

349

El Erebol.

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO
ENTRE LOS PARALELOS 31° 50'
Y 32° 40' DE LATITUD SUR
Y LOS MERIDIANOS DE 61° 30'
Y 62° 00' DE LONGITUD OESTE
(PROVINCIA DE SANTA FE)**

Por
Lic. Hugo Bitesnik



ECONOMIA Y TRABAJO
DO DE ENERGIA Y MINERIA
MINERIA Y COMBUSTIBLES
L DE GEOLOGIA Y MINERIA

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO
ENTRE LOS PARALELOS 31° 50'
Y 32° 40' DE LATITUD SUR
Y LOS MERIDIANOS DE 61° 30'
Y 62° 00' DE LONGITUD OESTE
(PROVINCIA DE SANTA FE)

Por Lic. HUGO BITESNIK



O DE ECONOMIA Y TRABAJO
 E ESTADO DE ENERGIA Y MINERIA
 IA DE MINERIA Y COMBUSTIBLES
 ACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

INDICE

<u>RESUMEN</u>	Pág.	1
1-1 <u>PROPOSITOS Y ALCANCES DE LA INVESTIGACION</u>	"	4
1-2 Ubicación y extensión del área		
1-3 Investigaciones anteriores		
1-4 Método de investigación		
1-5 Sistema de ubicación de pozos		
1-6 Agradecimientos		
2-1 <u>CARACTERES FISIOGRAFICOS</u>	"	7
3-1 <u>CLIMATOLOGIA</u>	"	10
4-1 <u>GEOLOGIA GENERAL</u>	"	13
4-2 Granimetría	"	21
5-1 <u>HIDROGEOLOGIA</u>	"	23
5-2 Relación entre la capa freática y la salini- dad del agua	"	27
5-3 Capacitación del agua subterránea	"	30
5-4 Presencia del agua subterránea	"	33
5-5 Usos del agua subterránea	"	34
5-6 Geología en relación con el agua subterránea	"	36
6-1 <u>CARACTER QUIMICO DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS</u> ..	"	29
6-2 Constituyentes químicos en relación con el riego	"	41
6-3 Representación de los análisis	"	44
6-4 Combinaciones elementales	"	48
6-5 Estadística	"	54
7-1 <u>RECARGA POR PRECIPITACION</u>	"	55



MINISTERIO DE ECONOMIA Y TRABAJO
SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE MINERÍA Y COMBUSTIBLES
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

I N D I C E

8-1	<u>ENSAYO DE BOMBEO</u>	Pág. 57
	<u>CONCLUSIONES</u>	" 60
	<u>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</u>	" 63



R E S U M E N

Este informe describe la hidrogeología de un sector de la llanura pampeana, entre los paralelos $31^{\circ} 50'$ y $32^{\circ} 40'$ de latitud Sur, y los meridianos $61^{\circ} 30'$ y $62^{\circ} 00'$ de longitud Oeste.

Toda la región se extiende sobre limos y loess pampeanos. La pendiente general del suelo es de Oeste a Este. Las cotas varían entre 120 m. y 70 m., respectivamente. La región occidental se ve surcada, de norte a sur, por un alto estructural, al que se adosa el canal Litín - Tortugas con el mismo rumbo.

El régimen pluviométrico es bastante uniforme, con una precipitación promedio de 924 mm. anuales.

Las lluvias mínimas se registran en invierno, y las máximas en verano, primavera y otoño.

La geología que se ha reconocido responde a los propósitos del trabajo, describiéndose todo el paquete sedimentario integrado por:

	Arcillas Verdes	
Terciario	Formación Arenas Puelches	
Cuaternario	Formación Pampeano	Pre-Ensenadense
		Ensenadense
		Bonaerense

Se incluye también, una representación de sedimentos clásticos, correspondientes a la Formación Arenas Puelches.

Las curvas isofreáticas permiten delimitar un acuífe-



ro con las mismas características de porosidad y permeabilidad. El gradiente hidráulico es originado por la pendiente regional.

En cuanto a los planos de curvas isosonas, se observa, en general, una relación directa entre el gradiente hidráulico y el aumento de salinidad.

Los mayores volúmenes de agua freática y de buena calidad se encuentran (Mapa A) al poniente de la curva de 85,00 m. y - en el mapa B - en todo el sector delimitado por la curva de 95,00 m., al naciente y poniente de la divisoria de aguas.

La capa libre se ubica entre 2,00 y 18,00 m., encontrándose varios acuíferos hasta los 110, 00 m., profundidad máxima alcanzada en Cañada Rosquín y San Jorge.

Los sólidos disueltos varían entre 348 y 8654 mg/l para la capa libre o primera confinada y entre 2.090 y 8.080 mg/l para la Formación Arenas Puelches.

La relación adsorción sodio nos dice que todas estas aguas son ineptas para riego, con un contenido en sodio muy elevado.

Parte de las aguas se han graficado por el método de Collins y parte por el ^{de} Schoeller, lo que ha permitido agruparlas de acuerdo a sus constituyentes.

Se da una reseña de las combinaciones elementales y su posible origen.

Los datos estadísticos señalan que el 78,23% de las



MINISTERIO DE ECONOMIA Y TRABAJO
SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE MINERÍA Y COMBUSTIBLES
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

- 3 -

aguas son químicamente ineptas de acuerdo con las normas de Obras Sanitarias de la Nación, el 12,25 % son sospechosas de contaminación orgánica y solo el 9,52 % resultan químicamente aptas.

La recarga de la capa libre se produce por precipitación y la de la Formación Arenas Puelches, no se ha podido determinar, presumiéndose que se produce al N.W. de la región de estudio.

El estudio se completa con un ensayo de bombeo que arrojó el siguiente resultado: Transmisibilidad $72,5 \frac{m^2}{día}$
Permeabilidad $7,25 \frac{m}{día}$.



1-1 PROPOSITOS Y ALCANCES DE LA INVESTIGACION

La hidrogeología de un sector de la llanura pampeana, objeto del presente trabajo, constituye un aporte preliminar al conocimiento de las aguas subterráneas de la Provincia de Santa Fé, que por sus características fisiográficas y morfoestructurales es similar a muchos otros de la vasta llanura del centro y este Argentino.

La delimitación de zonas favorables para la búsqueda de agua subterránea, el rendimiento de los acuíferos, la aptitud del agua para riego, son factores que pueden contribuir a su explotación.

Los estudios posteriores estarán orientados a conocer el rendimiento seguro de los acuíferos, valor fundamental en el manejo racional del agua subterránea.

No obstante el carácter científico del tema que se trata, se espera que este informe tenga una finalidad utilitaria, pues el lector podrá advertir la importancia económica que tiene el aprovechamiento de las aguas subterráneas.

1-2 Ubicación y extensión del área

El sector de llanura que se considera en este informe está ubicado entre los paralelos de 31° 50' y 32° 40' de latitud sur y los meridianos de 61° 30' y 62° 00' de longitud Oeste; abarcando un área de 5.000 Km² aproximadamente (Gráf.1)

1-3 Investigaciones anteriores

El estudio de las formaciones Pampeanas fué iniciado por D'Orbigny (1842) y Darwin (1846), luego siguieron entre o-



tros, Bravard (1857), Heusser y Claraz (1864), Burmeister (1867), Roth (1888, 1920) Ameghino (1881, 1889, 1909), Valentín (1898), Burkhardt (1907), Roveretto (1920), Stappenbeck (1926) y más recientemente Rusconi (1938), Frenguelli (1925, 1932, 1950, 1957) y González Bonorino (1962, 1965).

El litoral santafecino fué descripto por Frenguelli (1932) y Castellanos (1952).

En la Provincia de Córdoba, Döring, se abocó a describir la importancia del vidrio volcánico como constituyente del Loess, y Passoti y Castellanos (1963), se ocuparon de estudiar el relieve de la llanura Santafecino-cordobesa.

En cuanto a estudios hidrogeológicos, la bibliografía es muy reducida sabemos que se han ocupado Gollan y Lachaga (1939) en una primera contribución al conocimiento de las aguas de la Provincia de Santa Fé, Kreimer (1965) en la hidrogeología del Sur de la Provincia de Santa Fé y Bitesnik (1966) Hidrogeología entre los paralelos de 32° 40' y 33° 26' y los meridianos de 61° 43' y 62° 16'.

1-4 Métodos de Investigación

El estudio se llevó a cabo reconociendo palmo a palmo la zona adjudicada. Para efectuar el Censo Hidrogeológico se utilizaron diez planchetas del Instituto Geográfico Militar en escala 1:50.000 (Levantamiento Fotogramétrico Aéreo Regular con altimetría a Plancheta). El censo consistió en el inventario de 220 pozos destinados a diversos usos.

La información acerca de los terrenos atravesados, cau-



dal etc. fué obtenida de los perfiles de las perforaciones de San Jorge, El Trébol, Cañada Rosquín y Bouquet. La interpretación hidroquímica se basa en la elaboración de 220 análisis de campaña y 147 análisis completos.

Se agregan 2 mapas hidrogeológicos denominados A y B (Se ha hecho esta división para su mejor observación, pues la zona es muy elongada en sentido Norte-Sur), 2 mapas hidroquímicos, 1 perfil, cuadros y figuras que facilitan la lectura del informe.

1-5 Sistema de ubicación de pozos

El sistema de ubicación elegido consiste en dividir cada cuadrícula de la plancheta en cuatro cuadrantes, y a su vez, estos cuatro en otros tantos más pequeños, numerándolos a, b, c y d en el sentido de las agujas del reloj. Se adjunta una "ficha de pozo" modelo para su mejor interpretación.

1-6 Agradecimientos

El autor agradece, muy especialmente a los señores Enrique Carlotto y Adolfo E. Fernández, la valiosa colaboración prestada durante los trabajos de campo y ejecución del presente informe.



2-1 CARACTERES FISIOGRAFICOS

"Dentro (7 pág. 266) del cuadro fisiográfico general de la República Argentina, la Provincia de Santa Fé está íntegramente dentro de la llanura Chaco - Pampeana. La parte Chaqueña se extiende hacia el norte sobre depósitos aluvionales; y la llanura pampeana hacia el sur, sobre limos y loeses pampeanos".

"La pendiente general del suelo es de oeste a este. Los puntos más altos (Cota 119 m) se encuentran cerca del límite con la provincia de Córdoba, y los más bajos (Cota 18m) en las islas del río Paraná. El relieve general es chato, suavemente ondulado y a pesar de la vecindad del río Paraná, tiene dentro de su territorio áreas de desagüe difícil".

"La parte más alta de la provincia, situada a poca distancia del límite con la provincia de Córdoba, puede considerarse como el eje de un alto estructural alargado en dirección submeridional que se extiende desde las cercanías de Villa Trinidad, en el Departamento San Cristóbal hasta cerca del río Carcarañá". Tal "alto" se prolonga a lo largo de todo el sector occidental de nuestra zona, con cotas que varían entre 100 y 120 m.s.n. mar.

Nuestra región, forma parte estrictamente de dos rasgos fisiográficos:

- a) Alto estructural occidental
- b) Bajos submeridionales

Alto estructural occidental: "Se extiende (7-pág. 268) por el



MINISTERIO DE ECONOMIA Y TRABAJO
DEPARTAMENTO DE ENERGIA Y MINERIA
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

- 8 -

oeste de la Provincia. Su borde occidental es el límite con la Provincia de Córdoba, a lo largo de la Cañada de San Antonio y del "A9 Tortugas". "El borde oriental es sensiblemente paralelo al occidental, del que dista unos 70 Km. aproximadamente".

El relieve del "alto" presenta algunas características muy constantes en toda la extensión.

"Mientras (7-p.270) el borde oeste tiene generalmente pendientes acentuadas y estrechas, el borde este tiene pendientes muy suaves y extendidas, lo que hace que los deflujos de las aguas de lluvias precipitadas sobre el "alto" se dirijan todas hacia el este".

El relieve es ondulado, siendo la región bajo estudio, "la 6-p.270) que presenta el conjunto de condiciones más interesantes y convenientes para la agricultura, desde el doble punto de vista del relieve y del clima".

"Por su dirección (7-p.270) cortando la pendiente general continental, puede atribuirse a este alto carácter tectónico. Correspondería así a un rejuvenecimiento cuartario de las viejas líneas de fractura del basamento cristalino. La dirección coincide más o menos con una línea de fallas sospechada ya por la geología argentina. La misma pendiente general de la superficie coincidiría también con la supuesta para los bloques, y la conservación de su lineamiento general obedecería a que en un relieve tan chato, el modelamiento pluvial, siendo muy lento, no ha podido marcar caracteres propios desde el rejuvenecimiento antes aludido".



Baños de dirección sub-meridional

En nuestra zona le corresponde una pequeña franja de rumbo norte-sur y que se desarrolla en la porción oriental, más específicamente, al naciente de una línea imaginaria que une San Martín de las Escobas, al Norte, con Las Rosas, al Sur.

El escurrimiento de las aguas es hacia el naciente, produciéndose a través de la Cañada de Carrizales, que actúa de colectora principal en nuestra zona. "Ciertos caracteres permiten suponer que el escurrimiento de las aguas, que desde este bajo van hacia el río Paraná por el Aº Monje exclusivamente, es de carácter relativamente actual".



3-1 CLIMATOLOGIA (Período 1921 - 1950)

El régimen pluviométrico de la zona en cuestión, se caracteriza por su uniformidad pues si bien aumentan las precipitaciones de Oeste a Este, la variación es muy pequeña.

En efecto, varían de 800 a 950 mm. en total anual (promedio de 30 años). Vale decir que puede estimarse un valor de 900 mm. anuales en toda la zona.

En cuanto a la variación mensual, es de régimen con mínimas en invierno y máximas en verano, otoño y primavera.

Como dato ilustrativo se indican a continuación los datos mensuales en promedios registrados en la estación Gálvez que está en el centro de la zona indicada.

Completa la información una tabla de datos meteorológicos de Casilda, correspondiente al período 1941-1950 (Tabla 1)

- 11 -

PROMEDIO MILIMETROS DE LLUVIAESTACION GALVEZPERIODO 1921-1950

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO
111	87	138	77	52	30	33	36	56	101	91	112	924

METEOROLÓGICOS

DATOS METEOROLÓGICOS CASILDA 1941 - 1950

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
Temp. media °C	23,9	23,6	19,7	16,6	13,3	10,8	9,7	11,0	13,7	17,2	20,1	22,8	16,9
Temp. máx. absoluta °C	44,1	41,1	37,5	35,2	31,2	28,0	28,7	34,0	40,0	36,0	37,3	41,0	44,1
Temp. Mín. absoluta °C	7,0	7,4	3,4	-1,8	-2,0	-10,0	-7,0	-6,0	-4,8	-1,5	1,5	3,5	-10,0
Humedad Relativa %	64	67	77	79	82	84	81	78	74	71	69	64	74



4-1 GEOLOGIA GENERAL

Ateniéndonos (1) a los conceptos vertidos por el Dr. González Bonorino en su informe "Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el Área de la ciudad de Buenos Aires y su significado estratigráfico y sedimentológico", se han agrupado los miembros ya descriptos en la literatura clásica-Pre-ensenadense, Ensenadense y Bonaerense- en una sola Formación, que responde a las características sedimentológicas de ese conjunto y que llamaremos, en lo sucesivo, Formación Pampeano.

Tal Formación agrupa toda la sedimentación que se encuentra sobre las conocidas Arenas Puelches, a quien también se ha dado la categoría de Formación. No ocurre lo mismo con las "Arcillas Verdes", que solo se han tenido en cuenta - en este estudio - por tratarse del "piso" de la "Formación Arenas Puelches".

En cuanto a la edad de tales sedimentos, para su mejor descripción adoptaremos el criterio de los autores clásicos, sin introducir innovación alguna.

	Bonaerense	Formación
Cuaternario	Ensenadense	Pampeano
	Pre-ensenadense	
Terciario	Mio-Plioceno	Formación Arenas Puelches
		Arcillas verdes



Se da a continuación una breve descripción de los miembros que componen la Formación Pampeano y de las Arenas Puelches.

Formación Arenas Puelches

Las primeras (8) referencias que se tienen de su existencia datan del año 1860 y 1863, con motivo de las perforaciones efectuadas en Barracas al Sur y frente a la Iglesia de la Piedad, respectivamente. Tales perforaciones llevaron a Burmeister a publicar un trabajo titulado "Corte Geológico de la perforación del pozo artesiano de Barracas", en el que describía una capa de "arena acuífera formada por piedras de cuarzo y rodados parecidos a los del Uruguay".

Sucesivamente se ocuparon de estos sedimentos: Heusser y Claraz, M de Moussy, Ameghino (1881), E. Aguirre (1182, 1883), A. Doering (1882, 1884, 1918), E. Godoy (1184), S. Roth (1913, 1914, 1921), J. Valentín (1898), E. de Carles (1912) G. Roveretto (1914), J.J. Nágera (1918), C. Rusconi (1931, 1933, 1934, 1937, 1945, 1948), A. Castellanos (1928, 1933), R. Stappenbeck (1913).

La primera denominación de "Puelchense" corresponde a A. Doering, refiriéndose a la misma formación que Ameghino había llamado Subpampeanas.

