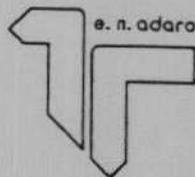


CONVENIO MARCO DE ASISTENCIA TECNICA ENTRE EL INSTITUTO TECNOLOGICO
GEOMINERO DE ESPAÑA Y LA CONSEJERIA DE ECONOMIA Y HACIENDA
DE LA JUNTA DE ANDALUCIA

EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DE LAS AGUAS MINERALES EN LA COMUNIDAD AUTONOMA DE ANDALUCIA

ESTUDIO DE DETALLE DE LA PROVINCIA DE ALMERIA
TOMO 1



PRIMERA FASE

1.990-1.991

35747

ALMERÍA

I N D I C E

	<u>Págs.</u>
- <u>INTRODUCCION</u>	2
- <u>MANANTIAL DE BALSICA SALOBRE (ALBOLODUY)</u>	6
- <u>MANANTIAL DE FUENTE AGRIA (PATERNA DEL RIO)</u>	19
- <u>MANANTIALES DE GUARROS (PATERNA DEL RIO)</u>	31
- <u>LA FUENTE DE MARBELLA (BERJA)</u>	47
- <u>LOS BAÑOS DE GUARDIAS VIEJAS (EL EJIDO)</u>	61
- <u>LA FUENTE DEL NOGAL (ILLAR)</u>	78
- <u>MANANTIAL DE LA POSNILLA (BENTARIQUE)</u>	90
- <u>BALNEARIO DE SAN NICOLÁS (ALHAMA DE ALMERÍA)</u>	103
- <u>LOS MANANTIALES DE ENIX (ENIX)</u>	120
- <u>EL MANANTIAL DE ARAOZ (BENAHADUX)</u>	133
- <u>BAÑOS DE SIERRA ALHAMILLA (PECHINA)</u>	146

	<u>Págs.</u>
- <u>LOS BAÑOS DE LUCAINENA (LUCAINENA DE LAS TORRES)</u> ..	165
- <u>MANANTIALES DE FUENCALIENTE (SERON)</u>	177
- <u>EL MANANTIAL DE CELA (TIJOLA-LUCAR)</u>	193
- <u>SONDEO ESTACIÓN DE TIJOLA (TIJOLA)</u>	210

I N T R O D U C C I Ó N

En la provincia de Almería se han reconocido 33 puntos de inventario, de los que de una manera u otra tienen relación con el grupo de manantiales llamados minero-medicinales, minerales naturales o de bebida envasada. Esta selección se llevó a cabo tras realizar una minuciosa recopilación bibliográfica consultando las distintas fuentes de documentación, como tratados de hidrología, listados oficiales, archivos en Jefatura de Minas y principalmente en publicaciones periódicas del propio ITGE para este tema.

Se han visitado desde los puntos de más tradición y solera en la provincia como son los Baños termales de San Nicolás en Alhama de Almería, Baños termales de Sierra Alhami-lla completamente reconstruídos, Baños de Guardias Viejas inactivos, Baños de Guarros, etc., hasta pequeños manantiales que a nivel local mantienen su vigencia principalmente en aplicaciones curativas de la piel, aguas de tipo sulfurosas (Alboloduy, Lucainena de las Torres, etc,) o manantiales ferruginosos como Paterna del Río, Abrucena, etc. Otros manantiales termales para aplicaciones de tipo reumático como Fuencaliente en Serón o Cela. Incluso se han visitado los históricos Baños de Alfaro, hoy completamente destruídos y seco el manantial.

En bebidas de mesa, la Sierra de Gádor constituye la principal fuente mineral para esta necesidad, así se conocen los manantiales de Félix, Eníx, Illar, Araoz y Alhama de Almería. Llama la atención, que así como en otras provincias

existe un mayor número de solicitudes para la instalación de plantas de agua embotellada, en Almería solamente existe en producción industrial la planta de Alhama de Almería y una nueva planta en construcción en Sierra Alhamilla.

Este volumen recoge los informes hidrogeológicos de los puntos seleccionados dentro del grupo de 33 inventariados, y que ascienden a 15. En cada uno de ellos se describe su situación geográfica, utilización y datos históricos, marco geológico, características hidrogeológicas, características hidroquímicas, propuesta de área de protección y bibliografía consultada.

Hay que advertir que en la Propuesta de Area de Protección (que en cada punto se acompaña la figura correspondiente), se ha pretendido que el perímetro dibujado responda a las dimensiones de los afloramientos relacionados con el punto acuífero; posibles conexiones hidráulicas, sistemas de circulación subterránea, etc., y a la red de agua superficial que puede ser causa de una contaminación sobre el propio manantial. Así el resultado puede parecer en principio para algunos puntos, áreas de exagerada superficie. El definir exactamente el perímetro de protección de un punto puede ser muy simple en algunos casos, pero en la mayoría es un problema complejo que conllevaría estudios muy detallados.

En el volumen anexo se incluyen las fichas de cada punto, elaboradas para este fin, adjuntándose la documentación existente de tipo administrativo que por una u otra vía se ha recopilado.

Finalmente habría que remarcar que, aunque se ha pretendido una realización lo más exhaustiva posible del inventario de puntos minero-medicinales, posiblemente a nivel lo-

cal o incluso descendiendo al nivel de encuestas más personalizadas en individuos conocedores de las pequeñas surgencias de aguas existentes en la provincia, se podría aumentar en algún punto dicho inventario.

MANANTIAL DE BALSICA SALOBRE (ALBOLODUY)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Alboloduy se encuentra situado en la estribación Suroriental de Sierra Nevada, ya dentro de la provincia de Almería, y próximo al contacto con la depresión del río Andarax. Dista 1 Km aproximadamente del núcleo de Alboloduy, en dirección NE, siguiendo el barranco del Caracol que desemboca en el río Nacimiento por su margen izquierda. Su cota estimada es de 520 m.s.n.m. Se ubica dentro de la hoja topográfica nº 22-49 (GERGAL) a escala 1:50.000, con coordenadas U.T.M: X = 534550 e Y = 4099700. Se le denomina Manantial de Basilca Salobre.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Por primera vez, este manantial, aparece en la relación de 1913 del Instituto Geológico y Minero como agua mine-ro-medicinal. Posteriormente aparece en las relaciones del citado Organismo en 1947 y en 1986, en el "Inventario Nacional de Puntos de Agua Minero-Medicinales, Minero-Industriales y de Bebida Envasada". Aparece en todos ellos clasificada como agua sulfatada.

No se conoce ningún uso intensivo, sino simplemente local y las personas de la comarca lo han utilizado para enfermedades de la piel. En la actualidad está prácticamente en desuso y abandonado.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

En el sector meridional de Sierra Nevada (enclave de la ubicación del manantial) afloran materiales de la Zona Interna de las Cordilleras Béticas, pertenecientes a los dominios Nevado-Filábride y Alpujárride.

Dentro del dominio Nevado-Filábride, el llamado Complejo de Sierra Nevada está integrado por una Unidad Inferior o Manto del Veleta y una Unidad Superior o Manto del Mulhacen.

La Unidad Inferior o Manto del Veleta, constituye la Unidad estructuralmente más profunda, destacando su gran extensión y su situación central como corresponde a su gran potencia y su modo de aflorar en ventana tectónica rodeado por los materiales de las unidades superiores. Está compuesta por una potente serie de micasquistos entre los que se intercalan niveles de cuarcitas.

El Manto del Mulhacen se superpone al anterior y su litología es bastante variada. En este sector más oriental está integrado por la Unidad de Abla y por la Unidad Superior. La Unidad de Abla está compuesta fundamentalmente por micasquistos grafitosos, cuarcitas micáceas, gneises con albita, serpentinas y anfibolitas. La Unidad Superior presenta una formación inferior de micasquistos feldespáticos, cuarcitas, y gneises, a la que se superpone una alternancia de cuarcitas blanquecinas, micasquistos verdosos y mármoles cipolínicos.

Sobre el Complejo Nevado-Filábride, afloran una serie de unidades tectónicas superpuestas con carácter de manto de corrimiento que constituyen el Complejo Alpujárride. En los

Desde el punto de vista tectónico hay que decir que los materiales triásicos y más antiguos fueron afectados por la intensidad de los plegamientos béticos (orogenia alpina), que originaron preferentemente grandes alineaciones estructurales de dirección E-O y NE-SO, estructuradas en mantos de corrimiento y compartimentaciones en bloques por fallas normales según direcciones preferentes.

Sobre el flanco Sur de Sierra Nevada, el contacto del Alpujárride con el Nevado Filábride es tectónico. La Unidad de Félix en este sector constituye una secuencia de filitas y cuarcitas, con islotes de calizas y dolomías de espesores reducidos que ocupa una estrecha banda a lo largo de la falda Sur de Sierra Nevada, desde las inmediaciones de Ohanes al Oeste hasta Alboloduy y, hacia el Este, la transgresión conglomerática del Mioceno cubre este borde, desapareciendo en la fosa tectónica del río Andarax.

En las inmediaciones de Alboloduy existe una duplicidad del manto Alpujárride, denominada como Unidad de Alboloduy. Su afloramiento tiene escaso desarrollo, con fuertes buzamientos hacia el Sur. Se ha observado la presencia de yesos masivos en la zona de contacto entre mantos, lo que podría justificar la presencia de aguas sulfurosas en la zona.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

En este sector de las estribaciones de Sierra Nevada, con escasos materiales permeables, en el Complejo Nevado Filábride la formación acuífera principal está formada por los mármoles cipolínicos y mármoles crema del Triásico-Medio-Superior y en el Complejo Alpujárride por las calizas y dolomías triásicas del Manto de Félix. Estos dos potenciales

acuíferos pueden llegar a estar en conexión hidráulica, como se ha confirmado en otras áreas, y en un esquema tectónico, que se repite tanto en el borde Sur de Sierra Alhamilla, originando los manantiales de los Baños con temperaturas más elevadas y en el río Paterna con los manantiales de Guarros.

El muro del acuífero Nevado-Filábride está constituido por los esquistos del Paleozoico del propio Complejo y el techo viene definido por las filitas y cuarcitas de las diferentes escamas alpujárrides, que a su vez son el muro del acuífero carbonatado Alpujárride.

El manantial de Alboloduy representa un drenaje a través de una pequeña galería de las dolomías alpujárrides, que se encuentran "pellizcadas" entre dos fallas inversas y teniendo a techo y muro materiales impermeables, representados por esquistos y filitas, respectivamente, del mismo Complejo Alpujárride. El paquete carbonatado, que da lugar al manantial, constituye un afloramiento "arrosariado" de dirección aproximada E-O, de longitud aproximada de unos 4 Kms y de escaso espesor, atravesado por una serie de fracturas de dirección N-S, que provocan la composición en bloques diferentes.

Son numerosos los puntos de agua, en general manantiales de pequeños caudales, que se manifiestan en el entorno del núcleo de Alboloduy. En virtud de este dispositivo tectónico y litológico, paquetes carbonatados permeables por fisuración con base de niveles impermeables filiticos, permiten la salida del flujo subterráneo hacia el exterior en los puntos de cota más baja. El manantial sulfhídrico de Alboloduy, además tiene la propiedad, posiblemente, bien porque circula desde zonas más profundas o que pasa a través de zonas mineralizadas con azufre o de cuerpos lantejonares de yeso en la

zona de contacto, de cargarse de sales y gases, lo que proporciona su caracter de agua minero-medicinal. Su caudal actual debe ser del orden de 0,3 l/s (20 l/min) cifra aproximada por las dificultades de medición del mismo, y presenta un fuerte olor a sulfhídrico. Hay que citar que en las inmediaciones del manantial existen labores antiguas, en dolomías alpujárrides con mineralizaciones de azufre.

No se descarta que pueda existir una conexión hidráulica entre las dolomías mencionadas, con el afloramiento de mármoles Nevado-Filábrides, separados en superficie por un "filete" de filitas y por el contacto de cabalgamiento entre los dos mantos.

Al estar atravesado todo este sistema, de Norte a Sur, por el río Nacimiento con escorrentía, tanto superficial como subterránea, en gran parte del año, se considera que en cierta medida existan aportes de recursos hacia los niveles carbonatados que le atraviesen y mantengan el caudal base de las surgencias.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Surgencia salina (5,690 $\mu\text{s}/\text{cm}$), de pH 6,53, con presencia evidente de H_2S y formación de precipitados en torno al punto de salida. El agua es de naturaleza sulfatada sódica, claro indicio del origen evaporítico del manantial. Asimismo, los diagramas de saturación (Fig. 1) indican sobresaturación respecto a calcita y dolomita, y valores muy próximos al equilibrio para yeso, anhidrita y magnesita. La halita presenta un nivel de subsaturación muy alejado aún de la curva de equilibrio.

ANALISIS QUIMICO

*
 DENOMINACION: MANANTIAL DE ALBODOLUY
 FECHA: **

 TEMPERATURA (°C): 22.4 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 5690
 pH a 22°C: 6.53 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 1179
 pH a 18°C: 7.50 Eh campo (mV): -187

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
HCO3-	931.00	15.259	15.259	20.71
CO3=	-	-	-	-
SO4=	2088.00	21.736	43.472	59.00
Cl-	523.00	14.754	14.754	20.02
F-	.700	.037	.037	.05
NO3-	10.00	.161	.161	.22
SiO2(H4SiO4)	38.6	.642	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
TOTAL....	3591.310	52.590	73.683	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
Na+	1105.00	48.068	48.068	65.98
K+	39.00	.997	.997	1.37
Ca++	240.00	5.988	11.976	16.44
Mg++	139.00	5.717	11.434	15.69
Fe++	.060	.001	.002	0.00
Li+	2.20	.317	.317	.44
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.08
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.010	0.000	0.000	0.00
Pb	.2	.001	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	1526.050	61.110	72.654	

FORMULA ANIONICA : SO4= >CO3=+HCO3- >Cl- >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Na+ >Ca++ >Mg++ >K+

CLASIFICACION: SULFATADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca = 1.274 Cl/Na = .307 (SO4*Ca)^1/2 = 22.817
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .652 Cl/(Na+K) = .301 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .954
 ((CO3H)^2*Ca)^1/3 = 14.075 SO4/Ca = 3.630 Mg/Ca = .955
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 2.509 SO4/(Ca+Mg) = 1.857 Cl/CO3H = .967

ARCHIVO EN DISCO: MMA6 (AMA1-06)

	ppm
R.S. 110°C	4.812
D.Q.O.	1,6
P2O5	0,03
CN-	-
Cd	0,003
Cr	0,041
As	-
Se	-
Hg	-

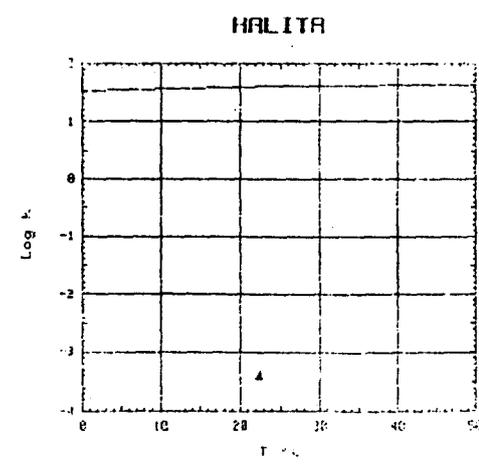
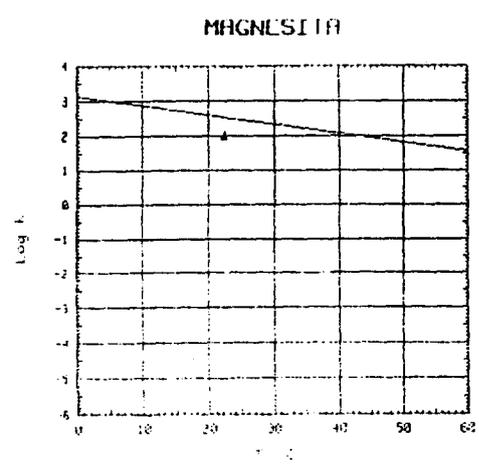
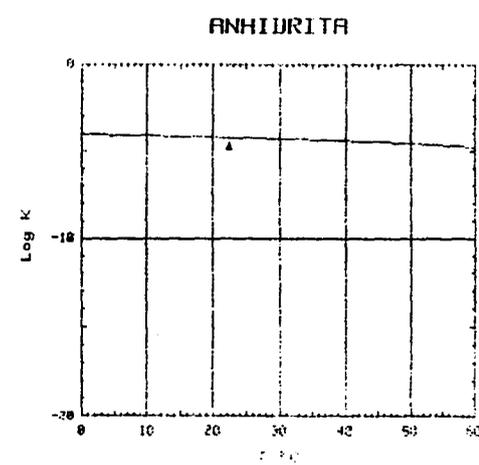
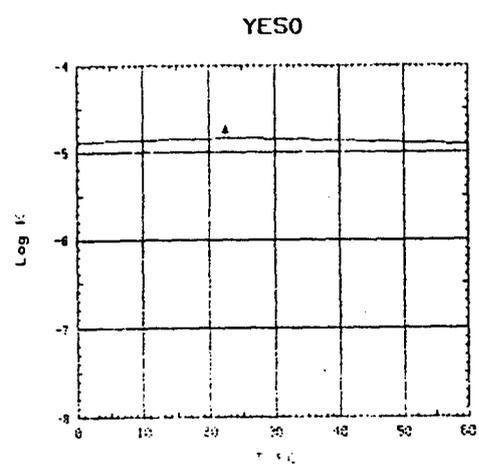
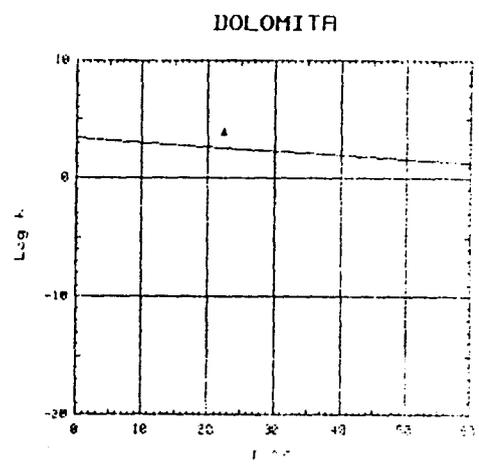
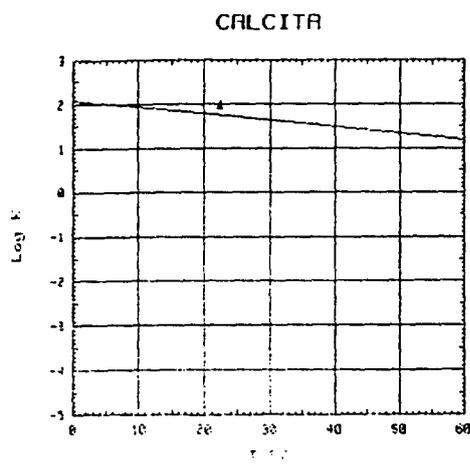


FIG. 1 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRA ALBODOLUY

Descrita pues la naturaleza de los materiales que condicionan la composición del agua, queda por determinar si las facies evaporíticas en cuestión corresponden al Triás, o por el contrario se sitúan en el Mioceno. Dada la complejidad estructural del área en cuestión, resulta ciertamente difícil establecer cuál de estas opciones es válida, ó bien si se trata de una influencia conjunta.

