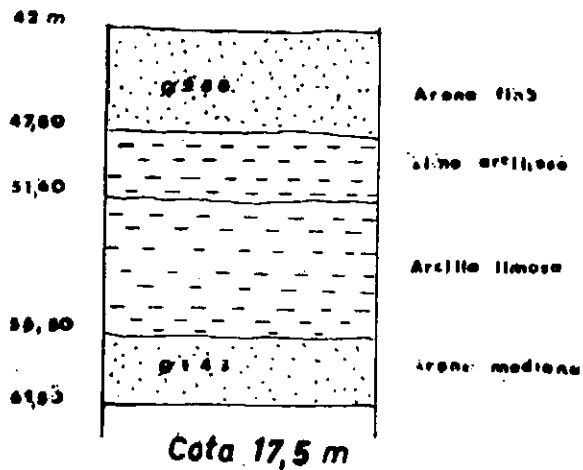
## PERFORACION EN BECCAR (FAB. COPET)

33-075  
85-075



## PERFORACION EN HURLINGHAM (FAB CALSA)

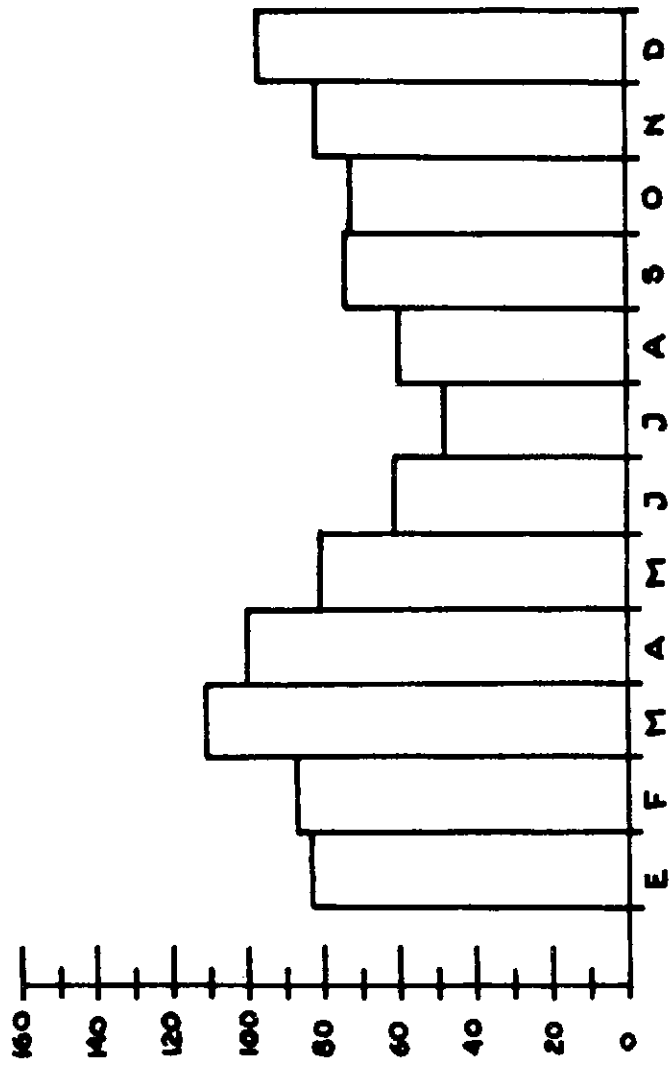
25-175  
70-180



CUENCA DEL RIO RECONQUISTA

# PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm.)

( PERIODO 1921-50 )



CUENCA DEL RIO RECONQUISTA

Gráfico No 2

VARIACION MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURAS MEDIAS

(PERIODO 1941-60)

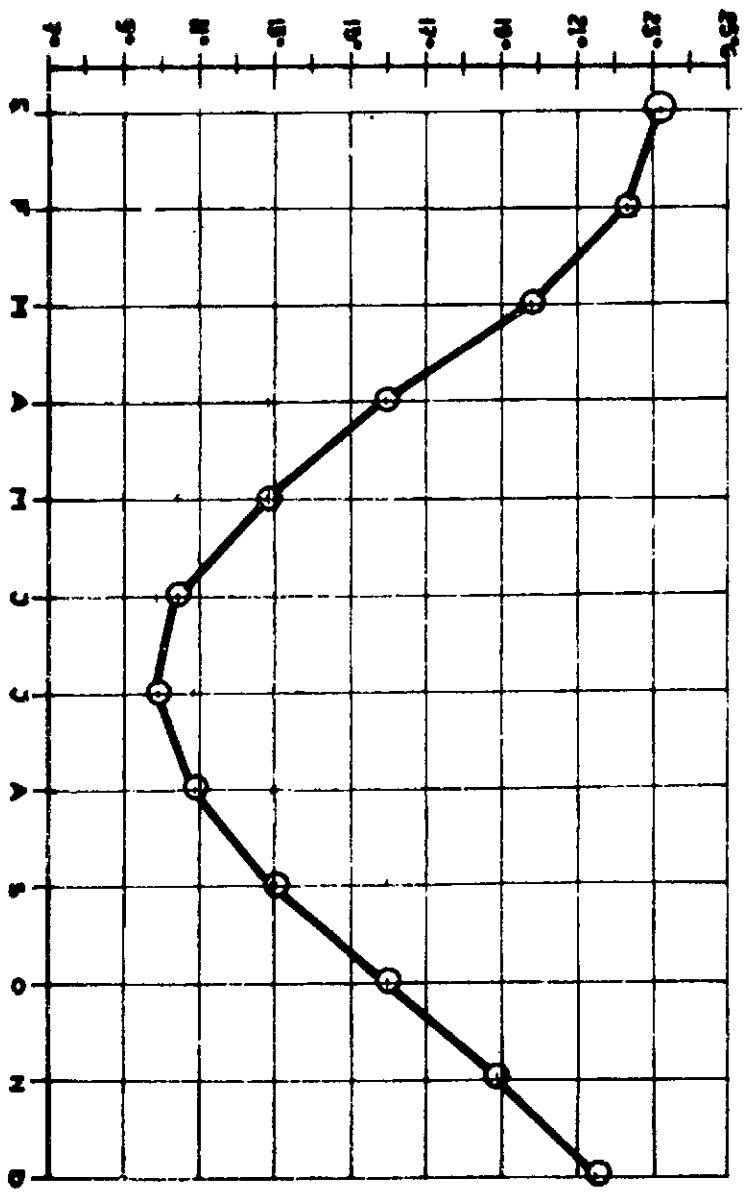


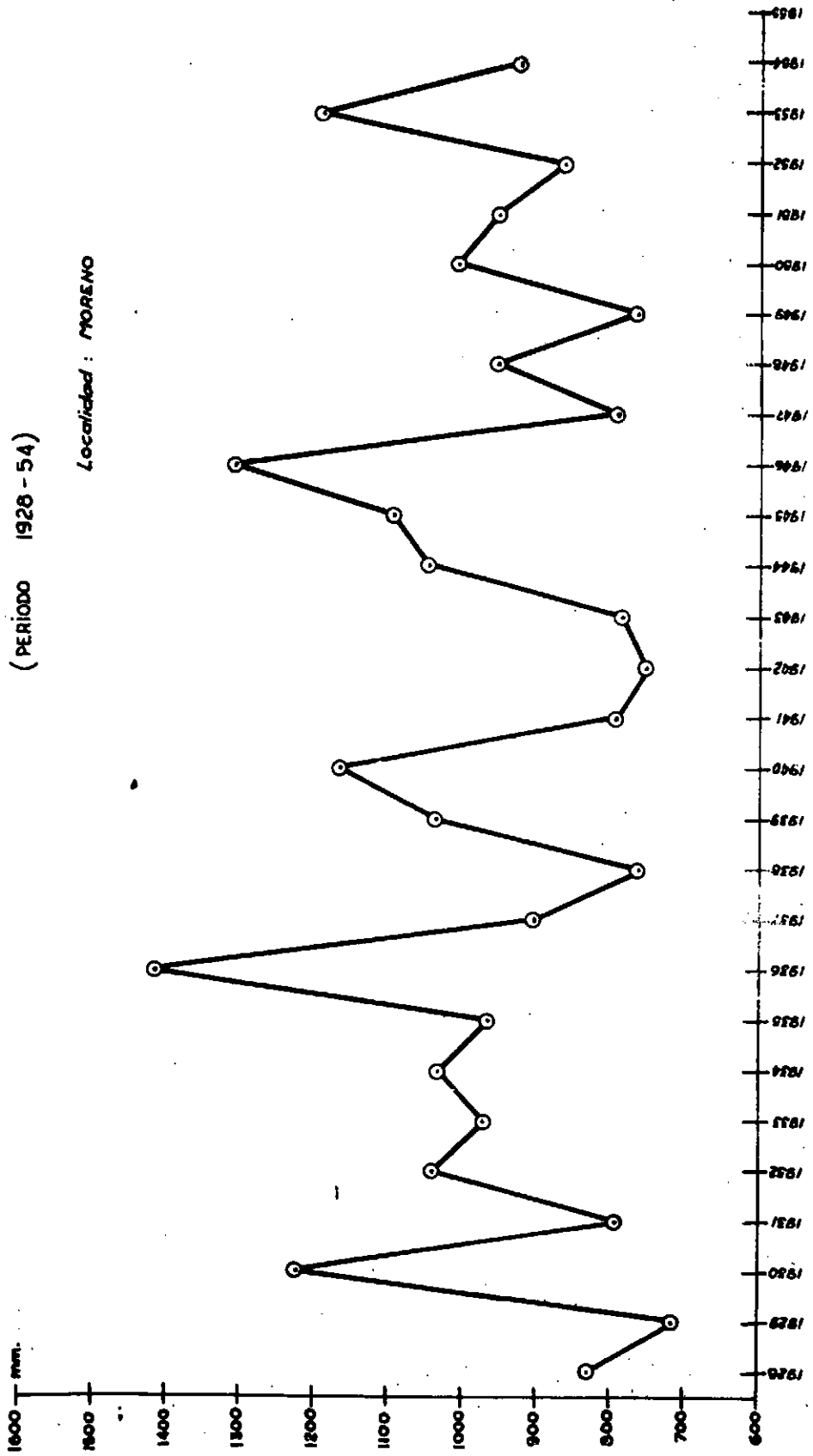


Gráfico N° 4

# MARCHA DE PRECIPITACION ANUAL (PERIODO 1928 - 54)

Localidad : MORENO

CUENCA DEL RÍO RECONQUISTA



C U A D R O N° 1

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA DE THORNTHWAITE

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Precipitación media mensual	83	87	111	100	80	61	48	60	75	73	82	97	957
Evapotranspiración potencial	134	106	88	55	36	24	22	28	44	66	92	118	813
Variación de la reserva de agua del suelo	-51	-18	23	45	32	---	---	---	---	---	-10	-21	---
Reserva de agua útil (saturación - 100 mm)	18	0	23	68	100	100	100	100	100	100	90	69	---
Exceso de agua	---	---	---	---	12	37	26	32	31	7	---	---	145
Déficit de agua agrícola	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1
Evapotranspiración real	134	105	88	55	36	24	22	28	44	66	92	118	812

## 7. AGUAS SUPERFICIALES

### 7.1. Características físicas

La cuenca adopta forma rectangular elongada en dirección SO-NE, abarcando unos 1670 Km<sup>2</sup>. Se caracteriza por la falta de lagos y lagunas; únicamente en sus cabeceras existen espejos de aguas estancos, de poca importancia, que en realidad son simples bañados.

La red de avenamiento es de diseño dendrítico, en parte rectangular. La densidad de drenaje, calculada en 0,35 Km/Km<sup>2</sup> (17), es aún mayor si se consideran los cauces efímeros e intermitentes. Existe aproximadamente un total de 134 cursos de agua perennes o a lo sumo intermitentes, con períodos de sequía muy esporádicas, que recorren en su totalidad 606 Km, de los cuales 82 pertenecen al colector principal (17).

El Río Reconquista se forma a expensas de los arroyos La Choya y Durazno; el primero recibe aguas de las nacientes septentrionales y el segundo recoge el aporte meridional. Una vez formalizado el cauce principal sólo percibe caudales de importancia provenientes de los arroyos Morón, Las Catonas, Eulalia y La Horqueta.

Hay un drenaje artificial en las cabeceras, materializado a través de pequeños canales que facilitan el escurrimiento superficial en beneficio de las áreas de cultivo y de explotación pecuaria. Estos canales drenan zonas con poco gradiente topográfico, desaguando en cursos menores que llevan sus aguas a los Arroyos La Choya y Durazno en épocas lluviosas. En el tramo inferior del río se han efectuado canalizaciones y entubamientos por razones urbanísticas y de sanamiento (Caso del A<sup>o</sup> Morón).

En el año 1971 se puso en funcionamiento una presa reguladora del curso principal, en las proximidades de La Reja, partido de Moreno.

### 7.2. Fluviometría

En el Río Reconquista no existen estaciones de aforo.

Las características físicas son bastante semejantes a las del Matanza, salvo que en éste las pendientes de la cuenca y los cauces resultan algo mayores. Geológicamente, la diferencia radica solamente en la mayor extensión cubierta por sedimentos pospampianos en el Río Matanza.

El efecto de una tormenta podrá diferir, aunque en pequeña escala, del producido en la mencionada cuenca vecina pero a los fines geohidrológicos, cuando se deben valorar las precipitaciones y los derrames superficiales para largos períodos, estas diferencias probablemente se anulen. Consecuentemente ello permite la aplicación del coeficiente de escurrimiento de 0.12 obtenido para aquélla.

### 7.3. Balance hidrológico

Para este ítem se parte, dada la falta actual de datos, de la ecuación de equilibrio hidrológico simplificada:

$$P = Evt + Ef + I, \text{ siendo:}$$

P: Precipitación pluvial  
Evt: Evapotranspiración  
Ef: Escurrimiento fluvial  
I: Infiltración

Los valores promedio de temperatura y precipitación son 16, 20°C y 957 mm respectivamente (Gráficos N<sup>o</sup> 2 y 3).

La evapotranspiración fue calculada por la fórmula de Turc (679 mm) y por la metodología de Thornthwaite (812 mm) como puede verse en el cuadro N<sup>o</sup> 1.

Según lo expresado en 7.2, se aplicó al promedio de precipitación el coeficiente de escurrimiento de 0.12 con lo que resulta un valor de Ef de unos 115 mm.

Cuantificados los términos del balance, y reemplazando en la ecuación, se tiene:

$$I = P - (Evt + Ef)$$

Con Evt calculado por la fórmula de Turc tenemos:  
163 mm/año = 957 - (679 + 115)

Con Evt calculado por la fórmula de Thornthwaite se tiene:  
30 mm/año = 957 - (812 + 115)

Como puede observarse en la tabla siguiente, comparando las características físicas de las cuencas del Matanza y Reconquista (17), se puede concluir que el valor de infiltración estimado puede ser aún mayor, dado que el coeficiente de escurrimiento para el Río Reconquista podría ser inferior al calculado para el Río Matanza.

	Reconquista	Matanza
Factor de forma	0,252	0,530
Coefficiente de compacidad	1,301	1,060
Pendiente media de cuenca	2,47	3,47
Pendiente del álveo principal	0,47	0,52
Frecuencia de cauces	0,078	0,115
Densidad de drenaje	0,350	0,254
Extensión del flujo superficial	1,350	1,960

Por otra parte se debe destacar que la experiencia acumulada en el modelo matemático preparado para el área de La Plata, hace pensar que los valores de infiltración deducidos al aplicar la fórmula de Thornthwaite serían los que mejor se adecúan a los valores reales.

## AGUAS SUBTERRANEAS

En esta cuenca, al igual que las otras del Noreste de Provincia de Buenos Aires y de acuerdo a las características hidrogeológicas reconocidas, puede hablarse de la existencia de un solo acuífero integrado por varios miembros productivos, tal como lo atestiguan las perforaciones más profundas. (6) (18).

### 1. Subacuífero "epipelche"

Este subacuífero puede presentar varios horizontes productivos a consecuencia de cambios verticales de la permeabilidad. Por la escasa información, no ha podido ser determinado su número, extensión areal y espesor. La referencia de los pozos indicaría solamente la presencia de dos, en coincidencia con los perfiles documentados de la zona inferior de la cuenca.

Hay una aparente concordancia entre los niveles estáticos de éstos, de acuerdo a los datos recogidos especialmente en la cuenca media. La falta de información obliga a referirse comúnmente a la capa freática.

En general el límite marcado por las divisorias de aguas subterráneas coincide con el de las aguas superficiales, tanto en el perímetro de la cuenca, como en las divisorias menores.

Las diferencias existentes son despreciables y obedecerían a la distinta metodología utilizada en el levantamiento de las cartas topográficas.

Lo expresado anteriormente, evidenciado en el mapa ofreático (Mapa V), excluye la posibilidad de aporte de agua subterránea proveniente de zonas aledañas, por lo tanto la recarga es por las aguas meteóricas. Los principales fajas de alimentación se localizan en coincidencia con los interfluvios más importantes.

La descarga natural se produce a través de los cursos de agua superficiales, especialmente del colector principal, netamente efluentes aún en las cabeceras de la cuenca.

De esta forma se puede situar la antigua zona general de descarga en el Río Paraná; hacia él acceden las aguas aportadas tanto por el escurrimiento fluvial básico como por la efluencia subterránea. Esto se ha modificado en parte por la explotación intensiva efectuada en la cuenca inferior, donde en algunos lugares ha desaparecido la capa freática.

Se han estimado gradientes mayores para el tramo inferior del sector medio de la cuenca, con valores extremos del orden de los 3 m/Km, mientras que los menores corresponden a las zonas de cabeceras, donde prácticamente la superficie se hace horizontal.

Las curvas de depresión resultantes del Mapa V muestran en general una actitud convexa, acentuada en las proximidades de los puntos de descarga, lo que supone, para el origen de la morfología de la capa, una variación de velocidad y no de las propiedades del sedimento. Una aparente anomalía en el espaciado de las curvas se observa en 08000/62000, pero es debida a descarga por un cambio de pendiente topográfica.

No existen conos de depresión indicadores de descarga artificial probablemente debido al escaso volumen explotado en relación a su gran superficie.

Las fluctuaciones de los niveles freáticos en función del tiempo, tomando como ejemplo las estaciones 7-5 (15.200/72925) y 7-12 (22.500/75.500), son mostradas en el gráfico N° 5.

Los registros de la estación 7-12, ubicada en las proximidades del Río Reconquista, muestra mayores fluctuaciones que la 7-5, situada en zona interfluvial, y que posee niveles más profundos. Esta diferencia es debida a la posición con respecto a los puntos de descarga en ambos casos.

Las oscilaciones registradas, para un período de 40 meses son del orden de los 2 m (máximo aprox. 3 m en la estación 7-12), lo que señala las importantes variaciones de las reservas reguladoras. Esto independientemente de su trascendencia intrínseca, adquiere interés práctico, para aquellas zonas donde se explota este subacuífero.

Utilizando una permeabilidad apropiada al tipo general de sedimento que contiene a la capa freática ( $K = 1\text{m/día}$ ) (3), pudo estimarse una velocidad aparente que varía entre extremos de 0,003 m/día y 0,001 m/día. Atribuyendo una porosidad específica media de 0,10 (6) se aprecian velocidades efectivas extremas de 0,03 m/día y 0,01 m/día.

En el gráfico N° 5 (Estación 7-5) puede observarse un período depresivo y otro de recuperación. Es indudable que estas variaciones seculares deben producirse en coincidencia con períodos secos y húmedos; por lo menos así lo atestiguan los datos aislados de lluvia para los picos máximos. Existe en general una recuperación sobre la media de nivel, dando la pauta de que, a pesar de las grandes oscilaciones, las reservas profundas se mantienen inalterables.

Es notoria la velocidad de recuperación del acuífero: hasta 5 m. en tres meses del año 1959, según los datos freatométricos históricos del Observatorio San Miguel (Gráfico N° 6).

Si se le atribuye al terreno una porosidad de 0,10, puede estimarse una infiltración de 500 mm, que corresponde aproximadamente al 37 % de la lluvia registrada desde Enero a Septiembre de ese año. en la Capital Federal, estación más próxima de la que se tienen registros pluviométricos completos. Por otra parte, si se considera la amplitud máxima, puede suponerse que la variación ha sido de 9000 m<sup>3</sup>/Ha.

Los valores de conductividad eléctrica (Mapa VI), no son en general muy altos.

Sólo en un lugar sobrepasan los 3500  $\mu$  mhos/cm.

Los valores mayores están relacionados con la menor profundidad de los acuíferos determinándose que los que exceden los 2000  $\mu$  mhos/cm, ocupan áreas en las que las aguas prácticamente afloran.

En los niveles inferiores del "epipelche" hay una disminución en la conductividad (Mapa IX).

La diferencia apuntada se atribuyó en un informe anterior (7) a la precipitación de los carbonatos en

profundidad, a la luz de la nueva información química, esto se debería al distinto recorrido del agua entre las zonas de recarga y descarga.

El residuo seco es en general bajo, aumentando en la porción superior de la cuenca; en la media e inferior los tenores se aproximan a 500 ppm, con excepción de la zona de Llanura Baja, próxima a la desembocadura (Mapa VII).

La alcalinidad oscila en los 10 meq/litro, acrecentándose en igual sentido que el anterior. (Mapa VII).

El sulfato (Mapa VIII) se presenta en proporciones comúnmente escasas (1 meq/litro, y excepcionalmente con 0,2 y 28 meq/litro).

El ion cloruro se mantiene alrededor de los 2 meq/litro, alcanzando en un caso 10,4 meq/litro (Mapa VIII).

El incremento de estos elementos se corresponde con el de residuo seco.

Los análisis químicos para la capa semiconfinada (Mapas X, XI) arrojan pequeñas diferencias, con respecto a la freática, que no permiten hablar de una franca zonación vertical, aunque pareciera haber una disminución de salinidad en la primera. Por otra parte ésta tiende a coincidir en la dirección en que se produce el incremento. Este fenómeno tal vez pueda explicarse como originado por el régimen hidráulico.

Desde el punto de vista de su utilización y de acuerdo con los elementos químicos analizados el agua es apta, presentando localmente inconvenientes ocasionados por la contaminación bacteriológica.

## 8.2. Subacuífero "puelche"

En el mapa equipotencial (Mapa XII) puede apreciarse la falta de un panorama completo de este subacuífero, consecuencia de la baja densidad de información en el sector superior de la cuenca.

Las curvas isopiezas confirman la posibilidad de recarga en coincidencia con las fajas interfluviales, hecho y supuesto en base a los mapas de escala menos detallada (6) (16) y comprobado en el trabajo anterior (7).

El mapa que se acompaña es una reproducción del presentado en esa oportunidad, pues solamente se ha incorporado la información proveniente de una perforación que no lo modifica. Donde los datos son relativamente más numerosos y la red de flujo conserva características naturales, ésta coincide a grandes rasgos con la trazada para la capa freática, las divisorias son semejantes para ambas y coinciden con los divortio aquarum.

En la cuenca inferior, estos límites se modifican por la distorsión de las líneas equipotenciales, a raíz de la fuerte explotación que experimenta el subacuífero.

No obstante las pocas referencias que se tiene, donde el acuífero no ha sido disturbado, pareciera que el "puelche" es negativo en las áreas de recarga y positivo

en las de descarga natural. (+). Este esquema también se presenta en la cuenca del Río Matanza, donde se lo conoce con mejor detalle.

Estas circunstancias permiten pensar que los niveles piezométricos muestran transición de positivos a negativos desde la porción inferior a la superior y son reafirmadas por los antecedentes históricos (2). Se observa también un pasaje semejante desde las zonas de los interfluvios principales a los cursos de aguas más importantes.

El carácter efluente e influente con respecto a la capa freática y sus coincidencias con las zonas principales de recarga y descarga son un elemento más para suponer la existencia de un acuífero multiunitario, en el que el subacuífero "puelche" recibe su aporte indirectamente de aguas meteóricas.

Acorde con el diseño de las curvas, la descarga natural parece haberse materializado a través de los ríos Reconquista y Paraná, antes de la deformación artificial de las mismas; actualmente el primero sería efluente mientras que el segundo se comportaría como influente potencial para toda la cuenca inferior.

La descarga artificial, originada por la gran explotación, se localiza en la porción inferior, manifestándose a través de dos grandes conos de depresión compuestos, localizados aproximadamente en las zonas de Hurlingham (niveles piezométricos inferiores a -10m) y Munro, Villa Ballester (debajo de los -15 m) este último compartido con la cuenca del Río Matanza.

Debido al carácter regional del censo de perforaciones y a la escala utilizado para la representación, no es posible el análisis en detalle de los conos. Los valores de transmisibilidad determinados, por ensayos de bombeo, para ambos es de 375 m<sup>3</sup>/día m y 350 m<sup>3</sup>/día m., respectivamente. En base a estos coeficientes y a la red de flujo, pudimos estimar una afluencia de agua hacia los conos de depresión del orden de los 3.000.000 m<sup>3</sup>/año para el de Hurlingham y 3.600.000 m<sup>3</sup>/año para el de Munro, Villa Ballester. En estos cálculos no se incluye la filtración vertical.

Los ensayos hidráulicos arrojaron, para los parámetros estudiados, los valores que se consignan en la página siguiente.

El Mapa XII muestra una distribución bastante aislada como para dar un panorama acabado de la causa de las variaciones de Transmisividad en la región. A esto se agrega el carácter filtrante que tiene el subacuífero, acordándole al mismo un régimen no permanente. A pesar de estas limitaciones y en forma general las cifras menores corresponderían a las zonas de depresión; ello podría deberse a la disminución artificial de los espesores saturados a raíz de la explotación. En Gral. Rodríguez el decrecimiento es producto de la menor potencia natural. Por otra parte, la actitud de las curvas

(+) Carga artesiana positiva o presión positiva cuando el nivel piezométrico sobrepasa al freático. Carga artesiana negativa o presión negativa, cuando está por debajo de él (21).

Nombre	Coordenadas	Tipo	Duración min	T m <sup>2</sup> /día	S	T' l/día
Col. Sommer G. Rodríguez	86250/58400	Bombeo	270	610	1,18.10 <sup>-3</sup>	2,1.10 <sup>-3</sup>
G. Rodríguez (ciudad)	96000/70100	Recup. resid.	380	313	-	-
VII Brig. Aérea (Morón)	49700/64000	Bombeo	177	1050	6,3.10 <sup>-4</sup>	
Fca. Good Year Hurlingham	25950/71300	Bombeo	370	375	4,0.10 <sup>-4</sup>	5,2.10 <sup>-3</sup>
Fca. Atanor Munro	34950/78800	Bombeo	245	350	3,1.10 <sup>-4</sup>	2,4.10 <sup>-3</sup>

isopiezas, insinuaría un aumento de transmisividad hacia la porción Superior.

Los valores del coeficiente de almacenamiento coinciden con el carácter semiconfinado de la unidad.

Los resultados de los ensayos para calcular filtración vertical son bastante uniformes y muestran la importancia de este fenómeno en el cómputo de las reservas de agua.

Las variaciones piezométricas en el tiempo, si bien abarcan un período corto, muestran para la estación 7-14 (86200/58350) Sanatorio Sommer, situada en una región de muy poca explotación, posibilidades de recuperación de los niveles en el tiempo. La estación 7-2 (25600/72750) Hurlingham Club, ubicada en zona de explotación, no presenta indicios de recuperación y por el contrario evidencia un abatimiento promedio de 1,20 por año.

Las aguas son en general de buena calidad, salvo en la zona de la planicie inundable del río y "terrazza baja" anexa, en la cuenca inferior.

Los valores de conductividad eléctrica oscilan entre 400 y 2000  $\mu$  mhos/cm siendo más frecuentes los de 400 a 900  $\mu$  mhos/cm. En la zona baja mencionada se han determinado valores extremos de 8.000 a 12.000  $\mu$  mhos/cm.

La conductividad es generalmente inferior a la registrada para el subacuífero "epipelche".

Respecto a la salinidad, se ha utilizado para su estudio, además de los análisis químicos recopilados, la transformación de los datos de conductividad mediante una constante experimental. Los residuos sólidos oscilan entre valores de 300 a 1500 ppm, con extremos de hasta 10.000 ppm en la terraza baja. Se trata generalmente de aguas bicarbonatadas, que se transforman en sulfato cloruradas o cloruradas en la zona de aguas inaptas ya mencionada. En este área, la mala calidad de las aguas coincide con una característica similar del subacuífero "epipelche" y con la presencia en superficie de sedimentos pospampianos. No se ha podido constatar la expansión de la zona de aguas salinas a

raíz de la implantación de los conos de depresión precitados, como acontece en otras cuencas cercanas (Matanza Inferior e Intermedias entre el A<sup>o</sup> Jiménez y A<sup>o</sup> del Gato), ya que la cantidad de datos químicos recogidos no permite formar una opinión en ese sentido.

El residuo seco (Mapa XIII) disminuye desde la zona de cabeceras hasta las porciones media e inferior de la cuenca con las excepciones mencionadas anteriormente. Lo mismo ocurre con alcalinidad, sulfato y cloruro (Mapa XIII y XIV) habiéndose detectado tenores máximos en la sección superior 13,3, 8,1 y 12,7 meq./l respectivamente.

Aún no ha sido posible determinar la capacidad de almacenaje para todo el acuífero pero asumiendo los valores extremos, de coeficiente de almacenamiento acordes con las características hidrogeológicas, de 0,04 y 0,1 se puede estimar que las reservas geológicas para ambos subacuíferos fluctuarán entre 4 y 11 Km<sup>3</sup>.

Puede concluirse en base a lo expresado, que el subacuífero "puelche" posee aguas de buena calidad química en la mayor parte de la cuenca, estando restringidas las aguas inaptas a la parte de la cuenca inferior que se corresponde con la terraza baja y llanura baja.

### 8.3. Subacuífero "hipopuelche"

La poca explotación ha impedido agregar datos a los señalados en el informe anterior (7) y la insuficiente información recogida entonces, durante el censo de perforaciones, se vió limitada a datos esporádicos del miembro productivo superior del "Verde" y no ha permitido graficar las características del "hipopuelche", ni adquirir conocimientos de detalle sobre su dinámica.

Los niveles estáticos alcanzan alturas semejantes a las del "puelche", superándolas en algunos casos.

Del estudio de perforaciones más antiguas, también escasas, se pueden consignar caudales característicos de 4 m<sup>3</sup>/hora por metro de depresión para el "Verde" (perforación Campo de Mayo n<sup>o</sup> 6, 20.200/78.800) y

0,12 m<sup>3</sup>/hora para el "Rojo"(perforación San Isidro N° 1, 36.950/87.050). En este último sondeo, se nota la falta del miembro productivo alojado en el "Verde", ya que estos sedimentos están representados únicamente por una delgada sección de arcillas arenosas estériles.

Las aguas del "hipopuelche" son de alto contenido salino (en general más de 10.000 ppm de sales totales).

No puede establecerse con precisión la existencia de zonación, aunque en principio existiría una evidencia muy general que daría la pauta de cierta zonación vertical, a más de la geológica sugerida en el capítulo 5.1.

## 9. CONCLUSIONES

De acuerdo al desarrollo demográfico y económico de la región es de esperar una expansión futura en la demanda de agua. Los recursos subterráneos podrán satisfacerla por lo menos durante un período bastante extenso, tal como lo atestiguaría la buena calidad de las aguas y el hecho de que las reservas geológicas permanezcan intactas, salvo en los lugares sobreexplotados.

Hay poca información geohidrológica del subacuífero puelche en el sector medio y especialmente en el superior de la cuenca, pero las características generales muestran posibilidades promisorias.

La existencia de un acuífero multiunitario se deduce de la comparación de las cartas isofreáticas, isopiécicas y de los ensayos de bombeo.

Existiría una infiltración potencial en todo el área, pero condicionada en su magnitud principalmente, a las características morfológicas superficiales.

El mecanismo de recarga del "epipuelche" es autóctono. Los distintos horizontes productivos estarían dados por diferenciaciones locales en la permeabilidad.

El subacuífero puelche está limitado superiormente por capas filtrantes (semiconfinantes), siendo su recarga autóctona e indirecta.

Los conos de depresión regionales, en continua evolución, no se deben sólo a la intensidad de la explotación sino además a la deficiente distribución areal de las perforaciones.

Las reservas generatrices son relativamente importantes, inclusive para el acuífero puelche, fuera de los conos de depresión.

Un adecuado manejo del agua subterránea puede permitir la utilización de estas reservas.

Las reservas geológicas pueden estimarse, para los subacuíferos "puelche" y "epipuelche" entre 4 y 11 Km<sup>3</sup>.

La calidad de las aguas naturales es generalmente apta, excepto para el acuífero hipopuelche que, empe-

ro, puede ser considerado como una reserva complementaria importante para satisfacer las necesidades de determinadas etapas del proceso industrial.

Hay problemas de contaminación que se acrecentarán paralelamente al desarrollo de la comarca si no se toman a tiempo los recaudos necesarios.

## 10. RECOMENDACIONES

Es necesario proseguir con los estudios tendientes a determinar las características superficiales.

Debe continuarse con el registro de las variaciones de los niveles freáticos y piezométricos, recomendándose a los entes encargados de la explotación el registro periódico de niveles en los pozos de su jurisdicción. Se establecerán estaciones de nuestro hidroquímico periódico.

Será conveniente efectuar un censo de mayor detalle en la porción inferior de la cuenca, donde la explotación es mayor.

Se continuará con los ensayos de bombeo.

Para el mejor conocimiento del ciclo hidrológico deberá establecerse una estación de aforo en un punto estratégico del curso principal.

Deberá llevarse estadísticas de los gastos de agua a través de los organismos pertinentes.

Se recomienda a los organismos estatales que correspondan el dimensionamiento de la magnitud de la contaminación, especialmente en las áreas más densamente pobladas y de mayor desarrollo industrial.

En el momento de planificarse el desarrollo de la comarca es imprescindible realizar un reordenamiento y racionalización de las perforaciones de explotación.

Es necesario realizar estudios tendientes a conocer los futuros requerimientos de agua, a fin de poder contar con los elementos básicos para el modelo de pronóstico y fijar las pautas para orientar el manejo del recurso.

A causa de haberse habilitado una presa reguladora en el Río, debe prestarse atención a las posibles variaciones del régimen de escurrimiento subterráneo y contemplar la posibilidad de realizar estudios de recarga artificial con aguas embalsadas.

Es importante insistir en los medios municipales acerca de la creación de un registro de perforaciones, obligando a los poceros a presentar un informe y planos en los cuales se indique entre otras cosas la ubicación de las perforaciones que efectúen, los datos de profundidad alcanzada, cañerías y filtros colocados, horizontes productivos atravesados, niveles estáticos, caudales característicos, calidad del agua, etc.

## LISTA BIBLIOGRAFICA

- 1) ARTAZA, E. 1939  
Saneamiento urbano en la República Argentina.  
Provisión de Agua.  
Cuad. Nº 4. Fac. Cs. Fisicomatemáticas. La Plata
- 2) ARTAZA, E. 1943.  
Saneamiento urbano en la República Argentina.  
Provisión de Agua.  
Cuad. Nº 6. Fac. Cs. Fisicomatemáticas. La Plata.
- 3) BOGOMOLOV, G. V. & SILIN-BEKTCHOURINE,  
A. T. 1955.  
Hydrogeologie Spécialisée. Gosgeoltekhizdat, Mos-  
cú.
- 4) CAPPANNINI, D. A. & MAURIÑO, V. E. 1965  
Suelos de la zona litoral estuárica comprendida en-  
tre las ciudades de Buenos Aires al Norte y La  
Plata al Sur (Pcia. de Buenos Aires). INTA. Segun-  
da colección Suelos. Buenos Aires.
- 5) DIFRIERI, H. 1961  
Estructura y movimiento de la población. En "La  
Argentina. Suma de la Geografía". Tomo VII.  
Cap. IV. Peuser. Buenos Aires.
- 6) E.A.S.N.E. 1967  
Estado del conocimiento actual de la Geohidrolo-  
gía del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
Inédito. La Plata.
- 7) E.A.S.N.E. 1970  
Algunos caracteres geohidrológicos de la cuenca  
del Río Reconquista. EASNE (CFI-PBA). Gonnet.
- 8) FRENGUELLI, J. 1950  
Rasgos generales de la morfología y geología de la  
Pcia. de Buenos Aires. Serie II Nº 33. LEMIT. La  
Plata.
- 9) FRENGUELLI, J. 1957  
Geología de la zona litoral estuárica entre el Aº El  
Pescado y San Fernando. LEMIT (Inédito). La Pla-  
ta.
- 10) GROEBER, P. 1946  
Las aguas surgentes y semisurgentes del Norte de  
la Pcia. de Buenos Aires. En: Revista La Ingenie-  
ría. Año XLIX Nº 6. Buenos Aires.
- 11) MINISTERIO DE ECONOMIA-PBA 1969  
Boletín Estadístico. Segundo Trimestre 1968. Di-  
rección de Estadística. La Plata.
- 12) MINISTERIO DE ECONOMIA-PBA 1970  
Boletín Estadístico. Cuarto-Trimestre 1969. Direc-  
ción de Estadística. La Plata.
- 13) MINISTERIO DE ECONOMIA-PBA 1971  
Encuesta agropecuaria 1969/70. Dirección de Esta-  
dística. La Plata.
- 14) MINISTERIO DE ECONOMIA-PBA 1971  
Censo Nacional de Población, Familias y Viviendas  
1970 (Cifras Provisorias). Dirección de Estadística.  
La Plata.
- 15) MINISTERIO DE SALUD PUBLICA-PBA 1965  
Proyecto DISABO. (Diagnóstico Sanitario del aglo-  
merado bonaerense)  
Ministerio de Salud Pública, División de Planea-  
miento. La Plata.
- 16) SALA, J. M. & AUGE, M. 1969  
Algunas características geohidrológicas del Noreste  
de la Pcia. de Buenos Aires. Anales de las IV Jor-  
nadas Geológicas Argentinas  
Tomo II. Mendoza.
- 17) SALA, J. M. & CECI, J. H. 1968  
Características físicas de la red de drenaje del No-  
reste de la Pcia. de Buenos Aires. Tercer Congreso  
Nacional del Agua. Vol. I. San Juan.
- 18) SALA, J. M. 1969  
El agua subterránea en el Nordeste de la Pcia. de  
Buenos Aires.  
Reunión sobre la geología del agua Subterránea de  
la Pcia. de Buenos Aires. Comisión de Investiga-  
ciones Científicas. La Plata.
- 19) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL 1962  
Datos Pluviométricos 1921-60. Public. 61 Nº 2.  
SMN. Buenos Aires.
- 20) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL 1965  
Estadísticas Climatológicas. Public. 81 Nº 6. SMN.  
Buenos Aires.
- 21) TOLMAN, C. F. 1937  
Ground Water. Ed. Mc. Graw Hill. N. York



## Capítulo X

### PORCION MEDIA Y SUPERIOR DEL RIO MATANZA

#### 1. INTRODUCCION

Dentro del Plan General se consideró como una sub-unidad a las porciones Superior y Media de la cuenca del Río Matanza tomando como criterio las siguientes circunstancias:

- a) Existencia de una estación de aforos del río en su intersección con la Autopista Tte. Gral. Ricchieri, que permitía conocer los derrames fluviales.
- b) La cuenca inferior, a diferencia de la anterior, está sometida a una intensa explotación de agua subterránea con la consecuencia directa de cambios en el recurso.

El área aquí considerada, es de 1.804 Km<sup>2</sup> y limita al Norte y Noroeste con la Cuenca del Río Reconquista; el Suroeste y Sur con la del Salado; al Sudeste con la del Samborombón y al Este y Noreste con la sub-cuenca del Matanza Inferior.

Involucra total o parcialmente los partidos de E. Echeverría, Ezeiza, La Matanza, Merlo, Marcos Paz, Gral. Las Heras, Cañuelas y San Vicente.

Lo aquí expuesto resulta una actualización de los conocimientos vertidos en el informe anterior (7), a través de una elaboración más detallada y la incorporación de nueva información.

