

356

CONSEJO FEDERAL
DE INVERSIONES

UNITED NATIONS
DEVELOPMENT PROGRAMME

PLAN AGUA SUBTERRANEA

CARACTERISTICAS QUIMICAS
DEL AGUA SUBTERRANEA
DE LA CUENCA RIO TUNUYAN

por **alberto ortiz maldonado**

REPUBLICA ARGENTINA
SAN JUAN
1970

11528

CATALOGADO

356

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS

PARA EL DESARROLLO



P L A N A G U A S U B T E R R A N E A

CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL AGUA SUBTERRANEA

DE LA CUENCA RIO TUNUYAN

por

Alberto Ortíz Maldonado

Ingeniero Agrónomo

(ARGENTINA)

Este informe se eleva al Consejo Federal de Inversiones previo a su aprobación por las Naciones Unidas o por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y por lo tanto no representa necesariamente los puntos de vista de estas organizaciones.

DICIEMBRE 1969

Impreso en Argentina - Printed in Argentine

Hecho el depósito que marca la Ley 11.723

(c) 1970 CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Alsina 1401 Buenos Aires República Argentina

I N D I C E

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA PARA RIEGO DE LA ZONA CARRIZAL - TUNUYAN	2
II.1. Peligrosidad salina y sódica	2
II.2. Carbonato de Sodio Residual	4
II.3. Peligrosidad de Boro	5
II.4. Conclusiones	5
III. DIFERENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES RELATIVAS DE LOS IONES ENTRE EL ACUIFERO SEMICONFINADO, EL LIBRE Y EL RIO MENDOZA	8
3.1.- Variación en la composición química porcentual.	8
3.2.- Comparación de la composición química porcentual promedio	9
3.3.- Concentraciones máximas, mínimas y promedio	9
IV. PLANO DE SOLIDOS DISUELTOS A 180°C	11
4.1.- Material y Método	11
4.2.- Comentarios	11
V. PLANO DE TEMPERATURAS	14
5.1.- Material y Método	14
5.2.- Comentario	14
5.3.- Plano de temperatura referido a 100 m. de profundidad	15
5.4.- Análisis comparativo de los planos V.a y V.b	15
VI. PLANO DE SULFATOS	16
6.1.- Comentario	16
BIBLIOGRAFIA	18

CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL AGUA SUBTERRANEA DE LA
CUENCA RIO TUNUYAN ZONA CARRIZAL-TUNUYAN

I. Introducción

Sobre la base de 84 análisis químicos ejecutados por el laboratorio del Plan Agua Subterránea, se ha hecho la presente interpretación de las características químicas del agua subterránea de la cuenca denominada "Río Tunuyán", ubicada al sur del río Mendoza, en el Departamento de Luján, provincia de Mendoza.

Esta cuenca abarca una superficie total de 72.300 has., de las cuales 22.700 has. están cultivadas bajo riego. Las aguas subterráneas suplementan el riego de 9.780 has servidas por el río Mendoza y riegan en forma exclusiva 12.920 has para lo cual existen en la zona 431 perforaciones.

Los análisis con que se ha trabajado cuentan con las siguientes determinaciones. En campo: temperatura, ph y conductividad eléctrica a 25°C. En laboratorio: SiO_2 , Fe, Mn, Ca, Mg, Na, K, CO_3 , HCO_3 , SO_4 , Cl, F, NO_3 , B, residuo de evaporación a 180°C. Dureza total en CO_3Ca total, alcalinidad total en HCO_3 , conductividad específica, ph. Cálculos: sólidos disueltos, anhídrido carbónico libre, relación adsorción sodio, carbonato de sodio residual y por ciento de sodio soluble.

II. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA DE LA ZONA CARRIZAL-TUNUYAN

Son muchas las clasificaciones de calidad de agua para riego que han sido publicadas.

Todas coinciden en que para expedirse sobre la aptitud para el riego de un agua determinada es necesario conocer no sólo la composición química del agua, sino también las características fisicoquímicas del suelo y la sensibilidad a las sales del cultivo a regar.

La interacción de estos tres factores mencionados se refleja en el rendimiento del cultivo, de ahí que también interviene un cuarto factor; el económico, que es función del precio de venta de la cosecha y por ende de difícil determinación debido a su carácter fluctuante. Esta es la razón por la cual los autores agrupan las aguas y los cultivos en forma imprecisa (buenas, aceptables, mediocres, malas, salinidad baja, media, alta, etc... cultivos sensibles, medianamente tolerantes, tolerantes, etc.).

El Plan de Agua Subterránea, ha adoptado la clasificación expuesta en el trabajo titulado "Calidad del agua para riego. Su clasificación", la que usa en parte la clasificación de Riverside modificado por Thorne y Peterson, además del sistema propuesto por R. Flannery y modificado por P. Lhon (4) Gráfico II.a.

El encuadre dentro de la clasificación mencionada de 84 análisis de agua de la zona Carrizal-Tunuyán es el que sigue.

II.1.- Peligrosidad Salina y Sódica

La peligrosidad salina da una idea de la magnitud del trabajo que deberá desarrollar la planta para absorber el agua desde la solución del suelo, pues el agua cuanto más salina desarrolla una mayor succión osmótica.

La peligrosidad sódica da una idea del riesgo que se corre de deteriorar la estructura del suelo, (dificultándose con ello la infiltración y movimiento del agua en el suelo, la aereación y la nutrición de las plantas al elevarse el ph), cuando se riega con aguas de elevada concentración de Na^+ respecto a Ca^{++} y Mg^{++} , pues el grado en que el Na^+ participa en el complejo de intercambio del suelo está determinado por las relaciones de concentración parcial y total con esos cationes.

La tabla que corre a continuación detalla la distribución de las clases de aguas encontradas respecto a peligrosidad salina y sódica, conforme al diagrama de Riverside.

TABLA I

$C_2 S_1$	= 4	Casos
$C_2 S_2$	= 0	Casos
$C_3 S_1$	= 73	Casos
$C_3 S_2$	= 3	Casos
$C_4 S_1$	= 2	Casos
$C_4 S_2$	= 1	Casos
$C_5 S_4$	= 1	Casos

El mayor grado de peligrosidad sódica encontrado es S_4 en una escala que llega hasta S_5 , pero pertenece a una perforación construída en el terciario, propiamente en el anticlinal Lunlunta-Barrancas-Carrizal, para abastecer un loteo en las futuras márgenes de embalse "El Carrizal". Luego la peligrosidad sódica baja a S_2 con 4 casos pertenecientes a perforaciones ubicadas cerca del límite sur de la cuenca donde el terciario se acerca a la superficie. Por último hay 79 casos clasifica-

dos como S_1 .

