



**CONSEJO
FEDERAL
DE INVERSIONES**

DYMAS
Desarrollo y manejo de aguas subterráneas

Convenio
Consejo Federal de Inversiones
Provincia de Buenos Aires

**Contribución
al mapa geohidrológico
de la provincia
de Buenos Aires
Zona Interserrana**

José María SALA
Casimiro Ceferino CAVALIE

COLABORADORES:

Climatología e Hidrometeorología:

Jaime Félix MANDEL
José María RICOY
Adolfo ROJO

Apoyo Logístico:

José Miguel MALAN
Miguel A. TROILO
Carlos E. REY
Jorge CILIO
Jorge PETRUCCELLI

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723
IMPRESO EN ARGENTINA.

Todos los derechos reservados.
© CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES.
San Martín 871 - (1004) - Capital Federal.
República Argentina.

SE PERMITE LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL
SIEMPRE QUE SE MENCIONE LA FUENTE DE ORIGEN.

El Consejo Federal de Inversiones fue creado en 1959 por decisión política de las provincias argentinas. Animó este hecho la necesidad de cristalizar un espacio de reflexión y planeamiento de la realidad regional del país. Esta tarea debía concretarse desde una visión doctrinante comprometida con el afianzamiento del federalismo y la búsqueda del protagonismo de los hombre y mujeres, que desde los más diversos escenarios territoriales se esfuerzan por alcanzar un destino superior de vida.

El Consejo Federal de Inversiones constituye una experiencia creada, dirigida y sostenida con recursos de los propios estados provinciales miembros. Estas circunstancias le confieren al Organismo rasgos definidamente particulares. La coexistencia de identidades provinciales con realidades heterogéneas, y a veces contradictorias, constituye un estímulo para el desarrollo de un espíritu solidario reclamado no sólo por la necesidad de dar coherencia a su conducción política, sino también alentado por el requerimiento de trascender los intereses inmediatos y puntuales de cada provincia; afianzando de esta manera el principio de equidad y redistribución de los recursos movilizados en favor de las áreas de menor desarrollo relativo del país.

La consolidación de este organismo, además de promover la solidaridad de los estados provinciales, contribuye a crear las condiciones para mejorar las relaciones entre Provincias y el Estado Nacional. Diálogo todavía asignado por prácticas centralistas esterilizadoras de la creatividad y el potencial de desarrollo de las regiones.

Para la promoción del desarrollo regional, el Consejo Federal de Inversiones se vale de ciertos instrumentos fundamentales: la investigación básica, la cooperación técnica y la capacitación.

A través de estos instrumentos de promoción - impulsados con equipos profesionales y técnicos propios- el Consejo Federal de Inversiones concreta convenios con organismos nacionales e internacionales, potenciando de esta manera su capacidad de gestión y alimentando la cooperación e integración horizontal de equipos inter-provinciales.

A través de sus diversas etapas el Consejo Federal de Inversiones ha concretado investigaciones básicas

orientadas a la exploración de áreas fundamentales de la problemática regional. En tal sentido se puede inventariar a modo de ejemplo la coordinación inter-jurisdiccional para relevar y sistematizar información estadística de base, diversas investigaciones sobre las condiciones de desenvolvimiento de las economías regionales, el análisis de los sistemas y estructuras sociales locales y las diversas dimensiones que caracterizan las condiciones de vida de la población.

Sería extenso detallar los contenidos de múltiples programas y proyectos de cooperación técnica, llevados adelante por el Organismo.

El desarrollo de cursos, jornadas y seminarios conforma otra de las líneas de acción valorizadas particularmente, ya que a través de estos eventos, se alienta el contacto y el intercambio de experiencia de los participantes provenientes de diversas jurisdicciones y unidades institucionales.

Ing. Juan José Ciáccera
Secretario General

PROLOGO

Entre las actividades que realiza el CFI se ha desarrollado con notable expansión el estudio y evaluación de las fuentes de aguas subterráneas, tendiente a su aprovechamiento integral acorde con los principios sobre uso, conservación y manejo de los recursos naturales.

La Colección Hidrología Subterránea de la Serie Investigaciones Aplicadas traduce en síntesis, los resultados obtenidos en los distintos trabajos de la disciplina encarados por esta Dirección, en la pretensión de difundir la gran variedad de casos que se tratan y los resultados obtenidos.

Dada la reducida difusión de las investigaciones hidrogeológicas, que se restringe a escasas y esforzadas reuniones de especialistas, y la inexistencia de publicaciones específicas, logrando con excepción espacios en revistas generales, la Colección propicia la edición de números especiales, en los que se traten temas vinculados con el agua subterránea.

En este caso se presenta un trabajo producido por el Convenio Desarrollo y Manejo de Aguas Subterráneas (DYMAS), que fuera celebrado entre el CFI y la provincia de Buenos Aires. Su importancia radica en el carácter regional del estudio, convirtiéndolo en fuente de consulta permanente, en especial para los profesionales que desarrollan su actividad en esa provincia.

Ing. Susana B. de Blundi
Directora de Cooperación Técnica

El Convenio Desarrollo y Manejo de Aguas Subterráneas (DYMAS) dió como resultado un conjunto de informes técnicos de edición restringida y por lo tanto de difícil acceso. El trabajo "Contribución al Mapa Geohidrológico de la Provincia de Buenos Aires" fue finalizado en el año 1974, pero su vigencia es indiscutible, ya que constituye el único estudio regional del recurso hídrico subterráneo que abarca todo el ámbito de la provincia.

Sin embargo, la importancia del estudio no se vió reflejada en una difusión adecuada. Poco grupos de investigación cuentan con la información producida en este trabajo y muchas instituciones y profesionales de la disciplina lo requieren dada su trascendencia y vigencia en el tiempo.

Por esta razones, la Dirección de Cooperación Técnica del CFI apoyó la propuesta de reeditar este trabajo e incluirlo en la Colección Hidrología Subterránea como un número especial, integrado por cinco volúmenes, tal como fuera editado originalmente, cada uno de los cuales corresponde a una de las zonas en las que se dividió la provincia, cuyos límites y denominaciones se indican en el mapa que acompaña a esta nota.

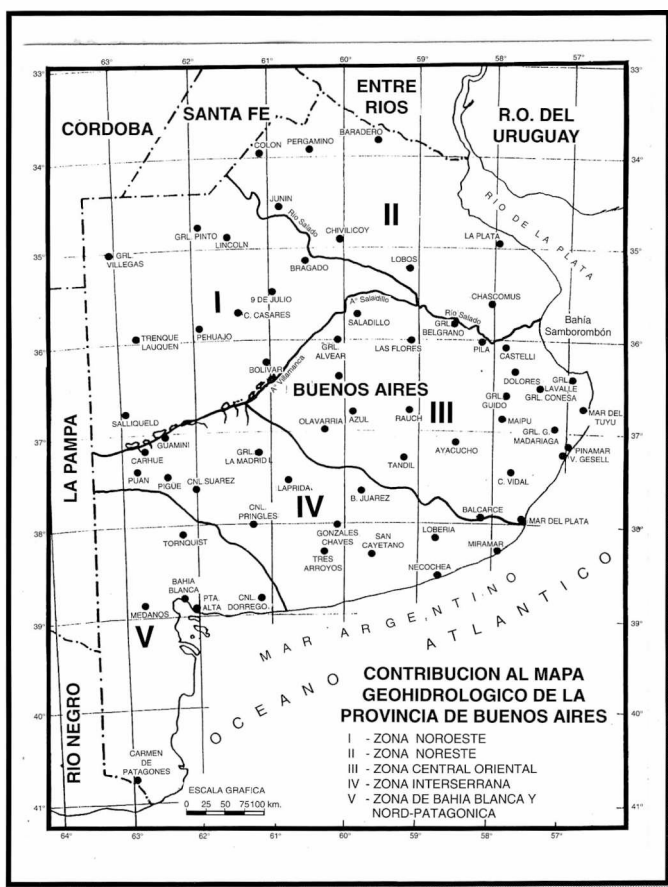
Quienes integramos el Comité de Edición llevamos a cabo las tareas de confección de textos y elaboración de mapas, gráficos, cuadros y figuras, regidos por el principio básico de mantener estrictamente el contenido original, salvo algunas modificaciones realizadas con el fin de uniformar la presentación de los cinco volúmenes.

Los Mapas Temáticos, en el original a escala 1:500.000, se reelaboraron en 1:1.100.000 por ser éste un tamaño adecuado para la publicación y por considerar que esta modificación no resulta fundamental y no implica pérdida de la información contenida en los mismos. Los gráficos y cuadros se procesaron en computadora y el resto de las figuras se dibujaron copiando el original o bien su reducción.

En algunos casos se presentaron inconvenientes en la recopilación del material, especialmente en el volumen correspondiente a la Zona Central Oriental en el que faltan figuras que en la edición original fueron tomadas de bibliografía antecedente, debidamente citada en el texto y por lo tanto accesible para quien quiera recurrir a ella.

La gestión de reedición contó con la participación de Edgardo Mannino en la tarea de dibujo cartográfico, de Ana María Ali en la confección de texto, de Daniel Ramirez y Alejandro Vizcaino en las correcciones y de Olga Martinez Flores en apoyo administrativo.

Alicia Rapaccini
Boris Calvetty Amboni
Ricardo González Arzac



**PRINCIPALES ASPECTOS
DEL AGUA
SUBTERRANEA
A TENER EN CUENTA
EN EL DESARROLLO
REGIONAL**

- Es el único recurso actual en explotación.
- Un adecuado manejo podrá contribuir eficientemente en el abasto de agua.
- Presencia de flúor.
- Influencia en la sanidad regional.
- Orientar la explotación en la zona balnearia para conservar el recurso.
- Desarrollo incipiente acelerado en el uso para riego.
- Falta de un conocimiento adecuado en gran parte del territorio para emprender un manejo racional.

INDICE GENERAL

	<i>Página</i>
1. INTRODUCCION	11
2. MORFOLOGIA Y FISIOGRAFIA	13
3. HIDROGEOLOGIA	14
3.1. Hidrogeología de superficie	
3.1.1. Sectores serranos	
3.1.2. Llanura	
3.2. Hidrogeología de subsuelo	
4. CLIMATOLOGIA Y BALANCE HIDROLOGICO	20
5. AGUAS SUPERFICIALES	26
5.1. Calidad del agua superficial	
6. AGUAS SUBTERRANEAS	34
6.1. Epiparaniano	
6.1.1. Características hidroquímicas	
6.2. Parariano	
7. USO DEL AGUA	41
8. MODELO CONCEPTUAL	41
9. CONCLUSIONES	42
10. RECOMENDACIONES	43
11. LISTA BIBLIOGRAFICA	45

LISTA DE MAPAS, FIGURAS, GRAFICOS Y CUADROS

MAPA N° 1	Ubicación y límites
MAPA N° 2	Isoyetas
MAPA N° 3	Isofreático
MAPA N° 4	Salinidad
MAPA N° 5	Cloruros
MAPA N° 6	Sulfatos
MAPA N° 7	Flúor

FIGURA N° 1(*)	Esquema Hidroestratigráfico
----------------	-----------------------------

GRAFICOS 1 a 4	Variación de temperaturas medias mensuales
----------------	--

GRAFICOS 5 a 11	Distribución de precipitaciones mensuales
-----------------	---

CUADROS 1 a 9(*)	Clasificación climática de Thornthwaite
------------------	---

(*) La Figura N°1 y el Cuadro 7 no se incluyen en esta edición por no haberse localizado los originales o copias de los mismos.

1. INTRODUCCION

El presente constituye una contribución al mapa geohidrológico de la provincia de Buenos Aires y tiende a establecer hipótesis de trabajo para las futuras tareas a desarrollar. Además es una síntesis de los conocimientos de la región, basados en la información existente, que pueden aplicarse a resolver los problemas derivados de la limitada disponibilidad de agua para los diferentes usos.

Aunque son problemas antiguos el deterioro de los acuíferos, la sobreexplotación, la falta de control y la deficiente terminación de las perforaciones y pozos, es necesario determinar áreas con inconvenientes más agudos a fin de hacer una evaluación de los mismos que permita encarar soluciones adecuadas.

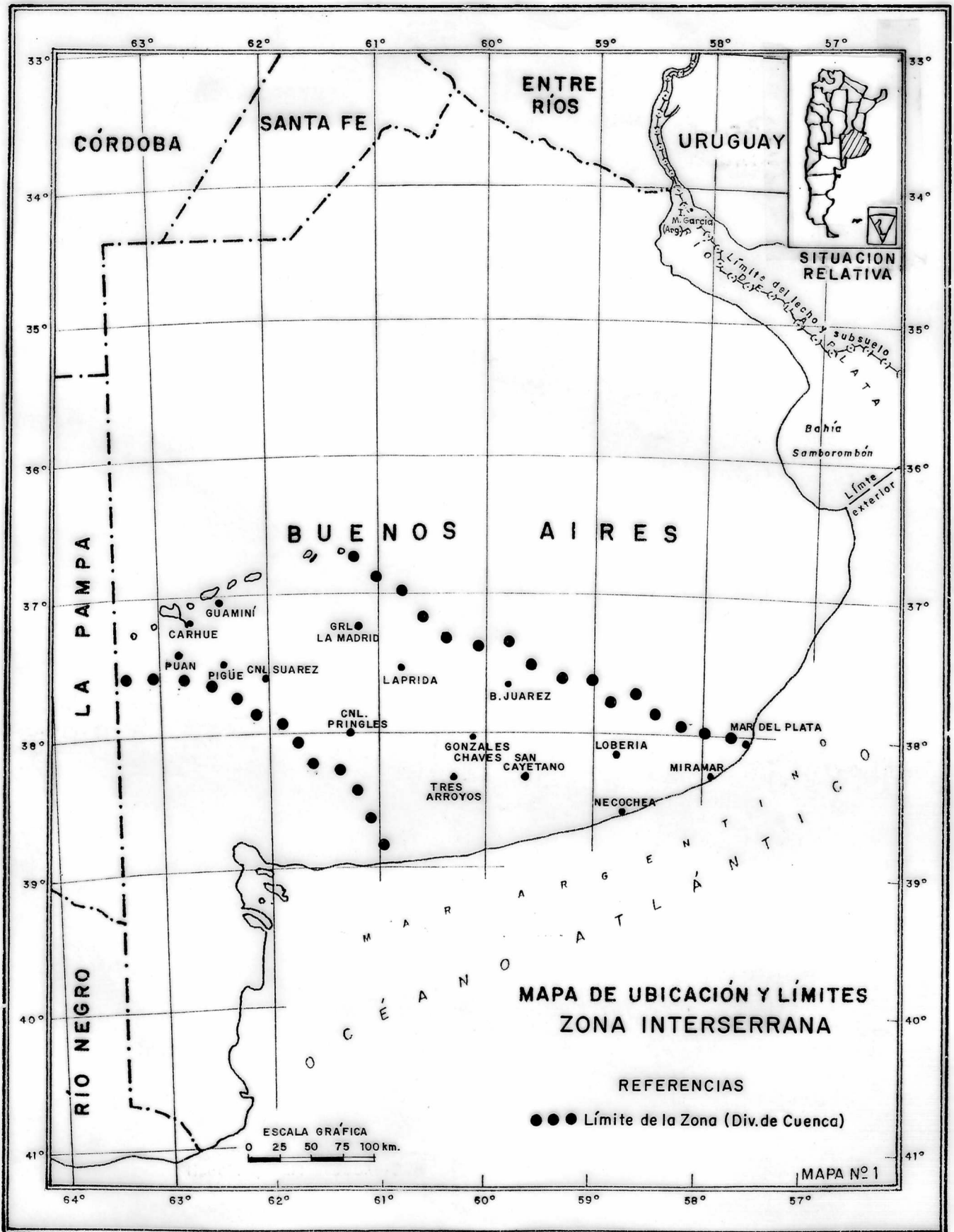
Principalmente la tarea consistió en agrupar y recopilar antecedentes dispersos, con miras a lograr los fundamentos que clarifiquen y den una idea general de la zona en cuestión. En toda investigación sistemática de agua subterránea que tienda a la evaluación, es necesario obtener una idea básica por lo menos inicial de las condiciones geohidrológicas, a partir de la cual se darán las pautas para planificar y encarar las distintas tareas a realizar en el logro de las metas establecidas.

Se debe agradecer la información suministrada por el Doctor José García, quién de esta manera brindó su experiencia en la región considerada.

La zona situada al centro sur de la provincia de Buenos Aires se denomina interserrana por hallarse comprendida entre los ambientes serranos de Tandilia y Ventania. Para una mayor precisión en la ubicación se puede decir que se halla entre los paralelos $36^{\circ} 30'$ y 39° de latitud sur y meridianos $57^{\circ} 20'$ y $63^{\circ} 30'$ oeste de Greenwich.

La región incluye las zonas cuarta y quinta propuestas como áreas de trabajo en el "Programa para la investigación de las aguas subterráneas de la provincia de Buenos Aires" (19).

Dada la similitud de características y problemas se las trata en forma conjunta. Mientras la primera posee una superficie de 25.000 km^2 y una población de 110.000 habitantes con una densidad de 4 hab/km^2 , la segunda en 37.000 km^2 aloja 340.000 habitantes o sea posee una densidad de 9 hab/km^2 .