#### 2. ANTECEDENTES

No existen estudios anteriores sobre aguas subterráneas para el área salvo el mencionado precedentemente. Entre los que tratan aspectos geológicos generales se pueden señalar los de: Frengüelli, Stappenbeck, Gröeber, Tapia, González Bonorino, Cappannini & Maurino, Santa Cruz, Roth, Rusconi, Pandolfi, Sala & Ceci. Sobre aguas subterráneas en la misma medida Stappenbeck, Gröeber, Artaza, Salvador, González & Hernández, EASNE, Sala & Auge, Sala y algunos otros que se refieren a aspectos muy particulares.

#### 3. ASPECTOS DEMOGRAFICOS Y ECONOMICOS

Residen en esta parte de la cuenca aproximadamen-

te 615.000 habitantes (14), con una densidad promedio de 34 Hab/Km<sup>2</sup>.

En el territorio aquí tratado se puede distinguir un área de expansión urbana y otra primaria.

La primera ocupa los sectores centro y Norte de la parte media de la cuenca. En ella se registran densidades demográficas superiores a los 500 habitantes por Km<sup>2</sup>, superando en el caso del partido de La Matanza los 1.000 habitantes por Km<sup>2</sup> (14).

El área primaria comprende la cuenca alta y el sector Sur de la cuenca media; la densidad media de población es de 20 habitantes por Km<sup>2</sup> (14).

Existe una correspondencia entre la división demográfica y las susceptibles de ser trazadas en base a la clasificación de Clark (5) para actividades económicas y ocupacionales: Primarias (agricultura y ganadería); Secundarias (industrias) y Terciarias (Servicios en general, comercio, banca, etc.).

En el área de expansión prevalecen las actividades secundarias sobre las terciarias, totalizando entre ambas el 80 o/o.

En el área primaria existe una preeminencia de la actividad económica agrícola-ganadera, siguiéndole en orden de importancia las actividades secundarias y terciarias.

La cuenca tiene una superficie agropecuaria de 152.500 Has. de las cuales corresponden 135.000 Has. a las actividades ganaderas y 17.500 a la agricultura. Dentro de éstas, la mayor parte está ocupada por la agricultura extensiva, con 15.700 Has. (13).

#### 4. MORFOLOGIA

La sub-cuenca muestra una uniformidad bastante marcada, donde la llanura posee una pendiente media de 3,5 m/Km. A pesar de la monotonía del paisaje, pueden diferenciarse tres unidades que se corresponden con las propiedades geohidrológicas. (Mapa I)

1) LLANURA ALTA: Ocupa las divisorias de la cuenca en el Noroeste, Oeste y Sur, quedando además remanentes en algunos interfluvios. De escasa pendiente, adopta una forma levemente convexa. Los cuerpos de agua comprenden principalmente lagunas y bañados in-

conexos, relicto de una red de drenaje antes más desarrollada, y las cabeceras de algunos tributarios intermitentes y efímeros de orden menor.

En los remanentes interfluviales, su presencia está enmascarada por la fuerte curvatura de las líneas altimétricas, producto de la erosión retrocedente de los tributarios menores.

La superficie abarcada representa un 46 o/o del total de la cuenca y su vinculación con las unidades vecinas es transicional.

El paisaje es típico de áreas de infiltración, predominando este fenómeno en detrimento del escurrimiento superficial.

2) LLANURA INTERMEDIA: Es la de mayor pendiente dentro de la cuenca y posee una red de drenaje más densa e integrada existiendo algunos bañados y lagunas recientemente capturadas o próximas a serlo. La forma se presenta como un plano cóncavo relativamente acentuado surcado por depresiones transversales a su eje y modelado por los procesos de erosión fluvial. Ocupa el 44 o/o del área total. La mayor densidad del avenamiento superficial con su conjunto de vaguadas indica un incremento del escurrimiento fluvial en desmedro de la infiltración.

3) LLANURA BAJA: Está compuesta por los valles principales y sus áreas de inundación las que incrementan su desarrollo hacia la desembocadura concorde con una disminución de pendiente y un aumento en los volúmenes de aguas superficiales concentrados. Es un área receptiva de sedimentos y agua. Su forma plana muestra una pendiente mínima. Se extiende en el 10 o/o de la cuenca; su característica geohidrológica es la de almacenamiento de banco y predominancia de la descarga de aguas freáticas, tanto en forma de caudal básico como de evapotranspiración.

## 5. HIDROGEOLOGIA

### 5.1. Hidrogeología de subsuelo

La secuencia hidrogeológica en orden decreciente de profundidad es:

– Basamento impermeable: no ha sido alcanzado por ninguna perforación

– “Rojo” (10). Por el conocimiento regional se lo supone superpuesto al anterior, aunque no fue atravesado completamente por ningún sondeo.

Los Riachuelos n° 5 (29.300/42.400)\* y Riachuelo n° 6 (12.700/21.000), alcanzaron 301,2 y 717,0 m penetrando en estos sedimentos sin tocar su base. El último es el elegido como tipo para generalizar las características hidrogeológicas del subsuelo.

(\*): Coordenadas

El “Rojo” compone la sección inferior del perfil y se extiende desde –688,90 m hasta –260,30 m\*. Está integrado por una sucesión de areniscas finas a medianas, pardas y rojizas con delgadas intercalaciones arcillosas de colores semejantes, que culminan en un conglomerado desde donde comienza a desarrollarse el “Verde”. Tanto la fracción arenosa como la pelítica contienen frecuentemente yeso, anhidrita y carbonato de calcio; sales las primeras que imprimen a las aguas una zonación química geológica.

Si bien la mayoría de los autores considera a estos depósitos como continentales, la presencia de fósiles marinos en la parte superior y media del perfil de la perforación analizada, abren un interrogante en cuanto a su origen.

Arealmente sobrepasa los límites de la cuenca;

– “Verde” (10): Esta unidad estratigráfica fue atravesada totalmente por las perforaciones Riachuelo n° 5 y n° 6 ya mencionadas Las de Estación Laferrere (29.950/54.00). Estación Libertad (20.450/61.000) y Estación González Catán (24.000/52.150), como también Ezeiza n° 1 (35.150/50.000) y perforación 1 en Ezeiza (32.900/53.675), sólo lo penetran parcialmente, mientras que la sección arcillosa superior o base de las “arenas puelches” es alcanzada por todos aquellos que superen los 50 metros aproximadamente.

Desde el punto de vista hidrogeológico, se caracteriza por presentar una sección intermedia que llega a tener por lo menos 120 m de espesor, compuesta por arenas cuarzosas blanquecinas de grano mediano, con intercalaciones arcillosas gris-verdosas, limitada superiormente por un banco de arcilla verde de 30 m de potencia, mientras que en la base, si bien se observan también secuencias arcillosas, éstas tienden a ser arenosas y menos potentes que las superiores. Todos los niveles presentan abundantes fósiles marinos, indicadores de su origen.

Regionalmente los espesores aumentan hacia el Sur.

Los niveles sedimentarios más importantes en función de la geohidrología son los comprendidos entre el techo del “Verde” y la superficie topográfica. Dentro de este paquete sedimentario la unidad principal, tanto por sus características físicas como por el hecho de ser la principal productora de agua, es la denominada “arenas puelches”. Por esta razón será tratada con mayor detalle:

– Arenas puelches: Están integradas por un conjunto de arenas cuarzosas finas a medianas, pardo amarillentas a blanquecinas que adquieren en los niveles superiores, donde generalmente se toman más limosas, colores ocráceos y abundantes laminillas de mica.

El tamaño del grano aumenta en profundidad en la mayoría de los perfiles observados, llegando en algunos

(\*) Referidas al cero IGM.

casos a fracciones gruesas con grava en la porción basal de la secuencia. Este comportamiento se mantiene arealmente hacia el Sudoeste de la cuenca.

Las "arenas puelches" se extienden sin solución de continuidad, no sólo en el subsuelo de la cuenca considerada y alledaños, sino que también exceden los límites de la zona de estudio de EASNE, internándose al Norte en la Provincia de Entre Ríos y Santa Fe, alcanzado al Sur la cuenca del Río Salado y llegando hacia el Oeste a las cercanías de la localidad de 9 de Julio.

La paleomorfología regional de las "arenas puelches" ha sido descripta en líneas generales (6) (7) (16), pero una mayor concentración de perforaciones, especialmente en el sector nororiental de la cuenca, muestra con mayor detalle su carácter discordante con respecto al "Verde".

El conocimiento morfológico de la base se ha ampliado con las perforaciones de exploración recientemente efectuadas.

Se distingue un bajo marcado (Mapa II), de forma subcircular, bordeado en el Noroeste y Este por elevaciones. Es probable que esta depresión fuera originada por el trabajo que sobre los depósitos del "Verde" efectuara el antiguo río. Regionalmente existen inclinaciones en sentido Sudoeste y Noroeste, aunque de los valores absolutos de las mismas, se desprende que la primera es más acentuada.

Para la determinación del techo de las "arenas puelches" se tomó como límite superior el comienzo del nivel arenoso franco a pesar de los inconvenientes a causa de los distintos criterios empleados para confeccionar los perfiles por las instituciones que los suministraron.

El techo parecería comportarse en forma semejante a la base, con algunas diferencias locales.

El alto cerrado más pronunciado se ubica en el extremo Sur de la cuenca, alcanzando un desnivel de aproximadamente 20 m. Regionalmente hunde hacia el Río Salado, acompañando en su actitud a la base (6) (7) (16). Por ser la pendiente más suave que la de ésta se producen divergencias, especialmente desde la parte central hacia el Noreste y Suroeste. Localmente de acuerdo a la elaboración de detalle, este fenómeno se atenúa.

Las curvas isopacas (Mapa III) son predominantemente cerradas, característica que se acentúa en el extremo Nororiental, donde el espesor alcanza a 50 m. En la zona Sud las líneas adoptan una forma cerrada más elongada, aproximadamente paralela a las curvas estructurales del techo, con potencias de 40 m ocupando el 60 % del área espesores entre 10 y 20. El conjunto totaliza un volumen de 42 Km<sup>3</sup>.

Se obtuvieron relaciones faciales litológicas cualitativas teniendo en cuenta los porcentajes entre la fracción arena y el espesor total del "puelchense". Dentro del área predominan valores entre 50-100 %.

"A priori" parece notarse que los porcentajes mayores de fracción arena coinciden con el eje de la cuenca (Mapa III).

## 5.2. HIDROGEOLOGIA DE SUPERFICIE

### 5.2.1. Descripción General

En base al mapa geológico de Frenguelli (9), escala 1:100.000 al geoedafológico de Cappannini-Mauriño (4), escala 1:238.000 y a observaciones preliminares de campo, se compuso el bosquejo hidrogeológico de superficie (Mapa IV).

La carta geológica muestra afloramientos correspondientes a las series Pampiana y Pospampiana. El Enseñadense y Bonaerense representan a la primera y el Lujanense y Platense a la restante.

La secuencia hidrogeológica comienza con el Enseñadense, integrado principalmente por limos arcillosos pardo rojizos, ricos en carbonato de calcio en forma de concreciones o bancos de tosca. Puede presentar intercalaciones, generalmente lenticulares, de arcillas limosas grises y verdosas; la mayoría de las veces un sedimento de este tipo es el que lo separa de las "arenas puelches" infrayacentes. En otras oportunidades se observa un pasaje gradacional de las arenas a los limos enseñadenses, por lo que no es fácil establecer el contacto preciso entre ambos.

El límite con el Bonaerense suprayacente, por la semejanza entre estas unidades, es difícil de observar aún en afloramientos. En el subsuelo es prácticamente imposible diferenciarlos; no pudiendo estimarse los espesores.

El Bonaerense está compuesto por sedimentos equivalentes granométricamente al limo; se trata de loess de color pardo claro con abundante carbonato de calcio distribuido uniformemente en su masa. Se caracteriza por poseer una estructura migajosa fina con gran número de canaliculos que lo atraviesan otorgándole una porosidad efectiva más elevada que la correspondiente a su tamaño de grano. Sus manifestaciones están restringidas a las elevaciones topográficas mayores faltando en las partes bajas de los valles a causa de la erosión hídrica.

El conjunto de estas unidades alcanza una potencia de 64 m en la perforación 32.000/28.000. Su importancia hidrogeológica radica en que es parte integrante principal del subacuífero "epipuelche".

El Lujanense está representado por limos arcillosos gris verdoso y limos arenosos gris parduzcos de origen fluvial ricos en carbonatos cloruros y sulfatos. Sus afloramientos están restringidos a la llanura baja alcanzando localmente desarrollo de 7,2 Km.

El Querandinense, que representa una facies estuárico-marina del Lujanense compuesta por limos arcillosos y arcillas grises oscuras azuladas ricas en fósiles de aguas salobres, no aflora pero se lo ha hallado en una perforación en el cauce.

El Platense rellena las depresiones pre-existentes y está representado predominantemente por una facies fluvial limosa clara que cubre al Lujanense.

Hidrogeológicamente sólo existirían dos unidades: la "pampiana" y la "pospampiana"; diferenciadas por su correlación con la hidroquímica.

### 5.2.2. Capacidad potencial de infiltración

La capacidad de infiltración (22) está regida principalmente por las características morfológicas y propiedades de los sedimentos superficiales. Dada la homogeneidad macroscópica de estos últimos, se programaron para verificar este aserto ensayos de capacidad de infiltración, utilizando el método de Kamenskii (3).

Los valores resultantes de las pruebas, cuyos gráficos se acompañan (Gráficos 5 a 8) dieron valores extremos de 0,5 y 50 m/día, que corresponden a condiciones locales.

Los menores se localizan en la "lanura baja", en las porciones más anegadizas, por los sedimentos finos acumulados. Hay un leve incremento en la denominada "llanura alta" donde la erosión no ha sido tan activa. Los rangos mayores se sitúan en coincidencia con la "llanura intermedia", en que la erosión ha denudado la cubierta menos permeable.

## 6. CLIMATOLOGÍA

Hay en Ezeiza una estación climatológica del Servicio Meteorológico Nacional con más de 10 años de registros. En base a ella (21) se da al gráfico N° 1 de valores de temperaturas medias mensuales promedio de 10 años. La más elevada corresponde a los meses de Diciembre, Enero y Febrero y la mínima a Junio y Julio.

Estaciones pluviométricas del Instituto mencionado, están distribuidas en la cuenca más o menos uniformemente y poseen mediciones continuas de 25 años; basados en ellas (20) se ha confeccionado el gráfico N° 2. El mes de mayor precipitación es Marzo con 112 mm (12 o/o) y el de menor Julio con 54 mm (5,6 o/o).

De los 962 mm anuales, el 37 o/o corresponde a los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo.

La distribución media anual de las precipitaciones para 1921-1950 (20) muestra que la magnitud de la misma decrece radialmente desde la confluencia del A° Morales con el Matanza hacia los bordes de la cuenca. El máximo promedio corresponde a la Estación González Catán (24.000/52.150) con 1032 mm/año y el mínimo está localizado en Lomas de Zamora (52.850/72.000) con 907 mm/año. La primera ha sido tomada para ilustrar sobre la marcha de las precipitaciones en el período 1928-1954 (Gráfico N° 3). En él puede observarse un intervalo con exceso de precipitaciones que va del año 1930 a 1940, seguido de otro seco no evidenciándose uno nuevo lluvioso de importancia, salvo el pico aislado correspondiente al año

1946. Lamentablemente no se cuenta con registros suficientemente completos para estimar la recurrencia de ciclos húmedos.

Es importante señalar que la aridez de una región no depende solamente de las precipitaciones, sino también de su relación con la evaporación y con la transpiración de las plantas (evapotranspiración). De acuerdo a esto y siguiendo a Thornthwaite se ha preparado el cuadro N° 1, indicativo de los factores climáticos.

De acuerdo a éste se han obtenido los siguientes índices:

$$\text{Índice de humedad} = I_h = \frac{100 \times 175}{810} = 21,6 \text{ o/o}$$

$$\text{Índice de aridez} = I_a = \frac{100 \times 23}{810} = 2,8 \text{ o/o}$$

$$\text{Índice Hídrico} = I_n = I_h - 0,6 I_a = 19,9 \text{ o/o}$$

$$\begin{aligned} \text{Concentración térmica en verano} &= \frac{100 \times 359}{810} = \\ &= 44,3 \text{ o/o} \end{aligned}$$

Conforme a ello, el clima es "subhúmedo-húmedo", con pequeña deficiencia de agua y según su eficiencia térmica estaría comprendido en el tipo Mesotermal B'₂ del autor citado.

Se puede establecer por último que los meses con exceso de humedad son los de Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre.

## 7. AGUAS SUPERFICIALES

### 7.1. Características físicas

Este capítulo se refiere principalmente a la red fluvial, dejando de lado detalles sobre los aspectos limnológicos, ya que en el ámbito de la cuenca no hay cuerpos de agua de mayor importancia. En general se trata de pequeños espejos de agua temporarios, no muy numerosos y situados comúnmente en la "llanura alta", donde la red de drenaje se hace más pobre. Su origen puede estar relacionado con alforamientos de la capa freática en algunos casos, pero en su gran mayoría con aguas residuales almacenadas superficialmente, retenidas por la menor permeabilidad del fondo de las hondonadas, consecuencia de la depositación de sedimentos más finos.

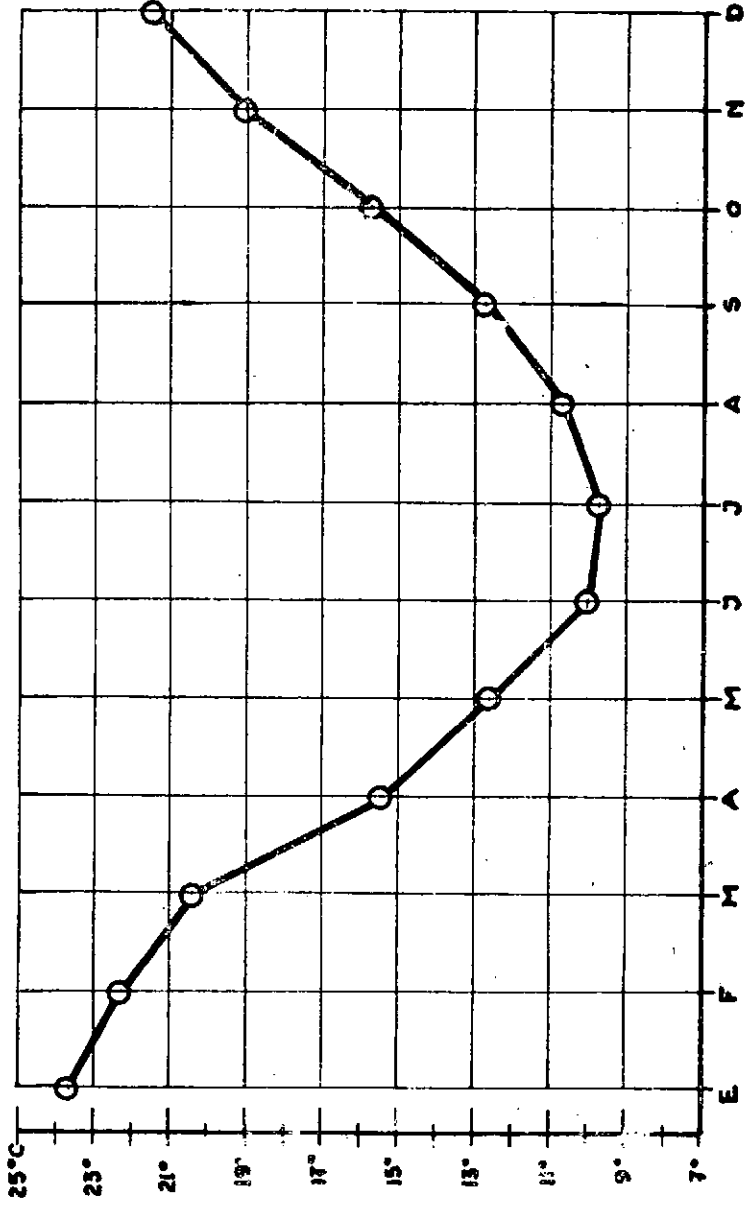
El sector considerado de la cuenca posee una forma sub-redondeada. La mayor altura es de 33,5 m, y los valores más frecuentes en las cabeceras están en los 27 m.

La red de drenaje responde a un patrón predo-

Gráfico Nº 1

CUENCA SUPERIOR Y MEDIA DEL RIO MATANZA

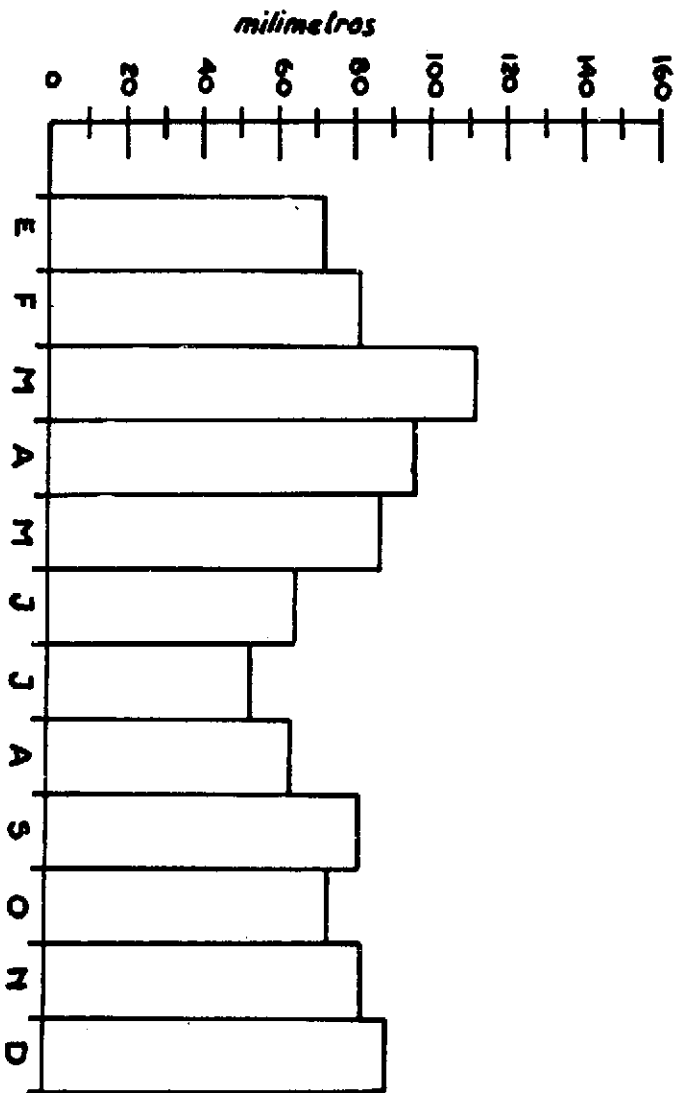
### VARIACIÓN MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURAS MEDIAS



**CUENCA SUPERIOR Y MEDIA DEL RIO MATANZA**

**PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm.)**

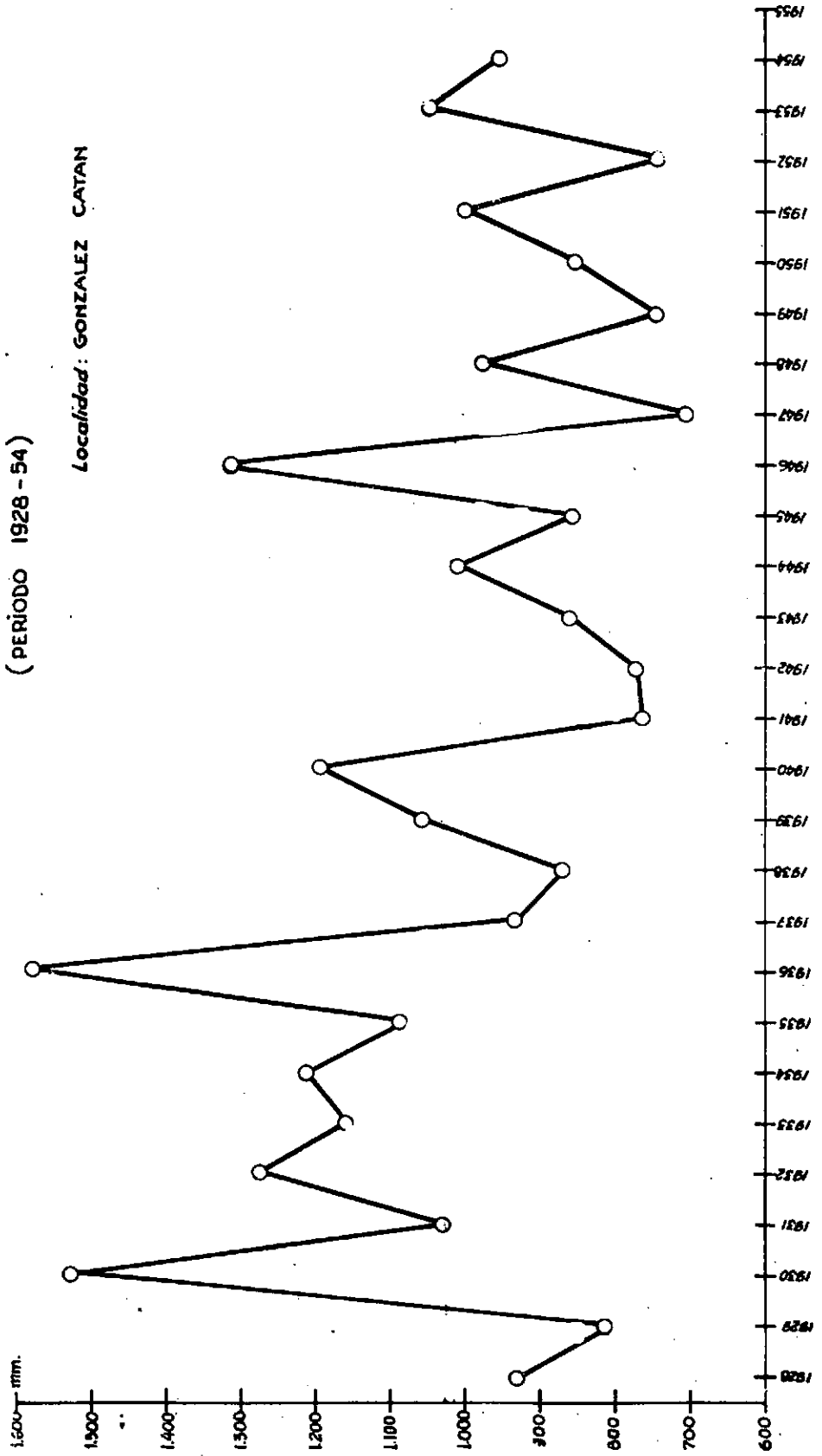
( PERÍODO 1921 - 1950 )



CUENCA SUPERIOR DEL RIO. MATANZA

### MARCHA DE PRECIPITACION ANUAL (PERIODO 1928 - 54)

Localidad: GONZALEZ CATAN



C U A D R O N º 1

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA DE THORNTWAITE

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Precipitación media mensual	72	82	112	96	87	65	54	64	82	75	83	90	962
Evapotranspiración potencial	136	103	95	54	35	22	21	28	41	64	91	120	810
Variación de la reserva de agua del suelo	-82	---	17	42	41	---	---	---	---	---	-8	-30	
Reserva de agua útil (saturación = 100 mm)	0	0	17	59	100	100	100	100	100	100	92	62	
Exceso de agua	---	---	---	---	11	43	33	36	41	11	---	---	175
Déficit de agua agrícola	2	21	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23
Evapotranspiración real	134	82	95	54	35	22	21	28	41	64	91	120	787



C U A D R O N.º 2

VOLUMENES ANUALES ESCURRIDOS. ESTACION "AUTOPISTA"

Año	Volumen escurrido Hm <sup>3</sup>	Volumen aportado Hm <sup>3</sup>	Relación de volúmenes (coef. escurr. fluvial)
	S.M.N.	D.H.	S.M.N. D.H.
1962	65,02	--	0,050 --
1963	327,90	2182,8	0,156 0,150
* 1964	306,69	1786,0	0,190 0,172
1965 **	10,88	1022,9	0,011 0,010
1966	150,80	1775,1	0,085 0,083
1967	453,79	1679,5	0,270 0,221
1968	120,88	1686,7	0,072 0,062
Total	1435,96	11141,4	12106,7 --

\* 10 meses \*\* 11 meses

minantemente rectangular. En el sector que nos ocupa, 232 cauces descargan a través de un álveo principal de 61 Km de extensión, resultando la densidad de drenaje de 0,31 Km/km<sup>2</sup>. La pendiente del colector principal es, en este tramo, de 0,5 m/km (17).

Las nacientes del sistema están integradas en tres cursos principales: el Arroyo Rodríguez o de los Pozos (tronco principal del Matanza), el Arroyo Morales y el Arroyo Cañuelas. Al primero confluyen los arroyos Cebey y Castro; el segundo recoge las aguas de los arroyos La Paja, El Piojo y el Pantanoso; el Cañuelas recibe el aporte de los arroyos del Gato y Navarrete. Otros cauces que tributan al Matanza son los arroyos Aguirre y Chacón.

La totalidad de los cursos perennes son manifiestamente afluentes respecto a las aguas freáticas, característica ésta atenuada en las cabeceras.

En las zonas de nacientes se ha construido una red de drenaje artificial complementaria, constituida por pequeños canales que contribuyen a facilitar el escurrimiento de las aguas meteóricas hacia los arroyos vecinos. En el sector bajo de la subcuenca, se está llevando a cabo la extensión de la canalización y rectificación del Riachuelo, que se prolonga durante todo el tramo de la cuenca inferior, fuera de la zona aquí considerada; ésta es la mayor obra de drenaje artificial.

## 7.2. Fluviometría

Se cuenta con tres estaciones de aforo, dos en el río Matanza y una en el A<sup>o</sup> Morales, atendidas por la Dirección de Hidráulica de la Provincia.

La ubicada en la intersección del río Matanza con la Autopista Tte. Gral. Ricchieri (Estación "Autopista") cuenta con la mayor cantidad de aforos y gastos medios diarios (prácticamente continuos). Este hecho, unido a que está situada en el límite de la cuenca, hace que sea utilizada tanto para el reflejo de las características cuantitativas del río Matanza como para la confección del balance comentado en 7.3.

En el cuadro N<sup>o</sup> 2 se dan los volúmenes anuales escurridos por la precipitación y la relación volumen escurrido-volumen aportado.

Para el período considerado, descontada la precipitación de los meses sin información limnigráfica, se tiene que el coeficiente que relaciona el volumen escurrido en la sección de aforos y al aportado a la cuenca por la precipitación es de 0,13 según los datos pluviométricos del Servicio Meteorológico Nacional y de 0,12 para los datos de precipitación del Departamento de Hidrología de la Provincia de Buenos Aires, correspondiendo a 880 y 956 mm/año respectivamente. Se adoptó el segundo por tratarse de registros pluviográficos.

## 7.3. Balance hidrológico

Existiendo como se verá más adelante una razonable

correspondencia entre las divisorias de agua superficiales y subterráneas la estimación de un balance hidrológico en función de los datos disponibles puede realizarse con la fórmula simplificada:

$$P = E_f + E_{vt} + I, \text{ donde:}$$

P = precipitación en el área

E<sub>vt</sub> = evapotranspiración

E<sub>f</sub> = Escurrimiento fluvial

I = Infiltración.

La precipitación anual en 30 años fue determinada en base a las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional.

La evapotranspiración real fue calculada por las fórmulas de Turc (678 mm) y la de Thornthwaite (787 mm).

El escurrimiento fluvial se obtuvo a partir del coeficiente 0,12 obtenido para el período 1962-68 en la estación limnigráfica "Autopista".

De esta forma tenemos:

$$P - E_{vt} - E_f = I$$

$$962 \text{ mm} - 787 \text{ mm} - 113 \text{ mm} = 62 \text{ mm/año} \\ \text{(Thornthwaite)}$$

$$962 \text{ mm} - 678 \text{ mm} - 113 \text{ mm} = 171 \text{ mm/año} \\ \text{(Turc)}$$

Los valores de infiltración obtenidos de aplicar la fórmula de Thornthwaite podrían ser los más adecuados y así lo demostrarían los primeros ajustes del modelo matemático preparado para el área de La Plata.

## 8. AGUAS SUBTERRANEAS

Como se expresara en distintos informes (6) (7) (16) (19) en la zona Noreste existiría un solo acuífero multiunitario, integrado por tres sub-unidades interrelacionadas denominadas "epipuelche", "puelche" e "hipopuelche".

### 8.1. Subacuífero "epipuelche"

Comprende una serie de niveles productivos entre los que se incluye el freático. Este, por su mayor proximidad a la superficie, es el más frecuentemente utilizado; no obstante falta información, especialmente en el extremo inferior de la porción media de la cuenca.

El carácter relativamente anisotrópico heterogéneo de los sedimentos da origen localmente a la existencia de varios horizontes productivos.

La falta de perfiles hidrogeológicos de las perforaciones, o defecto de los existentes, hace muy difícil individualizarlos.

De acuerdo a la información recogida en el campo comprendería dos niveles productivos, incluyendo además del freático otro aproximadamente a los 20 m. de profundidad. Sin embargo, los registros de perfilaje eléctrico efectuados en dos las de perforaciones de exploración practicadas por EASNE, indican la existencia de uno solo que llegaría hasta el estrato semiconfinante del "puelche". En la tercera, hay dentro de este conjunto otra capa, de mayor productividad. Esto demostraría que la anisotropía y heterogeneidad tienen un carácter predominante local, y la diferenciación de los horizontes que se menciona frecuentemente es fundamentalmente producto de las distintas características químicas.

El mapa de curvas isofreáticas (Mapa V), muestra una similitud bastante marcada con el topográfico. La diferencia existente entre la cuenca fisiográfica y la hidrológica es despreciable y posiblemente debida en gran parte a la diferencia en el grado de precisión de ambos levantamientos. La equidistancia elegida para las curvas potenciométricas, con la finalidad de soslayar el error de acotamiento de boca de pozo y variaciones de nivel en el tiempo es de 5 m, mientras que para las curvas de nivel es de 1,25 y 2,5 metros, según las hojas topográficas.

Las curvas isofreáticas presentan un espaciamiento bastante semejante, con ligeras diferencias que pueden interpretarse como tenues variaciones locales de la transmisividad pero fundamentalmente debidas al movimiento no uniforme relacionado con las proximidades de zonas de recarga y descarga.

La recarga natural se realiza esencialmente en los interfluvios, mientras que la descarga se localiza a lo largo de los cursos de agua, ubicándose una línea principal coincidente con la vaguada del río Matanza. El sentido general de escurrimiento es Sudoeste-Noreste.

No habría evidencias palpables de fenómenos depresivos por descarga artificial, al menos que se muestren como conos de depresión permanentes. Puede deberse ello a la inexistencia de puntos de explotación concentrados con que la recarga natural satisfaga la extracción. La variación de los niveles freáticos en función del tiempo apoyan esta última aseveración.

Si bien es necesario un período suficientemente largo para estudiar las variaciones freáticas, los registros volcados en el gráfico N° 4 correspondientes a 40 meses de observación, indican una cierta estabilidad a pesar de fluctuaciones periódicas de las reservas reguladoras de hasta 2,00 m. De esto último puede deducirse aunque en forma no precisa, que considerando una porosidad efectiva de 0,10, existe una reserva fluctuante de más de 2.000 m<sup>3</sup>/año por hectárea, equivalente a reservas potenciales utilizables.

En dicho gráfico se puede apreciar que la Estación 1-22 muestra un incremento aparentemente anormal en las alturas para el mes de Marzo de 1968; posiblemente ello sea debido al alejamiento de esta estación con respecto a un cuerpo de agua superficial.

Las estaciones graficadas han sido elegidas con fines ilustrativos, por su representatividad, pero debemos anotar para las estaciones 1-5 (34.950/44.300) y 1-9 (28.500/42.500) amplitudes máximas de 4,50 metros. De todos modos, el lapso de registro abarcado por las estaciones controladas por EASNE, corresponden a una etapa depresiva secular evidenciada por el freatigrama de la Estación Observatorio San Miguel (1942-1972), de la vecina cuenca del Río Reconquista.

Las velocidades deben ser muy pequeñas. Las máximas que se pueden esperar oscilan en unos pocos centímetros diarios, incrementándose únicamente en las vecindades de los lugares de descarga por cambio de los gradientes.

El mapa de isoconductividad para la capa freática (Mapa VI) exhibe valores oscilantes entre 1.000 y 2.500  $\mu$ mhos/cm; como puntos aislados se han registrado conductividades aún mayores de 3.000  $\mu$ mhos/cm y hasta 4.000  $\mu$ mhos/cm en un caso.

La pequeña diferencia de conductividad, que no muestra un ordenamiento en relación al escurrimiento, indicaría que los valores dependen de los microfactores locales.

El nivel inferior manifiesta una mayor homogeneidad y una pequeña disminución en los valores de conductividad (Mapa IX), siendo menos frecuentes las zonas que alcanzan a los 2.000  $\mu$ mhos/cm, y más frecuentes las que oscilan entre 700 y 800  $\mu$ mhos/cm. Es posible que la homogeneidad se deba a la menor influencia de la morfología superficial y a la menor dinámica del ciclo del agua subterránea.

La variación del residuo seco para el nivel freático (Mapa VII) es escasa, haciéndose los tenores mayores más frecuentes hacia las cabeceras. La Alcalinidad varía entre 8 y 12 meq./litro (Mapa VII).

El sulfato se encuentra comúnmente en tenores que van de escaso a 1 meq./litro (Mapa VIII). Localmente puede sobrepasar los 2 y aun 3 meq./litro (Mapa VIII). El Cloruro (Mapa VIII) se muestra predominantemente inferior a 2 meq./litro pero puede llegar a más de 12 meq./litro. En general, tanto el residuo seco como los aniones parecen disminuir hacia la porción media de la cuenca.

En el nivel más profundo hay una disminución general de residuo seco, cuyo valor apenas sobrepasa los 1.000 ppm, en los casos extremos. La alcalinidad se mantiene dentro de valores semejantes a los de la capa freática, con ligeras variaciones (Mapa X).

Los iones Sulfato y Cloruro (Mapa XI) decrecen comparativamente, con rangos de valores máximos superiores a 1 meq./litro y 6 meq./litro respectivamente.

Los contrastes son demasiado tenues como para permitir fijar una zonación química, pero indudablemente desmienten la hipótesis establecida en el informe ante-

rior sobre la disminución de la alcalinidad en profundidad (7).

De los tres aniones analizados, el Cloruro es el único estable y su comportamiento está relacionado con la edad y recorrido del agua; su disminución o incremento en profundidad parecería como anárquico.

Las pequeñas variaciones posiblemente puedan atribuirse a las condiciones hidrogeológicas locales, a las peculiaridades de la red de flujo, a la dinámica del ciclo geohidrológico y aun al tipo de obra de captación mostrada.

Desde el punto de la aptitud del agua para uso humano, se trataría de agua potable, aunque frecuentemente existe contaminación bacteriológica.

## 8.2. Subacuífero puelche

La información sobre esta subunidad se hace más espaciada en el sector superior de la cuenca, especialmente en la parte sur, donde por esta razón se efectuaron tres perforaciones de exploración complementarias.

El mapa isopiécico resultante (Mapa XII) evidencia una similitud bastante pronunciada con el isofréatico especialmente en el límite con la cuenca del río Reconquista. Es dable pensar que las diferencias mostradas corresponden a la insuficiencia de información y a la deformación de las curvas isopiécicas, impuesta por la sobreexplotación.

Es importante señalar la coincidencia de las líneas de recarga y descarga naturales, como son las corres-

pondientes a las divisorias de los ríos Reconquista-Matanza, y el cauce principal de este último. Las diferencias que resultan de los mapas, son debidas a la mayor densidad de puntos que se tienen para la capa freática, pero si se traza un mapa eligiendo para ambas subunidades una misma cantidad y distribución de datos, resulta el carácter negativo (\*) —efluente y positivo— influente del "puelche", en las áreas de recarga y descarga respectivamente.

El espaciamiento de las curvas isopiécicas se hace mayor hacia el cauce del río Matanza; esto es debido en parte a fenómenos de descarga natural, hecho que se refleja en el "epipuelche".