Por lo expuesto se desprende que no existe peligrosidad sódica dentro del área explotada actualmente con agua subterránea.

Respecto a peligrosidad salina la mayor concentración C_5 pertenece a la perforación ubicada en el anticlinal Lunlunta-Barrancas-Carrizal. Luego siguen cuatro casos clasificados como C_4 , 76 casos con C_3 y cuatro casos con C_2 .

Como se observara, la gran mayoría pertenece a C_3 lo cual se estima que no es una concentración elevada debido a que el agua del río Mendoza pertenece a esa categoría.

Respecto a los casos clasificados con C_2 (menor concentración que la del río Mendoza), se hacen algunas consideraciones en el punto IV.

II.2.- Carbonato de Sodio Residual

El bicarbonato de Sodio, degrada el suelo y a la vez tiene efecto tóxico en las plantas.

El C.S.R. es un índice de peligrosidad sódica ideado por Eaton (1950), aplicable a aguas ricas en iones bicarbonatos respecto al calcio más magnesio, pues estos cationes tienden a precipitar como carbonatos a medida que se concentra la solución del suelo, quedando en solución bicarbonato de sodio, su expresión es la siguiente:

$$C.S.R. = (CO_3^{=} + HCO_3^-) - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

La totalidad de los análisis de la zona Carrizal-Tunuyán arrojan un valor negativo por cuanto no existe el peligro mencionado. Por consiguiente la clasificación respecto al C.S.R., es clase I.

II.3.- Peligrosidad de Boro

El boro es un ion que en concentraciones relativamente bajas es tóxico para los vegetales.

Los 84 análisis considerados arrojan para peligrosidad bórica la siguiente distribución:

a) Plantas sensibles

Clase I = 56

Clase II = 18

b) Plantas semitolerantes

Clase I = 84

Clase II = 0

Cabe señalar que todos los cultivos practicados en la zona estan dentro de la clasificación de semitolerantes, por cuanto en la actualidad la clasificación de esta agua es clase I respecto al Boro.

II.4.- Conclusiones

Conforme a la clasificación de calidad de agua seguida en este informe la característica más desfavorable determina la clase. En la zona estudiada la característica más desfavorable la da en todos los casos la Peligrosidad Salina (ver Tabla I), pues respecto a C.S.R. y Boro las aguas pertenecen a la clase I.

El agua subterránea de la mayor parte de la zona pertenece por su Peligrosidad Salina a la clase III, lo cual se estima que no es una concentración elevada debido a que el agua del Río Mendoza pertenece a esa categoría y con ella se mantienen cultivos desde hace más de 200 años.

El plano IV de Sólidos Disueltos, ilustra sobre la distribución

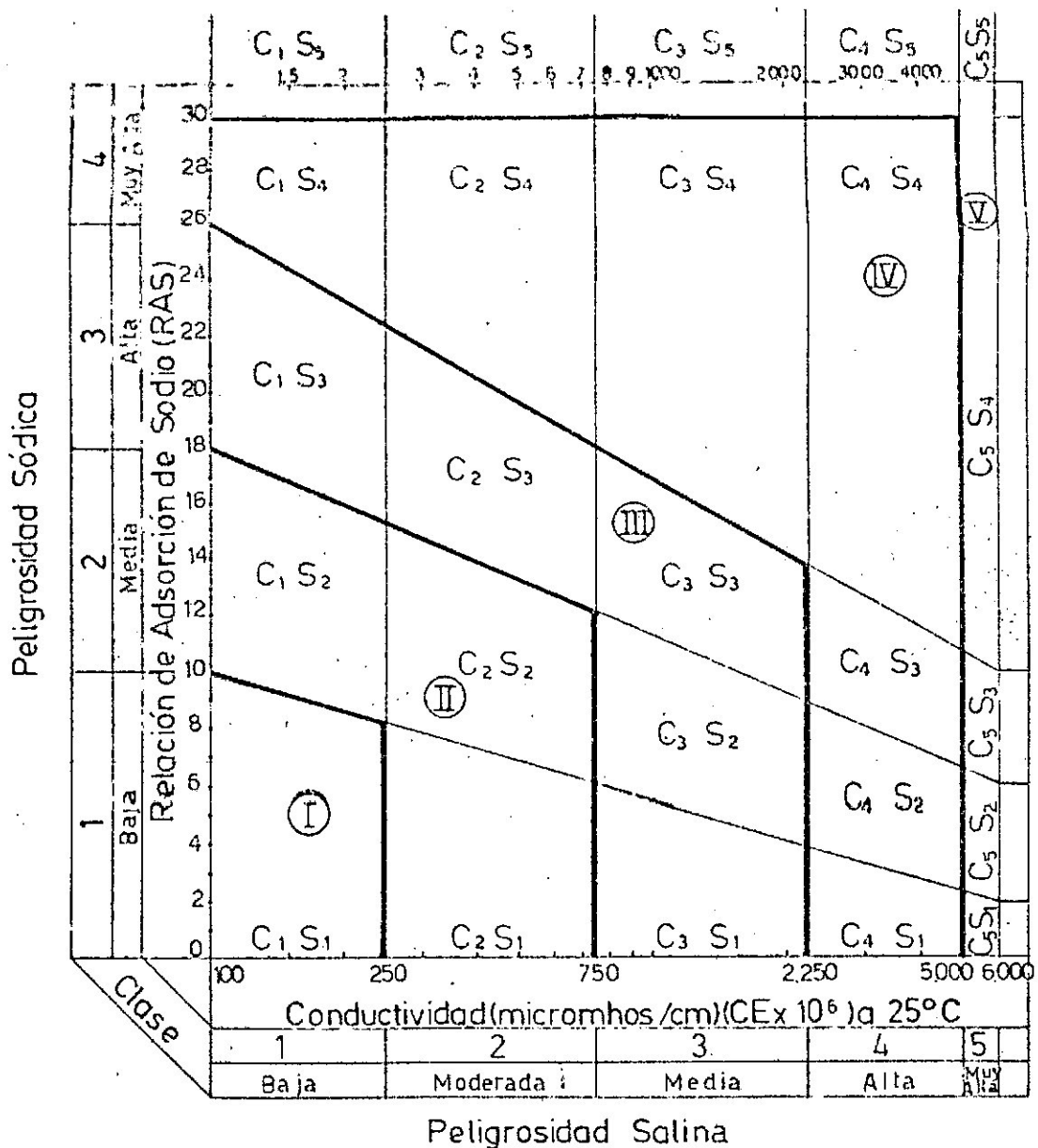
de la salinidad del agua en el área estudiada. Se considera como zona marginal la determinada por las curvas de 1.000 mgr/l .

