

858

858

(12)

# I N D I C E



Página

1.-	Resúmen.....	1
2.-	Introducción.....	5
2.1.-	Propósito y alcance de la investigación.....	5
2.2.-	Ubicación y extensión del área.....	6
2.3.-	Recursos naturales y rasgos culturales.....	6
2.3.1.-	Demografía.....1.....	9
2.3.2.-	Educación.....	9
2.3.3.-	Vida Cultural.....	10
2.3.4.-	Red Vial.....	10
2.3.5.-	Red Ferroviaria.....	11
2.3.6.-	Servicio Aéreo.....	11
2.3.7.-	Puertos.....	12
2.3.8.-	Comunicaciones.....	12
2.4.-	Investigaciones anteriores.....	12
2.5.-	Plan de Trabajos.....	13
2.5.1.-	De Gabinete.....	13
2.5.2.-	De Campaña.....	13
2.5.3.-	De Laboratorio.....	14
2.6.-	Agradecimientos.....	14
3.-	Fisografía.....	16
3.1.-	Relieve, Generalidades.....	16
3.2.-	Red de Drenaje.....	19
3.3.-	Suelos.....	20
3.3.1.-	Suelos poco evolucionados con capa de arcilla.	22
3.3.2.-	Suelos poco evolucionados sin capa de arcilla.	23
3.3.3.-	Suelos evolucionados con textura media y fina.	23
3.3.4.-	Suelos mezclados en distintos estados de evolu- ción.....	24
4.-	Climatología.....	26
4.2.-	Régimen térmico.....	26
4.3.-	Régimen de heladas.....	27



4.4.-	Régimen pluviométrico.....	27
4.5.-	Régimen de los vientos.....	28
4.6.-	Nubosidad.....1.....	29
4.7.-	Régimen de evaporación.....	29
4.8.-	Tensión de vapor de agua.....	30
4.9.-	Régimen de evapotranspiración real (tentativa)..	30
4.10.-	Bioclimógrafo.....	31
4.11.-	Clasificación climática.....	31
5.-	Geología.....	33
5.1-	Generalidades.....	33
5.2.-	Estratigrafía(descripción perfiles de perfora- ción).....	34
5.3.-	Tectónica.....	39
6.-	RECURSOS DE AGUA.....1.....	40
6.1.-	Aguas superficiales, ríos y arroyos.....	40
6.2.-	Otros espejos de agua; cauces abandonados, madre- jones, esteros, lagunas.....	44
6.3.-	Aguas subterráneas, Generalidades.....	47
6.4.-	Hidrología de superficie.....	48
6.5.-	Hidrología del subsuelo.....	49
6.6.-	Características del sistema freático.....	50
6.7.-	Características del sistema confinado.....	71
6.8.-	Características hidroquímicas generales.....	79
6.8.1.-	Del freático.....	79
6.8.2.-	Del confinado.....	79
6.9.-	Toxicidad de las aguas.....	79
6.10.-	Aptitud del recurso.....	79
6.10.1.-	Riego, uso humano, animal, industrial, otros usos	80
7.-	CONCLUSIONES.....	80
8.-	RECOMENDACIONES.....	84
9.-	BIBLIOGRAFÍAS.....1.....	87



- 10.- PLANILLAS.....
- 11.- ILUSTRACIONES
- 11.1.- Planos (freática y confinada).
- 11.2.- Perfiles de depresión.
- 11.3.- Gráficos y planillas.

DESCRIPCION HIDROGEOLOGICA DE LA PARTE  
ORIENTAL DE LA PROVINCIA DEL CHACO  
(CUENCA INFERIOR DEL RIO BERMEJO)



1.- RESUMEN

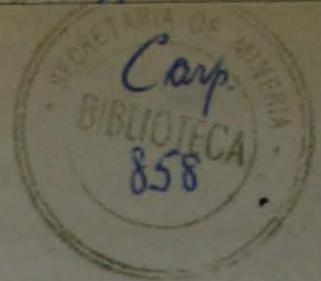
La presente descripción hidrogeológica comprende, los partidos de San Fernando, Libertad, Bermejo, 1° de Mayo, 25 de Mayo, Presidencia La Plaza, Libertador Gral. San Martín, Sargento Cabral, Quitilipi, Independencia, Maipú, Comandante Fernández y Gral. Dónovan han sido elaboradas como documentación complementaria para la evaluación de los recursos hídricos subterráneos de la Cuenca del Río Bermejo.

Con los antecedentes obtenidos, consecuentemente elaborados se sugerirá la incorporación a la vida socio-económica de la Provincia, sus recursos naturales renovables hasta la fecha no del todo aprovechados.

El área investigada abarca una superficie de 28.000 km<sup>2</sup>, ubicada al noreste de la Provincia del Chaco.

Una llanura de suave pendiente hacia el sureste es el relieve predominante en la zona, Colonia Pastoril al oeste en proximidades de Fortín Lavalle acusa 107 ms.n.m., en cambio Barranqueras y/o puerto Vilelas ubicados al este, presenta una altitud de 47 ms.n.m., distancia entre ambas cotas 240 km., con una pendiente sumamente reducida de aproximadamente 0,40 m/km.

Un escurrimiento superficial importante, caracteriza a buena parte de la región oriental donde en general, sus arroyos tienen bien definidos sus cursos, delimitados por barrancas y albardones relativamente bien desarrollados. Unos más otros menos, de ahí que en épocas de avenidas de agua, algunos de estos arroyos soportan importantes caudales, en el otro caso originan grandes desbordes con lamentables consecuencias en la vida socio-económica, y en la ecología de la Provincia (es el caso del Arroyo Guaycurú y su cuenca imbrífera).



La parte occidental en cambio, presenta poco desarrollo de cursos superficiales por varias causas ambientales, imponiéndose entonces, los cauces abandonados.

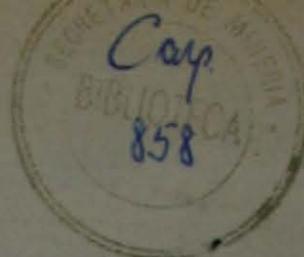
Ambas zonas al constituir la sección distal de la gran planicie aluvial originada por la erosión del sistema orográfico "Salto-Jujeño" (Sierras Subandinas), han desarrollado un paquete sedimentario propicio para acumulaciones hídricas, aunque como veremos, esta condición no resulta suficiente, por la característica litológica de sus estratos superficiales, que impiden una adecuada percolación sumándose a este factor negativo una mala distribución de las lluvias.

Como un significativo caudal no ingresa al subsuelo por esa constitución particularmente impermeable del substratum, queda agua en la superficie que inunda cañadas, esteros, bajos, etc., por el momento sin un aprovechamiento integral del recurso.

Las investigaciones practicadas en campaña (conductividad) y los análisis cuali-cuantitativos de agua realizados con anterioridad a este trabajo, permiten informar que las aguas freáticas y lra. confinada son en general aptas y su explotación resulta plenamente factible y redituable (ver plano con zonalidad hidrogeológica).

Esta característica no es extensiva a toda la región, dado que las mejores perspectivas se presentan hacia la zona litoral, decreciendo las mismas en forma paulatina, a medida que nos alejamos hacia el oeste, en especial a partir de la localidad de Machagai.

El agrupamiento de las distintas aguas obtenidas utilizando los gráficos de Schoeller, en base a la prevalencia de aniones y/o cationes, para su ulterior empleo como aguas para riego, o para valorar con equidad el recurso, no se efectuó por falta de los análisis correspondientes al momento de esta elevación.



Es importante consignar aquí, el lamentable desaprovechamiento de los acuíferos subterráneos que en su fluir hacia el sureste, ingresan a torrentes superficiales, perdiéndose zonalmente como potencial de riqueza.

Es menester por lo tanto, para proteger tan significativa pérdida, y a la vez incentivar ciertas zonas, tomar medidas urgentes con el fin de ejecutar ciertas obras, que permitan iniciar cultivos intensivos y sobre todo redituables.

De ésta manera, un gran núcleo humano, especialmente la juventud, que migra año tras año hacia los centros industriales atraídos por trabajos permanentes y/o mejor remunerados, se asentaría definitivamente en la zona que los vió nacer, contribuyendo así mejoramiento socio-económico de la región.

Por otra parte, y en opinión eminentemente personal del autor, sería oportuno interesar vivamente a las autoridades, a fin de crear una psicosis favorable que redunde en beneficio de la creación de una "unidad técnica permanente". Esta deberá examinar y aconsejar a la provincia sobre las mejores y más concretas realizaciones., en cuanto al conocimiento y manejo del recurso hídrico se refiera.

Desde el punto de vista térmico, Chaco podría clasificarse dentro de la zona tropical, por tener temperatura media anual superior a los 21° C. No obstante corresponde considerar su clima como de transición, entre el puramente tropical, caracterizado por las lluvias de verano y el subtropical, por las bajas temperaturas registradas en invierno.

Una serie de perforaciones realizadas por la ex Dirección Nacional de Geología y Minas. Obras Sanitarias de la Nación, Ferrocarril Nacional Gral. Belgrano e Hidráulica de la Pcia. del Chaco, entre Resistencia y Avia Terai (siguiendo la ruta Nac. 16), con el fin de cubrir necesidades locales a poblaciones, no aclaran suficientemente las características sedimentológicas del subsuelo del todo el área de estudio.

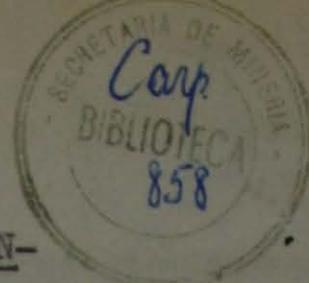


Como base topográfica, se han utilizado los planos del I. G. M. a escala 1:250.000 perteneciente a un levantamiento del año 1965, para volcar en ellos los 729 puntos de agua observados y planos del mismo Instituto a escala 1: 100.000 (Levantamiento 1945) para acotar dichos puntos y poder trazar dichos puntos y poder trazar (con relativa exactitud) las curvas isopiezométricas de los acuíferos de importancia fundamental para determinar las direcciones de escurrimiento y drenaje, zonas de recarga y áreas de explotación más favorables, etc..

En el tópico de recursos Subterráneos, la calidad del agua y su contenido cuantitativo de sales será considerada con más amplitud, en relación con su aptitud para la bebida humana, animal, riego, industria, etc..

En general puede significarse, que los distintos trabajos efectuados en campaña, gabinete y laboratorio, justificaron ampliamente la confianza que sobre estas investigaciones se habían previsto.

Finalmente queremos dejar expreso que se adoptó como herramienta principal del trabajo, el trazado de las curvas equipotenciales, por ser un sistema descripto e ilustrativo que suministra los conocimientos básicos sobre la morfología de los acuíferos. Por medio de ellos se pueden deducir tentativamente los más importantes parámetros físicos del acuífero, respondiendo además a una de las escuelas hidrogeológicas más avanzadas (la francesa), por haber sido aprobada internacionalmente, y por constituir por sobre todo, un documento público al alcance de quién lo desea consultar, en contraposición de otros, que son de carácter privado o personal.



2º -INTRODUCCION-

2.1.- Propósito y alcance de la investigación.

Los objetivos fundamentales del presente estudio, fueron conocer las posibilidades del sistema hidrográfico representado por el tramo medio e inferior del Río Bermejo, especialmente en lo que concierne a abastecimiento de agua a poblaciones, bebida animal, uso industrial, regadío, etc., indicando las áreas más adecuadas, para el desarrollo integrado de los recursos naturales renovables "dentro del contexto del desarrollo tanto de la región como del país.

Este estudio hidrogeológico en su 1ra. etapa no es "resolutivo, por cuanto fue engarado a nivel exploratorio de reconocimiento"(así lo especifican las Actas de compromiso suscriptas entre el Gobierno Argentino y OEA), pero sí podrá fijar zonas de mayor o menor aptitud dentro de la Baja Cuenca.

Si en este tramo, las tierras pueden aprovecharse en mayor volumen y si a esto se agrega un regadío adecuado, se obtendrán productos que podrían satisfacer demandas de mercados regionales nacionales y/o internacionales, especialmente si se los implementa con especies redituables y poco competitivas.

Como se ha previsto, se incorporaría un área bajo riego del orden de las 200.000 hectáreas, para lo cual el gobierno ha sugerido se prevean investigaciones complementarias, que aseguren el mejor conocimiento para el desarrollo de zonas agrícolas.

En este aspecto, el estudio contempla problemas coyunturales en las áreas de frontera, que se correlacionan con las pautas dadas por el P.N.D.S. (Plan Nacional de Desarrollo y Seguridad) y con los delineamientos del Programa de Reconstrucción y Liberación Nacional (Reunión de Gobernadores del 31-7 -74).

2.2.-

UBICACION Y EXTENSION DEL AREA

Las actividades del campo, se iniciaron el 17 de mayo y finalizaron el 30 de septiembre de 1974, no siempre en forma continua y sostenida, por causas ajenas al equipo de trabajo; no obstante, en dicho lapso, se pudo cubrir un área de aproximadamente 28.000 Km<sup>2</sup> sobre el sector Oriental de la Provincia del Chaco, a un ritmo (de acuerdo a los días efectivos de campaña) de 300 Km<sup>2</sup> por jornada de 10 hs, de actividad.

Dicha área, está situada entre los paralelos de 26° - 27° de latitud sur y los meridianos de 58° - 60° 45' de longitud oeste de Greenwich, (ver plano).

2.3.-

RECURSOS NATURALES Y RASGOS CULTURALES.

La Provincia del Chaco, situada al noroeste de la República, es una llanura que por la variedad de sus especies vegetales, por la riqueza de su fauna, por la bonignidad de su clima invernal, ofrece los atractivos múltiples de una naturaleza vigorosa, pródiga en caza y pesca.

El nombre de la provincia, de origen Quichun, está compuesta por la raíz indicativa "CHA" y el sustantivo "KO2, que significa "agua", fue además concida con la designación del Chaco-Gualamba, expresión ésta equivalente a llanura.

Llano húmedo en sus montes, ríos, lagunas y esteros, abundan la caza menor y mayor (yaguarete - puma, gato onza, coatí, jabalí, pecarí), de tal forma que la región se convierte en uno de los puntos privilegiados del país para la actividad cinegética.

El Chaco fue descubierto en 1582 por Sebastián Gaboto y en 1585 Alonso de Vega y Aragón, fundó la primera población que designó con el nombre de Concepción del Bermejo, a orillas de este río.

Resistencia, está construída sobre el emplazamiento de



de la antigua Reducción Jesuítica de San Fernando del Río Negro.

Por Ley Nacional N° 576 de Octubre de 1872 (Presidencia D.F.Sarmiento) se creó el Territorio del Chaco, comprendiendo la actual Provincia, parte de Santa Fe, el Chaco Santiagueño, todo Formosa y parte del Chaco Paraguayo, hasta Bahía Negra aguas arriba de Asunción sobre el Río Paraguay.

La primera Capital fue Villa Occidental, frente a Asunción sobre la margen derecha del Río Paraguay, luego la Isla del Cerrito y finalmente Resistencia.

Sucesivamente el Territorio Chaqueño sufrió amputaciones hasta el año 1902, en que se fijó sus límites definitivos (99.633 Km<sup>2</sup>), ratificando recién por la Convención Constituyente Provincial del año 1957.

A partir del 2 de febrero de 1878, cuando llegaron los primeros contingentes de italianos que se asientan en Puerto Tirol, Colonia Popular, Margarita Belén, Benítez, etc., se inicia la ocupación ininterrumpida del territorio.

Desde aquellos años hasta 1930, la economía chaqueña estuvo dominada por la explotación forestal, principalmente la del quebracho colorado, a posteriori y en torno a la segunda ciudad de la provincia, Roque Saenz Peña, crece otro polo de desarrollo, el algodónero, que tiene a esta localidad como su centro de mayor importancia.

Resistencia, la capital provincial, es nudo de comunicaciones del noreste de la República, su aeropuerto, una de los más modernos del país, es el punto natural de llegada, desde donde se puede extender a todos los lugares de interés del visitante.

La población de Resistencia cuenta con todos los adelantos y atractivos de una ciudad moderna, otra Roque Saenz Peña está dotada de una fuente termal, apta para el tratamiento de afecciones reumáticas, dermatológicas y neurológicas. Los balnea-



rios de Paranacito e Isla del Cerrito, cuya naturaleza, clima y pesca abundante se unen para dar un ambiente turístico especial.

También podemos citar, el hasta ahora más grande puente carretero tendido sobre el Paraná, "El General Belgrano", que une Resistencia- Barranqueras con Corrientes.

La exploración forestal (quebracho), desde los primeros tiempos de la colonización, convirtió a la zona en uno de los centros más importante del, mundo constituyendo el punto nodal de su economía.

En las proximidades de Resistencia, en Puerto Tirol, Fontana, La Verde y La Escondida, se levantan ciudades tanineras muy importantes. En 1970 entraron en fábrica 273.500 Ts. de quebracho colorado (*Schinopsis lorentzii*) y urunday, de los que se extrajo tanino sólido y atomizado, ácido tánico y fufural (para la industria de la curtiembre, fabricación de colorantes, industria farmacéutica, etc.). Durante ese año, la producción maderera, excluida la tánica, fue de 800.000 Ts. quebracho blanco (*Aspidosperma*), guayacan, (*prosopis nigra*) guayaibí, algarrobo (*coesolpinia melanocarpa*) y lapacho (te comaipé).

Desde 1930, el algodón constituye una fuente de ingreso muy importante para la economía de la provincia y del país, de tal forma que en el período 1960-61, se sembraron 460.500 hectáreas y en 1968/69 se agregaron 417,200 hectáreas de girasol y otros cereales.

En orden de importancia siguen el algodón, girasol, caña de azúcar (centro importante en Las Palmas), trigo, sorgo granífero maíz, tabaco y arroz. También se hace notar por su importancia en la economía provincial, las industrias textiles derivadas del algodón, la ganadería (hay en este aspecto estancias modelos) que por su organización y producción compiten con las mejores del sur. Una nueva producción en constante progreso se acrecienta en la Provincia, la forestación del pino y eucaliptus



En puerto Vilelas, se asienta la planta de fundición de plomo más importante del país, con mineral extraído en Sierra Aguilar (Jujuy).

La producción de citrus (especialmente pomelos), ocupa una buena parte del territorio provincial.

2.3.1.- DEMOGRAFIA.

La población del Chaco, presenta un fenómeno histórico de rápido crecimiento inicial.

Esto se hizo más evidente en las décadas 1920/30, y 1930/40, motivados por la penetración ferroviaria, la colonización y el cultivo del algodón.

Entre 1914 y 1917, el Chaco pasó de 46.274 a 430.555 habitantes, con un incremento del orden del 900%. Este ritmo de población, continuó hasta el año 1960, con un incremento del 3% anual, índice superior al promedio nacional.

A partir de 1960, se produce un fenómeno inverso, el Chaco exporta población y el nivel de crecimiento es estacional.

En planilla agregada puede observarse que las poblaciones urbanas de la provincia crecen en detrimento de zonas rurales.

2.3.2.- EDUCACION

El Chaco cuenta con todos los niveles de educación

El nivel pre/primario tiene 60 establecimientos con 4.216 alumnos.

El nivel primario tiene 883 establecimientos con 109.112 alumnos.

El nivel secundario tiene 78 establecimientos con 15.194 alumnos.

Resistencia constituye con Corrientes, Posadas y Formosa, el asiento de la Universidad Nacional del Noroeste Ar-



gentino, de importancia capital para el desenvolvimiento cultural de sus hijos, como así también, para estudiantes de países vecinos (Paraguay, Brasil, Bolivia),. Además, funciona la Facultad de Ingeniería Mecánica, dependiente de la Universidad Tecnológica.

2.3.3.- VIDA CULTURAL

Se ha creado a nivel Provincial, la Academia de Bellas Artes y la Escuela Superior de Música .

El sector privado, tiene la Asociación Coral polifónica con un coro de 50 voces, la que ya tiene en su haber, un galardón de importancia en el certamen de AREZZO (Italia 1968).

El 17 de septiembre de 1974 obtuvo una consagración mayor, al conquistar en representación de la Argentina, el 1er. puesto en el 17º Congreso Internacional de Pescara (ITALIA).

También funcionan la Asociación de Escritores y Artistas Plásticos.

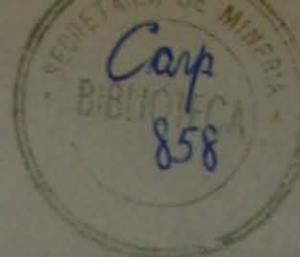
Resistencia, ofrece un aspecto único en el país, es la ciudad que más obras tiene expuestas al aire libre y esto se debe a la acción pujante de la Asociación Cultural "EL Fogón de los Arrieros".

2.3.4.- RED VIAL.

La ruta Nacional N° 11, pertenece al sistema Panamericano de carreteras, nace en Rosario y finaliza en Puerto Pilcomayo (Formosa), su extensión en el Chaco es de 174,5 km., totalmente pavimentada.

La ruta Nacional N° 16, une a través del puente " GRAL . BELGRANO" sobre el río Paraná, todo el sistema de carreteras Mesopotánicas con Metán (Salta). su recorrido provincial es de 327,9 km., casi totalmente pavimentada.

La Ruta Nacional N° 89, nace en el km. 985 de la Ruta Nacional N° 11 y se extiende hasta Charata, siempre sobre territorio



Chaqueño, es de tierra y su extensión alcanza los 248,5 km.

La Ruta Nacional N° 90, nace en el km 1.047 de la Ruta Nac. N° 11 y se extiende sobre territorio provincial, hasta el Puente Libertad, sobre el Río Bermejo, pasando luego a la provincia de Formosa. Sobre el territorio Chaqueño es pavimentada y su extensión aquí es de 105,5 km.

La Ruta Nacional N° 94, parcialmente pavimentada; nace en Santiago del Estero, pasa por la localidad de Gancedo y se entronca con la ruta Nac. 16 en Avia Terai, continuando hasta Tres Isletas, donde se une a la Ruta Nacional 95.

La Ruta Nacional N° 95, nace en Tostado (Santa Fe), pasa por R. Sáenz Peña, sigue hasta Lavalle y de allí hasta Puerto Pilcómayo (Formosa). En el Chaco tiene un recorrido de 311,6 km. con un 33% asfaltado.

Las rutas Nacionales suman en la provincia un recorrido de 1241.3 km, en cambio las provinciales propiamente dichas superan los 4.000 km.

### 2.3.5.- RED FERROVIARIA

La empresa Nacional Gral. Belgrano tiene en el Chaco un desarrollo ferroviario de aproximadamente 1.221 km, repartidas en 4 líneas y 4 ramales.

Las líneas son: Gancedo-Resistencia, - Metán (Salta), Tostado (S. Fe)-Gral. Pinedo, Santa Fe-Resistencia.

Los ramales son: Charadai-Santa Silvina, Haumonía-Villa Berthet, Gral. Obligado-Laguna Limpia y R. Saénz Peña-J.J.Castelli.

### 2.3.6.- SERVICIO AEREO

En la Provincia se extienden los servicios de :



Aerolíneas Argentina, Ala, Austral, Líneas Aéreas Parguayas y la Empresa Aéreo Chaco (sociedad mixta).

Además el Gobierno Provincial, con su Dirección de Aero-náutica, tiene asegurados los servicios aéreos a las poblaciones más distantes del interior de la Provincia.

### 2.3.7.- Puertos

El principal puerto Chaqueño, es el de Barranqueras, con un muelle de hormigón armado de 750 m. de extensión recientemente renovado, que posibilita cualquier tipo de embarque. Le siguen en importancia el de Vilelas, Bermejo y Antequera.

### 2.3.8.- COMUNICACIONES

Como toda provincia pujante y adelantada, el Chaco tiene todos los servicios modernos de comunicaciones, entre los cuales se citan: Telégrafo, Servicio Postal, Radio Comunicaciones, Televisión y Teléfono .

Generalizando respecto a las vías de comunicaciones, nuestra opinion es, de transferir gran parte de los esfuerzos nacionales a esta zona, a fin de integrarla viva y activamente al quehacer de la Nación.

Doctar al Chaco, de vías de comunicaciones transversales eficientes y deseminadas a los rincones más apartados es efectivizar los anhelos de los argentinos y un imperativo de la hora.

### 2.4.- INVESTIGACIONES ANTERIORES

Varias investigaciones efectuadas con anterioridad a este trabajo, han servido de inestimable fuente de consulta, otras significativas investigaciones, aunque no tuvieron proyecciones zonales, por cuanto han resuelto problemas puntuales, también han sido objeto de nuestra consulta.



Todos ellos sin excepción han sido incluidos en el tópico 8º Bibliografía.

2.5.- PLAN DE TRABAJOS

2.5.1.- De Gabinete

a) Consistió en la recopilación de toda la información existente, análisis, evaluación, clasificación y agrupamiento de los antecedentes recogidos.

b) Proyecto y confección de planillas, perfiles, gráficos y mapas.

c) Acotamiento expeditivo de todos los puntos de agua observados.

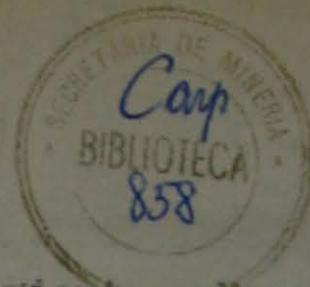
d) Preparación de cartas hidrogeológicas e hidrogeoquímicas, en base a la información del censo, determinación del sentido y valor del escurrimiento. Establecimiento de los límites del acuífero., demarcado zonas de poca excesiva extracción, en relación a las explotaciones futuras.

2.5.2.- De Campaña

a) Censo de punto de agua (pozos-molinos-manantiales-perforaciones, etc,) en escala 1:250.000 con determinaciones expeditivas, de las características físicas y químicas de los distintos niveles acuíferos, conductividad eléctrica, niveles estáticos y dinámicos, caudales y caudales característicos.

b) Programación de ensayos de bombeos, a fin de conocer las características hidráulicas de los acuíferos, eligiendo zonas adecuadas.

c) Programando y/o aconsejando el estudio de los acuíferos en el tiempo sus variaciones piezométricas. Instalando registradores de nivel de agua, como así también de cualquier otro tipo



de instrumentos que sirva para el conocimiento exhaustivo del recurso.

2.5.3.- De Laboratorio

- a) Estudios de las propiedades físicas del sedimento y/o de la roca portadora de agua.
- b) Estudio de la composición química-bacteriológica del agua a través del tiempo. Estos dos pasos no fueron posible encarar. El presente trabajo resulta incompleto por la falta de información hidroquímica de las aguas subterráneas.

2.6.- AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer la valiosa y amplia colaboración prestada por el personal técnico y administrativo de la Sede de la Cuenca Inferior del Río Bermejo.

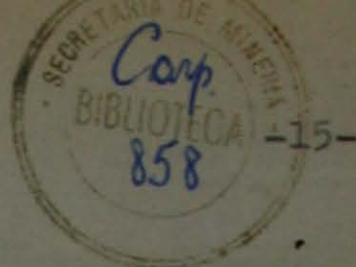
Al Dr. Carlos Peón, por sus consejos oportunos para encauzar y dirigir los trabajos de campaña.