Por último, es interesante destacar los elevados contenidos de litio (2,2 ppm) y plomo (170 ppb) de la muestra. A este respecto hay que señalar que, según se mencionó anteriormente, en las inmediaciones del manantial existen vestigios de antiguas labores de explotación de azufre, que podrían tener relación con la presencia de dichos metales.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

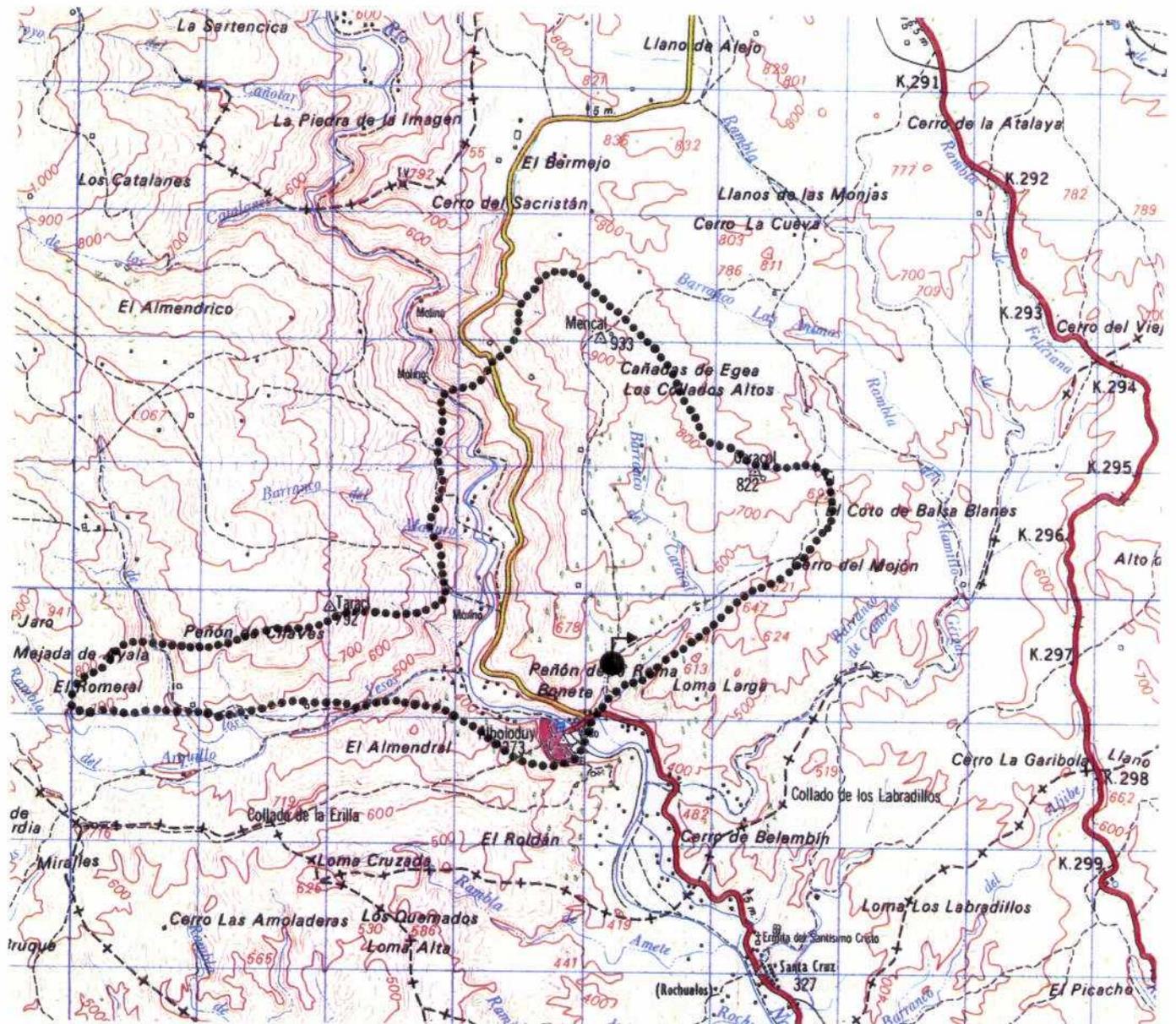
Se propone un área de protección para el manantial de Bálsica Salobre que vendría condicionada en primer lugar a la distribución de los afloramientos carbonatados, que ocupan una banda en dirección aproximada E-O, de unos 4 km de longitud, atravesados por el Arroyo de Los Yesos y Río Nacimiento, y en segundo lugar a la distribución y morfología de los cursos de agua superficial que incidirán de una forma prioritaria en la alimentación del manantial y según se muestra en la figura adjunta se ha pretendido envolver el entorno de los arroyos que desde cabecera discurren por los materiales esquistosos hasta el manantial.

6.- BIBLIOGRAFIA

- "MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA" a escala 1:50.000 nº 1029 (GERGAL). MAGNA-ITGE.

PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

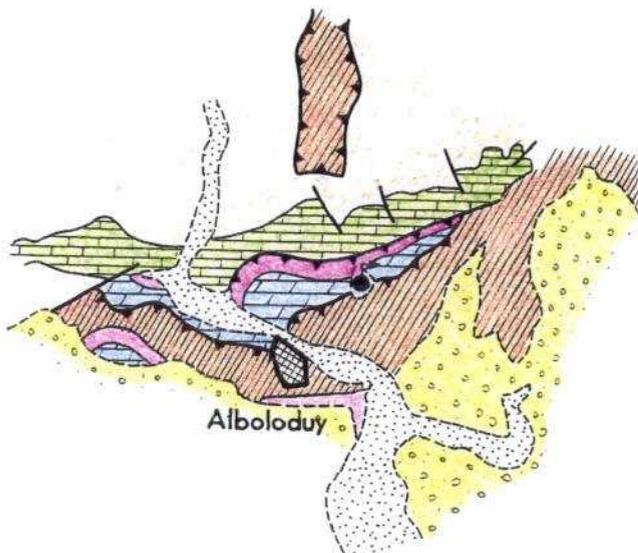
MANANTIAL DE ALBOLODUY



ESCALA - 1:50.000

BALSICA SALOBRE (ALBOLODUY)

PLANO GEOLOGICO



532.000

536.000

ESCALA 1:50.000

4.100.000

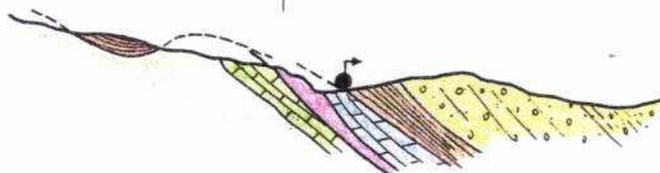
4.097.000

CORTE ESQUEMATICO

COMPLEJO N. FILABRIDE — COMPLEJO ALPUJARRIDE

NO

SE



- "SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA PROVINCIA DE ALMERIA"
(inédito). IGME 1987.

- "ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL ALTO ANDARAX". ENADIMSA 1987.
Gobierno Civil de Almería.

MANANTIAL DE FUENTE AGRIA (PATERNA DEL RIO)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial minero-medicinal de Fuente Agria se localiza en la margen izquierda del río Paterna a escasos metros del cauce y a 1 Km del núcleo de Paterna del Río, en la Laujar-Paterna. Se sitúa en la falda meridional de Sierra Nevada, ya dentro de la provincia de Almería y a una cota de 1150 metros, encajado en los materiales pizarrosos impermeables que constituyen todo el núcleo de Sierra Nevada, en la hoja topográfica nº 21-42 (ALDEIRE) a escala 1:50.000 y con coordenadas U.T.M. X = 504930 e Y = 4098700. Aguas abajo del río se encuentran los manantiales minerales de Guarros.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Tradicionalmente este manantial, llamado de Fuente Agria por su sabor y contenido de hierro, se ha utilizado de forma local para usos medicinales, como bebida, en aplicación a estómago, riñón, etc. En el tratado de "Elementos de Hidrología Médica" de Enrique Doz y Arturo Builla de 1887, ya citan este manantial de aguas ferruginosas. También se cita en la relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España de 1913 del Instituto Geológico y Minero (actual ITGE), como "agua de Paterna" y clasificada como sulfurosa. Posteriormente ha aparecido en las relaciones del propio Instituto Geológico de 1947 y en el "Informe sobre aguas mine-

ro-medicinales, minero-industriales y de bebida envasada, existentes en España", de 1986 (estudio preliminar).

El Ayuntamiento de Paterna es el propietario del citado manantial.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

En el sector meridional de Sierra Nevada (enclave de la ubicación del manantial) afloran materiales de la Zona Interna de las Cordilleras Béticas, pertenecientes a los dominios Nevado-Filábride y Alpujárride.

Dentro del dominio Nevado-Filábride, el llamado Complejo de Sierra Nevada está integrado por los mantos del Veleta y del Mulhacén.

El manto del Veleta constituye la unidad estructuralmente más profunda, destacando su gran extensión y su situación central como corresponde a su gran potencia y su modo de aflorar en ventana tectónica rodeada por los materiales de las unidades superiores. No aflora la base de esta unidad, por lo que la potencia que se observa próxima a los 6.000 metros, constituye un límite inferior. Está compuesto por una potente serie de micasquistos grafitosos, entre los que se intercalan niveles de cuarcitas y anfibolitas. Localmente se le denomina Unidad de La Ragua.

El manto del Mulhacén se superpone al anterior y su litología es bastante variada. Está integrado por las unidades de Mairena y Laroles. La Unidad de Mairena se caracteriza por la presencia, en gran parte de sus afloramientos, de micasquistos grafitosos, niveles de mármoles de poco espesor y gneises. En esta unidad son especialmente importantes los

cuerpos de peridotitas y serpentinitas que afloran en el área del Cerro del Almirez, al NE de Paterna, donde se desarrolló una explotación minera de hematites especular y que actualmente está abandonada. La Unidad de Laroles presenta una formación inferior de micasquistos oscuros a la que se superpone una alternancia de micasquistos, mármoles cipolínicos y gneises. La principal característica de esta Unidad es el predominio de mármoles hacia el techo, alcanzando hasta un centenar de metros de espesor.

Desde el punto de vista tectónico Sierra Nevada constituye una estructura de gran pliegue de fondo, de dirección aproximada E-O, formando un gran anticlinal. Su flanco Sur está cabalgado por materiales triásicos del Complejo Alpujárride. Los materiales triásicos, más antiguos, fueron afectados por la intensidad de los plegamientos béticos (orogénia alpina) que originaron preferentemente grandes alineaciones estructurales de dirección E-O y NE-SO, estructuras en mantos de corrimiento y compartimentaciones en bloques por fallas normales según direcciones preferentes.

Para mejor interpretación geológica/hidrogeológica del origen del manantial, se presenta una figura con geología a escala 1:50.000, así como un corte geológico en el entorno de aquél.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

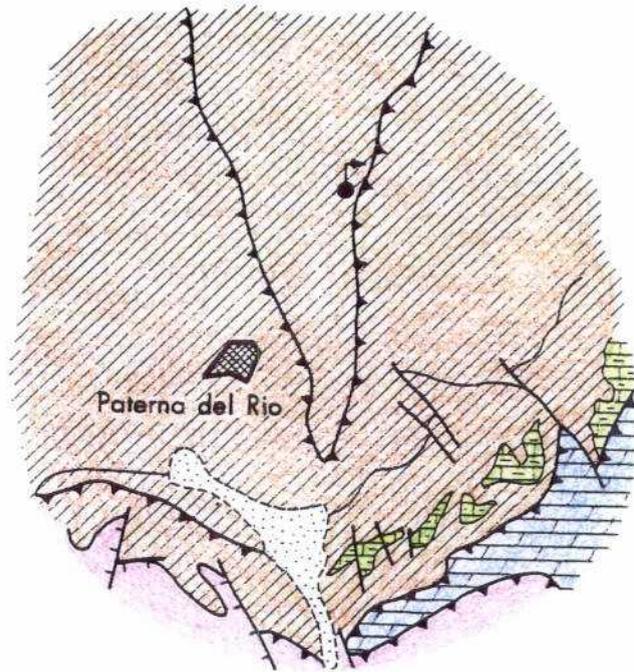
En el Complejo Nevado-Filábride, la fracturación de los materiales metamórficos es el condicionante principal para que pueda producirse circulación de aguas a través de estos materiales, y al tratarse de áreas tectonizadas, como justifica el apilamiento de mantos de corrimiento, permite la presencia de manantiales como el que se describe.

FUENTE AGRIA

(PATERNA DEL RIO)

PLANO GEOLOGICO

508.000



4.099.000



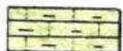
Indiferenciado CUATERNARIO



Dolomias TRIAS



Filitas PERMOTRIAS



Mármoles TRIAS



Micasquistos PALEOZOICO

COMPLEJO ALPUJARRIDE

COMPLEJO NEVADO-FILABRIDE

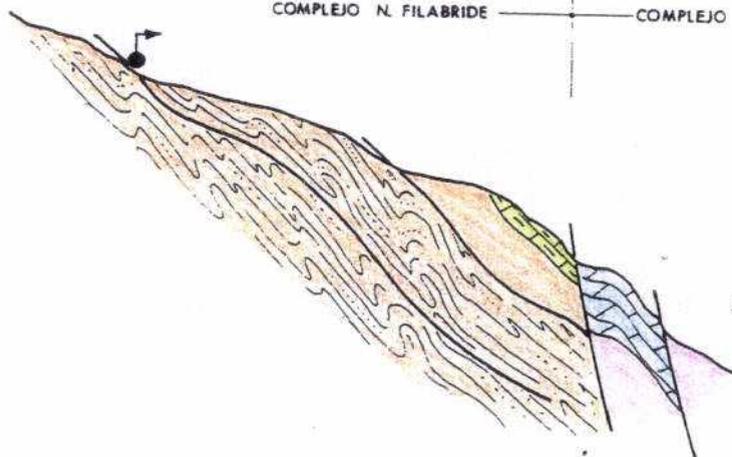
503.000

4.096.000

ESCALA 1:50.000

CORTE ESQUEMATICO

N



COMPLEJO N. FILABRIDE

COMPLEJO ALPUJARRIDE

S

El manantial de Fuente Agria, con un caudal de 0,5 l/s, surge en la serie de micasquistos grafitosos de la Unidad de La Ragua, muy cerca del contacto de cabalgamiento con la serie esquistosa de la Unidad de Mairena, contacto que puede favorecer la circulación de las aguas a través de esta discontinuidad y como se observa en la cartografía Magna 1:50.000, este contacto sigue paralelo al lecho del río Paterna en dirección N-S hasta la línea de cumbres, en el Cerro del Almirez a una cota de 1.500 m.s.n.m., donde se ubican las antiguas explotaciones de mineral de hierro, lo que enriquecería el contenido en hierro del manantial.

El caudal varía estacionalmente, no conociéndose en ningún momento que permaneciera seco y no superando nunca el litro/segundo.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Muestra de escasa mineralización (355 μ S/cm) y naturaleza bicarbonatada cálcica magnésica.

El manantial presenta abundantes precipitados de hierro (6 mg/l en campo). La abundancia de este metal en los materiales pertenecientes a la Unidad de Mairena, conectados hidrogeológicamente con la surgencia (ver apartado precedente), tiene un claro exponente en las explotaciones de hematites situadas al NE del manantial (Minas de Gaviarra).

La evidencia de un origen paleozoico se refleja también en el contenido en sílice de la muestra : 27 mg/l. Sin embargo, el diagrama de saturación respecto de la dolomita (Fig. 1) y la relación $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3\text{Ca} + \text{Mg}$, indican que el agua se encuentra equilibrada con este tipo de materiales. Dada la

escasa mineralización de la muestra y los indicios -geológicos e hidroquímicos- acerca del origen paleozoico del manantial, no parece viable la hipótesis de un acuífero carbonatado, si bien no debe descartarse totalmente la posibilidad de cierta influencia de esta naturaleza (mármoles triásicos, por ejemplo).