Se destaca que la calidad desmejora en las proximidades de los límites de la cuenca, o sea, a medida que el terciario se acerca a la su perficie.

En la página siguiente corre el gráfico II.a., que es el resumen de la clasificación de calidad de aguas para riego seguida.

Diagrama del Laboratorio de Salinidad de Riverside modificado por Thorne y Peterson

Referencia Manual de agricultura Nº 60 Dept. de Agricultura de E.E.U.U.



Clasificación de R. Flannery (1967), modificada por P. Lohn (1969).

Clase	Aptitud	Peligrosidad salina - Peligrosidad sódica C _i - S _i	C. S. R. (me/l)	Boro (mg/l)		
				Plantas		
				S	ST	T
I	Excelente	C ₁ -S ₁	menos de 0.63	menos de 0.33	menos de 0.67	menos de 1.00
II	Buena	C ₁ -S ₂ , C ₂ -S ₁ , C ₂ -S ₂	0.63 - 1.25	0.33 - 0.67	0.67 - 1.33	1.00 - 2.00
III	Buena a regular	C ₁ -S ₃ , C ₂ -S ₃ , C ₃ -S ₁ , C ₃ -S ₂ , C ₃ -S ₃	1.25 - 1.88	0.67 - 1.00	1.33 - 2.00	2.00 - 3.00
IV	Regular a mala	C ₁ -S ₄ , C ₂ -S ₄ , C ₃ -S ₄ , C ₄ -S ₁ , C ₄ -S ₂ , C ₄ -S ₃ , C ₄ -S ₄	1.88 - 2.50	1.00 - 1.25	2.00 - 2.50	3.00 - 3.75
V	Inutil	CE > 5000 micromhos/cm. RAS > 30 SD > 3650 mg/l.	más de 2.50	más de 1.25	más de 2.50	más de 3.75

La característica más desfavorable determina la clase. Para tener en cuenta los límites de concentración para el boro hay que considerar la tolerancia de las plantas...

Límites sugeridos para clasificar un agua para riego.

III.- DIFERENCIAS DE LAS CONCENTRACIONES RELATIVAS DE LOS IONES ENTRE EL ACUIFERO SEMICONFINADO, EL LIBRE Y EL RIO MENDOZA

3.1.- Variación en la composición química porcentual

En la zona estudiada existen dos acuíferos bien diferenciados; uno libre, cuyos límites son al norte el río Mendoza y al sur el cauce superior del Arroyo Carrizal. Y otro semiconfinado cuyos límites son al norte el acuífero libre y al sur el propio límite de la cuenca.

La composición química del agua de estos acuíferos presenta diferencias en cuanto a las concentraciones relativas de sus iones. Se estima que estas diferencias pueden ser debidas a la distinta porosidad que poseen dichos acuíferos, que determina un contacto más íntimo del agua en el acuífero semiconfinado conjuntamente con un mayor tiempo de contacto.

Se han ubicado en el diagrama de Durov, modificado, 82 análisis de agua y se ha podido deducir que el agua del acuífero libre tiene respecto a la del semiconfinado la siguiente composición porcentual:

Mayor porcentaje de concentración de	Mg ⁺⁺
Mayor porcentaje de concentración de	Na ⁺⁺
Mayor porcentaje de concentración de	Ca ⁺⁺
Mayor porcentaje de concentración de	CO ⁼
Igual porcentaje de concentración de	Cl ³
Mayor porcentaje de concentración de	SO ⁼ ₄

En el gráfico III se puede observar la ubicación de las aguas de los acuíferos libre y semiconfinado en el gráfico de Durov.

3.2.- Comparación de la composición química porcentual promedio

Las variaciones en la composición química porcentual existente entre las aguas del río Mendoza, acuífero libre y acuífero semiconfinado se pueden observar en el cuadro siguiente fruto del promedio de los análisis disponibles para cada caso.

<u>Iones en %</u>	<u>Río</u>	<u>Libre</u>	<u>Semiconfinado</u>
Ca ⁺⁺	30,63	29,34	24,39
Mg ⁺⁺	5,99	7,20	4,98
Na ⁺ + K ⁺	13,23	13,46	20,88
HCO ₃ ⁻	8,55	11,04	5,61
SO ₄ ⁻	30,62	29,27	33,15
Cl ⁻	10,84	9,20	10,94
	99,66	99,51	99,95

3.3.- Concentraciones máximas, mínimas y promedio

El cuadro que sigue ilustra sobre las concentraciones máximas, mínimas y promedio expresados en m.e./l en el río, en el acuífero libre y en el acuífero semiconfinado. Cabe señalar que para la confección de este cuadro se ha excluido el análisis del pozo construido en el anticlinal Lunlunta - Barrancas - Carrizal.-

	ACUIFERO LIBRE				ACUIFERO S. CONFINADO				RIO MENDOZA			
	Max.	Min.	Prom.		Max.	Min.	Prom.		Max.	Min.	Prom.	
Ca ⁺⁺	15,77	4,59	9,62		22,41	2,79	6,94		6,19	4,89	5,62	
Mg ⁺⁺	6,17	0,90	2,48		4,61	0,49	1,42		1,56	0,90	1,12	
Na ⁺	7,57	1,83	3,91		11,40	2,18	5,29		3,78	1,30	2,53	
K ⁺	0,23	0,07	0,14		0,24	0,07	0,13		0,09	0,05	0,07	
HCO ₃ ⁻	5,51	1,38	3,49		2,28	0,34	1,37		1,79	1,31	1,58	
SO ₄ ⁻	16,97	4,62	9,58		17,05	4,54	8,89		6,48	4,60	5,66	
Cl ⁻	6,86	1,47	2,94		15,63	1,38	3,34		3,16	1,16	2,13	
S.D. Cal- culado	1650	485	1019		2130	482	900		720	465	596	

IV.- PLANO DE SÓLIDOS DISUELTOS A 180°C

Los sólidos disueltos son el resultado en mgr/l de las sustancias disueltas en el agua luego de evaporar esta a 180°C.

4.1.- Material y Método

Se ha encontrado el coeficiente de conversión de "conductividad eléctrica en micromhos a 25°C" para distintos valores del primero sobre la base de los 84 análisis disponibles para la zona Carrizal-Tunuyán. Los resultados son los siguientes:

<u>C.E. m.mhos/25°C</u>	<u>Coefficiente</u>
500 a 1.000	0,657
1.001 a 1.500	0,700
1.501 a 2.000	0,723
Sup. a 2.001	0,730

Con los análisis disponibles y la complementación de valores de sólidos disueltos obtenidos a través de la conductividad, en los lugares donde se estimó necesario, se ha construido el plano de Sólidos Disueltos a 180°C . Ver Plano IV.