Muy especialmente debo expresar aquí, mi reconocimiento por la ayuda y dedicación puesto de manifiesto en el lapso de 5 meses de trabajo, por los ayudantes técnicos de campaña Juan M. Clerici y R. Gariboglio.

Agradezco también a todas las entidades Provinciales (Dirección de Hidráulica) y Nacionales, por los informes facilitados que sirvieron de fuente inestimable para la elaboración de este trabajo.

Hago presente la colaboración de los Agrimensores Sotelo y Ogallar, por el cálculo y acotamiento de 729 puntos, distribuidos en la zona de trabajo, los cuales se emplearon para el trazado de las curvas equipotenciales y de perfiles de depresión.

Finalmente, dejo expreso mi reconocimiento a los Sectores de Hidrometeorología ( Ing. Binaghi y su personal ) y Suelos



(Ingenieros Patiño, Delssin y Ríos), por la confección de planos e informes orientativos y a los Dres. Atilio Battaglia y Carlos JJ. Oblitas del Servicio Nacional Minero Geológico, por sus consejos y corrección del presente informe.

También debo expresamente reconocer la eficiente labor de la Técnica Hidrometereóloga Sra. Eva Sastre en la planificación de los antecedentes sobre su especialidad que incluye esta entrega.

3.1.-RELIEVE: GENERALIDADES

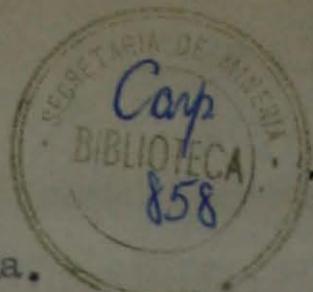
La zona presenta un relieve sin desniveles pronunciados con suave pendiente (0,40 m/km) de dirección noroeste-sureste. La tectónica ha dado formas peculiares al paisaje y ha influido sobre la circulación o trazado de los numerosos cursos hidricos superficiales y subterráneos.

Esta manifestación ha actuado como factor modelador, en la formación de los ambientes hidrogeológicos tan dispares que presenta el Chaco (Oriental, Occidental y Bajos Meridionales).

Dentro de ese relieve chato, monótono, surgen dos resaltos no muy importantes, por cuanto las dislocaciones profundas de la corteza poco se han reflejado en la superficie, pero si visibles; uno a la altura de Machagai (Ruta Nac. 16, km 122) que describiendo un arco, se lo atraviesa nuevamente en la Ruta Nac. 11, km. 1.057, entre los Pasajes Lapachito bifurcación a la Leonesa y Cañada Los Cuatro Diablos y otros más al oeste, el cual nace entre Napenai-Avia Terai (Ruta Nac. 16) corre paralelo al anterior, hasta atravesar la ruta Nac, N° 90, en Puerto Zapallar sobre el río Bermejo.

Entre ambos accidentes topográficos, estaría ubicado el domo central, según Marlange (16), marginado por dos depresiones no muy marcadas pero evidentes. Este relieve, se encuentra en una fase activa por cuanto la acción de su red hidrográfica en general, marca los efectos de erosión retrogradante desde el río Paraguay.

Al oeste de la 2da. deformación mencionada, Napenai-Avia Terai, se encuentra una sedimentita arenosa, la que por su ubicación, podría guardar correspondencia con las dunas que emergen a la altura de Las Lomitas (Formosa), de origen continental y que marcaría el límite de los limos lacustres y el borde del lago que durante el Lujanense (Post-Pampeano), cubría buena parte del



noreste de la "zona Chaqueña " Argentina.

Groeber (11) señalo que la naturaleza impermeable de los limos fluvio-lacustres del Lujanense, que abarca una gran parte del Chaco que nos ocupa habrían favorecido a posteriori la formación de los esteros del Sector Oriental y Marlange (15) al asegurar esta postura, agrega que las distintas depresiones orientales influyen sobre el clima de la comarca.

Es criterio generalizado entre especialistas que han trabajado en la zona que el relieve actual, si bien refleja los antiguos movimientos profundos, sus formas han sido fuertemente modeladas por agentes climáticos: hídricos y eólicos.

Según Tapia (32), entre los Meridianos 60° - 61° y a lo largo de toda la faja, entre los Paralelós 22° - 26°, la red hidrográfica con desagües al Río Paraguay, nace en el borde Oriental de la citada faja, mientras que otra cantidad de cursos que bajan del piedemonte occidental, desaparecen antes de conectarse con los primeros, a excepción del Río Bermejo.

Esto último, demuestra una desconexión entre los escurrimientos de ambos sectores y la faja mencionada, actuaría como cabecera de un grupo hidrográfico, con nivel de base en el Río Paraguay.

Los terrenos aluviales se han desarrollado paralelamente a los cursos de agua, esta característica también se aprecia en los cursos abandonados e ríos y arroyos muertos.

Los movimientos del subsuelo, acompañados por cambios climáticos que facilitaron los efectos erosivos de distintas magnitud, son particularmente evidentes en determinadas áreas de nuestro trabajo; así es posible apreciar suelos negros cubiertos por suelos arenosos, o suelos arcillosos o limo arcillosos, sepultando a otros típicamente arenosos.

Keidel aporta su experiencia para explicar la constitución de los suelos del Chaco, cuando dice, "que los sedimentos fluviales, se encuentran profundamente mezclados con otros de origen eólico y que esa parte al hundirse, durante el Terciario permitió



una ingresión marina, que más recientemente se repitió y luego posteriormente todo fue rellenado por sedimentos lacustres y estuariales.

Interpretando a Keidel y Tapia (34), podemos decir que durante el Pleistoceno (época glacial), los ríos Pilcomayo y Bermejo fueron ríos de montaña de corto recorrido, desembocando en un gran lago que ocupa parte de la Sección Oriental de las provincias de Formosa y Chaco.

Durante esta época, se producen descensos del suelo depositándose en forma alternada arcillas y arenas marcadamente estratificadas, en asociación con sedimentos yesíferos, limo lacustres y estuariales, acompañados por una actividad volcánica, como lo evidencian restos de cenizas volcánicas halladas en la base del horizonte loésico Bonaerense.

Este fenómeno se extendió sobre la parte final de la glaciación Pleistocénica, que acompañado por oscilaciones de báscula., permitió la ingresión Querandínense, completada posteriormente por un ascenso general de la zona, que se tradujo en la reactivación de las viejas fallas.

Sincrónicamente a estos acontecimientos, las montañas reflejan estos movimientos permitiendo que los torrentes activen su drenaje, facilitando el arrastre de grandes volúmenes de suelo, que luego de entremezclarse hacia abajo con los depósitos lacustres, terminan por sepultarlos,.

Paralelamente las grandes masas de agua, al producirse dichos ascensos, rompen los antiguos embalses naturales desagotando su contenido líquido en los grandes colectores.

Testigo de estos acontecimientos serían lo que ahora se conocen como ríos muertos, muchos de ellos ya sepultados o en vías de desaparecer, pero reconocibles perfectamente



3.2.-

RED DE DRENAJE

La red de drenaje, actuó y actúa como importante agente modelador del relieve, de tal forma, que los especialistas indican que, la acción de sistemas y ciclos hidrológicos desarrollados a través de los tiempos, ha contribuido a la formación y deformación de grandes áreas geomorfológicas.

Las áreas reciben el nombre de los ríos que los cruzan, por cuanto ellos han sido los principales agentes modeladores del relieve, creando paisajes típicos que los caracterizan.

La geomorfología y edafología de las regiones agrícolas y fitogeográficas, en que se ha dividido el Chaco, serán tema de los profesionales designados al efecto, por ello nosotros no entramos en los detalles correspondientes.

La red de drenaje de la zona, puede considerarse como relativamente eficiente, con formación de notorias barrancas, a excepción del arroyo Guaycurú, que en su curso superior, especialmente por no tener pendientes y capacidad portante para encausar las aguas pluviales, producen grandes anegamientos regionales, originando por acción secundaria riachos erosivos que aportan agua a depresiones, esteros y lagunas adyacentes.

Muchos de estos arroyos, tienen alimentación subterránea (Negro y Oro).

Todos ellos, sin embargo pueden considerarse como permanentes, lo que está de acuerdo con el carácter general de los escurremientos superficiales, provenientes de zonas dotadas de buenas precipitaciones

Esta característica no es común en todos, ni a lo largo de todo el curso de cada uno de ellos, pero en general, responden al siguiente esquema, de diciembre a marzo mucho caudal, quizá el 70% de su tiraje anual, luego paulatinamente decrecen hasta conver-



tirse en una insignificante corriente y hasta pueden cortarse en algunos tramos de su recorrido durante el transcurso del período septiembre-octubre (época seca). Si este fenómeno no se hace sentir, sus cursos se mantienen durante todo el año, y los bajos inundables, receptores de la crecida, no se agotan tan rápidamente, favorecido por los albardones que circunciben a cada estero o laguna y por el deficiente drenaje que presenta cada uno de ellos.

Resulta importante consignar que los cursos de agua superficiales siguen la inclinación general de la pendiente (noroeste-sureste), y la mayoría tienen su origen en inmediaciones del trazado de la ischieta de 800 mm., luego de la cual, casi abruptamente, estos colectores desaparecen por completo quedando algunos remanentes hacia el ángulo nor-oriental de la hoja.

3.3.- SUELOS

La zona de trabajo se ha denominado "Región Oriental" en contraposición de la Región Occidental que contiene características hidrogeológicas, sedimentológicas, ecológicas y geomorfológicas, tan dispares (ver gráfico) que se diferencian nítamente.

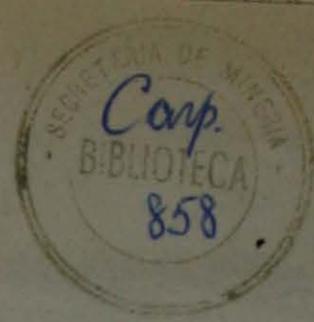
Donde pasa el meridiano de 61°, línea Fortín Lavalle, Tres Isletas, Avia Terai, se halla el límite entre ambas regiones, cuyas características serían:

REGION OCCIDENTAL

1- Profusa red de drenaje en estado de colmatación (denominados caños). Remanentes de una importante red hidrográfica, posiblemente desaparecida por cambios climáticos y/o procesos estructurales.

REGION ORIENTAL

1 - Escurrimientos superficiales bien definidos, con caudales importantes.



- |   |   |
|---|---|
| 2- Nula pendiente.  | 2-Pobre pendiente.  |
| 3- Sedimentos medianos.                                       | 3-Sedimentos finos.   |
| 4- Buena percolación.   | 4-Pobre a baja percolación.                                 |
| 5- Su precipitación media oscila entre 500 y 850 mm. anuales. | 5-Buena precipitación; oscila entre 850 y 1200 mm. anuales. |
| 6- Sin formación de espejos de agua.                          | 6-Formación de grandes espejos de agua.                     |
| 7- Baja radicación urbana y rural.                            | 7-Buena radicación urbana y rural.                          |
| 8- Desarrollo ganadero.                                       | 8-Desarrollo diversificado.                                 |
| 9- Recursos del suelo; poco conocidos                         | 9-Recursos del suelo; excelente buenos y de regular calidad |
| 10- Mayor índice de evaporación.                              | 10-Menor índice de evaporación.                             |
| 11- Fuerte calentamiento del suelo.                           | 11-Menor calentamiento del suelo.                           |

Dentro de los límites de esa Región Oriental que ahora interesa, hay una extensa zona de drenaje deficiente, causado por un escurrimiento superficial difuso y lento, comportándose éste en forma predominantemente laminar, dentro de terrenos con fisonomía de esteros y/o cañadas.

Si bien existen varios ríos y arroyos, su actividad actual se halla restringida especialmente a su cauce, estando desconectados de los restantes sectores, por sistemas de albardones fósiles y actuales.

Asociados a estos últimos ambientes morfológicos, se encuentran zonas que ocupan una posición topográfica más elevada, las cuales presentan mejores condiciones de drenaje y se caracterizan además por un buen recubrimiento boscoso y por una composición florística y trama (densidad), que está siendo alterada en muchos casos, profunda y definitivamente por la acción antrópica (mano del hombre).

Independientemente de estos dos ambientes, encontramos un tercero, constituido por lomadas suavemente onduladas y convexas situado en el extremo occidental de nuestra hoja, caracterizado además por una disminución casi total de escurrimientos superficiales y espejos de agua. Posee en cambio, una red bien desarrollada de ríos y/o arroyos muertos.

De estas tres distintas fisonomías de relieve, surgen los rasgos que definen las diferentes unidades edáficas de nuestra Región de estudio.

### 3.3.1.- SUELOS POCO EVOLUCIONADOS CON CAPA DE ARCILLAS

En las zonas inmediatamente vecinas a cañadas, esteros u otros espejos de agua semejantes, predominan suelos constituidos por materiales arcillosos que presentan rasgos vérticos (vertisoles; suelos arcillosos con elevado coeficiente de expansión-contracción), con fuerte hidromorfismo estacional (drenaje restringido por lenta o deficiente permeabilidad).

En las microdepresiones, donde las condiciones de anaerobiosis (condiciones sin oxígeno) pueden considerarse como permanentes, los suelos están sometidos a procesos de gleyzación (gleysoles), horizontes donde dominan las condiciones reductoras básicas.

Como estos ambientes, se encuentran en un avanzado estado de colmatación, su influencia se va extendiendo paulatinamente hacia las zonas periféricas y aledañas más elevadas, produciendo el recubrimiento del suelo antiguo y creando condiciones inadecuadas para la subsistencia y desarrollo de la vegetación, a lo que debe agregarse, un incremento notable en el grado de salinización de los suelos, que conduce a un aceleramiento de su degradación física, por medio de la erosión mantiforme (arrastre de la película superficial de los suelos en sus primeros centímetros).



3.3.2.- SUELOS POCO EVOLUCIONADOS SIN CAPAS DE ARCILLAS  
Y CON FRACCION LIMO-ARENOSA FINA (SUELOS A-C).

En el área de influencia de las vías de drenaje actuales (Guaycurú, Negro, Oro, Cangui, etc.), se encuentra una mayor complejidad de formas propias del modelado fluvial. Entre sus albardones más o menos manifiestos yacen suelos de poco desarrollo, en cuya composición textural, comunmente predominan el limo y la arena fina, pudiendo darse algunos casos, en los que se intercalan capas de materiales de granometría mucho menor (arcilla).

Sus condiciones físicas son buenas, con elevada permeabilidad, pero debido a su particular textura tienen una baja retención de humedad, salvo cuando están presentes las capas arcillosas antes citadas. Si no han sido alteradas por el hombre, son suelos aptos para la agricultura y se encuentran cubiertos por bosques en galería del tipo densos.

Intercalados entre los albardones, se encuentran depresiones aisladas de forma muy variable, (antiguos Backswamps-bajos inundables) y colmados por materiales arcillosos, que le confieren características de baja permeabilidad y fuerte hidromorfismo, algo similar a los descriptos para los suelos de ambiente de cañadas, esteros, etc..

3.3.3.- SUELOS EVOLUCIONADOS CON TEXTURA MEDIA Y FINA  
(SUELOS ABC).

El tercer ambiente dominante, constituido por lomadas suavemente convexas, presenta suelos de moderado a fuerte desarrollo. Arealmente estos suelos muy evolucionados tienen su mayor expresión en las zonas comprendidas por Tres Isletas, J.J.Castelli, Avia Terai, Colonia Elisa, Plaza, R.S.Peña, Machagai, Quitilipi, etc., donde se aprecian suelos muy antiguos y profundos, con más de 1,20 m. de solum (porción del perfil de suelos que comprende los horizontes eluviales e iluviales-horizontes A - B que son los



muy y poco transformados), con un marcado contraste de sus horizontes.

Es común también, que los horizontes superficiales, hayan sido degradados por procesos de erosión y a pesar de no presentar rasgos de hidromorfismo debido a su composición textural, pero si por la potencia de los horizontes argílicos (horizontes enriquecidos con arcilla iluvial), su permeabilidad debe considerarse de moderada a lenta.

Los suelos de moderado a poco desarrollo (cambisols), pueden estar integrados a esta última unidad descripta, pero su mejor expresión se encuentra hacia el oeste de la línea Avia Terai-Castelli - Fortín Lavalle, donde las condiciones de aridez limitan la evolución edáfica, considerándolos como muy aptos para riego.

En estos suelos, las intercalaciones arcillosas están mucho menos desarrolladas que en los anteriores, siendo menor también el porcentaje de dicho material en su composición textural, lo que le confiere mejores condiciones físicas para la recepción del agua.

Estas dos clases de suelos, presentan una vegetación climática de bosque alto cerrado (quebrachales), que en muchos sectores ha sido alterada por acción antrópica.

3.3.4.- SUELOS MEZCLADOS EN DISTINTOS ESTRATOS DE EVOLUCION

Una última unidad a considerar, es la constituida por el valle fluvial de los ríos Paraguay-Paraná, que presenta una complejidad muy grande en sus formas, lo que a su vez se refleja en la dinámica edáfica, tanto más si se considera que los desbordes de esos ríos, todavía influyen con el aporte de sus sedimentos, siendo por lo tanto un área inestable e indefinida.



La formación de los suelos está condicionada por:

- a) La granometría de los materiales que contactan con la biosfera.
- b) Los ambientes de depositación (bajos, albardones, antiguas terrazas, etc.).
- c) Por la influencia del nivel de la capa freática.

Debido a estos factores, la distribución de los distintos suelos es irregular y con variaciones a veces profundas en áreas muy reducidas, fenómeno detectado durante el desarrollo de nuestro trabajo, y son además las causas evidentes de las grandes diferencias en la calidad de las aguas, aunque sin alcanzar los límites de improductividad.

En términos generales, pueden considerarse como más aptos para toda utilización, los suelos que ocupan las posición topográficas más elevadas; albardones, lomadas, terrazas, etc..

4.1.- GENERALIDADES

Este capítulo se ha desarrollado, gracias al acopio de antecedentes y experiencias de los distinguidos profesionales, A. Galmarini y J. Raffo del Campo en su obra titulada "Clima de la Región Chaqueña"(10).

"Región Chaqueña" se denomina a una de las unidades geográficas más importantes del país, que abarca según el Ing. Galmarini en colaboración con el Dr. W. Borzacow y asesoramiento del Dr. J. Freguelli, varias provincias argentinas, territorio de Bolivia, Paraguay y Brasil.

Fisiográficamente, esta región forma parte de la llanura Argentina que Freguelli denominó "Pampasia".

La Región Chaqueña argentina, cubre una superficie aproximada de 350.000 km<sup>2</sup>, originándose al sur en los alrededores de Coronda (S. Fe.), de allí se extiende hasta Córdoba, luego de esta ciudad se orienta hacia el norte hasta alcanzar la República de Bolivia. Los límites Septentrional y Oriental lo constituyen los ríos Pilcomayo y Paraguay-Paraná.

La región tiene de noroeste a sureste una pendiente sumamente reducida, lo cual surge nítidamente si se observa que desde el pie de monte de las Sierras Subandinas hasta los ríos Paraná-Paraguay, 700 Km de distancia entre ambos puntos hay tan solo una diferencia altimétrica de 200 m.

El clima chaqueño podría denominarse de TRANSICION entre el tropical y subtropical, caracterizado por las lluvias de verano, por tener una medida anual superior a los 21°C y por las bajas temperaturas invernales, respectivamente.

4.2.- REGIMEN TERMICO

Para analizar el régimen térmico, se han tenido en cuenta los valores medios mensuales y anuales de la temperatura del



aire, observados en las distintas estaciones durante el período 1941-1950.

Según notificación del Servicio Meteorológico Nacional, la serie elegida fue de corta longitud, pero igualmente se empleó para este análisis.

El clima Chaqueño en su parte Septentrional (Boreal), es el más caluroso del país.

La isoterma promedio anual de 23°C que limita la zona de temperaturas más altas, pasa por Formosa, de allí comienza a decrecer hasta su límite Meridional (Austral) donde la temperatura media anual es del orden de los 17°C.

El valor más alto (temperatura media), se registra en Enero con 28°C y el más bajo (temperatura media), en Julio con 17°C.

#### 4.3.- REGIMEN DE HELADAS

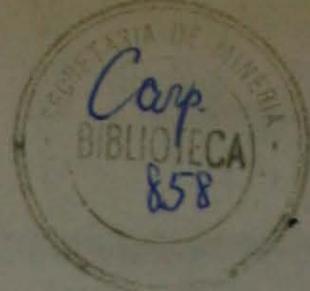
En la mayor parte de la región, las heladas ocurren en el período comprendido entre mayo y septiembre, coincidente con la época seca o de menor precipitación, con una frecuencia media anual, que resulta mínima en la parte norte, aumentando progresivamente hacia el sur.

Los Ríos Paraguay-Paraná, hacen sentir su influencia moderadora en la intensidad y frecuencia de las heladas.

#### 4.4.- REGIMEN PLUVIOMETRICO

La precipitación pluviométrica, constituye un elemento climático-meteorológico de gran utilidad y aplicación en las actividades humanas.

Con los valores promedios anuales, se han trazado las isohietas correspondientes y de su análisis, se obtiene un conocimiento definido, del régimen de distribución total anual de lluvias.



- Las lluvias máximas se producen hacia el oriente de la provincia, en proximidad de los ríos Paraguay-Paraná, con valores de 1200 mm. anuales, mientras que las mínimas se registran al oeste, línea Fortín Lavalle- Tres Isletas - AviaTerai, con mareas del orden de los 850mm. anuales.

Las isohietas tienen definida orientación N-S, e indican que a medida que nos alejamos hacia el oeste, las precipitaciones decrecen ostensiblemente y van perdiendo efectividad por el alto índice de evaporación y el fuerte calentamiento del suelo.

Analizando la marcha anual de lluvias, observamos que un 72% precipita entre noviembre-marzo, estación lluviosa estival.

La seca invernal, se extiende de mayo a septiembre con un 11% del total.

El 17% restante se distribuye en las estaciones de transición de húmedo a seco, marzo-mayo y de seco a húmedo, octubre-noviembre.

#### 4.5.- REGIMEN DE LOS VIENTOS

El viento constituye un elemento climático importante, por cuanto participa activamente en la caracterización de los climas.

Puede afirmarse que la temperatura, humedad, precipitación, nubosidad, etc., dependen fundamentalmente de las características e intensidad de las masas de aire actuantes.

Las velocidades medias del viento, en la Región Chaqueña son pequeñas, disminuyendo en intensidad hacia el oeste.

Las mayores velocidades, se registran en el semestre julio-diciembre, en especial durante los meses de agosto a octubre.

En las estaciones de verano y otoño, las velocidades

son menores, no obstante, contribuyen a refrescar el ambiente de los fuertes calores reinantes.

Los vientos prevalentes corresponden a los sectores noreste-sureste, lo cual deja entrever la influencia de los vientos alisios, junto con incursiones de aires polares y tropicales.

Las calmas de vientos, ocurren comunmente entre los meses de febrero a junio.

#### 4.6.- NUBOSIDAD

De acuerdo con una estadística del S.M.N. correspondiente al período 1941-50 se deduce que la frecuencia anual de días con cielo descubierto, oscila entre 77,3 y 93,4.

En cuanto a los días de cielo claro, alcanzan a un máximo promedio de 11,8 días.

El mes con nubosidad mínima sería agosto, mientras que junio se halla en el otro extremo, variando el valor de éste entre 8,1 y 10,6 días nublados.

#### 4.7.- REGIMEN DE EVAPORACION (Sup. libre)

Esta evaporación, interviene activamente como un factor negativo al que se le atribuye una gran importancia agroeconómica y ganadera.

En las últimas décadas se la ha tomado muy en cuenta, especialmente como dato básico en la determinación de los Balances hídricos, siendo de mucha aplicación para la determinación de la lluvia efectiva e índice de aridez.

La Estación R.S. Peña, demuestra que tiene una evaporación total anual del orden de los 1.446 mm. con un mínimo en Junio (60) y un máximo de 198,4 en Enero.

Este índice, resulta excesivamente elevado, por lo cual el S.M.N. señala que dicha estación está en la faz de experimentación



De la Estación Nueva Pompeya, se han recogido una serie de antecedentes, los cuales fueron previamente tratados por la Fórmula de Rohwer.

Se incluye un climatograma, que expresa la relación entre la evaporación física y la temperatura media del aire. Hacia el norte, en R.S.Peña, los valores son irregulares, mientras que al sur tienen tendencia más normal.

Meses mm.

E	F	M	A	N	J	J	A	S	Ø	N	D	Anual
260,4	154	158,1	105	86,8	72	114,7	173,6	204	251	198	195,1	1973mm

4.8.- TENSION DE VAPOR DE AGUA

La humedad relativa máxima, se registra generalmente entre abril-junio, con valores que ascienden hasta el 85%. La mínima en cambio, se producen en primavera y verano.

4.9.- REGIMEN DE EVAPOTRANSPIRACION REAL (Tentativa)

Este régimen fue posible obtener, mediante el empleo de la Fórmula de Turc y valores de temporada y precipitaciones de las Estaciones Castelli<sup>M</sup>R.S.Peña.

Período 1941/60

Castelli

R.S.Peña

Temperatura media C	21,3	21,1
Precipitación media, m.m.	937,-	1010,1
Evapotranspiración real	794,-	821,-
Infiltración (excluido escurrimiento), mm.	143	189,1



4.10.-

BIOCLIMOGRAFO

Este aparato es utilizado para determinar sensaciones de adaptación del género humano, con respecto al lugar que habita.

De acuerdo a registros obtenidos en el Chaco, si bien resulta poco agradable el ambiente climático del verano, por las temperaturas tórridas que se registran, el invernal es muy confortable ya que se presentan medias que oscilan entre 15° y 18°c.

Los meses de invierno, resultan apropiados y reconstitutivos para el organismo humano.

Aún cuando en estas zonas ocurren algunas heledas invernales y el frío es notorio, no suceden enfriamientos intensos, salvo excepciones, circunscriptos a determinadas regiones.

El turismo es muy promisorio en esta zona, por ser una de las regiones más agradables del país en su estación invernal.

El día se caracteriza por un sol radiante, de gran confortabilidad para las sensaciones humanas, la noche en cambio presenta un ambiente de refrigeración agradable y renovador.

No caben dudas, que esta zona está llamada a albergar contingentes importantes de turismo, cuando la provincia adquiriera experiencia suficiente como para recepcionar significativas masas de gente que, desde el sur se desplazan para protegerse de los rigores del frío.

Si a la mencionada confortabilidad de la temperatura, se unen obras de infraestructura, que participen además como atractivos puede vaticinarse que el Chaco, está llamado a ser una luminaria turística especialmente en invierno.