Las dos en conjunto involucran totalmente el **ambiente hidrogeológico Interserrano y en forma parcial al Serrano, Depresión Diagonal, Costero y Salado-Vallimanca** (19). En general los ambientes están interconectados, pero cada uno de ellos tiene un comportamiento particular.

La región incluye los siguientes partidos: el sector sur de Adolfo Alsina, Guaminí y Caseros; Puán; la parte norte de Saavedra, Coronel Suárez y General Lamadrid; el sector sudoeste de Olavarría, Laprida, Juárez, Coronel Pringles y González Chávez y el área oriental de Coronel Dorrego, Tres Arroyos, San Cayetano, Necochea, Lobería y General Alvarado.

Para la porción oeste, se contó con los estudios efectuados por el Comité de Investigación de Aguas Subterráneas (CIAS) que llegan hasta el meridiano de 62° y para la central, con los de la Dirección Nacional de Geología y Minería (DNGM).

Los trabajos referidos consistieron en el censo de perforaciones, con la consiguiente medición de niveles piezométricos y muestreo químico. Es de hacer notar que la mencionada información es suficientemente detallada para la índole del presente trabajo. Para el resto de la zona, en donde se poseen datos saltuarios, se utilizaron los correspondientes a las perforaciones de Obras Sanitarias de la Nación (OSN), Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires (OSBA), Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento Rural (SPAR), Dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires y Ferrocarril General Roca, y se completó mediante un muestreo expeditivo de reconocimiento.

2. MORFOLOGIA Y FISIOGRAFIA

En la región se pueden distinguir las siguientes unidades morfológicas:

- a) **ambientes serranos**
- b) **bajadas pedemontanas**
- c) **llanura alta**
- d) **pendientes septentrional y meridional**
- e) **dunas costeras**
- f) **depresión diagonal Salado-Vallimanca**

a) Los **ambientes serranos** están constituidos por los cordones oriental y occidental de los **sistemas de Ventania y Tandilia** respectivamente.

El sistema que integran las Sierras Australes o de La Ventana, forma un conjunto de cadenas montañosas, de relieve pronunciado, que surgen de la llanura circundante. El conjunto alargado en sentido general noroeste y sureste, posee unos 180 km en sentido longitudinal y un ancho máximo de 60 km. En él pueden distinguirse dos regiones morfoestructurales distintas: la **occidental**, integrada por las Sierras de Puán, Curamalal, Bravard y de La Ventana y la **oriental**, formada por las sierras de Las Tunas y de Pillahuincó.

Las sierras de la **región occidental** forman cadenas individuales bien definidas, de relieve a veces abrupto, cortado de trecho en trecho por valles transversales que reciben el nombre local de "abras". En estos cordones se destacan las máximas elevaciones de la provincia; sus niveles de cumbres oscilan entre 900 y 1.000 msnm, destacándose el Cerro Tres Picos con 1.243 msnm y el Cerro La Ventana con 1.136 msnm. Sin embargo, es de destacar que si bien las alturas absolutas de estos cordones son importantes, sus elevaciones sobre el nivel de la llanura circundante son mucho menores, puesto que ésta asciende paulatinamente hasta 400-500 msnm al acercarse al pie de las sierras.

A diferencia, las serranías de la **región oriental** no conforman cadenas bien definidas sino que constituyen una ancha zona montañosa de cumbres esparcidas, a veces vagamente alineadas a lo largo de fajas subparalelas de dirección nornoroeste a sursureste. Las cumbres son mucho más suaves y redondeadas por efecto del intenso proceso erosivo que han sufrido, a diferencia de las del ambiente occidental. Las altitudes oscilan entre 600 y 700 msnm, alcanzando un máximo de 730 metros en el cerro La Tigra de la Sierra de Las Tunas.

En cuanto al **Sistema de Tandilia o sierras septentrionales** de la provincia, está integrado por un grupo de serranías de escasa altura sobre el nivel del mar, que con orientación sudeste a noroeste atraviesa oblicuamente el centro de la misma entre Cabo Corrientes en Mar del Plata y la sierra de Quillalauquen, cercana a Olavarría, que corresponde a sus últimas estribaciones. Este sistema no

conforma cordones sino más bien grupos de cerros, separados por valles y abras que determinan figuras más o menos elípticas con ejes en su mayor parte orientados de sudeste a noroeste. La orientación señalada determina la identificación de dos ejes principales de dirección paralela entre sí.

En el primero de ellos, se encuentran agrupados:

- I **Sierras de Mar del Plata**
- II **Sierras de Balcarce**
- III **Sierras de Tandil**
- IV **Sierras de Azul**
- V **Sierras de Olavarría**

El segundo alineamiento comprende:

- VI **Sierras de Lobería**
- VII **Sierras de Necochea**
- VIII **Sierras de La Tinta.**

Longitudinalmente se extiende por 300 km, mientras que su ancho es de unos 60 km.

b) **Bajadas pedemontanas.** A partir de ambas serranías las bajadas o descensos pedemontanos se extienden radialmente, manifestándose con pendiente algo mayor la correspondiente al sistema de la Sierra de La Ventana. El relieve serrano engrana suavemente con los niveles de pie de monte, integrados por formaciones generalmente de edad plio-pleistocena.

c) **Llanura alta.** En la unión de las dos bajadas señaladas anteriormente, se destaca un ambiente morfológico particular que hemos denominado de llanura alta, con alturas absolutas cercanas a los 200 msnm. Lo más notorio de esta llanura está dado por su escasa pendiente, presentándose como una "mesada" con drenaje poco efectivo.

d) **Pendiente septentrional y meridional.** A partir de la llanura alta, se advierte que los terrenos descienden suavemente en dirección a la cuenca del Vallimanca, con una pendiente media de 1 por mil.

De manera similar en dirección meridional se destaca otra pendiente más franca, hacia la costa atlántica; su intensidad se observa marcadamente incrementada, correspondiendo a valores de 5 por mil. Esta pendiente,

imprevistamente, se ve interrumpida por la cadena de las dunas costeras.

e) **Dunas costeras.** Un ambiente morfológico muy particular lo constituye sin lugar a dudas el cordón medaneso costero.

Este paraje muy distintivo y de escasa elevación comparativamente sobre el nivel del mar, está muchas veces cortado en forma casi normal al borde marítimo, por anchos cauces de ríos y arroyos que vuelcan sus aguas al mar.

f) **Depresión Diagonal Salado - Vallimanca.** Morfológicamente se trata de una depresión llana, alargada, con una altura aproximada a los 100 msnm y con una ligera pendiente de este a oeste que conecta en crecidas excepcionales los diferentes cuerpos de agua; en dirección a la provincia de La Pampa descienden topográficamente, siendo la descarga final las Salinas de Hidalgo ubicadas en esa provincia. Asimismo, una divisoria interpuesta entre las lagunas de Inchauspe y Juancho separa los escasos cursos que reciben las aguas de la llanura alta y de los ambientes pedemontanos.

3. HIDROGEOLOGIA

3.1 Hidrogeología de superficie

Desde el punto de vista hidrogeológico pueden distinguirse **dos unidades aflorantes**, una prácticamente impermeable que corresponde a los sectores serranos y otra de permeabilidad variada que se identifica en la **llanura y sectores interserranos**.

3.1.1. Sectores Serranos

Dentro de esta denominación se incluyen todas las rocas antiguas prepaleozoicas y paleozoicas.

En líneas generales el basamento de Tandilia aumenta en complicación de oriente a occidente, estando constituido por rocas esquistosas metamórficas, calizas cristalinas, mármoles, granito, milonitas, etc. y tienen su mayor profusión de afloramientos en la región oriental de Tandilia. Holmberg (17) expresa que las relaciones geoestratigráfi-

<p><i>Para el sistema de Tandilia, según Holmberg (17), el cuadro estratigráfico es el siguiente:</i></p>
<p>Cuartario Cubierta y regolito</p>
<p>————— Discordancia —————</p>
<p>Terciario Formación Araucana: arenas y areniscas arcillosas</p>
<p>————— Discordancia —————</p>
<p>Paleozoico Superior Formación Loma Negra: calizas Formación Sierras Bayas: arcillitas, cuarcitas superiores, dolomitas</p>
<p>————— Discordancia —————</p>
<p>Paleozoico Inferior Formación La Tinta: cuarcitas inferiores, lutitas varicolores</p>

cas de Tandilia son sencillas y al basamento cristalino prepaleozoico, peneplanizado, lo cubren diversas sedimentitas de grano fino a grueso (lutitas, areniscas, areniscas cuarcíticas, calizas dolomíticas, etc.), diagenitizadas y cementadas por sílice, con arcilla, plegadas pero sin metamorfismo alguno y que son atribuidas al Paleozoico.

Dado el carácter acuífugo de la roca paleozoica, el conjunto conforma el basamento impermeable. No obstante, localmente la presencia de porosidad secundaria de distinto origen puede dar lugar a acumulaciones de agua.

Según Harrington (16), las Sierras Australes están formadas casi exclusivamente por rocas paleozoicas. Solamente en su borde occidental se advierten algunos asomos aislados de granitos deformados y riolitas de edad precámbrica, mientras que dentro del ámbito de las sierras occidentales se han conservado escasos remanentes de conglomerados, probablemente de edad miocena:

Precámbrico

Rocas atribuibles a edad precámbrica afloran en el pie occidental de la sierra de Curamalal y a unos 20 km al oeste de Tornquist.

Paleozoico inferior

Este grupo abarca a las sedimentitas más antiguas de las Sierras Australes. Integra toda la sierra de Curamalal y prolongación austral de esta cadena, asimismo las pequeñas serranías de Cortapie y Chasicó.

Devónico o Grupo Ventana

Este grupo integra las sedimentitas que se superponen a las del Grupo Curamalal. Constituye las sierras de Bravard y de La Ventana y la faja de elevaciones de menor importancia que se extienden desde el pie de estas cadenas hasta el arroyo Pantanoso y el río Sauce Grande.

Paleozoico Superior o Grupo Pillahuincó

Este grupo integra al conjunto de sedimentitas del Paleozoico Superior que forma las sierras de Las Tunas y de Pillahuincó y ha sido subdividido en cuatro formaciones con predominio de rocas esquistosas, lutitas pizarreñas, ortocuarcitas, areniscas arcillosas, etc.

Terciario

Conglomerado Abra (Mioceno Superior). Este nombre de acuerdo a Harrington se propone en sustitución del de Conglomerado Rojo utilizado por Keidel y el mismo autor en trabajos anteriores, y como localidad tipo se designa los afloramientos del flanco norte del Abra de La Ventana, consistente en fanglomerados rojos con clastos angulosos o subangulosos, con matriz arenosa gruesa.

La **tectónica de las Sierras Australes**, a grandes rasgos, ha sido descripta como una compleja estructura de plegamiento que consiste en grandes pliegues de primer orden replegados en pliegues y contorsiones de orden superior. Estos enmascaran a los primeros, que sólo se ponen de manifiesto al construir perfiles transversales detallados. El relieve actual de las sierras se debe a levantamientos epirogénicos intermitentes que comenzaron en el Terciario Superior.

Harrington (16) resume la columna estratigráfica de las Sierras Australes, descartando los sedimentos plio-pleistocenos de la llanura que la rodea, de la siguiente manera:

Edad	Unidades Estratigráficas		Espesores en metros
Mioceno	Conglomerado Abra		0 - 35
Discordancia angular			
Paleozoico Superior	Grupo Pillahuincó	Formación Tunas	600 - 2.000
		Formación Bonete	190 - 400
		Formación Piedra Azul	220 - 290
		Formación Sauce Grande	500 - 900
Discordancia regional			
Devónico	Grupo Ventana	Formación Lolén	600
		Formación Providencia	200 - 300
		Formación Napostá	400
		Formación Bravard	200 - 250
Discordancia regional			
Silúrico	Grupo Curamalal	Formación Hinojo	100 - 150
		Formación Trocadero	700 - 800
		Formación Mascota	200
		Formación La Lola	0 - 100
Discordancia angular			
Precámbrico	Granitos y riolitas		

En general se trata de rocas fuertemente diagenitizadas, entre las cuales algunas se distinguen por una mayor silicificación, pero en su conjunto se comportan como rocas acuífugas, que localmente pueden presentar porosidad secundaria y en este caso pueden contener agua.

Fuera de las áreas abarcadas por los dos sistemas de sierras se advierten algunos relictos de rocas viejas, aflorantes en la llanura. Afloramientos de este tipo son citados por Monteverde (18) en la zona de González Chávez, que serían homologables a las cuarcitas inferiores de las Sierras Bayas. Asimismo al norte de la Estación Mariano

Roldán se citan asomos semejantes. El conjunto de rocas que integran el llamado **basamento impermeable**, y que comprenden todas las rocas consolidadas que van desde el Precámbrico hasta el Paleozoico medio, son rocas carentes de permeabilidad primaria, no obstante como ya se expresara presentan sectores con fisuración por los procesos tectónicos de plegamiento y fracturación y efectos de meteorización.

El resultado o consecuencia de los fenómenos señalados se traduce en múltiples aberturas que permiten la

infiltración del agua de lluvia, constituyendo niveles acuíferos sumamente irregulares y por lo general muy poco productivos, dado los pobres reservorios donde se alojan.

3.1.2. Llanura

Exceptuando algunos pequeños afloramientos, en los que sedimentos atribuidos al Plioceno asomarían en puntos limitados, los terrenos superficiales del área corresponden a la formación loésica cuartaria. Su conjunto fue indicado como "Formación Pampeana" o "Serie Pampeana" y más brevemente "Pampiano"(8).

En su trabajo, Frenguelli admite que dentro del **Pampiano** debemos distinguir **dos secciones: una inferior o Pampiana** en sentido estricto, y **otra superior o Pospampiana**. Dentro del Neozoico, la primera representa el Pleistoceno y la segunda el Holoceno. Los cauces pospampianos se encajonaron profundamente en la pila sedimentaria Pampiana, y los ríos, antecedentes actuales, excavan sus meandros y sus barrancas en la Pospampiana. Por la misma causa a lo largo de los cauces permanentes de la zona que llevan sus aguas a la costa atlántica, en general se han entallado **dos órdenes de terrazas** que por conveniencia descriptiva, pueden designarse como **terrazza pampiana** y **terrazza pospampiana**, respectivamente. En un perfil esquemático a través de un cauce en la zona litoral atlántica puede advertirse la disposición de las dos series, que de acuerdo a Frenguelli presenta diversos pisos:

Serie Pampiana (alta terraza):

- A - Chapadmalense**
- B - Ensenadense**
- C - Bonaerense.**

Serie Pospampiana (baja terraza):

- a - Lujanense**
- b - Querandinense**
- c - Platense**
- d - Sedimentos recientes pospampianos**
- e - Humus actual.**

En las barrancas elaboradas en la costa se aprecian los terrenos que integran la **serie Pampiana** y en las barrancas de los cauces de arroyos y ríos se destacan los terrenos de la **serie Pospampiana**. El **Chapadmalense**, localmente está formado por limos pardo rojizos y en

general es pobre en contenidos de restos fósiles. El **Ensenadense** está integrado por limos y limos loessoides con capas de tosca y restos fósiles de mamíferos. Superiormente se asienta el **Bonaerense**, que en gran parte de las barrancas costaneras, se carga de arena hasta transformarse en un depósito arenoso loésico que, por su textura entrecruzada, seguramente corresponde al depósito de antiguas dunas.

Encima de éste, en general reposan los médanos de la costa. Terrenos del Pampiano también han sido reconocidos en otros sectores del área interserrana; se pueden citar por ejemplo los terrenos que integran los bordes de la parte occidental de la laguna de Epecuén.

En cuanto a los terrenos de la **serie Pospampiana**, en el sector de costa están representados solamente por capas que corresponden al Platense. Los demás horizontes no se encuentran expuestos a la observación o en su defecto la erosión ha barrido con ellos. El **Platense** forma parte del relleno sedimentario de amplios cauces excavados en la serie Pampiana Pleistocena, por una fase de reactivación erosiva provocada por un movimiento de ascenso continental. Se pueden mencionar sedimentos platenses en ambas márgenes de los arroyos Pescado y Nutria Mansa, como asimismo en el antiguo cauce del arroyo Malacara, hoy en gran parte sepultado por dunas vivas (sector del litoral que corresponde al partido de Lobería), igualmente han sido citados en el cauce del Quequén Grande. Los sedimentos incluyen limos de color gris, estratificado en capas blanquecinas y amarillentas con abundantes restos de Littoridina parchappi.

Debe hacerse notar la presencia de lentes extensas de tosca que afloran o se mantienen a muy poca profundidad.

Un elemento hidrogeológico importante lo constituyen las dunas litorales que se extienden a lo largo de la costa marina como una franja de un ancho variable.

El conjunto de sedimentos es de mediana a baja permeabilidad es decir se trata de sedimentos acuíferos con tendencia a acuitardos, en cambio son francamente acuíferas las arenas que conforman las dunas costeras.

3.2. Hidrogeología de subsuelo

Las perforaciones de Gil, Necochea, General Alvarado (Miramar), Tres Arroyos, Laprida, Rivera, Carhué y Epecuén, por el espesor de los sedimentos reconocidos, permiten establecer un cuadro de entidades geológicas del subsuelo. Dicha información permite la equiparación con las secciones hidrogeológicas establecidas para otros ambientes de la provincia de Buenos Aires (20).