La muestra presenta un contenido apreciable de manganeso (190 ppb) y cobre (90 ppb). Si bien no se dispone de datos acerca del fondo geoquímico de estas especies en las aguas de la zona, cabe suponer que su presencia pueda estar relacionada con las mineralizaciones de la Mina La Gaviarra.

En lo que respecta a la evolución temporal de la muestra, se dispone de un análisis correspondiente a 1973, cuya comparación con el presente (ver diagrama logarítmico de la Fig. 2) pone de manifiesto importantes diferencias, que afectan fundamentalmente al Mg^{2+} , Cl^{-} , SO_4^{-} y HCO_3^{-} .

Finalmente cabe señalar que los diagramas de saturación indican niveles de subsaturación para los minerales de origen evaporítico, por lo que se descarta totalmente la influencia de estos materiales.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el manantial de Fuente Agria que vendrá condicionada a la distribución de los cursos de agua superficial, y que en este caso por su situación junto al río Patena, habría que proteger el manantial, dentro del conjunto de la cuenca desde cabecera del río, resultando un área con una longitud de unos 7 km en sentido Norte-Sur.

ANALISIS QUIMICO

*
DENOMINACION: FTE. AGRIA
FECHA : *

 TEMPERATURA (°C): 12.1 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 355
 pH a 12°C: 7.35 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 160
 pH a 18°C: 7.90 Eh campo (mV): 107

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	192.00	3.147	3.147	82.49
CO3=	-	-	-	-
SO4=	25.00	.260	.521	13.64
Cl-	4.00	.113	.113	2.96
F-	<5.0E-1	.026	.026	.69
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.21
SiO2(H4SiO4)	27.0	.449	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
TOTAL.....	249.010	4.004	3.815	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	16.00	.696	.696	17.42
K+	1.00	.026	.026	.64
Ca++	36.00	.898	1.796	44.95
Mg++	17.00	.699	1.398	34.99
Fe++	.020	0.000	.001	.02
Li+	.08	.012	.012	.29
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.39
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.190	.003	.007	.17
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.04
Cu++	.090	.001	.003	.07
TOTAL.....	70.958	2.356	3.996	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >SO4= >Cl- >F-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca = 1.752 Cl/Na = .162 (SO4*Ca)^1/2 = .967
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .985 Cl/(Na+K) = .156 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .252
 ((CO3H)^2*Ca)^1/3 = 2.610 SO4/Ca = .290 Mg/Ca = .778
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.148 SO4/(Ca+Mg) = .163 Cl/CO3H = .036

ARCHIVO EN DISCO: MMA1 (AMA1-01)

	ppm
R.S. 110°C	268
D.Q.O.	0,800
P ₂ O ₅	0,03
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,008
As	-
Se	-
Hg	-

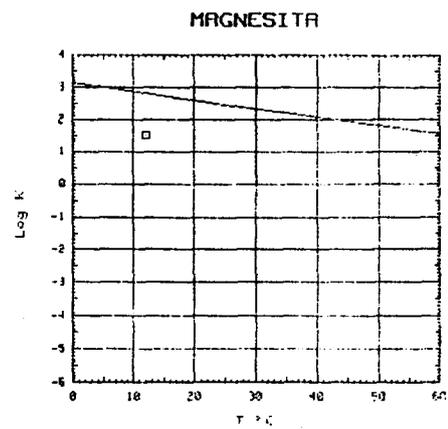
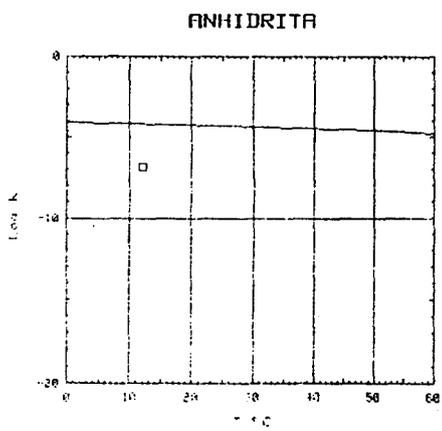
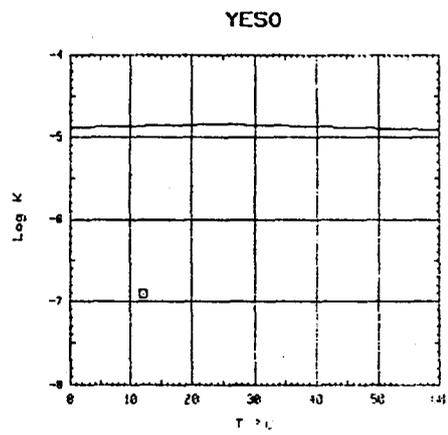
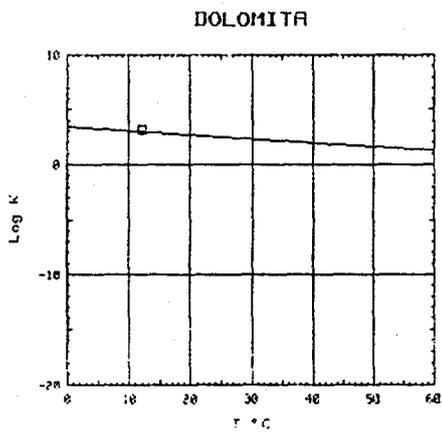
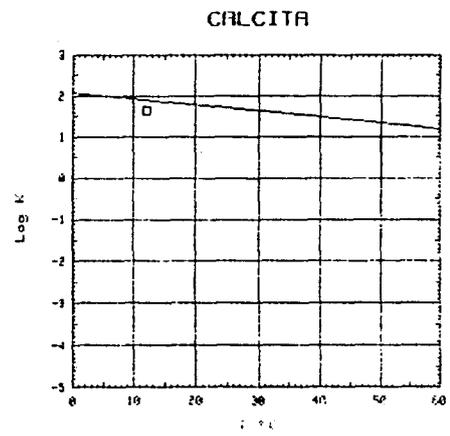
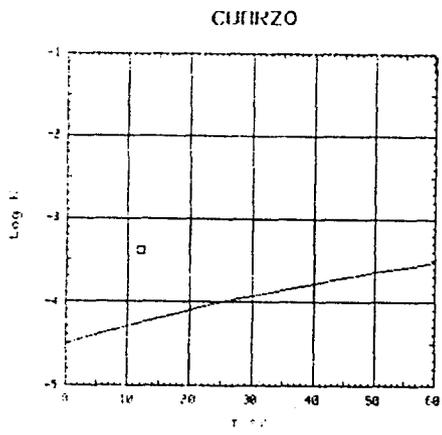
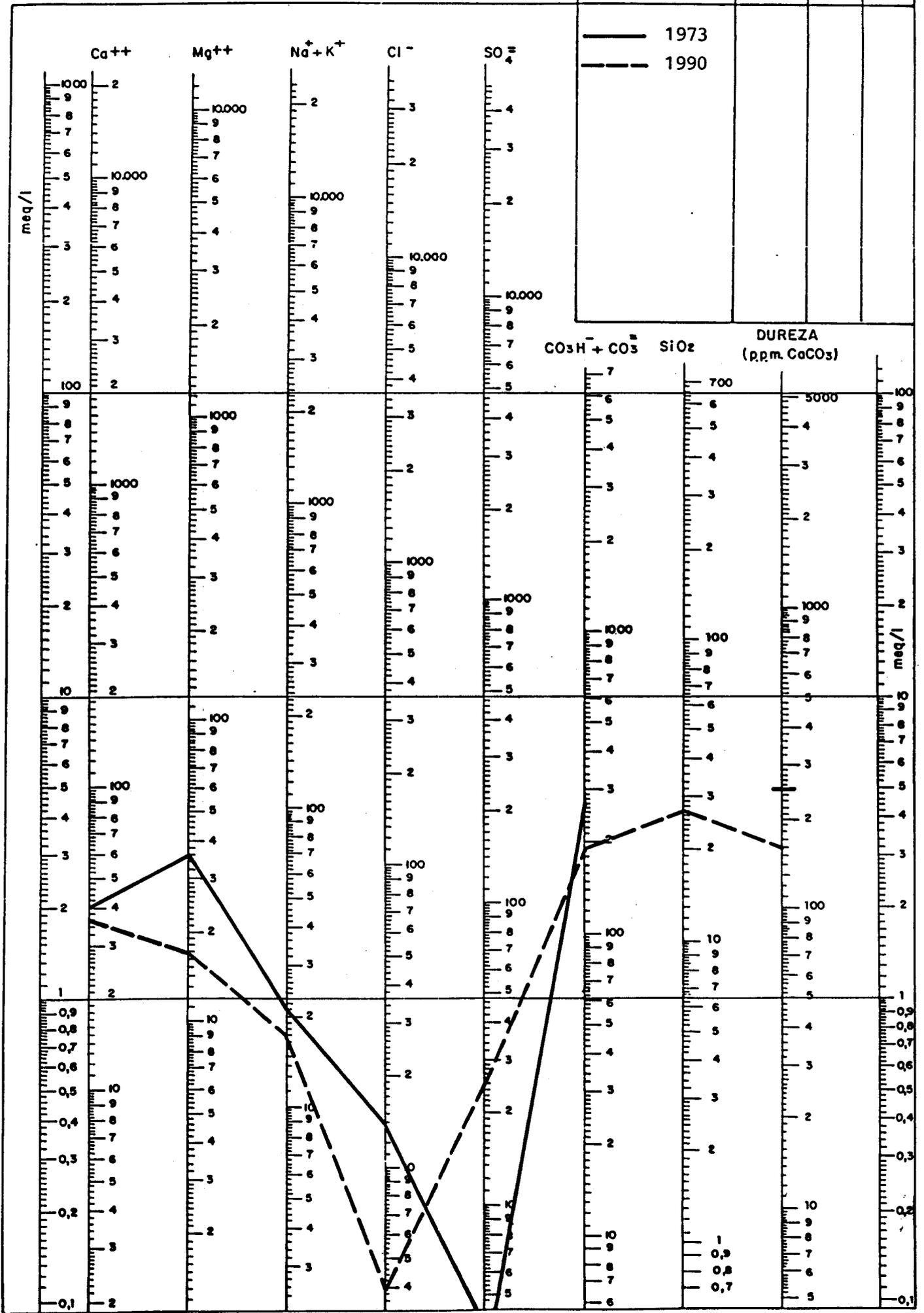


FIG. 1 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRA FTE. AGRIA

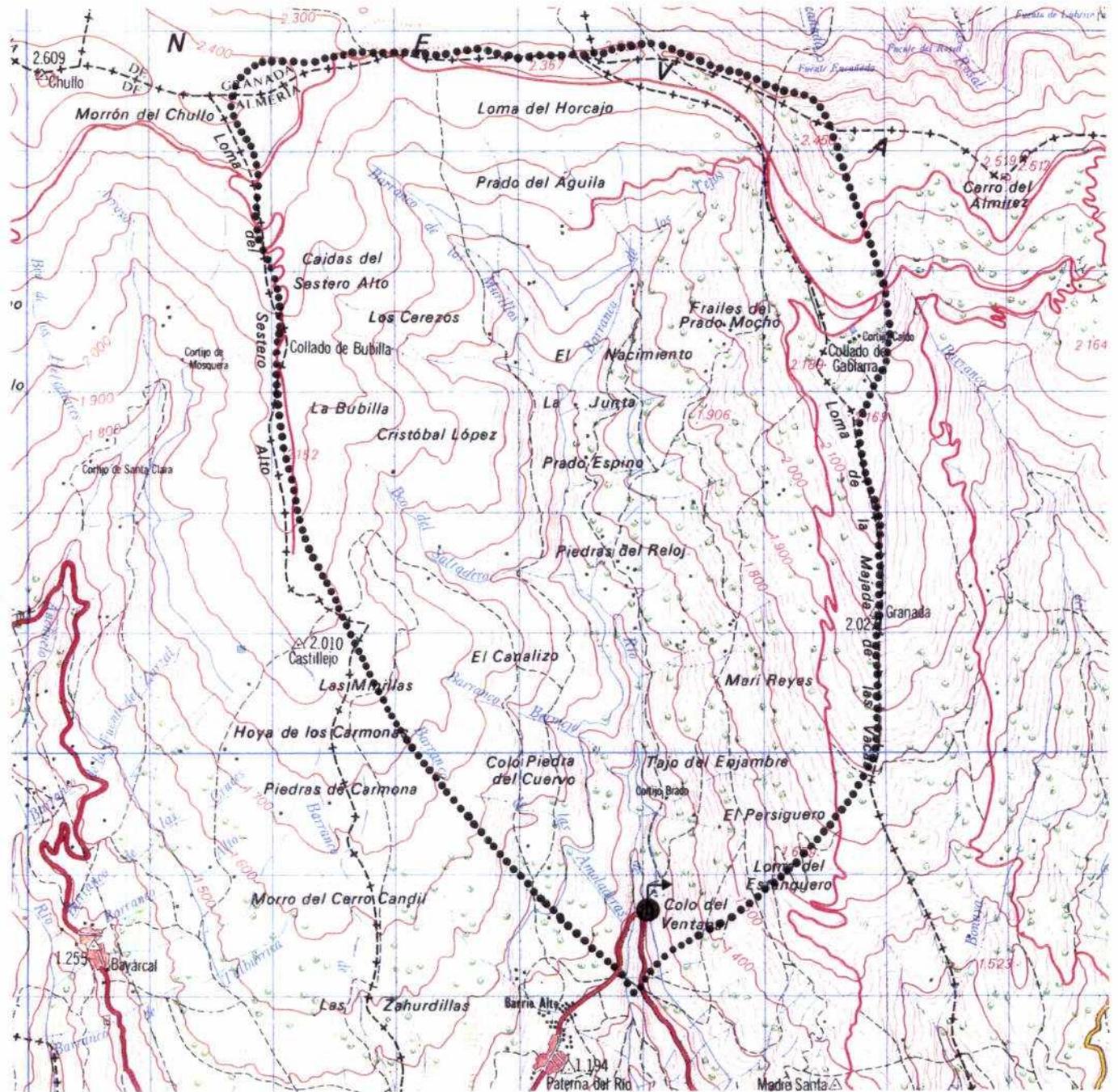
FIG 2. -FTE. AGRIA

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
- - -			



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

FUENTE AGRIA (PATERNA DEL RIO)



ESCALA-1:50.000

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- "MEMORIA Y CARTOGRAFIA GEOLOGICA" escala 1:50.000 de la Hoja de Aldeire (1028). MAGNA. ITGE 1981.

- "SOBRE LA INDIVIDUALIZACION Y SISTEMATIZACION DE LAS UNIDADES PROFUNDAS DE LA ZONA BETICA". PUGA, E., DÍAZ de FEDERICO, A. y FONTBOTE J.M. (1975).

- "FICHAS DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA (1975) Y DE GEOTERMISMO" (1975) del ITGE.

MANANTIALES DE GUARROS (PATERNA DEL RIO)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Los manantiales minero-medicinales de Guarros están localizados a ambos márgenes del río Paterna, unos 2 Kms aguas abajo del núcleo urbano de Paterna del Río, situado en la falda meridional de Sierra Nevada, ya dentro de la provincia de Almería y a una cota de 860 m.s.n.m. y se accede a ellos desde la carretera comarcal Berja-Laujar, por las proximidades de Alcolea.

Se encuentran situados en la hoja topográfica nº 21-42 (ALDEIRE) a escala 1:50.000, con coordenadas U.T.M. X = 505090 e Y = 4095760.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Ya se conocían estos baños desde antiguo, al menos se citan en el tratado de Elementos de Hidrología Médica de Enrique Doz y Arturo Builla en 1887, aunque no los describen ni recogen análisis químico alguno. Posteriormente aparecen en la relación de las aguas minero-medicinales de España de 1913, del Instituto Geológico y Minero de España, como agua sulfurosa-cálcica. Además aparecen en sucesivas relaciones del propio Instituto de 1947 y 1986.

Se conoce que fueron utilizados como Baños en la primera mitad del siglo, de forma local y sin instalaciones.

Actualmente, en torno a este grupo de manantiales se ha creado un pequeño conjunto de apartamentos, donde utilizan la piscina en temporada de verano, que se llena con los dos manantiales de la margen izquierda (aguas sulfuradas), con un caudal de 0,5 l/s cada una y que durante el mes de Septiembre, en una pequeña instalación, se realizan baños calientes. Los otros dos puntos de agua de la margen derecha, uno es una galería con un caudal de 6 l/s (uso para riego principalmente), y el segundo un pequeño manantial con un caudal de 1,5 a 2 l/s, y de utilización para uso doméstico y bebida, tienen un mayor contenido en gases disueltos, y se le conoce como "agua gaseada".

Esta pequeña instalación de "balneario" la explota una sociedad representada por Esteban Maturana Rodríguez, vecino de Paterna del Río, siendo este Ayuntamiento el propietario de todos los manantiales de Guarros, y el que concede la licencia de uso.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

En el sector meridional de Sierra Nevada (enclave de la ubicación de los manantiales) afloran materiales de la Zona Interna de las Cordilleras Béticas, pertenecientes a los dominios Nevado-Filábride y Alpujárride.

Dentro del dominio Nevado-Filábride, el llamado Complejo de Sierra Nevada está integrado por los Mantos de Veleta y del Mulhacen.