4.11.-

CLASIFICACION CLIMATICA

Empleando el método de Knoche-Borzacov "Clima decimal", podemos definir el clima de la zona utilizando los datos siguientes:



Clima	TRANSICION entre tropical y subtropical.
	Verano: Torrido Intenso
	Invierno: Frío
Temp. Med. Anual Máxima	Enero 28°C
" " " Mínima	Julio 17°C
Heladas máximas	Entre mayo-septiembre (época seca)
Precipitación máxima	1200 mm. Región oriental
	850 " Región central
	72% nov-dic. estación lluviosa
	11% mayo-sep. estación seca
	17% { marzo-mayo estación húmeda a seca.
	octubre-nov. estación seca a húmeda.
Velocidad vientos	Máximos: semestre julio-diciembre especialmente período agosto-octubre calma período febrero-junio
Evap.sup. libres-anual	1446 mm. - max: enero 198,4 mm. mínima: junio 60 mm.
Evapotrans, real anual	821 mm.
Nubosidad media anual	entre 77,3 a 93,4 días -Max.junio Min.Agosto
Tensión de vapor de agua	Máxima: abril - junio 85%
	Minima: julio - marzo 15%
Infiltración media anual	189,1 mm.

5.1.-GENERALIDADES

Para completar algunas necesidades Hidrogeológicas de la región, se desarrollarán unas breves consideraciones Geológicas, al solo efecto de utilizar estos conocimientos para aquella disciplina.

La zona de operación se encuentra emplazada en la cuenca sedimentaria de la llanura Chaco-Bonaerense, la cual según IATASA (19), mostró su individualidad respecto de sus vecinas durante el Paleozoico y Mesozoico.

Esta particularidad fue perdiéndose con el tiempo en especial, a medida que penetramos en el Cenozoico, donde se producen entre las Cuencas Chaco-Bonaerense y Santiagueña Occidental, ciertas relaciones, pero sin que cada una de ellas, pierdan su individualidad sedimentológica. En la 1ra. los depósitos son verdosos a grises, típicamente marinos, vinculados seguramente a la ingresión Paranaense, mientras en la 2da., son pardorrojizos correspondientes a un ambiente fluvio lacustre y un clima cálido y húmedo.

Durante el Terciario (Mioceno), fuertes acontecimientos diastróficos diferenciales producen un levantamiento general de las cuencas, dividiéndolas y fracturándolas en bloques. Los agentes erosivos posteriores desdibujan la fisonomía del paisaje reinante, sobre los que se depositaron los materiales lagunares y continentales del Plioceno.

A partir de la parte superior de este período, nuestra cuenca adquirió su forma o modelo definitivo de llanura, no obstante, las dislocaciones y erosiones continuaron, como así también durante el Cuaternario (en éste posiblemente se produjo la ruptura geológica entre la región chaqueña y la mesopotámica), cuyos materiales yacen discordantes con respecto a los anteriores.

Algunas de las modificaciones estructurales importantes



apuntadas durante el Cuartario, sería aquella elevación que iniciándose desde el territorio Cordobés (Mar Chiquita), penetra en el Chaco hasta Fortín Lavalle y continúa en la Provincia de Formosa.

Este fenómeno, según autores como Groeber (16) y Tapia (40), se materializó seguidamente de la depositación de los materiales palustres (pantanos) y lacustres (lagunas), del Lujanense produciendo modificaciones en el sistema fluvial imperante.

Otras anomalías importantes serían la obstrucción directa hacia el Paraná de los ríos Primero, Segundo y Dulce.

De esta anomalía se salvaron en cambio los ríos Salado, Bermejo y Pilcomayo, quienes por acción erosiva retrogradante, consiguieron nuevamente volcar su contenido ácusocal sistema Paraná-Paraguay (anteriormente se perdían en grandes depresiones y esteros,).

Hacia el final de este último período, se producen localmente nuevas modificaciones, especialmente en la red de drenaje, cuya característica hidrográfica, puede apreciarse en la actualidad.

## 5.2.-

### ESTRATIGRAFIA

Como este trabajo se apoya fundamentalmente en la descripción de los perfiles Geológicos, insertamos un cuadro geoestratigráfico que servirá para un mejor conocimiento de los sedimentos horadados, con los cuales intentaremos interpretar y elaborar con mayor coherencia, los acontecimientos estructurales acaecidos en la zona.

A tal efecto, se han elegido ciertos sondeos, que por sus características, serían los más representativos.

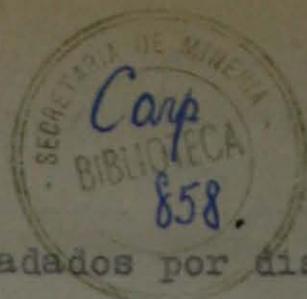


Cuartario	Holoceno	Actual:	Aimarense
o			
Neozoico	Pleistoceno		Cordobense
		Reciente	Platense
Terciario	Plioceno	Post-Glacial	
o			
Cenozoico	Mioceno		Querandinense
		Post-Pampeano	Lujanense
Secundario	Cretásico		Belgranense
o	Jurásico		Bonaerense
Mesozoico	Triásico		Ensenadense
		Pampeano	Pre-Ensenadense
		Pleistoceno	
			Puelchense
		Plioceno	Araucanense
			Mesopotamiense
		Mioceno	Paranense

A grandes rasgos, podemos apreciar a medida que nos aproximamos al sistema Paraná-Paraguay, una mayor proporción de arena en los primeros tramos de las columnas estratigráficas y consecuentemente los sedimentos adoptan una tonalidad decididamente amarillenta en la misma dirección. En el otro sentido los materiales se hacen más arcillosos y su coloración se torna verdosa.

Si bien es cierto, que los depósitos Cuartarios son de poco desarrollo vertical, haremos de ellos unas breves consideraciones, por su contribución a la formación de los suelos actuales.

Los sedimentos post-pampeanos, se encuentran distribuidos sobre los sectores deprimidos de nuestra llanura, en donde



posteriormente han sido erosionados y degradados por distintos agentes.

Sobre las mayores elevaciones, sobresalen nítidamente por su distribución areal, materiales areno-loésicos del Bonaerense.

Este depósito pardo amarillento, amarronado a rojizo, de ambiente seco, se caracteriza por su granulometría fina y homogénea constituyendo en conjunto una masa porosa, sin visible estratificación (índice de sedimentación eólica), asociado a componentes yesíferos y calcáreos a veces importantes, del tipo "loesskinde" (muñecos del loess). En muchos sectores se encuentran expuestos o a pocos centímetros de la superficie, si tan sólo se hacen pequeñas excavaciones o calicatas.

Los materiales de este depósito han contribuido a la formación por acción combinada de agentes meteóricos, erosivos y químicos, de una sedimentita areno-limo-arcillosa (mezclada en distintas proporciones), caracterizada por su grano fino, bien estratificada, con inclusiones de material orgánico proveniente de un ambiente lagunar (Lujanense?). Más recientemente, se ha transformado por acción especialmente biológica en la cobertura conocida con húmus, que correspondería a condiciones de clima diferente al anterior (húmedo).

Debajo del horizonte Bonaerense, es posible encontrar arcillas, limos arcillosos y arena fuertemente calcárea a veces yesíferas de color ocráceo, hasta amarillento, ubicados posiblemente en el horizonte Ensenadense (?). Existen pocos datos para corroborar estas presunciones.

En la perforación de Avia Terai (F.C. Belgrano), se citan varios niveles de tosca, en contraste con otras investigaciones del subsuelo donde no se los mencionan. No se describe en cambio, ningún nivel de yeso, cosa bastante frecuente en otros sondeos ubicados más hacia el este.



En este que nos ocupa, no se hace referencia al color de los diferentes estratos horadados, característica muy importante para su individualización.

La perforación que la D.N.G.M. realizó en Roque Saenz Peña (la más profunda de la zona), asigna los primeros 115,30m. al Plioceno, dentro del cual predominan las arcillas sobre las arenas, siendo estas últimas bastantes sueltas en proximidad con la superficie, para pasar a arcillosas y duras en profundidad. Por debajo continúan arcillas con nódulos calcáreos, areniscas calcáreas, rematando esta entidad con un potente banco arcilloso, yesífero y compacto.

El Mioceno se extiende entre 115,30 y 563,10 m, con predominancia de arenas. Las arcillas mantienen una coloración pardo rojiza, en cambio las areniscas se presentan rojas.

Sedimentos yesíferos con intercalaciones de arcillas verdosas se agrupan hacia el techo y arenas calcáreas, silíceas, en parte asociadas a rodados cuarzosos y nódulos calcáreos, se disponen hacia la base de este manto.

Los estratos que continúan son asignados al Triásico, los cuales contienen arenas sueltas, en gran parte friables, amarillentas, levemente arcillosas, calcáreas y algo yesíferas.

Hacia el este, en la localidad de Machagai, otra perforación de la D.N.G.M., atribuye los lros. sedimentos hallados hasta alcanzar la profundidad de 126,05 m. al Plioceno, para luego rematar con otros asignados a la formación Paranaense del Mioceno.

En este sondeo predominan arenas. El mayor contenido de arcilla se aprecia en el Plioceno, el cual presenta numerosas intercalaciones verdosas de origen posiblemente palustre, algunas concreciones y rodados calcáreos se observan hacia la parte superior de la columna estratigráfica, en cambio orientados hacia la base de la misma, se destaca la presencia de yeso, grava, gravilla



y rodados silíceos, contenidos en arenas algo amarillentas debido al hidróxido de hierro (limonita).

Sobre el techo del Mioceno, persisten algunas intercalaciones verdosas teñidas por hidróxido de hierro, hacia abajo aparecen calcáreos, para finalizar con arenas amarillentas conteniendo además como material accesorio, gravilla cuarzosa, yeso, mica, restos de madera y de ostras fósiles.

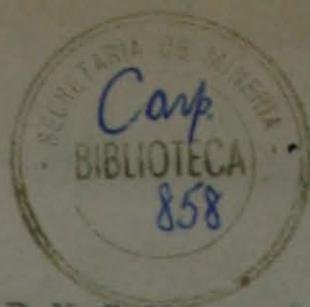
En Presidencia de La Plaza existe una perforación ejecutada por la Dirección de Hidráulica del Chaco, donde se describen someramente los sedimentos hasta alcanzar la profundidad de 50 m. Se citan estratos de color verde en superficie, para continuar con arcillas rojas con dos intercalaciones lentiforme de arenisca de poca potencia. Estas areniscas poseen algo de mica, y las arcillas nódulos calcáreos; hacia el final sobre la base, se atravesó un banco de tosca.

La perforación que realizó el F.C. Belgrano en Makallé es de solo 26 m. Aquí en superficie predominan las arcillas rojas con cierto contenido de óxido de hierro, algo arenosas y micáceas. Por debajo se alumbró arenisca verdosa y parda, con ciertas proporciones de óxido de hierro, tosca, mica y calcáreos.

En Resistencia la D.N.G.M. materializó otra perforación, constituida casi íntegramente por arenas amarillentas, salvo en su primer tramo, donde son visibles las arcillas rojas conteniendo óxido de hierro.

Las arenas evidencian una buena proporción de mica, incluyendo primero los pequeños bancos con óxido de hierro y sobre la base uno más desarrollado, conteniendo sales de manganeso.

En esta perforación, el Cuartario fue hallado hasta los 24,95 m. de profundidad, para luego continuar con sedimentos atribuidos al Plioceno superior,.



En la localidad de Castelli, la D.N.G.M. realizó una perforación de 565 m. de profundidad donde se individualizaron sedimentos Cuartarios, Pliocenos y Miocenos, No se detectaron los depósitos del Triásico.

Dentro del Cuartario, que alcanzó la profundidad de 93,40 m, se atravesaron arenas y arcillas rojas, las primeras algo calcáreas, yesíferas y levemente arcillosas con algunas intercalaciones de arcillas verdosas.

En el Plioceno predominan las arcillas, pero aumentando la proporción de intercalaciones verdosas, aún cuando los sedimentos siguen siendo calcáreos y yesíferos .

El Mioceno presenta en su techo, un potente banco de arcilla verde con intercalaciones rojizas, luego arenas arcillosas con calcáreos y yeso y a mayor profundidad continúan nuevamente las arcillas.

Por debajo de este estrato y hasta alcanzar la base de la perforación, aparecen arenas conglomerádicas, calcáreas, con yeso, ligeramente pardas, luego arcillas verdosas, fragmentosa, con algo de hidróxido de hierro, nódulos de yeso, y venas de calcita.

### 5.3.- TECTONICA

Nuestra llanura de suave relieve, no refleja procesos estructurales a primera vista, pero esto se hace evidente para quienes atravesado todo el territorio en procura de antecedentes, geológicos. Buena parte de esa área, refleja aunque no de un modo notorio, los movimientos de profundidad acaecidos, especialmente en las postrimerías del Terciario y comienzo del Cuartario.

Los levantamientos geológicos y geofísicos consultados por esta comisión, muestran hacia el norte de nuestra llanura, la alineación de los grandes sistemas de fallas que han dado formas



al relieve actual controlando la geología de la región y por extensión la circulación de los colectores superficiales y subterráneos, contribuyendo a la formación de ambientes hidrogeológicos distintos.

Según algunos autores, la presencia de aguas termales en E.S. Peña y el afloramiento de brechas de areniscas cuarcítica en Las Piedritas (proximidades de Charata), serían otras de las tantas demostraciones de las perturbaciones tectónicas acaecidas en este sector..

## 6 - RECURSOS DE AGUA

### 6.1.- AGUAS SUPERFICIALES; RIOS Y ARROYOS

Dentro del ambiente morfológico con fisonomía de esteros, cañadas y albardones (descrito en el 3er. tópico), se ubicarían los mejores escurrimientos superficiales de la zona, en cambio, circunscripto al ambiente de suaves lomadas convexas, coincidente con "domo central agrícola", toman principal relevancia los ríos y/o arroyos muertos, los cuales constituyen cursos de cortísimo recorrido, perdiéndose por evaporación y/o infiltración.

Iniciaremos la descripción de este tópico a partir del norte, donde se encuentra el mayor y mejor exponente hidrológico.

a) Río Bermejo: Luego de las juntas de San Francisco a casi 300 ms. n.m., entra este río en la pre-llanura salteña ampliando su cauce divagante. En el paraje conocido por el Desemboque, se bifurca en un brazo norte, constituyendo el Teuco o Nuevo Bermejo (por desplazamiento de su cauce original) y en otro tributario sur, que representa su antiguo cauce, llamado Bermejito.

Este último brazo, generalmente con poco caudal, sólo recibe los aportes intermitentes de los riachos del Valle y Dorado,



de los bañados del Quirquincho y del Vinalito y por último de la Cañada de los Colorados (proximidad de Rivadavia-Salta).

El Teuco y Bermejito, luego de recorrer la llanura por separado durante 400 km. vuelven a unirse en el Paraje Confluencia, próximo a Fortín Lavalle, a partir del cual corren unidos hasta su desembocadura en el Río Paraguay.

A la inversa de lo que sucede en la Alta Cuenca, el perfil altimétrico del río impide la recepción de afluentes, riachos, esteros y lagunas, los que se desplazan paralelamente al mismo, salvo en épocas de grandes avenidas de agua, por acción del drenaje fluvial.

Su valle es bastante amplio y sus meandros se desarrollan en curvas de gran radio, alcanzando muchas veces a cubrir el ancho del mismo.

En esta cuenca inferior, el río atraviesa un ancho valle aluvional muy erosionable, donde frecuentemente desplaza su curso por desbordes en períodos de crecidas, entonces es cuando se carga aún más de materiales sólidos, que luego transporta en suspensión y por arrastre. Aquí se asemeja a un río senil o por lo menos maduro, serpenteando sobre una llanura joven.

Con sus 1.450 km de recorrido (400 km, en Bolivia), ocupa el 3er. lugar por su extensión en el país, tiene una gran amplitud de variaciones de caudales, oscilando entre 26 y 10.653 m<sup>3</sup>/s., según aforos contabilizados en Zanja de Tigre (Salta).

El comienzo del año hidrológico tiene lugar en septiembre, con el aporte níveo acumulado en los flancos y cumbres de su alta Cuenca. La curva de caudales muestra un brusco ascenso en el mes de diciembre, alcanza su máximo en el período febrero-marzo, luego de lo cual, desciende lentamente hasta alcanzar su mínimo, en el mes de agosto.

Ningún tributario se vuelca al Bermejo, en su larga



trayectoria a través del territorio Chaco-Formoseño.

Como dato ilustrativo, se informa que el Bermejo es responsable por lo menos de las 3/4 partes del material sólido que el sistema Paraguay-Paraná arrastra anualmente.

b) Arroyo Canguí Chico

Nace en el Estero Novillo "Campo Wiraches" Departamento Libertador Gral. San Martín, recorriendo una amplia zona sin barrancas, estas se desarrollan recién al atravesar la Ruta Nac. 11, a la altura de Colonia Vélaz; estos cortes naturales alcanzan a tener alrededor de 4 mts. de altura. Aguas abajo de Gral. Vedia, Dpto. Bermejo, incorporansus aguas al Río de Oro. Su recorrido es estimado en los 67,5 km.

c) Arroyo Canguí Grande

Nace en las proximidades del Estero Carpincho-"Campo - Zimmerman", Dpto. Libertador Gral. San Martín, recibiendo aportes del Estero Novillo. Desde sus nacientes, mantiene barrancas bien definidas, que alcanzan un desarrollo de aproximadamente 4 m. de altura. Como acontece con el A° Canguí Chico, éste aporta su caudal al río de Oro. Su recorrido se estima en 80 km.

d) Arroyo Zapirán

Nace en las proximidades de los Esteros Grande y Redondo, al este de Colonia Bermejo, Dpto. Libertador Gral. San Martín, con desarrollo de notorias barrancas, hasta sobrepasar la Colonia Cabral Cué, luego de atravesar la ruta 16 a la altura del km 1079, donde incorpora su caudal al Río de Oro. Su recorrido es de 57 km.

c) Río de Oro

Nace al sur de Presidencia Roca, Dpto. Libertador Gral. San Martín, atraviesa una amplia zona, incluyendo a San Martín, Pampa Almirón, Selva del Río de Oro, Gral.Vedia, hasta alcanzar el Río Paraguay, en proximidades de la estancia Loma Alta, al sur de



Puerto Bermejo. Corre entre barrancas bien desarrolladas que encauzan con suficiencia el aporte pluvial de la zona. Su recorrido es estimado en 130 km.

f) Arroyo Quía

Nace al sur de la Eduvigis (Dpto. Libertador Gral. San Martín) recibiendo en épocas de crecida, aprtes del Río de Oro por medio de antiguos cauces erosionados. Sus barrancas son de poca altura. Vuelca sus aguas en el río Paraguay, al norte y en proximidad del Pto. Las Palmas.

Su recorrido aproximado es de 40 km.

g) Cuenca de los Arroyos Guaycurú

La llamaremos así porque abarca una serie de arroyos entre los cuales estan el Tucú, el Tostado y los dos Guaycurú chico y grande con sus respectivos afluentes. Nacen al norte de Pampa del Indio y atravesando en su recorrido una amplia zona de poco declive y sin mucho encauzamiento, provocando verdaderos desastres en épocas de lluvias abundantes.

Desde la localidad últimamente mencionada, ubicada en el Dpto. Libertador Gral. San Martín, la citada cuenca pasa sucesivamente por el sur de Roca, inmediaciones del Gral. San Martín y la Eduvigis, norte de Margarita Belén, para finalmente desaguar en el Riacho Ancho, el cual bordea el sector sur-occidental de la Isla del Cerrito.

Recibe en su amplio recorrido de 170 km., el aporte de lagunas y esteros muy importantes. Esta cuenca tributaria del Río Paraná, se desarrolla en una zona hundida con pobre desnivel, pero ocupando un amplio valle con contornos bien definidos,.

h) Serie de Riachos

Entre el Guaycurú y el Río Negro, se interdalan una serie de riachos de poca importancia, el Ortega, el Costa Iné, el Embalsado y el Tragadero, los cuales colectan las aguas de las inmediaciones virtiendo por separado sus aportes al Paraná.



1) Río Negro

Este río nace con el nombre de Riacho Nogueira, al norte de Tres Isletas, recorre una amplia comarca, presentando en la mayor parte de su recorrido, barrancas bien desarrolladas (alrededor de 5 m. de altura), que soportan con suficiencia los aportes pluviales en épocas de mayor precipitación.

Su zona de influencia sería, Pampa Bandera, Colonia Las Garcitas, Colonia Unida, Capitán Solari, Colonia Elisa, La Escondida, La Verde, Makallé, Colonia Popular, Tirol, Fontana, norte de Resistencia, hasta evacuar sus aguas en el Paraná, frente a Corrientes, entre Puertos Antequera y Barranqueras.

Recibe el aporte de innumerables lagunas y esteros, entre los cuales citamos a: Estero Pañuelo, Estero del Río Negro, Estero Feldman, Estero Gutiérrez, etc., su recorrido es de aproximadamente 170 km.

6.2.- OTROS ESPEJOS DE AGUA

a) Cauces abandonados (ríos y/o arroyos muertos)

Existen de todos los aspectos y grados de evolución, desde los juveniles hasta los geniles y desde los parcialmente colmatados hasta aquellos que han desaparecido por completo.

A partir de Presidencia La Plaza, más especialmente al oeste de Tres Isletas, son visibles dos viejas redes de drenaje, casi totalmente colmatadas por sedimentos modernos.

Uno de estos cauces, fue rellenado por material grueso (principalmente arenas gruesas y/o mediana), caracterizándose por no estar colonizado por monte, debido a sus limitaciones edáficas.

Estos suelos de pobre evolución, debido a procesos de meteorización muy lentos no presentan ningún tipo de estructuración y se encuentran generalmente poblados por Eliononus (espartillos)



Los otros cauces, en cambio, fueron colmatados por material más fino, (arena fina, limo, arcilla) y aunque acusan una evolución lenta, el proceso de meteorización es más rápido, dado que hay más retención de humedad e incorporación limosa.

Estos viejos cauces, contrariamente a los anteriores, comienzan a ser poblados por plantas indígenas, especialmente la leguminosa espinosa, dando así el primer paso hacia el monte estabilizado.

Los caños, denominación dada por los lugareños, a los cauces cuando presentaban concavidad, recibían material fino de erosión del monte. Este fenómeno produjo una mezcla de sedimentos que facilitó la radiación arbórea.

#### b) Madrejones

Se denomina así a los cuerpos de agua de carácter generalmente temporario, que se intercalan o se encuentran contenidos en el recorrido de un cauce abandonado.

Su régimen depende de las precipitaciones, adquiriendo mayor acumulación de agua, entre los meses de febrero-marzo, desecándose paulatinamente, a medida que se alcanza la estación seca, agosto-septiembre.

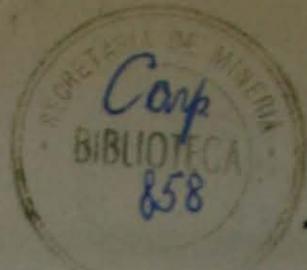
Su estabilidad como cuerpo de agua, está en íntima relación con el área del viejo cauce al que pertenece, el cuál actúa como cuenca receptora.

A veces estos madrejones se confunden con bajos o depresiones sin desagües, aunque son totalmente diferentes. Localmente también se los denomina "sudaderos".

#### c) Esteros

Ocupan las regiones bajas, inundables en verano, manteniendo agua hasta comienzo del invierno, secándose gran parte de ellos en primavera.

Entre los esteros, existen marcadas diferencias, princi-



palmente por la composición química de sus aguas (esto depende de la alimentación a que está sometido), y por el carácter químico-litológico de su cubierta superficial.

Muchos son de régimen fluvial, por desbordes de los ríos, o pluvial y/o mixtos o relacionados con la freática. A veces se intercomunican entre sí, otras veces no, debido a la formación de albardones.

El alineamiento noroeste-sureste observados en ellos, parece responder a una línea estructural importante, que ubicaríamos en profundidad.

Hasta la fecha, no hay conocimiento de aforos que determinen el volumen recepcionado por estos cuerpos de agua, pero puede indicarse que son muy importantes. Técnicos especializados afirman, que su desecación podría provocar la generación de un clima con precipitaciones menores a las actuales, tal cual sucedió antiguamente con Santiago de Estero.

La vegetación imperante en estos esteros, da al paisaje características particulares que los diferencian netamente de otros lugares, presentando asociaciones homogéneas de totora ("Tiphá domingensis") y de "Boligonum acuminatum", que aparecen en los sectores bajos, mientras que en los taludes de los albardones se desarrollan los conocidos "Chircales". En los esteros no se observó vegetación arbórea, salvo en las isletas, donde prosperan algunos árboles de chañar "Gourlica decorticans", "Gourlica Spinosa", algarrobo "Prosopis nigra", "Zuzyphus mistol", "Acacia praecox", "Ruprechtia triflora", cañas "Bambusa vulgaris" y otras.

#### d) Lagunas

Caracterizar el ambiente de laguna es bastante difícil, pues si bien constituye un cuerpo líquido bien definido, puede alojar agua permanente o no, puede estar ubicado en el recorrido de un cauce actual o abandonado y su alimentación puede ser variada y/o múltiple.



Muchas de ellas pueden tener escurrimiento definido o no, otras veces son cuerpos de recepción endorreica y por último otras pueden tener alimentación de la capa freática, excepcionalmente de la semiconfinada o bien mezcla de ambas.

Se caracterizan además, por mantener agua durante todo el año, sin agotarse por evaporación durante los períodos de estación seca.

Algunas tienen bastante profundidad, otras están delimitadas por barrancas bien definidas, pudiendo ser utilizadas para turismo y esparcimiento deportivo.

### 6.3.- AGUAS SUBTERRANEAS

Generalidades Antes de iniciar la descripción de este tópico, queremos muy especialmente señalar que para el acotamiento de boca de pozo y el posterior trazado de las curvas equipotenciales, no se utilizaron los métodos convencionales.

Ese nivel, se obtuvo por interpolación con los puntos fijos conocidos, empleándose como referencia la cartografía del I.G.M. a escala 1:100.000.

A la par de cualquier error deducible del empleo de éste método, se expresa que, entre las primeras observaciones de campo (Mayo 17) y las últimas (Septiembre 30), con el fin de obtener los niveles estáticos de los puntos de agua elegidos, pasaron 135 días, tiempo demasiado prolongado para la ejecución de un censo, que como sabemos por normas recomendadas en Congresos Internacionales de Hidrogeología, éste debe ejecutarse en el menor tiempo posible.

Este procedimiento "contra el tiempo", tiene como motivo fundamental, evitar que en una misma zona, se alteren las propiedades físico-químicas e hidráulicas de los acuíferos, proclives a estas anomalías que deforman las apreciaciones.



Lamentablemente, el tiempo fue demasiado amplio, dejándose sentado, que ello ocurrió por motivos ajenos a esta comisión.

6.4.- HIDROLOGIA DE SUPERFICIE

Se aprecia en la parte Oriental del Chaco, dos grandes unidades sedimentarias, diferenciadas netamente por su coeficiente de permeabilidad.

Una de ellas con baja a nula permeabilidad, mientras que la otra presenta un mejoramiento de esta característica física, pero sin alcanzar valores óptimos.