La descarga artificial no supera a la recarga y no existen conos de depresión permanentes dentro del área. Únicamente en el tramo vecino a la porción inferior de la cuenca, comienza a manifestarse una distorsión que se materializa en ésta.

Aunque los registros corresponden a un corto lapso, las variaciones de nivel denotan una cierta recuperación. Esto reafirmaría lo arriba expresado. Además, por estar la estación vecina a una zona de riego se nota cierta depresión conforme con las épocas en que éste se practica.

La gráfica de registro muestra cierta similitud con la del subacuífero "epipuelche"; es un elemento más en la reafirmación de la hipótesis emitida en informes anteriores (6) (7) (16) de la existencia de un solo acuífero separada por estratos relativamente menos permeables.

Se realizaron 5 ensayos de bombeo, cuyos resultados a continuación se detallan:

Nombre	Coordenadas	Tipo	Duración min.	T m <sup>2</sup> /día	S	T' l/día
Estancia S. Lorenzo	04900/28800	Bombeo	2.160	590	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$6,10^{-3}$
Luz y Fza. G. Catán	22725/46000	Bombeo	360	790	$6 \cdot 10^{-4}$	
Ezeiza Aeropuerto	32100/53350	Bombeo	360	550	$5,8 \cdot 10^{-4}$	
Marcos Paz	06125/60200	Recup. Resid.	240	540		
Campo Fernández	96050/23975	Bombeo	7.320	500	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$

(\*) Capa artésiana positiva o presión positiva, cuando el nivel piezométrico sobrepasa al freático. Capa artésiana negativa o presión negativa, cuando está por debajo de él (Tolman) (22).

Los valores obtenidos, teniendo en cuenta la distribución de los puntos en que se realizaron las pruebas, muestran homogeneidad en lo relativo a Trasmisividad, Almacenamiento y Trasmisividad vertical.

El residuo seco (Mapa XIII) presenta un incremento que supera las 2.000 ppm hacia las nacientes de la cuenca y una zona intermedia con un aumento hacia el Noreste. La Alcalinidad (Mapa XIII) denota tenores máximos superiores a 12 meq./litro con predominancia de aquéllas menores a 10 meq./litro.

El sulfato (Mapa XIV) que llega a tenores mayores a 10 meq./litro tiene en la mayor parte del área concentraciones por debajo de los 4 meq./litros.

El contenido de cloruros (Mapa XIV) es arealmente bajo, inferior a las 2 meq./litro pero hacia el Sudoeste sobrepasa los 10 meq./litro.

Las variaciones en los contenidos son poco marcados pero, dentro de lo relativo, puede notarse que en general siguen la distribución del residuo seco.

El cotejo de los mapas correspondientes a este subacuifero con los del nivel inferior del "epipuelche" exhibe una cierta similitud aunque con un incremento en el residuo seco y los aniones.

Las divergencias en este aspecto son de difícil explicación aunque puede suponerse, hasta tanto investigaciones más detalladas permitan precisar el problema, que están originadas en el sistema hidráulico que rige la cuenca.

En cuanto a la calidad para uso humano, puede considerarse en general buena, aunque es evidente un mejoramiento hacia los extremos Suroeste y Noreste.

Hasta tanto pueda determinarse la capacidad de almacenaje de la cuenca se estima una reserva geológica fluctuante entre 5 y 13 Km<sup>3</sup>, resultante de aplicar como coeficiente de almacenamiento valores extremos de 0,04 a 0,1, acordes con las características hidrogeológicas.

### 8.3. Subacuifero "hipopuelche"

No se posee mayor información de esta unidad, ya que su explotación se halla muy restringida a causa de la salinidad de sus aguas. En base a viejos perfiles de perforación pudimos constatar la presencia de varias secciones productivas, ubicadas en sedimentos del "Verde" y del "Rojo". Las perforaciones durante el censo sólo alumbran aquéllas pertenecientes al "Verde".

En general los niveles estáticos son superiores a los del "puelche", y en algunos casos surgentes cuando la localización topográfica lo permite. En Cañuelas (13.200/21.000) los niveles estáticos son del orden de los 25 metros; en A<sup>o</sup> Morales (16.400/46.500) y San Justo (37.000/56.350) existe surgencia, con niveles estáticos de 16 metros (+ 0,60 m sbp) y 7 metros (+ 1,0 m sbp), respectivamente.

Una perforación en A<sup>o</sup> Morales ha arrojado un caudal característico de 5,1 m<sup>3</sup>/h.m. En el mismo pozo,

otra sección productiva inferior localizada en el "rojo" posee un caudal característico de 3,9 m<sup>3</sup>/h.m. Los rendimientos obtenidos son por lo común buenos, superando en la mayoría de los casos los 100 m<sup>3</sup>/h.

Químicamente se trata de aguas muy salinas, con residuos secos que van de 4.000 ppm a más de 15.000 ppm. La muy escasa información no ha permitido evidenciar algún tipo de zonación química, aunque puede suponerse que de existir, sería predominantemente geológica (6). Las temperaturas son usualmente más altas que las del subacuifero "puelche".

## 9. CONCLUSIONES

El área aquí considerada posee actualmente gran importancia por su desarrollo económico, pero debe tenerse en cuenta que ella se acrecentará en el futuro, con el consecuente aumento en la demanda de agua a muy corto plazo.

La cantidad y calidad de información, si bien era satisfactoria en las porciones media e inferior, se hacía menos frecuente en la zona de cabeceras, especialmente para el subacuifero "puelche", pudiendo completársela mediante perforaciones de exploración practicadas al efecto.

Estas perforaciones arrojaron resultados que corroboran las hipótesis hidrogeológicas establecidas en el informe anterior, sobre todo la interrelación que existe entre el subacuifero puelche y el epipuelche y dentro de éste, la posible diferenciación de más de un horizonte productivo.

Las condiciones generales permiten suponer una infiltración potencial en todo el área, pero su magnitud real está condicionada principalmente por las características morfológicas superficiales.

El subacuifero epipuelche constituiría un solo horizonte productivo con diferenciaciones locales de permeabilidad, conformando un carácter autóctono en lo que respecta a su mecanismo de recarga.

El subacuifero puelche se halla limitado superiormente por capas filtrantes (semiconfinantes), y su recarga es autóctona e indirecta.

El conjunto de subacuiferos configura un modelo de acuifero multiunitario, con homogeneidad regional y fuerte anisotropía local.

La recarga natural es por ahora suficiente para balancear las pérdidas y permite suponer la existencia de reservas generatrices potenciales cuya utilidad dependerá de un adecuado manejo del recurso.

La descarga natural se materializa a través de los cursos permanentes más importantes, manifiestamente efluentes respecto a las capas subterráneas. La descarga artificial sólo comienza a evidenciarse en el tramo terminal de la porción inferior, donde la red de flujo del puelche comienza a distorsionarse, pero forma grandes conos de depresión en el sector inferior.

Dicha explotación incipiente aún no ha afectado

mayormente las reservas seculares y la intensa extracción de las cuencas vecinas recién comienza a manifestarse. Las reservas geológicas se calculan, en conjunto para los subacuíferos epipelche y pelche, entre 5 y 13 Km<sup>3</sup>, de acuerdo al coeficiente de almacenamiento estimado.

Las características hidroquímicas responden en general a la dinámica del sistema hidráulico.

La calidad del agua es en general buena, con problemas locales y agudos de contaminación bacteriológica y desmejoramiento químico en el valle mayor del río, hacia el curso inferior.

## 10. RECOMENDACIONES

Es necesario perfeccionar continuamente los conocimientos geohidrológicos de la región, emprendiendo estudios de detalle cuando fuese necesario.

Debe continuarse con la tarea de registros freaticos y piezométricos, recomendándose a los entes responsables de la explotación de aguas subterráneas llevar registros mensuales de nivel en las obras de su administración.

Se establecerán estaciones de muestreo hidroquímico periódico, al tiempo que se analizarán con mayor detalle los elementos que se poseen para poder afinar el conocimiento del ciclo hidroquímico vinculado a las etapas del correspondiente geohidrológico.

La práctica de ensayos de bombeo en perforaciones de terceros permitía el mejor conocimiento de los parámetros más importantes, por lo que deberá intensificarse.

Los organismos públicos pertinentes deberían llevar con más rigor y precisión, estadísticas de gastos de agua en obras de su propiedad y en aquellas particulares que se ejecuten en su jurisdicción.

Debe recomendarse a los organismos estatales que correspondan, el dimensionamiento de la magnitud de contaminación, especialmente en las áreas más pobladas y de mayor desarrollo industrial.

Si bien algunos municipios llevan registros de las perforaciones que efectúan los particulares en su ámbito, es conveniente que esta actitud se extienda a los demás partidos, no sólo favoreciendo a los estudios que puedan realizarse, sino también en resguardo de los intereses de los propietarios. Para ello deberá dictarse la reglamentación respectiva.



## LISTA BIBLIOGRAFICA

- 1) ARTAZA, E. 1939  
Saneamiento urbano en la República Argentina.  
Provisión de Agua.  
Cuad. N° 4 Fac. Cs. Fisicomatemáticas. La Plata.
- 2) ARTAZA, E. 1943  
Saneamiento urbano en la República Argentina.  
Provisión de Agua.  
Cuad. N° 5 Fac. Cs. Fisicomatemáticas. La Plata.
- 3) BOGOMOLOV, G. V. & SILIN-BEKTCHOURINE,  
A. T. 1955  
Hydrogeologie Specialiséé Gosgeoltechizdat. Mos-  
cú.
- 4) CAPPANNINI, D. A. & MARINO, V. E. 1966  
Suelos de la zona litoral estuárica comprendida  
entre las ciudades de Buenos Aires al Norte y La  
Plata al Sur (Pcia. de Buenos Aires).  
INTA. Segunda colección Suelos. Buenos Aires.
- 5) DIFRIERI, H. 1961  
Estructura y movimiento de la población. En "La  
Argentina. Suma de la Geografía". Tomo VII.  
Cap. IV. Peuser. Buenos Aires.
- 6) E.A.S.N.E. 1967  
Estado del conocimiento actual de la Geohidro-  
logía del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires. Iné-  
dito. La Plata.
- 7) E.A.S.N.E. 1970  
Algunos caracteres geohidrológicos de la cuenca  
media y superior del Río Matanza. EASNE  
(CFI-PBA). Gonnnet.
- 8) FRENGUELLI, J. 1950  
Rasgos generales de la morfología y geología de la  
Pcia. de Bs. Aires. Serie II N° 33. LEMIT. La  
Plata.
- 9) FRENGUELLI, J. 1957  
Geología de la zona litoral estuárica entre el A° El  
Pescado y San Fernando. LEMIT (Inédito). La  
Plata.
- 10) GROEBER, P. 1945  
Las aguas surgentes y semisurgentes del Norte de  
la Pcia. de Buenos Aires. En: Revista La Ingenie-  
ría. Año XLIX N° 6 Bs. Aires.
- 11) MINISTERIO DE ECONOMIA, PBA, 1969  
Boletín Estadístico. Segundo Trimestre 1968. Di-  
rección de Estadística. La Plata.
- 12) MINISTERIO DE ECONOMIA. PBA. 1970  
Boletín Estadístico. Cuarto Trimestre 1969. Direc-  
ción de Estadística. La Plata.
- 13) MINISTERIO DE ECONOMIA. PBA. 1971  
Encuesta Agropecuaria 1969/70. Dirección de Es-  
tadística. La Plata.
- 14) MINISTERIO DE ECONOMIA, PBA. 1971  
Censo Nacional de Población, Familias y Viviendas  
1970 (Cifras Provisorias). Dirección de Estadística.  
La Plata.
- 15) MINISTERIO DE SALUD PUBLICA. PBA. 1965  
Proyecto DISABO. (Diagnóstico Sanitario del aglo-  
merado bonaerense).  
Ministerio de Salud Pública, División de Planea-  
miento. La Plata.
- 16) SALA J. M. & AUGE, M. 1969  
Algunas características geohidrológicas del Noreste  
de la Pcia. de Buenos Aires. Anales de las IV. Jor-  
nadas Geológicas Argentinas. Tomo II. Mendoza.
- 17) SALA, J. M. & CECI, J. H. 1968  
Características físicas de la red de drenaje del No-  
reste de la Pcia. de Buenos Aires. Tercer Congreso  
Nacional del Agua. Vol. I. San Juan.
- 18) SALA, J. M. & HERNANDEZ, M. A. 1969  
Estimación de algunos parámetros en base a la in-  
vasión de agua salada en la Ciudad de La Plata,  
Pcia. de Buenos Aires. Cuartas Jornadas Geológicas  
Argentinas (en prensa). mendoza.
- 19) SALA, J. M. 1969  
El agua subterránea en el Nordeste de la Pcia. de  
Buenos Aires.  
Reunión sobre la geología del Agua Subterránea  
de la Pcia. de Buenos Aires. Comisión de Investi-  
gaciones Científicas. La Plata.
- 20) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL.  
1952.  
Datos pluviométricos 1921-50. Public. Bl. N° 2.  
SMN. Buenos Aires.
- 21) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL  
1965.  
Estadísticas Climatológicas. Public. Bl. N° 6. SMN.  
Buenos Aires.
- 22) TOLMAN, C. F. 1937  
Ground Water. Ed. Mc. Graw Hill. N. York.

## Capítulo XI

### PORCION INFERIOR DE LA CUENCA DEL RIO MATANZA

#### 1. INTRODUCCION

La porción inferior de la cuenca del Río Matanza incluye unos 833 Km<sup>2</sup>, dentro de los cuales están comprendidos 192 Km<sup>2</sup> de la Capital Federal. Además se involucran los Arroyos Sarandí y de las Piedras, que desaguan en el tramo final del valle inferior.

El tratamiento independiente de este sector se debe a las profundas modificaciones introducidas por el hombre en las condiciones naturales.

A causa de este hecho, ya apuntado en el informe anterior (5) se emprendió un relevamiento de detalle a escala 1:25.000.

Los límites resultantes son: al Norte la cuenca del R. Reconquista, al Oeste la porción Media de la cuenca del Matanza y al Sur la del Arroyo Jiménez.

#### 2. ANTECEDENTES

No existen antecedentes específicos al tema para esta unidad, salvo el mencionado precedentemente. Diversos autores han producido trabajos, en especial sobre la geología superficial y de subsuelo.

Entre ellos deben mencionarse Ameghino, Gröeber, Frenguelli, Rusconi, Pandolfi, Artaza, Karshirsky, González Bonorino, Cappannini & Mauriño, Santa Cruz y otros. Sobre el tema aguas subterráneas pueden citarse los de Stappenbeck, Gröeber, Artaza, EASNE, Sala, Sala & Auge, entre otros.

#### 3. ASPECTOS DEMOGRAFICOS Y ECONOMICOS

La población total de la zona se estimaba en 1969 en 5.685.000 habitantes (12), de los cuales 3.500.000 corresponden a la Capital Federal. La densidad promedio sería entonces de 6.825 habitantes por Km<sup>2</sup>, mientras que en la Capital Federal se elevaría a 18.220 habitantes por Km<sup>2</sup>.

El territorio, además de la ciudad de Buenos Aires, comprende en forma total o parcial los partidos de

Avellaneda, Lanús, Lomas de Zamora, 3 de Febrero, Gral. San Martín, Vicente López, Almirante Brown, Esteban Echeverría, Florencio Varela y Quilmes.

La característica económica fundamental radica en la insignificante proporción de la actividad primaria (agrícola), con 4,5 Km<sup>2</sup> que representan el 0,4 o/o en relación con las secundarias (industria) con el 49 o/o y terciarias (comercio, banca, servicios públicos, etc.) con el 50,6 o/o (3) (13). Esta particularidad del desarrollo de la comarca ha producido un mayor gasto de agua para uso humano e industrial.

La provisión para consumo se realiza predominantemente con los recursos provenientes del Río de la Plata, que abastecen a la Capital Federal y sectores del Gran Buenos Aires. El resto se obtiene del subacuifero "puelche". La superficie cubierta por redes de distribución (superficial y subterránea) alcanzaba a 390 Km<sup>2</sup> en 1966 (13), de los cuales corresponde 190 Km<sup>2</sup> a la Capital Federal.

No hay estadísticas acerca del volumen gastado por la industria, pero evidentemente puede superar la cantidad de agua subterránea destinada a consumo humano, teniendo en cuenta el número de establecimientos industriales y sus características.

El subacuifero "epipuelche" (15) (18) es explotado únicamente en la zona periférica suburbana para la provisión domiciliar individual, prevaleciendo el uso de la capa productiva semiconfinada sobre la freática, que en algunos sectores está agotada por depleción subsecuente a la explotación del "puelche".

En la zona donde los subacuiferos superiores tienen agua de mala calidad, se realizaron perforaciones de mayor profundidad llegando en algunos casos a alumbrar al "hipopuelche" (15) (18), para la obtención de caudales mayores con niveles de bombeo más adecuados. Este agua, debido a su alta salinidad, tiene una aplicación restringida.

#### 4. MORFOLOGIA

La morfología se halla fuertemente enmascarada y, en partes, modificada por la gran urbanización. Además



se ha alterado la red de drenaje original con la canalización y/o entubamiento de los cursos de agua. Estas alteraciones han modificado totalmente el funcionamiento natural.

Los dos elementos morfológicos principales son, según Frenguelli (7), la "terrazza alta" y la "terrazza baja". Esta última, que bordea al Río de la Plata, comprende la faja ribereña de muy suave pendiente y ensanchada hacia el Sur.

Dentro de este esquema se pueden diferenciar tres sub-unidades, que en su estado natural estaban relacionadas con el comportamiento geohidrológico. Son continuación de las correspondientes a las porciones Media y Superior de la cuenca (Mapa I).

**LLANURA ALTA** — Está restringida a la divisoria Sur de aguas, ocupando el 7,5 % del territorio. Su pendiente es sumamente suave.

**LLANURA INTERMEDIA** — Es la que comprende mayor extensión (67 %) y se halla dividida en dos partes: la Norte que abarca parte de la Capital Federal y la Sur, comprendida por el cinturón del Gran Buenos Aires.

**LLANURA BAJA** — Esta unidad atraviesa la cuenca longitudinalmente, coincidiendo con el cauce mayor del río. Hacia el Noreste se confunde con la "terrazza baja". Ocupa un 25,5 % del área.

En su estado natural, estas tres sub-unidades se corresponderían con ámbitos de recarga, escurrimiento subterráneo y descarga respectivamente.

## 5. HIDROGEOLOGIA

### 5.1. Hidrogeología de subsuelo

El estudio de unos 70 perfiles litológicos de perforaciones seleccionadas, 40 de los cuales fueron obtenidos por EASNE, permitió interpretar en forma bastante precisa las características hidrogeológicas del subsuelo.

El perfil hidrogeológico de la perforación "Jardín Zoológico", (69.800/73.250), por alcanzar el basamento, fue elegido como tipo para desarrollar la siguiente descripción generalizada.

"Basamento impermeable". Corresponde al cristalino, compuesto por rocas gnéisicas y graníticas; fue alcanzado a -286 m (\*).

"Rojo" (8). Se extiende desde los -286 m hasta -73 m. Comprende dos secciones desde el punto de vista hidrogeológico; la inferior, hasta -220 m, está integrada por areniscas y gravillas cuarzosas claras, con abundantes intercalaciones de yeso y carbonato de calcio y aloja al nivel más profundo del subacuífero "hipuelche". (15) (18). La superior desde -220 m a

-73 m., se puede considerar como relativamente menos permeable y está compuesta por arcillas pardo rojizas, calcáreas y yesosas.

Si bien es alcanzado por otras perforaciones, únicamente fue atravesado totalmente, además del citado, por un sondeo en Olivos (64.300/80.400); la secuencia encontrada es semejante a la descripta.

No se puede generalizar la distribución areal y vertical de estos sedimentos pero puede establecerse que los mismos se extienden en todo el ámbito de la cuenca e incluso la sobrepasan.

"Verde" (8). En la perforación elegida para la descripción de la columna se ubica entre los -73 m y -56 m., presentando un nivel arenoso de 9 m. de espesor, al que se le superpone otro arcilloso con una potencia de 8 m.

Debido a la distribución relativamente homogénea de las perforaciones que penetran esta unidad, parcial o totalmente, podemos comprobar su existencia en toda la comarca y además, confirmar la secuencia.

El elemento samítico que compone la base comprende arenas cuarzosas, medianas a gruesas, blanquecinas y portadoras de fósiles marinos, con potencias que normalmente varían entre 12 y 20 metros llegando en un caso a 47 metros.

La cúspide está integrada por arcillas verde azuladas, grisáceas, con abundantes fósiles marinos. Su espesor oscila en los 30 metros, con valores extremos excepcionales de 3 y 40 metros, registrándose una convergencia marcada hacia el Delta.

Frenguelli (7) distingue por encima del anterior varias unidades, que correlaciona con los afloramientos de las barrancas del Río Paraná, en la Pcia. de Entre Ríos. Al no tener pruebas suficientes que permitan corroborarlo, se continúa con el criterio sustentado por Gröeber, denominando al paquete samítico suprayacente al Verde como "arenas puelches". No obstante, no queda descartado totalmente lo expresado por el primer autor.

"Arenas puelches" o "Puelchense": compone la unidad hidrogeológica más importante, que en la perforación del "Jardín Zoológico", fue ubicada entre -56 y -30 metros. Presenta una sección basal de 12 metros de potencia de samitas cuarzosas finas y gruesas de color pardo amarillento, y otra superior de 14 metros integrada por arenas finas con escasa magnetita.

La nueva información incorporada, introduce leves modificaciones al panorama descripto anteriormente. (5).

La base (Mapa II), que culmina con -22 m. en coordenadas 36.500/58.500, independientemente de algunas variaciones locales, se hunde suave y regionalmente hacia el N. y NE., con un gradiente medio menor a 2 m/km, aumentando a 20 m/Km en el extremo N. y a 10 m/Km entre las coordenadas 68.000/72.000 y 72.000/76.000. Esto conforma dos depresiones; la primera se prolonga hacia la vecina cuenca del Río Reconquista; la segunda es subparalela al Río de la Plata.

\* Todas las cotas son referidas al 0 del IGM.

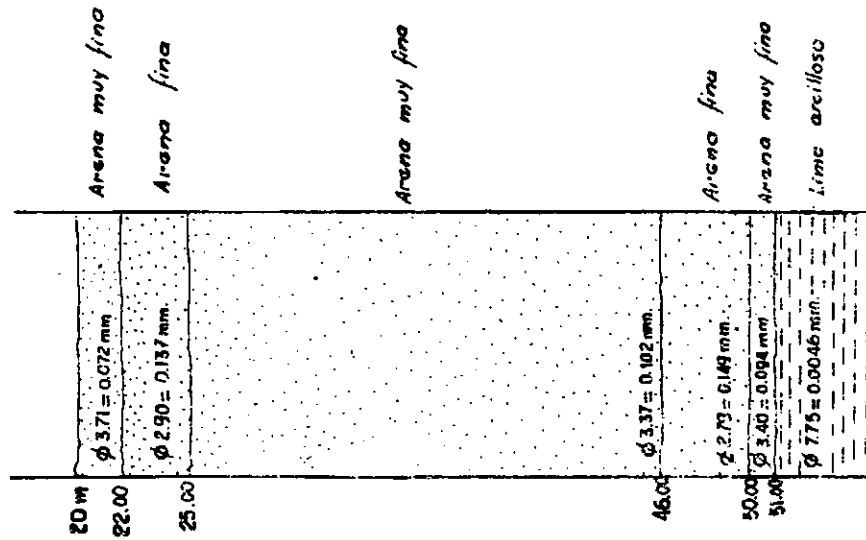
CUENCA INFERIOR DEL RIO MATANZA

PERFILES GRANOMÉTRICOS

Gráfico N°1

TAMET

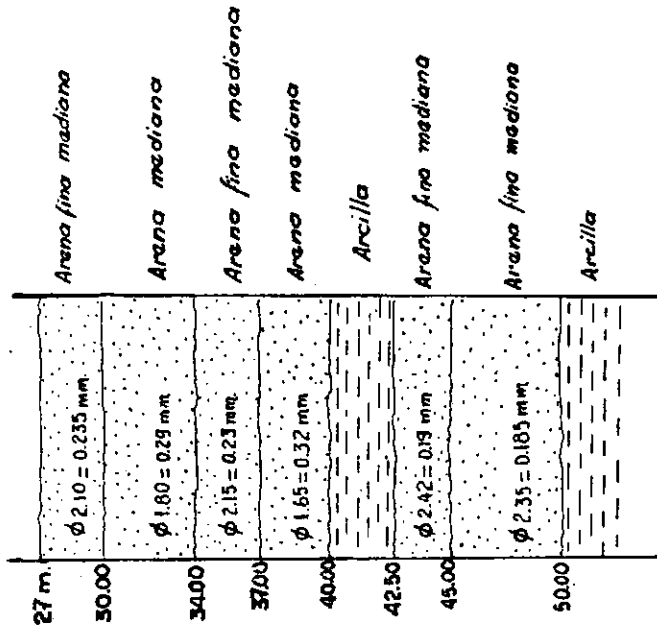
56330  
59325



Cota 9 m.

SASETRU

75400  
60250

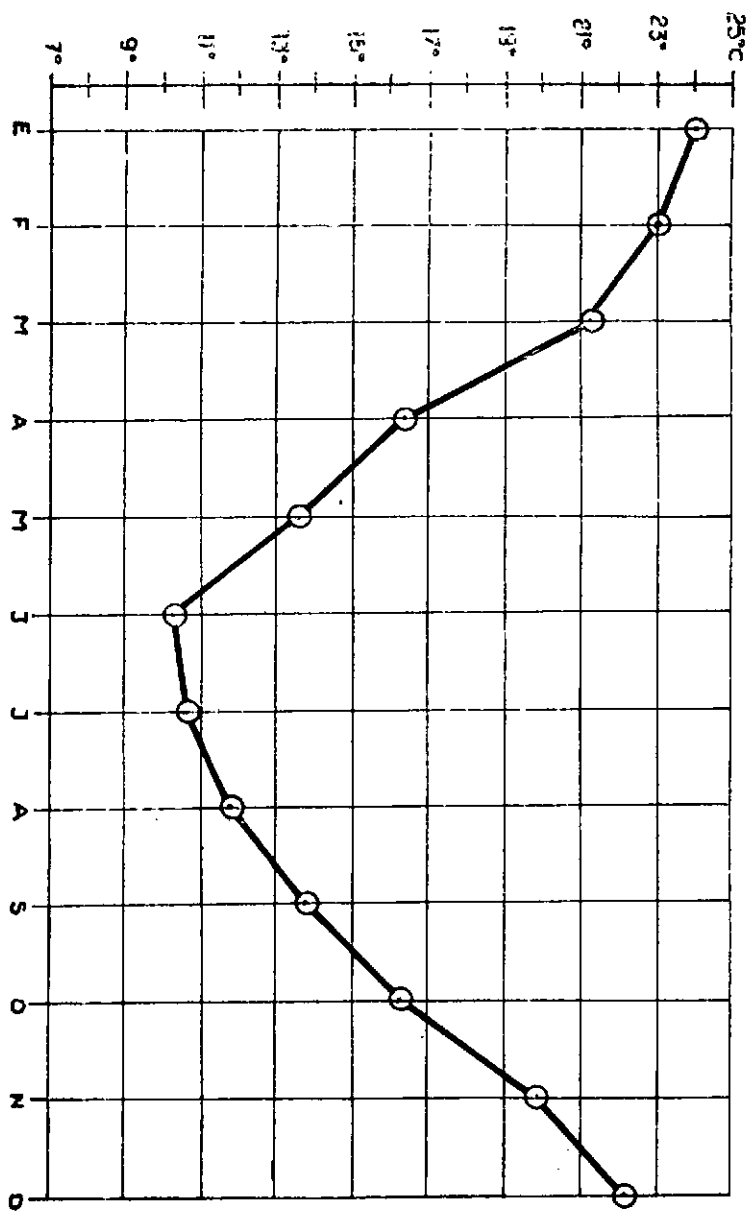


Cota 4.5 m.

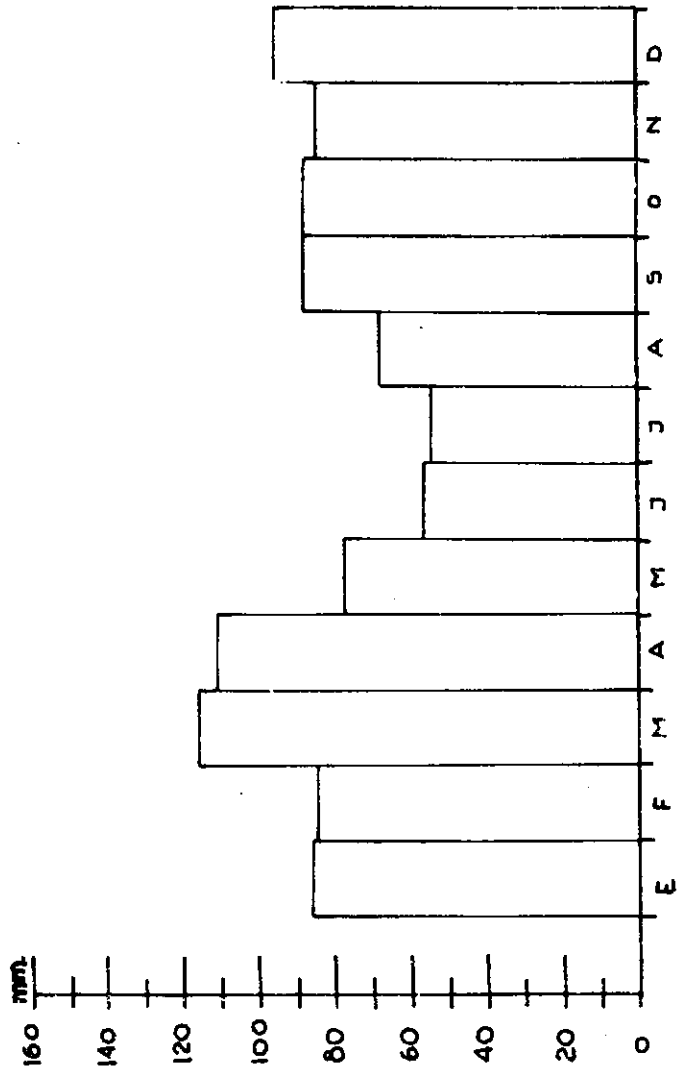
CUENCA INFERIOR DEL RIO MATANZA

Gráfico N° 2

VARIACIÓN MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURAS MEDIAS



# PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm.)



C U A D R O N ° 1

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA DE THORNTWALTE

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Precipitación media mensual	64	66	98	89	84	70	58	66	89	66	76	79	905
Evapotraspiración potencial	124	102	86	56	37	24	23	28	40	64	84	114	781
Variación de la reserva de agua del suelo	-57	-36	12	34	47	7	---	---	---	---	-8	-35	
Reserva de agua útil (saturación = 100 mm)	0	0	12	46	93	100	100	100	100	100	92	57	
Exceso de agua	---	---	---	---	---	39	35	38	49	2	---	---	163
Déficit de agua agrícola	3	36	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	39
Evapotraspiración real	121	66	86	55	37	24	23	28	40	64	84	114	742

La morfología del techo (Mapa II) es semejante a la de la base, con algunos desplazamientos locales de las formas cerradas. Regionalmente manifiesta una tendencia menos evidente que la anterior con hundimientos más suaves hacia el Norte y al Sur a partir del sector aproximadamente paralelo a la coordenada horizontal 68.000.

El Mapa III indica que el espesor máximo de las arenas es mayor a 35m en el sector oriental, mientras que la menor potencia (5 m.), corresponde a la porción suroccidental. La unidad manifiesta variaciones de espesor, producto de fenómenos erosivos; su volumen alcanza a unos 16 Km<sup>3</sup>.

En general, los mayores porcentajes cualitativos de fracción arena (Mapa III) se identifican con las áreas de mayores potencias.

De las 23 perforaciones estudiadas en base al análisis mecánico, se muestran con fines ilustrativos en el Gráfico N° 1 dos perfiles excepcionales, uno por la predominancia de arena muy fina y el otro por la intercalación de material péltico. En general se trata de sedimentos bastante uniformes, de grano fino a mediano.

## 5.2. Hidrogeología de superficie

El hombre ha enmascarado la superficie del suelo impidiendo la observación directa; no obstante, la distribución areal de los sedimentos se muestra en el Mapa IV, compilado de los trabajos realizados por Tapia (21), Frenguelli (6), Cappannini & Mauriño (2) y observaciones expeditivas efectuadas durante la tarea de censo.

Hidrogeológicamente se pueden diferenciar dos grandes unidades: Pampiano y Pospampiano.

Los depósitos más antiguos del Pampiano, que corresponden al Ensenadense, están representados predominantemente por limos con concreciones calcáreas, de colores pardo-rojizos. Los del Bonaerense preferentemente por loess, a veces arenoso, de color pardo-rojizo, aunque puede tener intercalaciones de limo especialmente en su base.

Los sedimentos Pospampianos se caracterizan por la presencia de limos arcillosos, en parte arenosos, de colores grises, amarillentos y verdosos, depositados en ambiente fluvial, correspondientes al Lujanense y Platense. La facies marina del primero o Querandinense posee arcillas verdosas y negras que ingresan desde el Río de La Plata al continente, aproximadamente hasta Villa Albertina.

Hay una coincidencia entre la presencia de estos sedimentos, sobre todo los del Querandinense y el aumento salino en las aguas subterráneas.

## 6. CLIMATOLOGIA

El clima de esta cuenca está comprendido, según la

clasificación de Köppen, dentro del "templado húmedo".

En el gráfico N° 2, obtenido de la estación climatológica "Buenos Aires" del Servicio Meteorológico Nacional (20), se muestra la marcha de temperatura media mensual para el período 1941-1960.

En el gráfico N° 3, se señala el registro correspondiente a los promedios mensuales de precipitación para 30 años de la misma estación (19).

La precipitación media mensual máxima corresponde al mes de Marzo y la mínima al mes de Julio. El 38,8 0/o de la precipitación media anual (992 mm) corresponde a los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo.

Con el objeto de encuadrar el clima dentro de la clasificación climática de Thornthwaite (1948), se ha obtenido la evapotranspiración potencial (4) en función de las temperaturas medias mensuales correspondientes a la estación meteorológica señalada precedentemente.

Los factores que intervienen en la determinación climática surgen del cuadro N° 1, en base al cual se establecieron los siguientes índices:

$$\text{Índice de humedad} = I_h = \frac{100 \times 167}{849} = 19,7 \text{ 0/o}$$

$$\text{Índice de aridez} = I_a = \frac{100 \times 21}{849} = 2,5 \text{ 0/o}$$

$$\text{Índice hídrico} = I_n = I_h - I_a = 0,6 = 18,2 \text{ 0/o}$$

$$\begin{aligned} \text{Concentración térmica en el verano} = S &= \\ &= \frac{100 \times 375}{849} = 44,2 \text{ 0/o} \end{aligned}$$

Según ellos, resulta un clima "sub-húmedo húmedo" con pequeño defecto de agua. De acuerdo a su eficiencia térmica, es "mesotermal B'2" que podemos denominar "semi-frío con tendencia a templado".

## 7. AGUAS SUPERFICIALES

### 7.1. Características físicas

La red de drenaje fue totalmente modificada. El curso inferior del Río Matanza ha sido canalizado y rectificado, habiéndose entubado los arroyos que cruzan la Capital Federal y canalizado los Arroyos Sarandí y De Las piedras, en sus cursos inferiores. A esto hay que sumar la impermeabilización superficial producida por la urbanización.

Finalmente hay una densa red de pequeños canales que coadyuvan al drenaje de la zona situada entre Santa Catalina y el Puente de La Noria, incorporando sus caudales al colector principal.

Los cuerpos de aguas superficiales están en general contaminados químicamente por los desechos industriales.

## 7.2. Fluviometría

No existen en la región estaciones de aforo. Por otra parte, la modificación artificial de las características físicas seguramente ha cambiado el régimen de escurrimiento, lo que torna imposible comparar el escurrimiento fluvial con el conocido en otras cuencas.

## 7.3. Balance hidrológico

Con motivo de las alteraciones enunciadas precedentemente, no se ha creído conveniente efectuar un balance ya que el resultado no se podría considerar ni siquiera a título estimativo.

# 8. AGUAS SUBTERRANEAS

En ésta, a diferencia de lo que ocurre en las demás cuencas del Noreste de la Provincia de Buenos Aires, la mayor información proviene del subacuífero "puelche".

## 8.1. Subacuífero "epipuelche"

Los servicios públicos de aguas corrientes hacen que el subacuífero "epipuelche" sea explotado en pequeña escala.

En la mayor parte de la cuenca, por efectos deplesivos a consecuencia de la gran explotación del "puelche" se ha convertido en improductivo, o sus niveles se han profundizado hasta alcanzar los del anterior. Solamente es aprovechado en los sectores marginales y suburbanos.

De la interpretación de los mapas correspondientes a cuencas contiguas puede concluirse que en estado natural el nivel freático participaba de las características de toda la zona Noreste (4) (15); es decir, que su comportamiento era predominantemente influente respecto de los cursos de agua y la recarga principal estaba localizada en los interfluvios.

El relevamiento actual muestra cómo se ha desarrollado el cono de depresión y, en consecuencia, los arroyos toman localmente carácter influente, fenómeno éste que se desdibuja aguas arriba (Mapa V).

La conductividad tiene valores de 700 a 1.000  $\mu$ mhos, creciendo hacia el cono de depresión, con una

excepción correspondiente a los sectores donde los cuerpos de aguas superficiales aún son efuentes (Mapa VI y Mapa VII).

La densidad demográfica y la mala distribución y construcción de los pozos, contribuyen a una intensa contaminación bacteriológica.

## 8.2. Subacuífero "puelche"

La red de flujo original se halla completamente alterada como consecuencia de la explotación intensiva de la unidad. Sus límites naturales se han desdibujado totalmente.

Ello obligó a efectuar un censo más detallado a escala 1:25000.

La característica dominante es la presencia de una gran área deprimida, dentro de la cual se notan pequeños conos más acentuados; el ápice más profundo sobrepasa los -30 m, oscilando los valores más comunes en -25 m bajo el nivel del mar. (Mapa VIII).

Esta inversión del gradiente ha hecho que localmente se insinúe el Río de la Plata como influente.

En el ámbito de la Capital Federal donde, el abastecimiento de la población por medio de agua superficial, ha disminuido la explotación, las curvas adoptan formas más suaves. Es de destacar que a la altura de los bañados de Flores la superficie piezométrica tiene forma de domo, lo que significaría una recarga adicional de agua, hecho que reafirma la hipótesis de la presencia de un solo acuífero.

No se tienen valores históricos de niveles piezométricos suficientes para aportar una idea cabal sobre la evolución de la depresión. Sin embargo, referencias y comparaciones de algunos datos antiguos permiten suponer un abatimiento promedio de 1 m/año, aumentando en aquellos lugares en que el fenómeno es crítico.

Se han efectuado 9 ensayos de bombeo, 6 por el método de recuperación residual y 3 con pozo de observación, cuyos resultados constan en la página siguiente.

Comúnmente la transmisividad disminuye en los conos de depresión debido a la reducción en el espesor saturado del subacuífero; es decir que el coeficiente de Darcy se mantiene más o menos constante, aunque con algunas variaciones locales.

En base a los datos de transmisividad y a la red de flujo se ha calculado en 4  $Hm^3$ /año y 8  $Hm^3$ /año el agua afluyente a los conos de Munro-Villa Ballester y Remedios de Escalada respectivamente.

El frente salino forma una lengua que penetra en una franja que se extiende a ambas márgenes del Riachuelo, con valores mayores de 2000 ppm de residuo seco que llegan a sobrepasar en corta distancia 16000 ppm, teniéndose noticias de algunos de 30000 ppm.

En coincidencia con la intrusión mencionada, la alcalinidad se incrementa hasta los 18 meq/litro no habiendo cifras menores a 7 meq/litro. (Mapa IX).