El Manto de Veleta, constituye la unidad estructural más profunda, destacando su gran extensión y su situación central como corresponde a su gran potencia y su modo de aflorar en ventana tectónica rodeada por los materiales de las unidades superiores. Está compuesto por una potente serie de micasquistos, entre los que se intercalan niveles de cuarcitas. Localmente se le denomina Unidad de la Ragua.

El manto del Mulhacen se superpone al anterior y su litología es bastante variada. Está integrado por las unidades de Mairena y Laroles. La Unidad de Mairena se caracteriza por la presencia de niveles de mármoles de poco espesor y gneises. La Unidad de Laroles presenta una formación inferior de micasquistos oscuros a la que se superpone una alternancia de micasquistos, mármoles cipolínicos y gneises. La principal característica de esta unidad es el predominio de mármoles hacia el techo, alcanzando hasta un centenar de metros de espesor.

Sobre el Complejo de Sierra Nevada, afloran una serie de unidades tectónicas superpuestas con carácter de manto de corrimiento que constituyen el Complejo Alpujárride. En los materiales alpujárrides en el área de estudio pueden encontrarse, al menos en parte, las tres formaciones en que normalmente se subdivide este Complejo: formación de micasquistos y cuarcitas en la base; formación de filitas y cuarcitas situada sobre la anterior y formación de rocas carbonatadas en la parte superior.

El Complejo Alpujárride está representado por una Unidad Inferior o manto de Gádor-Lujar, que ocupa un sector de la ladera Sur de Sierra Nevada y por el manto de Félix o Unidad Superior.

Desde el punto de vista tectónico, los materiales triásicos y más antiguos fueron afectados por la intensidad de los plegamientos béticos (orogénica alpina) que originaron preferentemente grandes alineaciones estructurales de dirección E-O y NE-SW, estructuras en mantos de corrimiento y compartimentaciones en bloques por fallas normales según direcciones preferentes.

Sierra Nevada constituye una estructura de gran pliegue de fondo de dirección aproximada E-O formando un gran anticlinal. Su flanco Sur está cabalgado por materiales triásicos del Complejo Alpujárride.

Sobre el flanco Sur de Sierra Nevada, el contacto del Alpujárride con el Nevado Filábride es tectónico. La Unidad de Gádor-Lujar en este sector constituye una secuencia de calizas y dolomías de espesor variable, entre 100 y 200 metros, que ocupa una banda a lo largo de la falda Sur de Sierra Nevada, desde las inmediaciones de Ohanes (al Este) hasta la zona de Guarros (al Oeste). Esta secuencia carbonatada se encuentra muy horizontalizada con plegamientos muy suaves al Sur, a excepción de los sectores extremos donde sufre una verticalización, debido a un sistema de fracturas N 170 E. Todo su borde Sur, en dirección Este-Oeste, está limitado por una fractura de varios Kms de longitud de plano muy verticalizado, que limita la depresión del río Andarax en su margen izquierda, haciendo desaparecer la Unidad de Gádor, varios cientos de metros bajo los materiales filíticos cabalgantes.

Se incluye figura con un plano geológico a escala 1:50.000 del entorno de Los Guarros y un croquis geológico de su ubicación.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS MANANTIALES

Desde el punto de vista hidrogeológico, en el ámbito de la zona de estudio, cabe distinguir el sistema acuífero carbonatado de edad triásica, representado por la formación de calizas y dolomías del Manto de Gádor en la ladera Sur de Sierra Nevada y por los mármoles triásicos del Complejo Nevado-Filábride que, aún existiendo un contacto cabalgante entre ambos complejos, forman un solo acuífero en conexión hidráulica, hecho puesto de manifiesto en alguno de los sondeos realizados en el área.

A toda esta banda de dirección aproximada E-O, de calizas y dolomías inferiores, con una longitud de afloramiento próxima a los 20 Kms, desde el núcleo de Ohanes al Este hasta el río Paterna al Oeste (precisamente los manantiales de Guarros se sitúan en el extremo occidental de la formación carbonatada y en el contacto con los materiales paleozóicos del Nevado-Filábride), se le ha denominado como Acuífero Carbonatado de Sierra de Beires.

En su zona central presenta una estructura horizontalizada interrumpida bruscamente hacia el Sur por una falla de distensión, hundiendo la unidad, estando en contacto este borde con las filitas de la Unidad Superior, siendo éste el límite Sur del Acuífero.

Estas filitas superiores cubren en esta zona parte del afloramiento impidiendo ver la continuidad del acuífero, pudiendo admitir una cierta desconexión entre la parte occidental de la oriental.

Hacia el Oeste, el manto de Gádor se interrumpe en el río Paterna (zona de Guarros), donde su espesor queda reduci-

do sólo a varias decenas de metros interrumpiéndose también la formación Superior marmórea de la Unidad de Laroles. Las filitas de la Unidad Alpujárride Superior cabalgan a todo este frente.

Las principales salidas de la Unidad vienen representadas en el sector central por las galerías 1 y 2 de Beires, con fuertes oscilaciones de caudal, desde nulo en épocas secas a 10-15 l/s, y cotas de 1010 y 1070 m.s.n.m. respectivamente.

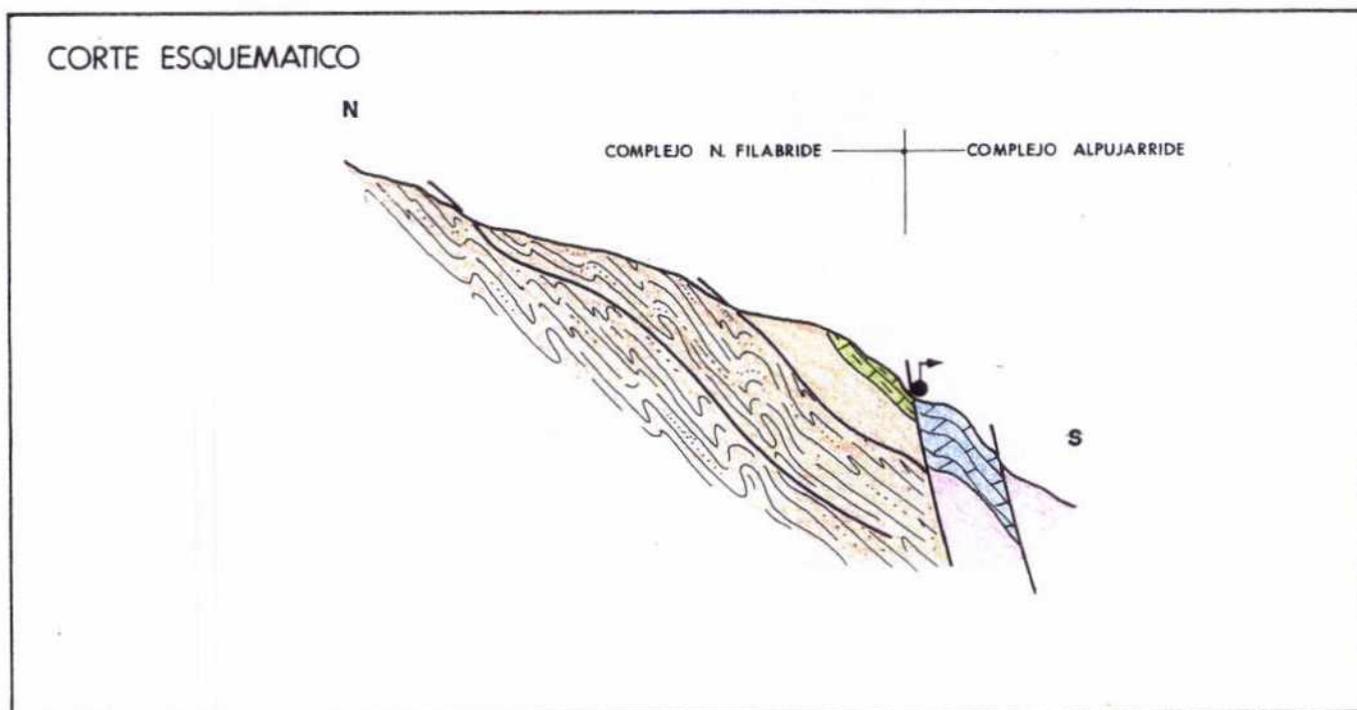
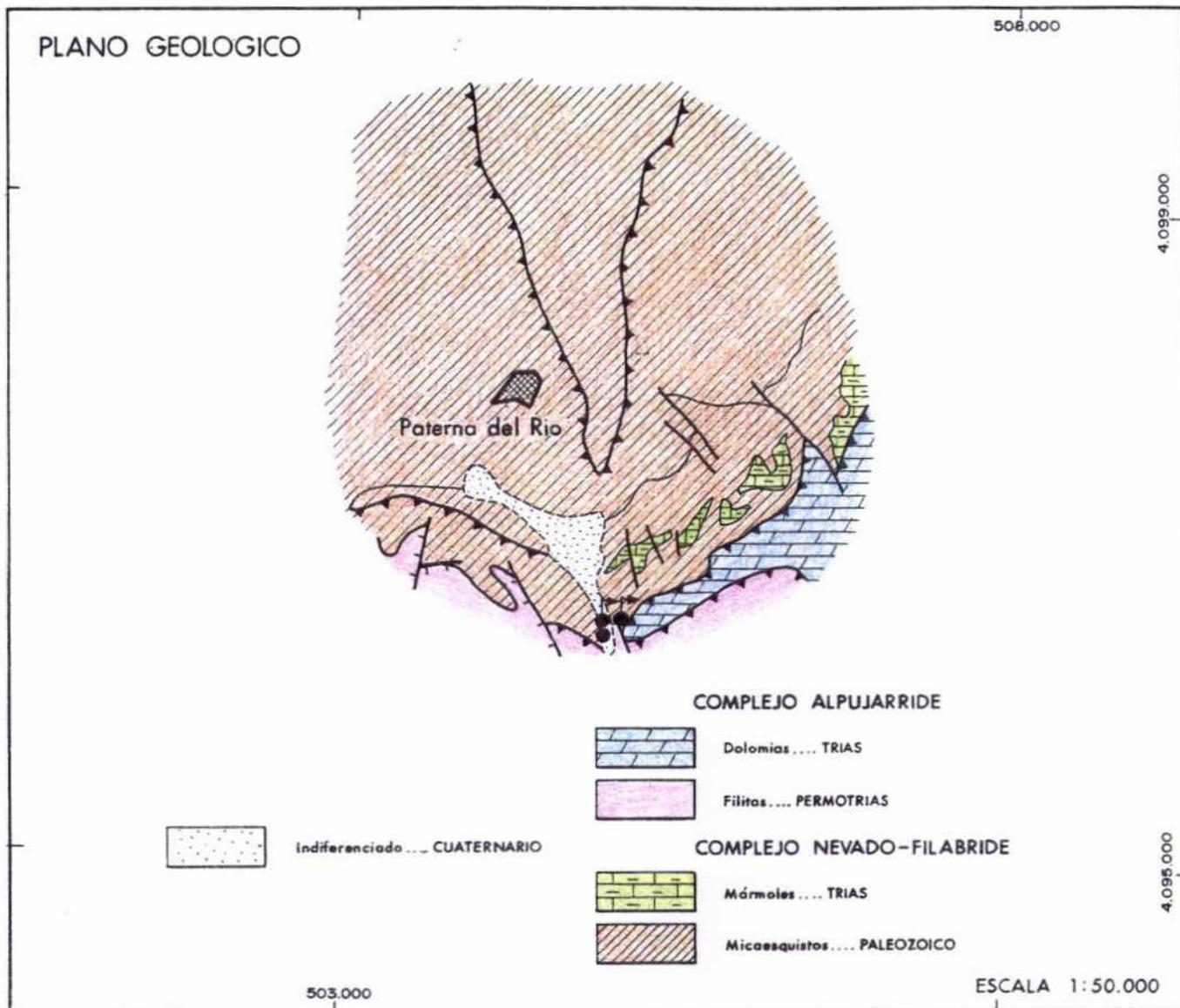
En el sector oriental la Unidad se drena por las galerías 21 y 22 de Canjayar, ambas con cota de 1.000 m.s.n.m., y con oscilaciones de caudal (se conocen caudales históricos alrededor de los 10 l/s).

En el sector occidental el manantial y Nacimiento de Laujar de Andarax (32 y 33 La) representa la principal surgencia del sistema. En determinadas épocas tiene una gran aportación del río Andarax. Su cota es de 934 m.s.n.m. y sufre grandes variaciones de caudal, entre 30 y 130 l/s.

Por último, en el extremo occidental del sistema, en el río Paterna, existe un grupo de tres manantiales y una galería, a cota de 820 y 860 m.s.n.m., situados dos de ellos en la margen izquierda del río y otros dos en la margen derecha.

El manantial de agua "gaseada" surge a una cota de 820 m.s.n.m., con un caudal del orden de 1,5 a 2 l/s, está situado en la margen derecha del río Paterna y aflora en una zona de relleno, formado por bloques carbonatados y filitas permotriásicas, y aunque está cerca del contacto de cabalgamiento es el que presenta una cota más baja. Este punto representa a

MANANTIALES DE GUARROS (PATERNA DEL RIO)



varias pequeñas surgencias que existen en su alrededor y que directamente vierten al río.

El segundo punto de agua de la margen derecha representa una galería que, con dirección Norte, llega a tocar los mármoles Nevado-Filábrides. Su caudal estimado es del orden de 5 a 6 l/s, su cota es de 860 m.s.n.m.

En la margen izquierda existen dos manantiales de pequeño caudal (1 a 2 l/s entre ambos) que drenan las calizas de la Unidad de Gádor, y mármoles nevado-filábrides, en la zona de contacto entre ambos mantos, que influirá tanto en el quimismo como en la temperatura de las aguas. Vulgarmente se les conoce como "aguas sulfuradas" y se utilizan como baños en las piscinas instaladas para dicho uso.

4.- CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS

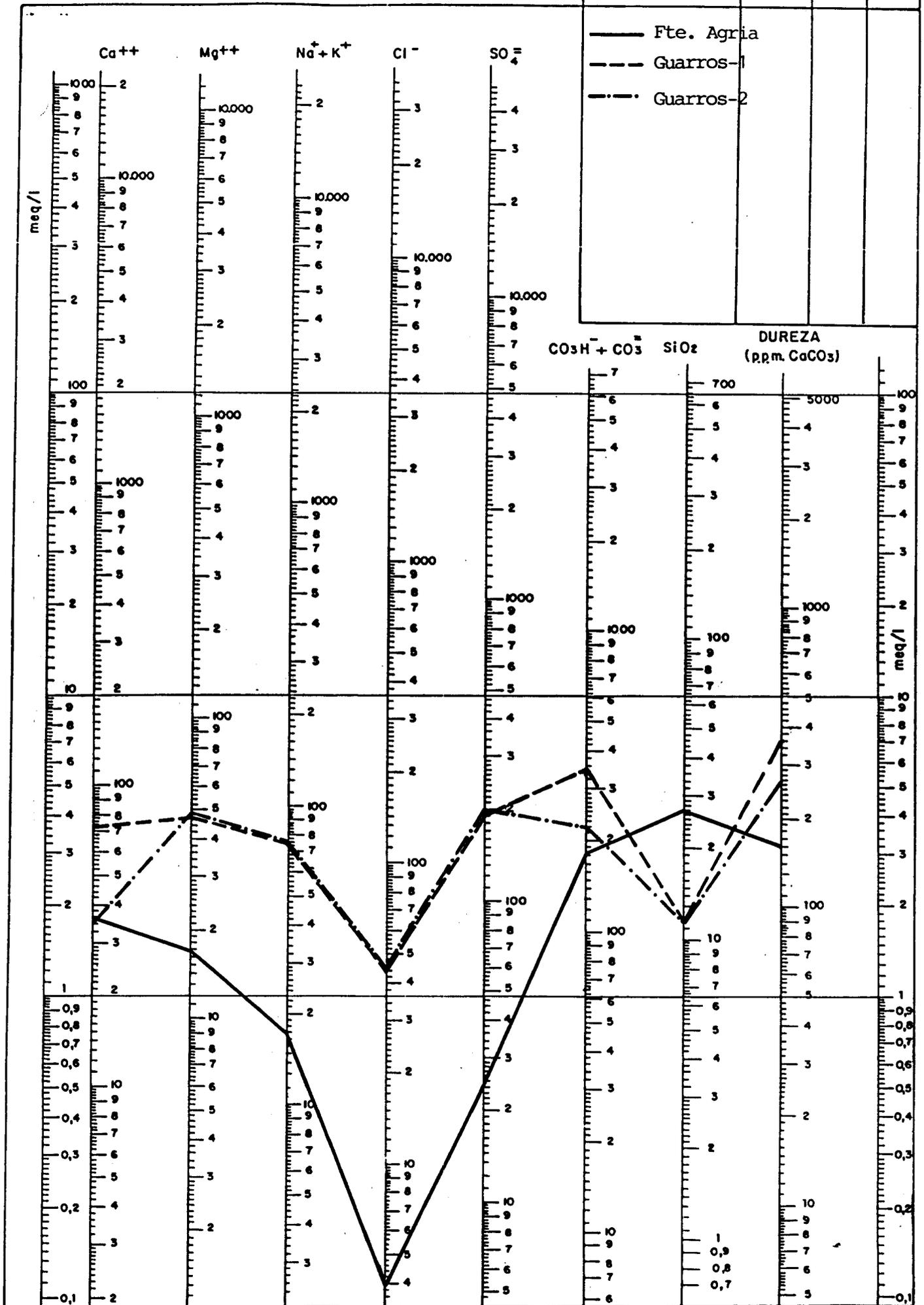
El diagrama de Schoeller-Berkaloff (Fig. 1) muestra los perfiles analíticos de las 3 muestras situadas en las proximidades de la localidad de Paterna del Río. A primera vista, el rasgo más destacado es la sustancial diferencia existente entre la pareja Guarros-1 y 2, y la muestra Fuente Agria, testimonio de un origen geológico evidentemente dispar.