La perforación en la localidad de Laprida, realizada por la Dirección de Minas y Geología, se encuentra en la parte central de la zona interserrana. En este lugar de acuerdo al perfil descripto, se reconocieron sedimentos correspondientes al Pliopleistoceno hasta los 170 metros de profundidad, incluyendo toscas arenosas, arenas finas, areniscas y areniscas arcillosas. Luego se constató el techo del Paleozoico. Como puede apreciarse no se determinaron sedimentos del Mioceno, por lo que se descarta la ingresión del mar paraniense entre los dos sistemas actuales de serranías. En cambio en las perforaciones de Tres Arroyos, Gil (Partido de Coronel Dorrego), Necochea y General Alvarado (Miramar) se atravesó a distintas profundidades terrenos asignados a la sección Paraniense. En la primera ciudad mencionada se reconocieron sedimentos atribuidos a esa sección a partir de los 120 metros de profundidad, y se desconoce su espesor total, sin embargo el mismo debe superar seguramente los 80 metros.

En Gil (Partido de Coronel Dorrego) se reconocieron terrenos atribuidos al Plioceno, Cuartario y Reciente hasta los 131 metros; a partir de esta profundidad hasta los 426 metros se describen sedimentos incluidos en el Mioceno y en los 426 metros se constató el techo del Paleozoico. Igualmente en Necochea la Dirección de Hidráulica practicó en el año 1923 un sondeo que alcanzó la profundidad de 309,7 metros atravesando cuarcitas verdosas referidas al basamento a partir de los 300,35 metros. Superiormente se reconocen hasta los 150 metros arcillas azules con fósiles de edad Miocena y rematando el perfil hacia arriba se incluyen intercalaciones de arcillas blancas, loess y capas de tosca, atribuibles al Plioceno. Por último en el sector litoral, en General Alvarado (Miramar) en el año 1915 se efectuó una perforación que alcanzó el basamento a los 183,5 metros. En el perfil correspondiente se han subdividido los terrenos atravesados de arriba hacia la parte inferior en Pospampiano, Bonaerense, Ensenadense, Pos-

chadmalense, Chapadmalense, Mesopotámico, Entrerriense y Basamento. En el Entrerriense se incluyen conglomerados, arcillas verdosas con moluscos marinos, que con toda seguridad son de edad Miocena y se ubican desde los 174 hasta los 183,5 metros. Resumiendo, de acuerdo a la estratigrafía de las perforaciones señaladas se puede aseverar que sedimentos del mar paraniense se hallan representados en la columna atravesada a excepción de la perforación en Laprida. Esto permite deducir que gran parte del área actual entre los dos sistemas serranos actuó como región positiva y, solamente a partir del litoral atlántico internándose hasta por lo menos la localidad de Tres Arroyos, se produjo el avance del mar en el Mioceno.

Camacho (2) incluye tres facies diferentes para la transgresión del mar paraniense. Una facies profunda con arcillas verdosas, denominada **Formación Paraná o Paraniense**, otra denominada **Formación Mesopotamia o Mesopotamiense** con arenas y areniscas depositadas en un ambiente deltaico de transición, y una última facies llamada **Formación Entre Ríos o Entrerriense**, con calcáreos correspondientes a un ambiente costanero. De acuerdo a la descripción de los terrenos de los perfiles detallados, se observa que para esta área predominaría la facies deltaica y costanera para el sector de Tres Arroyos y General Alvarado, con abundancia de arenas y areniscas; en cambio en Necochea y Gil se advierte un predominio de arcillas grisáceas azuladas con intercalaciones de areniscas, como representando un ambiente más profundo. Asimismo se advierte que en Tres Arroyos se ubican, a cotas más altas, los terrenos de la sección Paraniense. Por otra parte se aprecia un adelgazamiento del espesor en los ambientes costeros y deltaico; solamente se incluyen 9,5 metros en el perfil de General Alvarado (Miramar); en Tres Arroyos el espesor es bastante mayor, pero se desconoce su base; en cambio en Necochea se reconocieron aproximadamente 150 metros y en Gil 294,3 metros.

Finalmente se debe destacar un grupo de perforaciones realizadas en el sector oeste de la región interserrana, en la que se incluyen por su importancia Carhué, Epecuén y Rivera, que por la profundidad alcanzada permite reconocer un mayor espesor de la estratigrafía local.

Salso (21) ha reconocido la existencia de una cuenca sedimentaria en la región oriental de La Pampa y el sector occidental de la provincia de Buenos Aires, que incluye el

área donde fueron realizadas las perforaciones aludidas. Este ha separado en cinco agrupaciones estratigráficas el total de la pila sedimentaria.

El mismo autor efectúa una correlación entre las perforaciones de Epecuén, Rivera y Macachín, determinando el techo de la formación Macachín y el aumento de espesor de la cuenca en dirección al oeste.

En el perfil de la perforación de Epecuén, se observa que la ingesión marina del Mioceno ha tenido pronta regresión, ya que los niveles limo-arcillosos han sido reemplazados por arenas costeras. El perfil de Rivera es similar al de Macachín pero con menor espesor de los niveles verdes, arcillosos. En las tres perforaciones señaladas se observa superiormente el Pampiano, con espesores similares en Epecuén y Rivera, disminuyendo en el perfil de Macachín.

En la localidad de Carhué, DYMAS realizó a fines del año 1973 dos perforaciones al este de la misma, a distancias aproximadas de 5 y 10 kilómetros; en la más alejada se atravesó un paquete sedimentario de 209 metros, inclu-

yéndose los mismos en la serie Pampiana o Epiparaniana. La sección superior del perfil ofrece la particularidad, hasta la profundidad de 50 metros aproximadamente, de presentar una granometría más gruesa, con intercalaciones hasta conglomerádicas como acontece entre las profundidades de 20 y 30 metros. Luego inferiormente se advierte predominio de material fino arcilloso, limoso, etc.

Finalmente en Rivera, la perforación alcanzó la profundidad de 386,3 metros, atravesándose terrenos del Cuartario, Plioceno Superior y Mioceno Superior. En el primero se incluyen los terrenos determinados hasta los 47,3 metros y predominan areniscas pardas y rosadas con intercalaciones de tosca. El Plioceno Superior, referido en el perfil hasta los 190,4 metros, se compone esencialmente de areniscas pardo claras, a veces rojizas, yesíferas. El resto del perfil hasta la profundidad final, contiene intercalaciones de areniscas pardas y arcillas verdosas con abundancia de yeso.

De acuerdo a la descripción geológica realizada, solamente estaría presente la sección hidrogeológica **Paraniana y Epiparaniana**, asentadas discordantemente

<i>Estratigrafía de la cuenca de Macachín según Salso (21)</i>			
Formación	Litología	Espesor(m)	Edad Probable
Pampiano	Limos y arenas de color pardo-amarillentas y rojo-pálidas	290	Plio-Pleistoceno
Macachín	Arenas, limos e intercalaciones arcillosas, color rojizo-verdosas	500	Oligo-Mioceno
Abramo	Limolitas y areniscas rojizo-verdosas	300	Cretácico
Arata	Arcilitas esquistosas y areniscas rojo-violáceas	120	Permo-Triásico
Basamento	Rocas graníticas - Gneis micáceos, etc. Cuarzitas y areniscas cuarcíticas		Precámbrico y Paleozoico inferior

sobre **Basamento Impermeable**, cuya correlación sería la presentada en el perfil tipo inferido. La **sección Paranaiana** está integrada en su conjunto por sedimentos acuitardos con facies acuíferas correspondientes a los ambientes de depositación deltaico y costero. La **sección Epiparaniana** está conformada por sedimentos acuíferos y acuitardos. La variedad de distribución de los mismos le otorga localmente carácter anisotrópico heterogéneo, aunque regionalmente se comporte como un medio homogéneo.

4. CLIMATOLOGIA

En la aplicación de sistemas de clasificación se han adoptado los que se basan en datos de temperatura y precipitación, que por otra parte son los principales factores determinantes del clima. A tal efecto se han utilizado los datos de las estaciones climatológicas para el caso de temperaturas, con por lo menos 10 años de registro, y para la precipitación los de las estaciones pluviométricas que tienen datos de por lo menos 30 años, definiéndose como representativas las del período 1921-1950 (Gráficos 5 a 11).

La corriente fría de las Malvinas influye fundamentalmente en la zona costera, definiendo inviernos más duros y veranos más fríos. Así, la amplitud de las temperaturas medias mensuales (Gráficos 1 a 4), es de 11,6 °C en

Mar del Plata y 14 °C en Necochea aumentando conforme se ingresa al continente con un máximo en Guaminí de 16,5 °C. También la máxima temperatura media (que se presenta en el mes de enero) aumenta su valor en el mismo sentido: Mar del Plata 19,4 °C, Necochea 20,4 °C, Coronel Suárez 21,6 °C, Guaminí 23,8 °C.

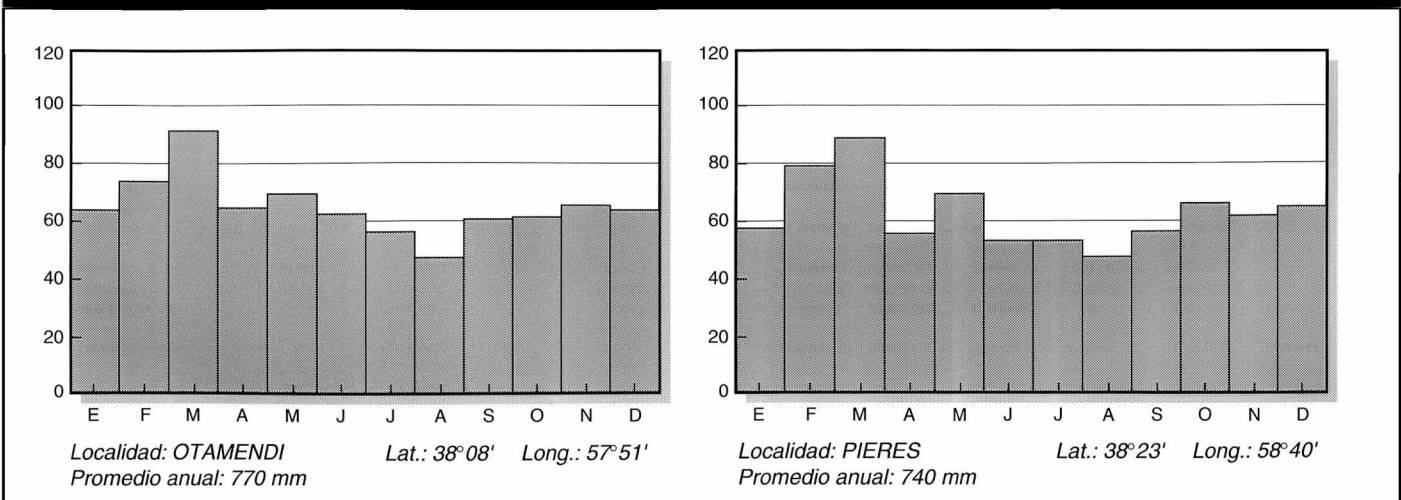
La temperatura media se mantiene en casi todo el sector alrededor de los 13,5 °C pero a partir de Coronel Suárez y Pigüé se incrementa rápidamente hacia Guaminí que proporciona el valor máximo de 15,3 °C.

En lo que respecta a la temperatura mínima de julio, en un gran sector central, no supera los 7,0 °C, encontrándose valores superiores en la franja costera: Tres Arroyos, 7,4 °C, Necochea 8,4 °C, Mar del Plata 7,8 °C y otra en el límite noroeste, Guaminí 7,3 °C.

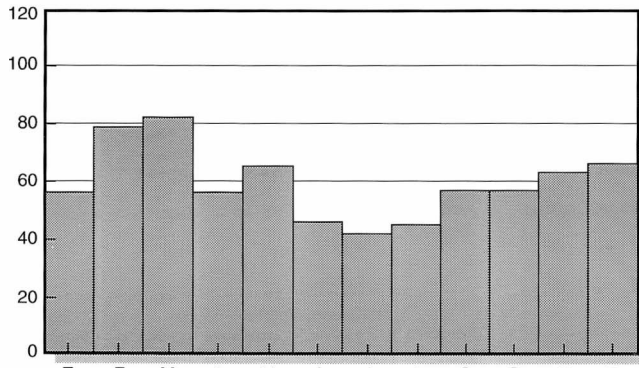
El mapa de isoyetas muestra que en general la declinación de valores es hacia el sur y oeste, aunque la curva que corresponde a 700 mm anuales tiene una configuración complicada (Mapa N° 2).

La distribución de precipitaciones mensuales permite apreciar que en la zona costera (Otamendi, Pieres, San José, Oriente; Gráficos 5 y 6) es más o menos uniforme. Ya en la parte continental se va diferenciando claramente el período invernal de relativa menor riqueza hasta hacerse de poca influencia en el valor de la suma anual. Esto último

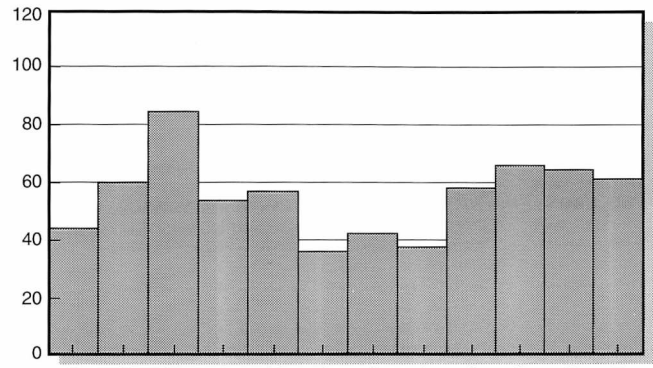
PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (GRAFICO N° 5)



PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (GRAFICO N° 6)

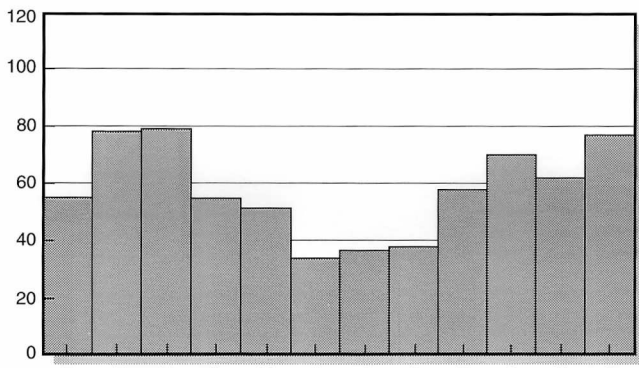


Localidad: SAN JOSE Lat.: 38° 11' Long.: 59° 01'
Promedio anual: 692 mm

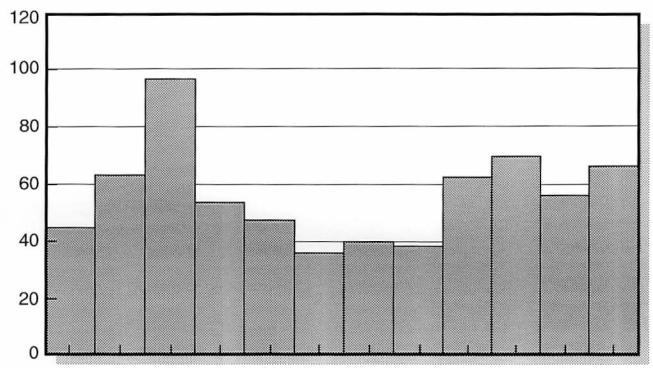


Localidad: ORIENTE Lat.: 38° 46' Long.: 60° 36'
Promedio anual: 652 mm

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (GRAFICO N° 7)



Localidad: C. MOLINA Lat.: 38° 05' Long.: 60° 20'
Promedio anual: 686 mm



Localidad: EL PENSAMIENTO Lat.: 38° 05' Long.: 60° 20'
Promedio anual: 666 mm

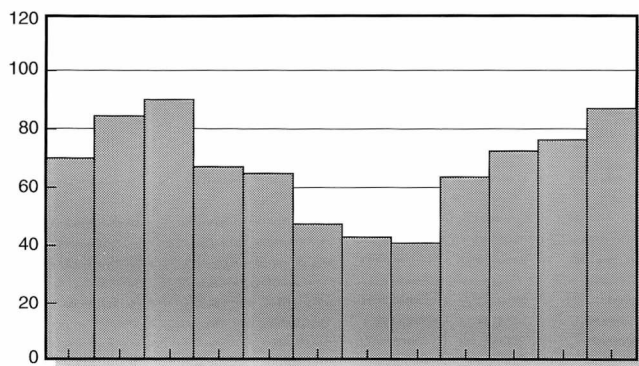
ocurre a partir de la línea Guaminí-Pigüé hasta el límite con La Pampa.

En función de estos elementos, la clasificación climática de Köppen define el sector como **templado húmedo** sin ninguna diferenciación. No pasa lo mismo con la de Thornthwaite; siguiendo la metodología de este autor (Cuadros 1 a 9) se pueden diferenciar dos sectores: el **subhúmedo seco** a partir de una línea imaginaria que pasaría por

las cercanías de Pigüé - Guaminí hacia el límite con la provincia de La Pampa, que no presentaría exceso de precipitación en condiciones medias; el resto del sector es **subhúmedo húmedo**, aunque la relación exceso y déficit medios de Tres Arroyos ubicaría su zona de influencia como subhúmedo seco.