Para sulfato y cloruro los valores mayores registrados

Nombre	Coordenadas	Tipo	Duración min.	T m <sup>2</sup> /día	S	T' l/día
DOSBA F. Varela	83050/48600	Recup. resid.	592	15(*)	—	—
VASA Llavallol	69600/48750	Recup. resid.	645	380	—	—
D.S.S. 76 QUILMES	83100/52050	Recup. resid.	765	1060	—	—
D.S.S. 73 Quilmes	81100/58000	Recup. resid.	401	320	—	—
Sta. Catalina L. de Zamora	67400/50450	Recup. resid.	420	90(**)	—	—
D.S.S. Don Bosco	80050/58300	Recup. resid.	356	290(+)	—	—
P. Cottolengo Claypole	76850/47300	Bombeo	110	200	1,9.10 <sup>-3</sup>	—
Atanor 4 Munro	34950/78800	Bombeo	245	350	3,5.10 <sup>-4</sup>	2,4.10 <sup>-3</sup>
Lab. YPF. F. Varela	83900/52050	Bombeo	330	260	4,7.10 <sup>-3</sup>	2,1.10 <sup>-2</sup>

(\*) Valor afectado por el escaso desarrollo de la perforación. El real debe ser mucho mayor.

(\*\*) Valor relativamente bajo, pues el pozo es incompleto y poco eficiente.

(+) No se pudo determinar con precisión el caudal extraído.

coinciden con la ubicación de los anteriores y llegan a 41 y 214 meq/litro respectivamente mientras que hacia el Norte y el Sur los mínimos son menores a 1 meq/litro. (Mapa X).

Debe destacarse que la contaminación química indirecta por desechos industriales arrojados a los cuerpos de agua superficiales, llega a constituir un serio problema (14).

Las reservas se estiman entre 1 y 3 Km<sup>3</sup>, considerando coeficientes de almacenamiento de 0,04 y 0,1 respectivamente.

### 8.3 Subacífero "hipopuelche"

En la zona marginal del río Matanza, a diferencia de

lo acontecido en otras zonas del noreste de la provincia, el "hipopuelche" es explotado con mayor intensidad. La información lograda no es lo suficientemente fehaciente como para poder emitir un esquema adecuado. Asimismo, la falta de datos seguros no permite por ahora confirmar la información de una disminución de salinidad con respecto al "puelche", que, en todo caso, podría deberse a un área de descarga. Tampoco alcanza para dar un esquema de las condiciones hidráulicas.

La perforación efectuada en el frigorífico CAP, en Avellaneda (73900/64600), registró un nivel estático de -47 m b.n.m. bastante más profundo que el correspondiente al "puelche" en esa zona. Mediante el ensayo de bombeo efectuado en la misma se determinó una transmisividad de 500 m<sup>3</sup>/día.m y un coeficiente de almacenamiento de 1.1 x 10<sup>-4</sup>, es decir, valores compren-



dados dentro de la gama de los obtenidos para el "puelche".

## 9. CONCLUSIONES

Debido al gran desarrollo demográfico y al constante crecimiento industrial, hay un fuerte incremento en las demandas de agua.

El desarrollo urbanístico ha transformado localmente al subacuífero, desde el punto de vista de la recarga, en alóctono.

Si bien las características geohidrológicas son favorables, la intensa explotación concentrada supera la afluencia subterránea, produciéndose fenómenos depresivos por la extracción de agua de almacenamiento.

No ha sido posible estimar con la precisión adecuada a los requerimientos de un modelo, el gasto de agua subterránea efectuado en la cuenca.

Las reservas geológicas son importantes, estimándose las entre 1 y 3 Km<sup>3</sup> para el conjunto de los subacuíferos "puelche" y "epipuelche".

La calidad de las aguas está en permanente proceso de deterioro no sólo por la invasión de aguas saladas, sino también por la contaminación química proveniente de aguas de desechos industriales.

En las zonas periurbanas es constante el peligro de contaminación bacteriológica.

## 10. RECOMENDACIONES

Dado el carácter crítico que tiene la zona desde todo punto de vista y las dificultades que presenta la determinación de los caudales extraídos, punto importante en el balance hidrológico e imprescindible para el establecimiento del modelo matemático, deberá emprenderse un estudio específico detallado. Además es indispensable que las municipalidades lleven un registro y control de las perforaciones que se efectúen.

Deberá llevarse estadísticas de los gastos de agua a través de los organismos pertinentes.

Debe recomendarse a los organismos estatales que corresponda el dimensionamiento de la magnitud de la contaminación, especialmente en las áreas más densamente pobladas y de mayor desarrollo industrial.

En el momento de planificarse el desarrollo de la comarca es imprescindible realizar un reordenamiento y racionalización de las perforaciones de explotación.

Es necesario realizar estudios tendientes a conocer los futuros requerimientos de agua, a fin de poder contar con los elementos básicos para el modelo de pronóstico y fijar las pautas para orientar el manejo del recurso.

Es conveniente iniciar un estudio económico sobre explotación del agua subterránea.

## LISTA BIBLIOGRAFICA

- 1) BOGOMOLOV, G. V. & SILIN-BEKTCHOURINE, A. T., 1955  
Hydrogeologie Specialiséé., Gosgeoltekhizdat, Moscú.
- 2) CAPPANNINI, D. A. & MAURIÑO, V. E., 1966  
Suelos de la zona litoral estuárica comprendida entre las ciudades de Buenos Aires al Norte y La Plata al Sur (Pcia. de Buenos Aires)  
INTA, Colección suelos N° 2, Bs. Aires.
- 3) DIFRIERI, H. 1961  
Estructura y movimiento de la población en: "La Argentina, Suma de Geografía", Peuser, Buenos Aires.
- 4) EASNE, 1967  
Estado del conocimiento actual de la geohidrología del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires. Inédito, La Plata.
- 5) EASNE, 1970  
Algunos caracteres geohidrológicos de la cuenca inferior del Río Matanza. E.A.S.N.E. Gonnet.
- 6) FRENGUELLI, J., 1957  
Geología de la zona litoral estuárica entre el A° El Pescado y San Fernando. Inédito, LEMIT, La Plata.
- 7) FRENGUELLI, J., 1950  
Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires. LEMIT, Serie II N° 33, La Plata.
- 8) GROBER, P., 1945  
Las aguas surgentes y semisurgentes del Norte de la Pcia. de Bs. Aires. Rev. La Ingeniería, año XLIX, N° 6, pp. 371-387, Bs. Aires.
- 9) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA, 1969  
Boletín estadístico, 3er. trimestre 1968, Dción de Estadística  
LA PLATA
- 10) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA, 1968  
Boletín Estadístico, 2º trimestre 1968; Dción de Estadística, La Plata.
- 11) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA, 1969  
Boletín estadístico, 4º trimestre 1968; Dirección de Estadística.  
La Plata.
- 12) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA, 1969  
Boletín estadístico, 1er. trimestre 1969; Dción de Estadística, La Plata.
- 13) MINISTERIO DE SALUD PUBLICA, PBA, 1965  
Proyecto DISABO (Diagnóstico Sanitario del Aglomerado Bonaerense)  
M.S.P., Dirección de Planeamiento, La Plata.
- 14) MUNICIPALIDAD DE TRES DE FEBRERO, PBA, 1967  
Boletín Informativo, Año I N° 14, Caseros.
- 15) SALA, J. M. & AUGE, M. P., 1970  
Algunas características geohidrológicas del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires. IV Jornadas Geológicas Argentinas, (Tomo II), Mendoza.
- 16) SALA, J. M. & CECI, J. H., 1968  
Características físicas de la red de drenaje del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. III Congreso Nacional del Agua, Volumen I, San Juan.
- 17) SALA, J. M. & HERNANDEZ, M. A., 1969  
Estimación de algunos parámetros en base a la invasión de agua salada en la Ciudad de La Plata, Pcia. de Buenos Aires. IVas. Jornadas Geológicas Argentinas (en prensa) Mendoza
- 18) SALA, J. M., 1969  
El Agua Subterránea en el Nordeste de la Provincia de Buenos Aires. Reunión Sobre la Geología del Agua Subterránea de la Provincia de Buenos Aires, pp. 25-49. Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata.
- 19) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1962  
Datos Pluviométricos 1921-1950. S.M.N., Buenos Aires.
- 20) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1965  
Estadísticas Climatológicas 1951-1960. S.M.N., Buenos Aires.
- 21) TAPIA, A. 1937  
Datos Geológicos de la Pcia. de Buenos Aires. Aguas Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Comisión Nacional de Climatología y Aguas Minerales Tomo II. Buenos Aires.

## Capítulo XII

### CUENCAS INTERMEDIAS ENTRE EL ARROYO JIMENEZ Y EL ARROYO DEL GATO

#### 1. INTRODUCCION:

El sector considerado abarca las cuencas de los arroyos Jiménez, Conchitas—Plátanos, Baldovinos, Pereyra, Carnaval, Martín, Rodríguez y del Gato con una superficie total de 790 Km<sup>2</sup>. Están limitadas por el Río de la Plata, Samborombón Matanza (inferior, y la cuenca del Arroyo del Pescado. Se incluyen total o parcialmente los Partidos de Berazategui, Berisso, Ensenada, Florencio Varela, La Plata y Quilmes.

El agrupamiento de estas cuencas menores en una unidad estriba en dos consideraciones principales;

- a) La reducida extensión areal de cada una.
- b) Que a pesar de haber sido involucradas en un solo ente todas las situadas al Sur del Río Matanza y hasta la ensenada de Samborombón por Sala & Ceci (17), existen ciertas diferencias morfológicas con las demás cuencas pequeñas de la zona.

#### 2. ANTECEDENTES

No hay antecedentes específicos al tema desarrollado. Aspectos parciales son enfocados por distintos autores. En lo referente a Geología de superficie y subsuelo y geomorfología se debe mencionar a Ameghino, Gröeber, Frenguelli, Artaza, Pandolfi, González Bonorino, Santa Cruz; Cappannini & Mauriño y otros. En lo que respecta al agua subterránea, produjeron trabajos Stappenbeck, Tapia, Artaza, Gentile, Sala, Sala & Augé, Sala & Ceci, Sala & Hernández, E.A.S.N.E. y otros.

#### 3. ASPECTOS DEMOGRAFICOS Y ECONOMICOS

La interrelación que existe entre el grado de desarrollo socioeconómico y el recurso hídrico subterráneo, obliga a efectuar ciertas consideraciones acerca de los aspectos demográficos y desenvolvimiento económico de este grupo de cuencas, destinadas a un mejor conocimiento del actual estado y a las proyecciones futuras en la demanda de agua.

La población radicada en el área alcanza, según el Censo Nacional, (14) a 792.000 habitantes. Demográficamente pueden distinguirse dos zonas con características propias: la Noreste, densamente urbanizada y la de expansión en el resto de la superficie.

En el área urbanizada prevalecen las actividades económicas secundarias (industrias) y terciarias (comercio, banca, servicios etc.) totalizando entre ambas el 98 % de la economía zonal (5) (11) (12). La densidad demográfica alcanza a 400 habitantes por Km<sup>2</sup>, en el partido de La Plata (14).

En la de expansión las actividades secundarias y terciarias se hallan equilibradas con las primarias (agropecuarias). Estas últimas ocupan una superficie agropecuaria de 48.500 hectáreas desglosadas en 35.000 hectáreas destinadas a la ganadería, 10.000 a la agricultura extensiva y 3.500 a la intensiva, que constituye el factor agropecuario de mayor proyección, (12) (13). La "terrazza baja" (8) registra muy escasa actividad económica, circunstancia que incide negativamente en los promedios estimados más arriba.

En cuanto al uso del recurso hídrico subterráneo se efectúa principalmente a expensas del subacuífero "puelche" (6) (7) (19) que abastece una gran parte del servicio público siendo utilizado además por la industria. Aproximadamente 300 Km<sup>2</sup> del total están atendidas por dotación de aguas corrientes de acuerdo al siguiente detalle (15)

Partido	Sup. aguas corrientes (Km <sup>2</sup> )
Berazategui	82
Berisso	83
Ensenada	8
Florencio Varela	12
La Plata	85
Quilmes	30

Este requerimiento es cubierto en parte por aguas superficiales tratadas por la Planta Potabilizadora de Punta Lara (Ensenada) que abastece parcialmente los partidos de Berisso, Ensenada y La Plata. En esta últi-

ma a pesar de la construcción de la referida planta, los volúmenes extraídos del subacuífero "puelche" se han incrementado. También este miembro productivo es a lumbrado para el riego complementario de unas 3.500 hectáreas.

El subacuífero "epipuelche" (6) (7) (19) sólo es empleado para provisión domiciliar individual en zonas suburbanas y, en menor escala, para las actividades agropecuarias. El "hipopuelche" (6) (7) (19) ve limitada su explotación a ciertos usos no afectados por el carácter salino de sus aguas (determinadas etapas de la industria, balneología, etc.).

#### 4. MORFOLOGIA

Según Frenzüelli (8) hay dos elementos morfológicos destacables: la "terrazza baja" y la "terrazza alta", apenas sobreelevada a la anterior.

La primera es una llanura de inundación que se desarrolla entre el Río de la Plata y el quiebre de la pendiente, aumentando su ancho hacia el sudeste hasta un máximo aproximado de 10 Km.

La "terrazza alta", también parte de la "pampa baja", se caracteriza por un moderado declive hacia el Noreste, convergente hacia el anterior. A diferencia de otras cuencas del Noreste de la Provincia se distinguen dentro de ésta sólo dos zonas (Mapa I).

##### 1) Llanura Alta:

Abarca el 14 % del área y la margina en el interfluvio con la cuenca del río Samborombón, penetrando a lo largo de las divisorias menores de estas cuencas. Su baja pendiente y reducida red de drenaje superficial señalan el predominio relativo de la infiltración.

##### 2) Llanura intermedia:

Ocupa el 51 % del área. La mayor pendiente del terreno va acompañada de un aumento relativo del escurrimiento fluvial. Dentro de ésta, se ha marcado una subunidad transicional en la que los arroyos han labrado vaguadas limitadas por pequeñas barrancas que pueden tener más de 1 m.

La llanura baja no existe como tal siendo reemplazada por la "terrazza baja", donde el fenómeno deplecivo predominante es la evapotranspiración. En aquellos lugares donde la explotación intensiva del agua subterránea ha roto el equilibrio, puede predominar incluso la infiltración.

#### 5. HIDROGEOLOGIA

##### 5.1. Hidrogeología de subsuelo

Para el estudio se seleccionaron 38 perfiles de perforaciones representativos, de los cuales 27 fueron con-

feccionadas por E.A.S.N.E. Los últimos nueve incorporados, confirman las condiciones generales enunciadas en el anterior informe (7), contribuyendo al ajuste de los mapas. Es por ello que en la referencia a aquellos, no se introducen mayores innovaciones.

La Dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires efectuó dos perforaciones que alcanzan el Basamento Cristalino; Guillermo Enrique Hudson (94.300/52.200) a 381,00 m y La Plata (11.200/34.300) a -466 m. Como perfil tipo fue elegido el de la segunda que se describe a continuación:

-466 (\*) Basamento cristalino equivalente a la base impermeable del sistema.

-466 a -427 m. Conglomerado con rodados silíceos y de las rocas subyacentes, ligado por matriz arenosa. Esta sección relativamente permeable, aloja al nivel inferior del subacuífero "hipopuelche" (16).

-427 a 277 m. "Rojo" (10): presenta una porción basal de 21 m, compuesta por arcillas y limos ferruginosos con abundantes intercalaciones de yeso y carbonato de calcio, mientras que limos arenosos con calcáreos y yeso componen la sección media y superior, relativamente más permeable que aloja el nivel medio del subacuífero "hipopuelche".

De la correlación con la perforación de Hudson, se deduce que el "Rojo" se hunde hacia el sudeste, disminuyendo su espesor en unos 110 m a lo largo de 23 km. Por otra parte y pese a que no puede establecerse con exactitud su extensión areal, todos los sondeos suficientemente profundos, han ubicado esta unidad dentro y fuera de la zona de estudio.

-277 a -43. "Verde" (10): está integrado principalmente por arcillas grises y verdosas, en parte ferruginosas, con abundantes fósiles marinos. Presenta una intercalación arenosa conglomerádica, entre -232 y -220 m. que contiene al nivel superior del subacuífero "hipopuelche".

Debido a que su base se hunde hacia el sudeste el espesor aumenta de 48 a 235 m entre Hudson y La Plata. Su extensión, al igual que la del "Rojo", sobrepasa a la del área bajo estudio.

-43 a -25 m. "Arenas puelches" o "puelchense" compuesto por arenas cuarzosas finas pardo amarillentas, con niveles superiores limo arenosos. Integran el subacuífero "puelche".

La superficie de erosión labrada en el techo del "Verde", que les sirve de asiento, presenta en general formas suaves (Mapa II). En ella se observan dos rasgos morfológicos bastante evidentes ubicados al Oeste y Este de la coordenada meridiana 98.000. En el primer caso se aprecia una elevación con orientación paralela al Río de la Plata, que se extiende subhorizontalmente hacia el Noroeste; el punto más alto es -36 m (proximidades de 88.500/52.000).

En el área ubicada al Este de la coordenada 98000 la orientación predominante se insinúa normal al Río de la Plata, resaltando una depresión cerrada en las

(\*) Referidos al 0 del Instituto Geográfico Militar.

cercanías de La Plata, cuyo valor más bajo llega a -64 m, en el extremo norte de la ciudad.

El techo de las arenas, de relieve menos marcado que la base, presenta al Oeste de 98.000 una forma similar y de la misma orientación culminando con -12 m en 90.600/52.100. En el resto de la cuenca, el comportamiento de ambos es análogo salvo para las cercanías de La Plata, donde las formas se invierten.

La isopacas (Mapa III) están controladas comúnmente por las curvas paleomorfológicas de la base del puelchense. Esto se evidencia perfectamente en la depresión cerrada de La Plata.

Se puede estimar en 17 Km<sup>3</sup> el volumen de la unidad en toda la cuenca; de ellas el 56 o/o tiene espesores entre 10 y 20 m de arena franca, el 30 o/o entre 20 y 30 m y el 5 o/o restante se distribuye entre los menores de 10 m y mayores de 30 m.

Las curvas de porcentajes (Mapa III), se confeccionaron relacionando cualitativamente el espesor de arena franca con la potencia total de la unidad. De la comparación con las isopacas, se puede observar una coincidencia general entre los espesores mayores y los valores más altos de la fracción arena. Arealmente predominan zonas en las que estos son superiores al 50 o/o, siendo los inferiores de menor importancia.

En los 17 perfiles analizados en laboratorio se observa el predominio de arenas finas y/o medianas bastante uniformes, con aumento de tamaño hacia la base de la secuencia.

En el gráfico N° 1 se representan, a título ilustrativo, perfiles con características diferentes.

## 5.2. Hidrogeología de superficie

Según Frenguelli (8) (9) la serie Pampiana está representada por los pisos Ensenadense y Bonaerense. El Primero (Mapa IV), que aflora en la zona denominada "escalón" (4) y comúnmente a media ladera de los valles mayores de los arroyos, está formado por limos arcillosos pardos, algo rojizos, en partes loessoides y ricos en CO<sub>3</sub>Ca. Tanto en su aspecto textural como en su composición mineralógica se asemeja bastante al Bonaerense, por lo que resulta difícil diferenciarlos.

El Bonaerense sucede estratigráficamente al Ensenadense y se restringe a las áreas más elevadas, especialmente a las divisorias de agua, habiendo sido erosionado en las partes bajas. Está integrado por loess arenoso de color pardo claro a rojizo, a veces limoso; la textura migajosa que posee, sumada a las improntas de raíces vegetales, le otorga mayor porosidad.

El Pospampiano comprende los pisos Lujanense y Platense. El Lujanense está compuesto por limos arcillosos y arenosos, verdoso-grisáceos a parduzcos, fluviales y lacustres, ricos en carbonatos cloruros y sulfatos (4). De extensión reducida dentro de la cuenca (Mapa IV), sus manifestaciones que se presentan en los cauces menores de los valles fluviales, coinciden con los cursos medios de los ríos.

Este piso posee una facies marina lateral, el Queran-

dinense, formada por limos arcillosos, arcillas y arenas muy finas de colores verde oscuro y negro, ricos en sales especialmente cloruros. Sus depósitos ocupan la "terrazza baja" a manera de faja paralela al Río de la Plata.

El Platense está integrado por una facies fluvial y otra marina. La primera está caracterizada por limos arenosos grises, calcaríferos, con abundantes diatomeas y caparzones de moluscos; cubre con sus afloramientos a los del Querandinense y Lujanense. En la "terrazza baja" la facies marina está representada por los cordones conchiles costeros remanentes de la regresión querandina.

Los depósitos pospampianos son importantes desde el punto de vista hidrogeológico por coincidir generalmente con la salinización de las aguas subterráneas. (6) (19).

## 6. CLIMATOLOGIA

Siguiendo la clasificación climática de Köppen (6) (7), corresponde incluir al área dentro del tipo "templado húmedo".

Si bien existen registros de temperaturas medias de la estación climatológica La Plata, por la ubicación geográfica de ésta y la extensión del área en cuestión se ha considerado prudente obtener la temperatura promedio mensual para la región por interpolación con las registradas en la estación climatológica Ezeiza, también perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (21).

De acuerdo al Gráfico N° 2, las máximas temperaturas promedio mensuales corresponden a Enero y Febrero y las mínimas a Junio y Julio.

El Gráfico N° 3, confeccionado en base a los datos provenientes de las estaciones Alejandro Korn, Ensenada, La Plata y Quilmes del S.M.N. (20), muestra el promedio mensual de lluvias caídas en la cuenca para el período 1921-1950. Si bien el número de pluviómetros es pequeño, la distribución de los mismos y las características de la región hacen que el resultado sea satisfactoriamente representativo.

La máxima precipitación promedio ocurre en el mes de Marzo (114 mm) y la mínima en Julio (57 mm). Del total de precipitación promedio anual (950 mm), el 36,9 o/o se produce en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo.

Para la utilización de la clasificación climática de Thomthwaite (6), se ha obtenido la evapotranspiración potencial interpolando las calculadas para las estaciones La Plata y Ezeiza. Los factores de dicha clasificación se extraen del Cuadro N° 1, resultando:

Índice de humedad:

$$I_h = \frac{100 \cdot 174}{802} = 21,7 \text{ o/o}$$

Índice de aridez:

$$I_a = \frac{100 \cdot 26}{802} = 3,2 \text{ o/o}$$

Índice hídrico:  $I_n = I_h - 0,6 I_a = 19,8 \text{ o/o}$

Concentración térmica en el verano:

$$S = \frac{100 \cdot 351}{802} = 43,8 \text{ o/o}$$

Según ellas, el clima es "sub húmedo-húmedo", con pequeña deficiencia de agua. De acuerdo a la "eficiencia térmica" es  $B'_2$  y correspondería a un tipo "semi-frío con tendencia a templado" (6).

## 7. AGUAS SUPERFICIALES

### 7.1. Características físicas

El drenaje local se materializa a través de pequeños arroyos que desaguan en el Río de la Plata. En general son de corto recorrido, recibiendo afluentes que, en su mayor parte, se disponen en forma subparalela al cauce principal. Las cuencas presentan formas rectangulares.

Las nacientes son poco marcadas, pudiendo estimarse la pendiente media en la "terrazza alta" en aproximadamente 2,6 m/Km.

Al ingresar en la terraza baja los cursos se toman divagantes dentro de una planicie inundable, donde el problema se agrava con la coincidencia de la crecida de estos arroyos y la del Río de La Plata. En épocas de estiaje gran parte del caudal se pierde por evapotranspiración, hecho que posiblemente influya en la salinización de las aguas subterráneas.

### 7.2. Fluviometría

No hay estaciones limnigráficas ni de aforo en el territorio considerado.

### 7.3. Balance Hidrológico

A efectos de establecer una estimación del balance hidrológico, se empleó la fórmula simplificada general del ciclo hidrológico

$$P = Evt + Ef + I, \text{ siendo:}$$

P: Precipitación pluvial

Evt: Evapotranspiración

Ef: Escurrimiento fluvial

I: Infiltración

Para la precipitación se tomó el promedio anual de 30 años, correspondientes a las estaciones pluviométricas mencionadas en el capítulo de Climatología, con un valor promedio para la cuenca de 950 mm. Este ha sido estimado en base al método del promedio aritmético que, de acuerdo a las características de la zona, es suficientemente preciso.

La evapotranspiración real ha sido calculada por la fórmula de Turc (671 mm) y también con la metodología de Thornthwaite (776 m) como puede verse en el cuadro n° 1.

En lo que respecta al escurrimiento fluvial, debido a la falta de estaciones de aforos se ha calculado su valor en función de la precipitación anual-caída en la región y del coeficiente de escurrimiento fluvial de 0,12, obtenido para la porción media y superior de la cuenca del Río Matanza, lo que es posible dadas las semejanzas entre las características físicas de ambas (17). De ello resultó un escurrimiento de 114 mm.

Quantificando los términos del balance y teniendo en cuenta que  $P - Ef - Evt = I$ , se obtienen los siguientes resultados:

Según la fórmula de Turc

$$950 \text{ mm} - 114 \text{ mm} - 671 \text{ mm} = 165 \text{ mm}$$

Según la fórmula de Thornthwaite

$$950 \text{ mm} - 114 \text{ mm} - 776 \text{ mm} = 60 \text{ mm}$$

Debe hacerse notar que la infiltración obtenida aplicando el valor de Turc, sea posiblemente exagerada y así lo demostrarían los primeros ajustes del Modelo Matemático analítico, cuyos resultados se acercan a los obtenidos de aplicar Thornthwaite.

## 8. AGUAS SUBTERRANNEAS

En este grupo de cuencas se presenta, al igual que en el resto del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires, un acuífero multiunitario. La mayor explotación corresponde a los subacuíferos "puelche" y "epipuelche", predominando la de uno u otro según la zona de que se trate.

### 8.1. Subacuífero "epipuelche"

La información sobre este subacuífero es pobre en la "terrazza baja", donde no se explota y en las áreas urbanizadas de La Plata y Quilmes, donde ha sido afectado por fenómenos deplecivos como consecuencia de la intensa extracción del "puelche"

Se halla localizado en los sedimentos pampianos y pospampianos.

Gráfico N° 1

CUENCAS INTERMEDIAS desde A° Jimenez hasta A° del Gato

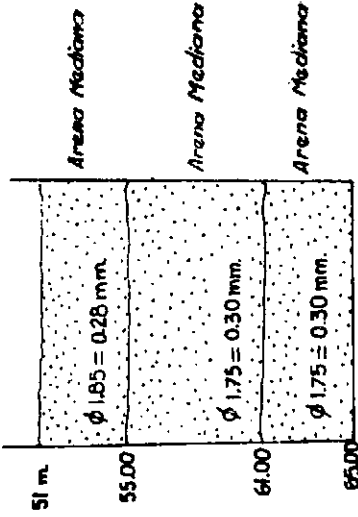
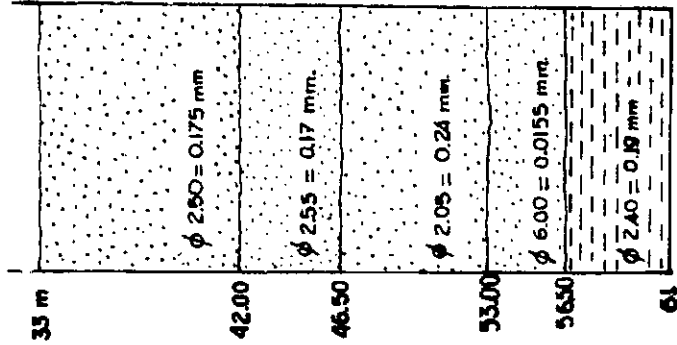
# PERFILES GRANOMÉTRICOS

**BERAZATEGUI**

88475  
54325

**VILLA ELISA**

00952  
44250



Cota 11 m

Cota 13 m.

CUENCAS INTERMEDIAS Desde A° Jimenez hasta A° Del Gato

Gráfico N° 2

# VARIACION MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURAS MEDIAS

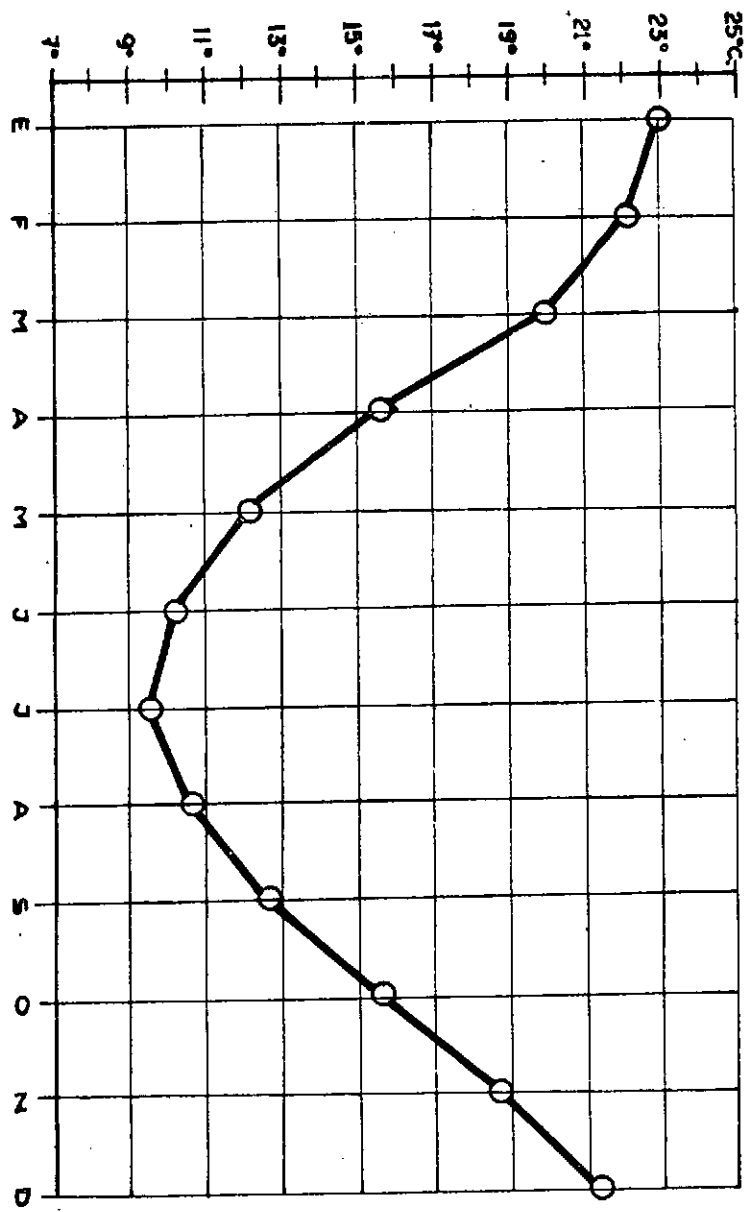
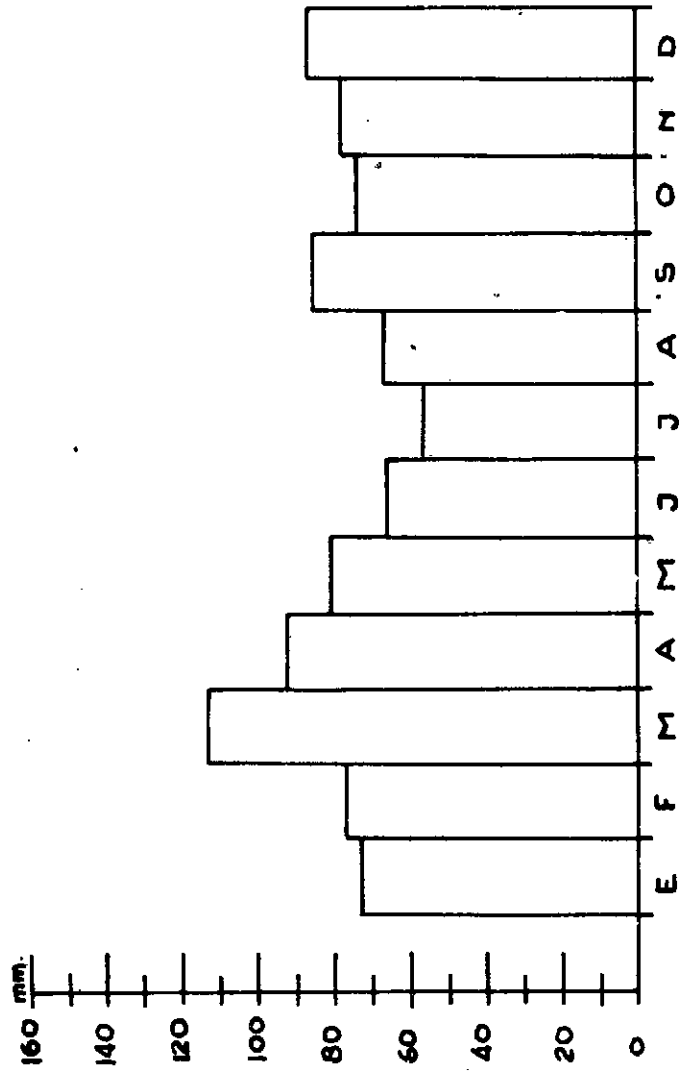




Gráfico N°3

CUENCAS INTERMEDIAS Desde A° Jimenez hasta A° Del Gato

### PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm.)



C U A D R O N ° 1

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA DE THORNTWALTE

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Precipitación media mensual	74	77	114	92	80	65	57	66	85	74	78	88	950
Evapotranspiración potencial	130	103	90	65	36	24	22	28	42	64	90	118	802
Variación de la reserva de agua del suelo	-56	—	24	37	39	—	—	—	—	—	-12	-32	
Reserva de agua util (saturación = 100 mm)	0	0	24	61	100	100	100	100	100	100	100	88	66
Exceso de agua	—	—	—	—	5	41	35	40	43	10	—	—	174
Deficit de agua agrícola	—	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26
Evapotranspiración real	130	77	90	65	36	24	22	28	42	64	90	118	776

De acuerdo a la información extraída de distintas perforaciones y a la consignada verbalmente por pozos, se podría estimar la división de este subacuífero en dos unidades, que hacia el Río de la Plata tienden a unificarse. La freática tendría una potencia aproximada de unos 10 m. y la inferior alcanzaría de 15 a 20 m. Sin embargo los resultados obtenidos con las perforaciones de exploración efectuadas por EASNE en la porción media y superior de la cuenca del Río Matanza, tenderían a desmentir este hecho, indicando la presencia de un solo nivel con diferenciaciones en el grado de permeabilidad de los sedimentos; la semejanza de las características hidrogeológicas llevan a pensar en la factibilidad de la extrapolación de las condiciones.

El mapa isofreático efectuado solamente para la "terrazza alta" por las causas ya apuntadas, es representativo de todo el "epipelche". La escasez de puntos censables han conferido poco detalle a la carta resultante (Mapa V). No obstante, de ella se desprende que los cursos principales, como los Arroyos del Gato y Conchita-Plátanos, al igual que la "terrazza baja", son zonas de descarga natural; a esta última debe adicionársele el factor preponderante que es la evapotranspiración.

La divisoria con la cuenca del Río Samborombón impide al afluencia subterránea de agua freática de áreas externas a la cuenca superficial. Aquella, conjuntamente con los interfluvios, se comportan como zonas de recarga natural predominante. La actitud de las curvas isofreáticas indican este hecho.

La red de flujo (Mapa V), no da evidencias de descarga artificial concentrada. En las áreas urbanizadas este subacuífero se ha agotado o está en vías de serlo, debido al uso intensivo del "puelche"

En la terraza baja, por ser una zona de bañados sometida a fenómenos alternantes de inundación y evaporación, la superficie freática adquiere posición subhorizontal.

Habiéndose calculado gradientes extremos de 1 m/Km y 2 m/Km y atribuyendo, de acuerdo al tipo de sedimento, un coeficiente de Darcy de 1 m/día y una porosidad eficaz de 0,10 se obtendrían velocidades efectivas extremas del orden de 0,01 m/día y 0,02 m/día.

Los períodos de registro freaticométrico son cortos como para dar una significación completa de las variaciones. Aun así parecería que el lapso corresponde a una época depleciva. En el caso de la estación 6-1 Depósito Dirección de Hidráulica (13.750/40.500), ubicada en la "terrazza baja" este hecho no se manifiesta, posiblemente como resultado del estancamiento de las aguas superficiales, que incrementa el fenómeno de recarga hasta equilibrar los efectos deplecivos (Gráfico 4).

En la "terrazza alta" al conductividad del agua ha arrojado en general valores bajos, menores de 1.000  $\mu$  mhos/cm. En la terraza baja, debido a fenómenos de concentración producidos por precipitación y redisolución de sales, la conductancia específica llega a 20.000  $\mu$  mhos/cm.

El residuo seco aumenta en general hacia la ribera del río de La Plata llegando a tenores excesivos en la terraza baja.

En igual sentido aumenta la alcalinidad que pasa de 8 a 16 meq/litro (Mapa VI).

La concentración de sulfato es bastante pobre, sobrepasando apenas los 3 meq/litro. El cloruro se mantiene por debajo de los 3 meq/litro pero en la terraza baja se incrementa, al igual que el anterior, llegando a 69 y 174 meq/litro respectivamente. (Mapa VII).

De acuerdo a los elementos químicos investigados el agua es potable excepto en la "terrazza baja", pero frecuentemente debe existir contaminación bacteriológica.

## 8.2. Subacuífero "puelche"

Es el más explotado en la región y por lo tanto se posee de él una información bastante completa.

Donde el subacuífero no ha sido disturbado por el uso, el mapa isopiécico (Mapa VIII) presenta semejanzas muy marcadas con el isofreático. Unida esta evidencia a las condiciones hidrogeológicas que indican un techo semiconfinante se puede reconstruir su morfología original.

Las aguas tienen origen meteórico, por las mismas causas enunciadas para el "epipelche".

Las áreas principales de recarga se localizaban en la divisoria con la cuenca del Samborombón y en los interfluvios. La descarga natural se produce en los cauces de los ríos, por evapotranspiración en la terraza baja y afluencia subterránea en el Río de la Plata.

Actualmente, los grandes conos de depresión originados por la extracción han invertido en algunos casos el sentido de flujo; es así que la "terrazza baja", en las vecindades de La Plata, se ha transformado en un área de infiltración parcial.

El esquema precedente es además refirmado por los antecedentes históricos proporcionados por Artaza (2).

Los conos representan las áreas principales de descarga artificial. Se trata de conos compuestos en evolución permanente, emplazados en las ciudades de La Plata y Quilmes. Además, comienza a esbozarse otro de las mismas características en la zona de Berazategui.

La comparación de los niveles históricos de agua, documentados en el trabajo de Artaza (1) (2) señala para entonces paso de presiones negativas a positivas (\*) en dirección del escurrimiento subterráneo. Este es un elemento más que ratifica la hipótesis del carácter filtrante que tiene el techo del subacuífero.

De estudios locales para la zona de la ciudad de La Plata (18) realizados en base a la evolución química y dinámica del frente salino en función del tiempo, se ha podido estimar una velocidad efectiva de escurrimiento, dentro de la zona de influencia del cono, de 0,20 m/día por un gradiente de 0,002.

(\*) Carga artesiana positiva o presión positiva, cuando el nivel piezométrico sobrepasa al freático. Carga artesiana negativa o presión negativa, cuando está por debajo de él (Tollman) (22).

Se ha podido constatar el carácter evolutivo de los conos de depresión. Para el caso de la ciudad de La Plata, en el año 1950 los límites, tomando como referencia a la curva isopieza de 0 metro, alcanzaba a perimetrar la planta urbana, mientras que en el presente la excede ampliamente. Paralelamente, el ápice del cono ha migrado hacia el centro de la ciudad, pudiendo ubicárselo actualmente en las inmediaciones del Parque San Martín. Esto se ve favorecido por el abandono de perforaciones salinizadas en la zona nororiental, hecho que ha permitido la recuperación de los niveles estáticos con el consecuente incremento de los gradientes en sentido Noreste-Sudoeste. El promedio de descenso de los niveles en la zona apical es de aproximadamente 0,50 m/año.

Un efecto subsecuente de estas grandes depresiones es la invasión de aguas saladas, manifestada en las zonas de La Plata y Quilmes-Bernal. En ambos casos se ha producido desde la terraza baja.