Stappenbeck las llamó "Arenas Entrerrianas", delimitando a grandes rasgos el área que abarcan.

La Formación Arenas Puelches está integrada por sedi-



mentos clásticos, constituido en su mayor parte de cuarzo con gravilla y grava silíceas, de calcedonia y ágata. Su color es blanquecino hasta amarillento, de grano bien redondeado, a menudo pigmentados por hidróxido de hierro, que le comunica su característico color amarillento. Generalmente van acompañadas de una fracción fina a muy fina.

Su presencia se ha determinado por medio de perforaciones, excepto en la provincia de Entre Ríos que afloran.

Posición Geológica

La Formación Arenas Puelches se superpone, invariablemente, sobre las arcillas verdes del Santafecino.

De acuerdo a lo establecido por Stappenbeck, Tapia y, ultimamente, Groeber, todo el paquete sedimentario ha sido fracturado y dislocado verticalmente antes de la depositación de la Formación Arenas Puelches.

La edad ^{de} esta formación ha sido muy discutida habiéndose la ubicado desde el Plioceno hasta el Cuaternario.

Esta formación es de gran valor para la hidrogeología, porque constituye, en general, el segundo acuífero confinado de gran importancia por su caudal, nivel piezométrico y potencia.

"Pre-Ensenadense (6 p. 75) que reposa en las arenas de la formación "Araucana" (Puelchense) tiene, según Ameghino, una serie de capas de un aspecto y una naturaleza por completo diferentes del resto de la formación. Son capas poco espesas



pero bien delimitadas, de arena, de marga verdosa y de arcilla gris que alternan sin orden alguno fijo ... "La arena es cuarzo-sa, muy pura..."

"El espesor, (6 p. 75) según Ameghino, sería de "8, 12 y hasta 15 metros", variando de acuerdo con "la irregularidad de la superficie de la formación Araucana".

Según Frenguelli (5 p. 38) ... "Posiblemente le corresponden también limos loessicos rojizos que hallan las perforaciones, sobre las arenas del Puelchense..."

"El Ensenadense (5 p. 40), que trae su nombre de la próxima localidad de Ensenada (cerca de La Plta) y del notable desarrollo con que se presentó durante la excavación de este puerto, está compuesto por un espeso horizonte de limos loessoides de color pardo, con tintes amarillentos, grisáceos, rojizos y a veces verdosos".

"Su base generalmente se estratifica en capas irregulares, lenticulares e imbricadas, arenosas, arcillosas o conglomerádicas. Más arriba pierde todo vestigio de estratificación y se compone de un limo más o menos conglomerádico, cuyos elementos psefíticos son fragmentos de toscas loessoides, a veces calcíferas. "Más arriba aún, estos desaparecen, el limo se hace cada vez menos arenoso, de grano siempre más fino y homogéneo, hasta que, por fin, el depósito, en la parte más alta asume gradualmente el aspecto de un verdadero loess. En la mayor parte de su espesor a menudo abundan gruesas tosquillas calcáneas irregu-



larmente nodulares y radiciiformes, a veces reunidas en niveles estratiformes; por zonas se endurece, constituyendo la característica "tosca del Río de La Plata", que forma restingas a orillas de todo el estuario platense. Su espesor complejo - puede alcanzar los 35 y 40 o más metros. Particularmente su mitad superior encierra restos fósiles de numerosos mamíferos, en su máxima parte hoy extinguidos..."

"...Sobre (5 p. 42) este horizonte, sigue el Bonaerense con facies eminentemente loésica y un espesor hasta de 6 o 7 metros. Forma la parte más característica del subsuelo de la ciudad de Buenos Aires, pero su extensión es vasta. Contrariamente a lo que sucedió para el Ensenadense, cuya sedimentación quedó circunscripta en la cuenca de las depresiones, el Bonaerense originariamente se extendió como un manto por toda la región loessica argentina. Su grano es fino y homogéneo; su masa, recorrida por innumerables canalículos dejados por raíces finísimas, es porosa, no estratificada, levemente calcarífera y de color uniformemente pardo claro, generalmente con tinte rojizo. Los restos fósiles de mamíferos son más escasos que en el piso anterior, pero en su parte esencial corresponden a los mismos géneros y especies..."

La geología del subsuelo en la región bajo estudio se ha reconstruido teniendo en cuenta - aunque escasas - las perforaciones de mediana profundidad de la zona. Se analizan tres de ellas, y se adjunta la clasificación correspondiente.



Perforación en San Jorge Nº 1

Formación Pampeano (Cuartario) Desde los 0,80 m hasta los 74,80 m se observa una sucesión de color pardo claro, bastante monótona con algunas variaciones granométricas. Tal paquete está constituido por limos, concreciones calcáreas en diversos niveles e intercalaciones arcillosas. Son frecuentes las manchas negras de manganeso.

Siguen 18,70 m desde 24,80 a 93,50 m de arcilla de color pardo rojizo, con algunas intercalaciones arenosas, de color gris claro y pigmentada de óxido de hierro. En esta localidad a 5,50 m de profundidad en el predio del Sr. Cabrera, se halló un fósil correspondiente a la familia de los cliptodontes.

Formación Arenas Puelches

A los 93,50 m comienza la Formación Arenas Puelches constituida por arena fina, parda clara, micácea y rodados de cuarzo y calcedonia, con una intercalación de 1,38 m de espesor, entre 97,40 y 98,78 m de arenisca cementada con sílice. La formación se extiende hasta los 103,80 m en donde aparece arcilla arenosa de color verde grisáceo, compacta. La falta de avance en la perforación no permite asegurar que se trate de techo de las arcillas verdes.

Perforación El Trébol Nº 1

Formación Pampeano: (Cuartario) Despreciando los primeros cm. correspondientes al suelo, se observa una sucesión de limos ar-



cillosos de color pardo claro y concreciones calcáreas intercaladas en distintos niveles que se extienden hasta una profundidad de 70,50 m.

Formación Arenas Puelches

Desde los 70,50 m hasta 106,00 m se observa una sucesión de arena de grano fino, color blanca amarillenta arena de grano mediano de la misma coloración y por último arena de grano fino, color pardo verdosa.

Evidentemente como en el caso anterior se está cerca del "techo" de las "Arcillas Verdes", pero no se ha comprobado fehacientemente.

Perforación en Cañada Rosquín

Formación Pampeano (Cuartario) Comienza, hasta los 22,00 m con limos y limos arenosos de color pardo claro y pequeñas concreciones calcáreas. Luego continúa un banquito de 0,10 m de potencia de tosca dura, color blanquecino.

Desde los 22,10 m hasta 49,00 m se observa un paquete de arcilla colorada con algunas concreciones calcáreas.

Sigue un banco de 1,00 m de potencia de arena pardo amarillenta. Remata la formación con 2,40 m de arcilla de color pardo rojizo, es decir hasta los 52,40 m.

Formación Arenas Puelches

Comienzan a los 52,40 m hasta 69,00 m. La coloración varía del blanco al pardo amarillento, y la granulometría es bastante uniforme.



MINISTERIO DE ECONOMIA Y TRABAJO
SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGIA Y MINERIA
SECRETARÍA DE MINERIA Y COMBUSTIBLES
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

- 20 -

Arcillas Verdes

Las conocidas "Arcillas Verdes" aquí toman otra coloración. En la parte superior 69,00 a 70,00 m se presentan grises luego desde 70,00 m a 91,00 m azuladas.

La perforación continúa hasta 110,00 m observándose 19,00 m de arena de color blanquecino y g^arnometría fina a gruesa.



4-2 GRANOMETRIA

Los Análisis de Laboratorio fueron efectuados por el Lic. Marcelo J. Lippmann, del Departamento de Sedimentología y Geología Aplicada del Instituto Nacional de Geología y Minería.

Se adjunta, a continuación, el gráfico N° 3 correspondiente a cinco análisis de muestras de sedimentos clásticos. Cuatro de ellos pertenecen a la Formación Arenas Puelches, y uno, comparativo, a la margen derecha del Río Carcarañá a la altura de la localidad homónima.

El gráfico muestra la composición granulométrica de los sedimentos, representados por curvas acumulativas.

Las curvas, en general, son unimodales, con un coeficiente de selección alto y marcadamente simétricas; los coeficientes obtenidos, para cada muestra se puntualizan más abajo.

Características de los sedimentos (9)

1. Coeficiente de Selección So

$$Q_3 / Q_1$$

Río Carcarañá	1,44
Dpto. Marcos Juárez	1,22
Cruz Alta	1,09
San Jorge	1,41
Lima N° 1	1,34

Hough (9) 1940 y Stetson (citado por Hough) en su trabajo "Sediments of Cape Cod Bay, Massachusetts", J. Sediment. Petrol. 1942, t. 12, 10-30, señalan que los sedimentos marinos



IO DE ECONOMIA Y TRABAJO
DE ESTADO DE ENERGIA Y MINERIA
ARIA DE MINERIA Y COMBUSTIBLES
NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

- 22 -

cercanos a riberas, correspondientes al grano de arena, presentan coeficientes de selección entre 1.0 y 2.0 Stetson da 1,45 como promedio, calor perfectamente concordante con los obtenidos para las cinco muestras precedentes.

2. Coeficiente de Simetría sk

Río Carcarñá	- 0,11
Dpto. Marcos Juárez	0,444
Cruz Alta	0,023
San Jorge	0,05
Lima Nº 1	0,087



5-1 HIDROGEOLOGIA

Con la información obtenida por los pozos y perforaciones existentes, se ha preparado el mapa de curvas isofreáticas. Para el trazado de las curvas se ha empleado el método clásico de triangulación, trazándose curvas de igual altura absoluta, de la capa freática, cada 5 metros.

Siguiendo el método propuesto por Castany, la interpretación del mapa se ha basado en: a) trazado de direcciones de flujo; b) delimitación de estructuras elementales.

El trazado de las curvas isofreáticas y las direcciones principales de escurrimiento o de flujo, permite conocer los grandes rasgos morfológicos de la superficie piezométrica en un cierto número de sectores que representan una unidad hidrogeológica.

En este caso, la observación de las curvas isofreáticas nos señala la existencia de una superficie piezométrica irregular y de forma muy compleja.

La profundidad de la misma, respecto del suelo, varía para las diversas regiones; en la zona de San Martín de las Escobas, alrededores del pueblo Trail, se encuentra a 2,00 m del nivel del terreno, llegando hasta 18,0 m en la zona de Los Cardos.

Las direcciones de escurrimiento son varias. En el mapa A, los filetes de escurrimiento se dirigen al naciente con un marcado paralelismo que llega hasta la zona delimitada



por los pozos 148 - 147 - 146 - 98 - 111 - 145 y 117 al acuífero, en ese ámbito tiene una pendiente regional hacia el E. que concuerda perfectamente con la topografía. Desde allí hacia abajo se observa una inflexión de los filetes de el Noroeste.

Se presume que todo el agua se dirige para concentrarse en la Cañada de Carrizales, situada al Este de la zona de trabajo.

En el mapa B se observan dos direcciones de escurrimiento predominantes, hacia el naciente y poniente de la divisoria de aguas delimitada por los pozos N° 67 - 70 - 62 97 - 78 188 y 186.

El escurrimiento no es uniforme, tal como lo señala el distinto espaciamiento de las curvas isofreáticas y las formas variadas de las mismas.

El gradiente hidráulico (2) es sumamente variable se lo ha calculado en el mapa A, entre los pozos N° 166 y 142; 6 y 10 y entre 36 y 26. Los valores obtenidos son 194×10^{-3} , 208×10^{-3} y prácticamente nulo, respectivamente.

En el mapa B se obtuvieron valores de 133×10^{-3} entre los puntos 190 y 33 y 570×10^{-3} entre los puntos 77 y 95.

A pesar de la complejidad de la superficie piezométrica, se han preparado dos perfiles de depresión correspondientes a ambos mapas (Graf. 4 y 5)

El análisis de las curvas isofreáticas permite la identificación de zonas con características hidrológicas propias.



En resumen, podemos decir que existen, por lo menos, en ambos mapas dos grandes estructuras elementales: una estructura central, con desarrollo Norte-Sur, evidenciada por el sub-paralelismo de las curvas isoprecípticas de 60, 65, 70, 75, 80, 85 y 90 metros. Tales curvas acusan una separación casi constante entre ellas, lo que permite inferir que el acuífero -en ese sector- tiene las mismas características de homogeneidad, porosidad, permeabilidad, etc. y con una dirección de escurrimiento que es la determinada por la pendiente regional.

La otra estructura estaría dada por el sector situado al Este de la divisoria de aguas, con un acuífero de gradiente hidráulico elevado, características constantes en todo su desarrollo e influencia de la capa freática respecto del Aº Litín - Tortugas, como se ha puntualizado precedentemente.

Al Este de la divisoria las curvas acusan un gran espaciamiento debido a la disminución de la pendiente y tal vez a un probable aumento de la permeabilidad del suelo.

En todo este sector, el gradiente hidráulico es bajo, evidenciado por dos curvas cerradas, la de 90,00 m al Norte, alrededor del pozo N° 42 y 105,00 m y en el centro, alrededor del pozo N° 191.

Ambos pozos, 42 y 191, actúan de centros puntuales de dispersión y corresponden a zonas con pendiente topográfica casi nula.

En el sector Nor-oriental se observa una pronunciada



En el mapa A hasta las cercanías de Cañada Rosquín la superficie piezométrica es de tipo cilíndrico-generalizado con tendencia a radial centrípeta o convergente en el sector Nord-occidental. El pozo 129 provoca en la curva de 95,00 m. una inflexión anómala, producida por excesivo bombeo de la capa. (En el momento del censo, seguramente imperaban condiciones de depresión muy distintas al resto de la zona, con la formación de un cono de depresión bastante desarrollado).

En la última porción del mapa, la superficie se torna radial convergente hacia el naciente. En la misma zona, pero al poniente se observa una curva cerrada de 95,00 m y 2 - curvas abiertas con la concavidad hacia el N.W.

Toda el Área es de recarga con varios centros de dispersión puntuales - Pozos Nº 24, 25, 26, 36, 31 y 4.

En el mapa B la capa es de tipo cilíndrico bien desarrollada al poniente de la divisoria de aguas y, complejo al naciente de la misma.

La curva de 105,00 m encierra un sector de recarga y dispersión en todos los sentidos, producido por un alto topográfico.

Al Oeste de la divisoria de aguas, las curvas sufren un apretamiento debido al aumento de la pendiente del terreno hacia el Aº Litín - Tortugas. El gradiente hidráulico es elevado y puede asegurarse que existe un gran aporte de la capa freática hacia el arroyo (Capa freática influente).



MINISTERIO DE ECONOMIA Y TRABAJO
SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE MINERÍA Y COMBUSTIBLES
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

- 26 -

curvatura en las curvas de 70.00, 75,00 y 80,00 m. Se podría explicar asociándolo con el descenso de cotas que se produce en la topografía. Proximidad de los bajos sub-meridionales.



5-2 RELACION ENTRE LA CAPA FREÁTICA Y LA SALINIDAD DEL AGUA

No puede decirse que haya una correspondencia neta entre el gradiente hidráulico y el aumento de salinidad con ese gradiente, aunque puede afirmarse que, en general se cumple lo antes expresado. En el mapa A se observa un aumento gradual de la salinidad en sentido Oeste - Este, con valores que van desde 2.0 g/l al poniente, aumentan hasta 5.0 g/l en el centro y luego descienden hasta 3.0 g/l sobre el sector oriental.

Este aumento en la salinidad solo admite una explicación: se produciría por una disminución en la permeabilidad de los sedimentos, pues si respondiera a caracteres topográficos el aumento de la salinidad debería continuar hacia el Este, cosa que, como vemos, no ocurre.

Las aguas del sector nord-oriental, pozos N° 202, 205, 215, 216 y 219 tienen una salinidad "baja" que va aumentando radialmente; ello se explicaría si se tiene en cuenta que se trata de una zona un poco elevada topográficamente que va descendiendo hacia el Este y Sud-Este.

La zona Sur de este mapa, responde estrictamente a la topografía, pues se observa un aumento gradual de la salinidad de Oeste a Este, con el descenso de la cota del terreno. Es decir se nota la proximidad de los bajos sub-meridionales ya mencionados.

En el mapa B existe un verdadero control topográfico en la zona delimitada por la curva isopieza de 105.00 m. Es de-



cir, a la zona de recarga corresponde la menor salinidad en el agua, con residuos salinos que en algunos casos no llegan a 1.0 g/l, pozos 59 - 63 - y 69 y en general se mantiene entre 1.0 y 2.0 g/l. Hacia el poniente de la divisoria de aguas el aumento de la pendiente del terreno, produce aumentos considerables en la salinidad de las aguas, y como se ha puntualizado en todo ese sector, el agua freática es inepta para todo uso (zona de descarga).

El resto del mapa presenta características bastante parejas con aumentos de salinidad solamente en las proximidades de los "bajos" o pequeñas cañadas. Es decir que las variaciones salinas en este sector, seguramente se originarían por variaciones de la permeabilidad de los sedimentos. Es interesante destacar el aumento en la concentración salina - hasta 4,412 mg/l - que se produce en el sector delimitado por los pozos N° 33, 55 y 182 originada posiblemente por la presencia del "bajo tres lagunas" y la confluencia de los terraplenes del ferrocarril, que actúan de barreras en el movimiento del agua subterránea.