En dicho plano se ha podido determinar 4 áreas con valores diferentes de sólidos disueltos; expresados en mgr/l: 1°) menor de 500 ; 2°) 500 a 900 ; 3°) 900 a 1000 ; 4°) superior a 1000 .

4.2.- Comentarios

Llama la atención, la diferente forma que ostentan las curvas de isosalinidad en el acuífero libre respecto al semiconfinado. En el primero existe una salinización progresiva del agua a partir de la posi

IV.- PLANO DE SÓLIDOS DISUELTOS A 180°C

Los sólidos disueltos son el resultado en mgr/l de las sustancias disueltas en el agua luego de evaporar esta a 180°C.

4.1.- Material y Método

Se ha encontrado el coeficiente de conversión de "conductividad eléctrica en micromhos a 25°C" para distintos valores del primero sobre la base de los 84 análisis disponibles para la zona Carrizal-Tunuyán. Los resultados son los siguientes:

<u>C.E. m.mhos/25°C</u>	<u>Coeficiente</u>
500 a 1.000	0,657
1.001 a 1.500	0,700
1.501 a 2.000	0,723
Sup. a 2.001	0,730

Con los análisis disponibles y la complementación de valores de sólidos disueltos obtenidos a través de la conductividad, en los lugares donde se estimó necesario, se ha construido el plano de Sólidos Disueltos a 180°C . Ver Plano IV.

En dicho plano se ha podido determinar 4 áreas con valores diferentes de sólidos disueltos; expresados en mgr/l: 1°) menor de 500 ; 2°) 500 a 900 ; 3°) 900 a 1000 ; 4°) superior a 1000 .

4.2.- Comentarios

Llama la atención, la diferente forma que ostentan las curvas de isosalinidad en el acuífero libre respecto al semiconfinado. En el primero existe una salinización progresiva del agua a partir de la posi

ble zona de carga, o sea, de oeste a este, lo cual en principio sería explicable por el mayor recorrido dentro del acuífero y por ende a su gradual acercamiento al límite este de la cuenca que es el terciario de las sierras de Lunlunta.

En el segundo, las curvas de isosalinidad se ubican en forma concéntrica al área de sólidos disueltos inferior a 500 mgr/l ubicada al sur-oeste del Arroyo Carrizal.

Se estima que el límite entre el acuífero libre y el semiconfinado podría estar dado por la faja de sólidos disueltos comprendida entre 900 a 1000 mgr/l que atraviesa la cuenca al sur de Ugarteche. Una explicación sobre la forma de estas curvas se puede encontrar observando el perfil C-C de geofísica dibujado en el plano preparado en Julio de 1969 por Agie - Berra - Demartini.

Las áreas de sólidos disueltos superiores a 1000 mgr/l indican la proximidad del límite impermeable de la cuenca que es el terciario. Hace excepción a esto una pequeña área ubicada al sur del Arroyo Carrizal y que circunscribe una zona de posible contaminación con agua de riego.

Existen dos áreas con aguas subterráneas de menor concentración de sales que el agua que escurre por el río Mendoza que se considera que es la fuente de recarga de la cuenca. Una ubicada en el acuífero libre y la otra en el semiconfinado. Respecto a este hecho se plantean las siguientes hipótesis:

1°) Que el río Mendoza, haya traído muchos años atrás agua de menor concentración salina que en la actualidad, por lo cual todo el acuífero estuvo ocupado con esa agua. Con posterioridad el río aumentó la concentración salina de sus aguas y por el fenómeno de carga y descarga del acuífero esta agua ha ido desalojando a la antigua en los lugares de mayor transmisibilidad, quedando así formadas las dos áreas mencionadas

que aproximadamente coinciden con las zonas de más baja transmisibilidad.

Se considera que una forma de corroborar este supuesto sería a través de la determinación de la edad del agua con radioisótopos.

2º) Otra hipótesis es que el origen del agua existente en las áreas de baja concentración sea de lluvias. Avala este supuesto el hecho de coincidir estas áreas con el recorrido de cauces colectores de aguas pluviales. El área ubicada en el acuífero libre coincide con el tramo superior del Arroyo Carrizal, que se comporta allí como un conductor de torrentes.

Y el área ubicada en el acuífero semiconfinado coincide con el recorrido del Arroyo Pampa, que es un cauce conductor de aguas pluviales que desemboca en el Arroyo Carrizal.

En la aerofotografía correspondiente se puede observar que antes de su desembocadura el Arroyo Pampa pierde pendiente y cae al Carrizal por un cauce abierto entre una cadena de médano, la cual posiblemente antes le haya impedido su paso obligándole a formar un embalse e infiltrar sus aguas allí. Cabe señalar que el acuífero es semiconfinado lo cual si bien dificulta el paso del agua de la superficie al acuífero no lo impide.

V. - PLANO DE TEMPERATURAS

La temperatura del agua subterránea sufre aumentos con la profundidad debido al grado geotérmico. Raramente presenta una variación horizontal en el sentido del movimiento del agua como la observada en la zona Carrizal-Tunuyán.

5.1.- Material y Método

El plano V.a. ha sido construido con datos de temperaturas obtenidos en el momento de extraer la muestra de agua, ya sea, para practicar con ella un análisis completo o para determinar su conductividad eléctrica, en el han sido trazadas las isotermas de 16° , 17° , 18° , 19° , 21° , 22° C .

5.2.- Comentario

Se ha encontrado una amplitud en las temperaturas de 9°C la más baja registrada es de 15°C y corresponde a perforaciones cuyas profundidades oscilan entre 67 a 203° y la más elevada es de 24°C y proviene de un pozo de 185 metros.

Las isotermas de 16° , 17° , y 18°C, tienen la misma forma que las curvas de niveles piezométricos tanto en el sur como en el norte del río Mendoza, lo cual indica un aumento de temperatura en el agua a medida que esta se mueve en el acuífero.

La isoterma de 19° en la zona norte del río Mendoza responde al fenómeno descrito en el párrafo anterior y en la zona sur su recorrido se ve influenciado por el Arroyo Carrizal al que envuelve, situación esta que se repite con la isoterma de 22°C y el Arroyo Pampa, cabe recordar que el Arroyo Pampa es un cauce conductor de torrentes.

La isoterma de 21°C trazada unicamente en la zona sur responde en forma aproximada a las izopiezas.



5.3.- Plano de Temperatura referido a 100 m. de profundidad

Con la finalidad de anular el posible efecto que el grado geotérmico pudiera haber tenido en el plano V.a., debido a que se han comparado temperaturas de aguas provenientes de diferentes profundidades (el pozo más profundo tiene 203 y el menos 20 mts), se ha construido el plano V.b. con las temperaturas reducidas a 100 metros de profundidad sobre la base que esta aumenta un grado cada 33 metros. Así por ejemplo a la temperatura de un pozo de 133 metros se le restó un grado y a la de otro de 67 metros se le sumó uno.