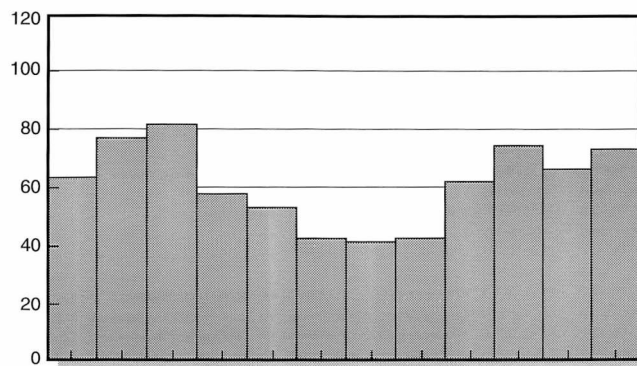
La estimación del balance hidrológico se puede realizar utilizando la fórmula general simplificada:

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (GRAFICO N° 8)



Localidad: BARKER
Promedio anual: 791 mm

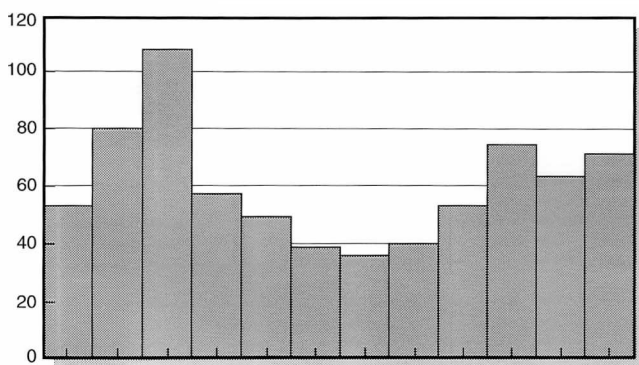
Lat.: 37°38' Long.: 59°24'



Localidad: G. CHAVES
Promedio anual: 717 mm

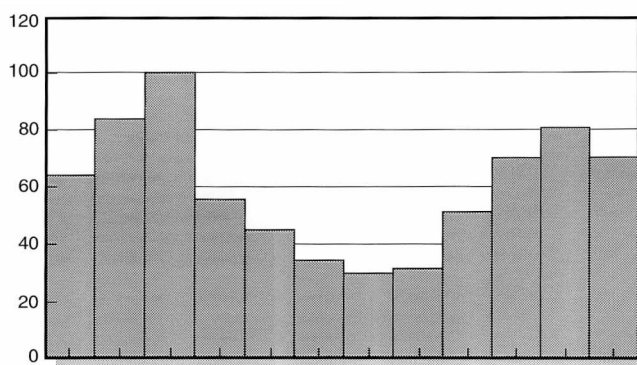
Lat.: 38°02' Long.: 60°05'

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (GRAFICO N° 9)



Localidad: D'ORBIGNY
Promedio anual: 720 mm

Lat.: 37°42' Long.: 61°43'



Localidad: G. LAMADRID
Promedio anual: 725 mm

Lat.: 37°17' Long.: 61°15'

$P = Q + Evt$, de donde $Q = P - Evt$

Q : Volumen de agua expresado en mm susceptible de infiltrar y escurrir.

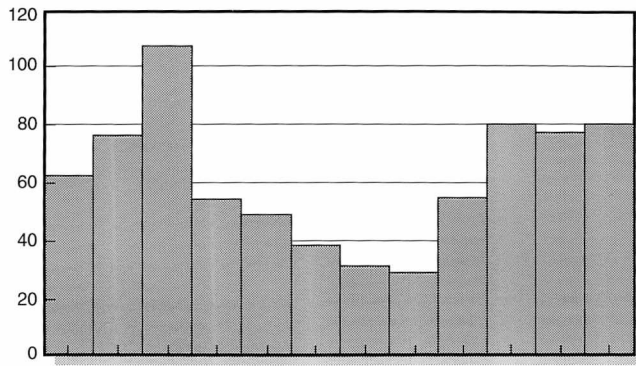
P : Precipitación media (período 1921-1950)

Evt : Evapotranspiración real

Este último término de la ecuación se ha calculado utilizando la metodología de Thornthwaite y con la fórmula de Turc.

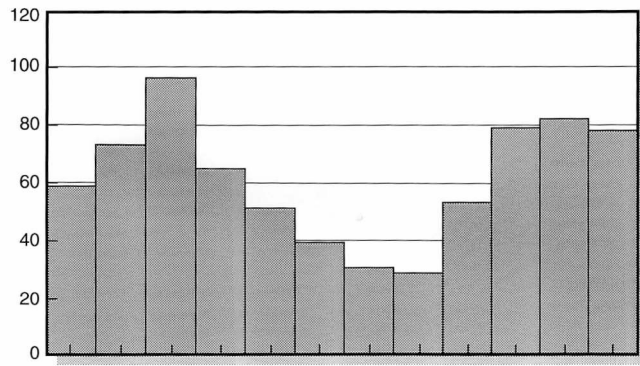
La ecuación de balance hidrológico se ha aplicado en forma puntual, con los valores de las estaciones climatológicas. En los casos que éstas no tenían los promedios de precipitación del período 1921-1950, la ecuación se aplicó a las estaciones pluviométricas más cercanas utilizando la evapotranspiración potencial calculada para la estación climatológica (método Thornthwaite) o su temperatura media anual (Turc).

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (GRAFICO N° 10)



Localidad: ARBOLEDAS
Promedio anual: 707 mm

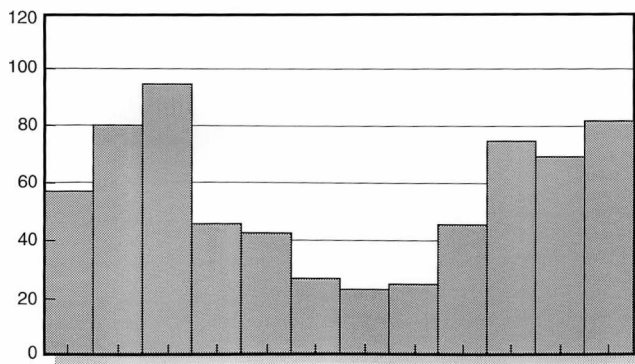
Lat.: 36°53' Long.: 61°30'



Localidad: RECALDE
Promedio anual: 733 mm

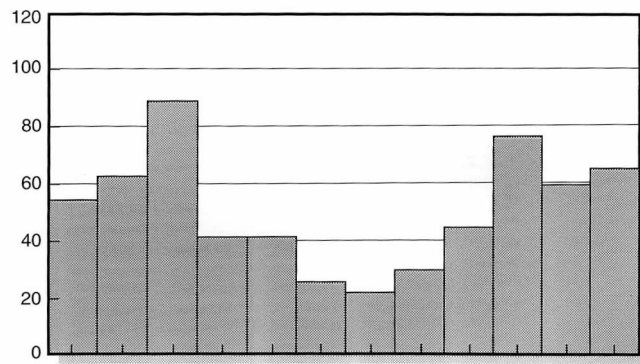
Lat.: 36°40' Long.: 61°06'

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (GRAFICO N° 11)



Localidad: CARHUE
Promedio anual: 632 mm

Lat.: 37°13' Long.: 62°44'



Localidad: D. HUERGO
Promedio anual: 601 mm

Lat.: 37°21' Long.: 63°14'

De la aplicación de la evapotranspiración real obtenida por el método Thornthwaite en la ecuación de balance se obtiene:

Mar del Plata $Q = 768 - 716 = 52 \text{ mm}$

Pierres $Q = 739 - 694 = 45 \text{ mm}$
(Evt. de Necochea)

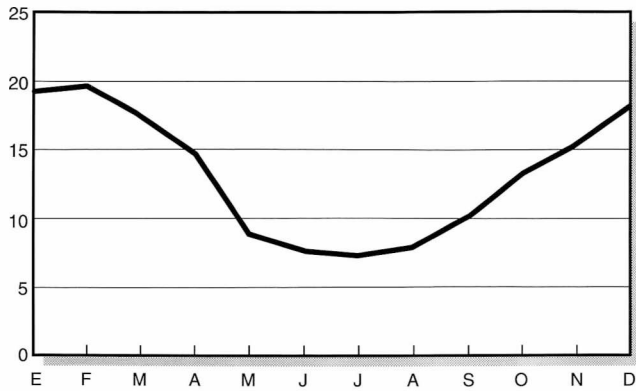
Tres Arroyos $Q = 704 - 670 = 34 \text{ mm}$

Juárez $Q = 771 - 707 = 64 \text{ mm}$
(Evt. de López Juárez)

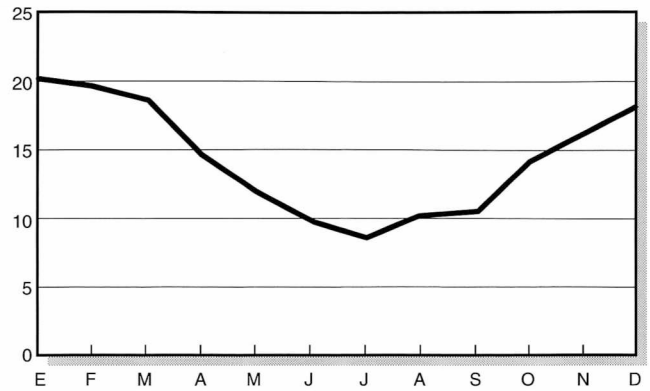
Barker $Q = 791 - 707 = 84 \text{ mm}$
(Evt. de López Juárez)

Laprida $Q = 727 - 701 = 26 \text{ mm}$

VARIACION MEDIA MENSUAL TEMPERATURAS MEDIAS (GRAFICO N° 1)

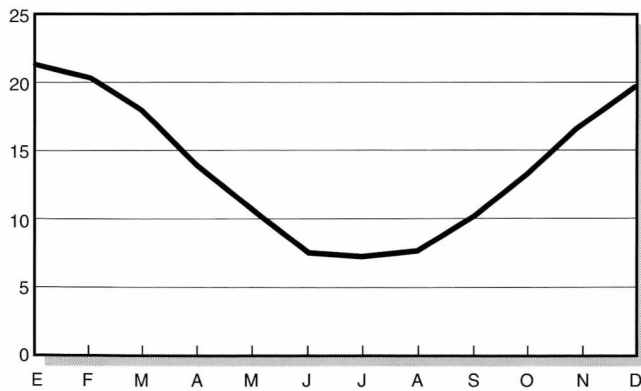


Localidad: MAR DEL PLATA Lat.: 38°35' Long.: 57°35'
Temperatura media: 13,6° Período: 1941-1960

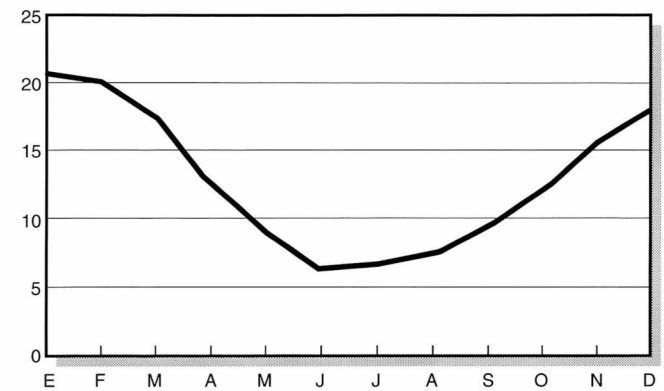


Localidad: NECOCHEA Lat.: 37°38' Long.: 62°24'
Temperatura media: 14,0° Período: 1951-1960

VARIACION MEDIA MENSUAL TEMPERATURAS MEDIAS (GRAFICO N° 2)



Localidad: TRES ARROYOS Lat.: 38°23' Long.: 60°16'
Temperatura media: 14,1° Período: 1941-1960



Localidad: LOPEZ JUAREZ Lat.: 37°32' Long.: 59°34'
Temperatura media: 12,9° Período: 1951-1960

D'Orbigni $Q = 720 - 668 = 52 \text{ mm}$
(Evt. de Coronel Suárez)

Pigüé $Q = 681 - 679 = 2 \text{ mm}$

Guaminí $Q = 674 - 674 = 0 \text{ mm}$

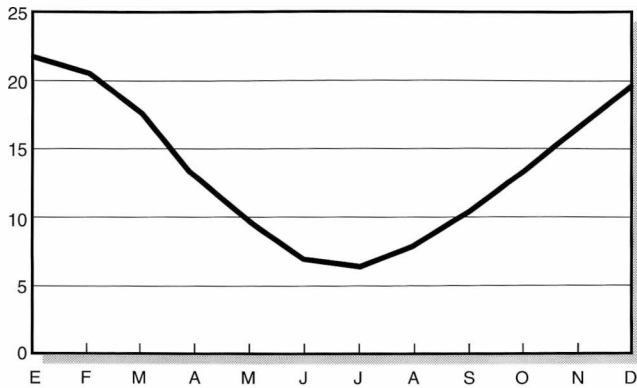
De la aplicación de la fórmula de Turc en la ecuación de balance se obtuvo:

Mar del Plata $Q = 768 - 550 = 218 \text{ mm}$

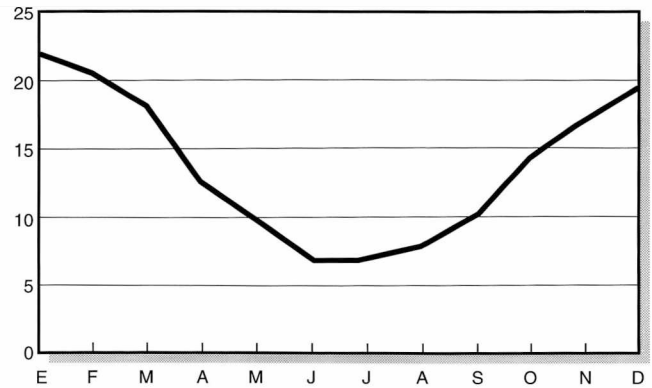
Pieres $Q = 739 - 554 = 185 \text{ mm}$

Tres Arroyos $Q = 704 - 540 = 164 \text{ mm}$

VARIACION MEDIA MENSUAL TEMPERATURAS MEDIAS (GRAFICO Nº 3)

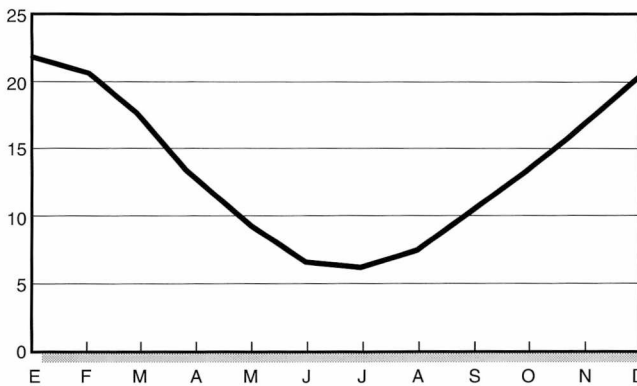


Localidad: CNEL. SUAREZ Lat.: 37°30' Long.: 61°57'
Temperatura media: 13,4° Período: 1941-1960

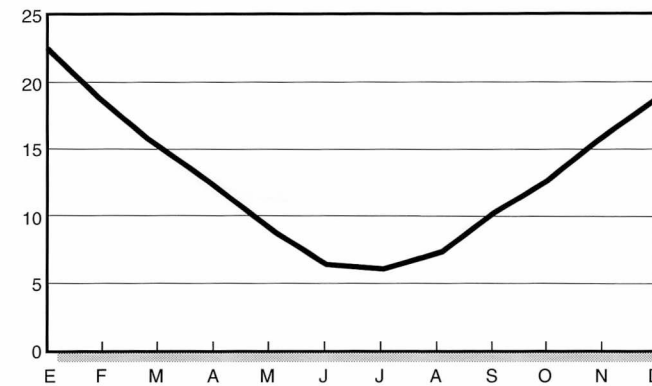


Localidad: LAPRIDA Lat.: 37°34' Long.: 60°47'
Temperatura media: 13,7° Período: 1951-1960

VARIACION MEDIA MENSUAL TEMPERATURAS MEDIAS (GRAFICO Nº 4)



Localidad: PIGÜE Lat.: 37°38' Long.: 62°24'
Temperatura media: 13,3° Período: 1941-1960