Respecto a los dos primeros, el citado diagrama pone de manifiesto que el notable paralelismo de ambos análisis, se ve alterado únicamente por diferencias en el contenido de HCO_3^- y Ca^{2+} . Para interpretar este hecho es preciso hacer uso de las observaciones y resultados de campo.

En efecto, el primer rasgo diferenciador es la presencia de indicios de gas en Guarros-2, asociados a un pH lige-

FIG. 1.-

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
- - -			
- · - ·			



ramente ácido (6,77), luego es probable que se trate de CO₂. Por el contrario, tales indicios no se aprecian en Guarros-1, cuyo pH es de 7,1. Asimismo, la muestra 03 es ligeramente más caliente que la 02, más mineralizada, con un contenido mayor de SiO₂ y de alcalinidad algo más elevada.

	<u>Gas</u>	<u>T²</u>	<u>pH</u>	<u>Alcal.</u>	<u>Cond.</u>	<u>SiO₂</u>
Guarros-1	NO	20,4	7,10	528	1.256	10
Guarros-2	SI	20,9	6,77	549	1.350	13

Todos estos datos apuntan a que -dentro de los escasos márgenes de variación que se detectan- el agua cuya composición resulta más fiel a la del fluido original es la n^o 2. El efecto modificador que afecta a la n^o 1 respecto a la anterior apunta a un fenómeno de precipitación de CaCO₃, como consecuencia de la pérdida de CO₂ original en el circuito de salida (la total coincidencia entre los demás parámetros analíticos sugiere que no se trata de un proceso de mezcla).

Tal efecto -precipitación de CaCO₃- justificaría igualmente las diferencias detectadas entre las lecturas de campo y laboratorio de alcalinidad, pH y conductividad, en la muestra Guarros-2:

	<u>Campo</u>	<u>Laboratorio</u>
pH	6,77	8,20
Cond.	1.350	790
HCO ₃ ⁻	334	212
CO ₃ ⁼	0	10

El diagrama de saturación respecto a la calcita (Fig. 2) indica que dicha muestra -rica en CO₂, agresiva- se en-

cuentra en condiciones de subsaturación, mientras que Guarros-1 -sin indicios de gas, perdido probablemente en el circuito de salida- ha evolucionado hasta alcanzar el estado de equilibrio. El mismo diagrama construido con los datos de laboratorio, muestra claramente como ambas muestras se desplazan en el tiempo hacia condiciones de sobresaturación, debido a la pérdida de CO_2 y el consiguiente incremento de pH.

Considerando pues los valores analíticos de campo (pH y alcalinidad), ambas muestras resultan bicarbonatadas magnésicas. Este predominio del ión Mg^{2+} sobre el calcio ha de estar relacionado con la pérdida de calcio por precipitación, sin perjuicio de que el equilibrio original probablemente se encuentre influenciado por facies carbonatadas de tipo dolomítico, como sugiere el diagrama de saturación respecto a la dolomita, y el propio contenido en magnesio de las muestras.

Por último, la Fig. 3 refleja los perfiles hidroquímicos a la serie analítica histórica disponible, correspondiente a los años 1973, 1975 y el actual. Las variaciones más importantes afectan precisamente a las especies implicadas en procesos de precipitación, es decir HCO_3^- y Ca^{2+} , cuyos valores son sensibles a las condiciones en que se haya desarrollado cada muestreo. También se observan ciertas variaciones en el ión $\text{SO}_4^{=}$.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para los manantiales de Guarros que vendría condicionada a la distribución de los afloramientos carbonatados que ocupan una banda de dirección aproximada E-O, de unos 4 km de longitud, englobando igual-

ANALISIS QUIMICO

*
DENOMINACION: GUARROS-1
FECHA: *

TEMPERATURA (°C): 20.4 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 942
pH a 20°C: 7.10 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 378
pH a 18°C: 7.70 Eh campo (mV): 93

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
HCO3-	354.00	5.802	5.802	52.52
CO3=	-	-	-	-
SO4=	193.00	2.009	4.018	36.37
Cl-	42.00	1.185	1.185	10.72
F-	<5.0E-1	.026	.026	.24
NO3--	1.00	.016	.016	.15
SiO2(H4SiO4)	11.3	.188	-	-
B	-	-	-	-
NO2--	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
TOTAL....	601.810	9.227	11.048	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
Na+	71.00	3.089	3.089	28.61
K+	4.00	.102	.102	.95
Ca++	73.00	1.821	3.643	33.74
Mg++	47.00	1.933	3.866	35.81
Fe++	.070	.001	.003	.02
Li+	.24	.035	.035	.32
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.51
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.007	0.000	0.000	0.00
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	195.959	7.002	10.796	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >SO4= >Cl- >F-
FORMULA CATIONICA: Mg++ >Ca++ >Na+ >K+

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- MAGNESICA CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.593	Cl/Na =	.384	(SO4*Ca)^1/2 =	3.826
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.773	Cl/(Na+K) =	.371	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.761
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	4.968	SO4/Ca =	1.103	Mg/Ca =	1.061
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.308	SO4/(Ca+Mg) =	.535	Cl/CO3H =	.204

ARCHIVO EN DISCO: MMA2 (AMA1-02)

	ppm
R.S. 110°C	878
D.Q.O.	1
P2O5	0,04
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,015
As	-
Se	-
Hg	-

ANALISIS QUIMICO

*
 DENOMINACION: GUARROS-2
 FECHA : *

TEMPERATURA (°C): 20.9 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 789
 pH a 20°C: 6.77 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 285
 pH a 18°C: 8.20 Eh campo (mV): 220

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	212.00	3.475	3.475	37.91
CO3=	10.00	.167	.333	3.64
SO4=	197.00	2.051	4.102	44.75
Cl-	43.00	1.213	1.213	13.24
F-	<5.0E-1	.026	.026	.29
NO3-	1.00	.016	.016	.18
SiO2 (H4SiO4)	11.2	.186	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
TOTAL....	474.710	7.134	9.165	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	72.00	3.132	3.132	34.90
K+	4.00	.102	.102	1.14
Ca++	34.00	.848	1.697	18.91
Mg++	48.00	1.974	3.948	44.00
Fe++	.020	0.000	.001	.01
Li+	.24	.035	.035	.39
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.62
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.010	0.000	0.000	0.00
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	158.920	6.113	8.974	

FORMULA ANIONICA : SO4= >CO3+=HCO3- >Cl- >F-
 FORMULA CATIONICA: Mg++ >Na+ >Ca++ >K+

CLASIFICACION: SULFATADA BICARBONATADA -- MAGNESICA SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	2.244	Cl/Na =	.387	(SO4*Ca)^1/2 =	2.638
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.675	Cl/(Na+K) =	.375	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.078
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	2.736	SO4/Ca =	2.418	Mg/Ca =	2.327
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.401	SO4/(Ca+Mg) =	.727	Cl/CO3H =	.349

ARCHIVO EN DISCO: MMA3 (AMA1-03)

	ppm
R.S. 110°C	504
D.Q.O.	1
P2O5	0,05
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,010
As	-
Se	-
Hg	-

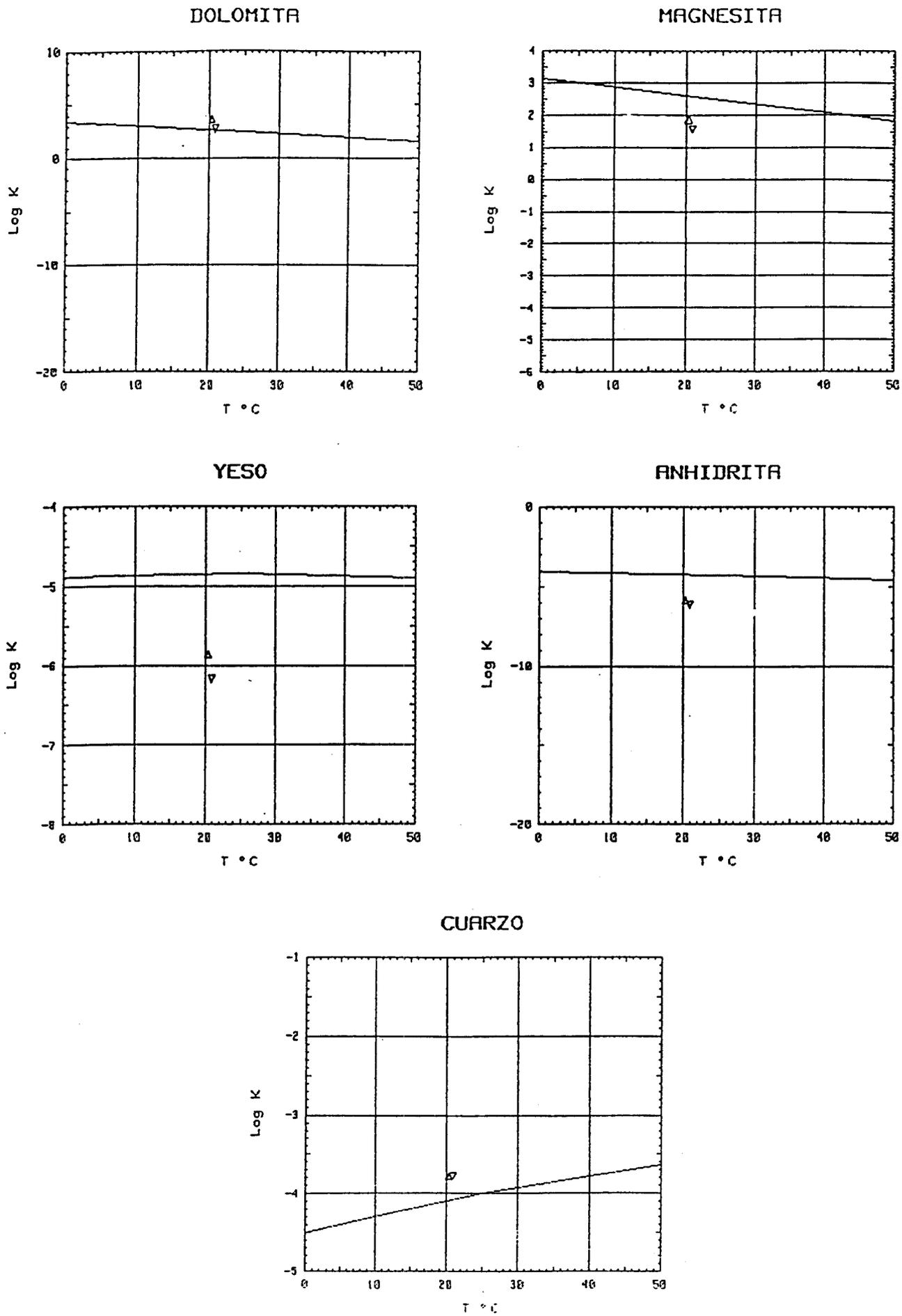
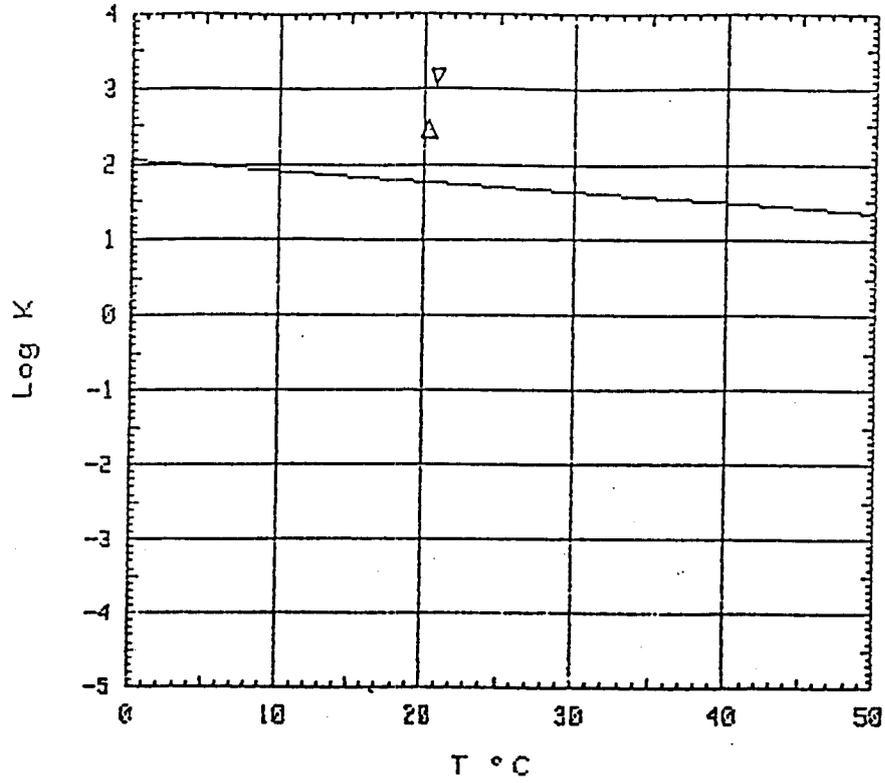


FIG. 2 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRAS GUARROS-1 (Δ) Y GUARROS-2 (▽)

CALCITA



CALCITA

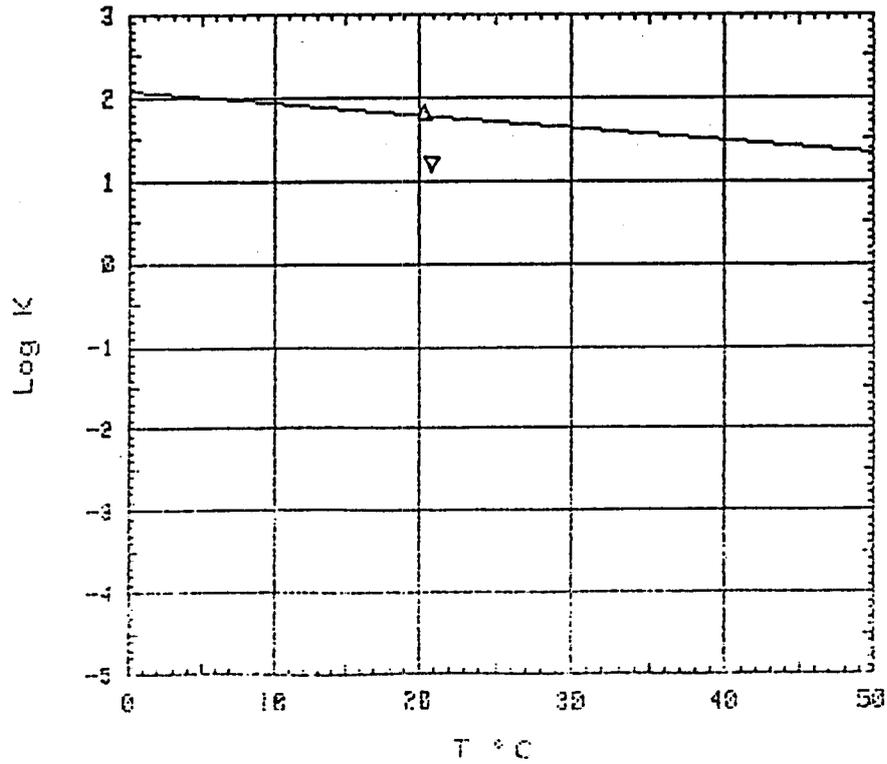
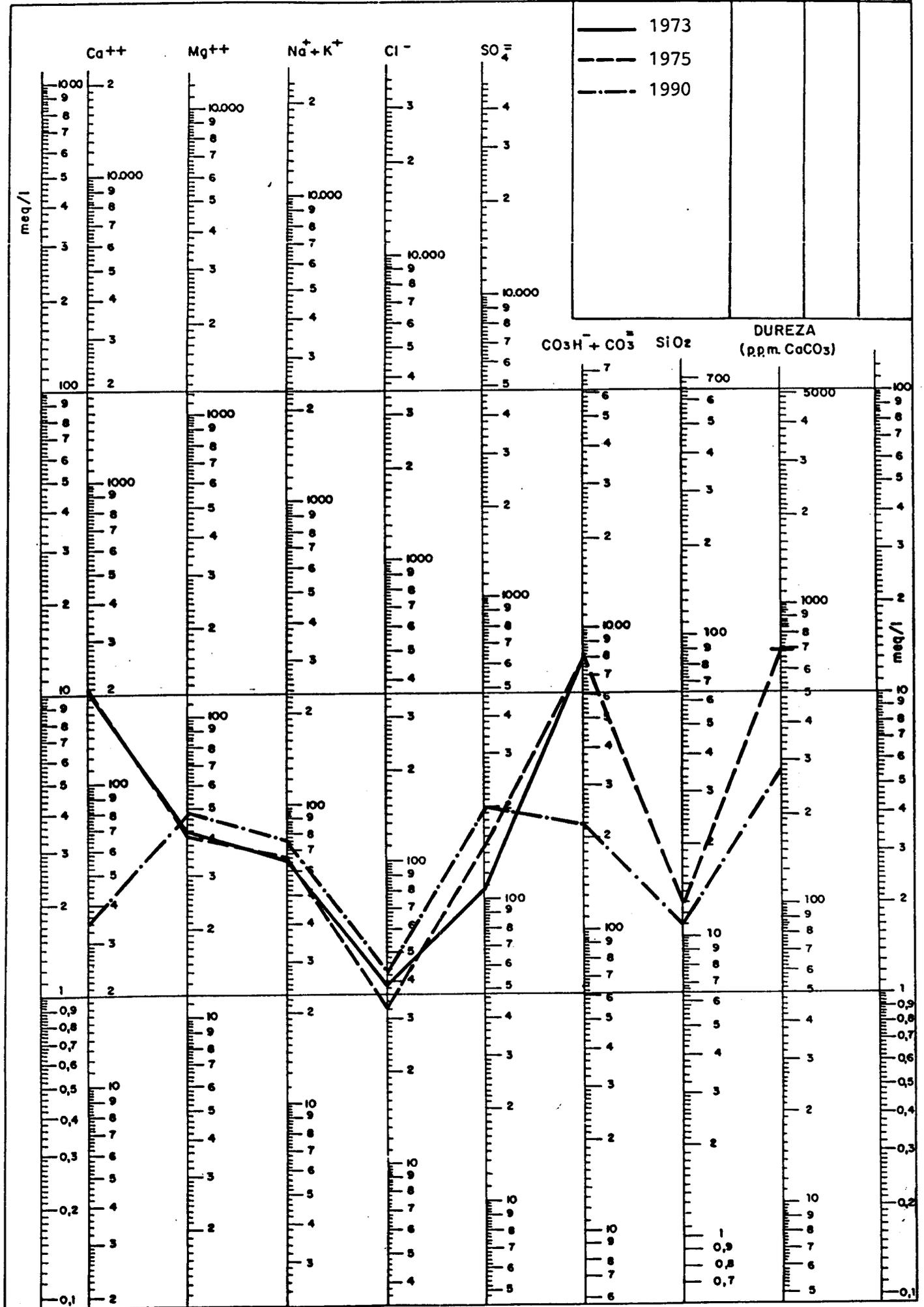