Por último debemos mencionar casos locales como los Pozos N° 44, 191 y 157 etc. que poseen aguas con salinidad muy elevada. Tal situación respondería a un excesivo bombeo que estaría produciendo un cono de depresión muy "parado". Consecuentemente, el agua de "fondo" de mayor densidad y por lo tanto, salinidad, invadiría los estratos superiores de menor densidad.



Acompaña tal mapa de curvas isoconas - superpuesto - otro de curvas de igual concentración de Arsénico y que por tratarse de un elemento oligodinámico, su presencia está condicionada a la existencia o no en el sedimento portador del agua.

Por lo tanto no debe extrañar la distribución irregular del mismo y los tenores que van desde 0,02 mg/l hasta más de 0,16 mg/l.

También se adjuntan dos Planos de Sulfatos, Cloruros y Dureza total, que no se describen pues son una consecuencia del mapa de curvas isoconas, pero que para casos particulares, como sería el de determinar zonas de calidad de agua para un uso específico, son de gran utilidad.



5-3 CAPTACION DEL AGUA SUBTERRANEA

Las áreas más favorables para captar aguas subterráneas en la región bajo estudio se pueden observar en los mapas adjuntos (A y B).

Los mayores volúmenes de agua freática o libre y de buena calidad se encuentran (mapa A) al poniente de la curva isofreática de 85,00 m., correspondiente a la zona de recarga, o de recarga y conducción. El sector oriental, si bien presenta mejores posibilidades en cuanto a caudales, se torna menos favorable por la proximidad con el Área de descarga, que se traduce en un considerable aumento del residuo salino (mapa A) con tenores que llegan a 5.000 mg/l.

En el mapa B todo el sector delimitado por las curvas isofreáticas de 95,00 m al nacimiento y poniente de la divisoria de aguas, presenta buenas condiciones, con permeabilidad moderada y tenores salinos que generalmente no superan los 2.000 mg/l.

En cuanto al sector delimitado por la curva de 95,00 m al oeste de la divisoria de aguas, si bien se pueden obtener grandes caudales por tratarse de una zona de descarga, el elevado contenido salino, no permite la explotación de la capa freática. La capacidad de este acuífero no ha sido evaluada correctamente. Un dato de Las Rosas consigna un caudal de 25.000 l/h. con una depresión de 1,90 m. Caudal característico 13.157 l/h/m. En Calos Pellegrini, se obtuvieron 5.000 l/h.



MINISTERIO DE ECONOMIA Y TRABAJO
 DEPARTAMENTO DE ESTADO DE ENERGIA Y MINERIA
 DIRECCION NACIONAL DE MINERIA Y COMBUSTIBLES
 INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

- 31 -

con una depresión de 2,50 m. Caudal característico de 2.000 l/h/m.

En San Jorge, un dato consigna 2.000 l/h. para una depresión de 2.00 m. Caudal característico 1.000 l/h/m.

En El Trébol, con una depresión de 0.80 m se obtuvieron 4.000 l/h. Caudal característico 5.000 l/h/m.

Como se ve, los valores son un poco dispares y tal vez no se ajusten a la realidad. Converdría evaluar nuevamente y en diversos lugares, este acuífero

La capacidad del primer acuífero confinado no ha sido evaluada en ninguna parte, debido, seguramente a su mala calidad. En San Jorge la perforación de O.S.N. Nº 1, el análisis de este acuífero ubicado entre 52,00 a 62,50 m. (cota del lugar) consigna un residuo salino de 13.272 mg/l. y un N.P. de 9,50 m.

En cuanto al caudal obtenido en la Formación Arenas Puelches, los pocos datos que se tienen son de por sí elocuentes.

En la perforación San Jorge Nº 1 (O.S.N.) se alumbró el acuífero de los 93,50 m hasta 102,60 m. con una pequeña intercalación arcillosa de 1,80 m de potencia entre los 97,00 y 98,80 m. El nivel piezométrico fué de 11,85 m. El caudal no ha sido calculado.

En Cañada Rosquín, la formación arenosa se prolonga desde los 49,00 m. hasta los 69,00 m. con una intercalación ar-



ciliosa de 2,40 m entre 50,00 y 52,40 m. No se conocen más datos. En El Trébol (Usina Eléctrica) este acuífero se presenta sumamente potente. El techo se ubica en 70,50 m y el piso en 1106,00 m. es decir 35,50 m de espesor. No se tienen referencias del caudal, pero las observaciones permiten asegurar un gasto de 70.000 l/h. La fábrica De Lorenzi ha alumbrado el mismo acuífero en dos pozos que distan unos 10,00 m. aproximadamente. El caudal informado es de 30.000 l/h para cada perforación y la provisión es continua.

Este mismo acuífero adquiere gran significación en el S.W. de nuestra zona de estudio, alledaña al Canal Litín Tortugas, donde la elevada salinidad de las capas superiores, no permite que se explote otra capa. A este hecho debe sumársele la surgencia natural que hace que la explotación sea sumamente barata.

En Bouquet (Pozo Municipal) se ha podido evaluar este acuífero (Ver ensayo de bombeo). El caudal fué de 25,000 l/h y la depresión 3,74 m. Caudal característico 6.684 l/h m.

En cuanto a la calidad de ambos acuíferos (19 y 29) confinados), de acuerdo a las normas establecidas por O.S.N. deben calificarse de inaptas para consumo humano, no obstante las alumbradas en el sector S.W. mapa 2. se emplean para todo uso.



5-4 PRESENCIA DEL AGUA SUBTERRANEA

La primera capa es de naturaleza libre, es decir sin presión. En la zona se la ha localizado desde los 2,00 m. en los "bajos" hasta los 18,00 m. en los "altos", siendo lo más frecuente alumbrar el "techo" entre 7,00 y 12,00 m. de profundidad. En los mapas A y B) se consignan los valores para diversas zonas, respectivamente (No inferior derecho).

Se han descubierto varias capas confinadas hasta los 110,00 m. profundidad máxima alcanzada en Cañada Rosquín. La primera capa confinada se ubica a una profundidad que oscila entre 49,00 m. en Cañada Rosquín y 52,00 m. En San Jorge y su potencia está comprendida entre 20 y 10 metros respectivamente. La segunda capa confinada (3er. acuífero) se la localiza a los 93,50 m. en San Jorge 91,00 m. en Cañada Rosquín 70,50 m. en El Trébol y 70,00 m. en Las Rosas y la potencia es de 7,30 m. 17,60 y 35,50 m. y 20,00 m. respectivamente.



5-5 USOS DEL AGUA SUBTERRANEA

El agua subterránea se utiliza para consumo humano, riego de plantas urbanas y uso industrial, etc.

En la región, objeto del presente estudio, cada habitante se provee de su fuente de agua por medio de perforaciones (efectuadas por perforistas locales). Este sistema sin ningún control oficial está produciendo en los núcleos poblados, contaminación por materia orgánica (bacilos Coli) en la capa actualmente en explotación. (Comunicación entre pozos negros y perforaciones).

Este hecho ha sido comprobado por el Dr. Arigós en un estudio realizado en la ciudad de San Jorge y por el suscripto en las ciudades de Las Rosas y El Trébol. Las perforaciones profundas -no contaminadas- fueron efectuadas por reparaciones oficiales, pero ninguna se ha realizado con el objeto de abastecer el consumo humano. (Alta mineralización).

El empleo de agua para riego de calles está produciendo en los núcleos urbanos, debido a su elevada mineralización, una salinización progresiva en el suelo, que seguramente traerá aparejado problemas que escapan a los alcances de este estudio.

La industria, quesera y lechera en su mayoría, utiliza gran cantidad de agua como elemento refrigerante.

Todos los pozos, con excepción de los que suministran agua para riego -municipales- y los que emplea la industria, se



- 35 -

utilizan para la dotación de agua a los pobladores urbanos o rurales. El caudal que se extrae por pozo no llega, generalmente, a los 3.000 l/h.

Los pozos domésticos tienen profundidades comprendidas entre 15.000 y 30.00 m.

La extracción se efectúa por medio de motobombeadores en las plantas urbanas y molinos ó bombas en la campaña. La fuerza motriz es producida por el viento, motores diesel y en algunos casos a sangre.

5-6 GEOLOGIA EN RELACION CON EL AGUA SUBTERRANEA

Los sedimentos de la zona objeto de estudio son desde el punto de vista de su capacidad para retener aguas impermeables y permeables.

Los sedimentos Terciarios, Mio-Pliocénicos, están representados por arcillas de color verde y arenas color pardo amarillento. Las arcillas son impermeables y constituyen el piso de la Formación Arenas Puelches.

Las Arenas Puelches (ver análisis) son de grano mediano, fino y muy fino, bien seleccionados (coeficiente de selección promedio $S_o = 1,3$). El valor de permeabilidad obtenido en el ensayo de Bouquet para la misma formación, puede calificarse de Bueno ($P = 7,25 \text{ m/día}$) y la transmisibilidad, para el mismo acuífero, arrojó $T = 72,5 \text{ m}^2/\text{día}$.

La Formación Arenas Puelches es indudablemente el mejor acuífero, no solo porque es de permeabilidad buena, sino porque contiene agua que a pesar de ser de calidad mediocre se la emplea para todo uso: riego, humano, industrial, ganadero etc.

La Formación Pampeana está compuesta en su mayoría por loess de color pardo rojizo hasta amarillento, con concreciones calcáreas en diversos niveles e intercalaciones arcillosas y limosas.

Es, justamente, en estas intercalaciones limosas donde se ubican los acuíferos, el primero de naturaleza libre, es



MINISTERIO DE ECONOMIA Y TRABAJO
SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGIA Y MINERIA
SECRETARÍA DE MINERIA Y COMBUSTIBLES
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

- 37 -

decir sin presión y el segundo confinado, con presión moderada, que nunca sobrepasa el nivel estático del acuífero libre.

En general puede decirse, que los acuíferos de esta Formación son de regular calidad, con una permeabilidad mediocre. No obstante, con ciertas precauciones podrán obtenerse buenos caudales, especialmente del primer acuífero confinado.



6-1 CARACTER QUIMICO DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

El carácter químico de las aguas subterráneas está evidenciado por 147 análisis completos y 220 de análisis rápidos de campaña, de muestras coleccionadas durante la ejecución del censo Hidrogeológico, la mayoría de las muestras corresponden a pozos y perforaciones particulares y algunas de perforaciones oficiales como las de El Trébol (Usina) San Jorge (perforación Municipal) y Cañada Rosquín (F.C.)

Además, el análisis de una muestra del Canal Litín Tortugas da una idea de la composición química del único drenaje superficial de importancia, ya que las numerosas cañadas que cruzan en dirección ⁰W-E la región, solo adquieren significación durante los períodos de precipitación muy intensos.

Los análisis químicos (Tabla 2) se efectuaron en el Laboratorio químico del Instituto Nacional de Geología y Minería y en el Laboratorio químico de la Dirección de Hidráulica de la Provincia de Santa Fé. Los guarismos están expresados en miligramos/litro.

Los sólidos disueltos (Residuo Seco) de las aguas subterráneas están comprendidos entre 348 y 8654 mg/l, valores extremos, siendo comunes valores que oscilen entre 1.500 y 3.000 mg/l (Valor promedio 2.365 mg/l). Los correspondientes a las aguas superficiales varían entre 6.000 mg/l (Cañadas) hasta 36038.0 mg/l (Aº Litín - Tortugas).

La dureza total está comprendida entre 17 y 1.300 mg/l



en las aguas subterráneas con un promedio de 190 mg/l. El agua de los acuíferos confinados, tiene generalmente, mayor dureza que la capa libre.

(CO ₃ H ⁻)	(Promedio 546 mg/l)
(Cl ⁻)	(" 485 ")
(SO ₄ ⁻)	(" 651 ")
(NO ₃)	(" 6 ")

El ión sulfato acusa un promedio de 651 mg/l valor muy elevado si se tienen en cuenta las normas establecidas por O.S.N. para consumo humano (300 mg/l) (Planos N° 2).

Los cloruros, en cambio, no llegan al límite admitido por O.S.N. (700 mg/l). El promedio de los análisis, arroja un valor de 485 mg/l. perfectamente aceptable para consumo humano y demás usos.

El ión ^bBicarbonato abunda en todas las aguas de la zona confiriéndole la "dureza temporaria". El promedio obtenido es de 546 mg/l. valor muy elevado para el empleo del agua en calderas.

El ión nitrato, como resultante de la descomposición de la materia orgánica, oscila entre 3 mg/l y 234 mg/l. con un promedio de 6 mg/l para toda la zona, valor límite para el consumo de infantes.

En resumen las aguas subterráneas de zona bajo estudio son de calidad mediocre para consumo humano, y en general buena para abrevar hacienda. Son aguas hiper-bicarbonatadas y sulfatadas sódicas-cálcicas magnéticas.



DE ECONOMIA Y TRABAJO
ESTADO DE ENERGIA Y MINERIA
IA DE MINERIA Y COMBUSTIBLES
CIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

- 40 -

En cuanto a la Formación Arenas Puelches, los sólidos disueltos oscilan entre 2.090 y 8.080 mg/l. siendo frecuentes tenores entre 2.000 y 3.500 mg/l.

De acuerdo al diagrama de Schoeller y Collins son aguas Cloruradas sódicas - magnésicas - cálcicas.



6-2 CONSTITUYENTES QUIMICOS EN RELACION CON EL RIEGO

"Las conclusiones" (10-p. 49) acerca de si las aguas son aptas para riego se basan en los métodos bosquejados por Richards y otros (1.954). Es un hecho comprobado que los suelos originalmente fértiles pueden llegar a ser estériles por riego o drenaje inadecuado.

Si se aplica a un suelo una cantidad de agua mayor que la necesaria para el consumo de los vegetales, ésta no percolaré lo suficiente produciéndose una concentración perjudicial de sales en la zona de las raíces. Igualmente zonas impermeables del suelo (suelos arcillosos) cerca de la superficie no permitirán la infiltración del agua, precipitando sus sales en la superficie por evaporación.

Es importante determinar, en el agua para riego, su calidad en relación con la concentración en sus posibilidades de intercambio iónico.

La concentración total de sales solubles (Residuo salino) se puede expresar mediante la medición, en laboratorio, de la conductubilidad eléctrica. "Un valor (10-p. 49) aproximado de la misma se obtiene multiplicando el total de miliequivalente de calcio, magnesio sodio y potasio por 100, ó dividiendo el total de sólidos disueltos, expresados en miligramos por litro, por 0,63".

Para determinar la conductibilidad se ha empleado un conductímetro Phillips modelo P.R. 9500 y utilizado el diagra-



ma de la figura 6 y 7, basado en aquel método físico-químico.

La relación absorción-sodio del agua (R.A.S.), referida a la adsorción del sodio por el suelo, puede ser determinada por la fórmula:

R.A.S. $\frac{\text{Na}}{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}$ en la cual las concentraciones iónicas están expresadas en miliequivalentes por litro.

En la Tabla 1 se indican los valores de R.A.S. y la conductividad de 147 muestras de agua, parte de las cuales se han graficado por el método de Schoeller (11) (12) y 52 por el método de W.P. Collins (13) (Gráficos No 8 y 9).

Los diagramas (Gráf. 6 y 7) utilizados en la interpretación de la aptitud del agua para riego permiten inferir que las únicas aguas de la capa libre que podrían afectarse a ese uso, con algunas precauciones, son las correspondientes a las muestras 151, 122, 41 y 38.

En cuanto a la primera capa confinada o a la Formación Arenas Puelches, la Relación adsorción Sodio y la conductividad son tan llevadas que nos permiten calificar a estos acuíferos como inaptos para riego.

Se da a continuación la descripción de las clases del Diagrama de R.A.S.

Salinidad (3)

Baja: No se produce salinización en el suelo, excepto cuando la permeabilidad es muy baja.



DE ECONOMIA Y TRABAJO
ESTADO DE ENERGIA Y MINERIA
IA DE MINERIA Y COMBUSTIBLES
CIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

- 43 -

Media: Es necesario un drenaje moderado. Plantas con tolerancia media a la sal crecen bien.

Alta: Se necesita buen drenaje. Puede usarse con vegetales con gran tolerancia a la sal.

Muy Alta: Generalmente inutilizable, pero cuando el drenaje es óptimo y se usan volúmenes de agua en exceso, puede emplearse en vegetales que toelran mucha sal.

Sodio (R.A.S.) (3)

Bajo: Muy bueno en general, pero es preciso tener cautela si se empleara en frutales tales como duraznos y paltas.

Medio: Algo peligroso en suelos finos que pueden cambiar bases, particularmente con drenaje pobre. Puede usarse en suelos gruesos con buen drenaje.

Muy alto: En general no sirve, excepto cuando el agua tiene poca salinidad (Residuo seco) y el suelo tiene mucho calcio.

Puede obtenerse una descripción de este Diagrama con mejores detalles en las clases del Diagrama R.A.S. Departamen of Agriculture Handbook 60 y U.S. Geological Survey Water Supply paper 1.373 con una descripción óptima sobre el uso del agua salobre, la cantidad de gipsita y el volúmen de agua necesario para producir una buena cosecha, y otras observaciones más.