Unos serían los suelos con fracción arenosa preponderante ubicados marginalmente a lo largo de los grandes cursos superficiales y en otros tramos como ser, Pampa del Indio, Pampa Chica, Pampa Bandera, Roca y alrededores, Pampa Almirón, Selva del Río de Oro, Avia Terai a Tres Isletas, Las Garcitas hacia Pampa Verde, etc

Los otros estarían constituidos por sedimentos finos, limos arcillosos y material loésico, mezclado en distintas proporciones.

Esta última unidad sedimentológica, comprendería dos sub unidades, una con permeabilidad regular a baja, la otra que incluye los bajos con cobertura de fondo casi impermeable, compuesto por sedimentos de textura sumamente fina, podría considerarse baja a nula.

En algunos sitios, se ha podido comprobar la existencia de evaporitas, estas por su mayor concentración salina, han originado importantes acrecentamientos en el contenido del residuo sólido de sus aguas.

Estos bajos, como ya se ha explicado, deben su existencia y proliferación a escurrimientos superficiales y a descarga de aguas subterráneas, especialmente en una época del año hidrológico, que coincide con el período de lluvias.



Algunos cortes naturales del terreno, han mostrado suelos consolidados, pero de cualquier manera friables.

Otras observaciones han sido posibles, en pozos excavados que no fueron calzados con madera ni ladrillo y se ha podido comprobar evidentes variaciones granométricas, en sentido vertical y horizontal.

La presencia de yeso, producto de degradación y acarreo de otros horizontes, es el principal contaminante del agua.

Hacia el oeste el sulfato de calcio se supone originado por el clima semiárido y a la gran evaporación ambiental.

La presencia de arcilla indicaría un antiguo ambiente fluvio-lacustre, su origen estaría ligado a procesos físico-químicos intensos.

#### 6.5.- HIDROLOGIA DEL SUBSUELO

Para conocer e interpretar debidamente las características hidrológicas del subsuelo de la comarca, podríamos apoyarnos en la descripción que a tal efecto hiciera R. Rigal de la ex-Dirección Nacional de Geología y Minas.

Dicho profesional, informó oportunamente que, en la parte oriental de la provincia del Chaco, se atravesarán tres unidades geológicas bien definidas, el post-pampeano y pampeano (cuartario), las arenas Pliocenas, las arcillas Paranenses y demás sedimentos Miocenos (Terciario) y la parte superior de los depósitos del Triásico.

El Cuartario de poca importancia en la zona aledaña a la ciudad de Resistencia (12 m) y Colonia Benítez (11 m), aumenta progresivamente de espesor hacia el oeste, Makallé 18,60 m., Roque Saenz Peña 12,90 m., y Avia Terai 20 m..

La freática se aloja en esta formación, siendo su capacidad receptora bastante variable, pero almacenando en su gran mayoría agua de buena calidad.



El Plioceno aparece con un espesor de 128 m. en Resistencia y 113 m. en Colonia Benítez (donde no se lo atravesó completamente), disminuyendo hacia el poniente, de tal forma que, en ciertos sectores no está presente y en su reemplazo tenemos un considerable espesor de arcillas del Mioceno, con intercalaciones de sedimentos arcillosos fosilíferos del Paranense.

Sobre la parte cuspidal del Plioceno, existen las mejores posibilidades de encontrar buenos caudales de agua y de excelente calidad para el consumo.

Hacia su parte media y basal, las condiciones desmejoran progresivamente, haciéndose inaptas para uso humano, en cambio pueden ser utilizadas para la bebida de determinados animales.

Las arcillas y areniscas Miocénicas con intercalaciones de sedimentos Paranenses, alumbran sin excepción aguas con excelentes caudales pero con gran contenido salino.

Finalmente, los estratos correspondientes al Triásico, solo han sido detectados en los sondeos profundos practicados en Roque Saenz Peña a 368 m. y Avia Terai a 315,50m. Los acuíferos alojados aquí, son sumamente mineralizados y acusan cierto grado geotérmico, especialmente en la primera de las localidades mencionadas.

Resumiendo, las mejores perspectivas de alumbrar aguas con caudales significativos y de buena calidad, existirían solamente en los sedimentos Cuartarios y en los correspondientes a la parte superior del Plioceno.

Faltarían intensificar las investigaciones, a fin de delimitar con certeza las mejores áreas, aconsejando al régimen de extracción y las limitaciones del recurso.

#### 6.6- CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA FREÁTICO

Algunos sectores de la Provincia, no fueron objeto de nuestro replanteo hidrogeológico, debido en gran parte a la falta



ā la falta de caminos y en otros al mal estado de los pozos, por encontrarse inundados y/o embancados.

Del análisis morfológico de la superficie piezométrica (plano n° 1), correspondiente al acuífero freático, surgen visiblemente por su amplitud y desarrollo, tres líneas principales de escurrimiento.

La del Norte, se origina en las inmediaciones del Puente Libertad (Puerto Zapallar), recibiendo aportes del Río Bermejo. La flexura importante que este emisario registra en su cauce (en este paraje) permite suponer dicha influencia.

A partir de aquí, corre paralelo al Bermejo hasta su desembocadura en el Río Paraguay a la altura de Puerto Bermejo.

Durante su desplazamiento, recibe aportes de los esteros Grande, Redondo y Novillo.

Si analizamos el recorrido del perfil de depresión, podemos apreciar en él, dos sectores bien definidos respecto de la circulación de sus aguas, o lo que es lo mismo, de su gradiente hidráulico (i.e pérdida de carga por unidad de longitud).

El 1ro. se extiende del pozo Ch 157 al Ch 84, y el 2do. desde este último al Ch 36 (ver planos de perfiles).

Si para cada uno de estos sectores, queremos obtener, no solo el parámetro antes mencionado, sino también la velocidad del escurrimiento de la freática y su correspondiente velocidad efectiva, tendremos que desarrollar la siguiente fórmula:

Primer sector

$$\begin{aligned}
 \text{a) grad. hidrául. } i &= \frac{(\text{Ch } 157) \text{ } 76 \text{ m } (\text{Ch } 84) \text{ } 59 \text{ m.}}{53.000 \text{ m.}} \\
 &= \frac{17 \text{ m}}{53.000 \text{ m.}}
 \end{aligned}$$



- Si la diferencia piezométrica del nivel freático, entre el Ch 157 y el Ch 84 es = a 17 m., y la distancia que los separa es = a 53.000 m., obtendremos que:

$$i = 0,32 \text{ m/km} = 0,00032 \text{ m/m}$$

Para calcular la velocidad de escurrimiento recurrimos a la Ley de Darcy que expresa:

$$Q = i.k.S. \text{ pero como } \frac{Q}{S} = V \text{ tendremos}$$

$$V = i.K. \text{ donde}$$

Q = caudal      i = grad. hidrául.      K = Coef. de permeabilidad

S = sección del acuífero y V = velocidad

reemplazando tendremos:

$$V = 0,00032 \text{ m/m} \times 5 \text{ m/días} = 0,0016 \text{ m/d}$$

5 m/días es un dato inferido de la tabla sobre coeficientes de permeabilidad de "Bogomolov-Silin Bektchourine", (1) dada la falta de datos directos.

Para obtener la velocidad efectiva, extendemos la fórmula anterior.

$$V = i.K \quad \text{por} \quad V_e = \frac{i.K. 100}{Pe}$$

donde el único término desconocido es Pe = porosidad eficaz, que para este caso fue calculado, siendo = a 10 % efectuando los reemplazos correspondientes arribamos a los resultados siguientes:

$$V_e = \frac{0,00032 \cdot 5}{10} \cdot \frac{0,0016}{10} \cdot 100 = 0,016$$

$$\begin{aligned} \text{o sea que } V_e &= 0,016 \text{ m/día} \\ &= 5,85 \text{ m/año} \end{aligned}$$



2do. sector

Abreviando el desarrollo explicativo antes enunciado, obtendremos que:

$$i = \frac{(Ch 84) = 59 \text{ m} - (Ch 36) = 48,56 \text{ m}}{67.450 \text{ m}} = \frac{10,44}{67.450} = 0,00015$$

$$V = 0,00015 \cdot 5 = 0,00075$$

$$Ve = \frac{0,00075}{10} \cdot 100 = 0,0075$$

$$= 0,0075 \text{ m/día}$$

$$= 2,74 \text{ m/año}$$

El Escurrimiento del Centro comprende dos partes, con una importante zona de "descarga-alimentación" interpuesta entre ambos perfiles, ubicada en los alrededores de la localidad de Laguna Limpia.

La 1ra. parte que denominamos Escurrimiento del Centro Oeste, se origina en los Bajos que por el sur rodea a la Colonia El Alazán (entre Campos El Onza y El Eibal), jurisdicción del departamento de Gral. Güemes, recibiendo aportes de los ríos Guaycurú y Bermejito, En su desplazamiento atraviesa el sur de Pampa del Indio, Pampa Chica, Pampa Ombú, Colonia Galarza, para terminar en las inmediaciones de Laguna Limpia.

Los parámetros hidráulicos calculados para este perfil serían:

$$a) \quad i = \frac{(Ch 491) = 96,90 \text{ m} - (Ch 312) = 84,90 \text{ m}}{58.750 \text{ m}}$$

$$= 12 \text{ m}$$

$$\frac{12}{58.750} = 0,00020$$

$$58.750$$

$$V = 0,0010$$

$$Ve = 0,010 \text{ m/d}$$



$$= 3,65 \text{ m/año}$$

$$b) \quad i = \frac{(Ch \ 312) - (Ch \ 118)}{42.500 \text{ m.}} = 84,90 \text{ m} - 74,50 \text{ m.}$$

$$= \frac{10,40 \text{ m}}{42,500 \text{ m}} = 0,00024$$

$$V = 0,0012$$

$$Ve = 0,012 \text{ m/día}$$

$$Ve = 4,28 \text{ m/año}$$

La 2da. parte que denominamos Escurrecimiento Centro Este, se extiende paralelamente y en proximidad del amplio valle aluvial del río Guaycurú, iniciando su recorrido en la zona de Campo Merino, entre las localidades de Laguna Limpia y Gral. San Martín y paraje Siete Arboles.

A este sector convergen una serie de importantes filetes líquidos, originados unos (al norte), en las inmediaciones de la zona rural de Presidencia Roca (con probables aportes de otra flexura del río Bermejo) y otros más al sur, procedentes de los bajos que circundan a Pampa Chica, al sur de Pampa del Indio.

Coincidente con esta estructura de filetes líquidos, encontramos en la región, grandes bajos que actúan como una única cubeta de recepción de los cursos superficiales.

La dirección del flujo que estamos describiendo, luego de sortear las localidades y parajes recientemente mencionados, se orienta de noreste a sureste rumbo a La Eduvigis, pasando luego entre La Leonesa y Margarita Belén, para finalizar en el riacho Ancho, el cual por el oeste rodea a la Isla del Cerrito.

En su amplia sección transversal y largo trayecto, recibe aportes de los Bajos de Laguna Limpia y de las lagunas de Moreno, Guaycurú, Tucá, Gómez, etc., como también la importante afluencia



de la cuenca del río Guaycurú.

De la descripción de estos dos sectores, que componen el Escurrimiento Central, surge a las claras que el oriental es mucho más importante, siendo además favorecido en gran medida por la alimentación suplementaria que le podría proporcionar el flujo occidental, aunque los valores de Ve. obtenidos en aquél, son menores.

Corresponderían al escurrimiento centro oriental los siguientes parámetros hidráulicos:

$$a) \quad i = \frac{(\text{Ch } 297) - (\text{Ch } 78)}{62.230 \text{ m}} = 74,50 \text{ m} - 60,80 \text{ m}$$

$$= \frac{13,70 \text{ m}}{62.230 \text{ m}} = 0,00022$$

$$V = 0,0011$$
$$Ve = 0,011 \text{ m/día}$$
$$= 4,02 \text{ m/año}$$

$$b) \quad i = \frac{(\text{Ch } 78) - (\text{Ch } 21)}{66.700 \text{ m}} = 60,80 \text{ m} - 47,96 \text{ m}$$

$$= \frac{12,84 \text{ m}}{66.700 \text{ m}} = 0,00019$$

$$V = 0,00095$$
$$Ve = 0,0095 \text{ m/día}$$
$$= 3,47 \text{ m/año}$$

Finalmente tenemos el Escurrimiento Sur que se origina entre Pampas del Doce y Once (al sur de Castelli), entre los departamentos de Maipú e Independencia, enmarcado en una amplia zona caracterizada por contener una importante divisoria de aguas superficiales.



Desde dicho punto, se desplaza hacia el sureste para pasar sucesivamente por Colonias Tres Naciones, Pampa El Quebrachal y Pampa El Algarrobal (entre Tres Isletas, Avia Terai, Roque Saenz Peña y Quintilipi), para seguidamente tomar rumbo hacia Colonia La Tambora, Paso del Oso y Colonia La Dificultad (norte de Machagai y Presidencia La Plaza).

Donde cobra importancia este escurrimiento, es en las inmediaciones de Colonia Las Garcitas, en correspondencia con bajos suficientemente amplios y de carácter permanente, que aseguran según nuestra observación, un aporte continuo a la capa freática de esta zona.

Entre estos espejos de agua podríamos contar los esteros Felman, Gualtieri, Gonzales, Timbó, etc, Liva, Curundú y Panza de Cabra, entre otras.

Luego de Las Garcitas, el escurrimiento toma rumbo sureste pasando por las inmediaciones de Colonias Unidas, Capitán Solari y Colonia Elisa, para luego continuar por La Escondida, La Verde, Makallé, Fontana y desaguar definitivamente en el río Paraná en proximidades de Puerto Barranqueras.

Siguiendo el perfil de depresión sur, podemos con comodidad interpretar los parámetros hidráulicos asignados este escurrimiento subterráneo, en sus distintos tramos, desde su iniciación al oeste, hasta su confluencia con el riacho Barranqueras.

$$a) \quad i = \frac{(Ch \ 510) - (Ch \ 455)}{43,750 \text{ m}} = \frac{96,80 \text{ m} - 86,69 \text{ m}}{43,750 \text{ m}}$$

$$= \frac{10,11 \text{ m}}{43,750 \text{ m}} = 0,00023$$

$$43,750 \text{ m}$$

$$V = 0,00115$$

$$Ve = 0,0115 \text{ m/día}$$

$$= 4,20 \text{ m/año}$$

b) 
$$i = \frac{(\text{Ch } 455) = 86,69 \text{ m} - (\text{Ch } 260) = 68,15}{51.250 \text{ m}}$$

$$= \frac{18,54 \text{ m}}{51.250 \text{ m}} = 0,00036$$

$V = 0,0018$   
 $V_e = 0,018 \text{ m/día}$   
 $= 6,57 \text{ m/año}$

c) 
$$i = \frac{(\text{Ch } 260) = 68,15 \text{ m} - (\text{Ch } 332) = 58,10 \text{ m}}{75.384 \text{ m}}$$

$$= \frac{10,05 \text{ m}}{75.384 \text{ m}} = 0,00013$$

$V = 0,00065$   
 $V_e = 0,0065 \text{ m/día}$   
 $= 2,38 \text{ m/año}$

d) 
$$i = \frac{(\text{Ch } 332) = 58,10 \text{ m} - (\text{Ch } 160) = 47 \text{ m}}{41.950 \text{ m}}$$

$$= \frac{11,10 \text{ m}}{41.950 \text{ m}} = 0,00026$$

$V = 0,0013$   
 $V_e = 0,013 \text{ m/día}$   
 $= 4,75 \text{ m/año}$

Analizando el amplio recorrido del escurrimiento que tratamos, surge a las claras, la diferente velocidad de las aguas en cada uno de sus tramos, debido como suponemos a la distinta granometría de los sedimentos portadores.

Esta circunstancia, se hace más notoria en el 3er .



tramo (c), donde la velocidad efectiva (Ve) de escurrimiento de por sí lento, desciende marcadamente de 6,57 m/año a 2,38 m/año, en correspondencia con subsuelos de bajo a nulo coeficiente de permeabilidad.

Cabe acotar que dicho tramo (c) registra el gradiente hidráulico (i) más bajo de toda la comarca de estudio y que además, se desarrolla sobre una zona con abundantes cañadas, bañados y esteros, entre los cuales podrían citarse las cañadas Candé-Curundú, los bañados Panza de Cabra-Salto de La Vieja y los esteros Saladillo-Chajá (entre Paso del Oso al sur de Las Garcitas e inmediaciones de Makallé), cuyos fondos son de naturaleza impermeable.

Entre el tercer y cuarto tramo (d), se aprecia una marcada aceleración en la Ve de escurrimiento que indicaría la presencia de un fenómeno de "turbulencia", producto de una diferente composición granométrica de los sedimentos portadores, cuya magnitud no fue posible determinar.

Resumiendo: Para toda el área de estudio, se ha adoptado tentativamente el cuadro demostrativo que insertamos a continuación, donde se puntualizan las condiciones mínimas, medias máximas y areales de cada uno de los parámetros físico-hidráulicos del sistema freático, correspondientes a cada sector de los escurrimientos individualizados (Ver pág. 60).

Utilizando nuevamente la fórmula de Daroy, podemos arribar a cifras teóricas bastantes ilustrativas (no demasiado empíricas por cuanto algunos datos conocemos), sobre caudales (Q) y transmisibilidades (T).

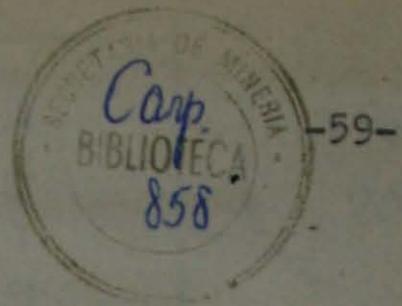
Si  $Q=i.k.S.$  (sección del acuífero)

y  $S= H$  (altura del acuíf.).  $L$  (log. del acuíf.)

tendremos que

$Q= i.K.H.L.$

pero  $K.H. = T$  (transmisibilidad) parámetro así denominado por



Theis en 1938, o sea que

$$Q = i.T.L.$$

Si a ésta fórmula se introducen los reemplazos numéricos que en cada caso corresponden, obtendremos caudales y transmisibilidades como se indican a continuación.

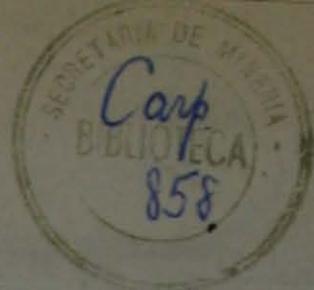
Valores	i	K(m/d)	H(m)	L(m)	Q (m <sup>3</sup> /d)	T (m <sup>2</sup> /d)
Mínimo	0,00013	5	4	800	2,1	20
Medio	0,00022	5	5	800	4,4	25
Máximo	0,00036	5	8	1000	14,4	40
Predomi- nante a- real	0,00024	5	6	10000	7,2	30

Como la transmisibilidad (T), resulta ser un parámetro importante en la determinación de la capacidad de un acuífero para ceder agua, y siendo el producto de la permeabilidad (K) por la potencia del horizonte (H) en una sección transversal cualquiera, su empleo es muy útil para obtener caudales (Q) de escurrimiento de la freática y de aquí partir para erribar a cálculos sobre sus reservas actuales y potenciales.

Estimaciones sobre reservas actuales del acuífero para pequeños sectores pilotos, no se han efectuado, pero hemos recogido cifras de TEA, empresa consultora que ha trabajado en la zona, que consideramos interesante reproducir, como antecedentes para evaluaciones futuras.

PARAMETROS	$i = m/m$	$i = m/km$	$V = m/día$	$Ve = m/año$	$Ve = m/año$	PERFIL	REGISTRADO EN TRAMO
Mínimo	0,00013	0,13	0,00065	0,0065	2,38	Sur	Ch 260 - Ch 332
Medio	0,00022 $2,2 \cdot 10^{-4}$	0,22	0,0011	0,011	4,02	Centro	Ch297 - Ch 78
Máximo	0,00036	0,36	0,0018	0,018	6,57	Sur	Ch 455 - Ch 260
Predomina arealmente	0,00024 $2,4 \cdot 10^{-4}$	0,24	0,0012	0,012	4,28	Centro Oeste y otros	Ch 312 - Ch 118





zona	Superficie $1 \text{ Km}^2 = 10^5 \text{ m}^2$ 100 Ha	Espesor acuífero	Rend espec. %	Volumen saturado disponible $\text{m}^3/\text{año}$	$\text{Hm}^3/\text{año}$
Presid. Plaza	$1.10^6 \text{ m}^2$	6,60	14	924.000	0,924
Tres Isletas	" "	12,50	12	1,500.000	1,500
Pampa Infierno	" "	2,00	13	260.000	0,260

TEA hace mención además "de reservas potenciales disponibles" para esas mismas áreas parten del supuesto que, el acuífero tratado no ha sido totalmente saturado, fenómeno que obedece a "un descenso muy acentuado y constante de la capa freática, al romperse el equilibrio entre carga-descarga del acuífero", lo cual nosotros hemos podido corroborar en ciertos lugares por observaciones directas.

Expresan también que los factores determinantes intervinientes en la carga, no habrían sufrido variaciones (precipitaciones, infiltraciones, etc.,) en cambio sí, los que participan en la descarga, causada por un descenso del nivel freático (cultivo, evapotranspiración, aumento de población, incremento de industrias).

Así por citar un ejemplo, en los alrededores de Presidencia La Plaza, un espesor no saturado y/o productivo de 1,90 m., equivale a una pérdida de volúmen de agua = a  $224.000 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$ , que hubiera podido extraerse si no primaran las supuestas condiciones adversas citadas.

Cifras elocuentes que con instrumentación adecuada (freátímetros), utilizada en varios períodos, podría probarse fehacientemente.

Los volúmenes o reservas de aguas potenciales disponibles, sería importante calcularlos en forma sistemática, pero no se dispuso de tiempo, ni de elementos, ni personal, para llevarlos a cabo. Tampoco era la esencia misma, de nuestro trabajo exploratorio.



Los valores sobre capacidad específica o caudal característico ( $Q_c$ ) de la freática, que nos indica el rendimiento de agua de un determinado pozo, expresado en litros por hora por metro de depresión, no se obtuvieron.

De otra forma se podría demostrar que, la transmisibilidad (T) se aproxima al valor del caudal característico ( $Q_c$ ), multiplicado por una cifra constante y aplicando la fórmula de Dupuit.

La constante que hacemos referencia, deberá ajustarse a ciertas condiciones reinantes en la región, que dependen de las características del subsuelo y así obtendremos datos manejables a nivel de decisiones.

El método más usual para el cálculo de la transmisibilidad (T), es recurriendo a un ensayo de bombeo constante y prolongado, midiendo la recuperación y aplicando la formula de Theis.

$$T = 0,183 \cdot Q \cdot \frac{L}{S} \cdot \frac{t}{t}$$

TEA a partir de esta ecuación, efectuó las siguientes determinaciones.

LUGAR	Valores de T ( $m^3/d/m$ )	Valores de Permeabilidad ( $m^2/dm$ )
Pampa del Indio	1,676	0,148
	1,800	0,666
	0,124	-
Presidencia La Plaza	22,600	3,420
	273,320	18,200
Tres Isletas	169,400	13,500
	69,090	8,120
	86,600	10,180



Este paso, sin embargo, será considerado en plenitud en investigaciones futuras.

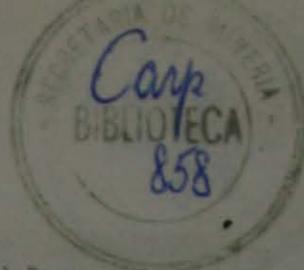
Todos los valores expresados en este trabajo revisten carácter estimativo (a nivel de ensayo), sujetos a todo tipo de variaciones y ajustes, cuando en el futuro se encaren ensayos, determinaciones y cálculos sistemáticos confrontados con investigaciones en el laboratorio y estudios de modelos.

La equidistancia de las curvas isopiezas de la superficie de la capa libre (2,50m., ver plano), se adoptó en función de la densidad de puntos observados, de la escala de trabajo disponible y del tipo de gradiente hidráulico obtenido.

Antes de iniciar el análisis y descripción del trazado de las curvas del plano mencionado, queremos significar que dicho paso, resulta preliminar e indispensable el establecimiento de otros programas de reconocimientos, tales como prospección geofísica, campaña de perforaciones, implantación de estaciones de ensayos, elección de lugares adecuados para la observación de las fluctuaciones piezométricas, etc..

El trazado de curvas nos permitirá:

- 1° - Delimitar zonas hidrogeológicas.
- 2° - Calcular la profundidad de la superficie piezométrica.
- 3° - Calcular techo y fondo del acuífero (curvas isobáticas).
- 4° - Trazar los límites de las cuencas subterráneas y las direcciones de escurrimientos.
- 5° - Determinar la forma de la capa, cilíndrica, radial o lineal, convergente y/o divergente.
- 6° - Determinar el régimen o tipo de flujo, uniforme, permanente, laminar y/o turbulento.
- 7° - Construir e interpretar los distintos perfiles de depresión y calcular gradiente hidráulico, velocidad y/o velocidad efectiva del escurrimiento.



Haremos también, unas breves consideraciones sobre las características de las mencionadas curvas, con el propósito de interpretar las modalidades del acuífero freático, dentro del marco de cada región.

a) régimen o tipo de flujo

a 1) Si es permanente, uniforme y lineal, particularizado por un medio acuífero homogéneo y a presión constante, las velocidades de escurrimiento obtenidas no variarán en los distintos tramos y los caudales se mantendrán iguales y constantes en el tiempo.

a 2) Si se presenta no uniforme o curvilíneo, las velocidades variarán entre curvas, dando origen a capas parabólicas, elípticas y desiguales.

b) Perfil de depresión y permeabilidad de los terrenos.

Las variaciones de permeabilidad (K), reflejan cambios de pendiente, cuando más asciende (K) más aplanado e invertido es el perfil. Existen en este aspecto algunas excepciones. El espaciamiento de las curvas dibujadas, aumentan con la permeabilidad, en cambio, cuando aquellas se apretujan, este coeficiente disminuye.

Si la permeabilidad resulta lenta en el sentido del flujo, la pendiente del perfil de depresión aumenta, su curvatura se acentúa y las curvas sufren un sensible estrechamiento.

c) Perfil de depresión y caudal de flujo.

Si el caudal aumenta en el sentido del flujo, el gradiente hidráulico se eleva y la curva se acentúa.

Si el caudal disminuye, también lo hace el gradiente y la curva se aplanada.

Curvas apretujadas;  $i$  y  $Q$  elevados -  $K$  disminuído.

Curvas separadas;  $i$  y  $Q$  disminuído -  $K$  elevado.

d) Formas de las curvas

Para la freática; cilíndrica (elíptica o radial-hiperbólica o parabólica).



Para la confinada; lineal

Para la semiconfinada ; una combinación entre ambas formas.

e) Curvatura de las líneas equipotenciales.

Estas se caracterizan por la orientación de su concavidad, en relación con la dirección del eje de escurrimiento ya sea hacia arriba o hacia abajo.

Si la concavidad se orienta hacia abajo señala un fuerte caudal, con una zona deprimida y poca permeabilidad.