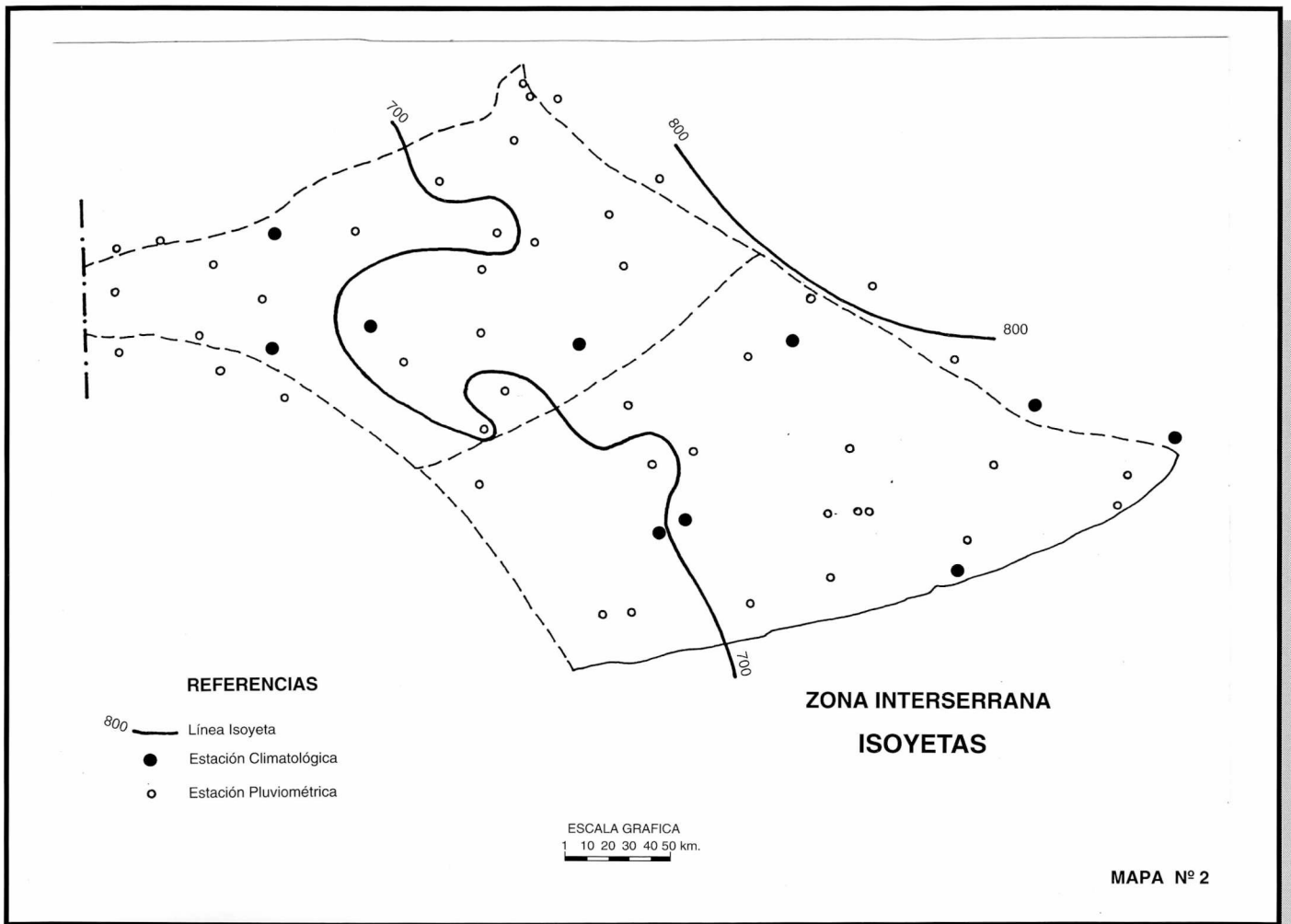


Localidad: GUAMINI Lat.: 32°02' Long.: 62°23'
Temperatura media: 15,3° Período: 1941-1950

Juárez	$Q = 771 - 543 = 228 \text{ mm}$
Barker	$Q = 791 - 549 = 242 \text{ mm}$
Laprida	$Q = 727 - 543 = 184 \text{ mm}$
D'Orbigni	$Q = 720 - 537 = 183 \text{ mm}$

Pigüé	$Q = 681 - 534 = 147 \text{ mm}$
Guaminí	$Q = 674 - 546 = 128 \text{ mm}$

Dentro del cuadro general de balance hídrico en la provincia de Buenos Aires, los excesos disminuyen marcadamente de este a oeste y la comarca en cuestión responde a este esquema. Sin embargo la observación de los



resultados tabulados precedentemente indican pequeñas modificaciones relacionadas con la fisiografía; es así que en los alrededores de Coronel Suárez existiría un leve incremento que correspondería a la influencia de las sierras de la Ventana.

Por el contrario el distinto carácter fisiográfico del Sistema de Tandilia no influye mayormente en la disminución de los excesos que se producen desde el este.

Lo anterior es válido tanto para los excesos calculados por el método de Thornthwaite como por el de Turc, siendo este último el que provee los mayores valores.

5. AGUA SUPERFICIAL

En la amplia región ubicada entre los dos cordones serranos, el comportamiento del agua proveniente de las precipitaciones pluviales, depende en gran medida de la constitución litológica del suelo y subsuelo y, como es lógico además, de la mayor o menor pendiente topográfica donde circula. Es de hacer notar que tanto en los bordes serranos, donde los afloramientos rocosos ocupan superficies amplias, como en otros sectores donde el subsuelo calcáreo (toscas) se halla muy próximo a la superficie, existe un fuerte impedimento a la rápida infiltración del agua de lluvia.

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR EL MÉTODO DE THORNTHWAITE

Localidad: MAR DEL PLATA

Lat: 38°08'

Long: 57°35'

Alt: 23m

DATOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Temperatura media mensual (período: 1941-1950)	19,1	19,7	17,2	14,8	11,5	9,2	8,1	8,3	10,0	12,7	15,1	17,7	13,6
Temperatura media mensual (período: 1951-1960)	19,6	19,0	18,0	14,5	11,7	8,6	7,6	8,6	9,5	12,0	15,3	17,3	13,5
Temperatura media mensual (promedio)	19,4	19,4	17,6	14,7	11,6	8,9	7,9	8,5	9,8	12,4	15,2	17,5	13,5
Precipitación media mensual (período 1921-1950)	70	73	89	65	66	62	51	48	55	57	68	64	768
Índice de calor mensual	7,76	7,76	6,72	5,09	3,58	2,39	1,98	2,21	2,75	3,93	5,38	6,66	56,22
Índice de iluminación mensual (unidades 12 hs)	37,55	31,55	32,1	27,9	26,1	23,95	25,45	27,9	30	34,25	35,75	38,15	

CALCULO DE EVAPORACION POTENCIAL

Evapotranspiración sin corregir	3,0	3,0	2,6	2,0	1,4	1,0	0,9	1,0	1,2	1,6	2,2	2,6	
Evapotranspiración potencial	112,7	94,7	83,5	55,8	36,5	24,0	22,9	27,9	36,0	54,8	78,7	99,2	

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA

Precipitación media mensual	70	73	89	65	66	62	51	48	55	57	68	64	768
Evapotranspiración potencial	113	95	83	56	37	24	23	28	36	55	79	99	726
Variación de la reserva de agua del suelo	-43	-12	6	9	29	38	18	0	0	0	-11	-35	
Reserva de agua útil (saturación=100mm)	12	0	6	15	44	82	100	100	100	100	89	54	
Exceso de agua							10	20	19	2			52
Déficit de agua agrícola		10											10
Evapotranspiración real	113	85	83	56	37	24	23	28	36	55	79	99	716

Índice de humedad I_u :

7,1%

Índice hídrico $I_h = I_u - 0,6I_a$

6,3%

Definición de clima: C2 r B'2a'

Índice de aridez I_a :

1,4%

Concent. térmica en verano:

42,2%

Cuadro N°1

La amplia red de drenaje que se advierte en la región está condicionada a las grandes unidades morfológicas que caracterizan a la misma. Es así que desde las primeras estribaciones de los ambientes serranos, inician su curso la casi generalidad de los arroyos. Desde el sistema de Ventania parten en forma radial en busca de las depresiones donde finalmente vuelcan sus aguas. En el sector norte del flanco occidental del citado sistema arrancan por lo tanto los que llevan sus aguas a la depresión diagonal de las lagunas alineadas. Asimismo en la parte media del ambiente serrano se aprecia que si bien se originan varios arroyos, muy pronto sin embargo, los mismos se pierden y desaparecen en el ambiente pedemontano. En cambio, los

que poseen sus nacientes en el sector sur, tienen dirección y drenaje hacia la costa atlántica. En el otro ambiente serrano, las condiciones son algo diferentes, ya que los cursos descienden en su casi mayoría en dirección sur o sea a la costa atlántica; solamente se pueden citar unos pequeños arroyos que son la excepción y vuelcan hacia el norte fuera de la región a que hacemos referencia.

Por descarga de las aguas subterráneas en los bordes de la llanura alta, a partir de las cotas 180 a 190 metros sobre el nivel del mar, tienen lugar la iniciación de ríos y arroyos, con pendientes, unos al Vallimanca y otros a la costa atlántica.

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR EL MÉTODO DE THORNTHWAITE

Localidad: *PIERES*

Lat: *38° 23'*

Long: *58° 40'*

Alt: *23m*

DATOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Temperatura media mensual (período: 1941-1950)													
Temperatura media mensual (período: 1951-1960)	20,4	20,1	18,7	14,4	11,6	8,8	8,4	9,0	10,3	12,9	16,0	17,9	14,0
Temperatura media mensual (promedio)	20,4	20,1	18,7	14,4	11,6	8,8	8,4	9,0	10,3	12,9	16,0	17,9	14,0
Precipitación media mensual (período)	57	79	88	55	68	52	52	45	55	64	61	63	739
Índice de calor mensual	8,41	8,22	7,37	4,96	3,58	2,35	2,19	2,43	2,99	4,20	5,82	6,90	59,41
Índice de iluminación mensual (unidades 12 hs)	36,7	31,6	32,1	27,9	26,1	23,9	25,4	27,9	30,0	34,3	35,8	38,2	

CALCULO DE EVAPORACION POTENCIAL

Evapotranspiración sin corregir	3,3	3,0	2,7	1,9	1,3	0,9	0,9	0,9	1,2	1,6	2,2	2,6	
Evapotranspiración potencial	120,0	95,0	87,0	53,0	34,0	21,0	23,0	25,0	36,0	55,0	79,0	99,0	727,0

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA

Precipitación media mensual	57	79	88	55	68	52	52	45	55	64	61	63	739
Evapotranspiración potencial	120	95	87	53	34	21	23	25	36	55	79	99	727
Variación de la reserva de agua del suelo	-46	0	1	2	34	31	29	3		-18	-36		
Reserva de agua útil (saturación=100mm)	0	0	1	3	37	68	97	100	100	100	82	46	
Exceso de agua								17	19	9			45
Déficit de agua agrícola	17	16											33
Evapotranspiración real	113	79	87	53	34	21	23	25	36	55	79	99	694

Índice de humedad *lu*: 6,2%

Índice hídrico *Ih*= *lu*-0,6*la*

3,5%

Definición de clima: *C2 r B'2a'*

Índice de aridez *la*: 4,5%

Concent. térmica en verano:

43,2%

Cuadro N°2

Los principales cursos que vuelcan sus aguas a la depresión diagonal son, de oeste a este los arroyos Pigüé, Venado, Guaminí, Cura Malal Grande, Sauce Corto, El Huascar, Salado y San Quilco. En dirección a la costa atlántica, igualmente de oeste a este, fluyen los siguientes arroyos y ríos: río Quequén Salado, con sus dos afluentes principales, el arroyo Pillahuincó Grande y el arroyo Indio Rico, recibiendo aguas del sistema de Ventania y de la llanura alta respectivamente; continúa luego el arroyo Claromecó, formado aguas arriba por la unión de tres arroyos, que son los que dan nombre a la localidad homónima.

En dirección al este a continuación existen arroyos de poca importancia por el escaso caudal que llevan, tales son el Cristiano Muerto, Seco, Cortaderas, Zabala y Mendoza; éstos poseen recorridos cortos y sus nacientes arrancan un poco al norte de la localidad de San Cayetano, extendiéndose el primero de los nombrados hasta las proximidades de González Chávez. Luego se ubica el Río Quequén Grande, que es el principal colector de toda la cuenca que desagua en la costa atlántica; su nacimiento tiene lugar cuando se unen los arroyos Cinco Lomas, Yehuincó y Medio Campo, en una zona ubicada al este de la ciudad de Juárez. A partir de la latitud de la ciudad mencionada

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR EL MÉTODO DE THORNTHWAITE

Localidad: TRES ARROYOS

Lat: 38° 23'

Long: 60° 16'

Alt: 109m

DATOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Temperatura media mensual (período: 1941-1950)	21,1	20,6	17,3	14,4	10,6	8,1	7,3	8,0	10,4	13,7	16,7	20,0	14,0
Temperatura media mensual (período: 1951-1960)	21,7	20,7	18,5	13,4	10,5	7,8	7,4	8,5	10,6	13,5	17,0	19,0	14,1
Temperatura media mensual (promedio)	21,4	20,7	17,9	13,9	10,6	8,0	7,4	8,3	10,5	13,6	16,9	19,5	14,0
Precipitación media mensual (período 1921-1950)	49	69	80	58	54	41	41	40	63	71	63	75	704
Índice de calor mensual	9,04	8,56	6,90	4,70	3,10	2,02	1,79	2,13	3,07	4,55	6,29	7,85	60,00
Índice de iluminación mensual (unidades 12 hs)	36,7	31,6	32,1	27,9	26,1	23,9	25,4	27,9	30,0	34,3	35,8	38,2	

CALCULO DE EVAPORACION POTENCIAL

Evapotranspiración sin corregir	3,4	3,2	2,6	1,8	1,2	0,8	0,7	0,8	1,2	1,7	2,3	2,9	
Evapotranspiración potencial	124,8	101,1	83,5	50,2	31,3	19,1	17,8	22,3	36,0	58,2	82,2	110,6	

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA

Precipitación media mensual	49	69	80	58	54	41	41	40	63	71	63	75	704
Evapotranspiración potencial	125	101	83	50	31	19	18	22	36	58	82	111	737
Variación de la reserva de agua del suelo	-45	0	0	8	23	22	23	18	7		-19	-36	
Reserva de agua útil (saturación=100mm)	0	0	0	8	30	52	76	93	100	100	81	45	
Exceso de agua									20	13			33
Déficit de agua agrícola	31	32	3										66
Evapotranspiración real	94	69	80	50	31	19	18	22	36	58	82	111	671

Índice de humedad Iu : 4,5%

Índice hídrico $Ih = Iu - 0,6Ia$

-0,9%

Definición de clima: C2 r B'2a'

Índice de aridez Ia : 9,0%

Concent. térmica en verano:

45,7%

Cuadro N°3

aparece en la cartografía del IGM bajo el nombre de Quequén Grande y luego de un recorrido total de 160 km, desemboca en el Atlántico entre las poblaciones de Necochea y Quequén. Su único afluente sobre su margen derecha es el arroyo Pescado Castigado que nace en la estación Lumb. En franco contraste, en su margen izquierda recibe el drenaje de buena parte de las estribaciones del sistema de Tandilia, a través de los arroyos Calaveras, Calenqueyú, Quequén Chico y Quelacintá. Es de destacar que este río es el mejor conocido en toda la región, dado que cuenta con aforos continuados para un período de 5 años en Lobería, que dan un módulo de 11,3 m³/seg para

una cuenca de 7.800 km². Asimismo, cálculos estimativos en las cercanías de Necochea arrojan un caudal medio de 36 m³/seg y en estiaje 20,95 m³/seg.

Por último se pueden citar un sinnúmero de pequeños arroyos de escaso recorrido que tienen sus nacientes en el flanco sur de las primeras estribaciones serranas, entre ellos se citan los arroyos El Moro, La Nutria Mansa, Malacara, Chocorí, Carolina, etc.

Algunos de éstos, debido al escaso aporte que reciben en épocas de sequía, no logran traspasar la barrera de

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR EL MÉTODO DE THORNTHWAITE

Localidad: JUAREZ

Lat: 37°41'

Long: 59°48'

Alt: m

DATOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Temperatura media mensual (período: 1941-1950)													
Temperatura media mensual (período: 1951-1960)	20,6	19,8	17,3	12,2	9,3	6,5	6,5	7,4	9,4	12,2	15,5	18,0	12,9
Temperatura media mensual (promedio)	20,6	19,8	17,3	12,2	9,3	6,5	6,5	7,4	9,4	12,2	15,5	18,0	12,9
Precipitación media mensual (período 1921-1950)	71	83	98	61	58	44	39	33	60	67	79	78	771
Índice de calor mensual	8,53	8,03	6,55	3,86	2,56	1,49	1,49	1,81	2,60	3,86	5,55	6,95	53,28
Índice de iluminación mensual (unidades 12 hs)	37,5	31,5	31,8	28,2	26,4	24,0	25,5	27,9	30,0	34,2	35,7	38,1	

CALCULO DE EVAPORACION POTENCIAL

Evapotranspiración sin corregir	3,2	3,1	2,6	1,6	1,1	0,7	0,7	0,9	1,2	1,6	2,2	2,7	
Evapotranspiración potencial	120,0	98,0	83,0	45,0	29,0	17,0	18,0	25,0	36,0	55,0	78,0	103,0	

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA

Precipitación media mensual	71	83	98	61	58	44	39	33	60	67	79	78	771
Evapotranspiración potencial	120	98	83	45	29	17	18	25	36	55	78	103	707
Variación de la reserva de agua del suelo	-49	-15	15	16	29	27	2					-25	
Reserva de agua útil (saturación=100mm)	26	11	26	42	71	98	100	100	100	100	100	75	
Exceso de agua							19	8	24	12	1		64
Déficit de agua agrícola													0
Evapotranspiración real	120	98	83	45	29	17	18	25	36	55	78	103	707

Índice de humedad Iu :

9,1%

Índice hídrico $Ih = Iu - 0,6Ia$

9,1%

Definición de clima: C2 r B'2a'

Índice de aridez Ia :

0,0%

Concent. térmica en verano:

45,4%

OBS: EVP de Lopez Juarez

Cuadro N°4

la franja costera medanosa, como por ejemplo ocurre con el arroyo Chocorí.