El U.S. Geological Survey Water Supply 1473, examina el diagrama y también los efectos de los elementos raros en la agricultura.



6-3 REPRESENTACION DE LOS ANALISIS

Para dar una idea más exacta del quimismo de las aguas subterráneas, parte de las muestras se han representado por el método de Collins y parte por el de Schoeller. Corresponden al primero 52 muestras y al segundo 39 muestras. En ambos casos, la región bajo estudio se ha dividido en diez zonas, correspondientes a otras tantas planchetas del I.G.M. en escala 1:50.000.

Diagrama de Collins

W. D. Collins (13) (1923) y B.C. Renick (1924) adoptaron un tipo de representación columnar. Superponen de abajo hacia arriba, en el orden siguiente, el número de miliequivalentes de los radicales básicos Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{+} y en una columna adjunta, los radicales ácidos CO_3H^{-} , $\text{CO}_3^{=}$, $\text{SO}_4^{=}$, Cl^{-} (gráficos No 8 y 9. El empleo de miliequivalentes, en estos gráficos mediante una simple operación permite calcular en mg/l los diversos compuestos (Ver tabla de valores de conversión).

Estos diagramas permiten visualizar rápidamente las combinaciones hipotéticas y además separar las aguas de los distintos acuíferos.

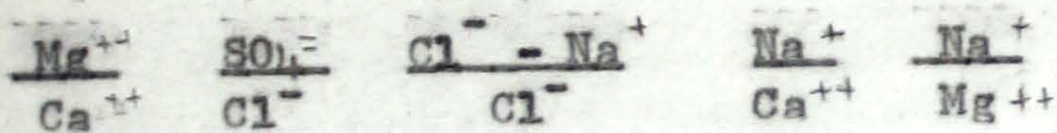
Diagrama de Schoeller (11) (12) - (1935, 1938)

Se han graficado 39 análisis en papel semi-logarítmico (Gráficos Nros. 10 al 19). Sobre el eje de las abscisas se disponen a intervalos regulares y sucesivamente de izquierda a derecha, la décima parte de la concentración de los radicales



Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^{-} , $SO_4^{=}$, y CO_3H^{-} CO_3 y sobre los ejes de las ordenadas, graduados en escala logarítmica, el número de mili-equivalentes de cada uno de los radicales. Los puntos obtenidos se unen con rectas.

Estos gráficos permiten igualmente, de acuerdo a la inclinación de los trazos, ver la relación de elementos entre aguas y en particular las relaciones que el autor considera como características o de primera importancia:



Además es posible realizar numerosos cálculos sobre solubilidad ph y saturación, cuya explicación escapa a este informe.

La comparación de los 49 análisis gráficos por este sistema, permite dividir las aguas en las siguientes familias:

Familia	Análisis
I	173 - 185
II	116
III	205 - 213
IV	32-38-48-59-63-3-127-190-150-158
V	120 - 22 - 87 - 90
VI	104 - 111 - 201



- 46 -

Familia	Análisis
VII	132, 35 - 38 - 57 - 10 - 154 -
VIII	27 - 220 - 136 - 146 -
IX	51 - 71 - 72 - 93 - 114 - 18 - 179

en las que las proporciones iónicas, guardan entre sí cierta relación.

A su vez, la reunión de estas familias nos permite - distinguir los siguientes grupos:

- | | | |
|--------|----|------------------------|
| Grupos | a) | Familias I - II - V |
| | b) | " III - VI - VIII - IX |
| | c) | " IV - VII |
- a) Aguas ^cloruradas sódicas - magnésicas - cálcicas
- b) " sulfatadas sódicas - magnésicas - cálcicas.
- c) " Bicarbonatadas sódicas - cálcicas - magnésicas.

Las muestras No 22, 87, 90 y 120 pertenecen a la Formación Arenas Puelches, el resto a la capa libre, primera confinada o ambas mezcladas.



TABLA 3 Factores para convertir partes por millón
de mineral en miliequivalentes por litro.

Catión	Factor de Conversión	Anión	Factor de Conversión
Ca ⁺⁺	0.0499	HCO ⁻	0.0164
Mg ⁺⁺	0822	SO ₄ ⁼³	0208
Na ⁺	0435	Cl ⁻	0282
		NO ⁻	0161
		F ⁻³	0526



6-4 COMBINACIONES ELEMENTALES (3)

Tomaremos algunas combinaciones elementales de todas las aguas para dar una idea general de la composición química de las mismas y el posible origen de sus elementos.

COMPUESTOS QUIMICOS

Dióxido de Carbono

La lluvia contiene CO_2 disuelto del aire o del suelo. En combinación con el agua forma el ácido carbónico que es un ácido débil. No obstante, cuando el agua es pobre en otros elementos químicos, el ácido carbónico puede actuar como ácido - fuerte produciendo corrosión en las cañerías de hierro que causa enorme dificultades a la industria.

Bicarbonato de calcio

Se produce por la acción del CO_2 en rocas calcáreas (tosca), para dar origen al $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. El agua con bicarbonato resulta "dura". En general, los pobladores opinan que el agua "corta el jabón".

El $\text{CO}_3(\text{HCO}_3)_2$ permanece en solución cuando está en equilibrio con el CO_2 ; por pérdida de este último, el bicarbonato de calcio se deposita. El carbonato de calcio se deposita en tubos y calderas en los que el agua tiene oportunidad de perder gas.

El $(\text{CO}_3\text{H})_2\text{Ca}$ es un buen compuesto químico presente en el agua usada para riego.

Sulfato de calcio

El sulfato de calcio produce la dureza permanente en



el agua. También origina grandes depósitos (incrustaciones) en las calderas.

El sabor del agua con mucho SO_4Ca es amargo y no mitiga la sed.

El origen del $\text{SO}_4^{=}$ puede estar en el suelo intemperizado, particularmente en zonas áridas donde los sedimentos no son bien lavados por la escasez de lluvia. El SO_4Ca puede concentrarse también en la superficie por la evaporación del suelo mojado después de llover o depositarse por la evaporación del agua de la franja capilar.

Las aguas duras comúnmente contienen tanto magnesio como calcio. El agua de mar contiene mucho más magnesio que calcio, debido a la mayor solubilidad del magnesio. La deficiencia de calcio en el mar se debe a la extracción del mismo por los organismos marinos (corales, moluscos, etc.).

En las aguas naturales la proporción de calcio es, generalmente mayor que la de magnesio. En las muestras No

todas pertenecientes a la Formación Arenas Puelches la relación magnesio-calcio es igual o mayor el Mg que el Ca, por lo tanto se sospecha que se trata de un acuífero afectado - antiguamente - por agua de mar.

Bicarbonato de sodio

Suele originarse por la intemperización de las rocas ígneas. El agua con moderada cantidad de bicarbonato de sodio



MINISTERIO DE ECONOMIA Y TRABAJO
SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SECRETARÍA DE MINERÍA Y COMBUSTIBLES
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

- 50 -

(hasta 350 p.p.m) es muy gustosa y hace buena espuma.

El bicarbonato de sodio es muy perjudicial para la agricultura y solo cuando el calcio está presente puede ser usada para riego.

El agua con 300 p.p.m. o más de bicarbonato de sodio corroe el aluminio formando aluminatos de sodio. Las aguas de la zona de estudio, salvo pocas excepciones, tienen tenores que superan los 500 p.p.m.

Cloruro de Sodio

El cloruro de sodio se origina en las rocas ígneas en los gases volcánicos y las evaporitas. Las rocas tienen poco cloruro, pero los gases volcánicos son ricos en ácido clorhídrico y las evaporitas, comunmente tienen cloruro de sodio en exceso.

La concentración de cloruro en nuestra zona es, generalmente baja raramente sobrepasa las 700 p.p.m., debido a la alta solubilidad de las sales de cloruro y buena circulación del agua en la tierra.

Fluor

El fluor constituyente menor, pero no raro se origina por la solución de rocas ígneas. Su solubilidad en una solución calcárea es baja, pero cuando el agua contiene mucho sodio, el fluor puede estar presente.

En general puede decirse que el agua que con gran cantidad de Bicarbonato de sodio contiene fluor en exceso tal



como ocurre en nuestra zona (ver mapa correspondiente en escala 1:250.000). Un exceso de 2 p.p.m., tal como ocurre en el área señalada, produce un efecto pernicioso en la dentición de las criaturas que beben agua durante sus primeros 12 años.

Entre tanto poco fluor - hasta 2 p.p.m. produce un efecto en la dentición, dando fortaleza a los mismos y evitando las caries.

Nitrato

El origen en las ciudades, se debe seguramente a la contaminación de las aguas por materia orgánica. En la campaña, el origen estaría en la descomposición de grandes volúmenes de vegetales y tal vez debido a la acción reductora de ciertas bacterias.

Cualquiera sea el origen, se aconseja el análisis bacteriológico del agua que lo contenga. A continuación se dan los guarismos límites obtenidos de acuerdo a las experiencias del Dr. Seguezzi, Jefe del Dpto. de Química de la Dirección de Hidráulica de la provincia de Santa Fé.

Límites aceptados de concentración de Nitrógeno, proveniente de nitrato.

Infantes	6 mg/l
Adultos	120 mg/l
Vacunos	45 mg/l

Arsénico

El arsénico se encuentra en los sedimentos oxidados,



principalmente en el hidróxido férrico. También se deposita una parte con el sulfato de hierro original por reducción de los cienos bituminosos.

Según algunos autores, el contenido medio en Arsénico de los sedimentos arcillosos es del mismo orden de magnitud que el de las rocas ígneas. Algunos análisis dan un promedio de 4 g/ton. de arsénico en los sedimentos del fondo del Atlántico. Otros autores han encontrado 65 - 650 g/ton. de arsénico en las minas mesozoicas y paleozoicas de minerales oxidados de hierro de origen sedimentario, lo que supone una concentración 100 veces mayor que el contenido medio de los sedimentos arcillosos.

Se sabe que los sedimentos y las rocas sedimentarias de origen marino contienen, por término medio, más arsénico que las rocas ígneas, debido a que la actividad volcánica ha introducido gran cantidad de este elemento directamente en el ciclo exógeno.

El arsénico en pequeñas cantidades, es un contaminador universal de las plantas y de los animales y puede encontrarse algunas veces en forma notable en los organismos, por ejemplo en los vegetales que crecen en suelos ricos en arsénico. El agua adquiere naturalmente en su pasaje a través del suelo, pues como se ha señalado anteriormente, el mismo está ampliamente difundido en la naturaleza.

La ingestión continua de agua con elevadas cifras

de arsénico (mayor de 0,12 mg/l) produce la "arseniosis crónica" que es una manifestación retardada y puede no volverse aparente hasta después de 2 a 6 años. Pequeñas erupciones se producen en las manos y en las plantas de los pies, y algunas veces evoluciona hacia el cáncer arsenical, enfermedad conocida en nuestro país como enfermedad del Bell Ville o mal de Ayerza.

6-5

ESTADISTICA QUE SURGE DE LOS ANALISIS QUIMICOS

- 54 -

REALIZADOS EN 147 MUESTRAS

<u>TIPO DE AGUA</u>	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	6a.	7a.	<u>TOTAL</u>	<u>PORCENTAJE</u>
Químicamente Inaptas (x)	17	14	13	17	20	16	18	115	78,23%
Sospech. de contam.orgánica (xx)	2	4	5	3	1	0	3	18	12,25%
Químicamente Aptas (xxx)	2	3	3	1	0	5	0	14	9,52%
Inaptas-Sospechosas-Aptas	21	21	21	21	21	21	21	147	100,00%
Con Residuo elevado (2000mg/lt)	14	7	7	13	14	6	14	75	51,02%
Con Dureza elevada (220 mg/lt)	9	5	5	3	10	2	8	42	28,5%
Con Fluor elevado (2,0 mg/lt)	0	1	0	0	0	0	0	1	0,68%
Con Arsénico elevado (6,12mg/lt)	1	3	1	3	4	4	3	19	12,93%
Con Vanadio elevado (0,5 mg/lt)	0	2	0	0	1	0	0	3	2,04%
Con Cloro elevado (700 mg/lt)	7	4	2	7	10	1	11	42	28,57%
Con Sulfatos elevados (300mg/lt)	16	12	12	15	18	13	17	103	70,07%
Con Nitratos elevados (vestigios)	16	11	9	10	7	4	10	67	45,58%

(x) Con elevados Residuos y/o Dureza F. y/o As. y/o V. y/o Cl. y/o SO₄

(xx) Las no comprendidas en (x) pero que contienen NO₃

(xxx) Como en (xx) pero a lo sumo con Vestigios de NO₃



7-1 RECARGA POR PRECIPITACION

La precipitación (13) media anual en la región de Gálvez es de 924 mm. Período 1921 - 1950. Del total de las precipitaciones, parte escurre directamente por la superficie, parte se evapora, parte es transpirada por las plantas y una pequeña porción desciende hacia la zona de saturación.

Toda la recarga del acuífero libre en el Área proviene de las precipitaciones que caen en el sector occidental Mapa A y sector central Mapa B.

Una vez que el agua se incorpora al acuífero circula perpendicularmente a las curvas isofreáticas hasta los puntos de descarga.

No obstante esta aclaración, la recarga en nuestra zona no puede ser evaluada debido a que no se tienen datos de freaticimetría.

Como dato comparativo se describe un gráfico de promedios anuales de precipitación y freaticimetría (Gráfico 20) - correspondiente a la ciudad de Gálvez, situada 30 Km. al este de nuestra zona. En general, puede decirse, que el nivel freático, hasta el año 1947, se mantiene constante. Hasta ese año las oscilaciones pluviométricas parecen no influir en el nivel freático, ¿recarga distante?. A partir del año 1947 se observa un pronunciado descenso del nivel freático, acompañado de la pluviometría, que se prolonga hasta el año 1951. Tal variación



- 56 -

- completamente anómala - parecería producida por bombeo local, más que por descenso de las precipitaciones. Desde el año 1951 en adelante se observa un aumento normal del nivel freático acompañado de la precipitaciones.

Queda por determinar fehacientemente, la zona de recarga y la veracidad de los datos consignados.



8-1 ENSAYO DE BOMBEO

Descarga o recarga constante sin filtración vertical

Fórmula de recuperación de THEIS (4)

La fórmula de recuperación de THEIS, es similar a la fórmula modificada de no equilibrio y se emplea para calcular T mediante los datos de recuperación de los niveles de agua de un pozo bombeado.

Se requiere un tiempo t' suficientemente largo para que los valores situados en papel semilogarítmico coincidan en una línea recta. La pendiente de esta línea representa $\log_{10} (t/t')/S'$ en la ecuación 1. Si se considera un ciclo logarítmico, $\log_{10} (t/t') = 1$ se obtiene la ecuación 2, en la que S' representa el cambio de depresión residual para un ciclo logarítmico de t/t' .

No es posible determinar S a partir de los datos de recuperación del pozo bombeado; se podría usar el radio efectivo del pozo, pero es muy difícil de determinar.

TERMINOLOGIA

Símbolo	Descripción	Unidades
S'	Depresión residual del nivel de agua	Metro
t	Tiempo desde la iniciación	Día
t'	Tiempo desde la detención del bombeo	Día
Q	Descarga del pozo bombeado	$\frac{m^3}{día}$
T	Coeficiente de transmisibilidad	$\frac{m^3}{día/m}$



DE ECONOMIA Y TRABAJO
 ESTADO DE ENERGIA Y MINERIA
 DE MINERIA Y COMBUSTIBLES
 NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

- 58 -

$$T \quad \frac{Q \cdot \log t/t'}{4 S'}$$

$$T \quad \frac{0.183 Q \log 10 t/t'}{S'} \quad (1)$$

$$T \quad \frac{0.183 Q}{S'} \quad (2)$$



DE ECONOMIA Y TRABAJO
ESTADO DE ENERGIA Y MINERIA
IA DE MINERIA Y COMBUSTIBLES
CIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

- 59 -

Tiempo desde que se inició el bombeo, t, minutos	Tiempo desde que se terminó el bombeo t, minutos	t/t'	Depresión residual S', metros
90.5	0.5	181	3.01
91.0	1.0	91	2.78
91.5	1.5	61	2.55
92.0	2.0	46	2.50
92.5	2.5	37	2.19
93.0	3.0	31	2.03
94.0	4.0	24	1.79
95.0	5.0	19	1.61
56.0	6.0	16	1.51
98.0	8.0	12	1.32
100.0	10.0	10	1.20
102.0	12.0	8.5	1.06
104.0	14.0	7.5	1.06
108.0	18.0	6.0	0.93
114.0	24.0	4.8	0.83
120.0	30.0	4.0	0.71
130.0	40.0	3.3	0.60
140.0	50.0	2.8	0.51
150.0	60.0	2.5	0.49
170.0	80.0	2.1	0.39
190.0	100.0	1.9	0.31
210.0	120.0	1.75	0.27

Depresión residual del nivel del agua durante un período de 2 horas, en un pozo bombeado a una descarga constante de 527 m³/días - Gráfico No 21



Conclusiones

La carencia de datos sobre los acuíferos profundos en el sector Norte y Sur, no permite una correcta evaluación de los mismos.