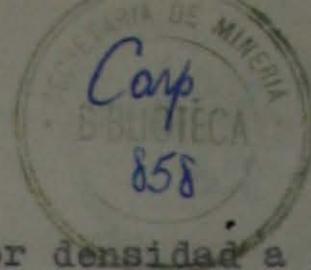
Si por el contrario, la concavidad de las curvas se orientan hacia abajo, indicarán que estamos en presencia de un caudal pobre, un alto nivel piezométrico y elevada permeabilidad.

La morfología de la superficie piezométrica de la freática, en el plano que hemos aludido, muestra el aspecto de una capa planocónica, con formas radiales convergentes y divergentes (marcando zonas de descarga y carga, respectivamente), configuración que adopta la superficie aludida en esta época del año (período mayo-septiembre), en vinculación y coincidencia con la plenitud de la onda de crecida del nivel del flujo subterráneo.

Las curvas muestran pese a una aparente uniformidad de conjunto, que estamos en presencia de un régimen no uniforme, compatible y concordante con la heterogeneidad y anisotropía de los componentes litológicos del subsuelo.

Las aguas freáticas, alojadas o almacenadas en distintos sedimentos, presentan la más variada, modalidad intrínseca.

Se han notado en ellas, pequeños fenómenos de confinamiento en relación con formaciones lenticulares del subsuelo (éstas en determinados sectores por su desarrollo, se las confunde con capas verdaderas), conexión con capas semiconfinadas subyacentes, acuíferos colgados de pobre caudal y reducida extensión horizontal,



aguas de buena calidad sobrepuesta por menor densidad a otras clasificadas como sulfatadas y/o cloruradas, etc..

Hemos observado en muchos parajes, que la salinización de las aguas, se debe a la proximidad del techo de la capa freática con el nivel del suelo, permitiendo de esa manera el ascenso capilar de las aguas dulce y su contaminación posterior favorecido por la acción de la temperatura. Este fenómeno se ve incrementado por los efectos de la gran evaporación diurna.

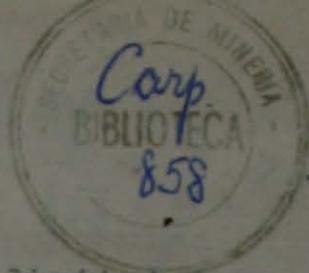
Las aguas freáticas se encuentran a relativa poca profundidad, oscilando entre 1,65 y 17,40 m., correspondiendo la 1ra. cifra a los sectores próximos al Paraná-Paraguay (zona de drenaje y la 2da., a la parte distal, o sea a la zona Avia Terai-Tres Isletas-Fortín Lavalle.

Sin embargo, para un mismo sector se aprecian variaciones de su nivel estático durante el desarrollo del año hidrológico, influenciado por precipitaciones y el tiraje de los ríos, arroyos y espejos de agua proximos.

Esta tendencia zonal no es general, como puede apreciarse con suficiente claridad en las planillas de pág. 72 y subsiguientes donde se han volcado por departamento, las variaciones extremas de los niveles estáticos, medios, como así también, los valores extremos de la conductividad registrados en las muestras de agua extraídas.

El rendimiento de la freática es variable, dependiendo de una serie de circunstancias concurrentes y aleatorias, la porosidad que incluye la forma, disposición (ordenamiento) y dimensiones granométricas de los suelos, permeabilidad, velocidad de escurrimiento y gradiente hidráulico de las aguas, época y cantidad de lluvias, etc..

La calidad de las aguas en general es apta, estando con-



dicionada por las variaciones químicas de los distintos componentes del subsuelo, origen de los mismos, distancia recorrida (tiempo de circulación), tipo de clima imperante en la zona, proximidad del acuífero con la superficie del suelo, técnicas sobre construcción de pozos, etc..

Respecto del rendimiento de esta capa debemos ser cautos, por cuanto todos los pozos cavados que fueron observados, en su gran mayoría no atravesaron todo el espesor del acuífero freático, por lo cual no se tiene una verdadera información sobre su capacidad específica.

Por esta circunstancia, en el tópico recomendaciones, se sugerirá la realización de ensayos sobre la capa que nos ocupa con sondeos que superen de saturación hasta el lecho del acuífero.

Existe una correlación entre la profundidad de la capa freática y la elevación del relieve y si esto no se presenta así, se debe generalmente a alguna anomalía estratigráfica o a la presencia de aguas colgadas asentadas sobre lentes de terreno impermeable.

El techo de la freática se presenta con suave declive de oeste a este (ver perfiles de depresión), guardando ligera correspondencia con el relieve superficial, aunque este último resulta en todos los tramos más acentuado, especialmente hacia el sector occidental.

Los desagües naturales de este acuífero se producen a la vera de ciertas lagunas, esteros arroyos y principalmente sobre los ríos Paraná-Paraguay, así lo señalan nítidamente los planos elaborados.

Las múltiples y reiteradas observaciones realizadas durante los períodos de avenidas de agua de estos dos importantes colectores (por efectos de lluvias en sus cabeceras), ha demostrado que producen una sensible disminución y posterior retroceso de la velo-



ciudad de escurrimiento, fenómeno constatado desde superficie por mediciones del nivel estatico de la capa freática.

La interrelación entre freática y/o confinada o semiconfinada, puede suponerse si se observa el trazado de sus curvas, lo que permitiría en ciertas circunstancias un mejoramiento de la calidad del acuífero nombrado en primer término, aunque también podrían darse condiciones abversas.

Practicadas determinaciones primarias de Conductividad de estas aguas, podemos adelantar que varían entre valores muy aceptables, pasando por todos los tenores, hasta aprovechables dentro de un margen del 91%. Las planillas de pág. 72 y subsiguientes, resultan por comparación ilustrativas y elocuentes.

Se ha observado localmente que la calidad de las aguas, desmejoran en relación con altos niveles piezométricos, donde el escurrimiento superficial es demasiado rápido y la recarga resulta lenta o nula, dentro de sedimentos, donde se ha detectado apreciable contenido salino.

En los relieves con pobre pendiente asociados a suelos loéssicos y/o arcilla limosos, de reducida permeabilidad, el agua meteórica es retenida superficialmente, impidiendo de esta forma, una adecuada alimentación del acuífero.

Esta limitación es la velocidad de circulación vertical y horizontal de las aguas, se podría traducir en una consecuente elevación del tenor salino del recurso subterráneo. No significa con ello, que se transforme indefectiblemente en agua inapta, dependiendo entonces de la cantidad y de la solubilidad de las sales que almacena el suelo y subsuelo inmediato.

Cuando estos factores limitativos no están presentes, encontramos a la capa freática provista de agua de buena calidad y hasta con excelente caudal, debido a una recarga rápida y directa.



El fenómeno de contaminación tan mencionado por los lugareños, en el sentido de que en ciertas épocas del año, la calidad de las aguas pasa de dulce a amarga y fundamentalmente a la salada, habría que verificarlo con controles geo-hidroquímicos sistemáticos, (corridas químicas sobre pozos piezométricos), a fin de establecer el momento tope de cada una de estas fases y obrar en consecuencia.

La alimentación de la freática se produce con los aportes de lluvias, influencia de ríos y arroyos, desbordes y escurrimientos superficiales o por la acción directa o indirecta de cualquier espejo de agua (laguna, estero, cañada, etc.).

respecto a la frecuencia de los períodos de lluvias, la Provincia del Chaco presenta un factor restrictivo, casi adverso, en la alimentación de los acuíferos, por cuanto el máximo de precipitaciones acontece durante los meses de diciembre a marzo (verano o sea cuando la evaporación y evapotranspiración están en su apogeo, factores estos que disminuyen un importante aporte a la capa freática.

Los pozos ubicados en la proximidad de grandes o pequeñas represas, recargan in situ sus acuíferos, mejorando la calidad de sus aguas, por lo cual consideramos auspicioso recomendar este tipo de práctica.

Esta actividad podría extenderse en inmediaciones de importantes espejos de agua (cañada, esteros, lagunas) para recargar o realimentar acuíferos.

En estas circunstancias, se tendrá que adoptar para cada caso, técnicas especiales que garanticen los trabajos emprendidos y viabilizar la infiltración gravitacional de la masa líquida, hacia los niveles inferiores.

En otros lugares se recomiendan pozos de gran diámetro (galerías filtrantes o perforaciones horizontales) a fin de aumentar la superficie de alimentación hacia el acuífero.

Donde la escasez de agua freática de buena calidad es

evidente y no es posible adoptar ninguno de los métodos antes descriptos, se deberá orientar la búsqueda del preciado líquido a los cauces abandonados (ríos muertos), los cuales podrían constituir los únicos receptáculos importantes para almacenar agua para la bebida humana y animal.

En este sentido, al analizar la documentación técnica puesta a nuestra disposición, se encontraron algunos antecedentes relacionados con cauces abandonados, que consideramos interesantes reproducir.

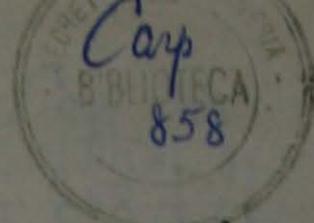
Se menciona que algunos de estos ríos muertos, de 15 m. de ancho por 50 Km de extensión, dotado de un buen coeficiente de tortuosidad, aportaría un area de recepción de agua de aproximadamente 750.000 m<sup>2</sup>.

Si a esta superficie se le adiciona el espesor de un manto acuífero equivalente a 5 m (siempre sobre terreno de hipótesis), obtendremos un acuífero con una contención del orden de los 4 Hm<sup>3</sup>, de agua efectiva si el coeficiente de permeabilidad (vacíos) se aproxima al 20%.

La Dirección de Hidráulica de la Provincia del Chaco ha obtenido de una batería de pozos de observación, ubicados en un paleocauce próximo a la localidad de Tres Isletas, valores de  $T = 140 \text{ m}^2/\text{d}$ , de  $K = 15,4 \text{ m/d}$  y de  $S = a 0,0057/0,6180$ .

Esto mostraría a las claras, la importancia capital de estos recursos hasta el momento insuficientemente investigados, como factor de progreso para la economía agropecuaria y de una incipiente pero promisoría actividad en el oeste chaqueño.

Las aguas freáticas son utilizadas en su gran mayoría, especialmente en los sectores rurales, para la bebida humana y animal, dándose casos de aprovechamiento para la industria y de pequeños conglomerados humanos en Capitan Solari, La Escondida, La Verde, Colonias Unidas, Colonia Bermejo, La Pastoril, etc.,



donde al practicarse pozos de gran diámetro, suministran un caudal importante que oscila entre 5 y 15 m<sup>3</sup>/ hora.

6.7.- CARACTERISTICAS DEL SISTEMA CONFINADO

Por debajo de la capa freática, se ha alumbrado un variado número de niveles acuíferos productivos, expuestos por las perforaciones Resistencia, Margarita Belén, Makallé, Laguna Blanca, Presidencia La Plaza, Machagai, Quitilipi, Roque Saenz Peña, Avia Terai, Castelli, etc., algunos de ellos inaprovechables para todo consumo, por su alto contenido en sales.

Todos sometidos a presión, con niveles ascendentes, algunos artesianos es el caso de Roque Saenz Peña Y Avia Terai.

Los perfiles geológicos practicados, indican falta de separación neta entre los distintos niveles acuíferos, por lo cual resulta evidente presumir que ocurran fenómenos de interconexión, no solo entre distintos horizontes de una misma formación, sino también entre diversos acuíferos.

Esta complijidad sedimentológica, ha impedido hasta el momento definir ciertas unidades, por ello hemos hablado al iniciar la descripción de este tópico, "de sistema acuífero confinado", previendo la concurrencia de esas anomalías mencionadas.

Analizando las curvas de la superficie piezométrica de este sistema, pese a la poca información areal recogida, surgen en ellas dos modalidades bien definidas.

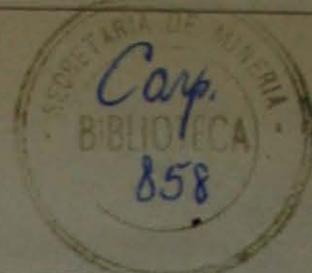
Hacia el norte, la forma de las curvas resultan lineales y responderían a las características de los acuíferos confinados, en cambio hacia el sur, su configuración radial las asemeja a las trazas correspondientes a los acuíferos freáticos.

CENSO TOTAL EFECTUADO EN EL SISTEMA FREATICO - DISTRIBUIDO POR DEPARTAMENTO

DEPARTAMENTO	Nº Puntos censados	Nº muestras extraídas	Variaciones extremas del N.E. en m.	Variaciones extremas de la Conductividad	Aguas Aptas por Conductividad	Aguas Ineptas por Conductividad
Bermejo	46	46	de 1,65 a 6,50	280 a 4500	45	1
Comand. Fernandez	24	24	" 2,25 " 8,50	600 " 7000	20	4
Gral. Donovan	39	39	" 2,40 " 10,35	445 " 4500	37	2
Gral. Güemes	16	16	" 3,30 " 9,25	300 "+8000	14	2
Independencia	23	23	" 5,10 " 17,40	510 " 4900	20	3
Libertad	12	12	" 3,70 " 7,25	650 " 4500	11	1
Lib. Gral. S. Martín	139	139	" 3,00 " 11,95	560 " 8000	122	17
Maipú	66	66	" 3,60 " 17,20	470 "+8000	61	5
Presid. La Plaza	30	30	" 3,40 " 11,10	600 " 6000	24	6
Primero de Mayo	14	14	" 2,45 " 6,90	480 " 1500	14	0
Quitilipi	29	29	" 2,55 " 11,55	425 " 2000	29	0
San Fernando	16	16	" 2,30 " 7,55	390 " 3800	15	1
Sargento Cabral	47	47	" 2,10 " 10,30	420 " 8000	43	4
25 de Mayo	39	39	" 1,70 " 11,05	340 " 3500	37	2
<b>TOTALES</b>	<b>540</b>	<b>540</b>			<b>492</b>	<b>48</b>

NOTA: De acuerdo con los resultados obtenidos en el Conductivímetro de campaña, del total de 540 muestras de aguas extraídas, solo un 9% resultaron INAPTA (se incluyen en este grupo, todos los valores que excedieron los 3000 micro/mosh/cm<sup>2</sup>).





DISTRIBUCION Y NUMERACION DEL CENSO POR DEPARTAMENTO

S I S T E M A F R E A T I C O

BERMEJO:	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
	50	51	52	53	58	66	67	68	69	131	132
	133	134									

TOTAL..... 46

COMANDANTE FERNANDEZ	340	341	342	343	344	345	346	356
	357	373	374	375	376	379	380	392
	393	396	397	398	399	400	404	

TOTAL..... 24

GENERAL DONOVAN	12	13	168	169	170	171	172	173	174
	175	176	177	178	179	180	181	182	183
	184	185	186	187	188	191	192	193	194
	195	327	328	329	330	331	332	333	334
	335	336	337	338	339				

TOTAL..... 39

GENERAL GUEMES	471	472	473	474	486	487	488	489	490	491
	492	493	494	495	496	497				

TOTAL..... 16

INDEPENDENCIA	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390
	391	394	395	518	519	520	521	522	523	524
	525	526	527							

TOTAL..... 23

LIBERTAD	1	7	8	9	162	163	164	165	166	324	325	326
----------	---	---	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

TOTAL..... 12

LIBERTADOR GENERAL SAN MARTIN	54	55	56	57	59	64	65						
	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108



109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121
122	123	124	125	126	127	128	129	130	135	136	137	138
139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151
152	153	154	155	156	157	158	159	242	243	244	248	249
253	254	255	256	287	291	293	294	295	296	297	298	299
300	301	302	303	304	308	309	310	311	312	313	314	315
316	317	318	319	320	321	322	323	498	499	500	501	502
503	504	505										
TOTAL.....											139	

MAIPU	378	401	402	403	421	422	423	424	425	426	427	
428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440
441	442	443	444	454	455	458	459	460	461	462	463	464
465	466	467	468	469	470	475	476	477	478	479	480	481
482	483	484	485	506	507	508	509	510	511	512	513	514
515	516	517										
TOTAL.....											66	

PRESIDENCIA LA PLAZA				201	202	203	204	205	206	207	208	
209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221
222	257	258	259	336	371	406	407	408				
TOTAL.....											30	

PRIMERO DE MAYO	3	4	5	6	10	11	14	15	21	60		
61	62	63	167									
TOTAL.....											14	

QUITILIPU	347	348	349	358	359	360	361	362	363	405	413	
414	415	416	417	418	419	420	445	446	447	448	449	450
451	452	453	456	457								
TOTAL.....											29	

SAN FERNANDO	2	160	161	528	529	530	531	532	533	534		
535	536	537	538	539	540							
TOTAL.....											16	



SARGENTO CABRAL            179   180   189   190   196   197   198   199   200  
223   224   225   226   227   228   229   230   231   232   233   234   235  
236   237   238   239   240   241   245   246   247   250   251   252   260  
261   262   268   269   270   271   272   273   274   275   276   277  
TOTAL..... 47

VEINTICINCO DE MAYO            263   264   265   266   267   278   279   280  
281   282   283   284   285   286   288   289   290   292   305   306   307  
350   351   352   353   354   355   364   365   366   367   368   369   370  
372   409   410   411   412  
TOTAL..... 39



Qué ocurre en este sector?. Nuestra explicación a éste fenómeno, hasta tanto se despejen ciertas incógnitas, con la apertura de nuevas investigaciones, es que aquí aparecen algunas interrelaciones entre ambos acuíferos, por falta de una separación neta entre ellos, primando las características de la freática.

Por otra parte, si continuamos indagando el mismo plano, sobresale a la vista que el escurrimiento principal norte, en su primer tramo, acusa un rumbo definido noroeste-sureste en demanda del río Paraguay (influenciado posiblemente por los movimientos más modernos), pero al insinuarse en el sector deprimido correspondiente al valle fluvial del sistema Paraná-Paraguay y más precisamente a la altura de la localidad de Margarita Belén, el eje de escurrimiento sufre imprevistamente una torsión del orden de los 90°, para tomar rumbo norte-sur, paralelo a los ríos antes citados.

Igual suerte correría el eje de escurrimiento sur, cuyo 1er. tramo se desplaza paralelo al anterior y con idéntico rumbo hasta alcanzar la localidad de La Escondida, desde donde sufriría una desviación o desplazamiento de orientación norte-sur.

Fuera de esta zona ya no conocemos el comportamiento del flujo del sistema acuífero que tratamos, pero si creemos, que esos ejes estarían influenciados por estructuras más antiguas, posiblemente las mismas que originaron la separación entre los sistemas chaqueños y Mesopotámico.

El área de recarga efectiva de este complejo, tendríamos que ubicarlo hacia el oeste, en la región pedemontana del sistema Subandino, en correspondencia con sedimentos que presentan adecuado diámetro, forma y empaquetamiento de granos, que permiten una regular y abundante percolación.

Las extracciones de agua efectuadas en esa área distal, permiten apreciar la excelente calidad de las mismas, pero a medida



que el torrente subterráneo fluye hacia las zonas de descarga, en ese caso el río Parana, el acuífero o conjunto de ellos, se van cargando de sales (por menor diámetro de las partículas, mayor tiempo de exposición entre agua-suelo, menor gradiente hidráulico y permeabilidad, etc.), a tal punto que en ciertas partes adquieren una salinidad tan elevada, que el recurso es desechado totalmente.

Esta particularidad es más evidente a lo largo de la vía férrea entre Resistencia-Avia Terai, coincidente con el mayor número de investigaciones en búsqueda de agua, así también en inmediaciones de Roca, Pampa del Indio, Castelli, Tres Isletas, etc., pero en otros sectores, que en suma constituyen la gran mayoría de la zona relevada, (ver plano con calidad de agua confinada), se ha podido determinar acuíferos de buena calidad y de variada potencia, algunos utilizados para riego en pequeñas extensiones.

Estos casos se ubicarían en Makallé, Laguna Blanca, Resistencia, Barranqueras, La Verde, La Escondida, San Martín, paraje Siete Árboles hacia Presidencia Roca, Capitán Solari, Margarita Belén, Colonia Benitez, etc..

En estos dos últimos sectores, sin olvidar los anteriores, y aún otros a considerar, se deberán fijar especiales pautas de investigaciones, teniendo en cuenta muchos factores aleatorios, tales como, la presencia ya de buenos acuíferos aprovechados, la concentración de población rural con suficiente experiencia y de vieja data en el lugar, la existencia de buenos caminos, y la proximidad de centros urbanos que asegurarían en prima facie, un consumo importante de productos, hasta tanto se alcancen mejores mercados, dentro del concierto nacional.

Como anticipo, podríamos indicar que hubo esfuerzos particulares para conocer los recursos subterráneos en este ambiente del este, que lamentablemente no fueron imitados. En ese sentido vale recordar los estudios geo-eléctricos emprendidos por la Compañía Azucarera Las Palmas, en inmediaciones de sus establecimien-



tos, que detectaron la posibilidad de obtener agua de buena calidad, con caudales que varían entre 10 y 25 m<sup>3</sup>/h, sobre acuíferos situados a más o menos 60 m de profundidad.

La falta de investigaciones exhaustivas generalizadas, en todo el área estudiada, ha restado un conocimiento adecuado del comportamiento del acuífero, como para iniciar campañas tendientes a mejorar la situación socio-económica de grupos rurales o de pequeños centros urbanos diseminados en el territorio Provincial, que actúan como polos avanzados de desarrollo integral.

No conocemos para este recurso, sus variaciones laterales, verticales y horizontales, en relación con sus sedimentos portadores, como para efectuar buenas correlaciones.

Tampoco se conocen con respecto a las extracciones efectuadas en los pozos, las variaciones químicas que pudieran acusar las aguas en el tiempo, a fin de realizar verdaderos controles sanitarios, evitando posibles o probables contaminaciones perjudiciales e indicar los períodos óptimos para la utilización y manejo del acuífero.

Esta es una de las experiencias que se recomienda reanudar en el futuro, con el objeto de definir áreas de mayor y menor aprovechamiento, de acuerdo al destino que se le fije al recurso.

Tomando en consideración el conjunto del sistema acuífero confinado, se estima como zonas con probabilidades de alumbrar niveles productivos, a aquellos sectores más elevados ubicados hacia el este y a todo lo largo de la ruta Nac. 11, entre Resistencia y Puerto Velaz, Puerto Zapallar hasta la proximidad de Presidencia Roca, la parte central de Pampa Almirón y Colonia Selva del Río de Oro, como primeras prioridades, luego de lo cual y de acuerdo a las necesidades, se podrían extender las investigaciones.



Los análisis primarios practicados en muestras de éste acuífero, señalan para el sector centro oriental (ver plano), calidades aceptables con caudales no bien definidos, enmarcados en una amplia zona carente de investigaciones.

Si no podemos generalizar, somos en cambio muy optimistas respecto de las perspectivas de algunas áreas, donde se deberán implementar trabajos que incluyan técnicas avanzadas en el reconocimiento del recurso subterráneo.

En gran proporción este acuífero es utilizado para atender demandas urbanas, tales son los casos de las localidades de San Martín, Makallé, Laguna Blanca, Presidencia La Plaza, Avia Terai, etc., requiriéndoselo también para industrias como el caso de Barranqueras, Resistencia, Capitán Solari, La Pastoril, apeadero km 602, etc., y para cultivos variados en pequeñas parcelas en la zona rural de Margarita Belén, Colonia Benítez, etc.

El consumo efectuado en cada región y por cada concepto (fabril-cultivos-doméstico), no ha podido verificarse, pero evidentemente resulta mucho menor, de lo que en realidad podría proveer con toda comodidad este acuífero.

En este sentido somos de la opinión, de iniciar una campaña tendiente a clarificar cual es el porcentaje total de agua subterránea aprovechable, en relación con las reservas potenciales disponibles, pero sin comprometer el régimen o equilibrio entre carga y descarga.

6.8.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS GENERALES

6.8.1.- DEL FREATICO

6.8.2.- DEL CONFINADO

6.9.- TOXICIDAD DE LAS AGUAS

6.10.- APTITUD DEL RECURSO



6.10.1.- RIEGO USO HUMANO, ANIMAL, INDUSTRIAL, OTROS USOS

De estos tópicos, nada puede informarse por falta absoluta de análisis cali-cuantitativos al momento de la entrega del presente informe, hecho en Diciembre de 1974.

7.- CONCLUSIONES

La información hidrogeológica recogida dentro de la vasta región relevada, el poco tiempo disponible para concretarla y el "carácter exploratorio de reconocimiento" dado el trabajo, fueron las causales limitantes que impidieron obtener, los principales parámetros de los recursos hídricos subterráneos.

De cualquier manera, se cumplió dentro de los plazos establecidos con la gran mayoría de los trabajos programados, materializando los siguientes pasos: censo sistemático de pozos (freática-confinada), determinación de ciertas modalidades físicas-químicas e hidráulicas de los acuíferos, trazado e interpretación de los perfiles de depresión y de curvas isopiezas de la superficie piezométrica.

Dentro de este paso faltaría conocer, los resultados químicos de las aguas analizadas, a fin de informar sobre la calidad y posibilidades de las mismas.

Como segundo paso deben incorporarse investigaciones complementarias de carácter imprescindibles, para concretar la etapa de las decisiones definitivas, momento en que se deberán enunciar pautas concluyentes sobre las perspectivas de explotación racional de los acuíferos. Para ello, se buscará planificar con mesura todos los pasos a seguir, utilizando técnicas y métodos científicos que eviten pérdidas de tiempo siempre honerosos y que aseguren un conocimiento real de las disponibilidades hídricas subterráneas, complementada con tareas posteriores de verificación y ajuste del sistema empleado.



Se han distinguido en la zona de trabajo dos acuífero, el freático y el confinado.

El 1ro. con una distribución areal importante, que incluye todos los sectores relevados, donde su calidad, ateniéndonos a los resultados preliminares obtenidos, resulta óptima para uso humano, animal e industrial.

El 2do. con una distribución más restringida, pero evidentemente importante y empleado para industria, agricultura y suministro de bebida a conglomerados urbanos.

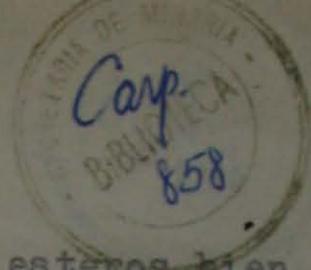
A estos dos sistemas, correspondería agregar la presencia de los cauces abandonados, remanentes de una antigua red hidrográfica hoy totalmente reducida, los cuales abren grandes posibilidades de alumbrar importantes reservas subterráneas, a juzgar por los antecedentes recogidos.

El abastecimiento de agua debe encararse en forma distinta de acuerdo con la región, echando mano a los recursos superficiales, a los acuíferos freáticos y/o confinados, a todos a la vez o recurriendo si fuera preciso a una práctica ya utilizada con éxito en el país, o sea la recarga o realimentación de los acuíferos.