Además de los cursos de agua mencionados, se deben señalar las numerosas lagunas que actúan como amplios espejos, donde a la postre se produce la descarga y evaporación de las aguas subterráneas próximas. Sólo se mencionan las más importantes por su extensión: laguna Chasilauquén (generalmente se halla exenta de agua, y se presenta como una extensa playa salina), laguna de La Sal, con características semejantes a la anterior; luego la depresión diagonal con las siguientes lagunas: Epecuén,

Venado, del Monte, Cochicó, Alsina, Inchauspe, Juancho y Pay Lauquén. Además puede citarse la laguna de Puán, y una cierta cantidad de lagunas denominadas Saladas, de éstas la más importante por su superficie es la ubicada en el Partido de San Cayetano, vecina a la franja medanosa. Al sur de la ciudad de Juárez merecen citarse algunas pequeñas lagunas, tales como La Celina, Las Toscas y El Junco; su alimentación se realiza directamente por escurrimiento superficial de agua de lluvia y su descarga es a través de la capa libre. En cambio la alimentación en la mayoría del grupo alineado se debe no sólo al derrame de las lluvias por la capa freática, sino a que reciben tributarios

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR EL MÉTODO DE THORNTHWAITE

Localidad: **BARKER**

Lat: 37° 38'

Long: 59° 24'

Alt: m

DATOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Temperatura media mensual (período: 1941-1950)													
Temperatura media mensual (período: 1951-1960)	20,6	19,8	17,3	12,2	9,3	6,5	6,5	7,4	9,4	12,2	15,5	18,0	12,9
Temperatura media mensual (promedio)	20,6	19,8	17,3	12,2	9,3	6,5	6,5	7,4	9,4	12,2	15,5	18,0	12,9
Precipitación media mensual (período 1921-1950)	71	83	89	66	64	46	41	39	62	72	74	84	791
Índice de calor mensual	8,53	8,03	6,55	3,86	2,56	1,49	1,49	1,81	2,60	3,86	5,55	6,95	53,28
Índice de iluminación mensual (unidades 12 hs)	37,5	31,5	31,8	28,2	26,4	24,0	25,5	27,9	30,0	34,2	35,7	38,1	

CALCULO DE EVAPORACION POTENCIAL

Evapotranspiración sin corregir	3,2	3,1	2,6	1,6	1,1	0,7	0,7	0,9	1,2	1,6	2,2	2,7	
Evapotranspiración potencial	120,0	98,0	83,0	45,0	29,0	17,0	18,0	25,0	36,0	55,0	78,0	103,0	

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA

Precipitación media mensual	71	83	89	66	64	46	41	39	62	72	74	84	791
Evapotranspiración potencial	120	98	83	45	29	17	18	25	36	55	78	103	707
Variación de la reserva de agua del suelo	-49	-15	6	21	35	25					-4	-19	
Reserva de agua útil (saturación=100mm)	28	13	19	40	75	100	100	100	100	100	96	77	
Exceso de agua						4	23	14	26	17			84
Déficit de agua agrícola													0
Evapotranspiración real	120	98	83	45	29	17	18	25	36	55	78	103	707

Índice de humedad Iu : 11,9%

Índice de aridez Ia : 0,0%

Índice hídrico $Ih = Iu - 0,6Ia$

Concent. térmica en verano:

11,9%

45,4%

Definición de clima: C2 r B'2a'

OBS: EVP de Lopez Juarez

Cuadro N°5

con aguas permanentes, como son el arroyo Pigüé para las laguna Epecuén; el arroyo Venado que aporta a la laguna del mismo nombre, etc.

5.1. Calidad del agua superficial

Todo el sistema de ríos y arroyos que poseen sus nacientes en los dos sistemas serranos, aportan aguas de escasa concentración salina. Sólo incrementan las sales los que tienen un extenso recorrido y captan afluentes que se alimentan por la descarga de las aguas subterráneas

provenientes de la denominada **llanura alta**, que actúa como divisoria de aguas tanto superficiales como subterráneas.

El río Quequén Salado es el ejemplo más evidente del rápido avance de la salinidad en los cursos que se abastecen a partir de la mencionada conformación morfológica. Tal es así que ya en sus nacientes excede las 2.000 ppm, y próximo a la vía férrea que une Oriente con Coronel Machado sobrepasa los 2.500 ppm. El arroyo Pescado Castigado, afluente del Quequén Grande por su margen derecha, presenta en su tercio superior una salinidad de

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR EL MÉTODO DE THORNTHWAITE

Localidad: LAPRIDA

Lat: 37° 34'

Long: 60° 46'

Alt: 212m

DATOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Temperatura media mensual (período: 1941-1950)													
Temperatura media mensual (período: 1951-1960)	22,0	20,7	19,1	12,5	9,8	6,8	6,6	7,8	10,1	13,4	16,8	19,5	13,8
Temperatura media mensual (promedio)	22,0	20,7	19,1	12,5	9,8	6,8	6,6	7,8	10,1	13,4	16,8	19,5	13,8
Precipitación media mensual (período 1921-1950)	63	85	109	48	48	36	32	32	54	76	70	74	727
Índice de calor mensual	9,42	8,59	7,61	4,00	2,77	1,59	1,52	1,96	2,90	4,45	6,26	7,85	58,94
Índice de iluminación mensual (unidades 12 hs)	37,5	31,5	31,9	28,0	26,2	24,0	25,5	27,9	30,0	34,2	35,7	38,1	

CALCULO DE EVAPORACION POTENCIAL

Evapotranspiración sin corregir	3,5	3,2	2,6	1,6	1,1	0,7	0,6	0,8	1,2	1,8	2,3	2,9	
Evapotranspiración potencial	131,3	100,8	82,9	44,8	28,8	16,8	15,3	22,3	36,0	61,6	82,1	110,5	

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA

Precipitación media mensual	63	85	109	48	48	36	32	32	54	76	70	74	727
Evapotranspiración potencial	131	101	83	45	29	17	15	22	36	62	82	110	733
Variación de la reserva de agua del suelo	-51	0	26	3	19	19	17	10	6		-12	-36	
Reserva de agua útil (saturación=100mm)	0	0	26	29	48	68	84	94	100	100	88	51	
Exceso de agua									12	14		26	
Déficit de agua agrícola	17	16											33
Evapotranspiración real	114	85	83	45	29	17	15	22	36	62	82	110	701

Índice de humedad I_u : 3,6%
Índice de aridez I_a : 4,5%

Índice hídrico $I_h = I_u - 0,6I_a$: 0,9%
Concent. térmica en verano: 46,7%

Definición de clima: C2 r B'2a'

Cuadro N°6

650 ppm, en cambio en su tramo inferior otro dato arroja ya 2.348 ppm (9).

Las aguas del Quequén Grande, de acuerdo también a análisis efectuados en el mismo año en el cruce con el puente carretero de la Ruta Provincial N° 86, resultaron menos salinizadas que las del afluente citado, arrojando una concentración de 1.600 ppm. El arroyo Cristiano Muerto en su tercio superior posee escasamente 637 ppm (dato marzo 1974).

Referente a la calidad de agua de las lagunas, se

puede destacar que ofrecen notables variaciones; algunas son verdaderos salitres con enormes concentraciones de sales, tal es el caso de Epecuén que tiene cerca de 300 gramos/litro, y en épocas de sequías se forma una ancha playa salina de más de 100 metros antes de alcanzar las aguas de la laguna, la que se restringe marcadamente. El resto de las lagunas alineadas, si bien son saladas, tienen concentraciones bastante inferiores a la de Epecuén, oscilando alrededor de 5 gramos/litro. En general se advierte claramente que la concentración de sales en las lagunas citadas aumenta progresivamente a partir de la divisoria entre las lagunas de Inchauspe y el Tordillo; es decir que de

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR EL MÉTODO DE THORNTHWAITE

Localidad: **PIGÜE**

Lat: **37° 38'**

Long: **62° 24'**

Alt: **298m**

DATOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Temperatura media mensual (período: 1941-1950)	21,5	20,2	16,2	13,0	9,3	6,6	6,1	7,1	9,8	13,0	16,6	20,5	13,3
Temperatura media mensual (período: 1951-1960)	21,5	20,6	17,6	12,0	9,3	6,3	6,1	7,3	9,7	12,7	16,3	19,2	13,2
Temperatura media mensual (promedio)	21,5	20,4	16,9	12,5	9,3	6,5	6,1	7,2	9,8	12,9	16,5	19,9	13,3
Precipitación media mensual (período 1921-1950)	57	74	105	47	44	27	27	26	51	77	68	78	681
Índice de calor mensual	9,10	8,41	6,32	4,00	2,56	1,47	1,35	1,74	2,75	4,17	6,07	8,06	56,00
Índice de iluminación mensual (unidades 12 hs)	37,55	31,55	23,10	27,90	26,10	23,95	25,45	27,90	30,00	34,25	35,75	38,15	

CALCULO DE EVAPORACION POTENCIAL

Evapotranspiración sin corregir	3,4	3,2	2,5	1,6	1,1	0,7	0,6	0,8	1,2	1,7	2,4	3,0	
Evapotranspiración potencial	127,7	101,0	80,3	44,6	28,7	16,8	15,3	22,3	36,0	58,2	85,8	114,5	

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA

Precipitación media mensual	57	74	105	47	44	27	27	26	51	77	68	78	681
Evapotranspiración potencial	128	101	80	45	29	17	15	22	36	58	86	114	731
Variación de la reserva de agua del suelo	-46	0	25	2	15	10	12	4	15	17	-18	-36	
Reserva de agua útil (saturación=100mm)	0	0	25	27	42	53	64	68	83	100	82	46	
Exceso de agua										2			2
Déficit de agua agrícola	25	27											52
Evapotranspiración real	103	74	80	45	29	17	15	22	36	58	86	114	679

Índice de humedad Iu : 0,2%

Índice hídrico $Ih = Iu - 0,6Ia$

-0,4%

Definición de clima: **C2 r B'2a'**

Índice de aridez Ia : 7,1%

Concent. térmica en verano:

46,9%

Cuadro N°8

noreste a sudoeste la primera es la que posee menor concentración salina aumentando luego progresivamente en la dirección mencionada; de algo más de 3.000 ppm en Inchauspe se pasa en Cochicó a cerca de 6.000 ppm y a 20.000 ppm en laguna Alsina y por último Epecuén con 300.000 ppm. En realidad existe una comunicación entre las primeras por medio de canalización, y en las restantes, como las lagunas Venado y Epecuén, se ha producido en épocas de grandes crecientes la comunicación entre ellas. Los valores de sales totales son relativos ya que se hallan supeditados al régimen de las precipitaciones.

La laguna La Celina, ubicada al sur de Juárez, para el año 1962 registraba una salinidad total de 1.098 ppm. Por último haremos referencia a la laguna de Puán, ubicada en las inmediaciones de la misma ciudad. Se trata de una depresión cerrada de unos 20 metros de desnivel con respecto a sus márgenes oeste y norte, cuyos fondos están aproximadamente a unos 210 msnm. De tal manera recibe los aportes de lluvias de los faldeos de las sierras, así como también de un pequeño arroyo que tiene sus nacientes en las proximidades y que desagua en la misma por la margen oriental. El último dato de su calidad se debe al muestreo

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA POR EL MÉTODO DE THORNTHWAITE

Localidad: GUAMINI

Lat: 37° 02'

Long: 62° 23'

Alt: 109m

DATOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Temperatura media mensual (período: 1941-1950)	23,8	22,6	18,4	14,9	10,9	7,9	7,3	8,7	11,9	15,4	19,4	22,8	15,3
Temperatura media mensual (período: 1951-1960)													
Temperatura media mensual (promedio)	23,8	22,6	18,4	14,9	10,9	7,9	7,3	8,7	11,9	15,4	19,4	22,8	15,3
Precipitación media mensual (período 1921-1950)	58	68	99	50	39	32	26	28	45	83	73	73	674
Índice de calor mensual	10,61	9,81	7,19	5,22	3,25	2,00	1,77	2,31	3,72	5,49	7,79	9,95	69,12
Índice de iluminación mensual (unidades 12 hs)	37,5	31,5	31,8	28,2	26,4	24,0	25,5	27,9	30,0	34,2	35,7	38,1	

CALCULO DE EVAPORACION POTENCIAL

Evapotranspiración sin corregir	3,8	3,4	2,5	1,8	1,1	0,6	0,5	0,7	1,3	1,9	2,7	3,5	
Evapotranspiración potencial	142,5	107,1	79,5	50,8	29,0	14,4	12,8	19,5	39,0	65,0	96,4	133,4	

FACTORES PARA LA CLASIFICACION CLIMATICA

Precipitación media mensual	58	68	99	50	39	32	26	28	45	83	73	73	674
Evapotranspiración potencial	143	107	80	51	29	14	13	20	39	65	96	133	789
Variación de la reserva de agua del suelo	-8		19	-1	10	18	13	8	6	18	-23	-60	
Reserva de agua útil (saturación=100mm)			19	18	28	46	59	67	73	91	68	8	
Exceso de agua													
Déficit de agua agrícola	76	39											115
Evapotranspiración real	66	68	80	51	29	14	13	20	39	65	96	133	674

Índice de humedad Iu : 0,0%
Índice de aridez Ia : 14,6%

Índice hídrico $Ih = Iu - 0,6Ia$: -8,7%
Concent. térmica en verano: 48,5%

Definición de clima: C2 r B'2a'

Cuadro N°9

realizado por el ex-CIAS, en noviembre de 1970 y arrojó un total de sales de 7.180 ppm. Análisis efectuados en épocas menos lluviosas, registraron 14.000 ppm (año 1966); asimismo un dato histórico correspondiente al año 1921, efectuado por el Ministerio de Agricultura de la Nación, arrojó 5.594 ppm. En el arroyo Puán, afluente de la citada laguna, para el año 1970 se determinó un total de 606 ppm.

6. AGUA SUBTERRANEA

De acuerdo a las características hidrogeológicas pueden establecerse dos unidades interrelacionadas, los acuíferos **Epiparaniano** y **Paraniano**, sobrepuestos al **Basamento Impermeable**.

6.1. Epiparaniano

El agua almacenada en el subsuelo, única fuente de

aprovechamiento utilizada en la región, tiene origen en la infiltración de parte de las precipitaciones. El **Epiparania-no** constituye un acuífero multiunitario, cuyo horizonte superior productivo es freático.

La **capa freática o libre** es la principal fuente de aprovechamiento, tanto en la campaña como en la mayoría de los pequeños poblados. En cambio, en las poblaciones más importantes, Obras Sanitarias de la Provincia trata de explotar **niveles productivos semiconfinados** para evitar parte de las contaminaciones más comunes que se producen en las capas superficiales.

Arealmente se **distinguen dos zonas** bien definidas en cuanto al comportamiento del agua subterránea. La **primera** de ellas es la que comprende los **afloramientos del Basamento Impermeable**, predominantemente en los ambientes serranos, integrado por rocas acuífugas que acumulan agua donde están afectadas por porosidad secundaria.

Pueden distinguirse zonas sin agua subterránea, las cuales corresponden a las partes elevadas, y zonas medianamente ricas y ricas en aguas subterráneas en las porciones intermedias y bajas del relieve. En la generalidad de las zonas montañosas, en cercanías de divisorias de aguas, las características del agua subterránea son extremadamente variables en cortos trechos; no existen verdaderas capas de agua, el movimiento es semiturbulento y la profundidad del agua varía marcadamente. Las posibilidades de explotación se rigen por la misma ley, vale decir, que es posible en algunos lugares extraer caudales importantes con poca depresión, mientras que en zonas cercanas resultan a veces mínimos. Las fluctuaciones del nivel freático son amplias y rápidas, dependiendo de factores climáticos locales, a lo sumo zonales.

La **segunda zona** comprende el **ambiente cubierto por sedimentos** con porosidad primaria. El agua subterránea en estas áreas presenta características más o menos similares en los distintos puntos en consideración, y se constata la existencia de verdaderas capas de agua, en las cuales el movimiento es laminar; la profundidad del nivel freático presenta pocas variantes de un lugar a otro, y las posibilidades de explotación no presentan variantes extremas.

El Mapa Isofreático, ha sido confeccionado en base a los datos del censo realizado por el ex-CIAS, la Dirección Nacional de Minas y Geología y reconocimientos expeditivos de campo.

La morfología de la superficie freática se corresponde marcadamente con la topográfica.

Además, existe una relación directa entre las características topográficas del área y la profundidad de la superficie freática, correspondiendo a las zonas elevadas y con fuerte pendiente los niveles más profundos, y por ende a las zonas más bajas los más cercanos a la superficie. En líneas generales se puede acotar que la profundización se produce gradualmente a medida que se asciende hacia los flancos de los dos sistemas serranos. En la vecindad de éstos, los niveles de agua subterránea pueden encontrarse a más de 50 metros de profundidad, asimismo la variación de los mismos es muy notoria con los períodos secos y lluviosos.

En primera instancia se observa que la superficie piezométrica presenta curvas apretadas bordeando a los cordones serranos, siendo subparalelas a los mismos; de allí, de manera especial en el sistema de Ventania, la pendiente se distribuye radialmente hacia las depresiones donde finalmente descargan las aguas del subsuelo. Así se observan dos pendientes perfectamente individualizadas, una hacia la depresión diagonal de las lagunas alineadas y otra en dirección a la costa atlántica.