Existe total anarquía en la descripción de las muestras de los sedimentos correspondientes a las distintas perforaciones.

C - Mapa A Se infiere la existencia de una divisoria de aguas al poniente de la zona de estudio.

Mapa B Existencia de una estructura positiva en el subsuelo, delimitada por la curva de 105.0 metros. Mejores caudales al naciente de la divisoria de aguas.

E Estructura central, con desarrollo Norte Sur que se traduce en un acuífero con características constantes y escurrimiento determinado por la pendiente regional.

E De acuerdo a los valores obtenidos para el coeficiente de simetría el origen de los sedimentos de la Formación Arenas Puelches sería marino cercano a riberas.

Las aguas - de todos los acuíferos - de la zona bajo estudio son ineptas para riego.

La "Formación Arenas Puelches" es el mejor acuífero desde el punto de vista de su permeabilidad y caudal.



Tal Formación - como acuífero - ha sido perfectamente identificada en toda la región.

Recomendaciones

Ejecución de una serie de perforaciones de investigación en:

Adopción de una norma general, de carácter Nacional, para la descripción litológica de los perfiles en las perforaciones a realizarse en lo sucesivo. Adopción de la escala colorimétrica de Munzell.

Colocación de frentímetros en:

Correlación de los distintos acuíferos. Determinación de la edad de los mismos y de la dirección de escurrimiento empleando trazadores radioactivos.

Confección de mapas isopáquicos, estructurales y bloques diagramas de toda la zona estudiada.

Interpretación aerofotogramétrica de toda la región, con el objeto de determinar zonas encauzadas - de mejores posibilidades para la explotación de la capa libre - y rasgos geomorfológicos que permitan hacer especulaciones sobre las estructuras del subsuelo.

Supresión del riego de calles - con agua salada - en todas las ciudades comprendidas en este estudio.

Evaluar todos los acuíferos en diversos lugares. Calcular permeabilidad, transmisibilidad y almacenaje.



DE ECONOMIA Y TRABAJO
ESTADO DE ENERGIA Y MINERIA
IA DE MINERIA Y COMBUSTIBLES
CIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

- 62 -

Realizar estudios hidrogeológicos en escala 1:10.000 y 1:25.000 en todos los núcleos poblados para provisión de agua potable.

Estudiar la posibilidad de recargar los acuíferos en lugares donde la industria está produciendo consumo excesivo del agua subterránea (Fábrica de Productos Lácteos) etc.



BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1 - BITESNIK, H. 1966 Hidrogeología entre los paralelos de 32° 40' y 33° 26' de latitud Sur y los meridianos de 61° 43' y 62° 16' de longitud Oeste. Provincias de Córdoba y Santa Fé. Instituto Nacional de Geología y Minería. Servicio Aguas Subterráneas (Inédito).
- 2 - CASTANY, G. 1962 Méthodes d'études et de recherches des nappes aquifères. Bureau de Recherches Géologiques et Minières 74, Rue de la Fédération - París.
- 3 - CEDERSTROM, D.J.Ph.D 1964 Agua Subterranea - Uma introducao. Centro de publicacoes técnicas de Alianca - Rio de Janeiro.
- 4 - DA COSTA, J.A. y Moreno E.F. 1966 Manual de métodos cuantitativos en el estudio de Aguas Subterráneas. Centro de ayuda técnica-México. Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.).
- 5 - FRENGUELLI, J. 1957 Geografía de la República Argentina. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA - Tomo II-Tercera parte.
- 6 - GONZALEZ BONORINO, F. 1965 Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del pampeano en el Área de la ciudad de Buenos Aires y su significado estratigráfico y sedimentológico. Revista Asociación Geológica Argentina XX, número 1, 67 - 148.



- 7 - GOLLAN, J. y LACHAGA, D. 1939 Aguas de la Provincia de Santa Fé.
Instituto Experimental de Investigación y Fomento Agrícola Ganadero.
Publicación Técnica Nº 12, Santa Fé.
- 8 - PANDOLFI, C.L. de 1949 Contribución al Estudio de las Arenas Puelchenses. Instituto Nacional de Geología y Minería (Inédito).
- 9 - PETTIJOHN, F. J. 1963 Rocas Sedimentarias EUDEBA
Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- 10 - RUIZ HUIDOBRO, O. 1965 Hidrogeología del Valle de Santa María (Prov. de Catamarca, Argentina) Revista. Asociación Geológica Argentina XX, número 1, 29 a 66, Buenos Aires.
- 11 - SCHOELLER, H. 1959 Arid Zone Hidrology - Recent Developments Unesco - France
- 12 - Schoeller, H. 1962 Les Eaux Souterraines Masson y Cía. Editeurs París.
- 13 - STRAMEL, G.J.
Lane, Ch.W, and Hodson W.G. 1958 Geology and Ground - Water Hydrology of the Ingalls Area, Kansas.
University of Kansas Publication State Geological Survey of Kansas Bulletin 132.
- 14 - SCHIAVONE, E. L y TORRADO O.A.V. 1966 Investigación del Arsénico en una zona de La Pampa C.A. R.B.A.P. Buenos Aires (Inédito).

Análisis Nº	Nº de Pozo y Ubicación	Fecha	SOLIDOS DISUELTOS		Dureza Total en (CaO ₃)	Alcalinidad de Bicarb.	Bicarbonatos (CO ₃ H)	Cloruros (Cl)	Sulfatos (SO ₄)	Nitratos (NO ₃)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Sodio (Na)
			Por Evaporación A 110°C	Calculado									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
19	20-22/36-34 1 (b:4)	20-VII-66	2372	2085	420	-	561	213	960	-	106	38	-
20	18-20/28-26 2 (b:2)	"	2232	1943	340	-	683	142	883	13	92	27	-
21	20-22/24-22 3 (a:4)	"	1026	1110	95	-	781	97	29	72	20	11	-
22	26-28/24-22 4 (b:2)	"	1384	1379	130	-	671	149	211	16	24	12	-
23	28-30/24-22 5 (b:2)	"	1032	1055	85	-	878	28	38	Vest.	24	6	-
24	22-24/32-30 6 (a:2)	"	4755	3885	940	-	512	888	1939	26	160	131	-
25	22-24/30-28 7 (a:2)	"	1966	1819	210	-	720	199	993	40	34	30	-
26	26-28/30-28 8 (a:4)	"	1381	1449	10	-	720	170	230	Vest.	18	13	-
27	26-28/36-34 9 (a:2)	"	3814	3288	330	-	598	923	1037	27	64	41	-
28	32-34/36-34 10 (a:2)	"	2308	1988	145	-	732	362	547	47	28	18	-
29	36-38/34-32 11 (a:4)	21-VII-66	4894	4070	490	-	403	1420	1421	4	76	73	-
30	32-34/32-30 12 (b:2)	"	2004	1744	140	-	683	241	557	3	28	17	-
31	32-34/26-24 13 (a:2)	"	1280	1221	105	-	756	75	192	11	22	12	-
32	38-40/26-24 14 (a:2)	"	2804	2442	220	-	512	469	902	Vest.	42	28	-
33	38-40/30-28 15 (a:4)	"	4264	3717	545	-	500	1314	1075	30	96	74	-
34	40-42/36-34 16 (b:4)	"	2212	2085	110	-	610	408	432	6	20	15	-
35	38-40/40-38 17 (a:2)	"	6264	5028	270	-	720	1598	1853	10	38	43	-
36	36-38/40-38 18 (d:4)	"	3616	2948	230	-	622	675	893	315	52	24	-
37	26-28/42-40 19 (a:2)	"	3880	3288	460	-	512	923	1133	10	80	63	-
38	22-24/40-38 20 (b:4)	"	1662	1474	200	-	634	156	365	11	44	22	-
39	22-24/40-38 21 ()	"	3412	3166	220	-	220	1207	730	-	46	20	-

100%

QUÍMICOS DE AGUA

en miligramos por litro)

Radio (Ca)	Potasio (K)	Hierro (Fe)	Fluor (F)	Arsénico (As)	Vanadio (V)	Conductividad (micromhos a 25°C)	Razón Adsorción Sodio (RAS)	Carbonato de Sodio Residual (CSR)	Conductividad Ph	OBSERVACIONES
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
-	656			0.04			14		3252	I = R-Dza-SO ₄
-	658			0.04			15.5		3030	I = R-Dza-SO ₄ -MO ₃
-	375			0.04			17		1732	S = MO ₃
-	472			0.16			19		2151	I = As - MO ₃
-	375			-			18		1646	A
-	1311			-			-		6061	I = R - D - Cl - SO ₄ -MO ₃
-	626			Vest.			17.2		2837	I = SO ₄ -MO ₃
-	511			-			22.5		2260	A
-	1214			Vest.			-		5128	I = R-Dza-Cl-SO ₄ -MO ₃
-	780			0.06			-		3101	I = R-SO ₄ -MO ₃
-	1566			Vest.			-		6350	I = R-Dza-Cl-SO ₄ -MO ₃
-	674			0.02			24		2721	I = R-SO ₄ -MO ₃
-	446			0.04			18.7		1905	S = MO ₃
-	883			0.04			-		3810	I = R - SO ₄
-	1843			0.02			-		59797	I = R-Dza-Cl-SO ₄ -MO ₃
-	789			0.08			-		3252	I = R - SO ₄ -MO ₃
-	2148			0.08			-		7844	I = R-Dza-Cl-SO ₄ -MO ₃
-	1185			0.08			-		4598	I = R-Dza-SO ₄ -MO ₃
-	1173			Vest.			-		5128	I = R-Dza-Cl-SO ₄ -MO ₃
-	492			0.04			15		2290	I = SO ₄ - MO ₃
-	1141			Vest.			-		4939	I = R-Cl-SO ₄

TABLA ... ANALISIS QUIMICO
(Resultados analíticos expresados en m

Análisis Nº	Nº de Pozo y Ubicación	Fecha	SOLIDOS DISUELTOS		Dureza Total en (CaO ₃)	Alcalinidad de Bicarb.	Bicarbo- natos (CO ₃ H)	Cloruros (Cl)	Sulfatos (SO ₄)	Nitratos (NO ₃)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Sodio (Na)
			Por Evaporación A 110°C	Calculado									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
40	22 22/24/ 40-28	22-7-66	1.374	3.166	195		220	1.207	710	-	38	26	-
41	23 14-16/ 32-36/25-2	25-2-66	5.256	4.070	620		536	1.207	1474	13	82	101	-
42	24 08-10/40 38 (dis)	"	1.604	1.474	170		537	220	355	7	18	18	-
43	25 04-06/36-34 (dis)	"	1.640	1.474	95		683	170	346	West	20	11	-
44	26 08-10-32-30 (dis)	"	1.772	1.644	175		525	223	400	26	36	21	-
45	27 02-04/32-30 (dis)	"	4.924	3.717	455		622	799	1362	9	70	60	-
46	28 02-04/30-28 (dis)	"	1.364	1.205	80		488	142	259	-	16	10	-
47	29 12-14/28-26 (dis)	"	888	855	65		744	21	53	West.	10	10	-
48	30 12-14/24-22 (dis)	"	1.926	1.781	165		561	263	489	48	32	21	-
49	31 08-10/26-24 (dis)	"	2.124	2.035	210		500	422	577	West	42	26	-
50	32 b 16-18/34-32		4.031	-	640		537	852	1421	-	116	88	-
51	32 34-36/66-04 (dis)	25-7-66	1.170	1.069	70		842	28	96	-	12	12	-
391	33 00-02/40-38 (dis)	4-8-66	1.360	2.671	437	485	592	648	1242	West	61	69	1040
68	34 06-08/38-36 (dis)	8-8-66	1.344	2.040	260		512	604	1094	23	50	13	-
392	35 06-08/32-30 (dis)	8-8-66	1.302	1.171	73	690	793	85	268	West	15	9	466
393	36 06-08/28-26 (dis)	"	1.238	1.221	36	690	842	121	153	"	8	4	471
69	37 02-04/26-24 (dis)	"	1.372	1.140	130		744	57	221	10	34	11	-
394	38 08-10/20-18 (dis)	"	1.816	1.644	53	920	1122	128	344	30	12	5	677
395	39 04-06/22-20 (dis)	"	1.110	944	76	600	712	97	197	5	18	7	403
70	40 20-22/22-20 (dis)	"	1.236	1.082	110		647	78	63	7	24	12	198
396	41 20-22/22-20 (dis)	9-8-66	802	822	129	435	511	92	106	10	15	22	265

MICOS DE AGUA

n miligramos por litro)

Potasio (K)	Hierro (Fe)	Fluor (F)	Arsénico (As)	Vanadio (V)	Conducti- vidad (micromhos a 25°C)	Razón Adsorción Sodio (RAS)	Carbonato de Sodio Residual (CSR)	Conduc- tividad Ph	OBSERVACIONES
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1197	-	-	-	-	-	-	-	4939	Fe ²⁺ -Mn-AsO ₃
1615	-	-	0.04	-	-	-	-	6193	Fe ²⁺ -Mn-Cl-AsO ₃ -SO ₃
741	-	-	0.02	-	-	13	-	2239	Fe-AsO ₃ -SO ₃
954	-	-	0.04	-	-	25	-	2239	Fe-AsO ₃
530	-	-	0.06	-	-	13	-	2464	Fe-Mn-AsO ₃
1303	-	-	0.04	-	-	-	-	5777	Fe ²⁺ -Mn-Cl-AsO ₃ -SO ₃
478	-	-	0.16	-	-	22.5	-	2030	Fe-Mn
136	-	-	0.12	-	-	13.1	-	1813	A
621	-	-	0.04	-	-	25.5	-	2778	Fe-AsO ₃ -SO ₃
715	-	-	0.04	-	-	-	-	1175	Fe-F-AsO ₃
1128	-	-	0.04	-	-	-	-	6000	Fe ²⁺ -Mn-Cl-AsO ₃
423	-	-	0.04	-	-	23	-	1607	A
-	-	> 1.0 < 1.5	< 0.02	-	-	-	-	4167	Fe ²⁺ -Mn-AsO ₃
1051	-	-	0.04	-	-	-	-	4445	Fe ²⁺ -Mn-AsO ₃ -SO ₃
-	-	> 1.0 < 1.5	> 0.02 < 0.12	Vest.	-	24	-	1837	A
-	-	> 1.0	> 0.12	> 0.5	-	33	-	1905	Fe ²⁺ -As-F
491	-	-	0.04	-	-	17	-	1778	Fe-AsO ₃
-	-	> 1.5 < 2.0	> 0.12	> 0.5	-	16	-	2454	Fe-AsO ₃ -SO ₃ -As-F
-	-	1.0	0.03	Vest.	-	20	-	1140	Fe-AsO ₃
-	-	-	0.04	-	-	16.2	-	1680	Fe-AsO ₃
-	-	0.5	Vest.	-	-	20.2	-	1375	Fe-AsO ₃

Análisis Nº	Nº de Pozo y Ubicación	Fecha	SOLIDOS DISUELTOS		Dureza Total en (CaO ₃)	Alcalinidad de Bicarb.	Bicarbo- natos (CO ₃ H)	Cloruros (Cl)	Sulfatos (SO ₄)	Nitratos (NO ₃)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Sodio (Na)
			Por Evaporación A 110°C	Calculado									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
397	42	18-20/20-18 (b:a) 9-8-66	1.700	1.710	115	515	629	199	908	-	25	13	575
71	43	" " " " "	1.286	1.110	85		622	92	173	13	18	10	-
398	44	20-22/16-14 (b:d) "	3.444	2.671	448	393	479	482	1379	Vest.	85	57	976
399	45	18-20/12-10 (b:b) "	7.132	5.343	719	424	517	1062	2341	"	65	135	2207
72	46	" " " "	2.338	2.137	165	-	854	369	374	20	30	22	-
400	47	18-20/06-04 (d:b) "	2.252	2.035	148	579	706	340	622	Vest.	25	21	744
401	48	24-26/06-04 (b:a) "	828	846	56	500	610	53	82	"	16	4	306
73	49	26-28/10-08 (c:e) "	1.568	1.449	120	-	671	121	149	234	22	16	-
402	50	38-30/22-20 (a:e) 11-8-66	2.510	2.374	222	423	517	560	748	Vest.	27	38	841
403	51	36/38/18-16 (a:b) "	2.480	2.192	235	445	543	461	786	"	34	37	810
74	52	36-38/14-12 (d:b) "	1.970	1.819	150	-	-	298	304	6	24	17	-
404	53	36-38/10-08 (c:a) "	1.281	1.257	106	600	732	142	213	5	20	14	461
405	54	26-28/16-14 (d:b) 12-8-66	1.246	1.171	90	590	720	128	218	Vest.	18	11	456
75	55	28-30/12-10 (a:a) "	4.412	3.419	570	-	476	994	1421	6	108	73	-
406	56	30-32/16-14 (b:b) "	1.200	1.171	64	650	793	85	202	Vest.	15	7	448
407	57	32-34/20-18 (a:a) "	1.537	1.526	123	525	641	184	371	"	22	16	531
76	58	16-18/22-20 (a:a) "	1.242	1.140	190	-	525	256	130	8	28	29	-
77	59	14-16/18-16 (a:a) 13-8-66	910	881	70	-	525	96	72	3	16	7	-
408	60	14-16/14-12 (c:e) "	1.915	1.710	112	590	671	355	448	Vest.	20	15	685
78	61	10-12/08-06 (a:d) "	2.000	1.744	175	-	756	213	499	17	28	26	-
409	62	08-10/06-04 (b:d) "	1.380	1.239	112	600	720	156	295	-	22	14	461