Para el éxito de este último método es preciso emplear por un lado, represas o cualquier espejo de agua, complementados por cauces abandonados y/o pozos debidamente calibrados, donde se tendrán muy en cuenta, las características edáficas y sedimentológicas de los distintos sectores que componen la Región Oriental del Chaco, a saber:

a) El sector deprimido aledaño al Paraná-Paraguay que incluye una zona sur particularizada por el desarrollo de pequeños y medianos esteros y cañadas y <sup>otra</sup> al norte, algo sobreelevada, que enmarca un buen aprovechamiento agrícola y donde se dan, hasta el momento, los mejores caudales hídricos subterráneos.

b) El sector del domo central, caracterizado por su desarrollo agrícola, conteniendo hacia el norte, una reducida área



mal drenada, con un conjunto de lagunas y esteros bien desarrollados.

c) El sector occidental, semiárido, compuesto de tres partes bien diferenciadas, la sur constituida por una llanura estabilizada de formación reciente, la central con divagaciones meándricas y antiguos cauces y la norte con cubierta bien estabilizada, pero deprimida e inundable.

A estas caracterizaciones, habrá que sumar los antecedentes recogidos durante el proceso de este trabajo y la experiencia formada a la fecha, que indica que las mejores condiciones de los acuíferos se dan hacia el este, en concordancia con el sector deprimido mencionado en el punto a), que las mismas van decreciendo en calidad y cantidad en dirección oeste en perjuicio especialmente de la confinada, particularmente a partir de la localidad de Machagai, desde donde, solo la fréatica resulta aprovechable y no en forma general.

Expresamos formalmente que, es imprescindible incrementar las exploraciones en búsqueda de agua subterránea, con el fin de delimitar con exactitud los recursos de cada uno de los sectores demarcados, fijando en ellos sus características físicas, químicas e hidráulicas, para su ulterior utilización como fuente de abastecimiento, según el destino que se les asigne.

Hay una opinión generalizada de que los sedimentos del horizonte Ensenadense (Pampeano - Pleistoceno), inmediatos inferior al Bonaerense loésico, incluyen abundante yeso pulverulento, consecuencia de la degradación de otros horizontes mas antiguos (presumiblemente del Terciario-Mioceno) y que por ser reservorio del acuífero freático, le transfieren mucha mineralización a sus aguas, como así también en determinadas circunstancias, a la lra. confinada situada más abajo.

Corresponde aclarar además, que la existencia de yeso incluido en sedimentos actuales y/o recientes, no respondería solamente a un proceso de erosión y posterior redeposición, si no a



un fenómeno provocado por el clima que propicia la intensa evaporación de las aguas freáticas próximas a la superficie del suelo (ascenso de las aguas por capilaridad).

Nuestro censo ha desvirtuado si no en forma total, al menos parcialmente, el pesimismo cualitativo existente con respecto a las aguas, ya que un 91% de las muestras extraídas, sometidas a análisis expeditivos, han revelado buena calidad.

Los caudales específicos de algunos pozos (agua obtenida por metro de depresión de su nivel original durante el lapso de una hora), resultan significativos en algunos sectores entre los cuales debemos resaltar, la zona litoral paralela a los ríos Paraná-Paraguay, La Verde, La Escondida, Margarita Belén, Colonia Benítez, Barranqueras, etc., para los acuíferos confinados y para la freática en los alrededores de La Pastoril, Apeadero km 602 (entre Colonias Unidas y Ciervo Petiso), Colonia Bermejo al norte de San Martín, etc..

Los valores obtenidos sobre transmisibilidad, coeficiente de permeabilidad y velocidad efectiva del escurrimiento de la freática, resultaron normales a bajos. Estas determinaciones deberán generalizarse en todo el territorio provincial, debiendo estar a cargo de técnicos constituidos en equipo, adecuadamente entrenados

Las reservas actuales de los acuíferos no se han calculado por falta de una implantación freatimétrica en la zona, en cambio se han deducido las reservas potenciales, las cuales podrían ser importantes, si se tiene en cuenta el desarrollo de los sedimentos portadores. Estos depósitos en general no han sido totalmente saturados, lo cual indica que pueden albergar mayor contenido áqueo natural o artificial, del que presentan actualmente.

Este antecedente es muy importante, por cuanto posibilita cualquier recarga o realimentación del acuífero, cuando en un futuro inmediato, se resuelva implementar trabajos en ese sentido.



8.- RECOMENDACIONES

Sugerimos una serie de investigaciones al oeste del meridiano de 61° (Línea Avia Terai - Tres Isletas - Fortín Lavalle), hasta alcanzar el límite oriental de la Provincia de Salta, a fin de integrar hidrogeológicamente esa región, con el sector oriental del Chaco, ahora relevado. Esto vale, si a la fecha, no se ha realizado ya dicho trabajo.

Muchos de los sondeos analizados, no poseen antecedentes sobre potencia de sus capas, sobre oscilaciones estacionales de sus niveles y sobre depresiones o recuperaciones de sus acuíferos en momentos de ser horadados, salvo aquello que fueron practicados por entes nacionales y/o provinciales, por ello es nuestra opinión, se arbitren normas para que en un futuro, cuando se ejecuten nuevos sondeos, especialmente a la confinada, sea obligatoria la ejecución de ensayos standard, que conduzcan a la obtención de todos los valores físicos, químicos e hidráulicos de los acuíferos atravesados. Los datos así recogidos, sería oportuno se derivaran a una dependencia provincial idónea, la cual se transformaría en receptora de todas las investigaciones de carácter privado.

Como la gran mayoría de las perforaciones importantes, fueron alineadas sobre el trazado ferroviario Resistencia-Metán, con el objeto de resolver apremiantes problemas relacionados con la implantación de sectores urbanos, sugerimos que en adelante se ejecuten sondeos a nivel de investigación en sectores poco conocidos, utilizando si fuera necesario, el apoyo técnico-económico que muchos organismos nacionales especializados brindan.

En tal sentido, proponemos investigaciones en cada uno de los puntos de intersección entre la curva equipotencial y el eje de escurrimiento (ver planos para los dos acuíferos), en forma alternada, para luego intercalar otras, si los antecedentes obtenidos no fueran suficientemente claros y precisos.



Habría que encarar controles sistemáticos y específicos en los sedimentos portadores, a fin de conocer su estructura y composición físico-químico.

Habría que obtener valores de permeabilidad de los distintos suelos y efectuar el mapeo correspondiente.

Las ondas de crecida de las capas freáticas, se reflejan con retardo respecto de las precipitaciones, tiempo que el agua necesita para incorporarse al medio saturado a través de los suelos.

Observaciones aisladas efectuadas, indican que las lluvias de noviembre a marzo, producen sus efectos en agosto-septiembre.

Como este conocimiento no es extensivo a todas las zonas, insistimos en la necesidad impostergable de instalar una red de freatómetros estratégicamente ubicados y convenientemente controlados, con el objeto de conocer sus fluctuaciones estacionales y concretar por este medio, la evaluación y aprovechamiento de los niveles acuíferos.

Con respecto a la freática, habrá que encarar controles o corridas geoquímicas periódicas, para probar la existencia de ciertos fenómenos de estratificación de la concentración salina en las capas (trampas geológicas) u otras anomalías químicas.

Sugerimos la realización de nuevas investigaciones hidrogeológicas, reforzando la ya ejecutada, mucho mejor equipados y en el menor tiempo posible, con el objeto de evitar distorsiones en los antecedentes obtenidos en campaña, que impidan una adecuada correlación de acuíferos y sedimentos portadores.

Dentro de estas operaciones cabe incorporar como indispensables los censos periódicos sobre cotas fijas, hasta tanto se obtenga por cada región y por cada escala de trabajo una estabilización de los sistemas.



Recomendamos la instalación de una Unidad Técnica Permanente con asiento en la Prov. del Chaco, que contemple entre sus funciones, estudios integrales de hidrogeología, hidrología y suelos, para grandes y pequeñas áreas, de acuerdo a necesidades prioritarias, con el objeto de incorporar en forma progresiva tierras al agro, su industria deriva y la forestación de especies de rápido crecimiento vegetativo (pinos y eucaliptus).

Sugerimos en forma simultánea la puesta en marcha de un laboratorio de Agua y Suelo, para resolver en forma inmediata múltiples problemas que suscitan las investigaciones de campaña, hoy totalmente sujetas a las apreciaciones de laboratorios alejados de los centros operacionales y desvinculados de los trabajos de campo.

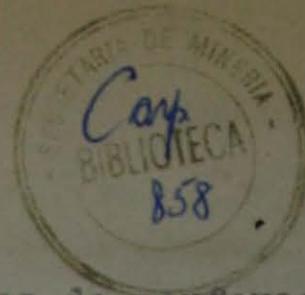
Todo este hacer reseñado, dará jerarquía científica a la Unidad Técnica, quien podrá con el tiempo posibilitar viajes de perfeccionamiento de su personal, tal cual lo vienen efectuando otras provincias y lo que es mejor, intercambiar con sus iguales, técnicas y métodos beneficiosos.

Finalmente, opinamos sería conveniente gestionar ante la Legislatura del Chaco, la promulgación de una Ley de fiscalización de los recursos hídricos subterráneos, a fin de que el Estado pueda ejercer un verdadero control sobre dichas importantes riquezas renovables, evitando irracionales explotaciones, que podrían conducir a irreparables contaminaciones, con efectos desastrosos para la economía Provincial.



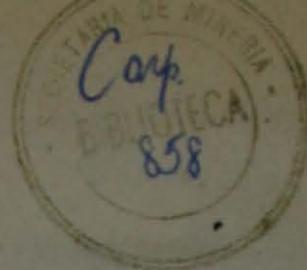
9.- BIBLIOGRAFIA

- 1 - BOGOMOLOV, G y SILIN-BRITCHOURINE, A.J. - Hidrogéologie Spécialisee. Ann Serv. Gral. Geolog. N° 37 B.R.G.M. - París 1959.
- 2 - BOGOMOLOV, G. - Hidrogéologie. Editions de La Paix - París
- 3 - BORELLO, A. - Los geosinclinales de la Argentina D.N.G.M. Anales XIV - Buenos Aires 1969.
- 4 - CANOBA, C y POPOLIZIO, E. - Estudio aereofotográfico de Paleopotamología en un sector ribereño del río Paraná en la Prov. del Chaco - Inst. de Fisiog. y Geolog. de la Fac. de Ing. y Arq. de la Univers. Nac. del Litoral. Serie A nota 2 - Rosario 1968.
- 5 - CASTANY, G.- Traité pratique des eaux souterraines - Dunod París 1967.
- 6 - CASTELLANOS, A.- Historia Hidrogeológica del río Corrientes Fac. de Filosof. y Letras de la Univers. Nac. del Litoral - Rosario 1959.
- 7 - CASTELLANOS, A. - Algunos aspectos geográficos de los afluentes santafecinos del río Paraná Bol. Arg. de Est. Geograf. Filial Rosario N° 2 - Rosario 1969.
- 8 - CORDINI, R. - Los ríos Pilcomayo de la región del Patiño D.N. G.M. - Anales I N° 22 - Buenos Aires 1947.
- 9 - COMISION NACIONAL DEL RIO BERMEJO - Proyectos para lograr el aprovechamiento integral del río Bermejo. Trabajo inédito de la Comisión Buenos Aires 1959.
- 10 - DANS, F.A. - Morfología Gral. de las llanuras Argentinas. Serie Geográfica de las llanuras Argentinas. Gaea. Tomo III - Buenos Aires 1946.
- 11 - DIGID - Estudio integral de la Cuenca del río de Oro - Prov. del Chaco - Buenos Aires 1972.
- 12 - DIGID - Recuperación de áreas inundables, Arroyo Zanjón Seco, Estero Coatí y Bañado Latapié - Buenos Aires 1973.



- 13 - DIREC. NAC. GEOLOGIA Y MINAS - Perfiles de perforaciones Pub. N° 146, años 1904/15, Pub. N° 152 años 1916/35 y Monografías inéditas años 1936/1970 - Buenos Aires.
- 14- FRENGUELLI, J. - Apuntes geomorfológicos sobre el interior de la Prov. de Corrientes. Pub. Ins. Invest. Geológicas de la Univers. Nac. de Bs.As. N° 7 - Buenos Aires 1927.
- 15 - GALMARINI, A. y RAFFO DEL CAMPO, J. - Rasgos fundamentales que caracterizan el clima de la Región Chaqueña. Consejo Nac. de Desarrollo - Bs. As. 1964.
- 16- GROEBER, P. - Bosquejo geológico y climatológico de la Prov. de Formosa. Apuntes Inéditos.
- 17- HARRINGTON, H.J. - Geología del Paraguay Oriental. Fac. de Ciencias Fis. y Nat. de la Univers. Nac. de Bs. As. Serie E. Geología Vol I - Buenos Aires 1950.
- 18- INST. DE COLONIZACION PROV. DEL CHACO - Plan de colonización para la reconstrucción Nac. - Resistencia 1973.
- 19- IATASA, INGENIERIA Y ASISTENCIA TECNICA - Evaluación del recurso hídrico subterráneo en los Dptos de Jiménez y Pellegrini de la Prov. de S. del Estero. C.F.I. Buenos Aires 1971.
- 20- JERABEK, Z. y REZANOWICZ, A.M. - Análisis de las fuentes de agua potable en la Prov. del Chaco, cálculo y diseño de represa. V Congreso Nac. del Agua . Santa Fe 1971.
- 21- MARLANGE, M.- Materiales geológicos superficiales del Chaco Argentino. INTA. Buenos Aires 1970.
- 22- MINERA TEA + Estudio hidrológico de las Prov. del Chaco y Formosa. CFI. Buenos Aires 1972.
- 23- MINISTERIO DE ECONOMIA Y OBRAS PUBLICAS DE LA PROV. DEL CHACO - El Chaco en cifras. Serie A-10. Resistencia 1973.
- 24- OLIVER, R. - Sequía, inundaciones y aprovechamiento de las lagunas Bonaerenses. Ministerio de Asuntos Económicos de la Prov. de Bs. As. - La Plata 1959.
- 25- PADULA, E y MINGRAMM, A. - Estratigrafía, distribución y cuadro geotectónico sedimentario del Triásico en el subsuelo de la llanura Chaco- Paranense, III Jornadas Geológicas Argentinas. Bs As. 1968.

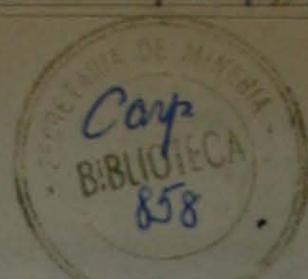
- 26 - PASOTTI, P. - Vinculaciones de la tectónica con el recorrido de redes hidrográficas de la llanura Arg. y en especial de la Bonaerense. Bol. de Estudios Geograf. Vol. V N° 21. Universidad Nac. de Cuyo - Mendoza 1959.
- 27 - PASOTTI, P. - Interpretación de algunos rasgos morfológicos en el oriente de la llanura pampeana de la Prov. de Santa Fe. Bol. Sociedad Geográf. Arg. Filial Rosario - Rosario 1969.
- 28 - PASOTTI, P. y CASTELLANOS, A.- Rasgos geomorfológicos generales de la llanura pampeana. Bol. Asoc. Geograf. Filial Rosario N° 3 - Rosario 1967.
- 29 - PASOTTI, P. y CASTELLANOS, A. - Breve nota sobre la morfología de un sector de la llanura Chaqueña Argentina. Pub. Ins. Fisiograf. y Geolog. de la Univers. Nac. del Litoral. -Rosario 1967.
- 30 - POPOLIZIO, E. - Contribución a la geomorfología del NEA. BOL. Asoc. Arg. de Botanica. Vol XI - Buenos Aires 1970.
- 31 - POPOLIZIO, E. - Modificaciones de las características hidro-lógicas de la Cuenca del Plata - Inédito - Buenos Aires 1973.
- 32 - POPOLIZIO, E. - Los estudios sobre el río Bermejo y sus relaciones con el aprovechamiento integral de los recursos hídricos del NEA. - Inédito - 1973.
- 33 - POPOLIZIO, E.- Algunas vinculaciones entre la geomorfología y los estudios hidrológicos - VI Congreso Nac. del Agua - Santiago del Estero 1973.
- 34 - POPOLIZIO, E, - El pseudo Karst y su importancia en los estudios hidrológicos del NEA. - VI Congreso Nac. del Agua - Santiago del Estero 1973.
- 35 - POPOLIZIO, E. - Geomorfología de las áreas inundadas e inundables del NEA. - Inédito - 1973.
- 36 - RUIZ HUIDOBRO, O. + Los cauces antiguos o ríos muertos como fuente de provisión de agua potable en la región del Chaco. Simposio Univer. Nac. de Cuyo - Mendoza 1960.
- 37 - RUBIO, E. y RUIZ HUIDOBRO, O. - Informe preliminar relativo a la provisión de aguas potable a la localidad de R.S. Peña (Chaco). D.N.G.M. Informe inédito -Buenos Aires 1948.



- 38 - SCHMIDT, R. - Permeabilidad del suelo y procedimiento de investigación. Bol. N° 12 de O.S.N. - Buenos Aires.
- 39 - SCHOELLER, H.- Les scuterraines. Masson - París 1962.
- 40- TAPIA, A. - Pilcomayo, contribución al conocimiento de las llanuras argentinas. D.N.G.M. Bol, N° 40 - Buenos Aires 1935.
- 41 - THIEBAUT, L. - Esquema de un estudio aerofotográfico sobre paleopotamología de la Prov. del Chaco - Bariloche 1969.
- 42 - THIEBAUT, L. - Algunos rasgos que caracterizan fisiográficamente el noreste de las provincias del Chaco y Formosa. Inédito 1970.
- 43 - TRICART, J.L.F. - Geomorfología de la Pampa deprimida. INTA N° XII. Colección Científica - Buenos Aires 1968.
- 44 - Y.P.F. - Las cuencas sedimentarias de Argentina. Bol. de Informaciones Petroleras N° 320 - Buenos Aires 1959.

DICIEMBRE 1974

Dr. Roberto Kreimer.



POBLACION DE LAS PRINCIPALES LOCALIDADES CHAQUEÑAS EN CENSOS NACIONALES

LOCALIDAD	AÑO				
	1895	1914	1947	1960	1970
BARRANQUERAS	879	-	12.315	19.779	21.645
GENERAL SAN MARTIN	+	-	2.659	5.390	11.106
LAS PALMAS	514	2.284	4.358	3.590	3.317
MACHAGAI	-	-	3.956	4.716	7.014
PRESIDENCIA DE LA PLAZA	-	-	4.305	4.568	4.494
PRES. ROQUE SAENZ PEÑA	-	-	23.100	34.381	36.456
PUERTO TIROL	+	-	4.478	1.480	3.352
QUITILUPI	-	-	3.298	5.217	7.677
RESISTENCIA	1.308	8.387	52.385	84.036	124.497

CUADROS COMPARATIVOS POBLACIONALES DE ACUERDO A CENSOS NACIONALES

AÑO	1895	%	1914	%	1947	%	1960	%	1970	%
SEXO										
VAR.	5.829	55,9	26.440	57,1	229.221	53,2	278.150	51,2	289.072	51,0
MUJ.	4.593	44,1	19.834	42,9	201.334	46,8	265.181	48,8	277.441	49,0
TOT.	10.422	100,0	46.274	100,0	430.555	100,0	543.331	100,0	566.613	100,0

<u>UBICACION</u>										
URBANA	-	-	-	-	129.629	30,1	205.463	37,8	294.712	52,0
RURAL	-	-	-	-	300.926	69,9	337.868	62,2	271.901	48,0
TOTAL	-	-	-	-	430.555	100,0	543.331	100,0	566.613	100,0

<u>DENSIDAD</u>										
(H/km <sup>2</sup> )	0,1	-	0,5	-	4,4	-	5,6	-	5,9	-

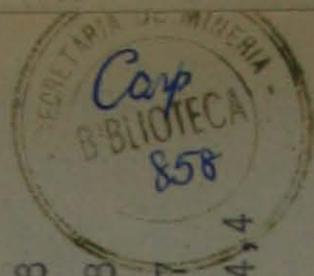
ESTACION : COLONIA CASTELLI - Latitud : 25°57' S - Longitud : 60°38' W de G - Elevación 111 s.n.m.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Pres.atmosf.media													
a nivel estac.(mb)	26,5	25,9	24,2	19,8	17,5	15,6	16,0	17,3	19,6	21,9	24,2	25,8	21,2
Temperatura med.(°C)	34,4	33,7	31,9	27,0	24,1	22,2	23,1	25,9	28,0	29,6	32,0	33,1	28,6
Temp.máx.med.(°C)	21,0	20,7	18,9	14,1	11,9	10,9	9,9	10,8	13,0	16,3	17,8	19,7	15,4
Temp.mín.med.(°C)	42,5	41,0	39,6	37,5	35,4	32,4	33,0	37,5	43,0	41,9	44,0	42,5	44,0
Temp.máx.absol."	10,0	12,5	9,0	0,0	-0,5	-2,4	-5,0	-2,6	2,0	6,1	7,0	10,0	-5,0
Temp.mín.absol."	24,0	24,3	22,5	18,4	16,5	14,4	13,2	12,4	15,1	17,6	19,6	21,3	18,3
Tem.vap.media(mb)	70	72	73	76	76	78	70	61	65	68	66	66	70
Hum.rel.media(%)	4,2	4,2	3,9	4,1	4,7	4,9	3,8	3,6	3,9	4,5	4,1	4,1	4,2
Nubosidad "(0-8)	8	8	7	7	7	8	8	10,	10	9	8	7	8
Vel,media viento(km/h)	108	109	188	106	50	17	21	23	34	118	122	172	1068
Precip.med.(mm)	7	6	7	6	6	4	3	3	4	7	6	8	67
Pre.med.días c/precip.					0,3	0,3	3,0	0,8					4,4
Iden c/heladas													
" c/días c/cielo claro	4	5	7	8	7	6	10	11	10	6	7	5	86
(=2/8)													
" c/ciel.cub.(=0/8)	5	5	6	8	11	12	7	8	8	10	8	7	95
" c/niebla													
" c/granizo										0,1	0,1	0,1	0,4

VIENTO: Frecuencia de las direcciones en escala de 1000 y velocidad media por direcciones en km/hora

Direcciones	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
N	Vm	n	Vm	n	Vm	n	Vm	n
	9	209	9	164	6	168	8	206
	8	206	8	60	12	9	5	10
	5	10	5	10	8	7	5	10
	7	95	7	86	8	7	5	11
	8	95	8	86	7	5	11	57

AÑO 117 9 209 9 164 6 168 8 206 8 60 12 9 5 10 11 57





ESTACION : RESISTENCIA - Latitud 27° 28' s Longitud 58° 59' W de @ Elevación 51 m.n.m.

DATOS - mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	Ó	N	D	AÑO
Pre. At. med. en Estac. (mb)	1002	1003	1005	1008	1009	1010	1011	1010	1007	1006	1005	1003	1007
Temperatura media (°C)	26,8	26,3	24,4	19,9	17,7	15,7	15,1	16,7	18,7	21,0	23,7	25,8	20,9
" máx. med. (°C)	32,7	32,7	30,1	25,6	23,3	21,6	20,9	23,3	24,8	26,1	29,8	31,9	26,9
" mín. " (°C)	21,6	21,6	19,3	15,4	13,1	12,5	10,6	11,4	13,8	16,7	17,9	20,1	16,1
" máx. abs. (°C)	41,2	41,0	37,2	36,4	33,1	30,0	31,7	35,9	40,0	37,2	40,1	41,1	41,2
" mín. Hh (°C)	11,8	13,5	10,2	6,1	0,0	0,3	-1,9	-0,2	1,4	9,1	7,7	11,0	-1,9
Tensión vapor media (mb)	23,7	23,9	22,4	18,1	16,4	14,8	13,6	13,2	15,5	16,3	19,3	21,1	18,3
Humedad relat. (%)	70	72	74	78	80	82	76	70	72	73	68	66	73
Nubosidad media (0-8)	3,6	3,7	3,1	3,6	3,8	4,5	3,5	3,1	3,6	3,9	3,3	3,3	3,6
Veloc. media viento (Km/h)	7	6	6	6	6	7	8	8	10	9	7	6	7
Precipitación media (mm)	157	149	140	156	94	50	40	36	65	181	127	154	1349
Prec. media días c/precip.	9	8	8	9	7	8	6	6	8	10	7	9	95
Ídem c/heladas					0,1		2	0,1					2,2
" c/cielo claro (=2/8)	10	9	13	11	12	8	10	14	12	9	13	12	133
" " cub. (=2/8)	5	7	5	8	8	12	9	7	9	9	6	5	90
" c/niebla	0,8	0,9	0,9	3	3	5	4	3	2	1	0,9	0,8	25,3
" c/torm. eléctricas	4	4	4	4	2	2	2	2	5	6	4	6	45
" c/granizo							0,2		0,2	0,5			0,9

VIENTO : Frecuencia de las direcciones en escala 1000 y velocidad media por direcciones en Km/hora

Direcciones	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Vm	n	AÑO										
	12	116	9	137	8	113	10	136	13	48	14	17	13	10	10	10	10	10	10	10	335



HUMEDAD RELATIVA MEDIA EN PORCENTAJE

(Promedio 1941-50)

ESTACIONES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
N. Pompeya	64	68	70	73	74	75	67	60	63	65	64	60	67
C. Castelli	67	68	71	78	80	81	72	66	62	66	67	62	70
R.S. Peña	63	68	75	76	78	79	72	61	62	62	64	58	68
<u>N U B O S I D A D</u>													
N. Pompeya (nub-med)	4,3	4,8	5,2	5,3	5,5	5,8	5,0	3,8	3,8	3,8	4,4	4,4	4,8
" (F.c.cub)	4,5	4,4	8,2	8,0	9,8	10,4	8,7	5,3	5,3	4,7	5,0	4,5	78,6
" (F.c.cla)	3,4	2,8	4,4	4,6	6,1	5,6	7,3	11,1	11,1	10,6	7,7	4,5	73,7
Castelli (nub-med)	4,5	4,8	4,5	4,9	5,6	6,0	4,6	3,6	3,6	3,9	4,5	4,4	4,6
" (F.c.cub)	4,6	5,1	6,2	7,1	9,7	12,1	6,8	4,2	4,2	6,6	6,3	5,1	77,3
" (F.c.cla)	4,6	4,0	6,1	6,8	5,2	5,7	7,1	10,6	10,6	9,3	7,0	6,6	78,7
R.S. Peña (nub-med)	4,5	4,8	4,7	4,6	5,5	5,9	5,0	3,7	3,7	4,4	4,3	4,4	4,7
" (F.c.cub)	7,0	7,9	8,3	8,3	10,0	12,7	8,6	5,5	5,5	7,6	6,9	5,9	93,4
" (F.c.cla)	7,1	4,3	7,8	9,3	7,2	5,7	8,0	11,9	11,9	9,6	8,4	7,5	95,2



TEMPERATURAS ESTACIONALES

ESTACIONES	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
NUEVA POMPEYA	27,3	21,3	17,0	27,3
COLONIA CASTELLI	26,3	21,1	16,1	22,0
PCIA.R.S.PEÑA	26,6	20,7	16,0	22,0

FRECUENCIA MEDIA DE DIAS CON HELADAS

	Abr.	Mayo	Junio	Julio	Agost.	Sept.	Octubre	AÑO
COLONIA CASTELLI	-	0,1	0,9	2,4	1,2	0,5	-	5,1
PCIA.R.S.PEÑA	-	0,4	1,2	2,5	1,1	0,5	-	5,7

EVAPORACION FISICA

(Totales mensuales y anuales en mm)

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
R.S.Peña	198,4	163,6	142,6	84,0	68,2	60,0	62,0	86,8	126,0	142,6	144,0	158,1	1.446,3
N.Pompeya	17,8	18,2	15,3	13,8	11,9	10,1	9,0	9,0	10,0	12,0	14,9	15,6	16,2
O.Castelli	17,2	17,3	15,3	14,3	13,3	11,0	9,3	9,3	9,6	10,8	13,1	14,9	15,7
R.S.Peña	16,8	17,4	16,2	13,7	12,1	10,3	9,3	9,2	9,2	10,5	12,5	14,5	15,1

TENSION DE VAPOR EN M.M.