FIG. 2 (cont.).- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRAS GUARROS-1 (Δ) Y GUARROS-2 (▽)

FIG. 3.- **GUARROS-2**

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
- - -			
- · - ·			



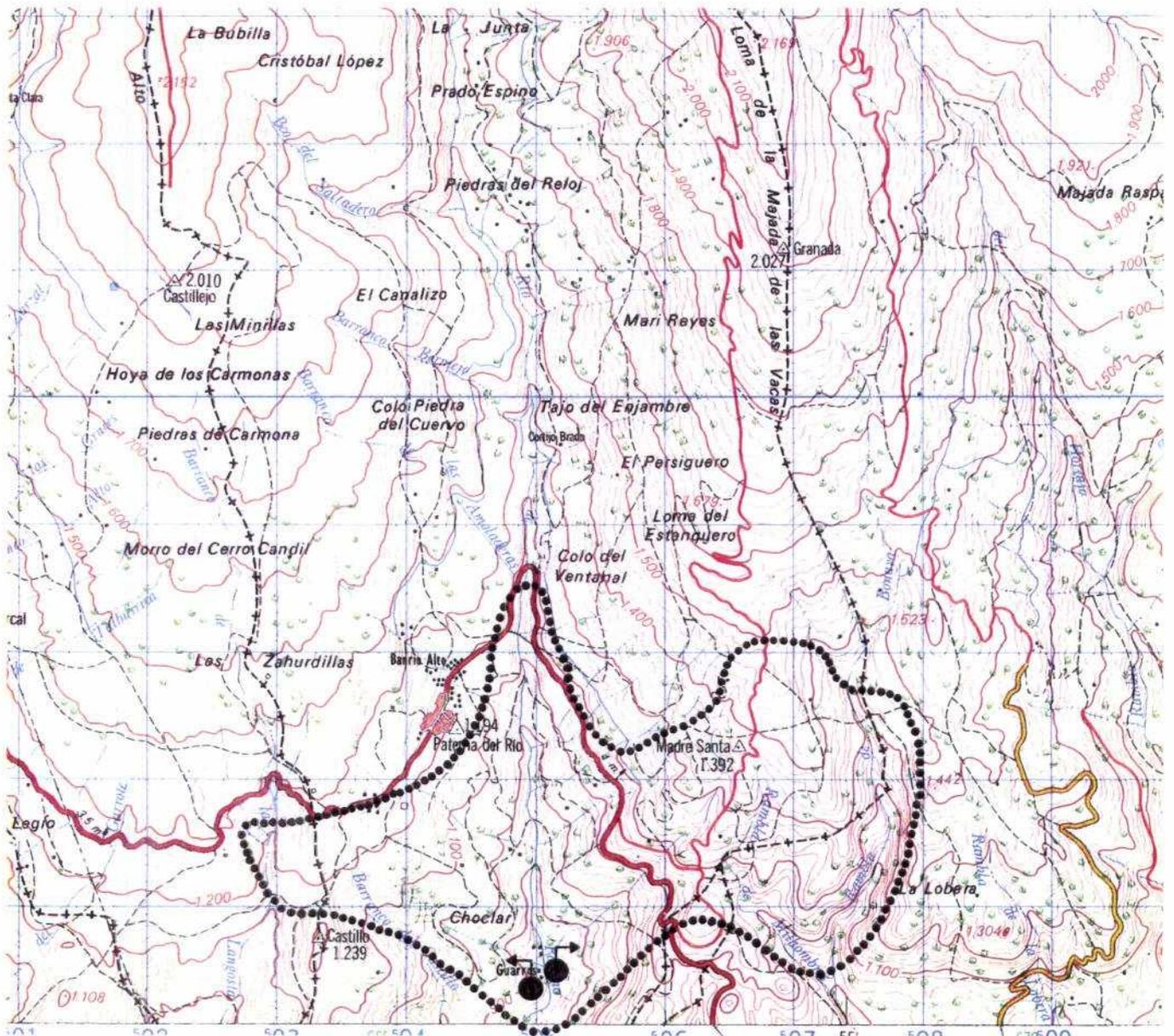
mente una zona del curso superficial del río Paterna de unos 3 km hasta las inmediaciones del núcleo de Paterna del Río.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- "MEMORIA Y CARTOGRAFIA GEOLOGICA 1:50.000 DE LA HOJA DE ALDEIRE (1028) Y GERGAL (1029)". MAGNA. ITGE (1981) y (1975).
- "SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA PROVINCIA DE ALMERIA". ITGE. 1987 (inédita).
- "ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL ALTO ANDARAX". ENADIMSA, 1987. (Gobierno Civil de Almería).
- "SOBRE LA INDIVIDUALIZACION Y SISTEMATIZACION DE LAS UNIDADES PROFUNDAS DE LA ZONA BETICA". PUGA E., DÍAZ de FEDERICO, A., y FONTBOTÉ, J.M. (1975).

PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

MANANTIALES DE GUARROS



ESCALA-1:50.000

LAS FUENTES DE MARBELLA (BERJA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de las "Fuentes de Marbella" está situado en el mismo cauce del río Adra, al SO de la provincia de Almería y muy próximo con el límite de la provincia de Granada.

Pertenece al término municipal de Berja y desde esta localidad se realiza el acceso a ella por la carretera de Berja al embalse de Beninar, distando unos 7 Kms de aquélla.

Está incluido en la hoja topográfica nº 21-44 (ADRA) a escala 1:50.000 con coordenadas U.T.M. X = 4998580 e Y = 4076370.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

No se conoce ninguna utilización o uso desde el punto de características como agua mineral, ni médica. Sin embargo, aparece incluida como agua minero-medicinal, por primera vez en la relación de aguas minero-medicinales de España de España, de 1913, del Instituto Geológico y Minero de España, clasificada como aguas sulfuradas, a 25°C de temperatura.

Porteriormente, aparece incluida en la relación de 1974 y en el "Informe preliminar sobre aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasados, existentes en

España", del propio Instituto Geológico y minero (actual IT-GE), como sulfhídrica.

La utilización directa actual de Fuente Marbella es el riego en el curso bajo y delta del río Adra y el abastecimiento urbano al núcleo de Adra, con una aportación de 25 l/s.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Los materiales representados en esta región pertenecen al Complejo Alpujárride, que a su vez constituye uno de los cuatro grandes dominios en que se subdivide tradicionalmente la Zona Bética.

El Complejo Alpujárride se subdivide, a escala regional, en varios mantos de corrimiento, diferentes en número y denominación según las distintas transversales y autores que lo han estudiado. En general se acepta que la unidad geométricamente situada más baja es la de Lújar, cuyos afloramientos más importantes se encuentran en las Sierras de Lújar y de Gádor. Sobre ellas cabalgan varias unidades denominadas, de abajo hacia arriba, Cástaras, Alcázar, Murtas y Adra.

La estratigrafía del Manto de Lújar-Gádor viene definida por una serie basal de filitas y cuarcitas, constituida en su mayor parte por filitas de tonalidades variables con intercalaciones de cuarcitas en bancos y de delgados niveles de calizas. Su potencia es difícil de calcular debido a su complicado plegamiento y frecuentes laminaciones. La serie calizo-dolomítica del techo comienza en la base por calcoesquistos y calizas margosas tableadas de tonos amarillos, continúa con un tramo esencialmente dolomítico de color gris y negro. La parte superior de la serie está representada por

calizas y margo-calizas con niveles dolomíticos. En este sector es frecuente también la presencia de lentejones de yeso. La potencia es variable, desde 200 metros hasta sobrepasar los 1.000 metros.

La estratigrafía de los Mantos Superiores es asimismo similar a la descrita más arriba, aunque con menor desarrollo en los niveles carbonatados.

La Unidad de Gádor forma el sustrato de las parte central e inferior de la Cuenca del Adra, aflora principalmente en la vertiente oriental (Sierra de Gádor y ventana tectónica de Peñarrodada), mientras que en la occidental, bajo las unidades superiores, aparece en la ventana tectónica de Turón.

Desde el punto de vista tectónico, la serie carbonatada triásica está afectada por pliegues kilométricos de dirección N 40 E, acompañados por un nivel de brechas sedimentarias, pliegues de slumping y discordancias locales. El último de los plegamientos importantes que afectó a la región es el de dirección aproximada N 70-90 E que da lugar a pliegues de gran radio: alineación de Sierra Nevada, Sierra de Lújar, Contraviesa, etc. Relacionado con este último plegamiento se desarrolló un sistema de fallas de dirección N 70-90 E, entre las que destaca la falla situada al Sur de Ugijar.

Más recientemente se originó un sistema de fracturas de dirección N 130-160 E entre las que se encuentra la falla de Beninar, que produjeron el hundimiento de la región entre la Sierra de Gádor y la Contraviesa. Este sistema tiene gran importancia porque compartimenta en la región una serie de bloques situados a diferentes alturas que van a condicionar sus características hidrogeológicas.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

La serie calizo-dolomítica triásica de la Unidad de Gádor-Lujar constituye el principal acuífero a nivel regional y que, debido al juego de sistemas de fracturas antes descritas, han producido una compartimentación en una serie de bloques. Cada uno de estos bloques, debido a su altitud y a la existencia de importantes manantiales, presenta un nivel piezométrico diferente, por lo que se han individualizado del siguiente modo:

- Borde Occidental de Sierra de Gádor, cuya descarga principal se realiza por la Fuente de Alcaudique a la cota de 311 m (80 l/s).
- Norte de la Depresión de Berja, cuya descarga se realiza por el manantial de "Las Hortichuelas" en el río Alcolea a la cota de 540 m.s.n.m. (caudales entre 80 y 150 l/s).
- Ventanas de Turón y Peñarrodada, cuya descarga principal se realiza en las Fuentes de Marbella en el río Adra a la cota de 165 m.s.n.m. (caudales del orden de 600 l/s).

También se han diferenciado acuíferos en las unidades superiores Alpujárrides y en conexión con materiales postorogénicos en la Depresión de Berja, con surgencias importantes en el entorno de esta localidad como Fuente del Oro, Almez y La Higuera, con cotas piezométricas de 400 m.s.n.m. (caudales entre 20 y 35 l/s).

Centrándonos en las surgencias de las Fuentes de Marbella, se ha de decir que se localiza en la zona de intersección del río con el frente de cabalgamiento filítico del Manto de Alcazar, sobre la formación carbonatada del Manto de

Gádor y a unos 5 Kms aguas abajo del embalse de Beninar. Es la surgencia más importante, por caudal, de la provincia de Almería.

La surgencia está alineada según la dirección N 110 E a lo largo de unos 50 metros, con profusión de puntos surgentes de agua de distinto caudal y alojados en un meandro cerrado del propio río Adra.

La descarga de Fuente Marbella no aparece en el mismo contacto tectónico con las filitas, si no a unos 50 metros dentro del paquete carbonatado. En esta zona la serie caliza está muy replegada y tectonizada y son frecuentes la presencia de laminaciones filíticas dentro de la serie caliza, debido a los efectos mecánicos producidos por el paso del manto de corrimiento.

A partir de un centenar de aforos, realizados desde 1972, se ha podido estimar la aportación media de Fuente Marbella en unos 21,3 hm³/año, con caudales mensuales medios variando entre 450 y 850 l/s. Esta aportación es demasiado grande para corresponder únicamente a los afloramientos de Turón y Peñarrodada (38 Km²), estimándose unos recursos de 5 hm³/año, por lo que existe una aportación suplementaria de 15-16 hm³/año.

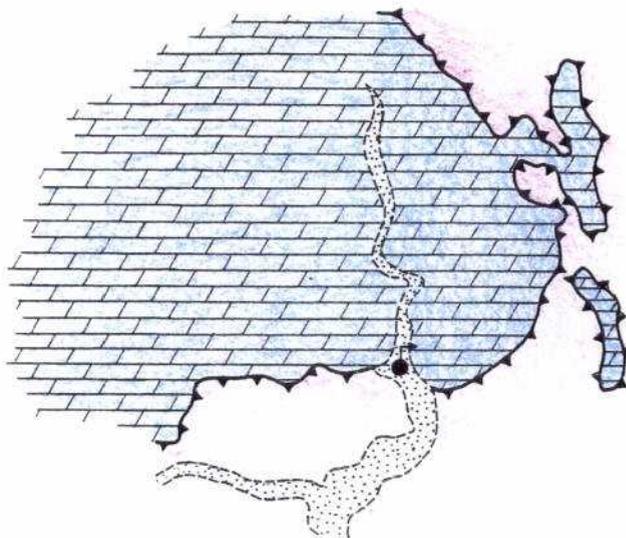
Esta aportación suplementaria puede provenir:

- de los recursos propios de la unidad calizo-dolomítica de Gádor-Lújar, principalmente del sector occidental de Sierra de Gádor, y
- de la infiltración de parte del caudal del río Adra de los materiales permeables de la anterior unidad, que afloran a

FUENTE MARBELLA

(BERJA)

PLANO GEOLOGICO



Indiferenciado CUATERNARIO



Dolomias TRIAS



Filitas PERMOTRIAS

UNIDAD DE FELIX



Filitas PERMOTRIAS

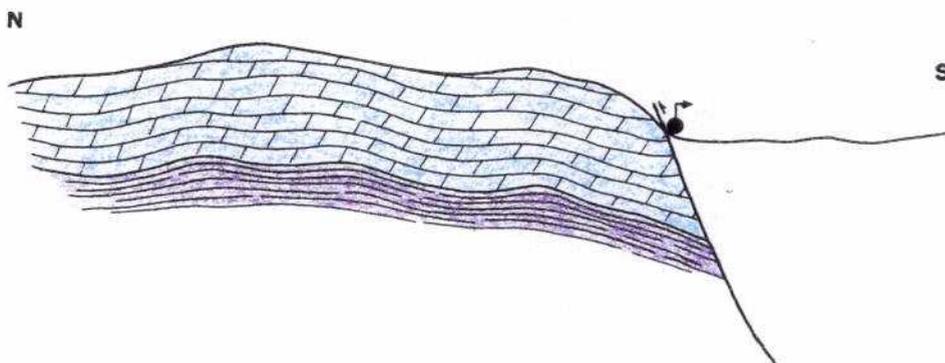
495,000

500,000

ESCALA 1:50.000

4.074.000

CORTE ESQUEMATICO



lo largo del cauce del río, aguas arriba del manantial. Una serie de aforos diferenciales realizados en el río Adra, demostraron una diferencia de caudales de agua que se aproximaban al 50%, antes y después de la ventana tectónica de Fuente Marbella. Según el hidrograma medio mensual en Beninar podría suponer una aportación de 13 hm³/año.

Esta situación dió posibilidades a que se realizaran estudios específicos para determinar la procedencia del agua del manantial.

- Se realizaron análisis de oligoelementos en cinco zonas con la intención de detectar algunos oligoelementos específicos de Sierra Nevada o Sierra de Gádor (sílice, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, cromo, níquel, molibdeno, plomo y cinc), no determinándose resultados que establecieran una estrecha relación río Adra-Fuente Marbella.
- Intento de aplicación del índice de SMOW (O_{18}/O total) mediante la determinación del isótopo O_{18} , pero que debido a la escasa diferencia de altitud, los valores a obtener serían parecidos y el método no sería aplicable.
- Inyección de fluoresceína en Beninar y detección en manantiales aguas abajo (Fuente Marbella y del Bañillo). Los trazadores alcanzaron estos puntos (en el caso de Fuente Marbella en 30 días, lo que indicó una velocidad superior a 165 m/día) en distintos períodos de tiempo, lo que indicaba una conexión hidráulica como se presumía.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Se trata de una muestra sulfatada cálcica magnésica, de conductividad 2.380 μ S/cm. A primera vista, estos datos

sugieren la influencia sobre la composición del agua de facies evaporíticas, que justificaría los elevados contenidos de $\text{SO}_4^{=}$, Cl^- y Ca^{2+} .