MICOS DE AGUA

Form. I.N.G.M. 512 - 65

en miligramos por litro)

Potasio (K)	Hierro (Fe)	Fluor (F)	Arsénico (As)	Vanadio (V)	Conducti- vidad (micromhos a 25°C)	Razón Adsorción Sodio (RAS)	Carbonato de Sodio Residual (CSR)	Ph	OBSERVACIONES
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	>0.5<1.0	<0.08	Vest.	-	22.5	-	2667	I = SO ₄
416	-	-	0.06	-	-	19	-	1732	S = NO ₃
-	-	>0.5<1.0	<0.08	-	-	-	-	4167	I = R-Dna-SO ₄
-	-	>0.5<1.0	<0.08	-	-	-	-	8334	I = R-Dna-Cl-SO ₄
791	-	-	0.12	-	-	-	-	3334	I = R-SO ₄ -NO ₃
-	-	>0.5<1.0	<0.08	-	-	-	-	3175	I = R-SO ₄
-	-	>1.0 1.5	>0.12	-	-	17.5	-	1320	I = As
527	-	-	0.02	-	-	23.5	-	2260	S = NO ₃
-	-	>0.5<1.0	<0.08	-	-	-	-	3704	I = R-Dna-SO ₄
-	-	>0.5<1.0	Vest.	Vest.	-	-	-	3419	I = R-Dna-SO ₄
656	-	-	0.04	-	-	24.5	-	2837	I = SO ₄ -NO ₃
-	-	>0.5<1.0	0.08	Vest.	-	19	-	1961	S = NO ₃
-	-	>1.5 0.08	<0.12	"	-	20	-	1827	A
1281	-	-	0.02	-	-	-	-	5334	I = R-Dna-Cl-SO ₄ -NO ₃
-	-	>1.0<1.5	Vest.	-	-	24	-	1827	A
-	-	>0.5<1.0	>0.08<0.12	Vest.	-	21	-	2381	I = SO ₄
405	-	-	0.08	-	-	13	-	1773	S = NO ₃
129	-	-	0.04	-	-	17	-	1375	S = SO ₄
-	-	1.0	0.12	Vest.	-	30	-	2667	I = SO ₄
662	-	-	0.04	-	-	21	-	2721	I = SO ₄ -NO ₃
-	-	1.0	>0.08<0.12	Vest.	-	16.5	-	1932	A

4

Análisis Nº	Nº de Pozo y Ubicación	Fecha	SOLIDOS DISUELTOS		Dureza Total en (CaO ₃)	Alcalinidad de Bicarb.	Bicarbonatos (CO ₃ H)	Cloruros (Cl)	Sulfatos (SO ₄)
			Por Evaporación A 110°C	Calculado					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
410	63	06-08/12-10 (b:a) 12-8-66	906	872	90	610	732	35	98
411	64	04-06/12-12 (a:b) "	1204	1096	81	660	792	64	213
79	65	04-06/12-12 () "	2846	2249	180	-	549	383	960
412	66	98-00/12-12 (e:a) "	2990	2671	162	185	222	1036	726
635	67	06-08/24-22 (e:e) 19-8-66	1660	1900	78	560	683	319	295
107	68	08-10/20-18 (b:a) "	1342	1140	70	-	561	120	144
413	69	08-10-14-12 (a:a) "	1000	1030	48	775	930	35	55
623	71	98-00/16-14 (a:b) "	3310	2849	123	720	878	567	999
414	72	02-04/08-06 (a:b) "	3180	2757	238	550	660	554	1114
80	73	08-10/04-02 (b:c) 19-8-66	3034	2948	165	-	220	1079	634
81	76	08-10/04-02 (b:c) 25-8-66	2040	1819	190	-	647	256	499
82	79	14-16/98-96 (b:a) "	1650	1526	145	-	366	199	528
682	81	12-14/90-88 (a:e) "	1472	1357	86	470	973	172	364
83	82	08-10/88-86 (e:e) "	6140	5343	330	-	549	1065	2400
84	85	02-04/92-90 (e:a) "	2896	2671	185	-	232	923	730
108	87	94-96/92-90 (a:b) "	2990	2757	195	-	195	1108	595
85	88	96-98/96-94 (a:e) "	2532	2590	170	-	390	746	653
86	91	94-96/02-06 (b:b) 26-8-66	2100	1988	120	-	232	589	614
681	93	04-06/00-98 (a:d) "	3708	3419	232	660	805	729	1144
87	94	00-02/00-98 (e:e/d) "	2090	2085	120	-	171	604	557
88	97	14-16/02-00 entre (a:e y d:b) "	1126	1055	70	-	671	43	96

ANALISIS DE AGUA (en miligramos por litro)

Potasio (K)	Hierro (Fe)	Fluor (F)	Arsénico (As)	Vanadio (V)	Conducti- vidad (micromhos a 25°C)	Razón Adsorción Sodio (RAS)	Carbonato de Sodio Residual (CSR)	Ph	OBSERVACIONES
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1026	-	-	Vest.	-	-	-	-	3.922	I = D-D-Cl-SO ₄ -NO ₃
-	-	-	"	-	-	-	-	7.013	I = R-D-Cl-SO ₄ -NO ₃
-	-	> 0.5 < 1.0	"	-	-	-	-	6.356	I = R-D-Cl-SO ₄ -NO ₃
-	-	> 0.5 < 1.0	0.00	-	-	16.5	-	2.899	I = SO ₄
-	-	> 1.0 < 1.5	0.12	-	-	26.5	-	2.260	I = As-NO ₃
-	-	> 0.5 < 1.0	> 0.00 < 0.12	-	-	-	-	6.061	I = R-D-Cl-SO ₄
-	-	> 0.5 < 1.0	0.08	Vest.	-	-	-	4.302	I = R-SO ₄
-	-	-	0.02	-	-	-	-	4.445	I = R-SO ₄ -NO ₃
-	-	1.0	Vest.	-	-	-	-	5.556	I = R-Cl-SO ₄
-	-	> 0.5 < 1.0	"	-	-	-	-	4.939	I = R-Cl-SO ₄
-	-	> 1.0 < 1.5	"	-	-	6.3	-	1.802	S = NO ₃
-	-	< 0.5	< 0.00	Vest.	-	12	-	2.299	I = D-SO ₄
-	-	> 1.5 < 2.0	> 0.12 < 0.5	-	-	29.5	-	1.361	I = As
-	-	> 0.5 < 1.0	> 0.00 < 0.12	-	-	-	-	4.939	I = R-D-Cl-SO ₄
-	-	-	-	-	-	-	-	5.128	I = R-D-Cl-SO ₄
-	-	1.5	> 0.12	> 0.5	-	40	-	2.083	I = SO ₄ -NO ₃ -As-V
-	-	Vest.	Vest.	-	-	10.2	-	1.550	I = D-SO ₄
-	-	> 1.5 < 2.0	> 0.12	-	-	-	-	3.175	I = R-SO ₄ -As
-	-	> 0.5 < 1.0	0.08	Vest.	-	-	-	4.762	I = R-SO ₄
-	-	> 0.5 < 1.0	Vest.	-	-	-	-	5.334	I = D-D-Cl-SO ₄
-	-	1.0	0.08	Vest.	-	-	-	6.667	I = R-D-Cl-SO ₄

TABLA ... ANALISIS QUIMICO
(Resultados analíticos expresados en mil

Análisis Nº	Nº de Pozo y Ubicación	Fecha	SOLIDOS DISUELTOS		Dureza Total en (CaO ₃)	Alcalinidad de Bicarb.	Bicarbo- natos (CO ₃ H)	Cloruros (Cl)	Sulfatos (SO ₄)	Nitratos (NO ₃)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Sodio (Na)	
			Por Evaporación A 110°C	Calculado										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
678	147	10-12/46-44 (d:re) 12-9-66	1.194	1155	43	920	622	86	165	25	8	5	433	
669	148	04-06/46-44 (d:re) "	1.032	2671	167	110	134	915	921	-	31	22	1035	
112	150	96-98/46-44 (d:re) "	1.854	1710	90	-	920	192	346	Vest.	16	12	667	
677	152	96-98/44-42 (d:d) "	640	799	218	210	256	50	235	Vest.	21	39	151	
668	152	00-02/44-42 (d:re) "	590	985	17	340	125	14	66	"	4	1	227	
674	154	98-00/54-42 (d:re) (b:b)	1.540	2249	135	380	468	357	262	"	35	23	486	
675	156	04-06/60-58 (d:re) "	1.700	2990	139	340	415	315	574	"	18	35	576	
676	158	02-04/50-48 (b:d) "	1.438	1425	61	640	781	129	335	"	12	7	557	
90	159	18-20/34-32 (d:re) "	1.034	2374	420	-	451	355	1306	4	84	51	-	
671	163	08-10/45-54 (b:b) 14-9-66	2.288	2085	170	590	720	358	735	-	23	27	778	
113	164	10-12/58-56 (d:re) "	2.172	1988	160	-	805	327	528	6	26	23	715	
670	165	14-16/60-58 (d:re) (b:b) "	1.312	1276	68	685	836	64	243	Vest.	13	9	464	
672	169	14-16/50-48 (d:re) "	1.340	1221	50	590	720	71	315	"	2	10	503	
656	170	36-38/04-02 (d:re) (b:b) 21-9-66	1.960	2514	150	435	531	458	388	"	31	18	674	
658	173	36-38/94-92 (d:d) "	1.760	1710	108	430	525	315	396	"	10	20	597	
660	175	36-38/88-86 (d:re) (b:b) "	976	900	61	630	760	43	96	-	14	6	373	
659	176	32-34/80-88 (b:d) "	1.476	1401	76	485	592	186	298	Vest.	16	9	524	
655	177	28-30/86-84 (d:d) "	2.032	2385	114	420	512	400	509	"	15	18	700	
114	179	30-32/96-44 (d:re) "	2.986	2442	270	-	464	675	826	3	40	41	968	
657	180	30-32/98-96 (b:b) "	1.348	1336	81	470	573	150	133	Vest.	15	11	661	
650	183	26-28/00-98 (d:re) 22-9-66	1.510	1095	124	430	525	214	351	"	9	25	531	

en miligramos por litro)

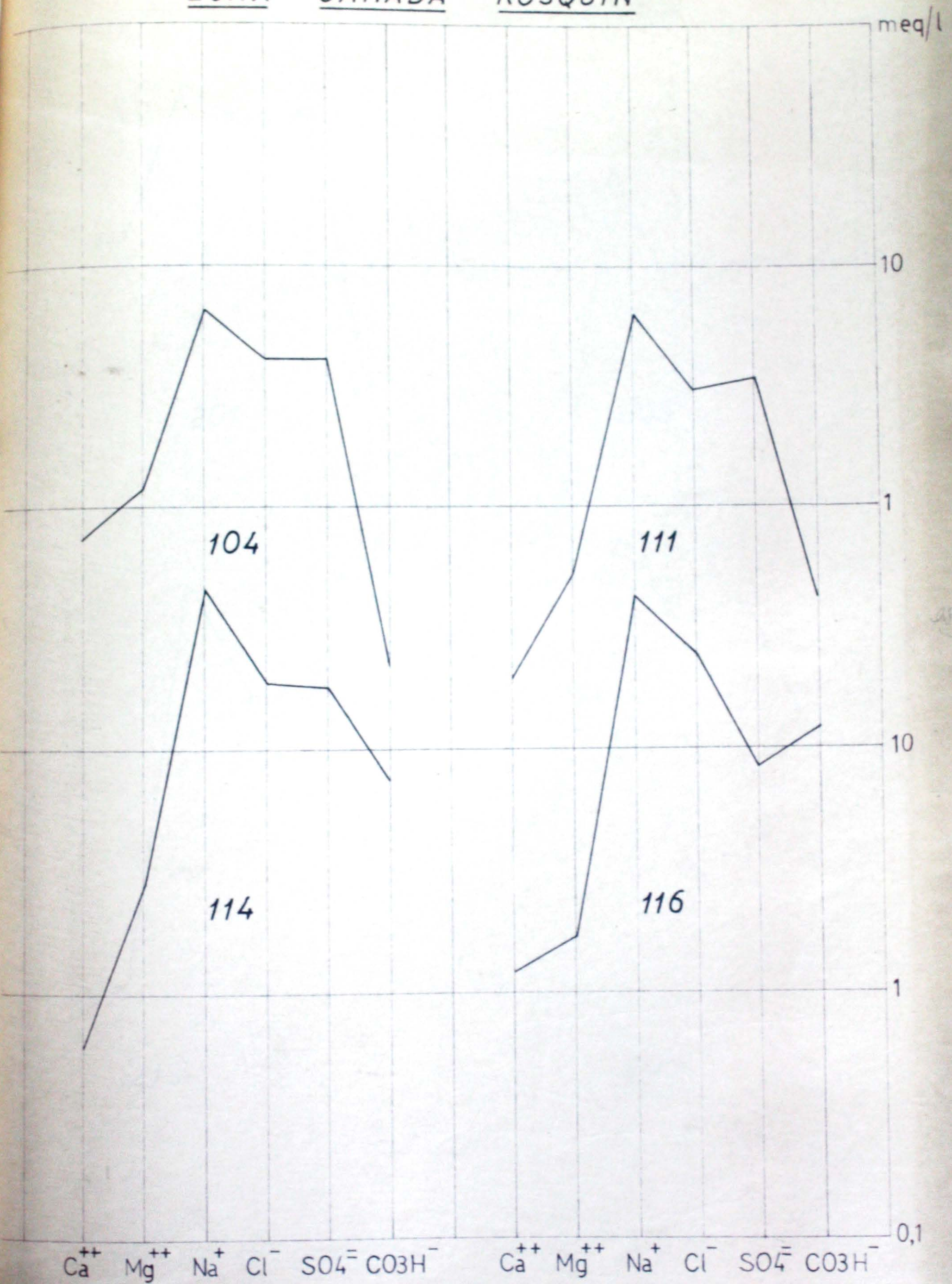
Potasio (K)	Hierro (Fe)	Fluor (F)	Arsénico (As)	Vanadio (V)	Conducti- vidad (micromhos a 25°C)	Razón Adsorción Sodio (RAS)	Carbonato de Sodio Residual (CSR)	Ph	OBSERVACIONES
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
-	-	1.5	2.0	0.12	Vest.	27.5		1802	I = As-NO ₃
-	-	Vest.	Vest.	-		-		6167	I = R-Cl-SO ₄
-	-	-	0.12	-		30		2667	I = SO ₄
-	-	1.0	1.5	-		4.5		1246	A
-	-	2.0	0.12	Vest.		26		913	I = As
-	-	0.5	1.0	Vest.		15.5		3509	A
-	-	0.5	0.08	0.12	-	18		4041	I = SO ₄
-	-	1.0	1.5	0.08	0.12	32		2222	I = SO ₄
863	-	-	0.02	-		-		1704	I = R-D-SO ₄ -NO ₃
-	-	Vest.	0.12	-		-		1252	I = R-SO ₄ -As
-	-	-	0.04	-		24		1201	I = R = SO ₄ -NO ₃
-	-	0.5	1.0	0.08	0.12	24		1990	A
-	-	0.5	Vest.	-		32		1905	I = SO ₄
-	-	0.5	1.0	Vest.		23		3922	I = SO ₄
-	-	0.5	1.0	"	"	25		2667	I = SO ₄
-	-	0.5	1.0	"	"	21		1404	A
-	-	1.0	1.5	0.12	"	26		2186	I = As
-	-	0.5	1.0	0.12	"	29		3552	I = R-SO ₄
-	-	-	Vest.	"		-		3010	I = R-D-SO ₄ -NO ₃
-	-	0.5	1.0	0.08	0.12	32		2083	A
-	-	1.0	Vest.	-		20		2020	I = SO ₄

Análisis Nº	Nº de Pozo y Ubicación	Fecha	SOLIDOS DISUELTOS		Dureza Total en (CaO ₂)	Alcalinidad de Bicarb.	Bicarbo- natos (CO ₃ H)	Cloruros (Cl)	Sulfatos (SO ₄)
			Por Evaporación A 110°C	Caleulado					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
653	185	24-26/92-90 (a:d) 22-9-66	2.688	2948	222	470	573	715	631
654	187	18-20/90-88 (b:b) "	1.216	1140	63	465	557	157	134
652	189	20-22/96-94 (a:b) "	1.980	1474	98	780	952	272	380
115	190	20-22/00-98 (a:b) "	1.424	1187	95	-	598	135	221
651	191	22-24/04-02 (a:b) "	3.150	2590	173	590	720	1237	409
646	193	06-08/72-70 (a:b) 27-9-66	2.100	3419	187	170	207	636	401
91	195	26-28/38-36 (a:d) "	4.980	-	880	-	610	1030	1786
638	198	22-24/70-68 (a:b) 30-9-66	8.080	5028	743	220	268	1923	3184
636	200	18-20/76-74 (c:c) "	2.520	2137	147	410	500	465	843
116	201	22-24/78-76 (a:d) "	5.312	3562	1300	-	171	1278	2026
637	202	26-28/78-76 (a:a) "	-	750	45	420	512	57	69
639	205	26-28/70-68 (b:a) "	1.692	1379	71	460	551	229	490
640	208	22-24/66-64 (a:b) "	4.296	2349	489	350	427	915	1067
641	211	34-36/62-60 (a:d) 3-10-66	1.340	1096	63	660	805	57	290
117	212	40-42/62-60 () "	8.654	5699	520	-	647	1988	2995
642	213	40-42/68-66 (a:b) "	3.168	2374	94	740	903	658	835
643	215	32-34/74-72 (c:c) "	1.180	1018	124	450	549	79	349
631	217	40-42/76-74 (a:c) "	7.304	5699	735	400	488	1931	2567
118	220	36-38/64-62 (a:d) "	5.506	3717	490	-	671	1136	1939
680	90	00-02/04-02 (a:d) 26-12-66	2.388	2310	138	180	220	715	647
		Usina							
		El Trebol	3.285	-	195	-	268	1150	749