(Promedio 1941-50)



TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES Y ANUALES

(Promedios 1941-50)

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
N. Pompeya	27,7	27,0	24,1	21,3	18,6	15,9	15,8	19,2	21,3	24,4	25,4	27,2	22,3
C. Castelli	26,3	26,3	23,3	20,7	19,2	16,0	15,2	17,0	20,0	22,1	23,9	26,2	21,4
R.S. Peña	26,9	26,2	23,4	20,6	18,0	15,3	15,0	17,6	19,4	22,3	24,2	26,7	21,3

TEMPERATURAS MAXIMAS MEDIAS

(1941-50)

N. Pompeya	36,3	34,8	31,9	28,6	25,6	22,7	23,2	27,5	30,1	32,9	33,7	35,4	30,2
C. Castelli	34,5	34,3	31,0	27,2	26,2	23,0	22,5	25,6	28,7	30,5	32,4	34,2	29,2
R.S. Peña	35,4	34,0	30,7	27,6	24,9	21,8	22,2	23,3	27,8	30,4	32,1	35,0	28,8

TEMPERATURAS MINIMAS MEDIAS

(1941-50)

N. Pompeya	19,8	20,0	17,3	14,9	11,8	8,9	7,6	10,3	12,0	14,8	17,4	18,8	14,5
C. CASTELLI	19,6	20,4	17,7	15,6	13,9	10,7	10,1	10,9	12,3	14,9	17,7	19,4	15,3
R.S. Peña	20,	20,3	18,2	15,2	13,0	10,6	9,5	10,9	13,1	15,2	17,3	19,1	15,2

TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS ABSOLUTAS

(1941-50)

	Máxima absoluta	Mínima absoluta	Amplitud
Nueva Pompeya	45,7	-10,5	56,2
COLONIA CASTELLI	43,0	- 5,0	48,0
Poia. R. S. Peña	43,9	- 6,3	50,2



NORMALES MENSUALES Y ANUALES DE LLUVIA

(Período 1921-50)

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Resist.	117,6	109,7	139,8	126,3	68,4	49,3	44,7	38,5	76,1	102,0	138,6	114,8	1125,0
Makallé	115,8	116,9	147,2	118,7	60,7	43,0	35,1	29,1	60,5	89,2	140,8	115,5	1072,5
R.S. Peña	120,0	102,7	119,7	98,4	48,4	31,5	23,3	19,2	44,6	76,9	118,9	98,1	901,7
N. Pompeya	103,8	89,4	110,5	78,6	26,1	16,0	10,2	10,2	8,1	21,3	87,3	111,9	707,8

DISTRIBUCION ESTACIONAL DE LA LLUVIA.

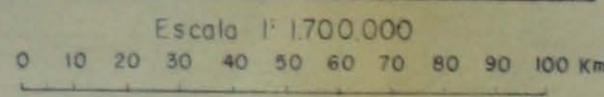
ESTACION	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Resistencia	342,1	334,5	132,5	316,7
Makallé	348,2	326,6	107,2	290,5
P.R. Saenz Peña	320,8	266,5	74,0	182,7
Nueva Pompeya	305,1	205,2	34,3	163,2

VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN KM/HORA

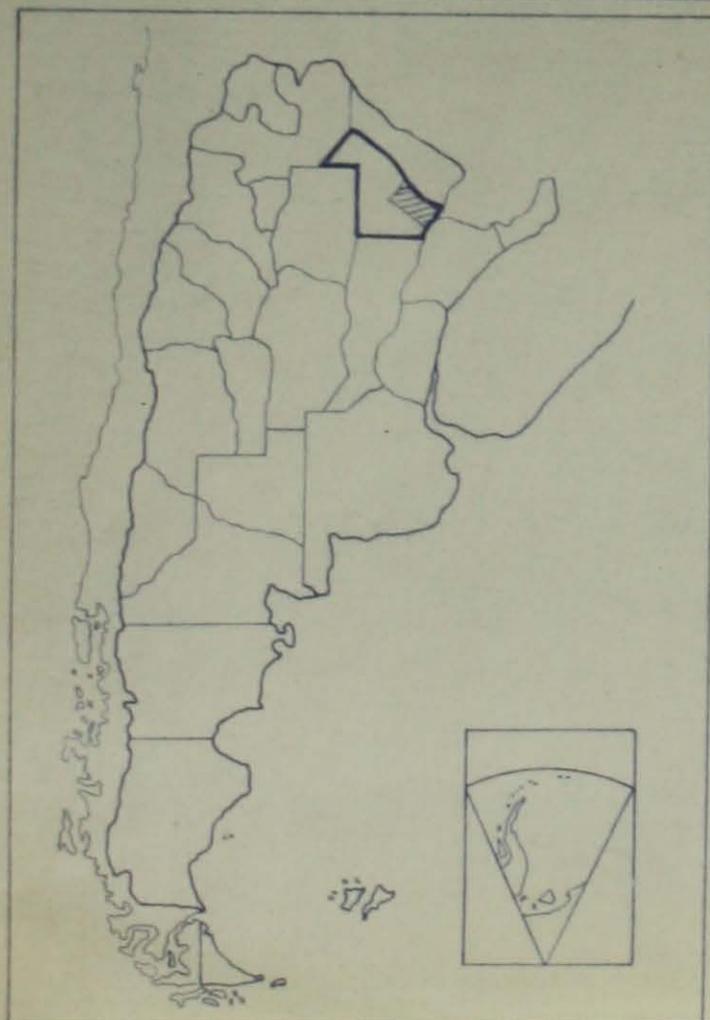
(Promedios 1941-50)

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
R.S. Peña	8	8	8	7	7	7	8	9	10	10	10	9	8
Castelli	8	8	8	8	8	8	9	11	12	12	10	10	9
N. Pompeya	7	6	7	7	7	7	8	10	10	10	8	8	8





REFERENCIAS  
Plano de Ubicación



# PROVINCIA DEL CHACO

## REFERENCIAS

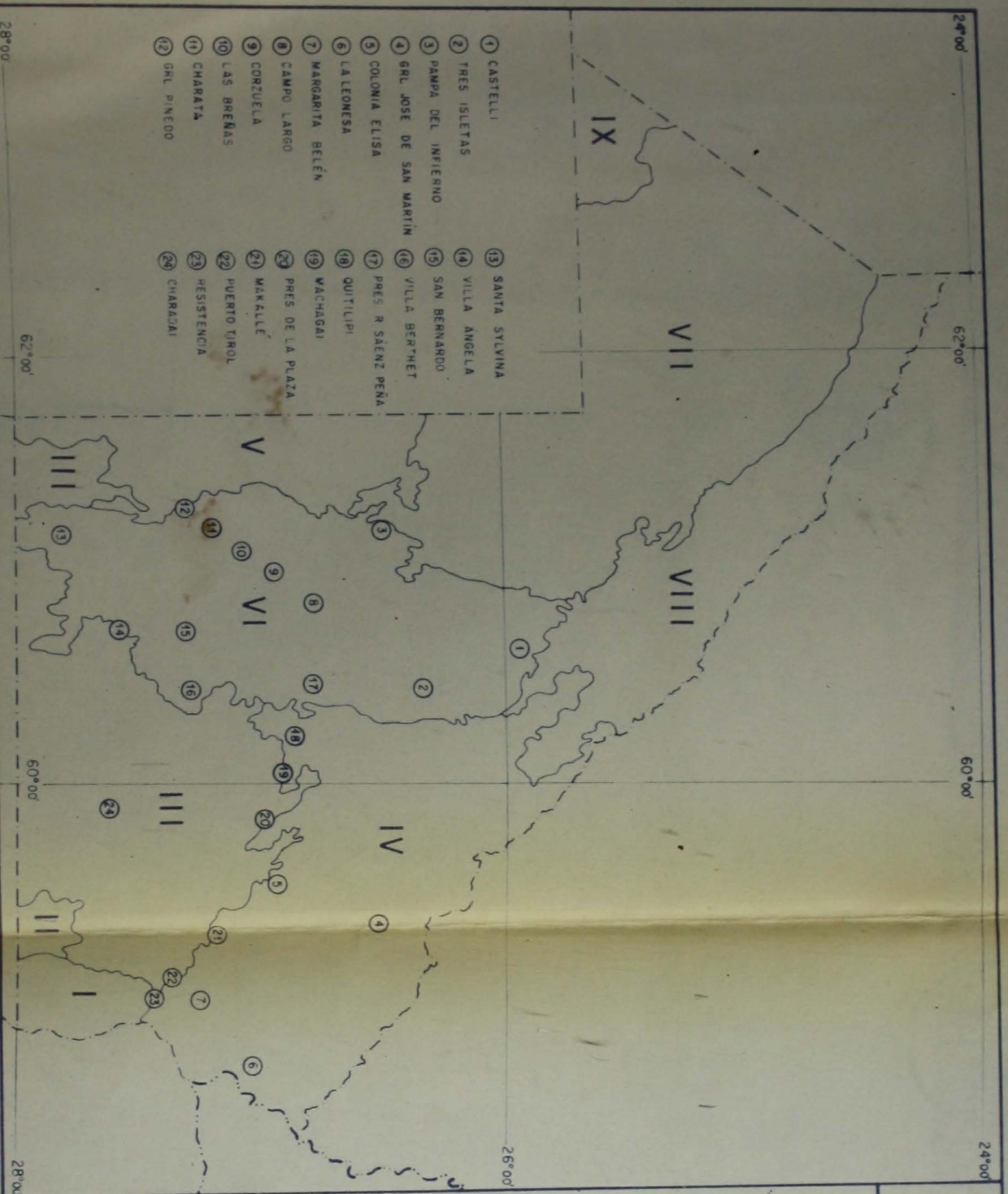
- I CHACO DEL PARAGUAY PARANÁ
- II CHACO DEL DORSAL AGRIC. PARANAENSE
- III CHACO DEPRIMIDO
- IV CHACO DE ESTEROS CAÑADAS Y SELVAS DE RIBERA
- V CHACO DE PARQUES Y SÁBANAS SECAS
- VI CHACO DEL DORSAL AGRIC. SUB-HÚMEDO
- VII CHACO LENOSO
- VIII CHACO DEL TEUCO-BERMEJITO
- IX CHACO DEL ANTIGUO CAUCE DEL JURAMEN-TO

Fuente de información: I.N.T.A.  
 ESCALA  
 0 20 40 60 80 100 km

## REGIONES ECOLÓGICAS

GOBIERNO DE LA PROVINCIA  
 DEL CHACO  
 SECRETARÍA DE INFORMACIONES  
 DIRECCIÓN DE PRENSA Y DIFUSIÓN

FECHA: JULIO 1974



24°00'

62°00'

60°00'

24°00'

- ① CASTELLI
- ② TRES ISLETAS
- ③ PAMPA DEL INFIERNO
- ④ GRL. JOSE DE SAN MARTÍN
- ⑤ COLONIA ELISA
- ⑥ LA LEONESA
- ⑦ MARGARITA BELÉN
- ⑧ CAMPO LARGO
- ⑨ CORZUELA
- ⑩ LAS BREÑAS
- ⑪ CHARATA
- ⑫ GRL. PINEDO
- ⑬ SANTA SYLVINA
- ⑭ VILLA ANGELA
- ⑮ SAN BERNARDO
- ⑯ VILLA BERTHET
- ⑰ PRES. R. SAENZ PEÑA
- ⑱ QUITILIPÍ
- ⑲ MACHAGAI
- ⑳ PRES. DE LA PLAZA
- ㉑ MCKALLE
- ㉒ PUERTO TIROL
- ㉓ RESISTENCIA
- ㉔ CHARADAI

62°00'

60°00'

28°00'

# PROVINCIA DEL CHACO

## REFERENCIAS

- ▨ AGRICULTURA
- ▨ AGRICOLA GANADERO
- ▨ GANADERA
- PLANO DE INUNDACIÓN

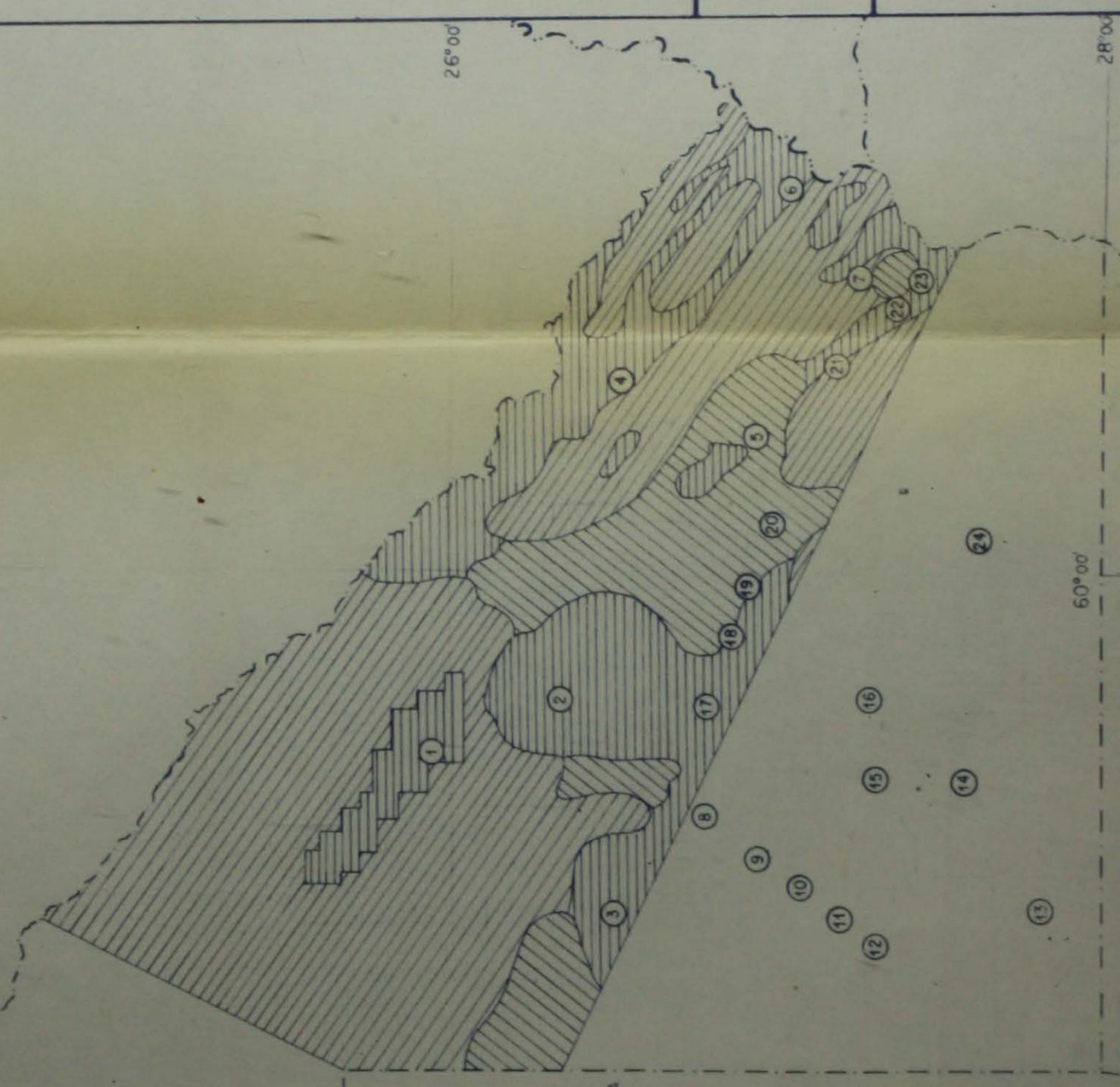
Fuente de información: C.O. PRO. D.E.  
 0 20 40 60 80 100 km  
 ESCALA

## REGIONES AGROPECUARIAS

GOBIERNO DE LA PROVINCIA  
 DEL CHACO  
 SECRETARÍA DE INFORMACIONES  
 DIRECCIÓN DE PRENSA Y DIFUSIÓN

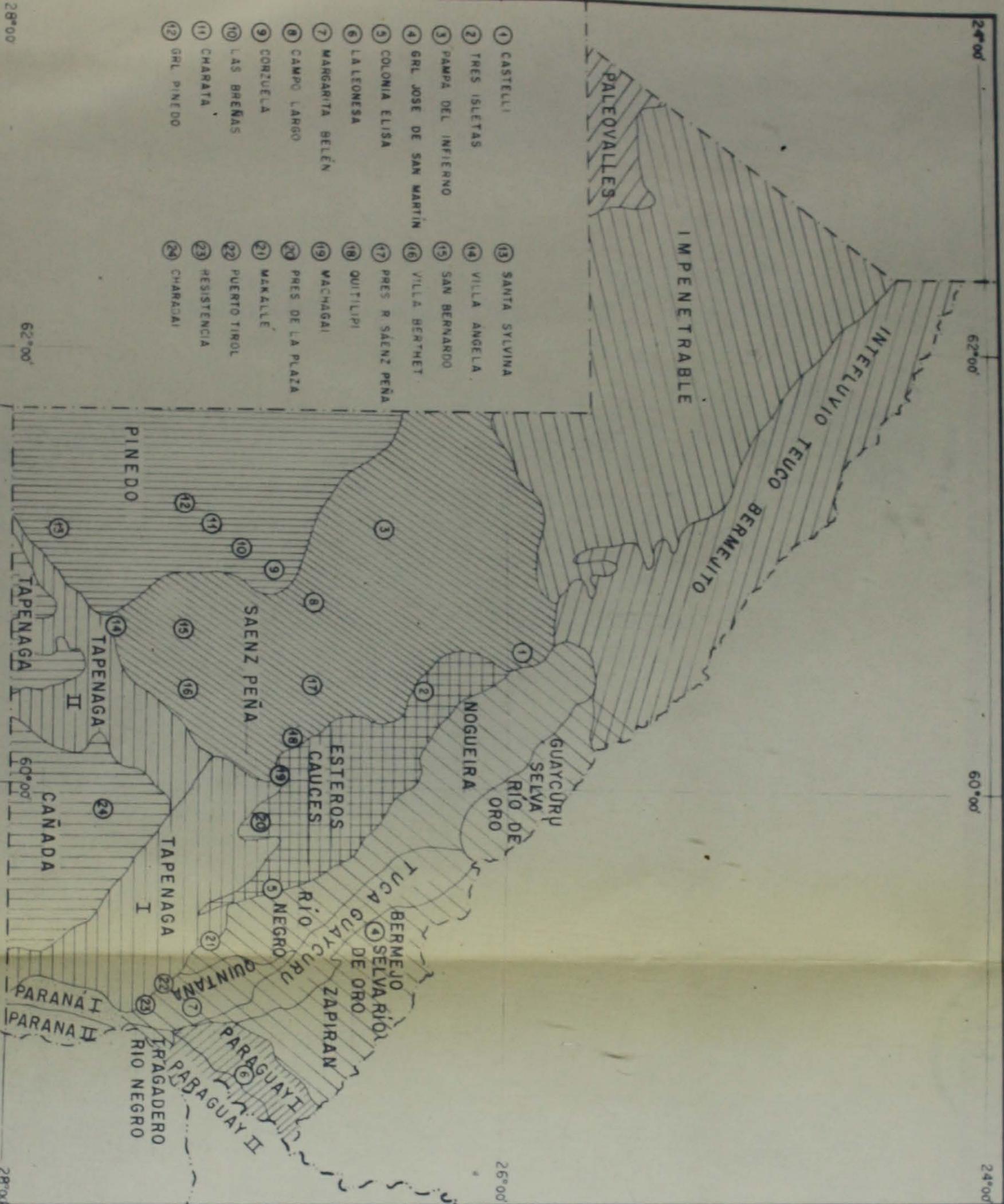
FECHA: JULIO 1974

28°00'



24°00' 62°00' 60°00' 24°00'

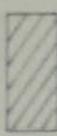
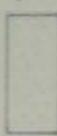
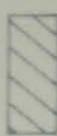
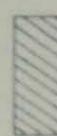
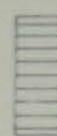
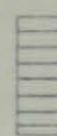
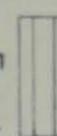
28°00' 62°00' 60°00' 28°00'



- 1 CASTELLI
- 2 TRES ISLETAS
- 3 PAMPA DEL INFIERNO
- 4 GRL JOSE DE SAN MARTIN
- 5 COLONIA ELISA
- 6 LA LEONESA
- 7 MARGARITA BELEN
- 8 CAMPO LARGO
- 9 CORZUELA
- 10 LAS BREÑAS
- 11 CHARATA
- 12 GRL PINEDO
- 13 SANTA SYLVINA
- 14 VILLA ANGELA
- 15 SAN BERNARDO
- 16 VILLA BERTHET
- 17 PRES R SAENZ PEÑA
- 18 OUITILUPI
- 19 WACHAGAI
- 20 PRES DE LA PLAZA
- 21 MAKALLE
- 22 PUERTO TIROL
- 23 RESISTENCIA
- 24 CHARADAI

## PROVINCIA DEL CHACO

### REFERENCIAS

-  CICLO FLUVIAL DEL RIO PARAGUAY
  -  CICLO FLUVIAL DEL RIO PARANA
  -  CICLO FLUVIAL DEL RIO BERMEJO
  -  AREA SUR DEL CICLO RIO BERMEJO
  -  SISTEMA FLUVIAL N.O.-S.E
  -  SISTEMA FLUVIAL N.-S
  -  ANTIGUA DEPRESION GRAN EXTENSION NORTE
  -  BORDES DE LA DEPRESION CAÑADA
- Fuente de información: C. O. P. R. O. D. E.
- ESCALA  
0 20 40 60 80 100 km

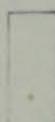
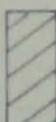
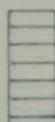
### AREAS GEOMORFOLÓGICAS

GOBIERNO DE LA PROVINCIA  
DEL CHACO  
SECRETARÍA DE INFORMACIONES  
DIRECCIÓN DE PRENSA Y DIFUSIÓN

FECHA: JULIO 1974

# PROVINCIA DEL CHACO

## REFERENCIAS

-  REGIÓN DEL ORIENTE ESTERADO
-  REGIÓN CENTRAL DE LA X DE LOS DOS QUEBRACHOS
-  REGIÓN DEL IMPENETRABLE
-  REGIÓN DE LOS BAJOS NO FORESTALES

Fuente de información: J MORELLO

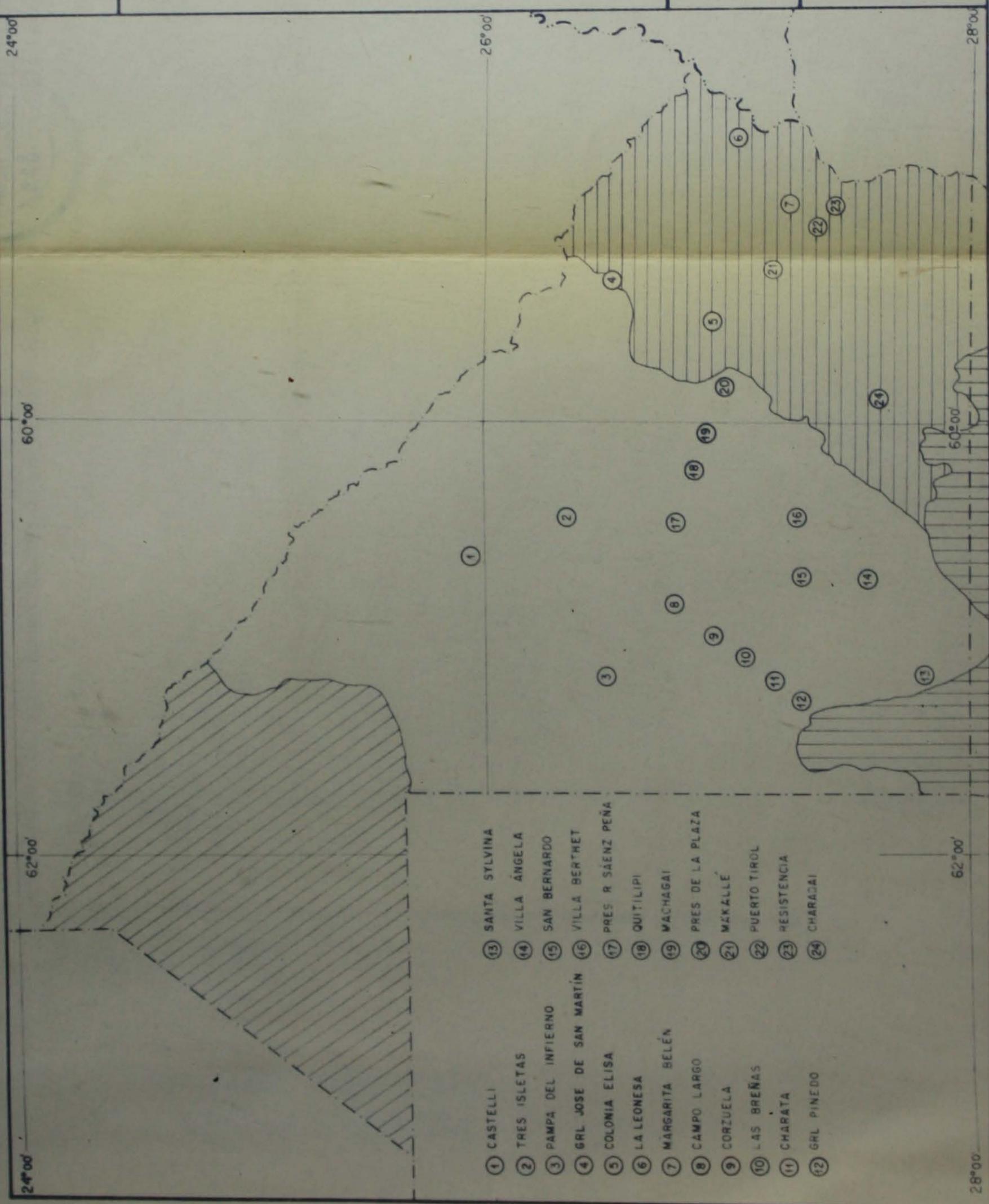
0 20 40 60 80 100 km  
ESCALA

## FITOGEOGRAFIA

GOBIERNO DE LA PROVINCIA  
DEL CHACO

SECRETARÍA DE INFORMACIONES  
DIRECCIÓN DE PRENSA Y DIFUSIÓN

FECHA: JULIO 1971



- |                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| 1 CASTELLI               | 13 SANTA SYLVINA     |
| 2 TRES ISLETAS           | 14 VILLA ANGELA      |
| 3 PAMPA DEL INFIERNO     | 15 SAN BERNARDO      |
| 4 GRL JOSE DE SAN MARTIN | 16 VILLA BERTHET     |
| 5 COLONIA ELISA          | 17 PRES R SAENZ PEÑA |
| 6 LA LEONESA             | 18 QUITILUPI         |
| 7 MARGARITA BELÉN        | 19 MACHAGAI          |
| 8 CAMPO LARGO            | 20 PRES DE LA PLAZA  |
| 9 CORZUELA               | 21 MAKALLE           |
| 10 LAS BREÑAS            | 22 PUERTO TIROL      |
| 11 CHARATA               | 23 RESISTENCIA       |
| 12 GRL PINEDO            | 24 CHARADAI          |