5.4.- Análisis comparativo de los planos V.a y V.b

Del análisis comparativo de los planos V.a y V.b se puede deducir:

- a) Que las formas de las isotermas no se ha modificado fundamentalmente, o sea, que se mantiene una variación horizontal en la temperatura del agua.
- b) Ha desaparecido la isoterma que envolvía el Arroyo Pampa.
- c) Ha aumentado en 2°C la amplitud de las isotermas factibles de ser dibujadas en el plano V.b (la amplitud de las isotermas del V.a es de 6°C y la de V.b es de 8°C).
- d) La isoterma de menor temperatura del plano V.b está más al norte que la de menor temperatura del plano V.a y la de mayor temperatura más al sur que la respectiva del V.a. Lo cual confirma la variación horizontal de la temperatura en el sentido del movimiento del agua.

VI.- PLANO DE SULFATOS

6.1.- Comentario

El plano de sulfatos ha sido construido con las curvas de igual concentración de sulfatos correspondiente a los valores de 5 - 8 - 10 y 12 m.e./l .

Se estima que dicho plano constituye una evidencia más de la forma de la cuenca, pues se considera al terciario limoso (TL) como fondo impermeable de ella y este está formado por arenisca, arcillitas, limolita, conglomerados, material cinerítico y yeso en forma de acumulaciones y en forma laminar tanto en los planos de sedimentación como en los de diaclasas; según informe M - V - V - A - 2., titulado "Informe Geológico Zona V ".

El agua que es un disolvente de gran poder de ionización, disuelve al yeso ganando la solución iones sulfatos especialmente en las proximidades del terciario. Por ello las curvas de 12 y 10 m.e./l marca con claridad la proximidad del anticlinal Lunlunta-Barrancas-Carrizal por el este, y por el sur el lugar donde el terciario se acerca a la superficie, hecho que confirma el perfil F-F, del informe "Descripción de perfiles en la Zona V". Se tiene la casi certeza de que estas curvas se juntan a través del anticlinal de Carrizal y la unión ha sido dibujada en trazos discontinuos por falta de datos que la confirmen.

El recorrido oeste de las curvas de 10 y 8 m.e./l se estima que determina la proximidad del anticlinal de Tupungato que aportaría aguas de origen pluvial con elevadas concentraciones de sulfatos.

La curva de 10 m.e./l que circunscribe una zona pequeña al sur de Ugarteche, delimita el área que posiblemente esté sometida al efecto de contaminación con agua de riego. Cabe señalar que las aguas de dicha área tienen un bajo porcentaje de sulfatos respecto a los otros iones.

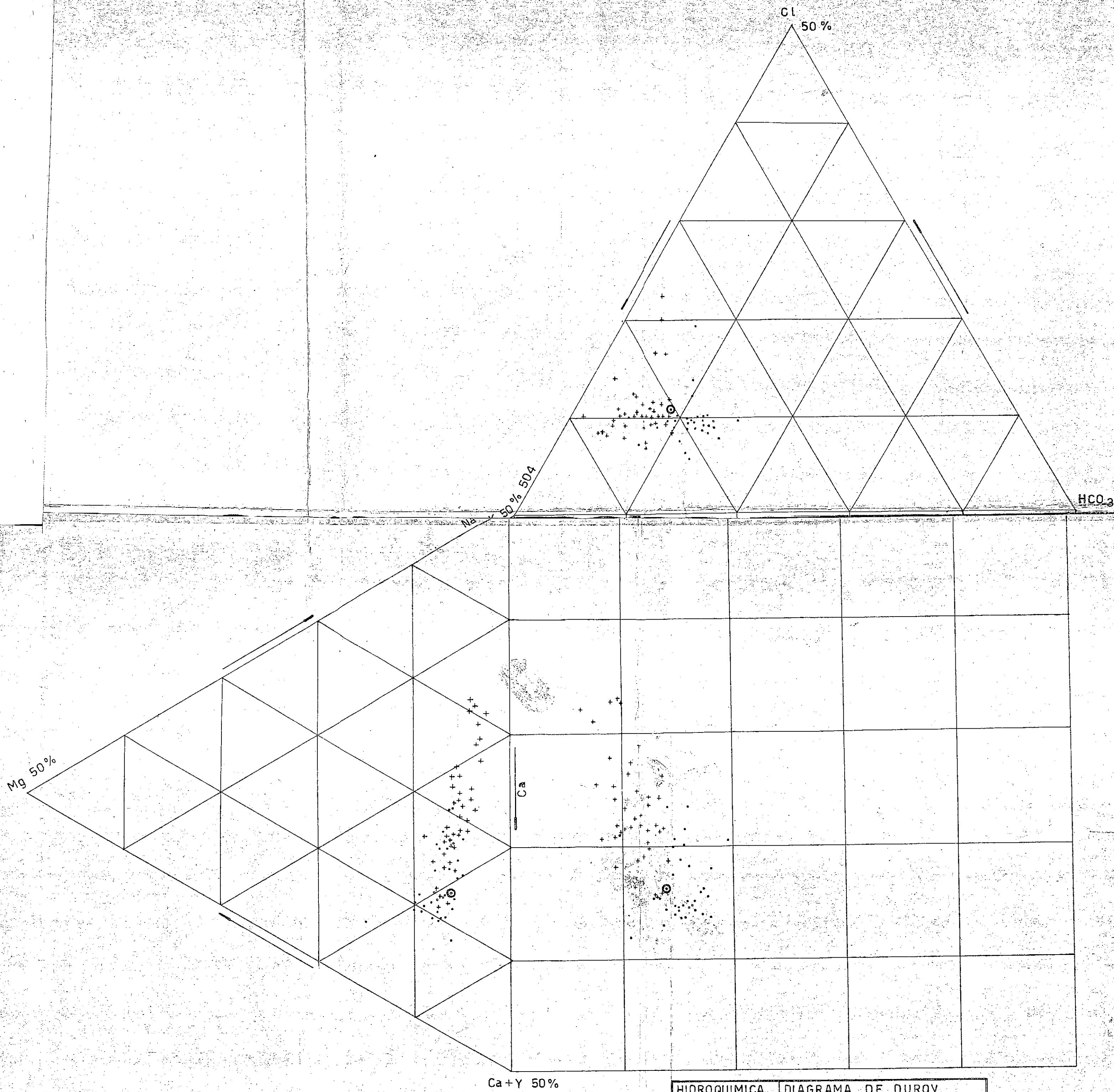
Se estima que la curva de 5 m.e./l determina las áreas más profundas de la cuenca, hecho que confirman los perfiles A-A , B-B y C-C, del informe más arriba citado, existiendo discrepancias al respecto con el perfil D-D y E-E que corresponden a la zona donde el acuífero es semi confinado.