Mediante la realización de ensayos hidráulicos, han podido determinarse los siguientes parámetros hidrológicos.

En el ensayo del País de los Niños se detectó un límite positivo y dentro del radio donde éste debía hallarse existe un pequeño lago artificial.

De los valores obtenidos, independientemente de las pequeñas variaciones que pueda tener el subacuífero, se observa que el almacenamiento aumenta en las zonas sometidas a explotación intensa. Este fenómeno podría ser producto del descenso de los niveles de bombeo por debajo del techo del acuífero, como sucede en La Plata y Florencio Varela, o al efecto de un bombeo intenso permanente, con la consecuente compactación de las arcillas activas. En la primera ciudad, el valor de almacenamiento apenas sobrepasa a  $1.10^{-2}$ , límite teórico para los acuíferos libres. Los demás ensayos ubican al subacuífero dentro de los denominados "semi-confinados", con magnitudes del orden del  $110^{-4}$ , salvo el efectuado en Gonnet (08050/39550), donde el valor resultante se acerca también al límite de acuíferos confinados-libres. Estos elementos apoyan el criterio utilizado en el modelo matemático, actualmente en ejecución en la zona, de considerar al acuífero comportándose como una capa libre.

Más que a una variación del coeficiente de permeabilidad, el aumento de trasmisibilidad parece corresponderse con un incremento en los espesores del subacuífero.

De acuerdo a la red de flujo, el volumen de agua que ingresa al cono correspondiente a la ciudad de La Plata es del orden de los  $39.500.000 \text{ m}^3/\text{año}$ .

El residuo seco (mapa IX) aumenta de las divisorias de la cuenca hacia el río de La Plata. Los tenores se mantienen en general entre 500 y 1000 ppm pero en las vecindades de la ciudad de La Plata y Quilmes, hacia la costa del río de La Plata llega a más de 20.000 ppm. La interfase agua dulce salada avanza de acuerdo a la evolución de los conos de depresión.

La alcalinidad (Mapa IX) varía entre 6 y 8 meq/litro

— llegando en las cercanías de Quilmes a 14 meq/litro.

Las aguas son poco sulfatadas (menos de 1 meq/litro). El contenido crece hacia la costa del Río de la Plata.

El cloruro se comporta de modo análogo, pero mientras que el sulfato llega a 40 meq/litro, éste sobrepasa los 300 meq/litro (Mapa X).

No existen diferencias notorias entre los valores de residuo seco del subacuífero puelche y capa freática. En la mayor parte del área el primero pareciera presentar tenores algo menores que la segunda. La escasez de datos en la "terrazza baja" sólo permite decir que el incremento salino es muy grande en ambos casos.

La alcalinidad es menor en profundidad.

Tanto el sulfato como los cloruros disminuyen en profundidad en las cabeceras de la cuenca pero este fenómeno se invierte hacia la "terrazza baja".

Desde el punto de vista de los elementos químicos analizados el agua es potable excepto en la "terrazza baja".

El residuo seco oscila entre menos de 500 ppm. a más de 5.500 ppm. Paralelamente las aguas van variando desde ligeramente carbonatadas a cloro-sulfatadas, hasta llegar a francamente cloruradas en las zonas de mayor salinización.

Con la gran explotación se ha producido la subsecuente invasión de aguas saladas hacia el centro de los conos de las ciudades Quilmes-Bernal y La Plata. De acuerdo al mapa de isocronas, Mapa XI, la velocidad de avance en esta última puede estimarse en 91 m por año.

### 8.3. Subacuífero hipopuelche

Dado que prácticamente no se explota esta unidad, debido al carácter salino de sus aguas, no se han agregado nuevas consideraciones a las ya formuladas en el informe anterior (7).

Se ha reconocido la presencia de varios miembros productivos alojados en sedimentos del "Verde" y el "Rojo". Los niveles estáticos se hallarían en general por debajo de Iso del "puelche", alcanzándolos en algunas ocasiones. No se cuenta con datos cuantitativos de caudales característicos, producción, etc.

Las aguas de este subacuífero tienen valores de residuo seco alto, entre 6.000 y 10.000 ppm. Cabe acotar que en aquellas zonas donde el "puelche" está salinizado posee residuos sólidos mayores que el "hipopuelche".

## 9. CONCLUSIONES

- El agua subterránea ha jugado y jugará un papel importante en el desarrollo de la región.
- Comúnmente, la cantidad y calidad de la información ha sido suficiente en relación a la escala de trabajo, haciéndose menos numerosa hacia cabeceras y en la "terrazza baja".
- Existiría un solo acuífero multiunitario, regionalmen-

Nombre	Coordenadas	Tipo	Duración mín.	T m <sup>2</sup> /día	S	T l/día
Serv. San. de Berazategui	89850/51050	Recup. resid.	590'	405		
Serv. San. de Berazategui	89850/53625	Recup. resid.	600'	1525		
Lab. Y.P.F. Folrencia Varela	83900/52050	Bombeo	330'	260	4,7.10 <sup>-33</sup>	2,4.10 <sup>-2</sup>
Pepsi-Cola Bosques	88900/45700	Bombeo	240'	200	3,7.10 <sup>-4</sup>	8,2.10 <sup>-3</sup>
Luz y Fuerza Villa Elisa	00950/44250	Bombeo	180	470	8,6.10 <sup>-4</sup>	
País de los Niños. Gonnet	06900/39550	Bombeo	269'	280	8,4.10 <sup>-4</sup>	
Zoológico La Plata	14100/37500	Bombeo	3320'	1400	9,2.10 <sup>-2</sup>	
Barrio Jardín La Plata	17000/34500	Recup. Resid.	360	1350		
DOSBA Gonnet	05250/39600	Recup. resid.	360	320		
LEMIT Gonnet	08050/39550	Bombeo	2100	620	3,4.10 <sup>-2</sup>	4,2.10 <sup>-1</sup>
Club Regatas Cambaceres	16150/44750	Bombeo	300	150	1,7.10 <sup>-4</sup>	1,2.10 <sup>-3</sup>
Serv. San. de Berazategui	87125/53250	Recup. resid.	240	910		
DOSBA La Plata	09150/33325	Bombeo	405	180	5,0.10 <sup>-3</sup>	

- te homogéneo aunque con fuerte anisotropía local.
- Las condiciones hidrogeológicas permiten suponer una infiltración potencial en toda el área pero la real y su magnitud está condicionada por las características morfológicas superficiales.
  - El subacuífero "puelche" se encuentra cubierto por capas filtrantes. Su recarga es autóctona e indirecta.
  - El total del sistema descarga en la red fluvial, especialmente en el Río de La Plata.
  - Como corolario de la explotación local intensiva, se han producido grandes conos de depresión en La Plata, Quilmes y Berazategui, acompañados de la depleción total del "epipuelche".
  - Este tipo de explotación no es adecuada a las condiciones hidrogeológicas imperantes. La supresión del bombeo producirá la recuperación de los niveles dando lugar a posibles fenómenos relacionados con subpresión en las obras de infraestructura.
  - El escurrimiento subterráneo es lento incrementándose hacia los conos, lo que permitiría considerar el sistema como un embalse si fuera necesario.
  - Los valores de Trasmisibilidad media, sin ser excepcionales, resultan interesantes.
  - Las reservas generatrices son potencialmente importantes.
  - Las reservas geológicas pueden estimarse entre 2 y 5 Km<sup>3</sup> para el conjunto de los subacuíferos "epipuelche" y "puelche", y con excepción de los conos de depresión, no han sido prácticamente afectadas. En las condiciones actuales de explotación éstos se profundizan constantemente.
  - El ciclo hidroquímico está fuertemente influenciado por la mecanización del sistema hidráulico actuante.
  - Si bien las aguas son químicamente aptas en la "terrazza alta", se encuentran salinizadas en la "terrazza baja", coincidentemente con la presencia en superficie de sedimentos postpampianos. Las aguas salinas ingresan en los conos de depresión y avanzan conforme a su evolución. El inadecuado manejo del recurso ha producido, especialmente en el "epipuelche", graves problemas de contaminación bacteriológica, excediendo las propiedades de filtro lento natural que los acuíferos poseen.
  - El agua subterránea es prácticamente la fuente principal de abastecimiento, a pesar del deterioro de los acuíferos y la existencia de un incipiente uso conjun-

tivo. Este último, por otra parte, no ha sido llevado al máximo de sus posibilidades reales.

## 10) RECOMENDACIONES

- Deben perfeccionarse continuamente los conocimientos hidrogeológicos de la región y emprenderse estudios de detalle.
- Es necesario continuar con los registros freaticos y piezométricos, recomendando además a las instituciones encargadas de la explotación, llevar registro mensual de los niveles en los pozos que administren.
- Será conveniente realizar un censo de perforaciones de mayor detalle.
- Deberán establecerse estaciones hidroquímicas, que conjuntamente con las piezométricas servirán especialmente para el control de avance de la interfase agua dulce-agua salada.
- Antes de la clausura de perforaciones por salinización, debe estudiarse el problema en detalle. De otro modo se puede acelerar el proceso.
- La estadística de gastos de agua deberá llevarse con mayor detalle y rigor.
- Recomiéndase a los organismos estatales correspondientes la evaluación de la contaminación, especialmente en las áreas más densamente pobladas y de mayor desarrollo industrial.
- Es conveniente sistematizar y llevar a un mayor grado de racionalización el empleo conjunto del agua, incluyendo estudios que contemplen la posibilidad de efectuar recarga artificial y planificar el reordenamiento de las perforaciones de explotación. Para ello se tendrán en cuenta los resultados que arroje el modelo de pronóstico a confeccionarse.
- Si bien algunos Municipios llevan registros de las perforaciones que efectúan los particulares en su jurisdicción, es conveniente que esta actitud se extienda a los demás Partidos, no sólo en favor de los estudios que puedan realizarse, sino también en resguardo de los intereses de los propietarios. Para llevar a cabo este control, deberá dictarse la reglamentación pertinente.

## LISTA BIBLIOGRAFICA

- 1) ARTAZA, E. 1939  
Saneamiento urbano en la República Argentina. Provisión de Agua. Cuad. Nº 4 Cs. Fisicomatemáticas. La Plata.
- 2) ARTAZA, E. 1943  
Saneamiento urbano en la República Argentina. Provisión de Agua. Cuad. Nº 6 Fac. Cs. Fisicomatemáticas. La Plata.
- 3) BOGOMOLOV, G. V. & SILIN-BEKTCHOURINE, A. T. 1955  
Hydrogeologíe Specialisé. Gosgeolteckizdat. Moscú.
- 4) CAPPANNINI, D. A. & MAURINO, V. E. 1966  
Suelos de la zona litoral estuárica comprendida entre las ciudades de Buenos Aires al Norte y La Plata al Sur (Pcia. de Buenos Aires). INTA. Segunda colección Suelos. Buenos Aires.
- 5) DIFRIERI, H. 1961  
Estructura y movimiento de la población. En "La Argentina. Suma de la Geografía". Tomo VII. Cap. IV. Peuser. Buenos Aires.
- 6) E.A.S.N.E. 1967  
Estado del conocimiento actual de la Geohidrología del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires. Inédito. La Plata.
- 7) E.A.S.N.E. 1970  
Algunos caracteres geohidrológicos de las cuencas intermedias entre el Arroyo Giménez y el Arroyo del Gato. EASNE (CFI-PBA). Gonet
- 8) FRENGUELLI, J. 1950  
Rasgos generales de la morfología y geología de la Pcia. de Buenos Aires. Serie II Nº 33. LEMIT, La Plata.
- 9) FRENGUELLI, J. 1957  
Geología de la zona litoral estuárica entre el Aº El Pescado y San Fernando. LEMIT (Inédito). La Plata.
- 10) GROEBER, P. 1945  
Las aguas surgentes y semisurgentes del Norte de la Pcia. de Buenos Aires. En Revista La Ingeniería. Año XLIX Nº 6. Buenos Aires.
- 11) MINISTERIO DE ECONOMIA-PBA 1969  
Boletín Estadístico. Segundo Trimestre 1968. Dirección de Estadística. La Plata.
- 12) MINISTERIO DE ECONOMIA-PBA 1970  
Boletín Estadístico. Cuarto Trimestre 1969. Dirección de Estadística. La Plata.
- 13) MINISTERIO DE ECONOMIA-PBA 1971  
Encuesta Agropecuaria 1969/70. Dirección de Estadística. La Plata.
- 14) MINISTERIO DE ECONOMIA-PBA 1971  
Censo Nacional de Población, Familias y Viviendas 1970 (Cifras Provisorias). Dirección de Estadística. La Plata.
- 15) MINISTERIO DE SALUD PUBLICA-PBA 1965  
Proyecto DISABO. (Diagnóstico Sanitario del aglomerado bonaerense) Ministerio de Salud Pública. División de Planeamiento. La Plata.
- 16) SALA, J. M. & AUGÉ, M. P. 1969  
Algunas características geohidrológicas del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires. Anales de las IV Jornadas Geológicas Argentinas. Tomo II Mendoza.
- 17) SALA, J. M. & CECI, J. H. 1968  
Características físicas de la red de drenaje del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires. Tercer Congreso Nacional del Agua. Vol. I. San Juan.
- 18) SALA, J. M. & HERNANDEZ, M. A. 1969  
Estimación de algunos parámetros en base a la invasión de agua salada en la Ciudad de La Plata. Pcia. de Buenos Aires. Cuartas Jornadas Geológicas Argentinas (en prensa). Mendoza.
- 19) SALA, J. M., 1969  
El agua subterránea en el Nordeste de la Pcia. de Buenos Aires.  
Reunión sobre la geología del Agua Subterránea de la Pcia. de Buenos Aires. Comisión de Investigaciones Científicas. La Plata.
- 20) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL 1962  
Datos Pluviométricos 1921-60. Public. Bl. Nº 2. SMN. Buenos Aires.
- 21) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL 1965  
Estadísticas Climatológicas. Public. Bl. Nº 6 SMN. Buenos Aires.
- 22) TOLMAN, C. F. 1937  
Ground Water Ed. Mc. Graw. Hill. N. York.

## Capítulo XIII

### CUENCAS QUE SE EXTIENDEN DESDE EL ARROYO EL PESCADO HASTA EL ARROYO SAN FELIPE

#### 1. Introducción:

Se han agrupado bajo el nombre del epígrafe un conjunto de cuencas menores que se extienden desde el arroyo El Pescado hasta el San Felipe. Ocupan una franja costera que no sobrepasa los 30 Km de ancho y va desde la ciudad de La Plata hasta la Bahía de Samborombón.

Limitan al Noroeste con la cuenca del A<sup>o</sup> de Las Piedras, al SO con la del río Samborombón, al NE y E con el río de La Plata. De Oeste a Este está integrada por los arroyos El Pescado, Zapata, Cañada Arregui, Buñirigo, Juan Blanco Primera Estancia y San Felipe. Pueden mencionarse además otros aún menores, como los arroyos Maldonado, Villalba, Casilda y La Matilde.

Este trabajo es una puesta al día de otro anterior "Algunos caracteres geohidrológicos de las cuencas que se extienden desde el A<sup>o</sup> El Pescado hasta el A<sup>o</sup> San Felipe" (5). Se han ampliado todos aquellos puntos en que se obtuvo nueva información y para facilitar la lectura se incluyen en el presente los que no han sufrido modificaciones sustanciales.

#### 2. ANTECEDENTES

Con excepción del trabajo arriba mencionado, no existen otros que se ocupen específicamente de la materia en el área en consideración.

Numerosos autores han tratado en forma regional temas relacionados con la geohidrología; merecen citarse los geológicos de Ameghino, Tapia, Frenguelli, Siragusa y Cortelezzi, geomorfológicos de Frenguelli y Sala & Ceci, geoedafológicos de Cappannini & Domínguez y Cappannini & Mauriño, hidrogeológicos de Artaza, Roth, Stapembeck, Groeber, EASNE, Sala & Auge, Sala & Hernández y Sala, hidroquímicos de González & Hernández.

#### 3. ASPECTOS DEMOGRAFICOS Y ECONOMICOS

La zona considerada abarca parcialmente los partidos de La Plata y Magdalena. El área urbana está limitada a un pequeño sector Sud-este de la ciudad de La Plata, Magdalena y algunas poblaciones menores como Punta Indio, parte de Verónica, Gral. Mansilla, etc.

Existe un área de expansión urbana ubicada en la periferia de La Plata, pero de poco desarrollo. El

ámbito rural es el que predomina y en consecuencia la actividad agropecuaria.

La superficie sembrada se distribuye en hectáreas aproximadamente así: Trigo 2.215, maíz 4.855, avena 1.365, girasol 1.010, cebada 250, lino 500 y centeno 267 (9).

La población para el año 1969 era estimada en 97.000 habitantes (10).

#### 4. MORFOLOGIA

Se trata de una zona sumamente llana, con suave pendiente en dirección Noreste y dos rasgos morfológicos sobresalientes.

Uno la "terrazza alta" (6), que se presenta desde las zonas de cabeceras hasta aproximadamente la cota de 5 metros. Su altura máxima se halla al Sur-Suroeste de la ciudad de La Plata donde llega a 23 metros decreciendo paulatinamente hacia el Río de la Plata y a lo largo de la línea divisoria con la cuenca del Río Samborombón, hasta los 10 metros en la estación Monte Veloz.

El otro rasgo es la "terrazza baja" (6) que constituye la franja costera, formada casi exclusivamente por amplios bañados, que alcanza su máxima amplitud en la ciudad de La Plata, en el bañado Maldonado con 9 Km de ancho y casi se hace imperceptible en algunos sectores como Magdalena y Punta Indio.

Dentro de éstos, el área puede dividirse a su vez en tres unidades morfológicas: LLanuras alta, intermedia y baja (Mapa I).

**LLANURA ALTA:** Abarca el 30 % del área total; se limita a la zona de cabeceras y a las divisorias menores de estas subcuencas.

La presencia de bañados y lo incipiente de la red de drenaje relacionada con pendientes muy pequeñas, hacen que el fenómeno geohidrológico con mayores probabilidades relativas sea la infiltración.

**LLANURA INTERMEDIA:** Arealmente es la de mayor importancia (45 %) y se caracteriza por un aumento de la pendiente con respecto a la unidad anterior y un consecuente incremento y organización en el drenaje.

Lo expresado trae aparejado un aumento relativo del escurrimiento fluvial sobre la infiltración y evapotranspiración.



LLANURA BAJA: Abarca la "terracea baja" de Frenquelli y pequeños sectores en la sección inferior de los valles de los cursos principales de carácter inundable y los perfiles transversales adoptan formas horizontales. Ocupa el 25 % del área.

El factor hidrológico predominante debe ser la depleción, fundamentalmente en forma de caudal básico.

## 5. HIDROGEOLOGIA

Dentro del área se contaba con 21 perfiles de perforaciones en la oportunidad de emitirse el informe anterior. Desde entonces se han incorporado 7 más que no modifican el esquema elaborado en esa oportunidad. Cuatro de estas perforaciones fueron controladas litológicamente por EASNE.

El hecho de que ellas se encuentren concentradas en las ciudades de La Plata y Magdalena no ha permitido confeccionar mapas de subsuelo a escala 1:100.000.

### 5.1. Hidrogeología de subsuelo.

El basamento, que constituye la base impermeable del complejo acuífero, está integrado por rocas cristalinas de tipo metamórfico. Fue alcanzado en La Plata a 486 m bbb y en las cercanías de la desembocadura del río Samborombón a unos 1700 m. Esto indica un hundimiento regional de la unidad hacia el Sudeste.

Al "Rojo" (8), superpuesto directamente al basamento, lo componen dos secciones. La inferior conglomerádica arenosa con clastos silíceos y feldespáticos como así también de la roca subyacente, de permeabilidad relativamente elevada; integra el nivel más profundo del subacuifero "hipopuelche" (11)(12). La superior está formada por arcillas y arenas pardo-rojizas, ferroginosas, ricas en yeso y carbonato de calcio que en la perforación de Monte Veloz, coordenadas 85.300/74.000 contienen restos fósiles no identificados (1). El espesor de la unidad, aumentaría de 190 a 1500 metros entre La Plata y Punta Piedras respectivamente.

El "Verde" (8) de posición discordante sobre el anterior, está compuesto por arcillas y areniscas, en parte conglomerádicas, de colores grises y verdosos portadoras de abundante calcáreo y restos de fósiles marinos. Sin embargo, en la perforación "Cantera Landa" (coordenadas aproximadas 51.300/19.600) a partir de los 150 y hasta los 459 metros de profundidad (fondo de pozo) se observa una alternancia de arenas blanquecinas, arcillas verdosas y arcillas rojizas, carentes de fósiles, que dificulta la diferenciación del "Rojo". La potencia de la unidad es de 234 m en La Plata y 352 m en Monte Veloz, alojando en sus secciones más permeables a los niveles superiores del subacuifero "hipopuelche".

Las "Arenas Puelches" o "Puelchense" están integradas por arenas finas y medianas de color pardo amarillento, presentan estratificación gradada, a veces de

carácter cíclico. El techo generalmente comprende arenas muy finas, limosas, ricas en mica y de colores ocráceos. En el Grafico N° 1 se representa el resultado del análisis granulométrico de la perforación en la fábrica Nestlé Magdalena (coordenadas 50.000/19.875) y el del sondeo de S.P.A.R. Verónica (coordenadas 69450/83800).

El contacto con el Pampiano suprayacente puede ser nítido en algunos casos o producirse por una variación gradual en el tamaño de grano y la coloración.

La base de las arenas se asienta sobre una superficie de erosión de suave relieve labrada en el techo del "Verde".

Tanto el techo como la base, se hunden regionalmente hacia el río Salado, generándose una divergencia en dicha dirección debido al menor gradiente que presenta el primero. Al estar la unidad limitada por dos superficies de discordancia erosiva, el aumento del espesor de la misma no es uniforme; de cualquier manera los valores observados en la zona oscilan entre 15 y 30 metros. El volumen, calculado del mapa isopáquico escala 1:500.000, sería de unos 45 Km<sup>3</sup>.

### 5.2. Hidrogeología de Superficie

Los sedimentos aflorantes representados en el bosquejo hidrogeológico (Mapa II), basado en los trabajos de Frenquelli (6), Cappannini & Mauriño (3), en interpretaciones aerofotogeológicas realizadas en EASNE y observaciones preliminares de campo, pueden agruparse en dos grandes unidades: Pampiano y Pospampiano.

El primero es más antiguo y comprende al Ensenadense y Bonaerense.

El Ensenadense está compuesto por limos arcillosos algo arenosos, de color pardo rojizo, con frecuentes intercalaciones calcáreas blanquecinas, en forma de bancos o de tipo concrecional. Su base, dispuesta en suave discordancia erosiva sobre las "Arenas Puelches" manifiesta generalmente un carácter francamente arcilloso. Aflora en gran parte del área en los lugares medianamente elevados de la "llanura intermedia".

El Bonaerense suprayace al Ensenadense, pero debido a las semejanzas litológicas que presentan ambos pisos, se hace difícil diferenciarlos con precisión. Está integrado por loess arenoso pardo rojizo, menos calcáreo y algo más poroso que el subyacente. Esta última propiedad se debe a su textura migajosa y a las oquedades dejadas por raíces muertas. Se ubica en la "llanura alta" en coincidencia general con las divisorias de aguas superficiales.

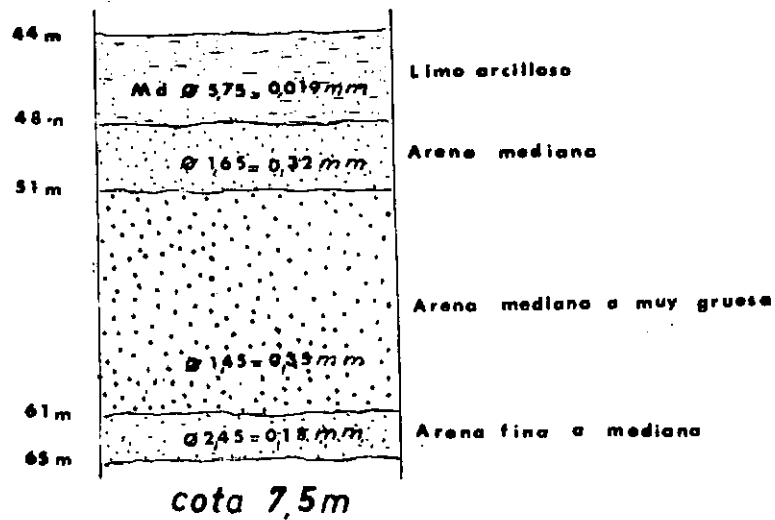
El Pampiano, de espesor variable entre 15 metros en la terraza baja litoral y 60 metros hacia el Oeste, integra la totalidad del subacuifero "epipuelche", salvo en aquellos lugares en que la capa freática percola en depósitos pospampianos.

El Pospampiano comprende el Lujanense y el Platanense, ambos representados en sus facies fluvial y estuárico-marina.

Cuencas intermedias desde A<sup>o</sup> El Pescado hasta A<sup>o</sup> San Felipe

**PERFILES GRANOMETRICOS**  
**PERFORACION EN MAGDALENA**

50-600  
19-875



**PERFORACION EN VERONICA**

69-450  
83-800

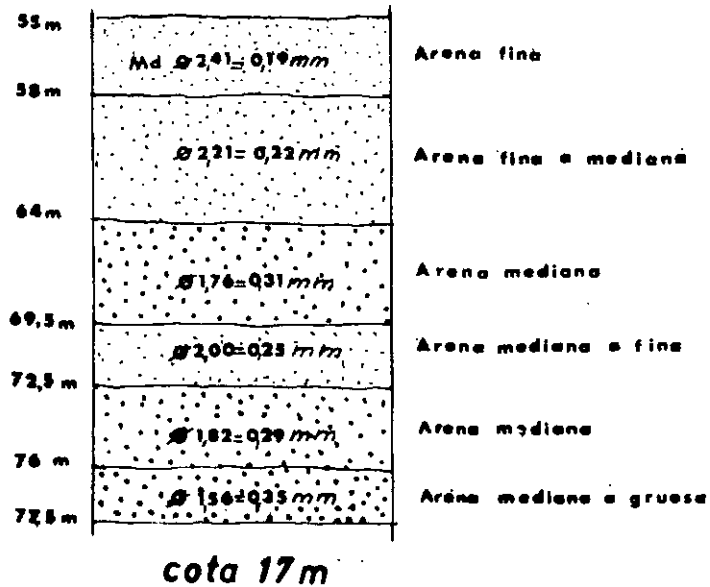
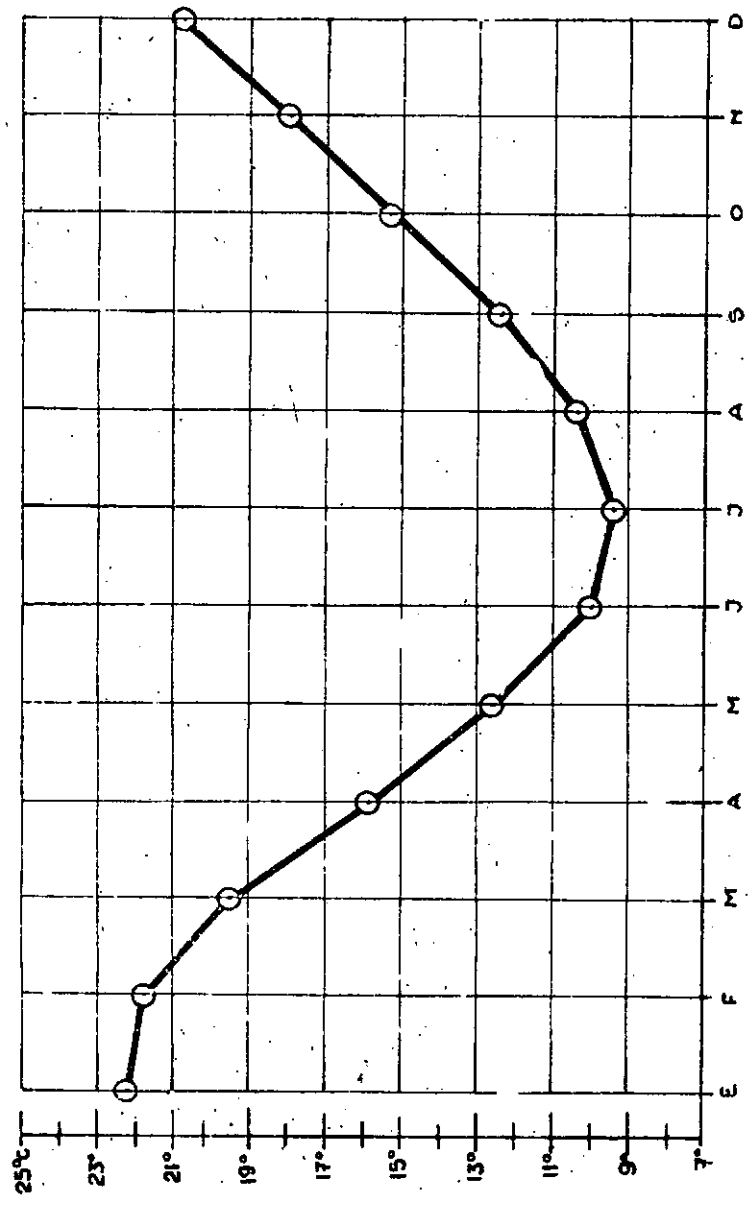


Gráfico N° 2.

CUENCAS INTERMEDIAS DESDE A° EL PESCAO HASTA A° SAN FELIPE

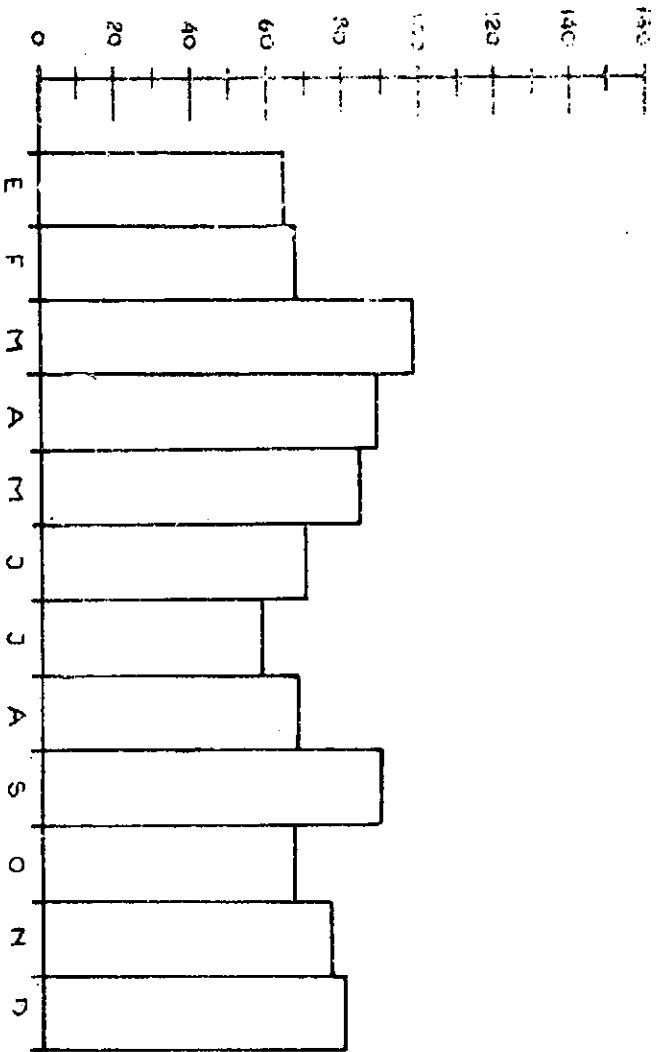
### VARIACIÓN MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURAS MEDIAS



CUENCAS INTERMEDIAS DESDE A° EL PESCADO HASTA A° SAN FELIPE

Gráfico N° 3

### PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm)



C U A D R O N° 1

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA DE THORNTHWAITE

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Precipitación media mensual	87	86	117	92	78	57	55	68	88	88	84	95	995
Evapotranspiración potencial	140	112	99	54	38	21	24	31	45	64	98	123	849
Variación de la reserva de agua del suelo	-53	-5	18	38	40	4	---	---	---	---	-14	-28	
Reserva de agua útil (saturación = 100 mm)	5	0	18	56	96	100	100	100	100	100	86	58	
Exceso de agua	---	---	---	---	---	32	31	37	43	24	---	---	167
Déficit de agua agrícola	---	21	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	21
Evapotranspiración real	140	91	99	54	38	21	24	31	45	64	98	123	828

El primero, que es el más antiguo, está formado por limos arenosos y arcillosos de colores verdosos y pardos, ricos en sales. Ocupa las vaguadas y cauces menores de ríos y arroyos (llanura baja), está reemplazado por el Querandinense que constituye su facies marina, caracterizado por arcillas gris plomizo y negras con intercalaciones arenosas del mismo color y abundantes caparazones de moluscos de agua salobre.

El Platense cubre con sus depósitos al anterior y está representado por limos arcillosos y arenosos de colores pardos y grises, ricos en restos fósiles de aguas dulces. Su facies estuárico-marina, en la planicie de inundación costera, constituye los cordones de conchilla, remanentes de la faz regresiva del mar Querandino.

El Pospampiano, que alcanza hasta 30 metros de potencia en la terraza baja costera, se acuña lateralmente contra el Ensenadense, para desaparecer en el denominado "escalón" (3). El mismo comportamiento pero con menor espesor, se observa en los cauces fluviales mayores.

Su importancia hidrogeológica estriba en que generalmente controla la calidad química de las aguas subterráneas.

## 6. CLIMATOLOGÍA

El clima del área es, según la clasificación climática de Köppen, "templado húmedo".

Si bien se cuenta con los registros de temperaturas medias de la estación climatológica Punta Indio, teniendo en cuenta la extensión del área, se ha considerado prudente obtener las temperaturas medias por interpolación con las de la estación climatológica La Plata, situada prácticamente en el otro extremo del área. Ambas pertenecen al Servicio Meteorológico Nacional y los valores pueden observarse en el Gráfico N° 2.

Las máximas temperaturas promedios mensuales ocurren en Enero y Febrero y las mínimas en Junio y Julio (15) (16).

Tomando los promedios mensuales del período 1921-1950 de las estaciones pluviométricas que el mencionado Servicio posee en el área (14), se obtuvieron los promedios mensuales que fueron llevados al Gráfico N° 3.

La precipitación máxima promedio ocurre en Marzo (98 mm) y la mínima en Julio (58 mm). De los 902 mm de precipitación promedio anual, el 34 % se produce en Diciembre, Enero, Febrero y Marzo.

Para la utilización de la clasificación climática de Thornthwaite (2) se ha obtenido la evapotranspiración potencial interpolando las calculadas para las estaciones La Plata y Punta Indio; las precipitaciones mensuales son las ya definidas.

Los factores de la clasificación se extraen del Cuadro N° 1 en base a los cuales se lograron los índices siguientes:

$$\text{Índice de humedad; } I_h = \frac{163 \times 100}{781} = 20,8 \text{ \%}$$

$$\text{Índice de aridez; } I_a = \frac{48 \times 100}{781} = 5,3 \text{ \%}$$

$$\text{Índice hídrico; } I_n = I_h - 0,6 I_a = 17,6 \text{ \%}$$

$$\begin{aligned} \text{Concentración térmica en el verano; } S &= \frac{100 \times 340}{781} = \\ &= 43,5 \text{ \%} \end{aligned}$$

Según ellos el clima es "subhúmedo-húmedo", con pequeña deficiencia de agua y de acuerdo a la eficiencia térmica es "mesotermal B<sub>2</sub>'"; su equivalente puede designarse como "semifrío con tendencia a templado".

## 7. AGUAS SUPERFICIALES

### 7.1. Características físicas

El diseño de la red de drenaje es de tipo dendrítico. Existen 22 cauces que totalizan 243 Km según el siguiente detalle:

A° el Pescado: longitud total 80 Km; curso principal 36 Km; 10 cauces.

A° Zapata: longitud total 14 Km; un cauce.

Cañada Arregui: longitud total 30 Km; curso principal 25 Km; 2 cauces.

A° Buñirigo: longitud total 36 Km; curso principal 30 Km; 3 cauces.

A° Juan Blanco: longitud total 21 Km; un cauce.

A° Primera Estancia: longitud total 25 Km; curso principal 21 Km; 2 cauces.

A° Villalba: longitud total 11 Km; un cauce.

A° La Matilde: longitud total 5 Km; un cauce.

A° San Felipe: longitud total 21 Km; un cauce.

Los cursos, de corto recorrido, mantienen la característica de los afluentes menores del Plata esbozada a partir del Río Matanza, es decir su acortamiento gradual hacia la bahía de Samborombón.

### 7.2. Fluviometría

No existen estaciones de aforo en el área.

### 7.3. Balance hidrológico

La evapotranspiración real fue calculada por la fórmula de Turc, de la que se obtuvo un valor de 646 mm y con la metodología de Thornthwaite (ver cuadro 1) con un resultado de 742 mm.

Para el escurrimiento fluvial ( $E_f$ ), debido a la falta de estaciones de aforo, se ha considerado posible utilizar el coeficiente de 0,12 de la precipitación, obtenido para la cuenca del río Matanza, resultando de ello 108 mm.

Teniendo en cuenta los términos del balance ya definidos, se calcula la infiltración mediante la ecuación siguiente:

$$I = P - (E_f + E_{vtr})$$

Aplicando  $E_{vtr}$  obtenida por Turc

$$151 \text{ mm/año} = 905 - (108 + 646)$$

Aplicando  $E_{vtr}$  deducida de Thornthwaite

$$55 \text{ mm/año} = 905 - (108 + 742)$$

Este último valor de infiltración es posiblemente el más aproximado.

## 8. AGUAS SUBTERRANEAS

En la zona, como en todo el Noreste de la Provincia de Buenos Aires, existiría un solo acuífero multiunitario. La escasez de los datos disponibles no permite comprobar fehacientemente la relación con los horizontes más profundos.

### 8.1. Subacuífero epipelche

En base a la información proporcionada por poceros en campaña y a perfiles geológicos, puede suponerse a este subacuífero como integrado fundamentalmente por la capa freática y un nivel más profundo. En un perfil de la localidad de Verónica (granja San Isidro) coordenadas 70.200/84.800, la primera se encuentra entre 6 y 8 metros y el segundo entre los 24 y 39 metros. De todas maneras los datos no son suficientes ni confiables como para efectuar una extrapolación segura al resto del área.

Se trazó un mapa isofreático a escala 1:100.000 con equidistancia de 5 metros para obviar errores de acotamiento de boca de pozo (Mapa III). De su análisis se deduce una relación bastante marcada entre las divisorias de aguas superficiales y subterráneas.

Las zonas de recarga principal están vinculadas a los interfluvios. La descarga natural se efectúa a través de los cursos superficiales efluentes, aunque en los sectores cercanos a la costa del Río de La Plata se realiza directamente hacia éste. El gradiente, que posee dirección NE, es bastante uniforme habiéndose obtenido, en base al método de las "líneas subdivisorias", un valor de 0,72 m/Km.

Los períodos de registro freaticométrico son demasiado cortos como para dar idea sobre variaciones seculares. De todas maneras pareciera tratarse de un período depleci-

vo, acentuado en las estaciones situadas en las zonas de recarga (Gráfico 4).

En aquellos puntos vecinos a la ribera del río de La Plata dentro del ambiente de médanos y cordones conchales, debido a la mayor permeabilidad del terreno, se notan recuperaciones más marcadas e incluso no coincidentes con las que se encuentran fuera de él.

Con los datos de conductividad se construyeron los mapas de isoconductividad de las capas freática (Mapa IV) y semiconfinada (Mapa V), a escala 1:100.000.

La freática muestra en general valores considerablemente elevados de conductividad, hacia la zona costera en coincidencia con las áreas comprendidas por la ingresión Querandinense, donde crece bruscamente en el sentido del escurrimiento subterráneo desde 1.500 a más de 6.500  $\mu\text{mho/cm}$ .