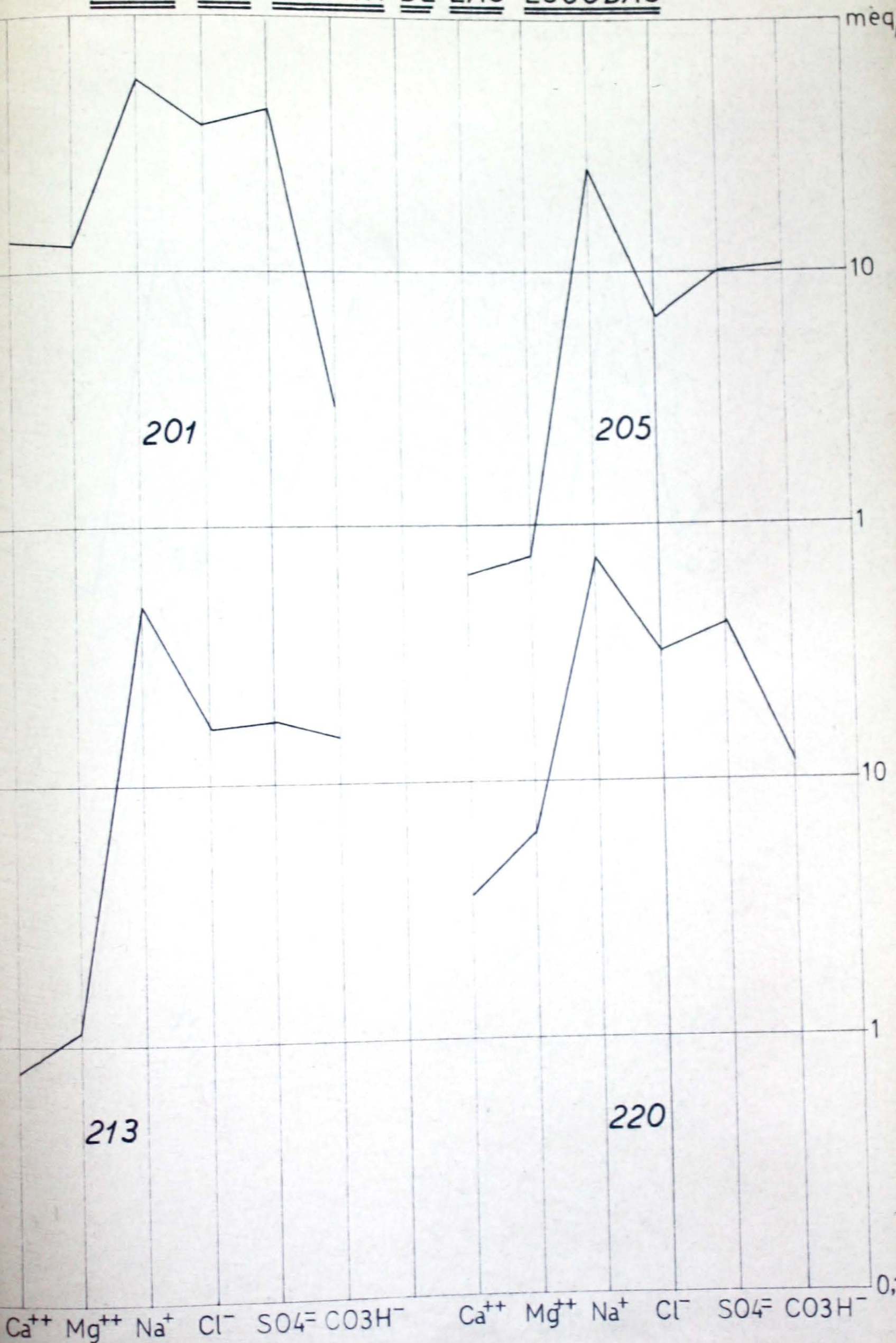
QUÍMICOS DE AGUA (en miligramos por litro)

	Potasio (K)	Hierro (Fe)	Fluor (F)	Arsénico (As)	Vanadio (V)	Conducti- vidad (micromhos a 25°C)	Razón Adsorción Sodio (RAS)	Carbonato de Sodio Residual (CSR)	Conduc- tividad Ph	OBSERVACIONES
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
15	-	-	1.0	0.08	Vest.	-	-	-	4598	I = R-D-Cl-SO ₄ -NO ₃
13	-	-	> 0.5 < 1.0	> 0.12	"	-	24	-	1778	I = As
72	-	-	> 0.5 < 1.0	Vest.	-	-	29	-	2299	I = SO ₄
11	-	-	-	"	-	-	22.5	-	1852	S = NO ₃
13	-	-	> 0.5 < 1.0	> 0.08 < 0.12	-	-	-	-	4041	I = R-Cl-SO ₄
42	-	-	> 1.0 < 1.5	Vest.	-	-	23	-	5314	I = R-SO ₄
-	1368	-	-	0.02	-	-	-	-	7508	I = R-D-Cl-SO ₄
79	-	-	> 0.5 < 1.0	Vest.	-	-	-	-	11788	I = R-D-Cl-SO ₄
62	-	-	0.5	0.08	"	-	-	-	3334	I = R-SO ₄ -NO ₃
95	-	-	-	-	-	-	-	-	5556	I = R-D-Cl-SO ₄ -NO ₃
96	-	-	1.5	0.08	Vest.	-	19	-	1179	S=NO ₃
98	-	-	1.5	> 0.12	< 0.5	-	32	-	2151	I = SO ₄ -As
31	-	-	> 1.0 < 1.5	Vest.	Vest.	-	-	-	4445	I = R-D-Cl-SO ₄ -NO ₃
93	-	-	1.0	0.08	"	-	28	-	1709	S = NO ₃
83	-	-	-	Vest.	-	-	-	-	13000	I = R-D-Cl-SO ₄
46	-	-	1.0	> 0.12	Vest.	-	-	-	3704	I = R-SO ₄ -NO ₃ -As
94	-	-	> 0.5 < 1.0	Vest.	-	-	15.5	-	1587	I = SO ₄
34	-	-	> 1.0 < 1.5	> 0.08	-	-	-	-	11000	I = R-D-Cl-SO ₄ -NO ₃
53	-	-	-	0.04	-	-	-	-	6000	I = R-D-Cl-SO ₄ -NO ₃
0	-	-	Vest.	Vest.	-	-	-	-	3604	I = R-Cl-SO ₄
1116	-	-	-	"	-	-	-	-	-	I = R-Cl-SO ₄

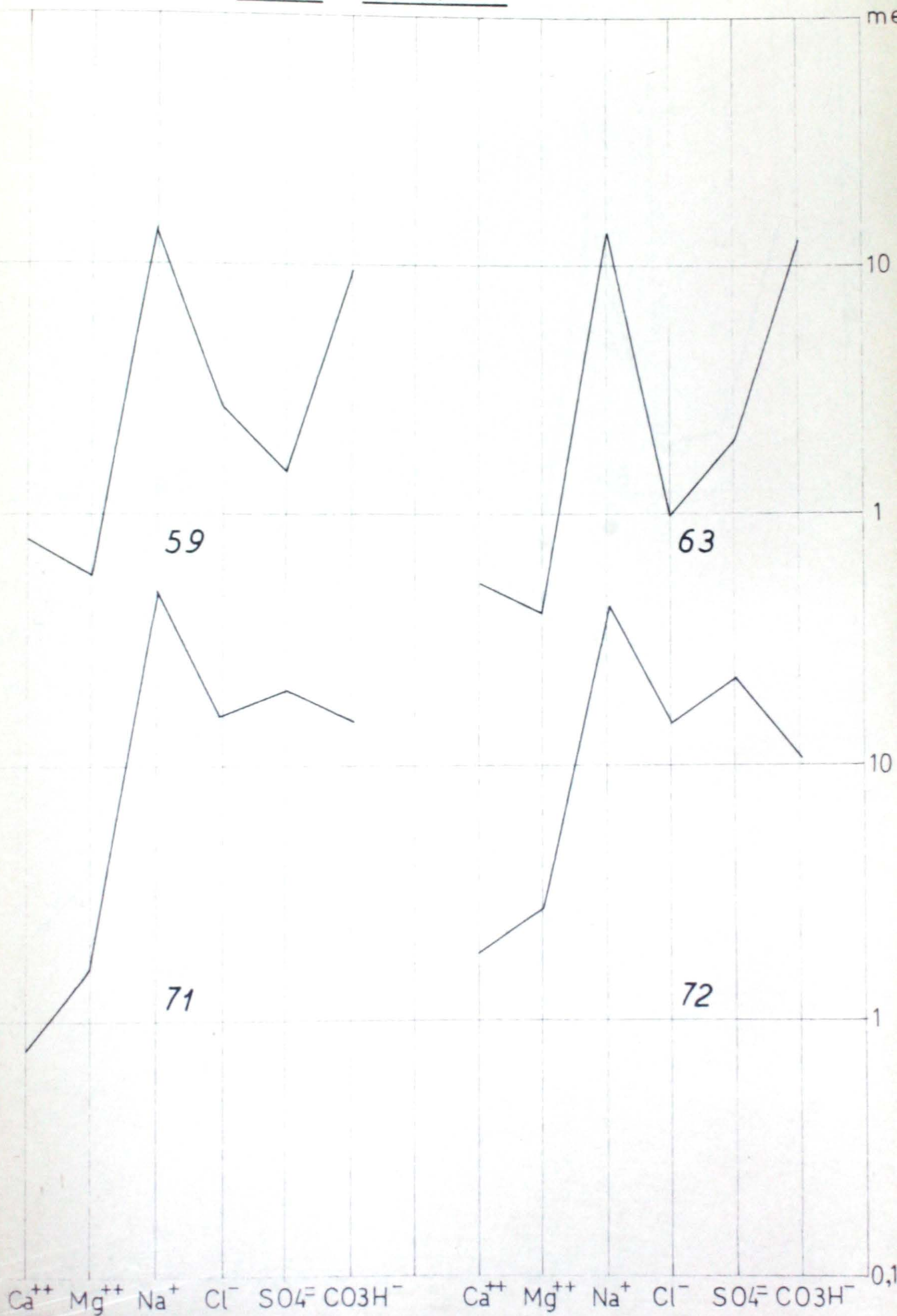
ZONA CAÑADA ROSQUIN



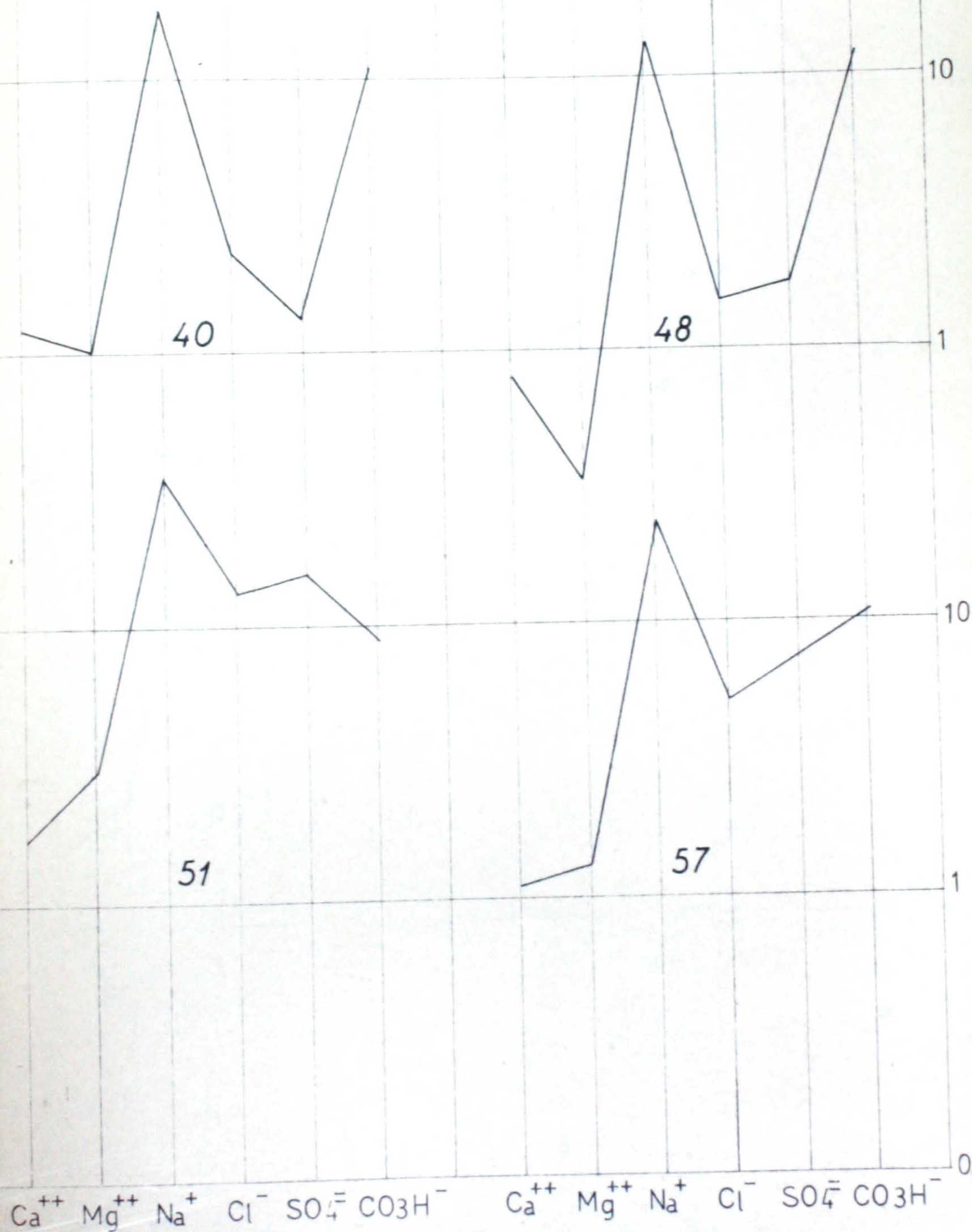
ZONA SAN MARTIN DE LAS ESCOBAS



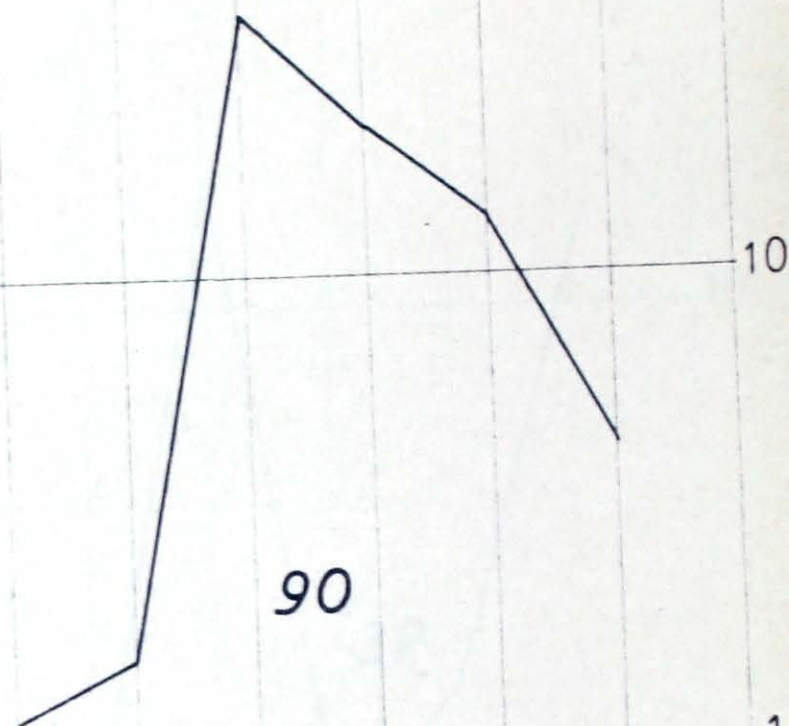
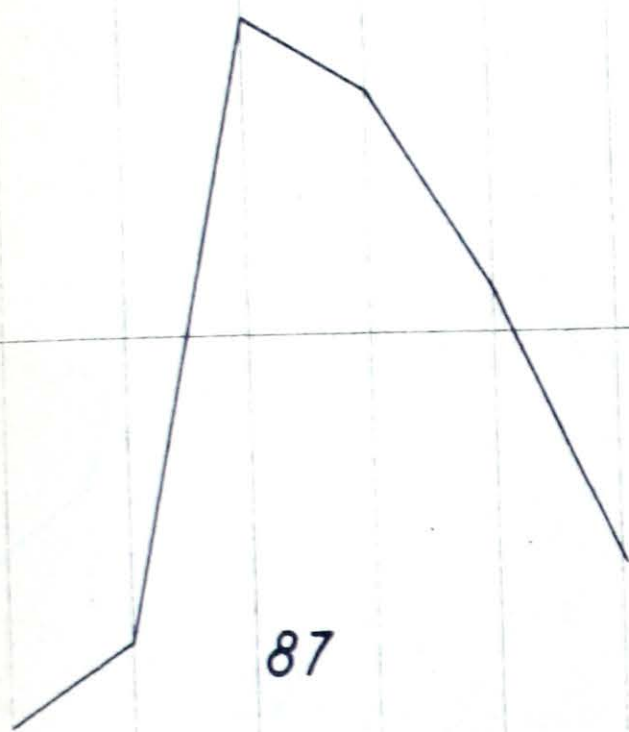
ZONA BOUQUET