Sin embargo, en la parte central aproximadamente, se observa que si bien la pendiente continúa paralela a las serranías y a las bajadas del pie de monte, a partir de la cota 220 metros, la tabla de agua cambia la dirección del escurrimiento; su causa fundamental es la influencia de la llanura alta. Debido a este fenómeno la dirección del flujo se desvía hacia la costa atlántica o en dirección de la depresión del Vallimanca.

Se pueden distinguir claramente cuatro **sectores de predominio de recarga** o alimentación de las aguas subterráneas. Los dos principales por su extensión corresponden a **los dos ambientes serranos**, e incluyen el flanco nororiental del sistema de Ventania y el suroccidental del sistema de Tandilia. Una tercera área de alimentación se encuentra en la **parte central**, que coincide apro-

ximadamente con la línea férrea donde se ubican las estaciones ferroviarias Paragüil y Las Hermanas, en el ramal que une Coronel Pringles con Laprida. Por último el **cordón medanoso costero**, constituye otra área importante de recarga, que si bien en el Mapa N° 3 no se aprecia por la escala de trabajo y los escasos datos disponibles, forma sin embargo una estrecha faja elevada con mayor altura de los niveles en su sector central y con pendiente hacia el mar y continente respectivamente, que impide y frena el escurrimiento subterráneo, formándose por este fenómeno, lagunas elongadas a lo largo de la cadena medanosa que actúan como descarga del continente y del cordón señalado.

Los ambientes serranos y periserranos presentan curvas isopiécicas apretadas debido al alto gradiente hidráulico que acompaña en mayor o menor medida a la topografía local; asimismo esos sectores presentan un caudal de escurrimiento importante. En el ambiente de Tandilia, en un perfil desde Barker hasta Claraz, se advierte un gradiente hidráulico de aproximadamente 5 por mil; valores semejantes se aprecian en los flancos del sistema de Ventania. Luego, en las áreas de conducción se produce una franca suavización de la pendiente hasta alcanzar las áreas de descarga finales. Partiendo de la llanura alta en dirección al Vallimanca los gradientes en la sección más elevada sólo registran valores de 0,5 a 0,7 por mil, incrementándose a 1 por mil a medida que nos acercamos a la zona de descarga; en dirección a la costa atlántica el gradiente igualmente se presenta en sus comienzos muy suave con pendiente semejante a la anterior, para luego incrementarse a valores de 2 por mil, presentándose las curvas paralelas en las proximidades de la costa atlántica.

A pesar de la falta de datos acotados de la capa freática en el sector de la franja medanosa costera, con seguridad se debe destacar un área central en la franja aludida, con cotas del nivel piezométrico superiores a los bordes de la misma. Esto se debe producir a causa del gran poder de infiltración de las arenas de los médanos para el agua de lluvia; gracias a esta característica granulométrica gran parte de la misma se infiltra directamente a la capa freática, por lo tanto resulta una carga más efectiva y superior que en la franja norte continental. Por tal fenómeno, como resulta lógico, debe poseer una cota más elevada y por lo tanto en el sector norte de la zona de dunas el agua de la capa freática desciende y empuja a las aguas más

salobres. Asimismo en la parte sur, limítrofe con la franja de dunas, la capa freática por su mayor altura con respecto al nivel del mar no permite la invasión salina, por lo menos en las capas más superficiales.

Dado el escaso gradiente dominante y la baja permeabilidad de los sedimentos, las velocidades características que se pueden esperar son pequeñas.

La **descarga** se efectúa principalmente en la **depresión diagonal-cuenca del Vallimanca, franja vecina a las dunas costeras y ríos efluentes**. El acuífero está sometido a un régimen no permanente.

En relación a los **horizontes productivos profundos** se puede extraer datos de las perforaciones que efectuaron los diferentes organismos nacionales o provinciales con fines exploratorios, pero por ser información muy escasa resulta casi imposible confeccionar mapas. En la localidad de Rivera, la DNGM efectuó en el año 1944 una perforación que alcanzó la profundidad de 386,3 metros, e incluye en los primeros 190,4 metros a la sección Epiparaniana y el resto del perfil hasta la profundidad final, al Paraniense. En la sección superior se alumbraron las siguientes napas: de 10,2 a 17 metros; de 42,6 a 47,3; de 64,9 a 68,3; de 78,2 a 84,4; de 117,6 a 127,7; de 154,15 a 156,5; de 171,3 a 172,7 metros. Del total solamente las cuatro primeras resultaron aptas y con caudales característicos escasos que disminuyen en profundidad, tal es así que de 1.260 l/h/m que arrojó la segunda capa ensayada, descendió a sólo 343 l/h/m en la cuarta capa.

En la vecindad de la ciudad de Carhué, a unos 10 km al este de la población, el DYMAS practicó una perforación. De acuerdo al resultado se atravesó un sólo acuífero con niveles productivos de diferentes rendimientos; los ensayos muestran variaciones en los coeficientes hidráulicos.

En la misma localidad, la Dirección de Hidráulica llegó hasta 270 metros en la depresión de la laguna, tocando la base del Epiparaniano a los 207 metros. Los horizontes localizados son poco productivos y con aumento de las presiones hidroestáticas en los más profundos que incluso llegan a ser surgentes.

En la localidad de Puán el ex-CIAS realizó una perforación en el año 1970; en la misma no se advierten

acuíferos francos bien delimitados, ya que más bien se trata de un sólo acuífero con aparente semiconfinamiento en las secciones inferiores. Las determinaciones hidráulicas arrojaron valores de transmisibilidad que oscilan entre 38 y 170 m³/día.m.

En la localidad de Gil, Partido de Coronel Dorrego y a unos 30 km de la costa atlántica, la Dirección Nacional de Minas y Geología efectuó entre los años 1941 y 1942 una perforación hasta los 426 metros finalizándose la misma en rocas del paleozoico. Se determinaron numerosos acuíferos a lo largo del perfil atravesado. En el tramo superior correspondiente al Epiparaniano, que incluye los 131,7 metros superiores, se ensayaron cinco capas acuíferas de: 6,1 a 6,4 metros; de 12,2 a 18; 60,5 a 66; de 84,2 a 89,5 y de 128,5 a 131,7 metros.

Los niveles piezométricos son positivos con respecto a la superficie freática. Salvo el primer horizonte que se agota, los otros constataron caudales característicos de 1.380, 1.000, 1.930 y 1.050 l/h/m.

Laprida es otra localidad que posee información de acuíferos a cierta profundidad. En este lugar la Dirección Nacional de Minas y Geología ejecutó entre los años 1942 y 1943 una perforación que alcanzó una profundidad final de 170 metros. Se reconocieron en la misma además de la capa libre, tres acuíferos confinados. La capa libre se halló en la perforación entre 1,3 y 4,5 metros, es decir con 3,2 metros de espesor. La segunda capa alumbrada se encuentra en 29 metros de profundidad, con un espesor de aproximadamente 6 metros. El techo de la tercera capa se constató a los 87,3 metros de profundidad, siendo su espesor de poco más de 5 metros; su nivel piezométrico se hallaba en 0,90 metros. Por último la cuarta capa se encuentra a 119,5 metros con un espesor de 10,7 metros y un nivel de 4,6 metros.

En Tres Arroyos se registran 5 perforaciones realizadas por Obras Sanitarias de la Nación entre los años 1941 y 1952 y con profundidades que oscilan entre 150 y 201,6 metros. En las mismas se determinó la presencia de numerosos acuíferos que, si bien poseen residuo salino bajo, resultan en general inaptos, por el alto contenido en flúor. En la perforación más profunda solamente los acuíferos entre 94,7 y 110 metros y 118 y 120 metros, resultaron aptos para todo uso. Los acuíferos superiores se hallan en

terrenos arenosos compactos, pasando a areniscas y areniscas arcillosas inferiormente.

En General Alvarado (Miramar) se perforó hasta 186 metros en el año 1915. En el perfil se describen diferentes terrenos que han sido subdivididos del techo a la base en Pospampiano, Bonaerense, Ensenadense, Poschapadmalense, Mesopotámico y Entrerriense. Finalmente desde la profundidad de 183,5 a 186,0 metros se atravesaron cuarcitas blancas. Se identificaron tres acuíferos: uno superficial libre, otro a partir de los 58 metros y el restante desde los 133 metros. Los datos químicos e hidráulicos son escasos, conteniendo los acuíferos en general baja salinidad.

En la ciudad de Necochea de acuerdo a la perforación efectuada por la Dirección de Hidráulica de la Provincia, se alcanzó la profundidad de 309,7 metros, y se reconoció la presencia de un acuífero a los 25 metros de profundidad, con un espesor de 40 metros, el nivel piezométrico se constató a los 10,6 metros, la capa ensayada posee un rendimiento de 10 m³/h/m y su contenido salino es de 1 gramo/litro.

Asimismo en la mayoría de las ciudades más importantes, Obras Sanitarias de la Provincia ha realizado perforaciones para abastecimiento a las mismas; como referencia podemos citar: Coronel Suárez, Pigüé, Coronel Pringles, Juárez, González Chávez, San Cayetano, Necochea, etc. En general este organismo provincial aísla a las capas superiores freáticas y se abastece de los acuíferos confinados o semiconfinados, hasta profundidades que ocasionalmente sobrepasan los 100 metros.

6.1.1. Características hidroquímicas

Las características hidroquímicas de la región inter-serrana están estrechamente vinculadas con los ambientes morfológicos donde circulan. El agua subterránea debido a las conformaciones morfológicas apuntadas, presenta como primera observación un escurrimiento que está en estrecha relación con el relieve superficial. En el transcurso de una precipitación el agua escurre rápidamente hacia las zonas deprimidas, arroyos y lagunas, que actúan como niveles de descarga locales; una parte de ella circula por infiltración o percolación a los niveles inferiores hasta alcanzar las capas acuíferas, éstas se cargan de sales en

su movimiento y contacto con los sedimentos haciéndose mucho más notable al entrar a la llanura por pérdida acentuada de velocidad, destacándose por lo tanto un aumento muy marcado en la concentración salina, con el recorrido desde las áreas que actúan como recarga, hasta alcanzar los sectores en los cuales se produce la descarga.

En el Mapa N° 4 se han señalado las áreas con diferente contenido salino, delimitándose de acuerdo a la concentración en ppm. Se han separado así áreas con contenidos predominantemente inferiores a 1.000 ppm, entre 1.000 y 2.000 ppm y finalmente superiores a 2.000 ppm.

Tal como se señaló anteriormente se advierte que en las áreas elevadas, serranas y periserranas, que actúan como zonas de recarga, la capa freática presenta un contenido salino muy bajo, debido tanto al escaso recorrido como al poco tiempo de exposición con la masa de sedimentos que la contienen.

Las áreas involucradas con aguas subterráneas de muy buena calidad por su contenido en sales totales, arrancan desde los bordes serranos, incluyendo a las localidades de Puán, Pigüé y Coronel Pringles, en lo que atañe al sistema de Ventania (borde norte y noreste del mismo); y en el borde sur y suroeste del sistema de Tandilia, abarcando el sector donde se asientan las poblaciones de Matienzo, Claraz, Juárez, Bunge, etc. El área denominada llanura alta, es otro ambiente que recibe alimentación; también su parte más elevada se destaca por los bajos contenidos para la capa freática, pero aquí el sector es bastante restringido ya que por causa de su escasa pendiente, con formación de bañados, rápidamente en cortos trechos se produce un franco desmejoramiento con aumento de la concentración de sales totales. Por último, la franja costera de dunas, es otro ambiente con recarga muy acentuada gracias a su gran poder de infiltración y debido a su particular composición granulométrica que permite el asiento de aguas con bajos contenidos salinos.

A partir de los sectores periserranos, se advierte que existen amplias zonas que aún conservan concentraciones bajas para sus aguas subterráneas; ésto acontece en especial en las áreas que actúan como conducción y presentan un sistema de drenaje amplio, capaz de trans-

portar parte de las sales disueltas en su contacto con los sedimentos a distancias alejadas del lugar de origen. Un ejemplo de lo señalado se observa en el sistema de arroyos que nacen en las sierras o en sus bordes y llevan aguas permanentes, ya sea hacia las lagunas de la depresión diagonal, o en su defecto los que tienen su drenaje en dirección a la costa atlántica.

En el oeste, en el límite con la provincia de La Pampa, se advierte un desmejoramiento en la calidad de la capa freática, observándose zonas donde el residuo salino excede las 2.000 ppm. La causa fundamental de la mayor concentración salina debe buscarse en la existencia de cuencas sin drenaje, es decir que no existen cursos permanentes que trasladen sales hacia las depresiones. Solamente durante años de copiosas lluvias se advierte escurrimiento en dirección a las depresiones que generalmente son verdaderos salitrales, tal como acontece con la laguna Chasilauquen y la laguna de La Sal.

Las concentraciones elevadas están circunscriptas a las inmediaciones de las áreas de descarga, donde se advierten valores muy superiores a 2.000 ppm y a medida que se acercan a las depresiones aludidas se incrementan a valores excesivamente altos.

Asimismo, en dirección al este hacia las lagunas de Juancho y Pay Lauquen el área abarcada por la curva de más de 2.000 ppm se desplaza y amplía hacia el norte; en esta zona la curva que involucra concentraciones entre los 1.000 y 2.000 ppm abarca hasta las inmediaciones de la localidad de General Lamadrid y se desplaza igualmente bordeando a la curva anterior en forma casi paralela a las depresiones mencionadas. El alejamiento de las serranías, un drenaje deficiente y una escasa pendiente, son causas principales de la pérdida de calidad de los acuíferos a medida que nos acercamos a los puntos de descarga.

Otro extenso sector ubicado en la denominada llanura alta y que se inicia próximo a la divisoria de la capa freática, entre las estaciones Paragüil y Las Hermanas, y asimismo de norte a sur encierra a las nacientes del arroyo Quequén Salado, posee concentraciones similares a las anteriormente señaladas. Las más elevadas, superiores a 2.000 ppm, bordean al mencionado arroyo y a partir de la vía férrea que une Oriente, Machado, Bellocq, Orense y Cristiano Muerto cubren toda la superficie en dirección a la

costa atlántica. Rodeando a la anterior y con mayor superficie se observa la curva que encierra los valores entre 1.000 y 2.000 ppm. Se inicia desde la llanura alta circundando igualmente al Quequén Salado y luego se abre a la altura de Tres Arroyos para ocupar mayor superficie en su recorrido hacia la costa, llegando en dirección al este hasta las inmediaciones de las primeras estribaciones que se aproximan al Atlántico. Por último, falta referirse a la franja medanosa costera. Este típico ambiente forma una lente alargada con bajo contenido de sales totales, generalmente inferiores a 1000 ppm.

Cloruros

El Mapa N° 5 de curvas de isocontenidos en ión cloruro permite diferenciar zonas de predominancia en isovalores de hasta 350 ppm, entre 350 y 700 ppm y por último superiores a 700 ppm.

Como primera observación se advierte como destacable la existencia de una amplia zona con valores aceptables (agua apta para todo uso), con predominancia de contenidos inferiores a 700 ppm, que arealmente exceden a la señalada para el contenido en sales totales. A semejanza de éstas, las concentraciones mayores se circunscriben generalmente a los sectores próximos a los lugares donde se produce la descarga de la capa freática. Esto acontece de manera especial en la depresión diagonal y Vallimanca. Aquí existe una amplia faja alargada, rodeando a las lagunas alineadas de la depresión, que posee concentraciones altas. Luego, a medida que se aleja disminuye gradualmente el contenido del ión cloruro, pasando primeramente por valores intermedios, para finalmente en corto trecho tornarse los acuíferos totalmente aptos para todo uso.

Fuera del sector mencionado, se puede señalar el sur y de manera especial el suroeste, en donde se advierten concentraciones elevadas. La pérdida de la calidad para esta área, debe buscarse en gran medida, en el impedimento de la descarga de la capa freática hacia el litoral atlántico, debido a la conformación medanosa costera. Solamente el río Quequén Salado, el arroyo Claromecó y otros pequeños arroyos, recogen la descarga de la capa libre en ese sector. La escasa red de drenaje capaz de drenar mayores caudales de la capa freática en dirección al océano y el impedimento de las dunas, se traducen en

rápida pérdida de pendiente y velocidad de escurrimiento, con un mayor tiempo de exposición con los sedimentos del lugar que eleva paulatinamente la concentración de la capa superficial.

Finalmente restaría señalar algunos pequeños sectores con concentraciones intermedias, es decir con valores entre 350 y 700 ppm que se sitúan saltuariamente en la región, pero en general se incluyen en el sector oeste, limítrofe con la provincia de La Pampa, y en la llanura alta o en sus inmediaciones.

Sulfatos

La interpretación areal del contenido en sulfatos para la región interserrana se observa en el Mapa N° 6, en el cual se han definido arealmente con diferentes curvas las concentraciones de los mismos; para una mayor claridad se han separado zonas con valores predominantes de hasta 150 ppm y entre 150 y 300 ppm y finalmente mayores a 300 ppm.