Los índices $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3 / \text{Ca} = 0,29$ y $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3 / \text{Ca} + \text{Mg} = 0,186$ ponen de manifiesto el exceso de alcalinotérreos respecto a un posible equilibrio en medio carbonatado, confirmado a través de los diagramas de saturación de la calcita y dolomita (Fig. 1). En consecuencia se puede afirmar que si bien la surgencia se encuentra en una formación calizo-dolomítica, la composición del agua presenta una evidente componente evaporítica, probablemente como consecuencia de un proceso de disolución de yesos.

En tal sentido, los diagramas de saturación resultan sumamente elocuentes, puesto que como se observa en la Fig. 1, el agua aparece en equilibrio o en situación muy próxima a éste, respecto a yeso, anhidrita y magnesita. Estos resultados sugieren que la influencia de dichos materiales es importante, en la medida que permite que se alcance el estado de equilibrio (en situaciones semejantes es muy frecuente encontrar únicamente condiciones de subsaturación, como ocurre, por ejemplo, en el caso de la halita).

En la zona del Embalse de Beninar aparecen, entre las filitas, potentes paquetes de yesos. Teniendo en cuenta que las importantes fugas hacia el acuífero carbonatado que en aquél se producen, podrían dar lugar a procesos de disolución de dichos yesos, ésta podría ser al menos una de las causas del carácter sulfatado cálcico del agua en cuestión. A este respecto hay que considerar también el hecho de que en el propio acuífero calizo-dolomítico existen intercalaciones yesíferas, que incidirían en el mismo sentido sobre la composición del agua.

El único análisis disponible anterior al caudal corresponde a 1980. Según refleja el diagrama de Schoeller de la Fig. 2, existe una notable disparidad entre ambos resultados, atribuible en principio a la influencia diferencial de los materiales de origen evaporítico.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Como se comentaba en el capítulo de Hidrogeología, la Fuente de Marbella representa la surgencias de las ventanas tectónicas de Turón (Oeste) y de Pañanodada (Este) cuyos afloramientos se delimitan en la figura adjunta, englobando además a gran parte de la superficie del embalse de Beninar, cuya relación con el manantial también se ponía de manifiesto en el referido capítulo. Así en base a las condiciones hidrodinámicas del manantial, el perímetro propuesto como área de protección abarca una superficie aproximada de unos 40 km² aproximadamente.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- "MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA Nº 1057 (ADRA)", escala 1:50.000. MAGNA. ITGE.
- "MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA Nº 1043 (BERJA)", escala 1:50.000. MAGNA. ITGE.
- "CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE ET MINIERE DE LA SIERRA DE GADOR". JACQUIN, J.P. (1970).
- "LOS ALPUJARRIDES DE SIERRA DE GADOR OCCIDENTAL". OROZCO, M.

ANALISIS QUIMICO

*
DENOMINACION: FTE. MARBELLA
FECHA : *

TEMPERATURA (°C): 22.7 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 2380
pH a 22°C: 7.79 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 940
pH a 18°C: 7.60 Eh campo (mV): 130

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
HCO3-	212.00	3.475	3.475	11.77
CO3=	-	-	-	-
SO4=	741.00	7.714	15.428	52.26
Cl-	374.00	10.551	10.551	35.74
F-	.700	.037	.037	.12
NO3-	2.00	.032	.032	.11
SiO2(H4SiO4)	11.7	.195	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	.010	0.000	0.000	0.00
TOTAL....	1341.410	22.003	29.522	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
Na+	217.00	9.440	9.440	33.13
K+	9.00	.230	.230	.81
Ca++	241.00	6.013	12.026	42.20
Mg++	81.00	3.332	6.663	23.38
Fe++	.040	.001	.001	.01
Li+	.52	.075	.075	.26
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.20
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	.1	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	549.225	19.111	28.494	

FORMULA ANIONICA : SO4= >Cl- >CO3+=HCO3- >F-
FORMULA CATIONICA: Ca++ >Na+ >Mg++ >K+

CLASIFICACION: SULFATADA -- CALCICA SODICA

(CO3H+CO3)/Ca = .289 Cl/Na = 1.118 (SO4*Ca)^{1/2} = 13.621
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .186 Cl/(Na+K) = 1.091 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.197
(CO3H)²*Ca^{1/3} = 5.256 SO4/Ca = 1.283 Mg/Ca = .554
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.011 SO4/(Ca+Mg) = .825 Cl/CO3H = 3.036

ARCHIVO EN DISCO: MMA4 (AMA1-04)

	ppm
R.S. 110°C	2.064
D.Q.O.	0,800
P ₂ O ₅	0,05
CN-	-
Cd	0,001
Cr	0,025
As	-
Se	-
Hg	-

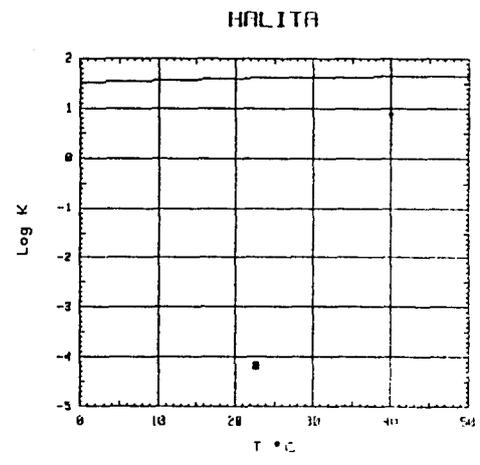
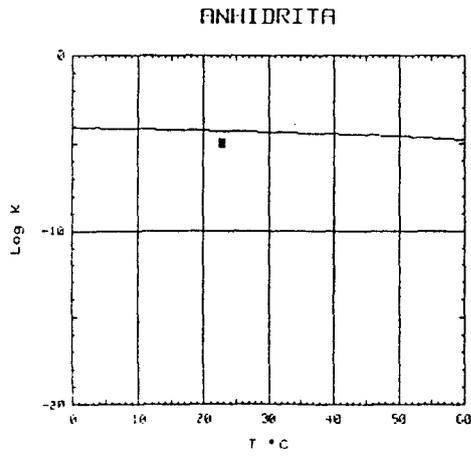
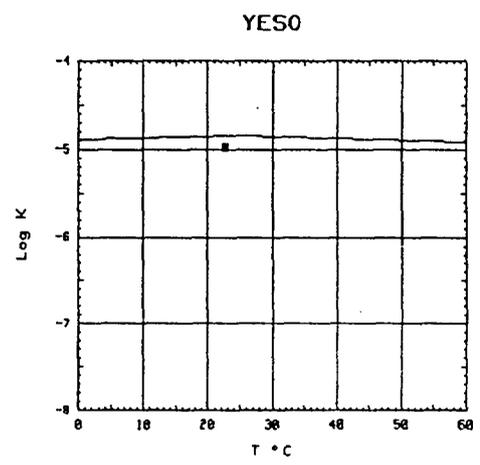
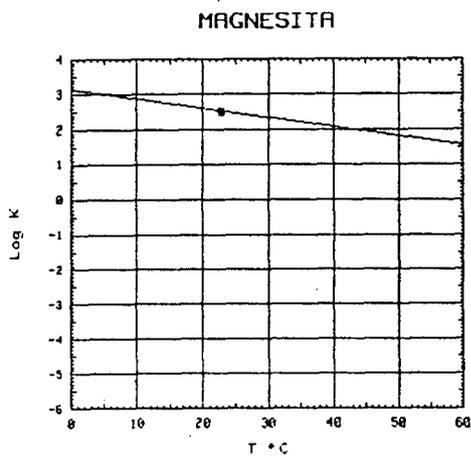
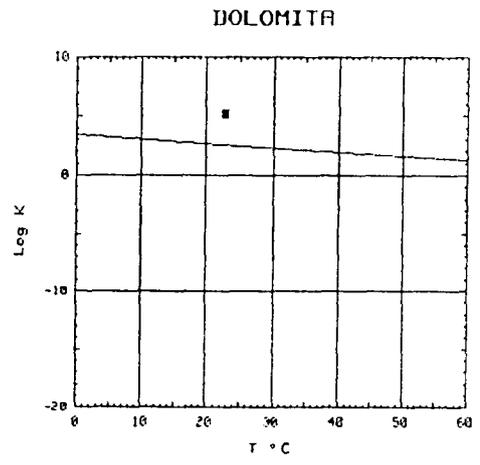
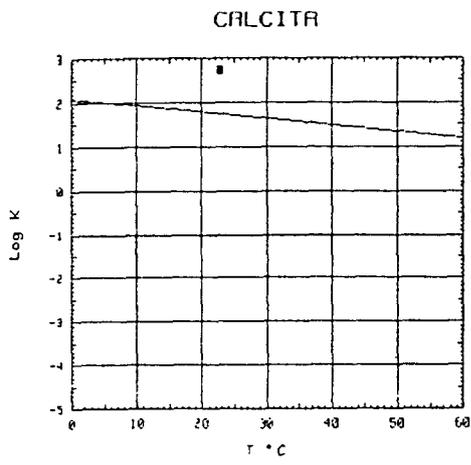
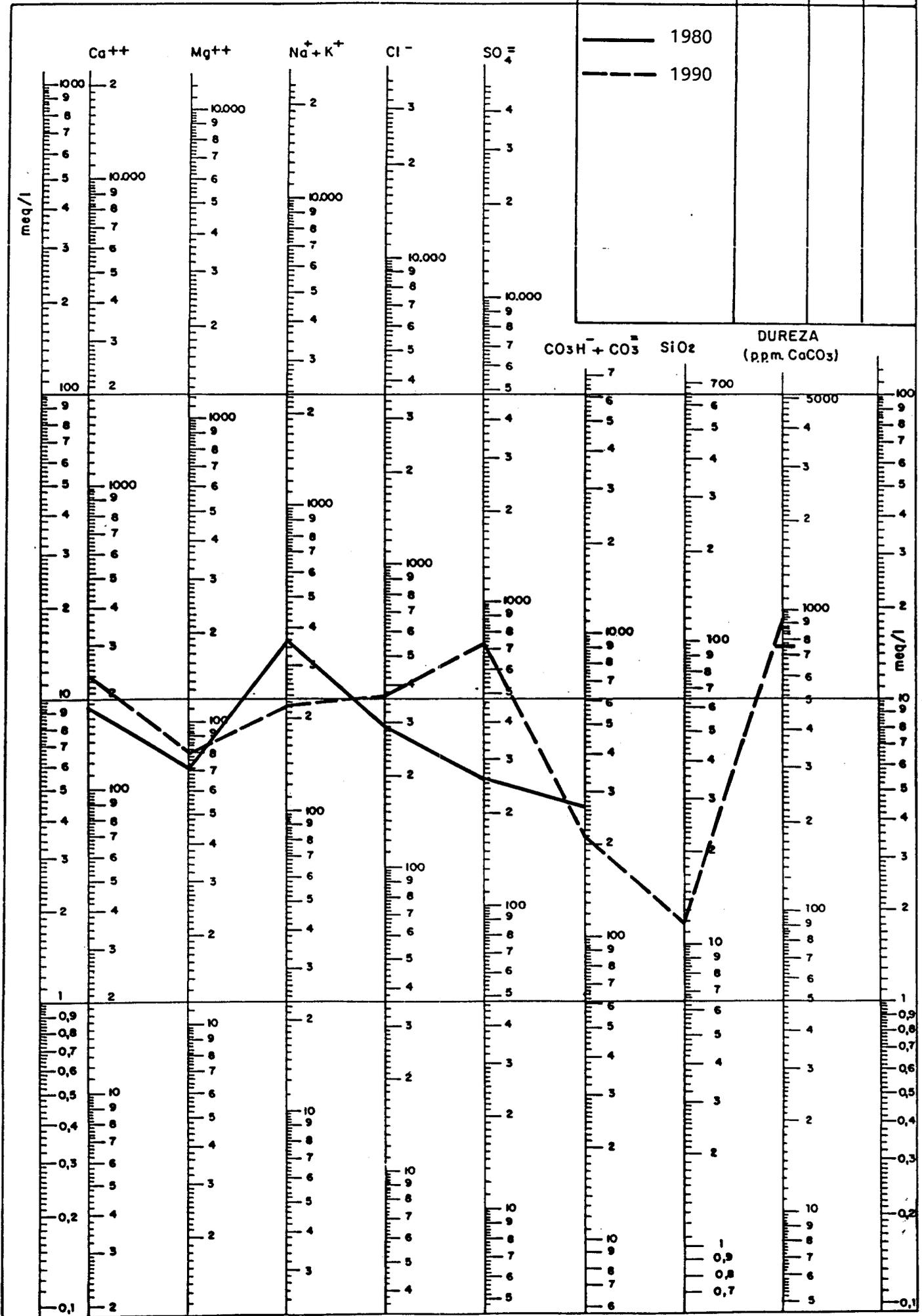


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRA FTE. MARBELLA

FIG. 2.- FTE. MARBELLA

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
- - -			

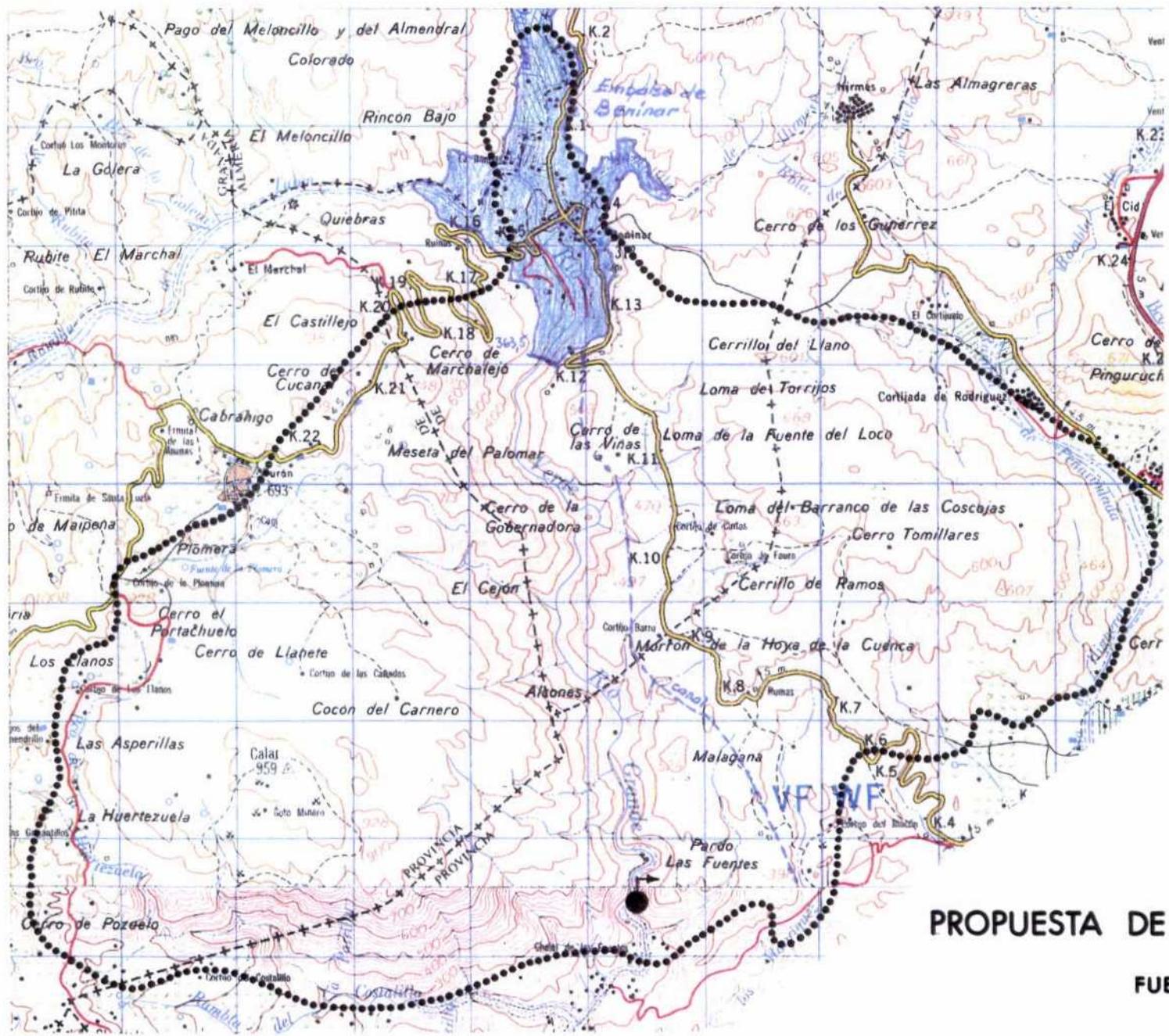


- "ESTUDIO DE TRAZADO POR INYECCION DE FLUORESCINA EN EL EM-
BALSE DE BENINAR". S.G.O.P. 1974.

- "ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UTILIZACION DE PARTE DE LOS RE-
CURSOS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL ADRA, MEDIANTE RE-
CARGA ARTIFICIAL DE LOS ACUÍFEROS CERCANOS". THAUVIN, J.P.
(1979). ITGE-ADARO.

- "CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL ACUIFERO CALIZO-DOLO-
MITICO DE LA UNIDAD DE GADOR-LUJAR EN EL SECTOR BERJA-BENI-
NAR (ALMERIA), Y SU RELACION CON LAS FUENTES DE MARBELLA.
ITGE-ADARO. 1982.

- "SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA PROVINCIA DE ALMERIA". IT-
GE-ADARO. 1987 (inédito).