En lo que respecta a la capa semiconfinada, el tipo de obra que la explota y en especial las dudas que plantea la información verbal recogida en el campo hace que la individualización sea aún más dificultosa que en otras cuencas. A pesar de ello se ha confeccionado tentativamente un mapa de conductividad. No se han realizado los de residuo seco y aniones, ya que una investigación más detallada de la química del agua en el sector Sur ha sido emprendida por la Lic. Nilda González, como becaria de la CIC y contribuirá a solucionar el problema. El mapa muestra que, en general, las variaciones horizontales se producen en el mismo sentido que en la capa freática mientras que la relación vertical da una leve disminución en profundidad.

En la capa freática el residuo seco varía entre 600 ppm y más de 4.000 ppm en la zona costera (Mapa VI).

La alcalinidad (Mapa VI), el sulfato y el cloruro (Mapa VII) aumentan en igual sentido que el anterior y los tenores van de 8 a 12, de 1 a 15 y de 2 a 40 meq/l respectivamente. La relación alcalinidad-cloruro disminuye con rumbo similar.

En general puede dividirse el área de la cuenca en dos partes; una "la terraza baja en la que las aguas son de alto contenido salino e inaptas para el consumo humano, la otra constituida por las zonas más altas con agua de calidad variable.

El aumento de la salinidad se corresponde con el sentido del escurrimiento subterráneo, lo que hace suponer un reemplazo de carbonatos por cloruros en el transeuro de la migración hacia las zonas de descarga natural.

Además, existen microvariaciones químicas relacionadas con las particularidades hidrogeológicas superficiales que incrementan las posibilidades de recarga.

Existen lugares con contaminación bacteriológica.

### 8.2. Subacuífero "Puelche"

Se supone su existencia en toda la zona, en base a las perforaciones ubicadas en La Plata, Magdalena, Verónica y Monte Veloz.

No fue posible confeccionar un mapa isopiécico de detalle a causa de la mala distribución de la información y

del tipo de obra de captación, que dificultó la medición de los niveles.

En la ciudad de La Plata y sus vecindades, la gran explotación ha producido un cono de depresión, por lo que las condiciones hidráulicas y químicas se hallan sometidas a una constante modificación llegando los niveles a sobrepasar los 35 m bbdp. Este fenómeno no se reproduce en otros lugares del área.

En la ciudad de Magdalena se tienen algunos datos de perforaciones efectuadas por particulares y sondeos de exploración de DOSP. El "puelche" se encuentra allí entre 45 y 70 mts. bbdp aproximadamente, siendo sus aguas de regular calidad y algo duras.

Se ejecutó un ensayo de recuperación residual de 105 minutos de duración, en la perforación ubicada en la usina eléctrica de Magdalena, coordenadas 52.650/18.500. Los datos obtenidos son:

Caudal: 10 m<sup>3</sup>/h.

Nivel estático: 4,05 m

Nivel dinámico: 11,98 m

Depresión: 7,93 m

Caudal característico: 1,3 m<sup>3</sup>/h.m.

Transmisividad: 30 m<sup>3</sup>/d.m.

Este último valor resulta sumamente bajo y está controlado por la falta de un diseño y/o desarrollo adecuado del sondeo.

Se efectuaron 3 ensayos en perforaciones pertenecientes a organismos militares, dos en el regimiento RC 8 de Tanques, coordenadas 3.400/13.650 y 53.350/13.650; el restante en el Penal Militar coordenadas 56.800/15.900. En todos los casos se obtuvieron valores muy bajos de transmisividad y caudal característico, debido al escaso desarrollo de los sondeos, variando T de 10 a 75 m<sup>3</sup>/día.m y Qc de 1,4 a 6,6 m<sup>3</sup>/h.m. respectivamente.

En Verónica el subacuífero se encuentra entre 50 y 77 mbbp. aproximadamente según lo avalan las perforaciones realizadas en la granja San Isidro y en la ciudad de Verónica (coordenadas 69.450/83.800) ya mencionadas. En esta última se efectuó un ensayo de bombeo, contándose con un pozo de observación distante 10,6 m de extracción, con el siguiente resultado:

Duración: 1.200 minutos

Caudal: 57 m<sup>3</sup>/h.

Nivel estático: 7,09 m (pozo observación)

Nivel dinámico: 8,23 m (pozo observación)

Transmisividad: 210 m<sup>3</sup>/d.m.

Almacenamiento: 1,5 · 10<sup>-2</sup>

Caudal característico medido: 1,5 m<sup>3</sup>/h.m.

Caudal característico teórico: m<sup>3</sup>/h.m.

Eficiencia: 19 0/0

A continuación se brinda el análisis químico de la muestra obtenida durante el ensayo: Residuo seco = 500 mg/l, dureza 84 mg/l, Alcalinidad = 300 mg/l. Cloruros 46 mg/l, Sulfatos = 14 mg/l, Sodio Potasio = 134 mg/l, Flúor 0,7 mg/l. Calcio 18 mg/l. Magnesio 10 mg/l. El agua sería químicamente apta para consumo humano, sin embargo presenta un elevado contenido en Sílice 35 mg/l.

En Monte Veloz (coordenadas 85.300/74.000), la Dirección de Hidráulica de la Provincia realizó una perforación de exploración en la que se ubica al "puelche" entre 42 y 68 m bbdp. No hay análisis químicos y el nivel estático es de 3,5 m bbdp.

Si bien los datos químicos son escasos en base a las características hidrogeológicas generales puede decirse que en la "terrazza alta" el agua es de buena calidad.

Las reservas geológicas estimadas para ambos subacuíferos están entre 4 y 10 Km<sup>3</sup>, adoptando coeficientes de almacenamiento de 0,04 y 0,10 respectivamente.

### 8.3. Subacuífero "hipopuelche"

Se conoce la existencia de este subacuífero dentro del área por haber sido alumbrado en dos perforaciones.

Una de ellas es la mencionada en Monte Veloz, que alcanzó 718 m. Se señalan dos niveles productivos, uno entre los 305 y 320 m. que presenta surgencia de + 1 m. y un caudal de 6.000 litros/hora. Químicamente el agua es mediocre para el consumo humano pero de buena calidad para la hacienda. Los valores de residuo seco, cloruro y sulfato son respectivamente 1970 mg/l, 450 mg/l y 350 mg/l.

El segundo nivel ubicado entre 568 y 586 metros no es utilizable. Los valores de residuo seco, cloruro y sulfato son respectivamente 24.000 mg/l., 10.000 mg/l y 3.450 mg/l.

## 9. CONCLUSIONES

La importancia de las aguas subterráneas de esta región radica fundamentalmente en la cercanía de la ciudad de La Plata y en que puede ser fuente probable de abastecimiento de agua para el puerto de aguas profundas en estudio.

La explotación del recurso hídrico subterráneo, salvo en La Plata, está limitada prácticamente al subacuífero "epipuelche", en aquella, la explotación intensiva ha originado un cono de depresión permanente.



Los niveles freaticos señalan un abatimiento, por lo que las reservas generatrices estarían pasando por un período deplecivo.

Los resultados obtenidos en el balance hidrológico preliminar indican posibilidades de futuras recuperaciones, ya que resultan interesantes, aún los obtenidos mediante la Fórmula de Thornthwaite que es de tipo restrictivo.

Las escasas perforaciones profundas permiten atribuir al área condiciones hidrogeológicas bastante promisorias, con excepción de la "terrazza baja" donde el agua desmejora su calidad rápidamente.

Se puede suponer, sin mucho margen de error, que las reservas geológicas de agua no han sido modificadas.

Como el desarrollo de la región, salvo para la ciudad de La Plata, no es muy marcado, las reservas geológicas probables son suficientes para satisfacer la demanda actual y aún en el caso de una explosión demográfica, un manejo adecuado suplirá por largo tiempo los incrementos que puedan suscitarse.

Lo expresado se refiere a las condiciones generales de la región puesto que localmente pueden existir ciertas peculiaridades, en especial en lo que se refiere a contaminación bacteriológica.

## 10. RECOMENDACIONES

Debe proseguirse con el estudio de evaluación manteniéndose al día los conocimientos y reajustándolos con toda nueva información, en especial de subsuelo, que pueda surgir.

Es necesario continuar con las mediciones freaticas y piezométricas.

Deberán instalarse estaciones periódicas hidroquímicas.

Toda planificación de incremento en la explotación y de servicios domiciliarios debe ser precedida por estudios de detalle que incluirán perforaciones de exploración.

Los entes encargados de administrar los servicios deberán llevar registros de variación de niveles, caudales extraídos y química del agua.

La explotación debe efectuarse mediante un manejo racional para evitar no sólo la rápida depresión de los acuíferos sino también el deterioro por invasión de agua salada.

Es importante insistir en los medios municipales para que éstos lleven un registro de perforistas y especialmente de toda nueva perforación que se realice, donde se anoten los datos geológicos, hidrológicos y técnicos de cada pozo.

## LISTA BIBLIOGRAFICA

- 1) ARTAZA, E., 1943  
Saneamiento Urbano en la República Argentina. Provisión de Aguas y desagües urbanos. Primera Parte. Provisión de Agua. Cuaderno N° 6. Facultad de Ciencias Físicomatemáticas, La Plata.
- 2) BURGOS, J. J. & VIDAL A. L., 1951  
Los Climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite. Revista Meteoros, año I, N° 1, Buenos Aires.
- 3) CAPPANNINI, D. A. & MAURIÑO V. R., 1966  
Suelos de la zona litoral estuárica comprendida entre las ciudades de Buenos Aires al Norte y La Plata al Sur. INTA, 2 Colección Suelos, Buenos Aires.
- 4) EASNE, 1967  
Estado del conocimiento actual de la geohidrología del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. EASNE (inédito), La Plata.
- 5) EASNE, 1970.  
Algunos caracteres geohidrológicos de las cuencas que se extienden desde el Arroyo El Pescado hasta el A° S. Felipe. La Plata.
- 6) FRENGUELLI, J., 1950.  
Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires. LEMIT, Serie II N° 33, La Plata.
- 7) GARCIA LOZANO, F. & GONZALEZ BERNALDEZ, F., 1964  
Métodos en uso y su empleo para el cálculo de la evapotranspiración. Ministerio de Obras Públicas - Centro de Estudios Hidrográficos. Publicación N° 23, Madrid.
- 8) GROEBER, P., 1945  
Las Aguas Surgentes y Semisurgentes del Norte de la Provincia de Buenos Aires. Rev. La Ingeniería, año XLIX, N° 6, pp 371-387. Buenos Aires.
- 9) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA, 1968  
Boletín Estadístico Segundo Trimestre 1968. Dirección de Estadística, La Plata.
- 10) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA, 1969  
Boletín Estadístico, primer trimestre 1969. Dirección de Estadística, La Plata.
- 11) SALA, J. M., 1969  
El Agua Subterránea en el Nordeste de la Provincia de Buenos Aires. Reunión sobre la Geología del Agua Subterránea de la Pcia. de Buenos Aires. pp 25-49. Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata.
- 12) SALA, J. M. & AUJE, M. P., 1970  
Algunas Características Geohidrológicas del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. IV Jornadas Geológicas Argentinas (Tomo II), Mendoza.
- 13) SALA, J. M. & HERNANDEZ, M. A., 1969  
Estimación de algunos parámetros en base a la invasión de agua salada en la ciudad de La Plata, Pcia. de Buenos Aires. IV Jornadas Geológicas Argentinas, (en prensa), Mendoza.
- 14) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1962  
Datos Pluviométricos 1921-1950, S.M.N., Buenos Aires.
- 15) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1958  
Estadísticas Climatológicas 1941-1950. S.M.N., Buenos Aires.
- 16) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1965  
Estadísticas Climatológicas 1951-1960. S.M.N. Buenos Aires.

## Capítulo XIV

### MARGEN IZQUIERDA DE LA CUENCA DEL RIO SAMBOROMBON

#### 1. INTRODUCCION

Este capítulo constituye una puesta al día del informe "Algunos caracteres geohidrológicos de la cuenca del Río Samborombón" (6).

La cuenca del Río Samborombón es la única del área bajo estudio que se desarrolla totalmente en forma sub-paralela a los ríos Paraná y Salado y sus características generales difieren del resto de las unidades.

Con el fin de adecuar al límite fijado por el Convenio a una unidad hidrológica, se decidió tomar como área de trabajo la margen izquierda de la cuenca del río Samborombón, que abarca una superficie equivalente a la convenida. Quedan involucrados en este sector, 3.300 Km<sup>2</sup>, algo más de la mitad de la cuenca.

Los límites son, al Norte y Noreste las cuencas menores de los arroyos comprendidos entre el de Las Piedras y San Felipe; al Oeste la cuenca del río Matanza y al Sur y Suroeste su cauce mayor. Ocupa total o parcialmente los partidos de Brandzen, Magdalena, La Plata, Esteban Echeverría y San Vicente.

#### 2. ANTECEDENTES

El único trabajo que se refiere específicamente a la cuenca del río Samborombón como una entidad geohidrológica es el citado anteriormente. En un informe de EASNE (5) se hace una compilación, evaluación e interpretación general de los antecedentes para el noreste de la Provincia de Buenos Aires; esta síntesis sentó las hipótesis básicas para el posterior desarrollo de las investigaciones. Cabe consignar aquellos trabajos que han afectado zonas y aspectos parciales relacionados con este estudio en la cuenca aquí tratada. Tales son, en lo que hace a Geología y Geodafología, los de Frenguelli; Cappannini & Mauriño; Siragusa y, Tapia, y los que tratan sobre Hidrogeología como los de Gröeber; Sala; Sala-Auge y Sala-Ceci.

Sólo se mencionan en esta oportunidad las obras citadas en el texto ya que este aspecto ha sido desarrollado ampliamente en la del EASNE a que se hace referencia más arriba.

#### 3. ASPECTOS DEMOGRAFICOS Y ECONOMICOS

Se afincan en el área 71.500 habitantes con una densidad promedio de 21,8 por Km<sup>2</sup> (13) siendo así una de las más bajas de la zona Noreste.

Las características generales evidencian una zona eminentemente primaria, con predominio notable de las actividades agrícola-ganaderas sobre una industria de carácter incipiente (4).

En una superficie agropecuaria de aproximadamente 266.000 Has., se ha estimado la existencia de 280.000 cabezas de ganado (involucrando todas las especies), que consumen aproximadamente 2.000.000 de metros cúbicos de agua por año.

La actividad agrícola extensiva, que es la preponderante, se distribuye de la siguiente forma (10) (11) (12):

Cereal	Hectáreas
Trigo	2.100
Maíz	8.600
Avena	3.850
Girasol	1.560
Cebada	450
Lino	500
Centeno	400

El subacuífero "epipelche" es el más explotado para uso humano, siendo muy escasa la utilización del "puelche". También las actividades agropecuarias se benefician en mayor medida con el "epipelche", existiendo apenas 400 Has. bajo riego complementario con aguas del "puelche" y algunas localizaciones rurales que también lo explotan.

La actividad industrial se abastece del subacuífero "puelche", pero su limitada expansión hace que los volúmenes empleados no sean de gran significación.

#### 4. MORFOLOGIA

La cuenca del río Samborombón, elongada en sentido Noroeste-Sudeste, se desarrolla en el ambiente morfológico de la "pampa deprimida" (7).

Dentro de la monotonía que presenta pueden distinguirse dos unidades: zonas de llanura y zona ondulada. (Mapa I).

Es posible subdividir la primera en: Llanura alta, intermedia y baja. Aunque debe hacerse notar que las diferencias entre ellas son muy poco marcadas, ya que las cotas varían como máximo en 24 metros.

**LLANURA ALTA** — De superficie reducida, 10 % del área total y escasamente elevada sobre el resto de la cuenca, se encuentra limitada a las divisorias con las cuencas vecinas.

**LLANURA INTERMEDIA** — Se trata de un plano cóncavo de pendiente extremadamente suave hacia la vaguada. Dentro de ésta, los tributarios han elaborado micropaisajes semejantes al general de la cuenca, con la excepción de la ausencia de la llanura alta en los interfluvios, que ha sido reemplazada por suaves lomadas apenas marcadas. Ocupa el 58 % del área.

En las cercanías del cruce principal y con diferencias muy tenues se halla la zona de transición a llanura baja caracterizada por ser inundable y algo más llana, con un 24 % del área.

**LLANURA BAJA** — Se adosa a la zona costera, confundiendo con la intermedia resultando imposible establecer límites precisos. Abarca un 3 % del área.

**ZONA ONDULADA** — Se dispone paralelamente a la costa y está constituida por médanos y cordones conchales de forma alargada, entre los que se destaca el conglomerádico que se explota en Pipinas.

La disposición de estos cuerpos dificulta el drenaje hacia el mar. Ocupa el 5 % del área.

Dadas las características morfológicas mencionadas, el fenómeno predominante es el de escurrimiento superficial en forma de grandes avenidas o sabanas de agua. Esto, sumado a la casi permanente saturación de la capacidad de campo por la poca profundidad a que se encuentra la capa freática, favorece los fenómenos de evapotranspiración.

La recarga necesaria para balancear los fenómenos deplecivos se produce localmente en las áreas relativamente más elevadas.

## 5. HIDROGEOLOGIA

El conocimiento hidrogeológico no se ha modificado mayormente a partir del informe anterior (6). Sólo se han practicado dos nuevas perforaciones que corroboraran las hipótesis de trabajo presentadas en aquella oportunidad.

La escasez de datos obliga a realizar una descripción geológica generalizada del subsuelo.

En el Mapa II se aprecian las unidades aflorantes. Para su elaboración se han utilizado los trabajos de Frenguelli (7), Cappannini & Mauriño (3), Siragusa (20), Tapia (21) y observaciones preliminares de campo efectuadas por EASNE.

### 5.1. Hidrogeología de Subsuelo

La unidad más antigua corresponde al "Basamento cristalino". Está integrado por rocas de tipo metamórfico y constituye la base impermeable del complejo acuífero. Fue alcanzado a unos 1.700 metros de profundidad en un sondeo de exploración, 3 Km al Norte de la desembocadura del Río Samborombón.

Sobre el basamento se presenta una sección de 750 metros de potencia, portadora de areniscas conglomerádicas de tipo arcósico, con clastos de cuarzo, feldspatos y de la roca subyacente, que contiene el nivel más profundo del subacuífero "hipopuelche" (14) (15), que a falta de mayores datos se asignan a la base del "Rojo" (9). Hacia arriba continúa 700 metros de arcillas, margas y arenas pardo rojizas y marrones con intercalaciones yesíferas y calcáreas que generalmente componen los niveles intermedios del "hipopuelche".

El "Verde" (9), integrado por una alternancia de areniscas y arcillas gris verdosas, con frecuentes secciones conglomerádicas, abundante calcáreo y restos de fósiles marinos, se ubica discordantemente sobre el "Rojo". En el sondeo mencionado alcanza un espesor de 200 metros. Sus secciones más permeables alojan a los niveles superiores del subacuífero "hipopuelche".

Las "Arenas Puelches" o "Puelchense", están limitadas por dos superficies de erosión que las separan del "Verde" y del Pampiano. Esta unidad está caracterizada por arenas cuarzosas, finas y medianas de color pardo amarillento, que se tornan limosas y micáceas en los niveles superiores. En el gráfico N° 1 se representan los perfiles utilizando valores de Mediana, correspondientes a los análisis granulométricos de las perforaciones Kaiser Aluminio (96.875/26.800) y Verónica SPAR (69.450/83.800). El observado varía entre 12 y 30 m. pero debido a la menor pendiente del techo con respecto a la base, en la dirección Sudoeste, se produce un aumento de potencia.

En base al mapa isopáquico a escala 1:500.000 que se presenta en el informe general, se estimó un volumen de 70 Km<sup>3</sup>, para la unidad.

### 5.2. Hidrología de superficie

Desde el punto de vista hidrogeológico se puede integrar a las unidades aflorantes en dos grupos representados por el Pampiano y Pospampiano (Mapa II).

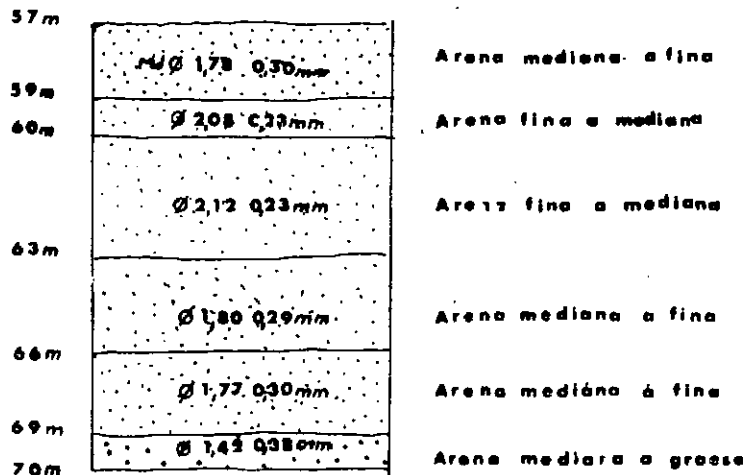
El Pampiano que es el más antiguo está formado por limos calcáreos y loess arenoso, pardo rojizo. Geológicamente se reconocen dos pisos, Ensenadense y Bonaerense, de características litológicas muy similares.

El primero ocupa las laderas medias de los valles, las nacientes del Río Samborombón y las de sus afluentes, (llanura intermedia). El Bonaerense suprayace estratigráficamente al anterior y debido a que ha sido muy desbastado por la erosión, sólo aflora en las zonas más elevadas (llanura alta). El Pampiano contiene todos los niveles del subacuífero "epipuelche".

## PERFILES GRANOMETRICOS

### PERFORACION EN ABASTO (KAISER ALUMINIO)

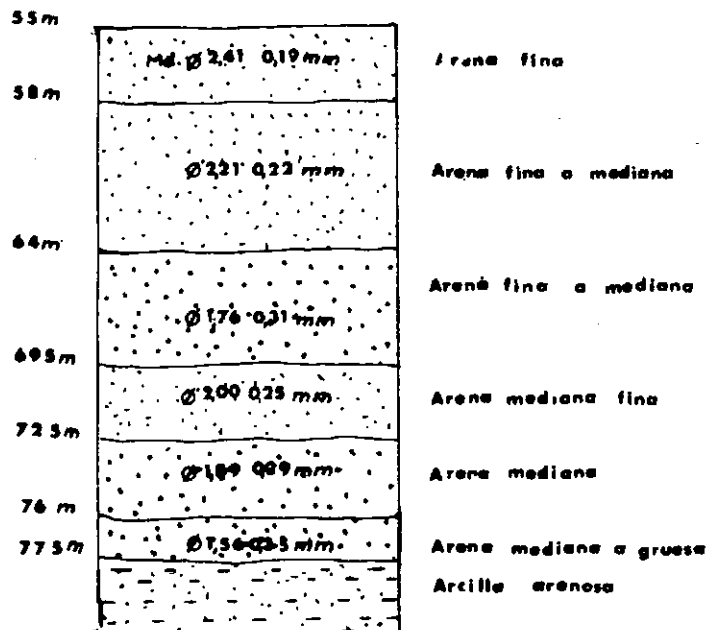
96-875  
26-800



Cota 26m

### PERFORACION EN VERONICA (SPAR)

69-450  
83-800

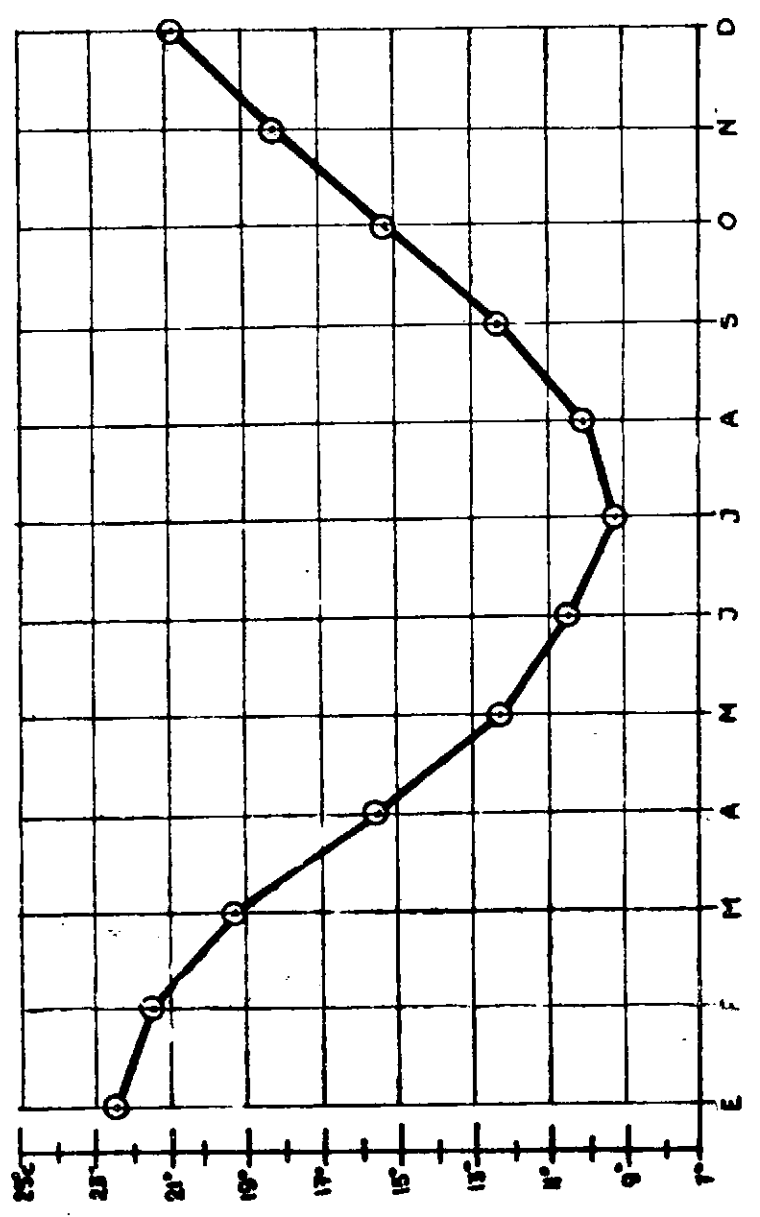


Cota 17m

Gráfica Nº2

CUENCA DEL RIO SAMBOROMBÓN

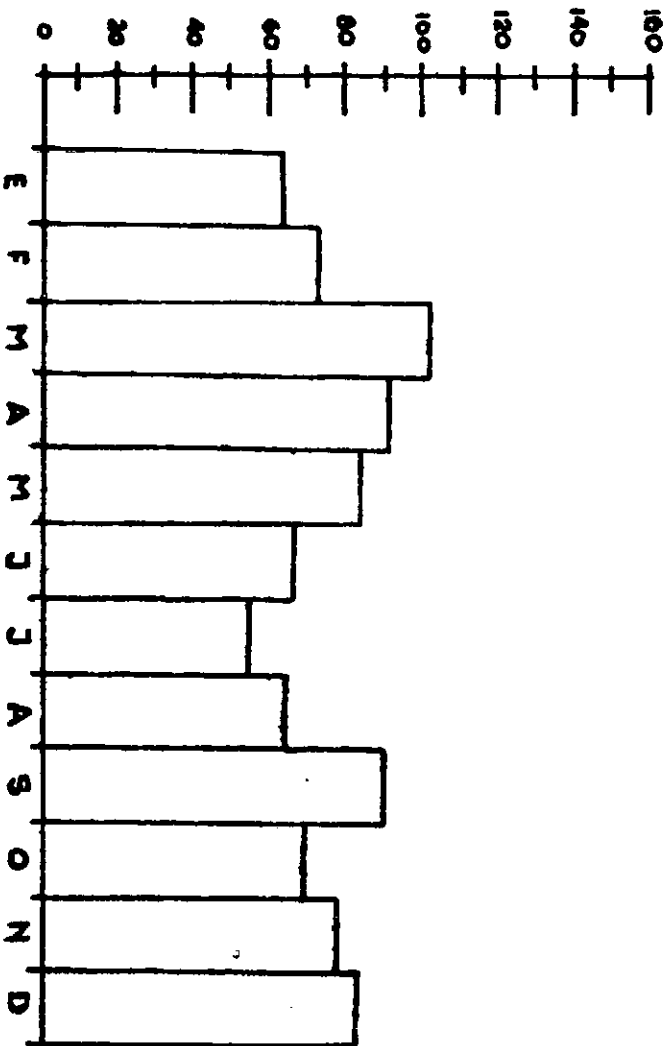
# VARIACIÓN MEDIA MENSUAL DE TEMPERATURAS MEDIAS



CUENCA DEL RÍO SAMBOROMÓN

Gráfico N° 3

# PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm)



C U A D R O N° 1

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA DE THORNTHWAITE

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Precipitación media mensual	64	73	102	94	84	67	55	64	90	89	78	83	923
Evapotranspiración potencial	126	102	86	54	36	24	23	27	42	65	86	116	787
Variación de la reserva de agua del suelo	-59	—	16	40	44	—	—	—	—	—	-8	—	-33
Reserva de agua útil (saturación - 100 mm)	0	0	16	56	100	100	100	100	100	100	92	—	59
Exceso de agua	—	—	—	—	4	43	32	37	48	4	—	—	168
Déficit de agua agrícola	3	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32
Evapotranspiración real	123	73	86	54	36	24	23	27	42	65	86	116	755



El Pospampiano se manifiesta en la superficie de inundación litoral, el albardón costero, los bañados interiores, el cauce mayor del río Samborombón y las vaguadas de sus afluentes. Está constituido por arcillas, limos arcillosos y arenosos gris verdosos y pardos, arenas, cordones conchiles y conglomerados calcáreos.

Debido al comportamiento hidrogeológico más o menos similar que presentan sus componentes, se lo representa preliminarmente como una unidad, dentro de la cual se distinguen, por sus propiedades más destacables, los cordones conchiles y los médanos.

## 6. CLIMATOLOGIA

Siguiendo los lineamientos de Köppen, el clima puede catalogarse como "templado húmedo"

No se cuenta en esta zona con estaciones de registros de temperaturas. A efecto de mostrar la marcha de las mismas se han extrapolado los valores de las estaciones climatológicas La Plata, Punta Indio y Las Flores, pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional, con datos correspondientes al promedio de los años 1941 a 1960, (18) (19). Las máximas temperaturas medias mensuales se producen en los meses de Enero y Febrero, las mínimas en Julio y Agosto (Gráfico Nº 2).

Con los promedios pluviométricos mensuales del período 1921-1950 (17) se obtuvo la precipitación media del área (Gráfico Nº 3). La máxima ocurre en Marzo (102 mm) y la mínima en Julio (55 mm). Del total de lluvia promedio anual (923 mm), el 34,9 % corresponde a los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo.

Para utilizar la clasificación climática de Thornthwaite (2), se ha tomado la precipitación promedio en 30 años ya citada, y la evapotranspiración potencial obtenida por interpolación entre las calculadas para las estaciones La Plata, Punta Indio y Las Flores.

Los elementos de dicha clasificación se extraen del Cuadro Nº 1 y son los siguientes:

$$\text{Índice de humedad} = I_h = \frac{100 \times 168}{787} = 21,39 \%$$

$$\text{Índice de aridez} = I_a = \frac{100 \times 32}{800} = 4,00 \%$$

$$\text{Índice hídrico} = I_n = I_h - 0,6 I_a = 18,99 \%$$

Concentración térmica en el verano =

$$= S = \frac{100 \times 344}{787} = 43,7 \%$$

De acuerdo a estos índices, el clima sería "subhúmedo-húmedo" con pequeño déficit de agua. En base a la eficiencia térmica, se trata de un clima "mesotermal

B'₂", cuyo equivalente podría ser "semifrío con tendencia a templado".

## 7. AGUAS SUPERFICIALES

### 7.1. Características físicas

La red de drenaje presenta un diseño típicamente rectangular, evidenciando una atrofia marcada, producida por la escasa pendiente y algunas características físicas referidas más adelante. El álveo principal se desarrolla con sentido Oeste-Noroeste Este-Sudeste hasta las proximidades de las coordenadas 60.000/70.000 donde cambia hacia el Sur disponiéndose en forma subparalela a sus afluentes más importantes.

El colector adquiere características meandriformes en su tramo terminal, cuando divaga sobre la amplia planicie de inundación que bordea la escotadura de la Bahía de Samborombón.

Su pendiente es de 0,13 metros por kilómetro (valor excesivamente pequeño comparándolo con otros de la zona Noreste). La densidad de drenaje alcanza a 0,085 Km²/Km² y la extensión del flujo superficial a 5,8 Km²/Km. (5) (16). Estas características físicas son propias de un río maduro.

La escasa pendiente topográfica, la atrofia de la red de drenaje y la poca altura sobre el nivel del mar han favorecido la formación de gran cantidad de bañados en las cuencas media e inferior, donde la capa freática es prácticamente aflorante. La zona de bañados constituye una gran superficie de evaporación.

Cerca de la Bahía de Samborombón hay drenaje artificial, consistente en pequeñas canalizaciones que contribuyen al escurrimiento de las aguas de la planicie inundada hacia el mar.

### 7.2. Fluviometría

La Dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires tiene una estación limnigráfica instalada en la intersección del río con la Ruta Nacional Nº 2. De esta estación se poseen los datos de altura media y gastos para el período Septiembre de 1961 a Diciembre de 1969, aunque solamente completo para el año 1964.

### 7.2. Balance hidrológico

La estimación del mismo puede realizarse utilizando la fórmula simplificada del ciclo hidrológico:

$$P = E_f + E_{vtr} + I$$

donde:

P: Precipitación

Ef: Esgurrimiento fluvial

Evtr: Evapotranspiración real

I: Infiltración.

La evapotranspiración real fue calculada con las fórmulas de Turc y Thomthwaite, dando 650 mm y 755 mm respectivamente.

Este resultado sería correcto si las características, y por lo tanto el funcionamiento de la cuenca, fueran semejantes al resto de las del Noreste de la provincia de Buenos Aires. Pero la poca profundidad de la capa freática y la amplitud de las zonas inundables, permiten suponer que la evapotranspiración real es mayor que la estimada. Es así que de la aplicación de la fórmula de Thomthwaite el valor resultante de evapotranspiración potencial llegaría a igualar al de la real y sería de 787 mm/año.

Asumiendo que la explotación es despreciable, el sistema se encuentra en equilibrio y por lo tanto:

$$Q_t = P - Evtr$$

$$Q_s = Q_t - Q_f$$

donde:

$Q_t$  = sumatoria de caudales que fluyen del sistema

$Q_s$  = caudal efluente subterráneo

$Q_f$  = caudal fluvial

P = Precipitación

Evtr = Evapotranspiración real.

Reemplazando se tiene:

$$Q_t = 923 - 787 = 136 \text{ mm/año}$$

$$Q_s = 136 - 111 = 25 \text{ mm/año.}$$

La renovación promedio anual de las reservas geológicas sería entonces de unos 80 Hm<sup>3</sup>.

En lo que respecta al escurrimiento fluvial, por la causa anotada en el parágrafo 7.2. se adoptó para esta primera aproximación el coeficiente de escurrimiento de 0,12 obtenido para el Río Matanza, el que aplicado a la precipitación promedio da un valor de 111 mm.

La infiltración se obtiene de la fórmula simplificada del balance hidrológico:

$$I = P - (E_f + Evtr)$$

Aplicando el valor de evapotranspiración según Turc:

$$162 \text{ mm/año} = 923 - (111 + 650)$$

Aplicando el valor de evapotranspiración según Thomthwaite:

$$57 \text{ mm/año} = 923 - (111 + 755)$$

## 8. AGUAS SUBTERRANEAS

### 8.1. Subacúffero "epipuelche"

Este subacúffero estaría integrado por un solo miembro, aunque localmente intercalaciones arcillosas y/o calcáreas pueden dar origen a falsas capas, lo que unido a una aparente zonación química da lugar a que se suponga la existencia de más de un nivel productivo con características semiconfinadas.

Para construir el mapa isofreático a escala 1:100.000 (Mapa III), se utilizó una equidistancia de 5 metros con el fin de encubrir los errores de acotamiento de boca de pozo y de evitar la repetición de hipótesis de trabajo.

En rasgos generales se observa una coincidencia de las divisorias de aguas superficiales y subterráneas. El notable espaciamento entre curvas se debe al bajo gradiente hidráulico que se corresponde con la escasa pendiente topográfica. Desde la coordenada vertical 20.000 hacia el Este se hace más notable por afloramientos de la capa freática y pérdidas por evapotranspiración. Este rasgo se acentúa aún más hacia la desembocadura. Tanto el cauce mayor como los tributarios muestran un carácter netamente efluente. La recarga se produce fundamentalmente en la zona próxima a las divisorias principales y aún en los interfluvios secundarios.

En base a los perfiles de depresión trazados para distintos lugares se estimó una pendiente media de 0,4 m/Km; adoptando un coeficiente de Darcy de 1 m/día, obtenido de valores tabulados para sedimentos similares (1) y recurriendo al de 0,10 para la porosidad eficaz (5), la velocidad sería;

$$V_a = k_i \cdot 0,0004 \text{ m/día}; V_e = \frac{k_i}{pe} = 0,004 \text{ m/día};$$

donde:

$V_a$ : Velocidad aparente

$V_e$ : Velocidad efectiva

La calidad del agua del "epipuelche", está íntimamente relacionada en el ámbito de la cuenca, a la morfología y a la hidrogeología superficial. En ella se distinguen relieves bajos que forman llanos inundables representados geológicamente por limos del Lujanense y del Platense. Estos sedimentos son ricos en sales solubles y al infiltrarse el agua se va enriqueciendo en cloruros, sulfatos y carbonatos. La capa freática se encuentra a muy poca profundidad, rara vez sobrepasa los 5 metros y frecuentemente aflora. Debido a ello, en los períodos secos asciende por capilaridad y saliniza los suelos.

En el mapa de conductividad específica (Mapa IV) se observa una predominancia de valores superiores a los 1.000  $\mu\text{mhos/cm}$ ; los menores están restringidos a las divisorias con las cuencas vecinas y áreas secundarias de recarga principal que se corresponden con los interfluvios.

El incremento se produce en dirección del escurrimiento. En las áreas de descarga mal drenadas los valores llegan a sobrepasar los 8.000  $\mu\text{mhos/cm}$ .

Dentro de este panorama general se presentan variaciones locales que responden a peculiaridades morfológicas, hidrogeológicas y a la dinámica del ciclo. Estas se hacen más notables y bruscas en relación con la presencia del ambiente ondulado-costero.

Muestras obtenidas del mismo punto en épocas diferentes han mostrado variaciones notables de conductividad.

El contenido de residuo seco y aniones varía en igual sentido que la conductividad, lo que implica que lo expresado para aquella vale en líneas generales para éstos. (Mapa V).

El primero pasa de menos de 500 ppm a más de 4.000 ppm. La alcalinidad es relativamente alta, pues se mantiene entre 5 y 14 meq/litros. El sulfato es escaso, pero hacia el Río Samborombón supera los 24 meq/litro. El cloruro se mantiene en tenores bajos (menos de 5 meq/litro) hasta las cercanías del cauce principal del Samborombón y lugares de descarga predominante, llegando en casos extremos a 46 meq/litro. (Mapa VI).

La calidad del agua, desde el punto de vista químico, es potable en toda la zona en que la conductividad es menor que 3.000  $\mu\text{mhos/cm}$ , y aún en aquellas áreas de mayores valores pueden hallarse lentes flotantes o superpuestas aptas. Como contrapartida la poca profundidad y, en algunos casos, la permeabilidad del terreno facilita la contaminación bacteriológica.

## 8.2. Subacuífero "puelche"

Solamente se cuenta con información de perforaciones efectuadas en las localidades de Brandsen, San Vicente y Verónica.

En Brandsen (88.000/08.450), se obtuvieron los siguientes datos:

Espesor: 23 metros

Nivel estático = 4,08 m. bbdp

Caudal = 60  $\text{m}^3/\text{hora}$

Depresión = 15,90 m

Caudal característico = 3,8  $\text{m}^3/\text{hora.m}$

En Verónica 69.450/83.800 se contó con un pozo de observación situado a 10,63 m de bombeo. El ensayo duró 1.235 minutos a un caudal de 57  $\text{m}^3/\text{h}$ , nivel estático 7,09 m, dinámico 8,73 m, ambos en el pozo de observación.