Existe una correspondencia con lo detallado para el ión cloruro, es decir que las zonas con valores bajos, hasta 150 ppm, cubren una superficie aproximada del 90 % del total; por lo que se deduce que, a excepción de los sectores próximos a las áreas de descarga, todo el resto de la región presenta aptitud para todo uso. La franja con concentraciones entre 150 y 300 ppm se sitúa a cierta distancia de las áreas de descarga para ir paulatinamente aumentando el contenido a medida que nos acercamos a las mismas.

Flúor

El Mapa N° 7 muestra las áreas con contenido de flúor menor de 2 ppm, siendo éste el límite máximo para el agua considerada higiénicamente potable; entre 2 y 4 ppm y, finalmente, mayores a 4 ppm.

Es de destacar que regionalmente la distribución de los sectores con aptitud, es decir con concentraciones bajas, no siempre presenta una similitud marcada con las de residuo salino, cloruros y sulfatos.

Las leyes que regulan el origen y aumento de la concentración son desconocidas. Aparentemente en algunos puntos se registra una relación inversa entre la cantidad de calcio y de flúor; al aumentar el primero se advierte

una disminución del segundo. De la observación del mapa aludido se desprende que la zona con valores no potables para uso humano (mayor de 2 ppm) abarca casi el 50 % del territorio, es decir aguas potables por los otros elementos, dejan de serlo por éste.

Se advierte que en las áreas serranas y periserranas el contenido de este elemento se mantiene con valores bajos, acorde con las mayores recargas que se registran y por la rápida renovación, impidiendo la concentración elevada. No obstante, a partir de las nacientes del río Quequén Salado y de los arroyos Claromecó, Cristiano Muerto, Seco, Cortaderas, Zabala y Mendoza, en dirección al litoral, se advierte un rápido aumento del contenido con concentraciones mayores de 2 ppm y en general con una predominancia cercana a 4 ppm.

En el oeste y el norte de la región se registran igualmente concentraciones elevadas. Las poblaciones de Puán, Carhué, Guaminí y General Lamadrid se incluyen en una franja que posee valores predominantes entre 2 y 4 ppm. Asimismo, en una faja más o menos paralela a la depresión diagonal, desde la laguna de Monte hasta la de Pay Lauquen al este, se encuentra predominancia de concentraciones mayores de 4 ppm.

Fuera de lo ya mencionado con valores similares más o menos localizados se observan sectores dispersos en la región, con contenidos variables.

6.2. Paraniense

Los datos que se poseen sobre esta sección están sumamente dispersos, lo que no permite establecer un cuadro acabado del mismo, pero sí por lo menos dar una idea general de las posibilidades.

En Necochea se alumbró un horizonte productivo entre 280 y 291 mbbp surgente, con un caudal de 2.800 l/h y un residuo seco de 5.000 ppm.

En Tres Arroyos se atravesaron dos horizontes entre los 120 y 140 mbbp que estarían ubicados en una facies costera del paraniense, con residuo seco de alrededor de 2.000 ppm, sin conocerse las características hidráulicas.

En Gil la perforación realizada por la DNGM, atravesó tres horizontes productivos con las siguientes características y profundidades:

Profundidad: 177,15 a 177,75 mbbp
Nivel Piezométrico: 3,22 mbbp
Caudal: 430 l/h/m
Residuo Seco: 1.820 ppm
Cloruros: 790 ppm

Profundidad: 215,00 a 230,00 mbbp
Nivel Piezométrico: 3,05 mbbp
Caudal: 537 l/h/m
Residuo Seco: 2.400 ppm
Cloruros: 833 ppm

Profundidad: 414,17 a 419,19 mbbp
Nivel Piezométrico: 9,00 mbbp
Caudal: 130 l/h/m
Residuo Seco: 3.600 ppm
Cloruros: 1.489 ppm

La Perforación N° 1 en Carhué de la Dirección de Hidráulica de la Provincia alcanzó un horizonte productivo entre 257 a 260 mbbp con un nivel piezométrico de 17 mbbp, sin registrarse otros datos.

En la Perforación Rivera N° 1 de la DNGM se alumbraron dos horizontes productivos con las siguientes características:

Profundidad: 291,50 a 301,10 mbbp
Nivel Piezométrico: 6,00 mbbp
Caudal: 224 l/h/m
Residuo Seco: 25.840 ppm
Cloruros: 10.981 ppm

Profundidad: 319,60 a 350,75 mbbp
Nivel Piezométrico: 21,35 mbbp
Caudal: 132 l/h/m
Residuo Seco: 101.000 ppm
Cloruros: 60.224 ppm

7. USO DEL AGUA

El agua subterránea constituye para la región la fuente de abasto total para todo uso.

Debe hacerse sin embargo una diferencia fundamental en lo que atañe al uso en el sector rural y en las poblaciones, destacándose entre éstas las que cuentan con una población mayor y sus habitantes reciben comúnmente la dotación por medio de organismos oficiales. En el sector rural el abastecimiento, tanto para uso doméstico como para bebida del ganado, se realiza generalmente con molinos impulsados por el viento. Asimismo, en la región donde la capa freática se presenta con niveles cercanos a la superficie del terreno, es corriente observar bombas de mano para uso doméstico. Sintetizando, se puede decir que en el área rural la explotación se circunscribe solamente a los niveles superiores de la capa freática, siendo su uso casi exclusivo para bebida del ganado y en menor escala para uso humano. En forma rudimentaria suele utilizarse el riego de pequeñas parcelas para el cultivo de hortalizas.

Las poblaciones más importantes, tal como se señaló anteriormente reciben actualmente suministro de agua corriente por medio de OSBA y OSN. Pigüé, Coronel Suárez, Coronel Pringles, González Chávez, Juárez, San Cayetano, Necochea, Lobería y Miramar son abastecidas por el organismo provincial; en cambio la ciudad de Tres Arroyos recibe la dotación por OSN.

El SPAR que es un ente provincial dependiente del SNAP (Servicio Nacional de Agua Potable) tiene como tarea primordial el suministro de agua potable a las localidades con población pequeña; actualmente, en la zona provee a las poblaciones de Fernández y Otamendi, y se halla en etapas finales o de estudio el abastecimiento a las localidades de Rivera, Indio Rico, Oriente, S. F. de Bellocq, etc.

En la totalidad de las poblaciones mencionadas las fuentes de abastecimiento se localizan en el Epiparaniano, aislando generalmente los niveles superiores por razones de contaminación.

Finalmente se puede señalar el incipiente uso del agua para riego, que se realiza en lugares sumamente

restringidos; se puede citar la Estancia La Jacinta, próxima a la Estación Zentena, donde mediante siete perforaciones se realiza riego complementario para el cultivo de papa.

Sin embargo, es posible que en pocos años se produzca un notable incremento de riego en el sector pedemontano oeste de las sierras de Tandilia, acorde con lo que sucede actualmente en el área de la región pedemontana del otro flanco de la sierra, en las proximidades de Balcarce y en la cual ha tomado gran auge el riego complementario para el cultivo de papa de manera especial.

8. MODELO CONCEPTUAL

A los fines del modelo conceptual deben considerarse las siguientes premisas:

- El continente está integrado por dos secciones hidrogeológicas: la **Epiparaniana** y la **Paraniana**, interrelacionadas entre sí y asentadas sobre el **Basamento Impermeable**.

- Mientras la primera tiene posibilidades de recarga **autóctona directa**, la segunda sólo tiene probabilidades de recarga **autóctona indirecta** y en todo caso **alóctona**.

- La **morfología** influye marcadamente en el comportamiento de las aguas subterráneas. Si bien levemente, ésta y la fisiografía influirían en el balance hidrológico, incrementando la factibilidad de infiltración en las áreas periserranas y litorales.

En base a lo expresado y teniendo en cuenta que la **sección Epiparaniana** conforma un acuífero multiunitario, el conjunto se comportaría en rasgos generales como sigue:

A pesar de la posibilidad de la infiltración autóctona directa, en toda su superficie, ésta se incrementa en la vecindad de las sierras favorecida por:

- a) Influencia de las aguas superficiales provenientes de las serranías.

b) Las mayores posibilidades que ofrecería el balance hidrológico (mayores lluvias).

c) El incremento en la permeabilidad del terreno.

A lo señalado debe sumarse la afluencia subterránea de volúmenes infiltrados en el Basamento Impermeable en zonas afectadas por porosidad secundaria que percolan hacia la sección.

Las aguas subterráneas regionalmente, efluyen desde estos puntos hacia la llanura alta, al litoral marítimo y en la dirección depresión diagonal - cuenca del Vallimanca.

En la llanura alta, el carácter de los sedimentos y la morfología superficial facilitan un leve incremento en la infiltración, obligando a los filetes de flujo provenientes de las serranías a desviarse, tanto al norte como al sur, e iniciar la descarga a través de los ríos efluentes que nacen en su periferia.

El régimen no permanente a que está sometido el acuífero determina los perfiles de equilibrio regionales, que adoptan características particulares en conjunción con las variaciones morfológicas locales.

Así se originan áreas menores de recarga y descarga dominantes, coincidiendo con elevaciones y bajos respectivamente.

En el cordón medanoso litoral, por sus características hidrogeológicas y las del balance hidrológico, se produce un aumento notable en la recarga, dando origen a la formación de lentes de agua dulce elevadas sobre su periferia, constituyendo verdaderas barreras que dificultan la descarga de las aguas subterráneas continentales.

La salinidad de las aguas se incrementa desde las zonas de predominio de recarga hacia las de descarga, llegando a tenores muy elevados. Es así que tanto en los médanos litorales como en las serranías y sus alrededores el contenido salino generalmente es bajo. En la llanura alta donde deberían ser saladas, solamente en todo caso tienden a ser salobres a causa de las condiciones señaladas anteriormente.

La **sección Paraniense** recarga a través de la sección anterior, especialmente donde la facies litológica es más

permeable, esto seguramente origina un equilibrio hidráulico entre ambas.

En cuanto a la calidad del agua debe esperarse un mediano a alto contenido salino en relación al recorrido y al origen de los sedimentos que la contienen. Excepciones pueden existir en lugares próximos a la zona de recarga donde la facies litológica sea francamente arenosa.

9. CONCLUSIONES

Estas conclusiones en realidad constituyen hipótesis de trabajo que necesariamente deberán ser comprobadas con futuros estudios de detalle.

Morfológicamente existen cinco unidades: sierras, bajadas pedemontanas, llanura alta, dunas costeras y depresión diagonal - cuenca del Vallimanca.

Las **sierras conforman un ambiente acuífugo** con presencia de porosidad secundaria local.

El **resto del área comprende un ambiente acuífero** a medianamente acuífero con porosidad primaria.

Por su mayor permeabilidad relativa se pueden señalar las franjas periserranas y la medanosa.

Verticalmente se distinguen dos secciones hidrogeológicas: la **Epiparaniense** y **Paraniense**, asentadas en el **Basamento Impermeable**.

La primera asienta discordantemente sobre la segunda.

Ambas secciones presentan caracteres anisotrópicos locales y posiblemente homogeneidad regional.

El **balance de excesos de agua** posible de infiltrarse, a excepción de la franja oeste, en el límite con la provincia de La Pampa.

Dentro del marco regional en el que disminuyen los excesos de agua de este a oeste, existen leves incrementos en las periferias serranas y en el litoral marítimo.

La relativa profusa **red hidrográfica** se muestra **influyente** en las vecindades de las serranías, y como **efluente** en el resto, descargando los excesos de aguas subterráneas.

Comúnmente se trata de ríos perennes o intermitentes con períodos depresivos en las grandes sequías.

El escurrimiento fluvial puede estimarse groseramente en el orden de los 45 mm anuales.

Los ríos o arroyos menos caudalosos llevan aguas que pueden ser salobres.

Existen **dos acuíferos** correspondientes a las **dos secciones hidrogeológicas**.

El **epiparaniano** constituye un **acuífero multiunitario** cuyo horizonte superior es el freático.

La morfología freática se corresponde con la superficial.

Las áreas de predominancia de **recarga** corresponden a las alledañas a las serranías, a las dunas costeras y a la llanura alta.

La **descarga** predominante se produce en la depresión diagonal - cuenca del Vallimanca, franja vecina a los médanos y a través de los ríos efluentes.

La información sobre los niveles profundos es escasa, pero los mismos muestran un carácter anisotrópico local marcado.

La **calidad de la capa freática**, por su contenido salino, resulta de **buena aptitud** en amplias zonas que incluyen principalmente los ambientes de recarga; sólo en las proximidades de las zonas de descarga aumenta la concentración salina.

Entre los **oligoelementos perniciosos** se destaca la presencia de flúor especialmente en los sectores sudoeste y noroeste de la región.

Los **horizontes profundos** también **incrementan su contenido salino** en relación a los superiores.

Hay una química vertical a la que se le superpone una morfológica.

El **paraniano** posee recarga autóctona indirecta predominantemente.

La falta de datos no permite establecer un cuadro completo.

En general lleva **aguas salobres a saladas**.

El agua subterránea, única fuente de aprovisionamiento utilizada en la zona, se extrae casi exclusivamente de la formación de origen continental (Epiparaniana) que corona la pila sedimentaria, cuyos acuíferos integran una unidad hidráulica.

10. RECOMENDACIONES

Completar el censo de pozos y perforaciones.

Ubicar estaciones freatimétricas y de control hidroquímico.

Realizar estudios de detalle del ciclo natural del flúor.

Efectuar reconocimientos de fotointerpretación regionales.

Hacer relevamientos geoelectrónicos para determinación de la paleomorfología del Basamento Impermeable.

Orientar la explotación del agua subterránea en la zona balnearia a los fines de poder conservar el recurso.

Controlar las áreas bajo riego para iniciar a la brevedad un adecuado manejo.

11. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. **ARIGOS, L.** 1969. El Agua Subterránea en el oeste 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.

2. **CAMACHO, H.;** 1967. Las transgresiones del Cretácico Superior y Terciario de la Argentina. En: Revista Asoc. Geol. Arg. Buenos Aires, t. XXII, n.4, p.p. 253-80.

3. **CAVALIE, C.** 1954. Contribución al conocimiento geológico de las costas de la Provincia de Buenos Aires - Tramo entre el arroyo Chocorí y el arroyo del Moro. Tesis Museo La Plata. Inédito.

4. **CIAS.** 1967-1972. Mapas e informes inéditos en DYMAS.

5. **DOLINER, L.** 1969. Hidrogeología de la zona La Sortija y Estancia La Alicia. Dirección Nacional Geología y Minería. Inédito.

6. **DOLINER, L.** 1971. Descripción Hidrogeológica de la zona de Libano-Laprida y Lasalle. Publicado por Dirección Nacional Geología y Minería.

7. **DYMAS.** 1974. Factibilidad de provisión de Agua Subterránea potable a las localidades de Carhué y Lago Epecuén. La Plata.

8. **FRENGUELLI, J.** 1950. Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires. La Plata, LEMIT, Serie II, N° 33.

9. **GARCIA, J. y GARCIA, O.M.E.** 1963. Hidrogeología de la zona de Juárez. Dirección Nacional de Geología y Minería. Inédito.

10. **GARCIA, J. y GARCIA, O.M.E.** 1964. Hidrogeología de la zona de Sierras de Tandil y Claraz. Dirección Nacional Geología y Minería. Inédito.

11. **GARCIA, J. y GARCIA, O.M.E.** 1964. Hidrogeología de la zona María Ignacia. Dirección Nacional de Geología y Minería. Inédito.

12. **GARCIA, J. y GARCIA, O.M.E.** 1968. Hidrogeología de la zona Bunge y De La Garma. Dirección Nacional de Geología y Minería. Inédito.

13. **GARCIA, J. y GARCIA, O.M.E.** 1968. Hidrogeología de la zona San Jorge. Dirección Nacional de Geología y Minería. Inédito.

14. **GARCIA, J. y GARCIA, O.M.E.** 1971. Hidrogeología de la zona de González Chávez. Dirección Nacional de Geología y Minería. Inédito.

15. **GARCIA LOZANO, F. y GONZALEZ BERNAL-DEZ.** 1964. Métodos en uso y su empleo para el cálculo de la evapotranspiración. Ministerio Obras Públicas. Centro de Estudios Hidrográficos.

16. **HARRINGTON, H.** 1972. Sierras Australes de Buenos Aires. Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.

17. **HOLMBERG, E.** 1972. Tandilia. Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.

18. **MONTEVERDE, A.** 1938. Nuevo yacimiento de material pétreo en González Chávez. En: Revista Minera Argentina, Geología y Minería. Buenos Aires, t. VIII, p.p. 116-124.

19. **SALA, J.M.** 1973. Programas para la investigación de las aguas subterráneas de la provincia de Buenos Aires.

20. **SALA, J.M.** 1972. Aspectos hidrogeológicos salientes del territorio bonaerense. Reunión sobre la hidrogeología de la ciudad de Mar del Plata. Comisión de Investigaciones Científicas. La Plata.

21. **SALSO, J.** 1966. Cuenca de Macachín, Provincia de La Pampa. Rev. Asoc. Geol. Arg., T XXI, N° 2, 107-117. Buenos Aires.

22. **SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL.** 1958. Estadística Climatológica 1941-1950. Publicación B, N° 3. SMN, Buenos Aires.

23. **SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL.**

1962. Datos pluviométricos 1921-1950. Publicación B, N° 2. SMN, Buenos Aires.

24. **SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL.**
1965. Estadística Climatológica 1951-1960. Segunda Edición corregida. SMN, Buenos Aires.