El perfil C-C que ha sido hecho a lo largo del camino a Tupungato y continuado al este, ilustra con notable claridad las causas del estrangulamiento de las curvas en las proximidades de Ugarteche, especialmente la forma de las curvas de 10 y 12 m.e./l .

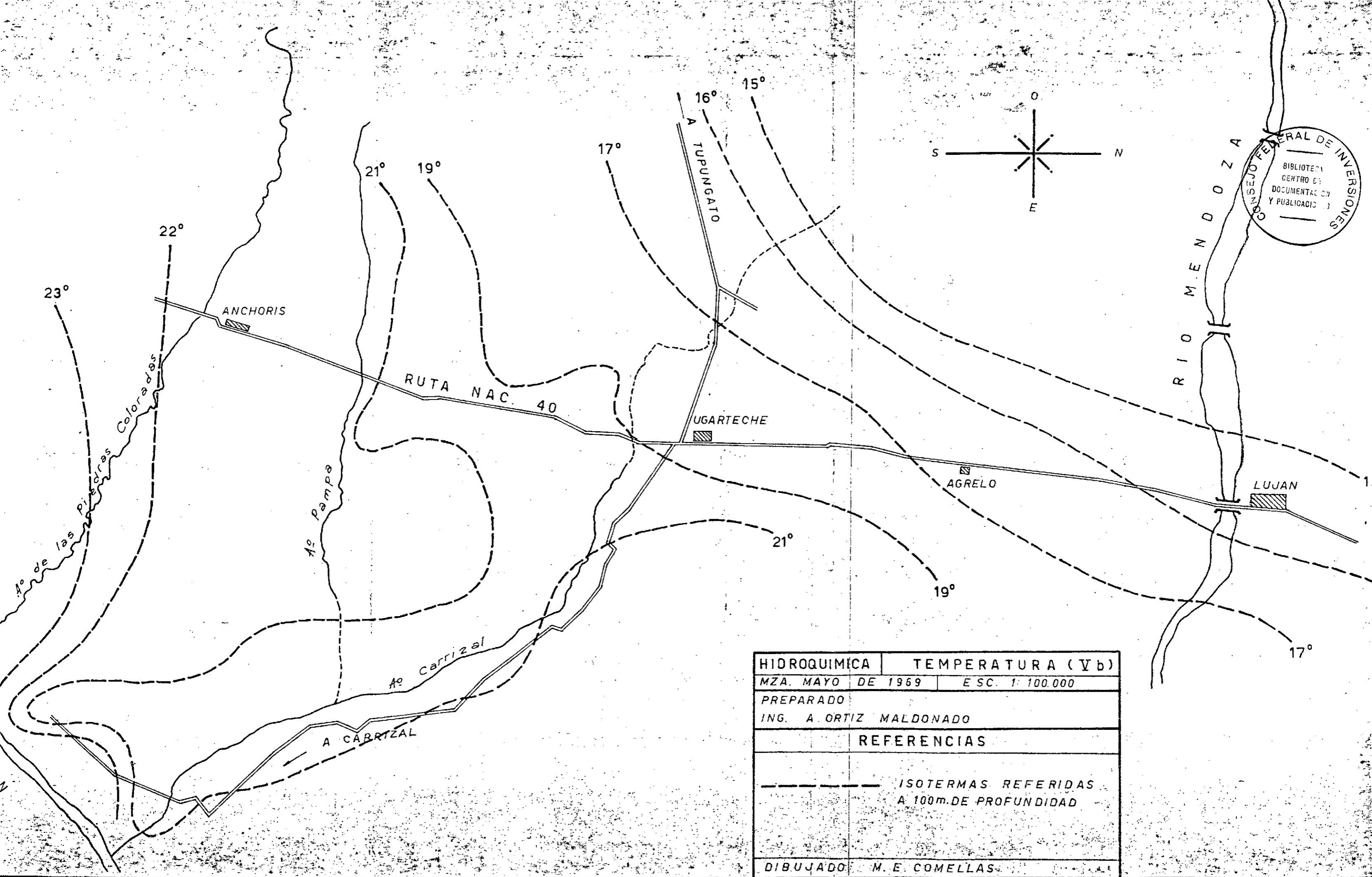
Respecto al estrangulamiento de la curva de 5 m.e./l se aclara que no se descarta la posibilidad de que se trate de dos áreas desconectadas entre sí, una la norte que coincidiría con el acuífero libre y otra, la sur que coincidiría con el acuífero semiconfinado.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1) Agie-Berra-Demartini - 1969 , "Descripción de perfiles en la zona V"
Plan Agua Subterránea, documento interno M - V - A - B - D - 2.-
- 2) Berra-Pazos 1969, "Informe Geológico Zona V" , Plan Agua Subterrá-
nea, documento interno M - V - V - A - 2.-
- 3) Custodio, Emilio 1968, "Apuntes del Curso de Hidrología Subterrá-
nea" Barcelona - España .-
- 4) Lohn, Pedro 1969, "Calidad del agua para riego. Su clasificación"
Plan Agua Subterránea .-
- 5) Nijenshon, Leon 1961, "Riego y Drenaje" INTA .-