Utilizando el método de Theis se calculó:

Transmisividad = 208  $\text{m}^3/\text{d.m}$ .

Almacenamiento = 1,5  $\cdot 10^2$

Caudal característico teórico = 8  $\text{m}^3/\text{h.m}$

Es interesante destacar que el caudal característico medido en el pozo de bombeo, fue de 1,5  $\text{m}^3/\text{h.m}$ , por lo que la eficiencia de la perforación es sólo de 19 %.

En San Vicente se efectuó el ensayo de una perforación en el Hospital Rural (69.350/23.650). Tuvo 10 horas de duración y se midieron los niveles en dos pozos de observación situados a 19,54 y 185,80 m. del pozo de bombeo. Los valores calculados por el método de Theis son:

Transmisividad = 650  $\text{m}^3/\text{día.m}$

Transm. vertical = 4,2  $\times 10^{-4}$  1/día

Almacenamiento = 5,8  $\cdot 10^4$

Caudal caract. teórico = 19  $\text{m}^3/\text{h.m}$ .

Con respecto a la calidad las pocas muestras obtenidas durante el censo arrojaron en general valores de conductividad bajos (700 a 1500  $\mu\text{mhos/cm}$ ), salvo dos excepciones de alrededor de 3.000  $\mu\text{mhos/cm}$ . Un análisis químico en Pipinas determinó la presencia de aguas cloruradas con un contenido de sólidos totales de 658 mg/litro. las reservas para ambos subacuíferos oscilan entre 10 y 25  $\text{Km}^3$ , según se tome un coeficiente de almacenamiento de 0,04 o 0,1 respectivamente.

## 8.3. Subacuífero "hipopuelche"

Del "hipopuelche" sólo se puede extrapolar datos de cuencas vecinas. En base a ello suponemos su existencia en todo el ámbito de ésta y se infiere que es portador de aguas altamente salinizadas.

## 9. CONCLUSIONES

La demanda de agua es de poca magnitud.

El abasto se efectúa predominantemente por medio de los recursos subterráneos y especialmente por el subacuífero "epipuelche", el que no siempre presenta las condiciones sanitarias necesarias.

Los límites artificiales fijados para el estudio hacen que el desarrollo del mismo haya abarcado sólo una parte de la cuenca, lo que trae aparejado una serie de problemas de tipo técnico.

La información hidrogeológica es insuficiente, especialmente la de subsuelo. Como norma general puede decirse que las características hidroquímicas desmejoran desde la divisoria de la cuenca hacia la vaguada principal; el contenido salino responde a las microcondiciones locales.

La falta de datos de profundidad no permite confeccionar un mapa isopiécico del subacuífero "puelche",

pero las características hidrogeológicas posibilitan emplear, en primera aproximación, el isofreático.

El balance hidrológico arrojó resultados bastante promisorios, aún aplicando la fórmula de Thornthwaite y a pesar del criterio restrictivo que se empleó.

Las reservas geológicas no han sido prácticamente modificadas.

## 10. RECOMENDACIONES

Es conveniente extender el estudio de evaluación al resto de la cuenca.

Debe perfeccionarse el mapa hidrogeológico de superficie y/o determinarse las características hidrológicas a las distintas unidades existentes.

Debe continuarse con los registros freaticométricos y piezométricos e instalarse estaciones periódicas hidroquímicas.

Toda planificación de incremento en la explotación debe ser acompañada por investigaciones previas de detalle, que permitan ajustar los conocimientos a las nuevas necesidades.

Los servicios de agua domiciliarios que se instalen y las instituciones encargadas de su administración deberán llevar un control de las perforaciones, gastos de agua, variaciones de nivel y salinidad.

Se recomienda a los municipios iniciar un registro de perforaciones, especialmente profundas, donde se incluyan datos geohidrológicos y de construcción de la obra, como así también de los caudales extraídos.

## LISTA BIBLIOGRAFICA

- 1) BOGOMOLOV, G. V. & SILIN-BEKTCHOUFINE, A. T., 1955  
Hidrogeologíe Specialiséé, Gosgeoltekhizdat, Moscú.
- 2) BURGOS, J. J. & VIDAL, A. L., 1951  
Los climas de la República Argentina según la Nueva Clasificación de Thornthwaite.  
Revista Meteoros, año I Nº 1, Buenos Aires.
- 3) CAPPANNINI, D. A. & MAURIÑO V. R., 1966  
Suelos de la zona litoral estuárica comprendida entre las ciudades de Buenos Aires al Norte y La Plata al Sur.  
INTA, 2 Colección Suelos, Buenos Aires.
- 4) DIFRIERI, H., 1961  
Estructura y movimiento de la población.  
La Argentina Suma de Geografía, Tomo VII, Cap. IV, Peuser Bs. As.
- 5) EASNE, 1967  
Estado del Conocimiento actual de la Geohidrología del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
EASNE (inérito), La Plata.
- 6) EASNE, 1970  
Algunos caracteres geohidrológicos de la cuenca del Río Samborombón. Gonnet.
- 7) FRENGUELLI, J., 1950  
Rasgos Generales de la Morfología y Geología de la Provincia de Buenos Aires.  
LEMIT, Serie II, No 33, La Plata.
- 8) GARCIA LOZANO, F. & GONZALEZ BERNALDEZ, F., 1964.  
Métodos en uso y su empleo para el cálculo de la evapotranspiración  
Ministerio de Obras Públicas, Centro de Estudios Hidrográficos, Publicación Nº 23, Madrid.
- 9) GROEBER, P., 1945  
Las Aguas surgentes y semisurgentes del Norte de la Provincia de Buenos Aires.  
Rev. La Ingeniería, año XLIX, Nº 6, pp. 371-387, Buenos Aires.
- 10) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA, 1968  
Boletín Estadístico. Segundo Trimestre 1968.  
Dirección de Estadística, La Plata.
- 11) MINISTERIO DE ECONOMIA, PBA, 1968  
Boletín Estadístico Tercer Trimestre 1968  
Dirección de Estadística, La Plata.
- 12) MINISTERIO DE ECONOMICA PBA, 1969  
Boletín Estadístico Cuarto Trimestre 1968  
Dirección de Estadística, La Plata.
- 13) MINISTERIO DE ECONOMIA PBA, 1969  
Boletín Estadístico Primer Trimestre 1969  
Dirección de Estadística, La Plata.
- 14) SALA, J. M., 1969  
El Agua Subterránea en el Nordeste de la Provincia de Buenos Aires.  
Reunión sobre la Geología del Agua Subterránea de la Provincia de Buenos Aires, pp. 25-49. Comisión de Investigaciones Científicas, La Plata.
- 15) SALA, J. M. & AUGE, M. P., 1970  
Algunas Características Geohidrológicas del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires.  
IVas Jornadas Geológicas Argentinas (t. II), Mendoza.
- 16) SALA, J. M. & CECI, J. H., 1968  
Características Físicas de la Red de Drenaje del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.  
IIIer. Congreso Nacional del Agua, Vol. I, San Juan.
- 17) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1962  
Datos Pluviométricos 1921-1950  
S.M.N., Buenos Aires.
- 18) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1958  
Estadísticas Climatológicas 1941-1950  
Publicación B<sub>1</sub> Nº 3, S.M.N., Buenos Aires.
- 19) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1965  
Estadísticas Climatológicas 1951-1960  
Publicación B<sub>1</sub> Nº 6. Segunda edición corregida.  
S.M.N., Buenos Aires.
- 20) SIRAGUSA, A., 1949  
Contribución al conocimiento del Querandinense en el Partido de Magdalena, Provincia de Buenos Aires.  
Tesis Museo de La Plata Nº 151, (inérita), La Plata.
- 21) TAPIA, A., 1938  
Mapa Geológico de la Provincia de Buenos Aires; Aguas Minerales de la Provincia de Buenos Aires.  
Comisión Nacional de Climatología y Aguas Minerales. Tomo II pp. 21-90, Buenos Aires.

## Capítulo XV

### CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO GEOHIDROLOGICO DE LA REGION NORESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

#### I. FACTORES ANTROPOGENICOS Y USO DEL AGUA

Indudablemente, aunque el auge de la agricultura a fines de siglo modificó el ciclo hidrológico primitivo, es evidente que con el tiempo se ha alcanzado un nuevo equilibrio. Esta explotación y el consecuente desarrollo regional, activó la construcción de obras de infraestructura (férreas, viales, impermeabilización, drenaje, etc.) que influyen localmente el ciclo hidrológico.

Hoy en día, el área de estudios es la mayor densidad demográfica en el país, con un total de 9.261.870 habitantes (8). El cuadro 1 muestra las variaciones producidas entre los censos de los años 1947, 1960 y 1970, las relaciones porcentuales con respecto al total de la Provincia y una proyección estimativa para 1980. Esta última constituye sólo un intento de reflejar la magnitud del incremento en las necesidades de agua para uso humano en los próximos años. Para efectuarla, se ha asumido una tasa de crecimiento anual medio por cada 1.000 habitantes coincidente con la que resulta del último período intercensal (1960-1970). El incremento para el año 1980 se calcula en alrededor del 30 % (Cuadro 1).

La demanda ha aumentado enormemente con el desarrollo demográfico e industrial, concentrándose la explotación en la Capital Federal, sus alrededores y la ciudad de La Plata.

El carácter puntual de la extracción, desde el punto de vista regional, ha producido fuertes depresiones del nivel piezométrico e incluso la depleción de la capa freática, fenómenos que pueden observarse en los mapas correspondientes. Ello motivó la construcción de la Planta de tratamiento de aguas fluviales en Punta Lara y el proyecto de la de Bernal, que se suman a la existente en Capital Federal.

No obstante, el incremento en la extracción de aguas subterráneas continúa en las ciudades de La Plata y Berazategui, como se desprende de las cifras que se dan a continuación (15).

#### CUADRO 2

##### Loc. BERAZATEGUI:

Año	Litros
1963	3.464.120.000.—
1964	3.806.045.000.—
1965	4.824.780.000.—

##### Loc. LA PLATA:

Año	Litros
1936	22.968.474.000.—
1961	30.855.996.000.—
1962	29.560.943.000.—
1963	32.932.138.000.—
1964	34.343.163.000.—
1965	31.100.537.000.—

En menor medida, pero aún con perspectivas de intensificarse, la explotación de aguas subterráneas se realiza a lo largo de toda la ribera, desde el Norte de la Provincia hasta Berisso y Ensenada, con distribución concentrada en las áreas urbanas y suburbanas.

Hacia el interior, las poblaciones rurales muestran una fuerte disminución en el consumo.

La extracción para uso humano se halla a cargo de organismos municipales (Quilmes, Berazategui), provinciales (Obras Sanitarias, Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento Rural-SPAR) y nacionales (Obras Sanitarias de la Nación). Cuando esto no ocurre, los particulares se abastecen con pozos individuales propios.

Las aguas provistas por servicios públicos lógicamente son potables. Aquellos lugares que se encuentran fuera de su esfera de acción presentan problemas de contaminación bacteriológica, agravados en las áreas suburbanas y agudizados aún más en las urbanas, especialmente de Buenos Aires y La Plata. A esto debe agregarse una expansión de la zona contaminada al efectuarse grandes loteos en los que no es obligatorio proporcionar aguas corrientes en condiciones adecuadas.

El problema sanitario, causado por la incorrecta ubicación, defectuosos proyectos y construcción de las perforaciones particulares produce continuamente enfermedades endémicas y mantiene en forma latente la posibilidad de epidemias, cosa aún mucho más grave.

Dentro del uso humano debe incluirse, por su creciente importancia, el de tipo recreativo especialmente en áreas suburbanas del Gran Buenos Aires, donde han cobrado auge los balnearios artificiales explotados comercialmente, y en sectores residenciales de Buenos Aires y La Plata.

De las actividades desarrolladas por el hombre, emplean aguas subterráneas fundamentalmente las primarias (agrícolas) y secundarias (industrias).

La ganadería constituye la explotación agropecuaria de mayor importancia regional. Sus requerimientos se suplén en general con pozos de poca profundidad, especialmente mediante molinos.

La producción ganadera ha alcanzado cierto desarrollo, abarcando actividades de cría, invernada y tambos; estos últimos dan origen a importantes industrias locales que utilizan volúmenes apreciables de agua subterránea.

El consumo para cría e invernada se estima en unos  $10 \text{ m}^3/\text{año}$  (8). Si bien no es una cifra importante, comparada con las reservas generatrices, es previsible un futuro incremento en las necesidades relacionado con el desarrollo de nuevos métodos de explotación pecuaria intensiva y con la mayor densidad de cabezas por hectárea.

En cuanto a la agricultura, los cultivos principales son, tanto en volumen como en área sembrada, los de tipo extensivo, que se abastecen exclusivamente de aguas meteóricas y su ingerencia en el ciclo hidrológico está incluido dentro del término Evapotranspiración, en el balance hidrológico.

El agua subterránea es utilizada en áreas restringidas de cultivos intensivos (floricultura, horticultura, fruticultura), para riego complementario de la precipitación. Las perforaciones destinadas a este fin son relativamente profundas, llegando en muchos casos al "Puelche". Sus defectuosos proyectos y construcción y una cuestión de mercado (distancia de los centros consumidores) los hace concentrarse en áreas suburbanas o rurales inmediatas, trae aparejado problemas de contaminación y deterioro hidráulico del acuífero. Debe esperarse a corto plazo un incremento importante de la superficie regada con aguas subterráneas, en relación directa con el crecimiento demográfico, los requerimientos del mercado interno y externo y la introducción de nuevas técnicas en la explotación agrícola tradicional.

La falta de datos completos no ha permitido efectuar evaluación precisa de los gastos correspondientes a este tipo de explotación.

La industria, con excepción de alguna ubicada en las márgenes de los ríos Paraná y de La Plata, se abastece en todas sus etapas de aguas subterráneas. Su concentración en la Capital Federal, Gran Buenos Aires y La Plata ha producido, conjuntamente con la extraordinaria densidad demográfica, la depleción total del subacuífero Epipelche y grandes depresiones en el Puelche. Además, la insumición de aguas de deshecho industrial acarrea graves problemas de contaminación química indirecta.

En cuanto al reciclamiento del agua, no se ha observado ningún caso de reinyección de aguas no fungibles\* a los acuíferos, aspecto que debe tenerse en cuenta en el futuro.

\* Aguas que no están contenidas en el producto industrial.

El volumen consumido por la actividad fabril es función, naturalmente, del tipo de industria de que se trate y dentro de una misma rama, del grado de desarrollo de la técnica empleada. Las magnitudes deben ser importantes, aunque ha sido imposible determinarlas por la falta de registros de gastos por parte de las empresas y de informaciones colaterales que hicieran factible el cálculo.

De todas maneras, para dar una idea de la importancia de esta actividad, puede decirse que la producción global, a precios corrientes para el año 1969 representó el 87 % del total de la Provincia de Buenos Aires (8).

## 2. MORFOLOGIA

La comarca es una llanura apenas elevada sobre el nivel del mar con cotas máximas de 60 m en el extremo Noroeste. Desciende en dirección Noreste, con suave pendiente regional, hasta alcanzar aproximadamente el nivel cero en los ríos Paraná y de La Plata. Además se observa una disminución de las alturas medias en dirección Sudeste, no superando los 25 m en las divisorias del Río Samborombón.

El área se encuentra dentro de lo que Frenguelli llamó "Pampa baja" y "Pampa deprimida" (9), estando representada la segunda por la cuenca del río Samborombón.

Dentro de la "Pampa baja", el citado autor distingue la "terrazza alta" y la "terrazza baja" (9) (10). La primera es la más extensa y abrupta, e incluye la casi totalidad de las cuencas de drenaje; la segunda abarca sólo una pequeña porción alargada, paralela a los ríos Paraná y de La Plata y constituye una llanura casi perfecta que se confunde hacia el Norte con el Delta del Paraná.

A pesar de su uniformidad general, pueden diferenciarse dentro de la "terrazza alta" tres subunidades. La septentrional desde el Arroyo del Medio hasta el Río Luján. Se distingue por un relieve relativamente marcado. La media, que llega hasta el A° del Gato, en las vecindades de la ciudad de La Plata, presenta a diferencia de la anterior ondulaciones menos acentuadas en las cabeceras de las cuencas, apreciándose en cambio un trazo más irregular en las curvas de nivel hacia su mitad inferior. Posee zonas de inundación poco profundas que se ensanchan hacia sus tramos terminales, rasgo culminante en el Río Matanza (17). La meridional, a la que se pasa gradualmente a partir del A° del Gato, es morfológicamente más suave que las anteriores.

En el extremo Sudeste la zona se interna en la "pampa deprimida" (9) (10), a partir de la cota de 25 m, donde se inicia el amplio Valle del Samborombón de laderas dilatadas y extremadamente suaves, convergentes hacia un ancho plano subhorizontal que inclina ligeramente al Sureste. En él se hallan localizados los alveos actuales.

CUADRO I

ESTADISTICA DE POBLACION (8)

DISTRIBUCION	1947	%	1960	%	1970	%	Proyección 1980
Total Pcia. inc. Cap. Fed.	7.253.380	100	9.732.742	100	11.746.982	100	
<u>Area EASNE</u>							
Cap. Fed.	2.981.043	41,1	2.966.634	30,4	2.972.453	25,3	3.032.502
Gran Bs.As.	1.741.338	24,0	3.772.411	38,7	5.380.447	45,8	7.663.060
Otros Ptds.	507.330	7,0	731.709	7,5	908.971	7,7	1.163.939
<b>TOTAL:</b>	<b>5.229.711</b>	<b>72,1</b>	<b>7.470.754</b>	<b>76,6</b>	<b>9.261.871</b>	<b>78,8</b>	<b>11.859.501</b>



Dentro del panorama general, una observación más detallada permite distinguir otras tres sub-divisiones: llanura alta, intermedia y baja.

La llanura alta se caracteriza por pendientes muy pobres y se ubica en las divisorias principales y a veces en las secundarias. La red de drenaje es incipiente, siendo típicos los bañados y lagunas, en especial hacia las cabeceras. Puede observarse un incremento areal relativo de esta subunidad hacia el Noroeste.

La llanura intermedia, continuación de la anterior, se destaca de ésta por un incremento del declive, adoptando forma convexa. En ella los ríos intermitentes y perennes labran sus cauces, desapareciendo totalmente los cuerpos de agua estancos. Hacia el Noroeste hay un incremento de la inclinación, paralelo al pronunciamiento del relieve. En lo que respecta a su distribución areal los mayores valores porcentuales se hallan hacia el Sudeste.

La Llanura baja es la de menor gradiente y está constituida por los cauces mayores de los ríos principales. Generalmente inundable, se ensancha hacia la desembocadura, donde se confunde con la "terrazza baja". El mayor desarrollo individual se encuentra en el Río Matanza.

### 3. CLIMATOLOGIA

Las condiciones fisiográficas, morfológicas y localización geográfica contribuyen a la uniformidad climática de la región. El hecho está confirmado por los registros meteorológicos (5) (14) (18) y atestiguado además por diversos estudios regionales que señalan coincidentemente el mismo tipo de clima para toda el área, cualquiera haya sido la metodología empleada. Así, para el sistema de Köppen, es Templado Húmedo, mientras que para Thornthwaite es Subhúmedo Húmedo.

Knoche y Borzacov (14) han confeccionado tablas de valores climáticos de distintos lugares y la comparación de los índices anuales obtenidos para estaciones de ubicación estratégica (Cuadro 3), confirma lo expresado.

Si bien los fenómenos meteorológicos actúan comúnmente encadenados, desde el punto de vista de la aplicación de la hidrometeorología a la geohidrología sólo interesa la precipitación y la evaporación. Generalmente los meteoros que actúan indirectamente en el ciclo de agua son tenidos en cuenta a falta de otros datos, para la estimación de ambos. En este caso no sucede así. Hay además una serie de meteoros ácueos que se desprecian por su reducida influencia.

#### 3.1. PRECIPITACIONES

La distribución mensual promedio (cuadro 4) muestra picos en marzo y diciembre, mientras que las menores precipitaciones corresponden a la estación invernal, con mínimos en julio y límite de 0 y 213 mm.

El cuadro 5 ilustra la frecuencia mensual y anual media de lluvias clasificadas. Asumiendo que la infiltración comienza cuando la lluvia excede los 10 mm, hay un promedio de 33 días al año en que esta puede producirse; tres de ellos, además, superan los 50 mm.

El promedio anual de las lluvias es 992 mm y los valores extremos de 659 y 1433 mm. La distribución presenta una disminución hacia el Sur y Oeste.

#### 3.2 EVAPOTRANSPIRACION

Se considera directamente este fenómeno por incluir al de evaporación y porque mientras la medición de ésta en tanques es de dudoso valor, el método de cálculo de evapotranspiración arroja resultados considerados adecuados a los términos de trabajo.

Se han utilizado fórmulas semiempíricas como la de Thornthwaite (5) (11) y Turc (11), cuya precisión, en especial la de la primera, marcha acorde con las necesidades. Se han dejado de lado métodos empíricos puntuales como el de Lisímetros, por escaso número y por adolecer de defectos similares a los de las mediciones de evaporación y considerando que para la extrapolación de los resultados, se requiere investigaciones complementarias que escapan momentáneamente a las posibilidades materiales de este trabajo.

Por otra parte, la fórmula de Thornthwaite ya había sido empleada en la región con buenos resultados en fines agronómicos (5).

El modelo matemático analítico para la ciudad de La Plata y sus alrededores, así como el razonamiento geohidrológico, ha mostrado que su aplicación proporciona respuestas adecuadas mientras que los valores obtenidos por la de Turc son muy bajos.

El cuadro 6 muestra resultados para algunas localidades, que si bien no son comparables entre sí, por haberse tenido que tomar registros de temperatura de distintos años, ofrece un panorama de la marcha mensual del fenómeno.

#### 4. HIDROGEOLOGIA

La importancia de la hidrogeología, (es decir de la geología del agua subterránea) radica en que desempeña un papel preponderante en el control de movimiento y reservas del recurso.

Desde este punto de vista pueden diferenciarse en la zona tres secciones verticales que, a pesar de su posible interrelación, influyen de distinto modo en el cuadro geohidrológico. Tales secciones son denominadas Pre-puelche, Puelche y Pospuelche.

#### 4.1. HIDROESTRATIGRAFIA

El enmascaramiento de los distintos componentes geológicos en comarcas llanas como ésta, sujeta directamente los resultados de los estudios de subsuelo a la

cantidad y calidad de los datos de perforaciones y a la aplicación de técnicas especiales. Esta circunstancia trae aparejadas ciertas limitaciones relacionadas con las disponibilidades técnicas y económicas.

La distribución de los datos es desigual, escaseando los de profundidad y concentrándose los menos profundos en las zonas urbanas. No obstante, se cuenta con un cúmulo de información adecuado a las circunstancias actuales, proporcionando un esquema general que da lugar a un pronóstico de posibilidades e importancia del agua subterránea.

A la luz de los conocimientos presentes el cuadro estratigráfico puede ser esquematizado en las tres secciones mencionadas, (Prepuelche, Puelche y Pospuelche), cuyos nombres reflejan posición en el espacio y función dentro del sistema.

#### 4.1.1. PREPUELCHÉ

Las deficiencias en la información han obligado a agrupar al Basamento, el Rojo y el Verde (13). El primero está constituido por rocas metamórficas y plutónicas, acuífugas, que sólo pueden presentar permeabilidad secundaria, de difícil detección desde la superficie; por lo tanto se lo considera como base impermeable del sistema.

Ha sido alcanzado por las siguientes perforaciones:

Taller y Varadero de la Dirección de Hidráulica en el Delta (D.H.) 130,8 m; Olivos, -245 m; Palermo no 10 Sociedad Rural (Y.P.F.) -283,5 m; Jardín Zoológico, -286,60 m; Iglesia de la Piedad, -283 m; Puente Pueyrredón (D. N.G.M.), -330, 26 m; Puente Alsina (D.N.G.M.), -348,6 m; Hudson (D.N.), -359,74 m; Haedo (D.H.) -405 m; La Plata, Plaza de Armas (D.H.), -466,65 m; Puente la Noria (Lomas de Zamora), -405 m(\*)

Además de las propiedades apuntadas, su distribución areal y vertical permite arribar a conclusiones acerca de la tectónica profunda.

Directamente sobre éste se dispone un conjunto de sedimentos de tinte rojizo dominante, de difícil datación, conocido comúnmente como "Rojo", cuyas potencias alcanzan los 1500 m. Está compuesto por un conjunto de areniscas y arcillas rojas que contienen geodas de ópalo, alto porcentaje de yeso y otras sales e intercalaciones de cenizas volcánicas, a menudo alteradas en arcillas o bentonitas por acción química subaérea (12). En su parte superior pueden encontrarse niveles de areniscas y arcillas grises, verdosas, amarillentas, etc. Se le asigna origen continental, pero se anota (12) (13) la existencia de fósiles marinos en varias perforaciones, como por ejemplo la de Monte, donde fueron encontrados a lo largo de todo el perfil, y la de

Riachuelo Nº 4 (Puente Pueyrredón), en la que yacen junto a restos de origen terrestre que crean dudas acerca de su procedencia.

Las perforaciones recientemente realizadas en Punta Piedras y cerca de Conesa han mostrado, en el primer caso, una secuencia arenosa conglomerádica basal con clastos silíceos y feldespáticos y otros provenientes del basamento, de permeabilidad relativamente elevada; en la segunda se hallaron basaltos toleíticos de la cuenca Chacoparanense a la profundidad de -721 m bajo el 0 IGM.

El "Verde" corresponde a la ingresión del mar Parariano, atestiguada por la presencia frecuente de fósiles marinos. Los espesores superan los 500 m. Está representado por un conjunto de arcillas, (sedimento acuífugo) grises, azuladas, verdosas, con intercalaciones de arenas acuíferas de colores semejantes.

Lamentablemente, debido a la pobreza en la calidad y cantidad de los datos, no se ha podido trazar un mapa de isofacies detallado que facilite la interpretación de la relación del conjunto estratigráfico con los niveles de agua superiores; no obstante, el bosquejo de isofacies cualitativo del "techo", delineado en un trabajo anterior (7) muestra predominancia de arenas al Oeste y Noroeste y dominio de arcillas hacia el Este y Sur, salvo excepciones en puntos que posiblemente correspondan a los sedimentos marinos "entrerrienses" de Frenguelli (9).

En la perforación cercana a Conesa se presenta, entre los -85 y -245 m, una alterancia de niveles arcillosos y arenosos de tonalidades verdosa y rojiza, que hacen difícil su diferenciación con el "Rojo" subyacente.

#### 4.1.2. PUELCHÉ

Superpuestos al Verde, Frenguelli ha distinguido tres pisos: Mesopotamiense, Enterriense y Puelchense. No existiendo elementos definitorios de tal diferenciación, en este trabajo se denomina Puelchense o "arenas Puelches" a todo material arenoso de tonalidades claras, mientras que se asigna al "Verde" cualquier sedimento arcilloso y arenoso verdoso, grisáceo y azulado.

Las "arenas Puelches" son de colores amarillento grisáceos, de grano comúnmente mediano a fino, bastante puras, micáceas, con algunas intercalaciones de gravilla. Su extensión areal sobrepasa la zona de estudios y parece extenderse hacia el Sur, en la cuenca del Salado. Tal vez lleguen algo más allá de los primitivos límites fijados por Stappembeck (19) y Tapia (20) (1) (3) (4), aunque los datos del primero son posiblemente más acertados. Hacia el Oeste alcanzarían las inmediaciones de 9 de Julio, engranando con sedimentos loessoides y hacia el Norte se internan en las provincias de Santa Fe y Entre Ríos.

De acuerdo con el bosquejo paleomorfológico, esta sección (Mapa I) asentaría sobre una superficie de erosión, techo del Verde, que se hunde regionalmente hacia las cuencas del Paraná y Salado, presentando algu-

\* Referidas al O.I.G.M.

C U A D R O III

VALORES CLIMATICOS DECIMALES ANUALES (4)

	CAPITAL FEDERAL	DOLORES	9 DE JULIO	ROSARIO
Temperatura media	6	5	6	6
Temperatura máx. media	7	7	7	7
Temperatura mín. media	5	4	4	5
Temperatura máx. absoluta	10	10	10	10
Temperatura mín. absoluta	2	2	2	2
Ampl. media diaria y anual	2	2	2	2
Humedad relativa	8	8	7	7
Tensión de vapor	5	5	5	5
Temperatura equivalente	4	4	4	5
Temperatura efectiva (calma)	6	6	6	6
Temperatura efectiva (viento)	4	4	4	5
Velocidad media del viento	4	5	4	4
Nubosidad	5	5	4	5
Heliofanía	5	-	-	5
Precipitación	5	5	5	5
Frecuencia precipitación	3	-	3	3
Indice de aridez	5	-	5	5
Indice de heladas	2	2	-	2
Indice de variab climat	4	5	6	5

CUADRO 5

Evapotranspiración mensual en mm.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
<u>PERGAMINO</u>	135	106	86	54	35	20	21	28	45	68	94	119	811
<u>JUNIN</u>	136	103	86	54	35	20	21	28	42	68	91	120	804
<u>MERCEDES</u>	147	112	94	51	31	20	18	30	39	66	102	135	845
<u>EZEIZA</u>	136	103	95	54	35	22	21	28	41	64	91	120	810

C U A D R O 4

Precipitaciones medias máximas y mínimas, mensuales  
y anuales. Período 1921-50 (7)

PERGAMINO

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
media	101	96	118	85	66	40	38	49	69	88	86	107	944
máxima	341	325	353	217	195	145	150	200	275	307	205	446	1272
mínima	6	11	20	20	1	0	0	0	0,5	4	11	7	558

JUNIN

90	82	102	92	58	42	36	30	60	87	89	105	879
239	240	231	275	149	169	122	129	182	235	232	365	1228
6	7	17	12	0	0	0	0	0	28	11	10	590

MERCEDES

82	85	124	92	79	56	47	55	70	82	85	102	967
205	173	258	182	273	161	204	155	194	255	194	328	1284
8	4	22	15	8	0	2	0	0	20	14	11	630

CAPITAL FEDERAL

87	86	117	92	78	57	55	68	88	88	84	95	992
278	249	274	230	180	174	212	278	189	291	214	274	1433
13	0,7	14	11	17	0,7	3	1	3	20	26	17	659

CHASCOMUS

49	71	103	95	79	68	52	66	87	68	70	88	895
123	155	260	302	188	203	213	227	245	204	239	195	1220
0	0	12	3	3	0	3	0	0	21	11	20	441

C U A D R O 5

Tabla de frecuencia mensual y anual media para lluvias clasificadas (7).

Número de días con lluvia (período 1921-50)

PERGAMINO

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
0,3	6	6	7	6	5	4	3	4	5	6	7	7	66
10	3	3	3	2	2	1	1	2	2	3	3	3	28
50	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	3

JUNIN

0,3	7	6	7	5	5	4	3	4	6	7	7	8	69
10	3	3	3	2	2	1	1	1	2	2	3	3	26
50	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,2	3

MERCEDES

0,3	6	6	6	5	5	4	4	5	5	6	7	7	66
10	2	3	3	3	2	2	1	2	2	2	3	3	28
50	0,2	0,2	0,4	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	3

CAPITAL FEDERAL

0,3	7	7	8	7	6	7	6	7	7	8	8	8	86
10	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	30
50	0,3	0,3	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,1	0,4	3

nos bajos locales bastante acentuados, como en las cercanías de La Plata y Buenos Aires.

Regionalmente el techo inclina al Sur a partir de la cuenca del A° Ramallo, aunque con gradiente menor que el de la base lo que provoca divergencias mayores hacia el Norte.

En el Mapa II se representan las curvas isopacas. Los espesores van desde algo más de 40 m a menos de 10 m. En el mismo se indican las relaciones porcentuales cualitativas de la fracción arena; predominando aquellas que superan el 50 o/o, generalmente en coincidencia con las mayores potencias. No hay evidencias de que las arenas estén afectadas por procesos tectónicos.

El volumen total de la unidad ha sido estimado en unos 500 Km<sup>3</sup>.

#### 4.1.3. POSPUELCHÉ

Esta sección agrupa la secuencia que suprayace a la anterior y con ella culmina la columna estratigráfica, abarcando todo el ámbito estudiado (Mapa III).

Se trata de un conjunto sedimentario leosoide, limoso, con intercalaciones de niveles más o menos arenosos y lentes de tosca. En general se caracteriza por falta de estratificación y de poseerla, ésta es local y poco marcada. Su espesor varía desde unos 20 m en la "terrazza baja" hasta 80 m en el límite Occidental.

Desde un enfoque geológico, Frenguelli separa dos unidades: Pampiano y Poapampiano. Dentro del primero incluye Ensenadense y Bonaerense y divide el segundo en Lujanense y Platense.

Desde el punto de vista del agua subterránea tal diferenciación no existe, ya que la permeabilidad es relativamente uniforme, distinguiéndose únicamente, por su posición relativa dentro de las cuencas, el Pampiano en las Llanuras Alta e Intermedia y el Pospampiano en la Llanura Baja y "terrazza baja".

Esta ubicación los hace coincidir en general con las áreas de predominio de recarga, conducción y descarga del acuífero respectivamente.

Por otra parte puede anotarse en el Pospampiano la presencia de sedimentos de comportamiento diferente, como los cordones conchiles, médanos e intercalaciones de arcillas marinas, limitados a la "terrazza baja" y Zona ondulada. Los dos primeros (acuíferos) presentan mayor permeabilidad que la general, mientras que los últimos son los menos permeables (acuicludos).

#### 4.2. TECTÓNICA

Aunque la región es un "graben", puesto de manifiesto por las perforaciones profundas, la tectónica afecta la sección inferior o Prepuelche, especialmente su parte basal, desdibujándose hacia el techo que no ha sido mayormente disturbado. Los últimos movimientos del Terciario fueron demasiado débiles para reflejarse en la región e influir sobre las secciones superiores. Las

oscilaciones, suaves y lentas, sólo produjeron discordancias erosivas, sin llegar a dislocar la corteza.

La diferente intensidad en que el graben afecta al sistema geohidrológico permite distinguir las tres secciones señaladas, que participan de distinto modo en el esquema.

La Prepuelche presenta límites geológicos formados por bloques impermeables del basamento. Las fallas actúan como barreras y seguramente aíslan los ambientes.

La Pospelche, no disturbada por la tectónica al menos en forma directa, tiene sólo límites hidrológicos coincidentes con los topográficos de las cuencas fluviales.

La Puelche es transicional entre ambas y mientras sus límites coinciden verticalmente con los de la anterior, su posición en el espacio y potencia están controladas por la superficie de erosión sobre la que se asentó.

#### 4.3. GEOMORFOLOGÍA

Es posible que ya a fines del Paleozoico se vislumbraran las grandes unidades morfológicas, marcadas por escalones ascendentes desde la "pampa deprimida" hasta la República Oriental del Uruguay, pasando por la "pampa baja" y el río de La Plata. La posterior deposición del "Rojo" rellenó totalmente las fosas. Nuevos movimientos tectónicos acentuaron la diferencia entre los bloques, sucediéndose una nivelación erosiva que finaliza con descensos que hacen posible la ingresión del mar Paranaense.

Una acomodación subsiguiente de menor envergadura, precedió la colmatación de las depresiones por las arenas Puelches.

Cuando estos procesos hubieron concluido, el relieve tenía una ligera semejanza con el actual, siendo los movimientos posteriores de carácter epirogénico. A partir de éstos domina la sedimentación terrestre, con períodos alternantes en que se producen ingresiones marinas marginales (Interensenadense, Belgranense y Queandinense).

También desde el punto de vista geomorfológico pueden distinguirse tres secciones: la Prepuelche está caracterizada por fenómenos tectónicos relativamente intensos, potente sedimentación terrestre y extensas ingresiones marinas alternadas con períodos erosivos niveladores. Esto posibilitó su posterior cobertura, impidiendo la recarga directa; además, los sedimentos marinos acuicludos que conforman el techo dificultan la percolación, debiendo por lo tanto tratarse de aguas viejas con mayores posibilidades de salinidad, esto se acentúa por la presencia de sales solubles.

La Puelche ha tenido procesos y ambiente deposicional determinantes de sedimentos con bajos contenidos en sales solubles por lo que, a pesar de que su recarga es de tipo indirecto, ofrece mayores probabilidades de portar agua de buena calidad, aunque posiblemente sean afectadas en profundidad.

En la Pospuelche el conjunto de fenómenos geomorfológicos se traduce en una llanura de construcción. Los consecuentes sedimentos, topografía, anisotropía horizontal y vertical locales, además de otros factores de menor importancia, controlan el ciclo hidrológico en esta sección.

## 5. AGUAS SUPERFICIALES

Como es conocido el caudal fluvial es la suma del escurrimiento superficial y el básico. Este último es parte de las reservas generatrices subterráneas, de lo que se desprende la importancia del conocimiento de las cuencas fluviales para la interpretación del balance hidrológico.

El comportamiento de una cuenca debe ser estudiado mediante aforo de los ríos en lugares claves, y la interpretación de las características físicas superficiales y tipo de precipitación dominante. Lo primero resulta costoso por el tipo de instalaciones adicionales e instrumental necesarios, a lo que debe sumarse el personal permanente imprescindible durante largos períodos de registros. La interpretación de las características físicas superficiales sólo requiere una cartografía de cierto detalle y debe efectuarse como complemento de lo anterior; además cuando se carece de datos de aforo, permite trazar un panorama general de gran importancia posibilitando la comparación con cuencas que posean información más completa.

La geología superficial es esencialmente uniforme, dada la homogeneidad del sedimento que cubre la región y considerando el proceso natural de acumulación. Las características físicas superficiales muestran similar uniformidad de acuerdo a los estudios realizados por Sala & Ceci (23) y EASNE (24). Las pequeñas variaciones pueden ser despreciadas en este trabajo, aunque algunas tal vez insinúan la necesidad futura de ser estudiadas con más detalle para precisar el problema.

En general los ríos tienen carácter efluente, con diseño bastante uniforme: "rectangular con drenaje dendrítico local".

En los cuadros 7 y 8 adjuntos se consignan los valores obtenidos en los trabajos citados para los siguientes factores: área de la cuenca, orden de cauces, longitud total de cauces, longitud del cauce principal, número de cauces, factor de forma (ff), coeficiente de compacidad (cc) pendiente media de la cuenca (ic), pendiente del cauce principal (media  $i_{a1}$  y equivalente:  $i_{a2}$ ), frecuencia de cauces (Fc), densidad del drenaje (Dd), extensión del flujo superficial ( $E_{fs}$ ), longitud de los tributarios ( $L_t$ ).

La cuenca del Río Samborombón se aparta del esquema general, a causa de su mayor evolución geomorfológica, pero para el resto el comportamiento es relativamente semejante, lo que permite extrapolar los datos de derrame superficial del Río Matanza.

## FLUVIOMETRIA

La Estación Autopista, ubicada en la porción media de la cuenca del Río Matanza, es la única que posee registros de caudal continuos; el volumen anual promedio para el período 1962-1968 es de 204 Hm<sup>3</sup>/año, para un coeficiente de escurrimiento fluvial de 0,12.

Las Estaciones instaladas en los ríos Arrecifes, Arco y Samborombón poseen registros poco extensos y discontinuos, encontrándose además en la periferia del área de estudios.

## 6. BALANCE HIDROLOGICO

Para la resolución del balance se han tenido en cuenta los resultados parciales para cada cuenca, obtenidos mediante la aplicación del método de Thornthwaite y el coeficiente de escurrimiento de 0,12, extrapolado del correspondiente a la cuenca del río Matanza.

Los datos se encuentran reunidos en el cuadro 9, del que se deduce que las posibilidades de infiltración anual son aproximadamente 625 Hm<sup>3</sup>.

## 7. AGUAS SUBTERRANEAS

De acuerdo a las características hidrogeológicas descriptas, se está en presencia de un acuífero multiunitario, en el que la interrelación de las distintas subunidades depende de la mayor o menor permeabilidad de los sedimentos que las separan.

El cuadro hidrogeológico señala la existencia de tres subunidades productivas: Epipelche, Pelche e Hipipelche, coincidentes con las señaladas en el capítulo 4.