24°00'

62°00'

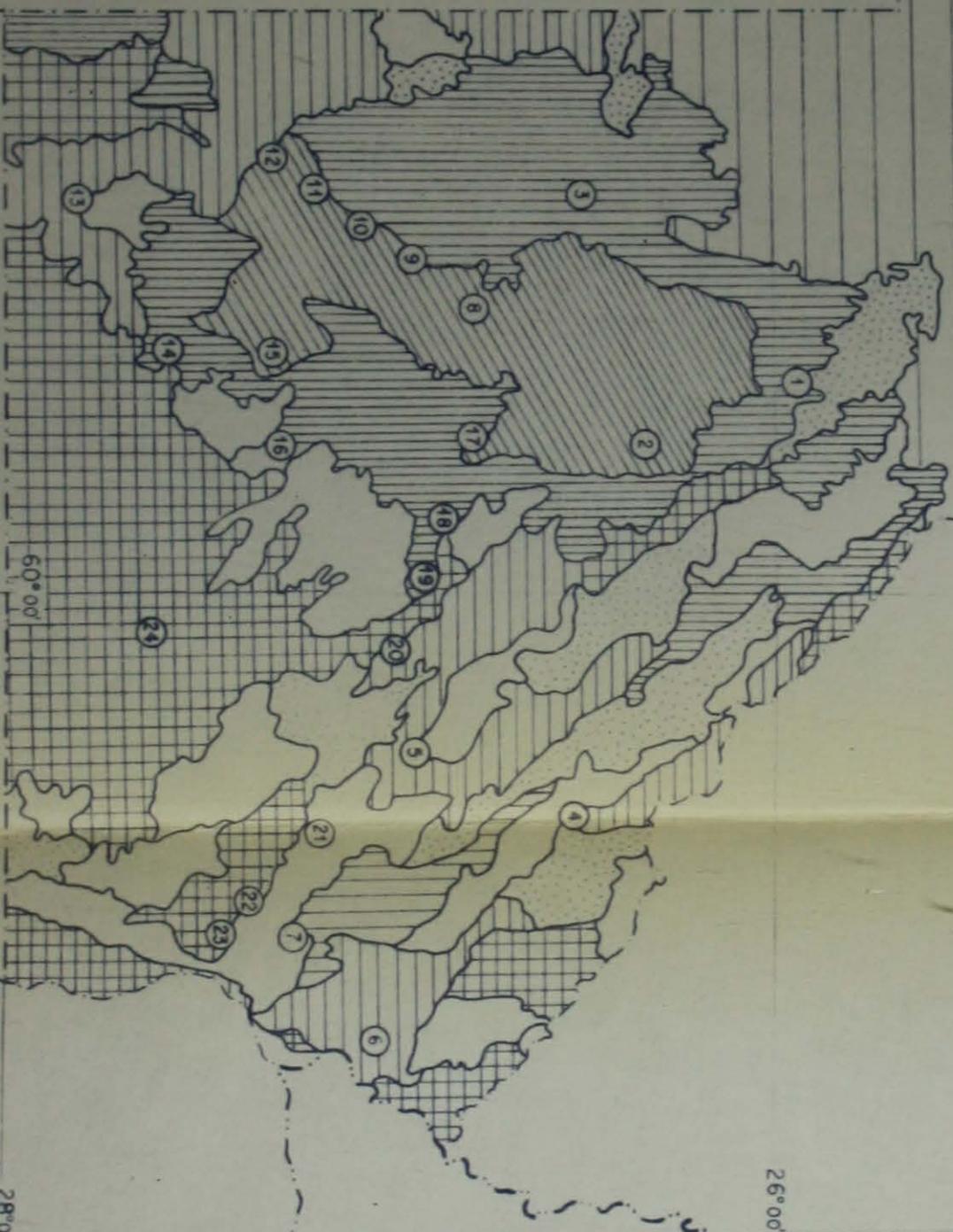
60°00'

24°00'

26°00'

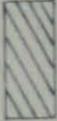
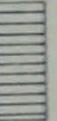
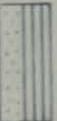
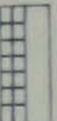
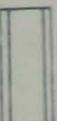
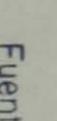
28°00'

- ① CASTELLI
- ② TRES ISLETAS
- ③ PAMPA DEL INFIERNO
- ④ GRL JOSE DE SAN MARTIN
- ⑤ COLONIA ELISA
- ⑥ LA LEONESA
- ⑦ MARGARITA BELÉN
- ⑧ CAMPO LARGO
- ⑨ CORZUELA
- ⑩ LAS BREÑAS
- ⑪ CHARATA
- ⑫ GRL PINEDO
- ⑬ SANTA SYLVINA
- ⑭ VILLA ANGELA
- ⑮ SAN BERNARDO
- ⑯ VILLA BERTHET
- ⑰ PRES R SAENZ PEÑA
- ⑱ QUITILIPÍ
- ⑲ MACHAGAI
- ⑳ PRES DE LA PLAZA
- ㉑ MAKALLE
- ㉒ PUERTO TIROL
- ㉓ RESISTENCIA
- ㉔ CHARAGAI



# PROVINCIA DEL CHACO

## REFERENCIAS

-  ÁREA EXCELENTE
-  ÁREA MUY BUENA
-  ÁREA BUENA
-  ÁREA MEDIA
-  ÁREA REGULAR
-  ÁREA BAJA
-  ÁREA NO RECONOCIDA

Fuente de información: I. N. T. A.  
 ESCALA  
 0 20 40 60 80 100 km

## EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS DEL SUELO

GOBIERNO DE LA PROVINCIA DEL CHACO  
 SECRETARÍA DE INFORMACIONES  
 DIRECCIÓN DE PRENSA Y DIFUSIÓN

FECHA: JULIO 19

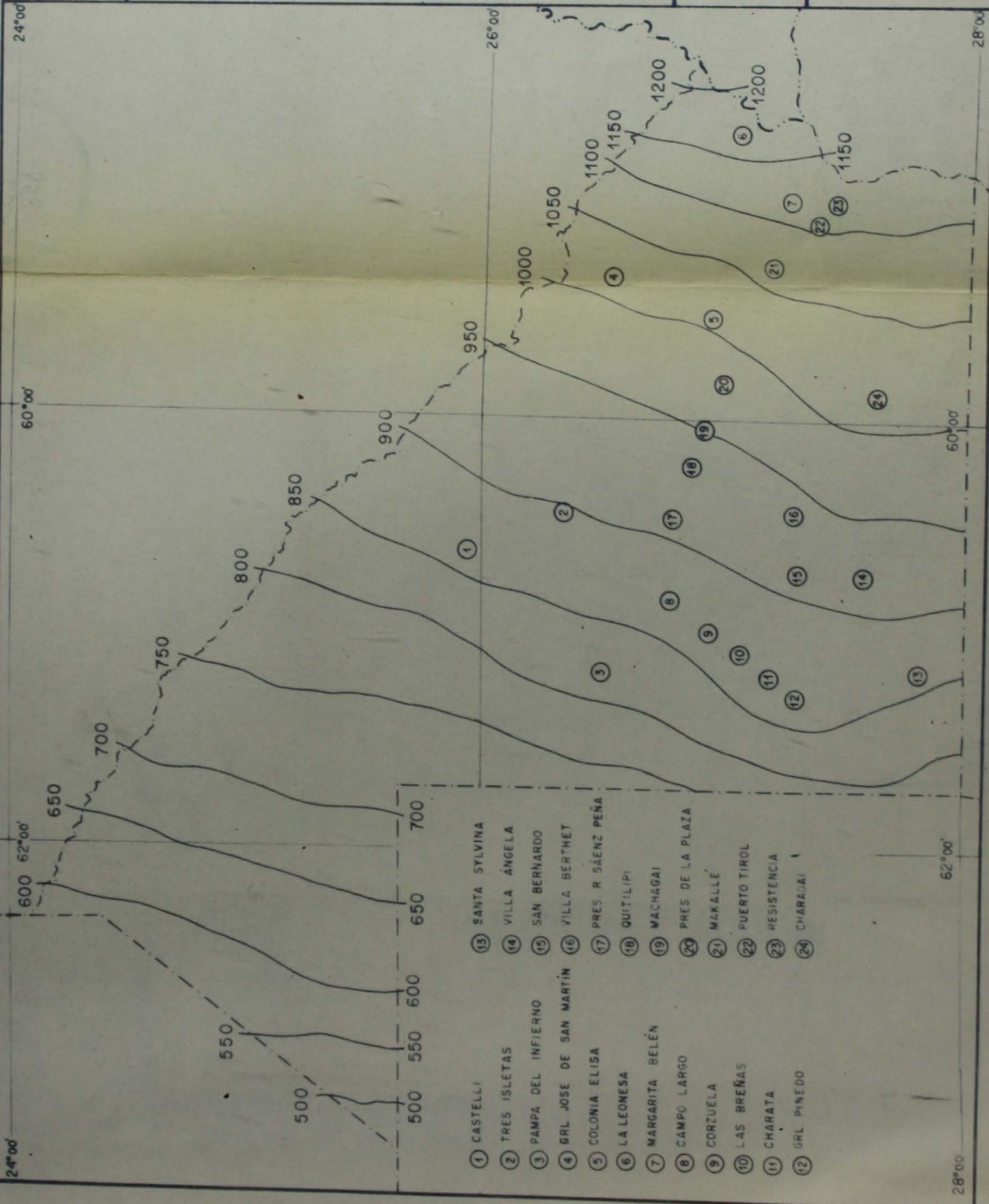
24°00'

60°00'

60°00'

24°00'

- ① CASTELLI
- ② TRES ISLETAS
- ③ PAMPA DEL INFIERNO
- ④ GR L JOSE DE SAN MARTÍN
- ⑤ COLONIA ELISA
- ⑥ LA LEONESA
- ⑦ MARGARITA BELÉN
- ⑧ CAMPO LARGO
- ⑨ CORZUELA
- ⑩ LAS BREÑAS
- ⑪ CHARATA
- ⑫ GR L PINEDO
- ⑬ SANTA SYLVINA
- ⑭ VILLA ANGELA
- ⑮ SAN BERNARDO
- ⑯ VILLA BERTHET
- ⑰ PRES R SAENZ PEÑA
- ⑱ QUITILIPÍ
- ⑲ MACHAGAI
- ⑳ PRES DE LA PLAZA
- ㉑ MAKALLE
- ㉒ PUERTO TIROL
- ㉓ RESISTENCIA
- ㉔ CHARADAI

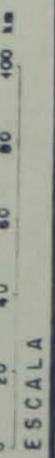


# PROVINCIA DEL CHACO

## REFERENCIAS

PRECIPITACION FLUVIAL MEDIA ANUAL

Fuente de informacion: C O P R O D E



## ISOHIETAS

GOBIERNO DE LA PROVINCIA DEL CHACO

SECRETARÍA DE INFORMACIONES DIRECCIÓN DE PRENSA Y DIFUSIÓN

28°00'

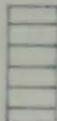
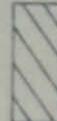
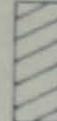
62°00'

28°00'

FECHA: JULIO 1974

# PROVINCIA DEL CHACO

## REFERENCIAS

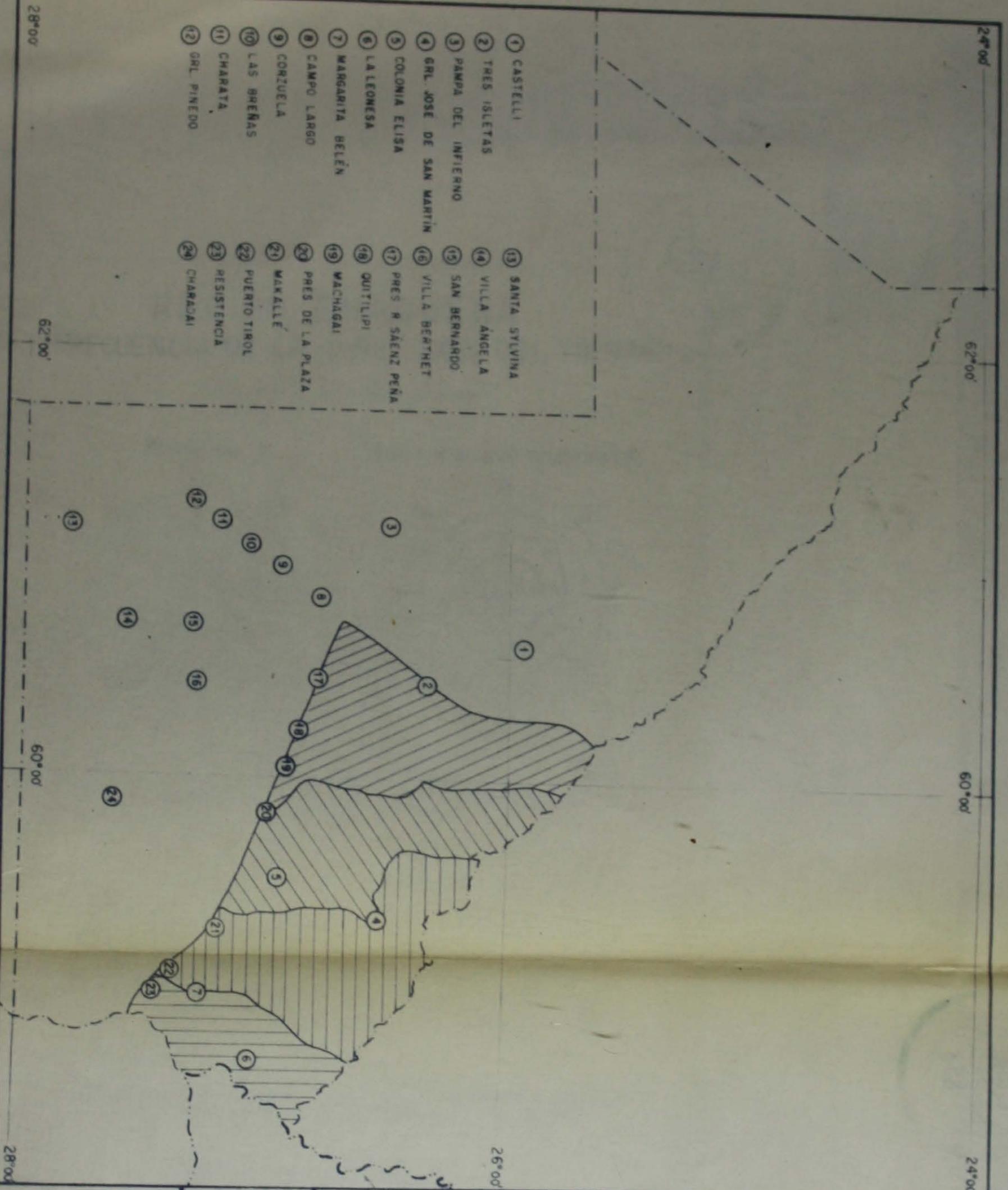
-  MES DE MAYO
-  MES DE JUNIO
-  MES DE JULIO
-  MES DE SEPTIEMBRE

Fuente de información: DR. R. KREIMER  
 ESCALA  
 0 20 40 60 80 100 km

## CHACO ORIENTAL PROGRESIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

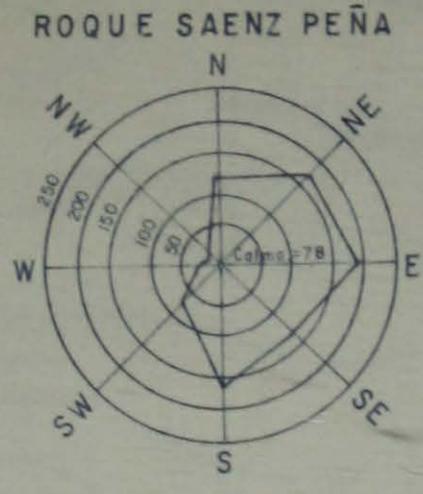
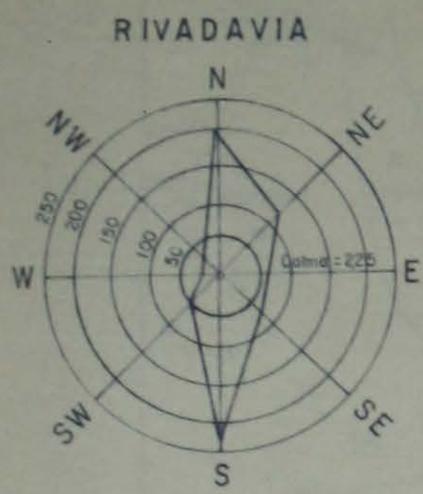
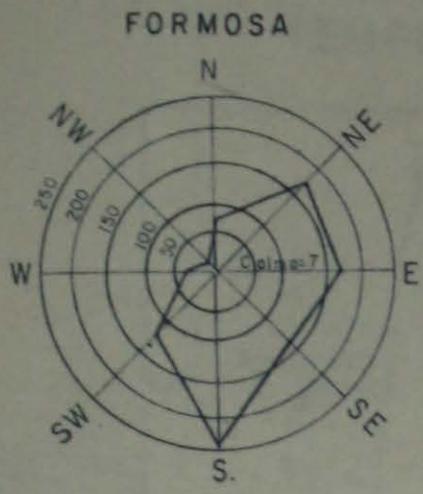
GOBIERNO DE LA PROVINCIA  
 DEL CHACO  
 SECRETARÍA DE INFORMACIONES  
 DIRECCIÓN DE PRENSA Y DIFUSIÓN

FECHA: JULIO 1974

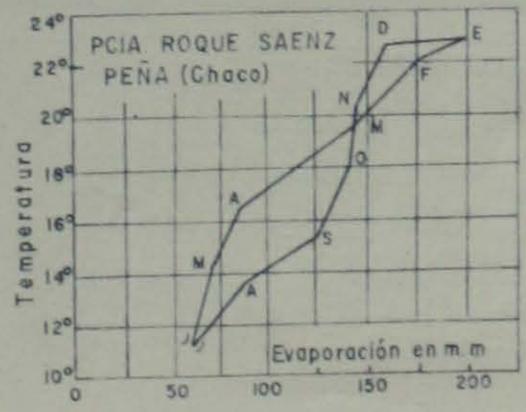


# REGIÓN CHAQUEÑA

## FRECUENCIA DE LA DIRECCION DEL VIENTO



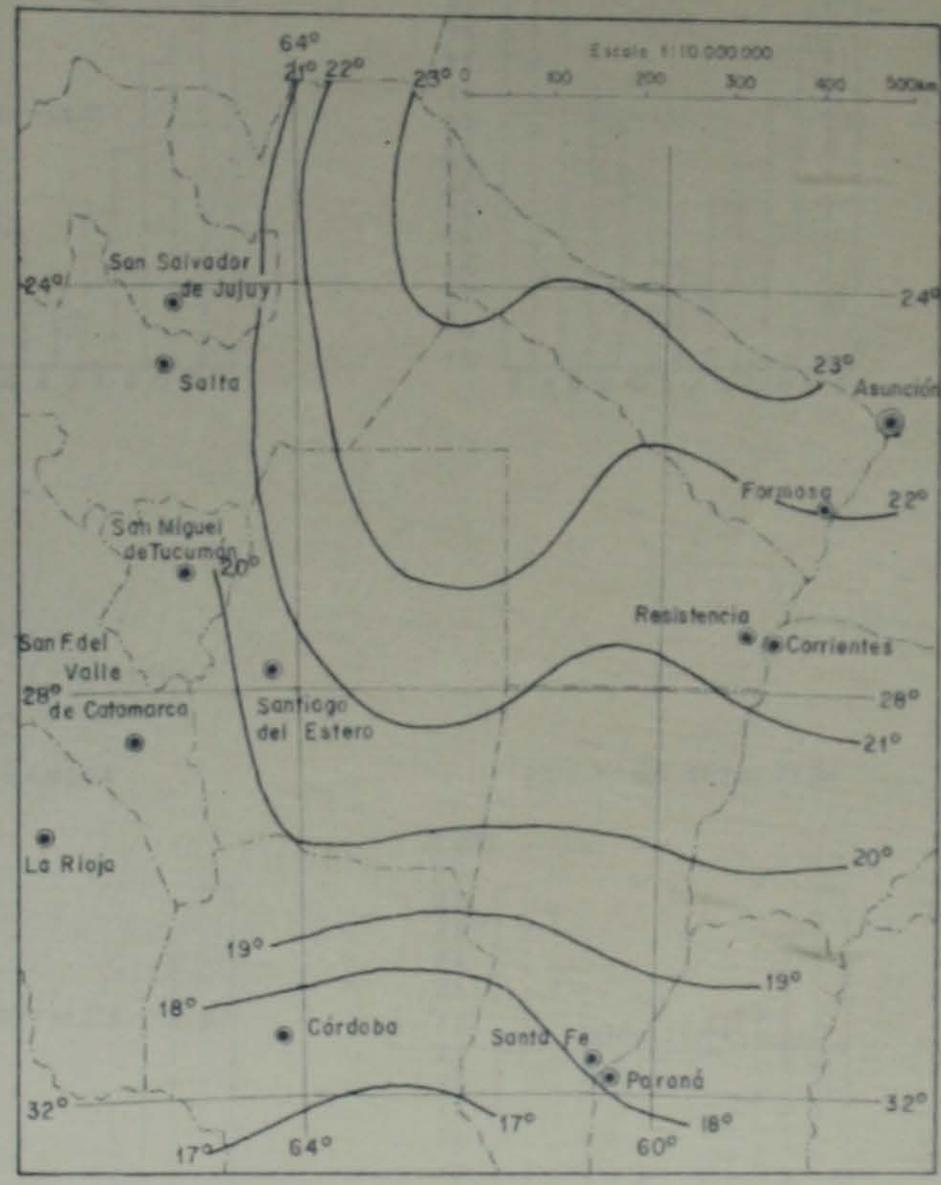
CLIMOGRAMA REPRESENTANDO LA RELACION ENTRE PROMEDIOS MENSUALES DE EVAPORACION FÍSICA Y LA TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE

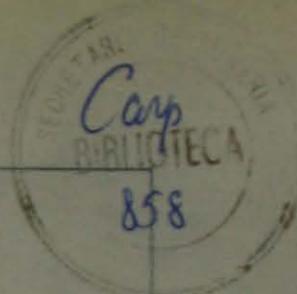




REGIÓN CHAQUEÑA  
DISTRITO FEDERAL DE BUENOS AIRES

# REGIÓN CHAQUEÑA TEMPERATURA MEDIA ANUAL

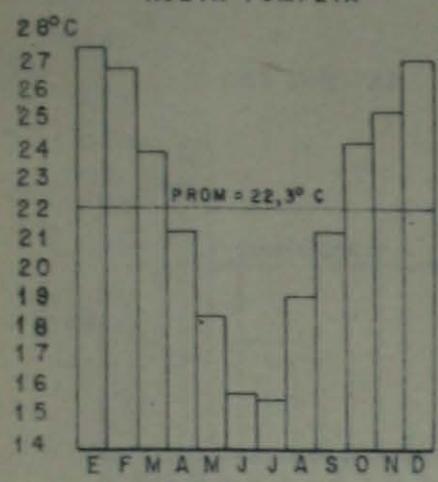




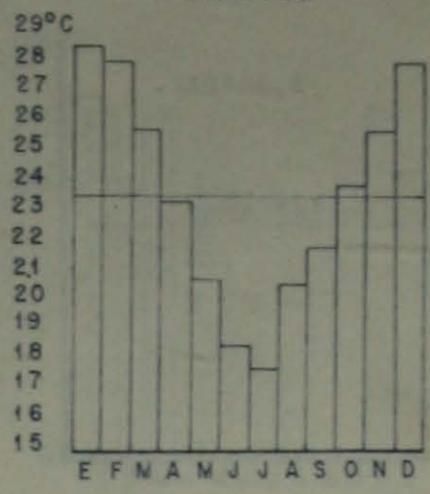
# REGIÓN CHAQUEÑA

## DISTRIBUCIÓN ANUAL DE LA TEMPERATURA

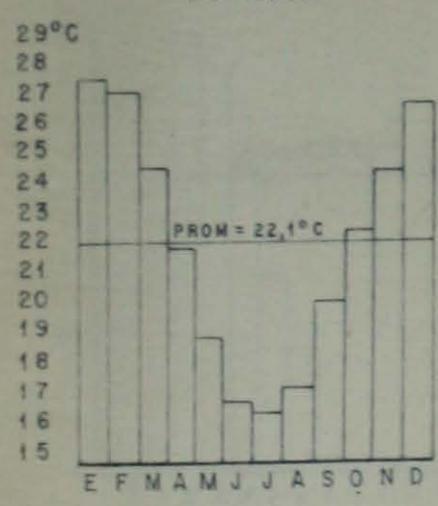
NUEVA POMPEYA



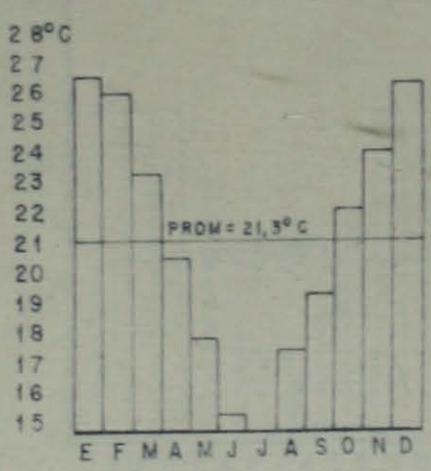
TACAAGLE

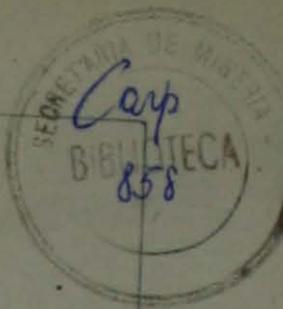


FORMOSA



PCIA. ROQUE SAENS PEÑA





# REGIÓN CHAQUEÑA

REGIMEN DE DISTRIBUCIÓN ANUAL DE LA LLUVIA