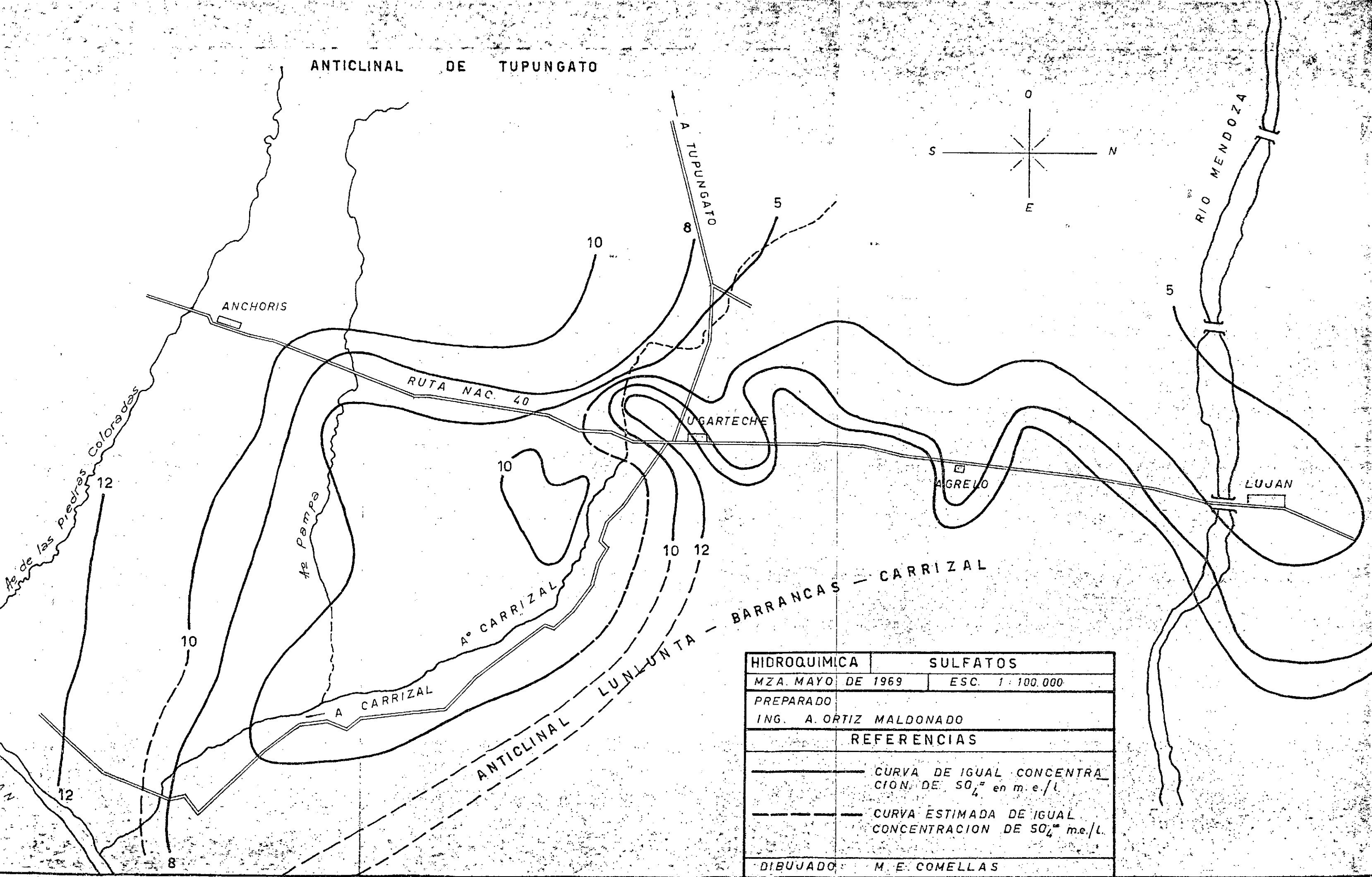


HIDROQUIMICA	DIAGRAMA DE DUROV
MZA. MAYO DE 1969	
PREPARADO:	
ING. A. ORTIZ MALDONADO	
REFERENCIAS	
• AGUAS DEL ACUIFERO LIBRE	
+ AGUAS DEL ACUIFERO SEMICONFINADO	
⊙ AGUAS DEL RIO MENDOZA	
DIBUJADO M. E. COMELLAS	

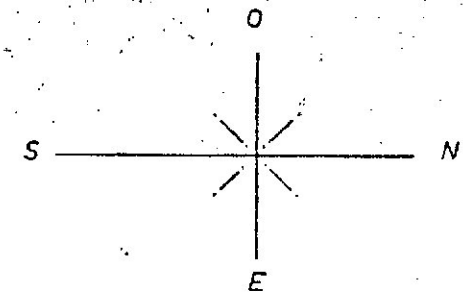


HIDROQUIMICA	TEMPERATURA (Vb)
MZA. MAYO DE 1969	ESC. 1:100.000
PREPARADO	
ING. A. ORTIZ MALDONADO	
REFERENCIAS	
<p>----- ISOTERMAS REFERIDAS A 100m. DE PROFUNDIDAD</p>	
DIBUJADO	M. E. COMELLAS

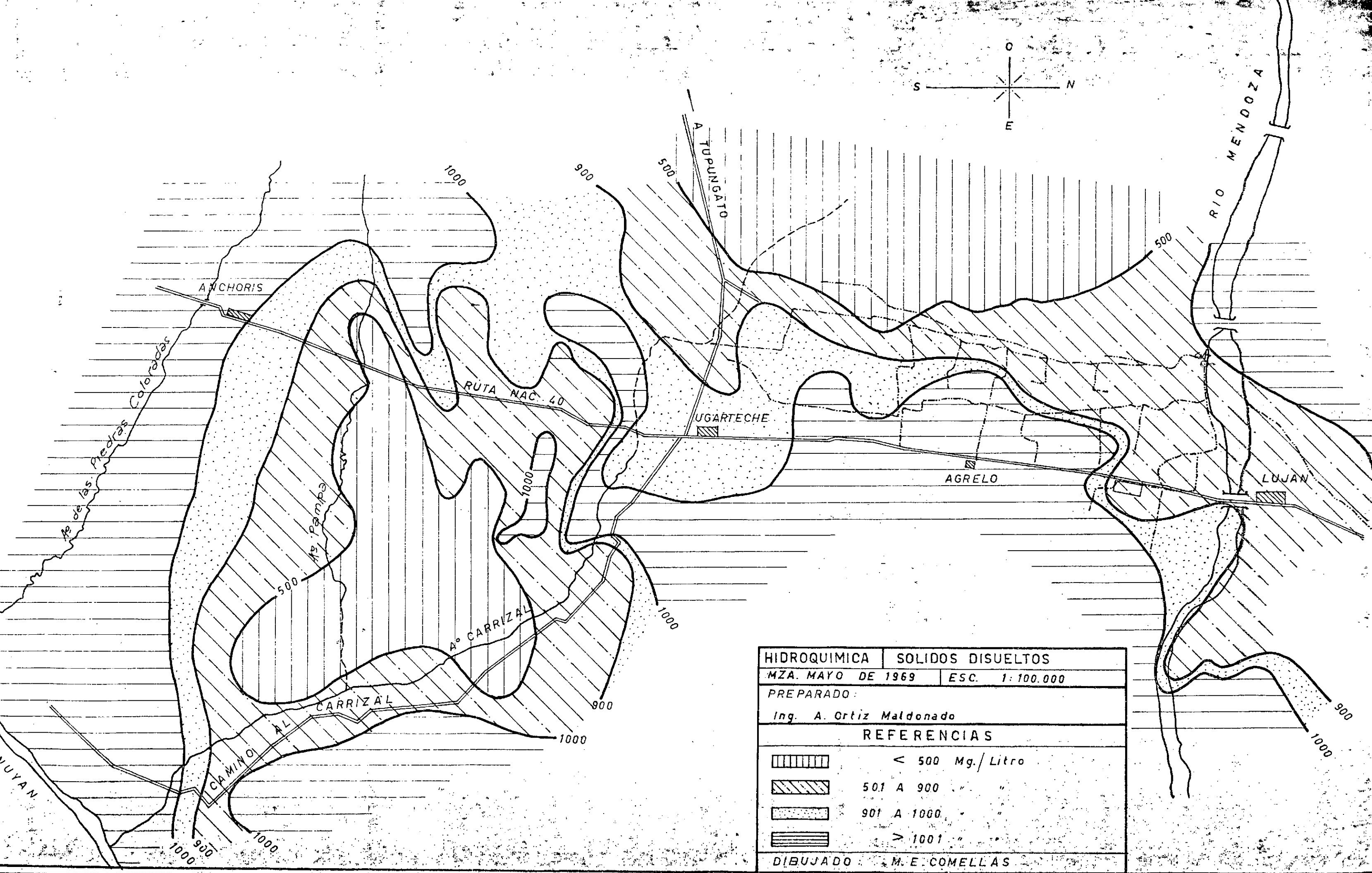
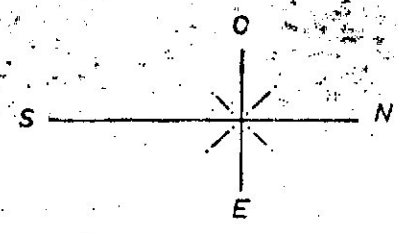
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
 BIBLIOTECA
 CENTRO DE DOCUMENTACION
 Y PUBLICACIONES