A diferencia de lo usual para unidades geológicas, la descripción de las hidrogeológicas se efectúa desde la superficie hacia la profundidad según su relación más directa con las etapas del ciclo hidrológico.

### 7.1. CARACTERISTICAS FISICAS

#### 7.1.1. SUBACUIFERO EPIPELICHE

El subacuífero Epipelche es, por su posición, el más directamente relacionado con los factores antropogénicos, meteorológicos e hidrológicos superficiales y el más afectado por la contaminación; actúa como agente de transmisión a las demás subunidades.

Regionalmente homogéneo, adopta un carácter anisotrópico heterogéneo local, más a causa de las variaciones de la permeabilidad que de la presencia de capas impermeables. Así lo atestiguan las tres perforaciones efectuadas por EASNE en la cuenca del río Matanza. De cualquier modo, aquellos sedimentos menos permeables se distribuyen desordenadamente; son lenticulares, a veces alcanzan cierto desarrollo, su número es



Parámetros medidos

	Area (Km <sup>2</sup> )	Orden de cauce	Long. total cauces (Km)	Long. cauce principal (Km)	Número de cauces
A° del Medio	2.290	3	290	118	23
A° Ramallo	1.017	3	170	70	13
A° del Tala	712	3	135	71	13
Río Arrecifes	10.130	4	1.512	208	218
Río Arrecifes O.	7.760	4	1.200	138	174
Río Arrecifes E.	2.370	3	312	70	44
Río Areco	3.765	4	455	128	72
Río Luján	2.690	4	450	128	71
Río Luján O.	2.200	4	283	94	25
Río Luján E.	490	4	164	34	46
Río Reconquista	1.700	4	606	82	134
Río Matanza	2.000	5	510	61	232
Río Samborombón	5.090	3	432	148	32

**CUADRO 8**

*Características físicas de las cuencas del NE de la Provincia  
Parámetros calculados*

	$F_f$	$C_c$	$I_c$	$I_{a1}$	$I_{a2}$	$F_c$	$D_d$	$E_{fs}$	$L_s$
A° del Medio	0,157	1,500	2,43	0,72	0,80	0,010	0,131	3,816	12,6
A° Ramallo	0,207	1,294	2,81*	1,07	1,08	0,012	0,167	3,226	13,0
A° del Tala	0,141	1,460	2,47	0,93	0,84	0,013	0,189	2,630	10,4
Río Arrecifes	0,220	1,300	1,85	0,37	0,38	0,021	0,150	3,333	6,9
Río Arrecifes O.	0,400	1,100	1,71	0,34	0,34	0,021	0,154	3,246	6,8
Río Arrecifes E.	0,504	1,224	2,30	0,42	0,39	0,021	0,132	3,737	7,1
Río Areco	0,230	1,330	2,01	0,44	0,44	0,019	0,121	4,130	6,3
Río Luján	0,164	1,440	1,56	0,44	0,38	0,026	0,158	3,160	6,3
Río Luján O.	0,200	1,300	1,18	0,41	0,32	0,010	0,120	4,160	11,3
Río Luján E.	0,420	1,250	2,17	0,60	0,31	0,094	0,333	1,510	3,5
Río Reconquista	0,252	1,301	2,47	0,47	0,39	0,078	0,350	1,350	4,5
Río Matanza	0,530	1,060	3,47	0,52	0,50	0,115	0,254	1,960	2,2
Río Samborombón	0,232	1,380	0,57	0,13	0,13	0,006	0,085	5,880	13,5

BALANCE HIDROLOGICO

CUENCA	AREA (Km <sup>2</sup> )	PRECIP. (Hm <sup>3</sup> )	E.T.R. (Hm <sup>3</sup> )	ESC.FLUV. (Hm <sup>3</sup> )	INFIL. (Hm <sup>3</sup> )
MATANZA (medio y superior)	1.804	1.735	1.420	204	111
ARRECIFES	1.800	1.705	1.460	205	40
DEL TALA	865	798	692	96	10
FAMALLC Y CUENCAS ENTRE ESTE Y Aº DEL TALA	1.890	1.720	1.500	207	13
DEL MEDIO	540	513	441	62	10
INTERMEDIAS. Aº-PESCADE-SAN FELIPE	2.150	1.939	1.595	232	112
TECONQUISTA	1.671	1.599	1.357	192	50
LUJAN - ESCOBAR GATIN CLARO Y DE LAS TUNIAS	1.575	1.486	1.247	178	61
APECO	2.595	2.452	2.086	293	73
DE LA CRUZ - PESCAJO Y PESQUERIA	1.205	1.094	947	131	16
MATANZA ( PORCION INFERIOR)	833	829	690	139	0
INTERMEDIAS JIMENEZ- GATU	790	750	613	90	47
SAMBORONDON	3.275	3.023	2.577	364	82
TOTALES	20.953	19.643	16.625	2.393	625

variable (2 en La Plata, 5 en Pergamino) y su presencia hace que los perforistas locales asignen a los niveles más permeables el carácter de acuíferos independientes; a ello contribuye el sistema de perforación utilizado normalmente y la falta de perfilajes eléctricos.

Por otra parte, el mal desarrollo habitual de las perforaciones, sumado a diferencias en el tamaño, forma, empaquetamiento y selección de los clastos, produce distintos grados de fricción con el consiguiente aumento o disminución de las cargas hidrostáticas, pudiendo las obras de captación interesar distintas superficies equipotenciales, con lo que los niveles piezométricos adoptan alturas diferentes a los freáticos. Estas superficies pueden estar distorsionadas por las cercanías de zonas de descarga.

Las características hidrogeológicas descartan la posibilidad de límites geológicos entre las cuencas; éstos son de tipo hidrológico, existiendo una correspondencia entre los subterráneos y los superficiales.

El Mapa IV muestra la forma predominantemente radial, divergente de los puntos de mayor recarga, señalando el carácter efluente de los ríos.

La menor o mayor separación de las curvas está condicionada por el régimen no permanente a que está sometida la unidad y es una consecuencia de la relación recarga/descarga.

De acuerdo a la litología, la recarga debería producirse uniformemente a través de toda el área, estando sin embargo condicionada por las características morfológicas superficiales.

Los volúmenes mayores corresponden a la Llanura alta; luego decrecen y hasta pueden anularse en la Llanura baja, donde predominan los fenómenos deplecivos. Esto significa que el subacuífero es autóctono y de recarga directa, pudiendo distinguirse con cierta precisión áreas con predominancia de recarga, conducción o descarga.

Considerando la homogeneidad regional del subacuífero y suponiendo las líneas de flujo como tubos de diámetro infinitamente pequeño y uniforme, y un régimen permanente para tiempo despreciable los caudales que llevan serán constantes en cada uno de ellas.

Se carece de determinaciones precisas de porosidad y permeabilidad, pero teniendo en cuenta que se trata de limos y loess con intercalaciones arenosas y que presentan una porosidad "semisecundaria" producto del sinnúmero de canaliculos, improntas de vegetales, la primera puede ser estimada en los niveles productivos de 20 a 25 0/o, adoptándose para el conjunto el término medio de 10 0/o. La permeabilidad puede oscilar entre 0,5 y 5 m/día.

Por su parte, la transmisividad puede estimarse en 100 a 300 m<sup>3</sup>/día.m.

Aplicando la ley de Darcy a un mismo filete entre dos curvas isofreáticas se tiene:

$$q = k_1 \cdot e_1 \cdot i_1 \quad (-1) \quad q = \text{caudal unitario}$$

$$q = k_2 \cdot e_2 \cdot i_2 \quad (-2) \quad k_1 \text{ y } k_2 = \text{coeficiente en permeabilidad.}$$

$$k_1 e_1 i_1 = k_2 \cdot e_2 \cdot i_2 \quad (-3) \quad e_1 \text{ y } e_2 = \text{espesores}$$

$$T_1 = k_1 \cdot e_1 \quad (-4) \quad i_1 \text{ y } i_2 = \text{gradientes hidráulicos}$$

$$T_2 = k_2 \cdot e_2 \quad (-5) \quad L_1 \text{ y } L_2 = \text{distancia entre dos curvas isofreáticas consecutivas.}$$

$$i_1 = \frac{h}{L_1} \quad (-6) \quad h = \text{equidistancia}$$

$$i_2 = \frac{h}{L_2} \quad (-7) \quad T_1 \text{ y } T_2 = \text{transmisibilidad}$$

Reemplazando en (3), se tiene:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{L_2}{L_1} \quad (-8-)$$

De acuerdo al resultado obtenido, puede decirse que la trasmisividad aumenta desde el río Paraná hacia el Oeste y desde la Línea Luján-La Plata hacia las cuencas de los ríos Samborombón y Salado.

Considerando la baja pendiente de la capa freática, menor aún que la topográfica, y la porosidad y coeficiente de permeabilidad estimados, el escurrimiento subterráneo se hace sumamente lento con velocidades efectivas máximas medias que apenas superarán los 50 cm/día.

El histograma freaticométrico de la Estación San Miguel, con récord de 29 años, muestra cambios seculares con períodos deplecivos y de recuperación en los que los niveles llegan a variar hasta 9 m, fenómeno vinculado a cambios climáticos dentro de los que se registran oscilaciones menores estacionales.

Los registros freaticométricos de las estaciones de EASNE, con períodos más breves, mostrarían que la magnitud de las fluctuaciones están también relacionadas por lo común con la ubicación dentro de la cuenca, acentuándose en las proximidades de las zonas de descarga.

Una observación rápida del registro freaticométrico de la estación San Miguel muestra una variación en las reservas generatrices seculares del orden de los 9000 m<sup>3</sup>/Ha. El incremento de las reservas potenciales para toda el área sería de 18000 Hm<sup>3</sup>, o sea 1400 Hm<sup>3</sup>/año, que podrían ser aprovechadas con un manejo adecuado del recurso. Aún deduciendo un porcentaje elevado como margen de seguridad, los volúmenes tienen magnitudes apreciables.

Por otra parte, considerando una variación estacional de 50 cm en los niveles, la renovación de las reservas generatrices sería de 1000 Hm<sup>3</sup>, que se sumarían a las potenciales en caso de evitarse las pérdidas por evaporación y caudal básico.

Las reservas geológicas pueden estimarse en entre 30 y 100 Km<sup>3</sup>, adoptando coeficientes de almacenamiento de 0,04 y 0,1.

Como se ha mencionado, la explotación intensiva local del "puelche" ha producido fenómenos deplecivos

que han llevado en partes al total agotamiento del "epipuelche". No obstante, fenómenos de este tipo no se presentan regionalmente, donde la explotación es moderada.

### 7.1.2. SUBACUIFERO PUELCHÉ

Desde el punto de vista geohidrológico el "puelche" conforma subunidades que, en estado natural, se corresponden con las distintas cuencas fluviales.

En uniformidad supera al "epipuelche" y, considerando regionalmente, es de tipo isotrópico homogéneo. Las diferencias locales, intercalaciones de lentes de distinta permeabilidad causada por variaciones de empaquetamiento, forma y tamaño de los clastos, produce anisotropía restringida que de todas maneras no alcanza la magnitud de las del "epipuelche".

Por lo común, la observación de los perfiles y muestras de perforaciones señala cierto tipo de anisotropía vertical, generalmente gradada. En aquellos lugares en que se cuenta con un muestreo más denso se ha observado que, dentro de la gradación general, aparece una de tipo cíclico.

La distribución de los datos ha hecho que el mapa isopiécico (Mapa V) se confecciona con diferente precisión en distintos sectores; parte es la reducción de los efectuados a escala 1:100000 y el resto fue realizado directamente al 1:500000. De este modo proporciona una visión panorámica regional adecuada, siendo que la zona de mayor complicación es correlativamente la más detallada.

La morfología de la superficie piezométrica es, a grandes rasgos, semejante a la freática.

Observada individualmente, puede diferenciarse una zona no disturbada y otra disturbada con respecto a las condiciones naturales.

La forma de la primera es radial divergente, a partir de las áreas de recarga principales en los interfluvios.

La segunda presenta conos de depresión permanentes, forma típica de ambientes de llanura y condiciones hidrogeológicas como las presentes, con acuíferos explotados intensamente en áreas reducidas.

Los límites laterales son de tipo hidrológico y coinciden con los topográficos de las cuencas fluviales. Esto puede observarse claramente en las divisorias de los ríos Samborombón, Matanza y Reconquista (Mapa V). El fenómeno no es tan manifiesto en el sector Norte por que el estudio no abarca la totalidad de las cuencas y por la distinta precisión con que se confeccionó el mapa.

La base es bastante marcada por la presencia de sedimentos acuícludios. El techo, por el contrario, es relativamente permeable y está constituido por sedimentos acuitardíos.

En la zona disturbada los límites laterales han sido modificados por la explotación, dependiendo su movilidad de la intensidad de la misma. El límite superior ha

desaparecido totalmente a causa de la depleción total del "epipuelche".

Las diferencias que pueden presentarse entre la forma de las superficies isopiécica y freática, están dadas principalmente por el detalle respectivo con que se han elaborado ambos mapas, pero la tendencia general es que la primera sea negativa con respecto a la segunda, con excepción de las áreas de descarga, donde el fenómeno se invierte.

El coeficiente de Darcy se estima entre 8 y 30 m/día. En cuanto a la porosidad efectiva, Groeber (13) le asignó el 15 o/o, pero de acuerdo a los resultados de los análisis granométricos, es posible que sobrepase el 20 o/o similar a lo calculado por Artaza (1, 2, 3, 4).

Desde el punto de vista de la recarga, el subacuífero es autóctono produciéndose en forma indirecta a través del "epipuelche".

En su estado natural el subacuífero descarga regionalmente en el sistema Paraná de La Plata. El carácter filtrante del techo hace que aparezcan áreas de recarga predominante en los interfluvios y de descarga en los tributarios principales.

A este esquema se agrega la descarga artificial que localmente ha transformado al río de La Plata en influente.

La extensión del registro piezométrico es insuficiente para emitir una conclusión. De la comparación del mapa isopiécico actual con el del primer informe (7), se deduce que en las regiones no explotadas los niveles no han variado mayormente. La depresión artificial por bombeo en la ciudad de La Plata, según datos referidos por Artaza y comparados con otros reunidos por EASNE, muestran un progresivo abatimiento de alrededor de 0,8 m/año. Informaciones verbales recogidas en las localidades de Lomas de Zamora, Lanús, Bernal, Vicente López y San Martín señalan depresiones de 1 m/año.

La transmisividad es relativamente uniforme en toda el área, pudiendo observarse una notoria disminución en el extremo Noroeste, paralela al A° del Medio y un incremento de igual índole en la cuenca del río Samborombón. Los ensayos de bombeo han proporcionado valores de alrededor de 500 m<sup>3</sup>/día.m

Los gradientes medios disminuyen desde 2 m/Km en la parte Noroeste, hasta 0,8 m/km en la Suroriental, con valores máximos y mínimos locales que alcanzan 7 m/km en la primera y 0,2 m/km en la segunda. Aplicando la fórmula

$$V_e = \frac{V}{P_e}$$

Y considerando una porosidad de 0,20 y una permeabilidad promedio de 20 m/día se da el siguiente cuadro de valores aproximados de Velocidad y Velocidad efectiva en m/día.

	Sector Noroeste		Sector Noreste	
	V	V <sub>e</sub>	V	V <sub>e</sub>
Media	4.10 <sup>-2</sup>	2.10 <sup>-1</sup>	2.10 <sup>-2</sup>	1.10 <sup>-1</sup>
Máxima	10.10 <sup>-2</sup>	5.10 <sup>-1</sup>	-	-
Mínima	-	-	4.10 <sup>-3</sup>	2.10 <sup>-2</sup>

Las reservas geológicas pueden estimarse en entre 20 y 50 Km<sup>3</sup> para 0.04 y 0.1 de almacenamiento, coeficientes aparentemente excesivos para acuíferos semi-confinados, pero aceptables si se considera que el espesor del techo filtrante no ha sido tenido en cuenta al igual que los posibles aumentos en el valor del coeficiente en función del tiempo.

### 7.1.3. Subacuífero hipopuelche

La escasez de información referente a este subacuífero, sumado a que las perforaciones que lo alumbran son de exploración geológica, por lo que no contienen datos hidrológicos de importancia para el estudio, no permite efectuar ningún tipo de evaluación de las aguas subterráneas.

El único ensayo de bombeo, realizado en la ciudad de Avellaneda, arroja los siguientes resultados: Transmisividad, 500 m<sup>3</sup>/día.m; almacenamiento, 1.10<sup>-4</sup>.

A pesar de la salinidad de sus aguas, existe una explotación incipiente en las zonas industriales del gran Buenos Aires, a causa de la gran depresión del subacuífero Puelche. De todos modos el tipo de perforaciones y la escasez de datos obliga a diferir el estudio más completo del problema.

Si bien por hipótesis de trabajo se lo ha considerado como un subacuífero dentro de la unidad general, teniendo en cuenta las arcillas que constituyen su techo, su independencia del sistema debe ser mayor que en los niveles superiores.

## 7.2. Balance de aguas subterráneas

Para la realización del balance de aguas subterráneas se ha excluido la cuenca del río Samborombón, por las características particulares que posee. Por lo demás se parte de las siguientes suposiciones:

- 1) El mapa isopiécico representa las condiciones medias anuales.
- 2) No hay afluencia subterránea al sistema.
- 3) No se consideran las reservas generatrices.
- 4) Se desestima la participación en el sistema del subacuífero Hipopuelche dado el escaso conocimiento que de él se tiene.

Los tres últimos punto constituyen de por sí un resguardo para el cálculo. En el caso particular del Hipopuelche su inclusión arrojaría una mayor reserva potencial.

La estimación se realiza en base a la fórmula simplificada:

Infiltración + Variación en las reservas subterráneas = Efluencia subterránea + Afluencia subterránea a los conos + Extracción almacenamiento.

El cálculo de la Infiltración se ha efectuado en base al balance hidrológico que se señala en el capítulo correspondiente y su valor es de alrededor de 500 Hm<sup>3</sup>/año.

La cantidad de agua que escapa del sistema a través de la sección de ambos subacuíferos, hacia los ríos Paraná y de La Plata, constituye la afluencia subterránea y asciende aproximadamente a 410 Hm<sup>3</sup>/año.

La extracción se ha calculado mediante la suma de la afluencia subterránea a los conos según la red de flujo (90 Hm<sup>3</sup>) y la extracción de agua en almacenamiento (70 Hm<sup>3</sup>), que se ha obtenido considerando una depresión anual media de 0,5 m y un coeficiente de almacenamiento 0,1 para un área de explotación intensiva de 1.400 Km<sup>2</sup>. El total es entonces de 160 Hm<sup>3</sup>.

Como se ve, el volumen infiltrado es tres veces mayor que la extracción. De acuerdo con las condiciones geohidrológicas generales, un adecuado manejo del recurso permitiría el aprovechamiento de volúmenes importantes sin producir ningún deterioro del acuífero.

Considerando las reservas geológicas, estimadas en unos 100.000 Hm<sup>3</sup>, su disminución anual es prácticamente insignificante.

No obstante, como la explotación es comunmente intensiva y puntual, principalmente en las concentraciones urbanas de las riberas de los ríos Paraná y de La Plata, las grandes depresiones producidas acarrear incrementos en los costos de bombeo y deterioro del acuífero por ingesión de aguas saladas, restringiendo en mucho su campo de utilización. Además el horizonte "epipuelche" ha sido agotado totalmente en algunos lugares y en otros está en camino de serlo.

## 7.3. Química del agua subterránea

La densidad y calidad de la información con que se cuenta sólo es aceptable para los niveles superiores del subacuífero "epipuelche", disminuyendo progresivamente en profundidad. Este hecho coincide con lo que sucede con la información hidrológica subterránea.

No habiéndose agregado datos acerca del Hipopuelche y muy pocos del Puelche, se mantiene el esquema enunciado en trabajos anteriores (7) (15) (17).

Recordando el mismo, puede establecerse una zonación vertical y una geológica. Con respecto a la primera, existe un incremento en el contenido químico del agua con la profundidad, tomado el problema desde el punto de vista regional y general. En algunos puntos el

Epipelche mostraría una leve disminución en igual sentido, hecho que se torna dudoso por la dificultad de individualizar el nivel muestreado, y la escasa diferencia de salinidad entre niveles supuestamente distintos.

Tanto la red de flujo como la química del agua han sufrido una fuerte distorsión debida a la explotación. Antes de que ésta se produjera, las aguas más fuertemente salinizadas coincidían con las unidades morfológicas (Llanura baja y "terrazza baja"), en que se hallan presentes los sedimentos pospampianos y que se corresponden con áreas de descarga.

En la actualidad, con la formación de los grandes conos de depresión, se ha producido fuerte invasión de agua salina.

De acuerdo con el mapa de residuo seco (Mapa VI) puede subdividirse el área en tres regiones; una Norte, donde los valores apenas sobrepasan las 1.000 ppm coincidiendo con condiciones locales, aunque en general se mantienen por debajo de esta cifra; una central (cuencas de los ríos Luján, Reconquista y Matanza) en que la salinidad disminuye levemente desde las cabecezas hacia la porción media, debiendo señalarse la falta de datos y especialmente la depleción total del nivel en las porciones inferiores de estas cuencas; por último la región Sur en que el incremento se produce de las divisorias hacia los ríos de La Plata y Samborombón respectivamente.

Estas regiones concuerdan, en líneas generales, con las tres subunidades en que se dividió la "terrazza alta" al tratar el capítulo de Morfología.

Comunmente se trata de aguas carbonato cloruradas o clorocarbonatadas, haciéndose francamente cloruradas con el aumento del residuo seco e incrementándose en el mismo sentido el sulfato, que comunmente no excede los 3 meq/l.

El mapa de isoconas del subacuffero Puelche (Mapa VII) está restringido por la falta de información a las cuencas del Matanza, Reconquista y vecindades de la ciudad de La Plata. El residuo seco es bajo en el área no disturbada de la "terrazza alta", donde las muestras en un solo caso sobrepasaron las 2.000 ppm en coincidencia con una mayor profundidad del acuífero. Las diferencias entre estas curvas y las del "epipelche" probablemente se deban a la diferencia en el número de datos.

En los conos de depresión, el residuo seco llega a sobrepasar las 10.000 y aún las 20.000 ppm y el frente salino avanza desde la "terrazza baja" hacia las zonas deprimidas.

Comunmente las aguas son de tipo clorocarbonatadas, a veces carbonato cloruradas, haciéndose fuertemente cloruradas en relación con el aumento de residuo seco. Los tenores de cloruros y sulfatos varían entre 0,10 meq/litro y 3 meq/litro; los de Alcalinidad, entre 6 y 9 meq/litro

La salinidad del "Hipopuelche" es prácticamente desconocida y los muy escasos datos que se tienen indican tenores bastante elevados con un incremento normal de sulfatos.

#### 7.4. Posibilidades de utilización del agua desde el punto de vista químico

La calidad química del agua para su utilización depende de una serie de factores. En el orden industrial varía según el tipo de industria de que se trate y aún de la etapa del proceso en que se la aplique. En el orden agrícola-ganadero está condicionada por que se la destine a riego o a abrevar ganado. En el primer caso los factores intervinientes son: especie o variedad de la planta cultivada, suelo clima, forma de riego, etc. En el segundo, depende del clima del animal y de su adaptabilidad a distintos tipos de agua. Ultimamente se han realizado experiencias con ganado vacuno, comprobándose que toleran contenidos salinos mayores que los límites aceptados hasta ahora. El organismo humano también se adapta a distintos tipos, dependiendo de varios factores: clima, régimen alimentario, resistencia intrínseca, etc. Estas circunstancias complican la simple clasificación en aguas aptas y no aptas, tomado especialmente desde el punto de vista absoluto, puesto que en cada caso es conveniente conocer el análisis químico completo y el destino para el cual se la requiere.

A pesar de lo expresado, suponiendo como límite de potabilidad las 2.000 ppm de residuo seco (normas Obras Sanitarias de la Nación) y teniendo en cuenta las características geohidrológicas regionales, el volumen de agua potable se estima en 80 Km<sup>3</sup>.

#### CONCLUSIONES GENERALES

El mayor desarrollo demográfico e industrial se concentra en la Capital Federal y Gran Buenos Aires, extendiéndose principalmente hacia el Norte sobre la ribera del Río Paraná, hasta la ciudad de Rosario, mientras que hacia el Sur llega a la ciudad de La Plata. No obstante, existe una expansión incipiente hacia el interior.

La morfología regional es uniforme, aunque presenta ciertas particularidades que influyen sobre las aguas subterráneas.

Desde el punto de vista climático, se trata de un área homogénea, con cambios poco marcados.

La información hidrogeológica de subsuelo se concentra en los alrededores de Buenos Aires, La Plata y ribera del Río Paraná. Su cantidad disminuye en profundidad.

Tal información muestra una cubierta sedimentaria relativamente potente, afectada por un sistema de fallas precuaternarias; verticalmente pueden distinguirse tres zonas hidrogeológicas: Prepuelche, Puelche y Pospuelche.

Los sedimentos presentan una permeabilidad variable, pero que, en general, no impide el paso del agua, con excepción de las arcillas del techo del "Verde", francamente menos permeables.

La red hidrográfica es efluente de las aguas subterráneas. La escasez de las estaciones fluviométricas impide constatar las posibles variaciones en los coeficientes de escurrimiento fluvial, aunque de todos modos y en base a las características físicas deben ser de pequeña magnitud.

Los balances hidrológicos son estimativos. Sin embargo, señalan posibilidades de infiltración interesantes.

Se ha comprobado la existencia de un sólo acuífero multiunitario, con diferenciaciones verticales. Solamente el Hipopuelche tendría límites geológicos laterales, siendo los de los restantes de tipo hidrológico.

Desde el punto de vista de la recarga puede clasificarse como "acuífero autóctono". El "puelche" sería de tipo autóctono indirecto ya que aquélla se produciría a través del "epipuelche". La descarga natural se efectúa en parte a través de este último y en parte, en forma directa, a los ríos Paraná y de La Plata. Esto ha sido modificado donde la explotación ha sido intensa, trastocándose las condiciones naturales.

Las reservas geológicas son importantes, del orden de los 100.000 Hm<sup>3</sup>. Las reservas generatrices estacionales, si bien valiosas, son de menor trascendencia que las de tipo secular.

El volumen de agua que escapa por efluencia subterránea es superior al explotado.

Aun teniendo en cuenta que para la Capital Federal, Berisso, Ensenada y parte de La Plata, el abastecimiento se realiza con aguas superficiales, se va acrecentando la explotación de las del subsuelo. Incluso en la Capital Federal la industria las emplea en parte. Aunque no hay registros de volúmenes consumidos, el cálculo preliminar efectuado mediante la red de flujo y valores de almacenamiento arroja cifras del orden de los 160 Hm<sup>3</sup>/año para el área de explotación intensiva.

La extracción concentrada y la ubicación de las perforaciones, que no obedece a una distribución geohidrológica adecuada, produce deterioros en el acuífero, y da lugar a depresiones que crecen a razón de 1 m/año. Como contracuerdo, en las áreas rurales el recurso se encuentra en estado prácticamente virgen.

Donde el sistema no está disturbado la calidad química del agua depende probablemente de la dinámica del ciclo hidrológico, del recorrido y de la profundidad. Cuando el estado natural ha sido roto dependerá a su vez del avance del frente salino y de un enriquecimiento secundario en sales.

La contaminación bacteriológica del "epipuelche" es evidente y se debe, entre otras cosas, a la mala construcción de las obras de captación particulares, hecho que se agrava en las zonas más densamente pobladas. Debe agregarse además, la contaminación química que deviene de la infiltración de aguas de desecho industrial.

No existen experiencias sobre recarga artificial.

La futura demanda podrá ser suplida con aguas subterráneas siempre y cuando las obras de captación se efectúen con un ordenamiento geohidrológico adecuado; de lo contrario deberá planificarse con la antelación necesaria el real manejo conjuntivo del recurso.

## RECOMENDACIONES GENERALES

Es necesario efectuar estudios de detalle acordes a las necesidades y posibilidades económicas.

El área de estudios debe ser ampliada hasta el río Salado.

Se aconseja la creación de un registro de compañías perforadoras, quizá a nivel municipal, donde se incluyan los datos técnicos de los sondeos que realicen. Los requerimientos en este sentido son perentorios en las comunas densamente pobladas.

Debe emprenderse un censo detallado de gastos de aguas subterráneas. Las disposiciones que lo reglamenten deberán contemplar además su control futuro.

El resguardo de la salud pública hace imprescindible que los grandes loteos realizados en áreas suburbanas cuenten con servicios de aguas corrientes.

En toda planificación regional debe contemplarse la posibilidad de efectuar un reordenamiento de perforaciones.

Debe estudiarse la factibilidad de reinyección de aguas no fungibles.

Es necesario realizar trabajos tendientes a determinar la magnitud y programar el control de la contaminación.

Se deben mantener estaciones de registros piezométricos y químicos.

Deben ponerse permanentemente al día los conocimientos geohidrológicos que permitan confeccionar y mejorar los modelos matemáticos correspondientes.



## BIBLIOGRAFIA

- 1) ARTAZA, E., 1939  
"Saneamiento urbano de la República Argentina. Provisión de agua y desagües urbanos, Ira. parte: Provisión de agua. Cuad. Nº 4, Fac. Cs. Fisicomatemáticas, La Plata.
- 2) ARTAZA, E., 1940  
"Saneamiento urbano de la República Argentina. Provisión de agua y desagües urbanos. Ira. parte. Provisión de agua". Cuad. Nº 5. Fac. Cs. Fisicomatemáticas, La Plata.
- 3) ARTAZA, E., 1943  
"Saneamiento urbano de la República Argentina. Provisión de agua y desagües urbanos, Ira. parte. Provisión de agua". Cuad. Nº 5, Fac. Cs. Fisicomatemáticas, La Plata.
- 4) ARTAZA, E., 1945  
"Localización de las fuentes de agua para el abastecimiento urbano de la zona Norte de la Pcia. de Buenos Aires". Rev. La Ingeniería. Año XLIX, pp. 416-500 y 550-563, Buenos Aires.
- 5) BURGOS, J. y VIDAL, A., 1951  
"Los climas de la R. Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite". Meteoros, Año I, Nos. 1, Buenos Aires.
6. CASTANY, G., 1963  
"Traite pratique des eaux souterraines". Dunod, París.
- 7 E.A.S.N.E., 1967  
"Estado del conocimiento actual de la geohidrología del Noreste de la Pcia. de Buenos Aires", La Plata (inéd.).
- 8) E.A.S.N.E., 1971  
"Proyecto plan ampliación de EASNE", La Plata (inéd.)
- 9) FRENGUELLI, J., 1950  
"Rasgos generales de la morfología y geología de la Pcia. de Bs. Aires". LEMIT. Serie II Nº 33.
- 10) FRENGUELLI, J., 1957  
"Geología de la zona litoral estuárica entre el Aº del Pescado y S. Fernando". LEMIT (inéd.), La Plata.
- 11) GARCIA LOZANO, F. y GONZALEZ BERNALDEZ, F., 1964  
"Métodos en uso y su empleo para el cálculo de la Evapotranspiración". Min. O. Publ. C.E.H. Publ. Nº 23, Madrid.
- 12) GONZALEZ BONORINO, F., 1965  
"Minerales de la fracción arcilla y limo del Pampeano en el área de la ciudad de Buenos Aires y su significación estratigráfica y sedimentológica". Rev. Asoc. Geol. Arg. Tomo XX, Nº 1, pp. 371-387. Buenos Aires.
- 13) GROEBER, P., 1945  
"Las aguas surgentes y semisurgentes del Norte de la Pcia. de Buenos Aires". Rev. La Ingeniería, Año XLIX, Nº 6, pp. 371-387, Buenos Aires.
- 14) KNOCHE, N. & BORZACOV, V., 1947  
Geografía de la R. Argentina. Tomo 6. Soc. Arg. Estud. Geográf. GAEA., Buenos Aires.
- 15) SALA, J. M., 1969  
"El agua subterránea en el Nordeste de la Pcia. de Buenos Aires". Reunión sobre la Geol. del Agua Subt. de la Pcia. de Buenos Aires. CIC. La Plata.
- 16) SALA, J. M. y CECI, J. H., 1969  
"Características físicas de la red de drenaje del Nordeste de la Pcia. de Buenos Aires". III Congreso Nacional del Agua, San Juan.
- 17) SALA, J. M. y AUGE, M., 1969  
"Algunos caracteres geohidrológicos del NE de la Pcia. de Buenos Aires", Anal. IV Jornadas Geológicas, Tomo II, Mendoza.
- 18) SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL, 1962  
"Datos Pluviométricos 1921-1950". Publ. B1 Nº 2 Buenos Aires.
- 19) STAPPENBECK, R., 1926  
"Geologie und Grundwasserkunde der Pampa", Stuttgart.
- 20) TAPIA, A., 1937  
"Datos geológicos de la Pcia. de Buenos Aires. Com. Nac. Clim. y aguas Minerales, t II, pp 23-29, Buenos Aires

## INDICE GENERAL TOMO I

Introducción .....	5
--------------------	---

### CAPITULO I:

Metodología utilizada en la investigación del Agua Subterránea en el Nor-Este de la provincia de Buenos Aires .....	7
1 Recopilación y datos básicos .....	7
2 Censo de perforaciones .....	8
3 Piezometría .....	10
4 Ensayos de bombeo .....	11
5 Perforaciones de Terceros .....	14
6 Meteorología e Hidrología Superficial .....	14
7 Muestreo Químico .....	15
8 Ensayos de Capacidad de Infiltración .....	17
9 Sedimentología .....	18
10 Modelos Matemáticos .....	18
Bibliografía .....	20

### CAPITULO II:

Sectores inferior y medio de la cuenca del A <sup>o</sup> del Medio .....	21
1 Introducción .....	21
2 Antecedentes .....	21
3 Aspectos demográficos y económicos .....	21
4 Morfología .....	22
5 Hidrogeología .....	22
6 Climatología .....	23
7 Aguas Superficiales .....	24
8 Aguas Subterráneas .....	25
9 Conclusiones .....	26
10 Recomendaciones .....	27
Bibliografía .....	28

### CAPITULO III:

Cuenca del A <sup>o</sup> de Ramallo y de las comprendidas entre éste y el A <sup>o</sup> del Tala: ..	31
1 Introducción .....	31
2 Antecedentes .....	31
3 Aspectos demográficos y económicos .....	31
4 Morfología .....	32
5 Hidrogeología .....	33
6 Climatología .....	34
7 Aguas Superficiales .....	34
8 Aguas Subterráneas .....	35
9 Conclusiones .....	37
10 Recomendaciones .....	37
Bibliografía .....	38

#### **CAPITULO IV:**

A <sup>o</sup> de Tala .....	39
1 Introducción .....	39
2 Antecedentes .....	39
3 Aspectos demográficos y económicos .....	39
4 Morfología .....	40
5 Hidrogeología .....	40
6 Climatología .....	41
7 Aguas Superficiales .....	41
8 Aguas Subterráneas .....	42
9 Conclusiones .....	44
10 Recomendaciones .....	44
Bibliografía .....	45

#### **CAPITULO V:**

Porción inferior de la cuenca del Río Arrecifes .....	47
1 Introducción .....	47
2 Antecedentes .....	47
3 Aspectos demográficos y económicos .....	47
4 Morfología .....	48
5 Hidrogeología .....	48
6 Climatología .....	49
7 Aguas Superficiales .....	49
8 Aguas Subterráneas .....	50
9 Conclusiones .....	52
10 Recomendaciones .....	52
Bibliografía .....	54

#### **CAPITULO VI**

Porción oriental de la cuenca del Río Areco .....	57
1 Introducción .....	57
2 Antecedentes .....	57
3 Aspectos demográficos y económicos .....	57
4 Morfología .....	57
5 Hidrogeología .....	58
6 Climatología .....	59
7 Aguas Superficiales .....	59
8 Aguas Subterráneas .....	60
9 Conclusiones .....	61
10 Recomendaciones .....	61
Bibliografía .....	63

## CAPITULO VII

Cuencas de los Arroyos de La Cruz, del Pescado y Pesquería .....	65
1 Introducción .....	65
2 Antecedentes .....	65
3 Aspectos demográficos y económicos .....	65
4 Morfología .....	65
5 Hidrogeología .....	66
6 Climatología .....	67
7 Aguas Superficiales .....	67
8 Aguas Subterráneas .....	68
9 Conclusiones .....	70
10 Recomendaciones .....	70
Bibliografía .....	71

## CAPITULO VIII

Porción Oriental de la cuenca del Río Luján y las correspondientes a los Arroyos Escobar, Garín, Claro y de las Tunas .....	73
1 Introducción .....	73
2 Antecedentes .....	73
3 Aspectos demográficos y económicos .....	73
4 Morfología .....	73
5 Hidrogeología .....	74
6 Climatología .....	75
7 Aguas Superficiales .....	76
8 Aguas Subterráneas .....	76
9 Conclusiones .....	79
10 Recomendaciones .....	79
Bibliografía .....	80

## CAPITULO IX

Cuenca del Río Reconquista .....	81
1 Introducción .....	81
2 Antecedentes .....	81
3 Aspectos demográficos y económicos .....	81
4 Morfología .....	82
5 Hidrogeología .....	82
6 Climatología .....	84
7 Aguas Superficiales .....	85
8 Aguas Subterráneas .....	86
9 Conclusiones .....	89
Bibliografía .....	90

## CAPITULO X

Porción media y superior del Río Matanza .....	91
1 Introducción .....	91
2 Antecedentes .....	91
3 Aspectos demográficos y económicos .....	91
4 Morfología .....	91
5 Hidrogeología .....	92
6 Climatología .....	94
7 Aguas superficiales .....	94
8 Aguas subterráneas .....	95
9 Conclusiones .....	98
10 Recomendaciones .....	99
Bibliografía .....	100

## CAPITULO XI

Porción inferior de la cuenca del Río Matanza .....	101
1 Introducción .....	101
2 Antecedentes .....	101
3 Aspectos demográficos y económicos .....	101
4 Morfología .....	101
5 Hidrogeología .....	102
6 Climatología .....	103
7 Aguas Superficiales .....	103
8 Aguas Subterráneas .....	104
9 Conclusiones .....	106
10 Recomendaciones .....	106
Bibliografía .....	107

## CAPITULO XII

Cuencas intermedias entre el Arroyo Jiménez y el Arroyo del Gato .....	109
1 Introducción .....	109
2 Antecedentes .....	109
3 Aspectos demográficos y económicos .....	109
4 Morfología .....	110
5 Hidrogeología .....	110
6 Climatología .....	111
7 Aguas Superficiales .....	112
8 Aguas Subterráneas .....	112
9 Conclusiones .....	114
10 Recomendaciones .....	115
Bibliografía .....	116

## CAPITULO XIII

Cuencas que se extienden desde el A° El Pescado hasta el A° San Felipe .....	117
1 Introducción .....	117
2 Antecedentes .....	117
3 Aspectos demográficos y económicos .....	117
4 Morfología .....	117
5 Hidrogeología .....	118
6 Climatología .....	119
7 Aguas Superficiales .....	119
8 Aguas Subterráneas .....	120
9 Conclusiones .....	121
10 Recomendaciones .....	122

Bibliografía .....

Bibliografía ..... 123

## CAPITULO XIV

Margen Izquierda de la cuenca del Río Samborombón .....	125
1 Introducción .....	125
2 Antecedentes .....	125
3 Aspectos demográficos y económicos .....	125
4 Morfología .....	125
5 Hidrogeología .....	126
6 Climatología .....	127
7 Aguas Superficiales .....	127
8 Aguas Subterráneas .....	128
9 Conclusiones .....	129
10 Recomendaciones .....	130
Bibliografía .....	131

## CAPITULO XV

Contribución al conocimientos geohidrológico de la región Nor-Este de la Provincia de Buenos Aires .....	133
1 Factores antropogénicos y uso del agua .....	133
2 Morfología .....	134
3 Climatología .....	135
4 Hidrogeología .....	135
5 Aguas Superficiales .....	138
6 Balance Hidrológico .....	138
7 Aguas Subterráneas .....	138
Conclusiones Generales .....	142
Recomendaciones Generales .....	143
Bibliografía .....	144