ZONA LAS ROSAS



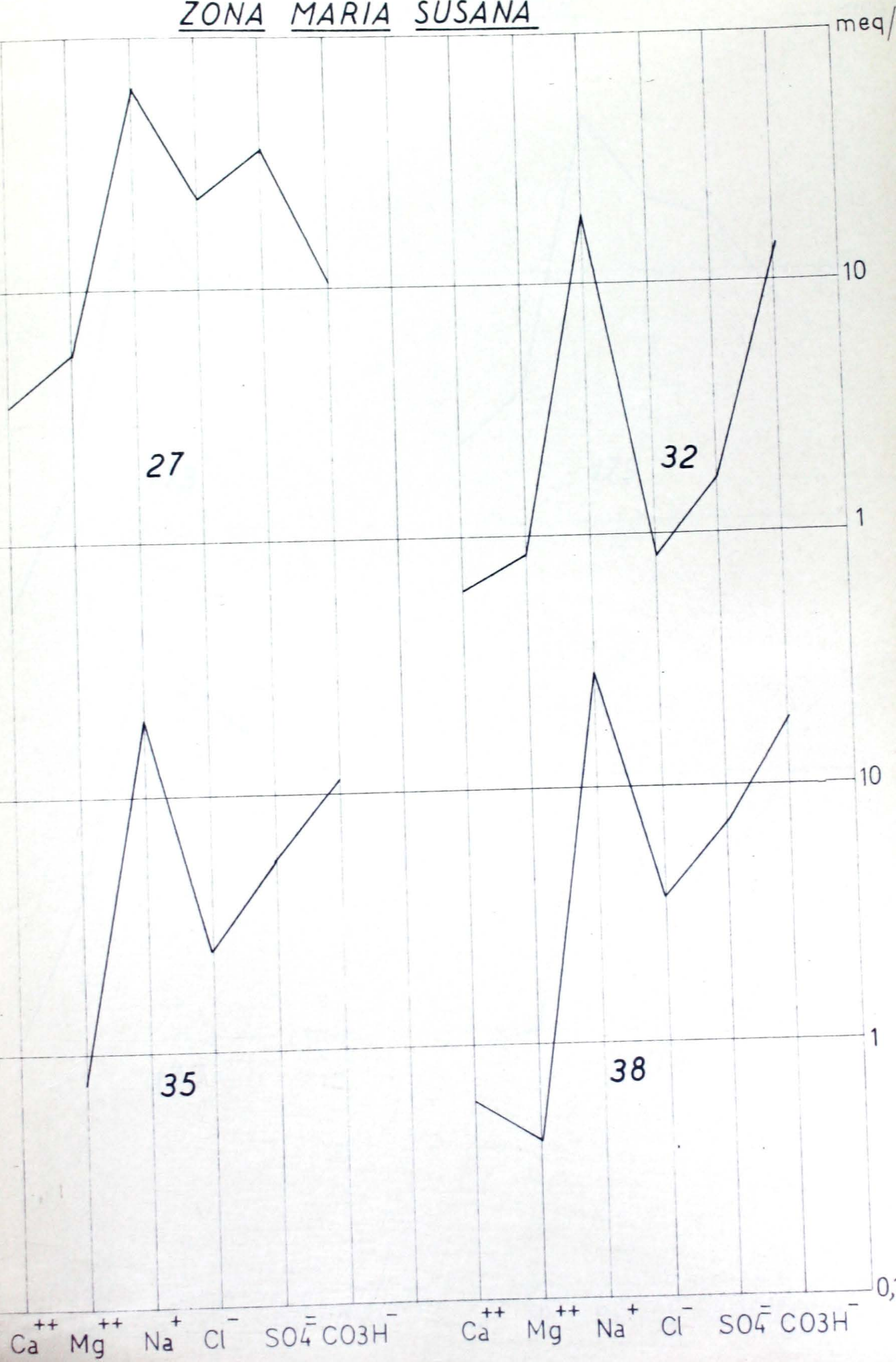
ZONA MONTES DE OCA



Ca⁺⁺ Mg⁺⁺ Na⁺ Cl⁻ SO₄⁼ CO₃H⁻

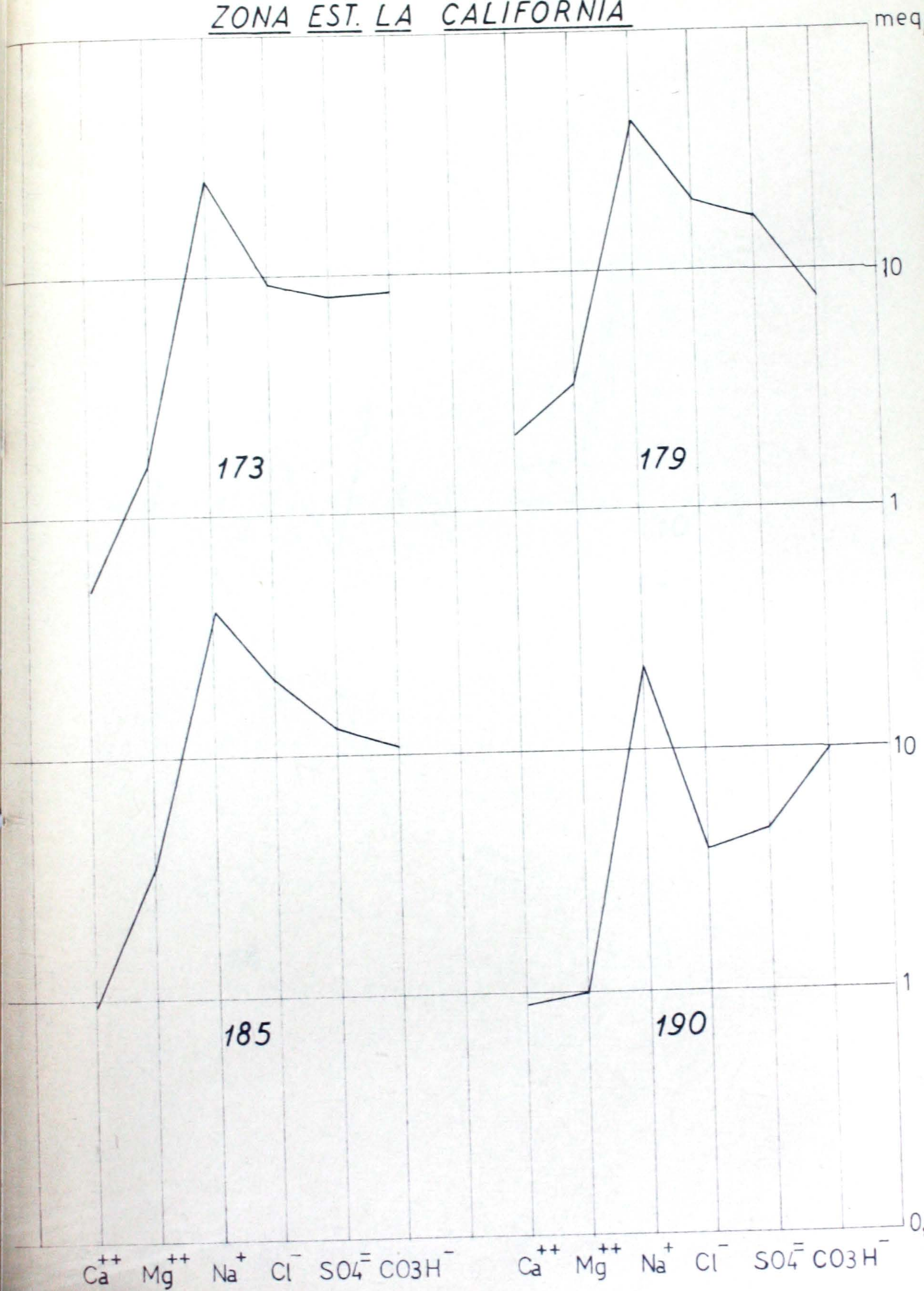
Ca⁺⁺ Mg⁺⁺ Na⁺ Cl⁻ SO₄⁼ CO₃H⁻

ZONA MARIA SUSANA

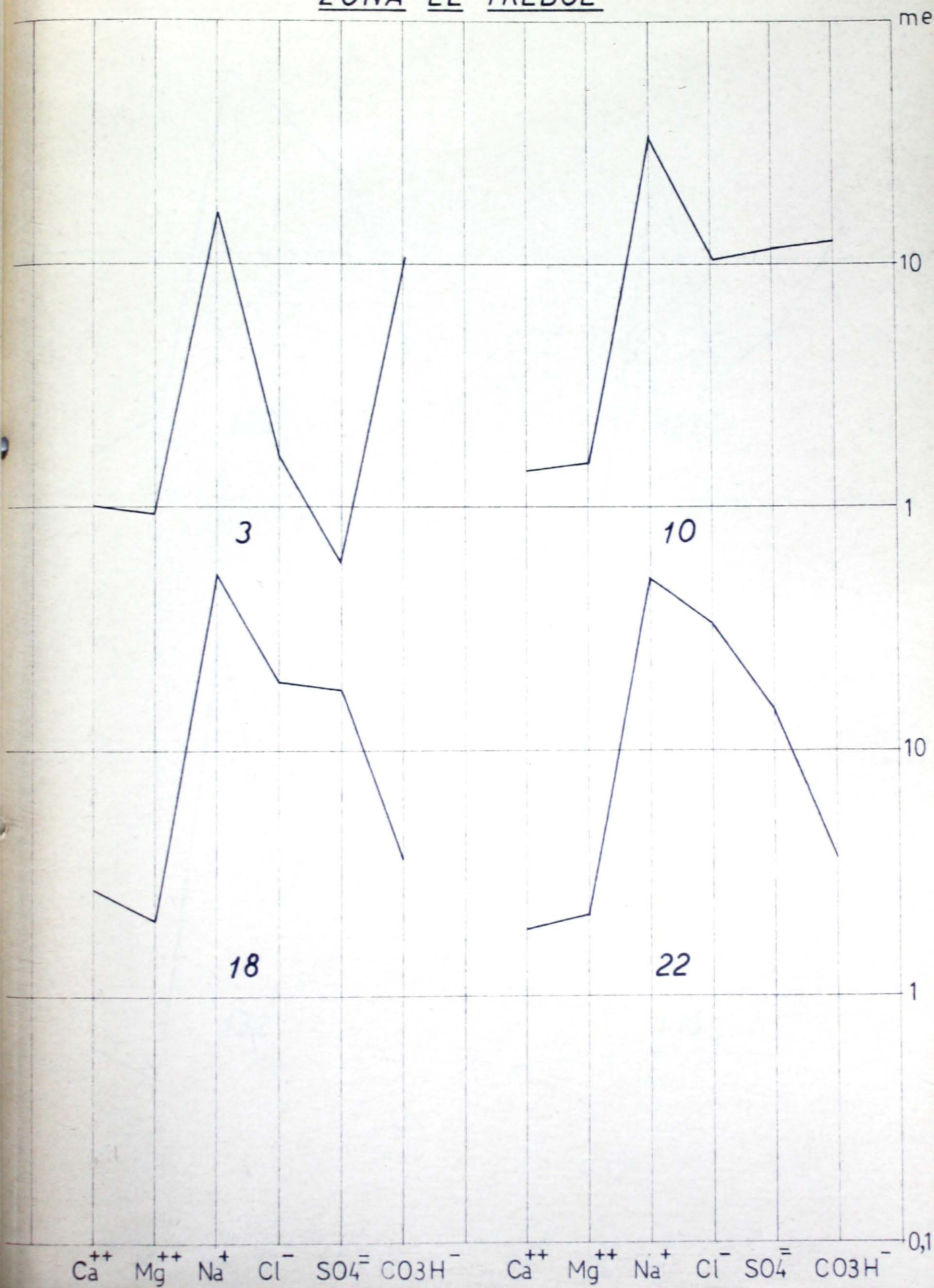


WIOS 51° 30' 00° 00' 05

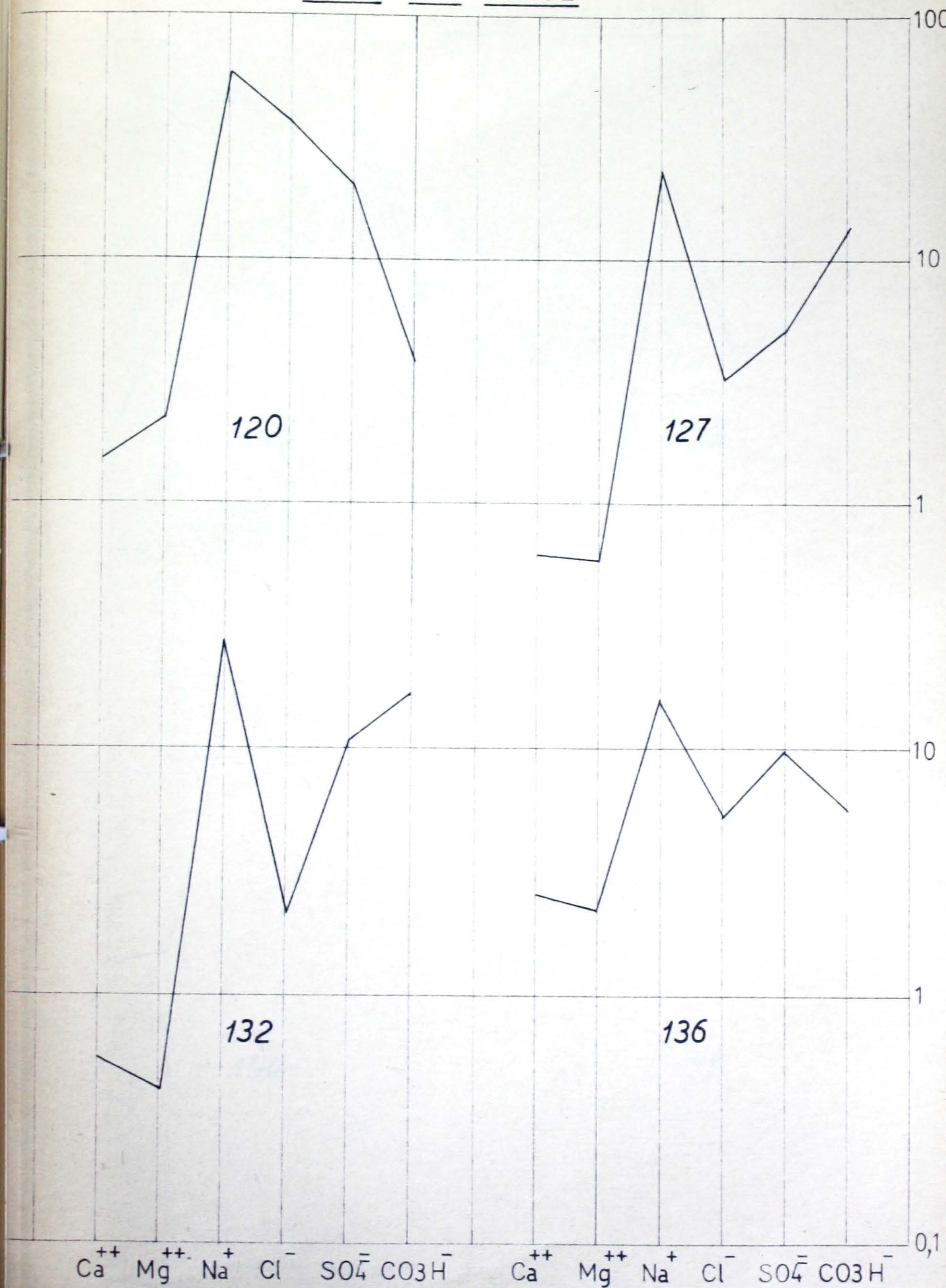
ZONA EST. LA CALIFORNIA



ZONA EL TREBOL



ZONA SAN JORGE



ZONA CARLOS PELLEGRINI