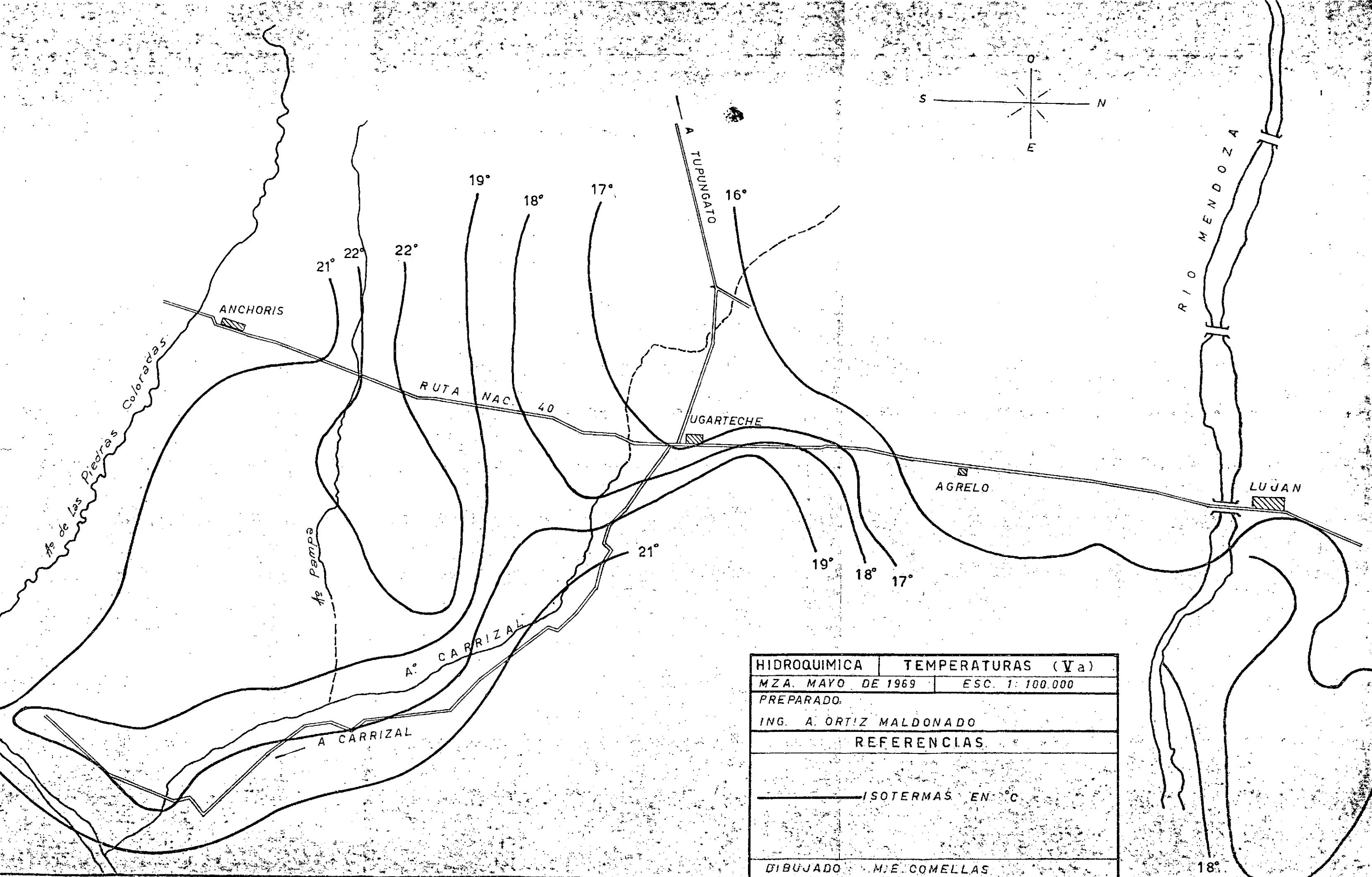
ANTICLINAL DE TUPUNGATO



HIDROQUIMICA	SULFATOS
MZA. MAYO DE 1969	ESC. 1 : 100.000
PREPARADO	
ING. A. ORTIZ MALDONADO	
REFERENCIAS	
—————	CURVA DE IGUAL CONCENTRACION DE SO_4^{2-} en m.e./L.
- - - - -	CURVA ESTIMADA DE IGUAL CONCENTRACION DE SO_4^{2-} m.e./L.
DIBUJADO	M. E. COMELLAS



HIDROQUIMICA		SOLIDOS DISUELTOS	
MZA. MAYO DE 1969		ESC. 1:100.000	
PREPARADO:			
Ing. A. Ortiz Maldonado			
REFERENCIAS			
	< 500	Mg./Litro	
	501 A 900	"	"
	901 A 1000	"	"
	> 1001	"	"
DIBUJADO:		M. E. COMELLAS	



HIDROQUIMICA	TEMPERATURAS (Va)
MZA. MAYO DE 1969	ESC. 1: 100.000
PREPARADO:	
ING. A. ORTIZ MALDONADO	
REFERENCIAS:	
— ISOTERMAS EN °C	
DIBUJADO	M.E. COMELLAS

18°