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

FUENTE DE MARBELLA

ESCALA 1:50.000

LOS BAÑOS DE GUARDIAS VIEJAS (EL EJIDO)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Los Baños de Guardias Viejas se encuentran situados en el sector Suroccidental del Campo de Dalias, y próximo a la zona litoral, dentro del núcleo de población de Guardias Viejas (término municipal de El Ejido), con una cota de 12 m. s.n.m.

Todo el Campo de Dalias ocupa una extensión de 330 km², situado en las estribaciones Sur de la Sierra de Gádor, y está rodeado por el mar Mediterráneo en el resto de su contorno.

Los Baños de Guardias Viejas están situados dentro de la hoja topográfica 1:50.000, nº 22-44 (ROQUETAS DE MAR), con coordenadas U.T.M. X = 514060 e Y = 4061920.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Los Baños de Guardias Viejas ya eran conocidos como baños termales en la época romana denominados como Termas de Murgas, según cuentas los historiadores.

Una descripción de los mismos la hace Enrique Doz y Arturo Builla en su libro "Elementos de Hidrología Médica de 1887". Situados a 20 metros de altura sobre el nivel del mar y a 500 metros de distancia de la línea de costa. Yacen en

terreno terciario en dos manantiales del que uno, La Balsa tiene 39 a 40º C y el segundo (el Pozo) de 28 a 32 º C. El agua es clara, transparente, de olor hepático y sabor salado desagradable. La mayoría de concurrencia son enfermos reumáticos. La instalación es mala y la temporada de 1 de junio a 30 de septiembre. El agua la clasificaban dentro del grupo sulfurado-cálcica.

Con fecha de 1870, estos baños aparecen en la relación de balnearios oficiales declarados de utilización pública por la Dirección General de Sanidad, del Ministerio de la Gobernación. Posteriormente aparecen también declarados de utilidad pública en la Gaceta de Madrid de 26 de Abril de 1928 (nº 117) por el decreto-ley 743/1928 de 24 de Abril. También se encuentran clasificados como minero-medicinal en las relaciones editadas por el Instituto Geológico y Minero de España de 1913, 1947 y 1986.

Sin embargo estos baños fueron abandonados en los años 30 y actualmente están cerrados al público, y tienen su acceso a través de una escalera en obra, recientemente restaurada bajando un desnivel de 6 a 8 metros, conduciendo a una pequeña cavidad carstica de 3 x 3 m, en dolomias, donde surge el agua. El cerramiento también es reciente.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Los principales materiales aflorantes del entorno se pueden dividir en dos grupos: materiales preorogénicos y materiales postorogénicos.

A los materiales preorogénicos pertenecen el conjunto de Unidades Alpujárrides: divididos en el Manto Inferior o de Gádor y Manto Superior o de Félix, aflorantes a los largo de

todo el borde meridional de Sierra de Gádor en el horst de Guardias Viejas, (sector de los Baños).

La litología de los referidos mantos está formada por una base de filitas y cuarcitas, y un tramo superior carbonatado. La transición del conjunto inferior hacia el tramo calizo-dolomítico superior se suele hacer mediante un tramo de calcoesquistos y calizas margosas de colores amarillos oscuros. El resto de la serie es dolomítica con predominio de calizas hacia el techo. Su edad es Trias Medio Superior y su espesor supera los 1.000 metros en el manto de Gádor, mientras que en el Manto de Félix su potencia no suele sobrepasar los 100 metros.

A los materiales postorogénicos corresponden los depósitos calizos calcareníticos y aglomerados volcánicos de facies de borde de plataforma de edad Mioceno Superior, depositándose de manera discontinua a todo lo largo del borde Norte del Campo, tanto sobre las calizas y dolomías como sobre filitas y cuarcitas de ambos mantos. La potencia del conjunto Mioceno llega a sobrepasar los 100 metros de espesor. Hacia el Sur se produce un cambio de facies de margas con yesos y conglomerados los cuales reposan bajo una potente serie pliocena.

El Plioceno está representado por materiales por materiales que adquieren espesores notables. Una potente formación margosa marina de espesor muy variable que puede superar los 700 metros. Hacia el techo comienza a aparecer elementos detríticos finos hasta dominar totalmente; estas calcarenitas que culminan la formación llegan a superar 100 metros de potencia y constituyen el relieve aflorante en toda la mitad Sur del Campo.

Los materiales cuaternarios están ampliamente representados dentro del Campo y presentan facies muy diversas, existen depósitos marinos: conglomerados, arenas margosas, arenas y depósitos de facies continental: conos de deyección y limos rojos.

La complejidad tectónica del área es bastante grande. En primer lugar se produjo una etapa de cabalgamiento dentro del Completo Alpujárride que se tradujo por la superposición de la unidad alóctona del Manto de Félix, sobre el edificio carbonatado de la unidad para-autóctona de Gádor y sobre este edificio se depositaron formaciones marinas del Mioceno. En una fase posterior que se desarrolló durante el Mioceno todo este complejo se fracturó en bloques mediante fallas normales, de salto generalmente importante, ordenadas en varias familias. Una dirección predominante es la N 70 E, conserva un cierto paralelismo con el actual borde de la Sierra, originando una serie de compartimentos dentro de la cuenca, destacando el horst de Guardias Viejas y el graben que ocupa todo el sector central del Campo. Estas fallas que forman el referido horst, pueden tener un papel destacable, en cuanto al origen del termalismo de los manantiales que nos ocupa y a su vez permiten su conexión en profundidad con la Sierra de Gádor y más concretamente con el sector NE (Aguadulce).

Tras esta etapa distensiva se produce la transgresión pliocena fosilizando el relieve anteriormente formado y la llanura de abrasión es afectada por fallas, diferenciando al menos tres generaciones; N 25 E ó N-S; E-O y N 70 O que sería la etapa de fracturación más reciente afectando a sedimentos marinos cuaternarios e incluso a los de deyección.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El Horst de Guardias Viejas, como parte integrante del Campo de Dalias, de alguna manera más o menos directa se relaciona con algunos de los principales acuíferos en que se ha clasificado dicho Sistema. En sentido amplio y con criterio más hidrogeológico que geográfico se considera como "Campo de Dalias" al dominio de los acuíferos existentes en la zona de llanura y el flanco meridional de la Sierra de Gádor vertiente a la misma, diferenciándose cinco acuíferos más importantes, aparte de otras unidades de menor entidad, en donde se ubica el horst de Guardias viejas.

En el sector Centro-Noroeste del Campo se diferencian dos acuíferos principales que se superponen en la llanura (el Acuífero Inferior Occidental y el Acuífero Superior Central). Además existen otros dos pequeños acuíferos, de exiguos recursos, que pueden adquirir cierto relieve por el papel que desempeñan en el funcionamiento hidrogeológico general de la zona, por ejemplo el Acuífero de la "Escama de Balsa Nueva" y el Acuífero del "Horst de Guardias Viejas".

En el sector Noreste del Campo, se diferencian tres acuíferos principales, el Inferior, Intermedio y Superior.

El Acuífero Inferior Occidental (A.I.O.).- Se trata de un acuífero fisurado constituido por las dolomias y calizas alpujárrides del "Manto de Gádor" correspondiente a una parte del flanco Suroeste de esta sierra y a su prolongación bajo el Campo a profundidades progresivamente crecientes, con espesores que alcanzan los 1.000 metros y a techo un paquete de calizas detritico-organógenas de hasta 100 metros de espesor. En la actualidad este acuífero se encuentra en situación cla-

ramente deficitaria, con niveles muy por debajo del nivel del mar.

El Acuífero Superior Central (A.S.C.).- Constituye un manto de carácter libre que ocupa una extensión de 225 km² en la zona Centro-Sur del Campo. Está formado por 100-150 m de calcarenitas y arenas pliocenas, las cuales se apoyan en las margas también pliocenas. Globalmente este acuífero se ha mantenido en situaciones de balance próximo a los de equilibrio, según se deduce del seguimiento de su evolución piezométrica.

El Acuífero Inferior del Sector NE (A.I.N.).- Está compuesto esencialmente por las dolomias del Manto de Gádor y por las calcarenitas miocenas a aquellas asociadas, funciona en régimen de carácter libre en un sector y confinado en otro. Debido a la profundidad que se encuentra el agua en la mayor parte de su extensión se ha reducido su explotación en el área de Aguadulce y El Aguila. Esta explotación ha provocado el correspondiente descenso piezométrico y con él una importante disminución del flujo de descarga al mar, además ha originado la intrusión de agua salada.

El Acuífero Intermedio NE (A.It.N.).- Está formado en primer lugar por los restos inconexos de calizas y dolomias fisuradas del "Manto de Felix" que, a modo de isleos, puede encontrarse sobre las correspondientes filitas del mismo y por el tramo poroso constituido por conglomerados, calizas detrítico-organógenas, areniscas, vulcanitas, etc. del Mioceno Superior que, a su vez, pueden estar recubiertas por materiales detríticos del Plioceno y/o Cuaternario. En la zona libre del mismo continua produciéndose un ligero descenso piezométrico anual.

El Acuífero Superior NE (A.S.N.).- Está constituido esencialmente por las formaciones marinas del Plioceno y del Cuaternario y por el Plio Cuaternario o Cuaternario Continental. Está separado del acuífero subyacente por las margas grises pliocenas, esto ocasiona que el acuífero en general de carácter libre se convierta localmente en multicapa.

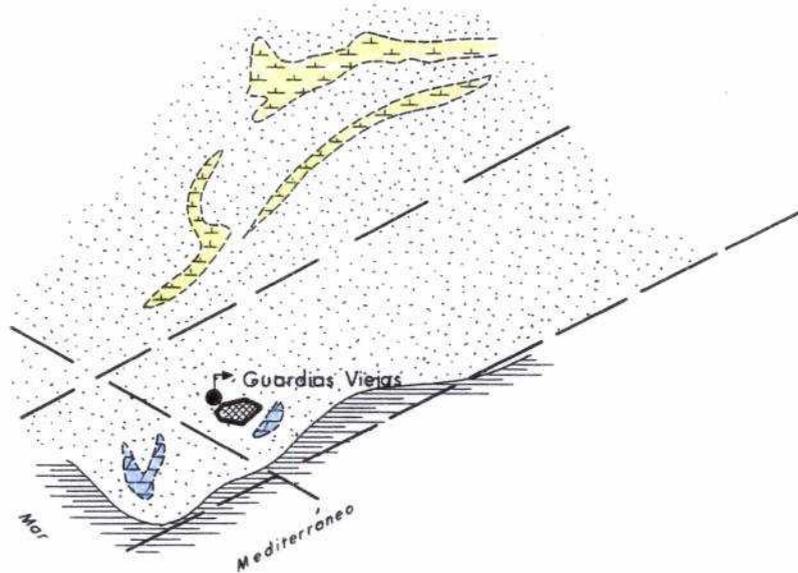
El Acuífero del Horst de Guardias Viejas

El horst de Guardias Viejas constituye la zona de mayor interés geotérmico del Campo de Dalias. Constituye un acuífero de carácter confinado bajo las margas pliocenas y está constituido por materiales porosos del Mioceno (calizas arrecifales, conglomerados, etc.) y eventualmente dolomías, pertenecientes probablemente al Manto Felix; parece enraizado en el área de El Aguila o en el Noroeste de la de El Viso, de donde se recargaría del A.I.N. o del A.It.N, descargándose por la zona de Guardias Viejas al mar, y hasta hace poco mediante un pequeño bombeo. También es probable una cierta descarga del mismo hacia el A.I.O. Su volúmen de "negocio" siempre muy limitado, ha tenido que disminuir como consecuencia del descenso del nivel en la zona de recarga. No existe ningún piezómetro sobre esta pequeña unidad y algunos sondeos que le han alcanzado, a parecer abandonados por empeoramiento en su calidad, captan también el A.S.C. que trasbasará un cierto caudal al horst a través de los mismos por diferencia de carga hidráulica. Tiene carácter termal y a pesar de la mezcla de aguas, se han medido más de 40° C de temperatura en el agua bombeada.

La anomalía geotérmica del horst de Guardias Viejas, puede tener su justificación en la explicación generalizada, de que existen áreas de mayor gradiente geotérmico que suelen coincidir con aquellas donde el sustrato se encuentra estruc-

BAÑOS DE GUARDIAS VIEJAS (EL EJIDO)

PLANO GEOLOGICO

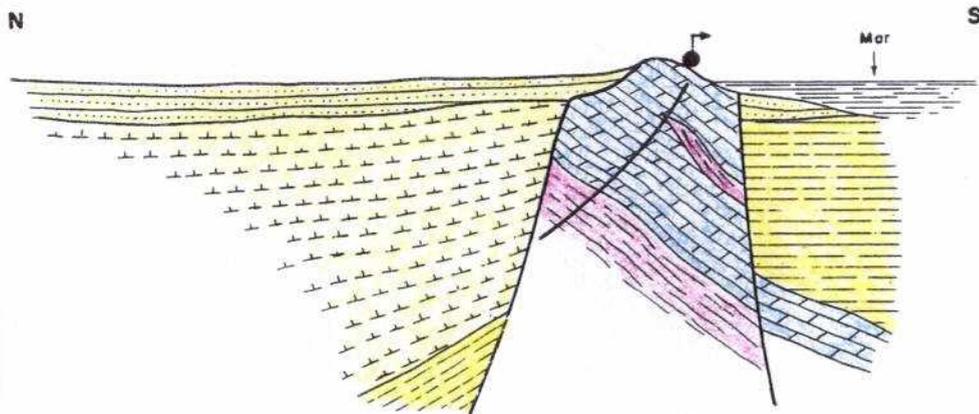


513,000

517,000

ESCALA 1:50.000

CORTE ESQUEMATICO



turalmente más elevado (mediante "horst" u otro tipo de accidente) y que generalmente están delimitados, en profundidad por fallas. Dichos gradientes anómalos podrían explicarse, en hipótesis, por la interconexión a través de dichas fallas, entre acuíferos del sustrato situados a distinta profundidad, y la circulación seguramente por convección, que se produciría en el plano o superficie de falla, permitiría la mezcla de los acuíferos con el consiguiente transporte de calor, desde el más profundo hasta el más superficial, el cual gracias a este aporte de calor foráneo y "extra" trasplantado permanentemente por la falla, y a una velocidad extraordinariamente rápida, impondría hacia arriba un flujo de calor y un gradiente superiores a los normales de la zona que le corresponderían para una profundidad determinada y relativamente pequeña.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

El diagrama de Schoeller-Berkaloff correspondiente a este manantial (fig. 1) pone de manifiesto, a través de los resultados analíticos de muestras analizadas por el ITGE en los años 88, 89 y el actual, que su rasgo más característico es la importante variación temporal de su composición, si bien se mantiene la naturaleza clorurada sódica del manantial.

Las razones de esta variabilidad pueden ser básicamente dos:

- a) El punto de muestreo corresponde a la mezcla de aguas provenientes de sendos tubos instalados en la surgencia, que aportan agua de diferente naturaleza, de las que no se conoce su composición individual.

b) Estudios anteriores han puesto de manifiesto una clara contaminación de origen marino en el manantial, cuya incidencia sobre el agua dependerá del desplazamiento en cada caso de la cuña de intrusión.

En estas circunstancias no cabe esperar pues resultados homogéneos. Así, los diagramas de saturación (fig. 2) no ofrecen en ningún caso situaciones de equilibrio. Sin embargo, la evidencia geológica de un almacén en las dolomias del Trias Alpujarride, se detecta a través de las relaciones $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3/\text{Ca} = 1,06$, y $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3/\text{Ca} + \text{Mg} = 0,99$.

Resulta importante destacar que la problemática de nitratos del Campo de Dalías tiene reflejo en este manantial, con un contenido de NO_3 de 99 mg/l, evidentemente ajeno a la influencia marina.

En lo que respecta al análisis de gases, la composición de la muestra -nitrogenada y con un importante contenido de oxígeno-, pone en evidencia una clara influencia de aire de origen atmosférico, presumiblemente presente en el agua de infiltración. El tiempo de residencia de esta última sería en consecuencia corto, puesto que la concentración de O_2 se mantiene elevada (escasa reducción), y el contenido de especies de origen endógeno tales como CH_4 , H_2 y He es bajo. Si bien son necesarios los datos isotópicos, estos resultados apuntan a una componente de aguas de origen somero, hipótesis coherente con la fuerte presencia de nitratos en el manantial.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El área de protección que se propone para Los Baños de Guardias Viejas, responde a un criterio exclusivamente tectónico. Como se ha indicado en el texto, el manantial ligado a

ANALISIS QUIMICO

*
DENOMINACION: BAÑOS DE GUARDIAS VIEJAS
FECHA : *

TEMPERATURA (°C): 28.2 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 2470
pH a 28°C: 7.92 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 458
pH a 18°C: 8.40 Eh campo (mV): 185

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	261.00	4.278	4.278	18.02
CO3=	15.00	.250	.500	2.11
SO4=	207.00	2.155	4.310	18.15
Cl-	463.00	13.061	13.061	55.01
F-	1.200	.063	.063	.27
NO3-	95.00	1.532	1.532	6.45
SiO2(H4SiO4)	15.7	.261	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
TOTAL....	1057.910	21.601	23.744	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	317.00	13.790	13.790	55.32
K+	77.00	1.969	1.969	7.90
Ca++	90.00	2.246	4.491	18.02
Mg++	56.00	2.303	4.607	18.48
Fe++	.050	.001	.002	.01
Li+	.08	.012	.012	.05
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.22
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.011	0.000	0.000	0.00
Pb	.1	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	540.831	20.341	24.929	

FORMULA ANIONICA : Cl- >CO3+=HCO3- >SO4= >NO3-
FORMULA CATIONICA: Na+ >Mg++ >Ca++ >K+

CLASIFICACION: CLORURADA -- SODICA

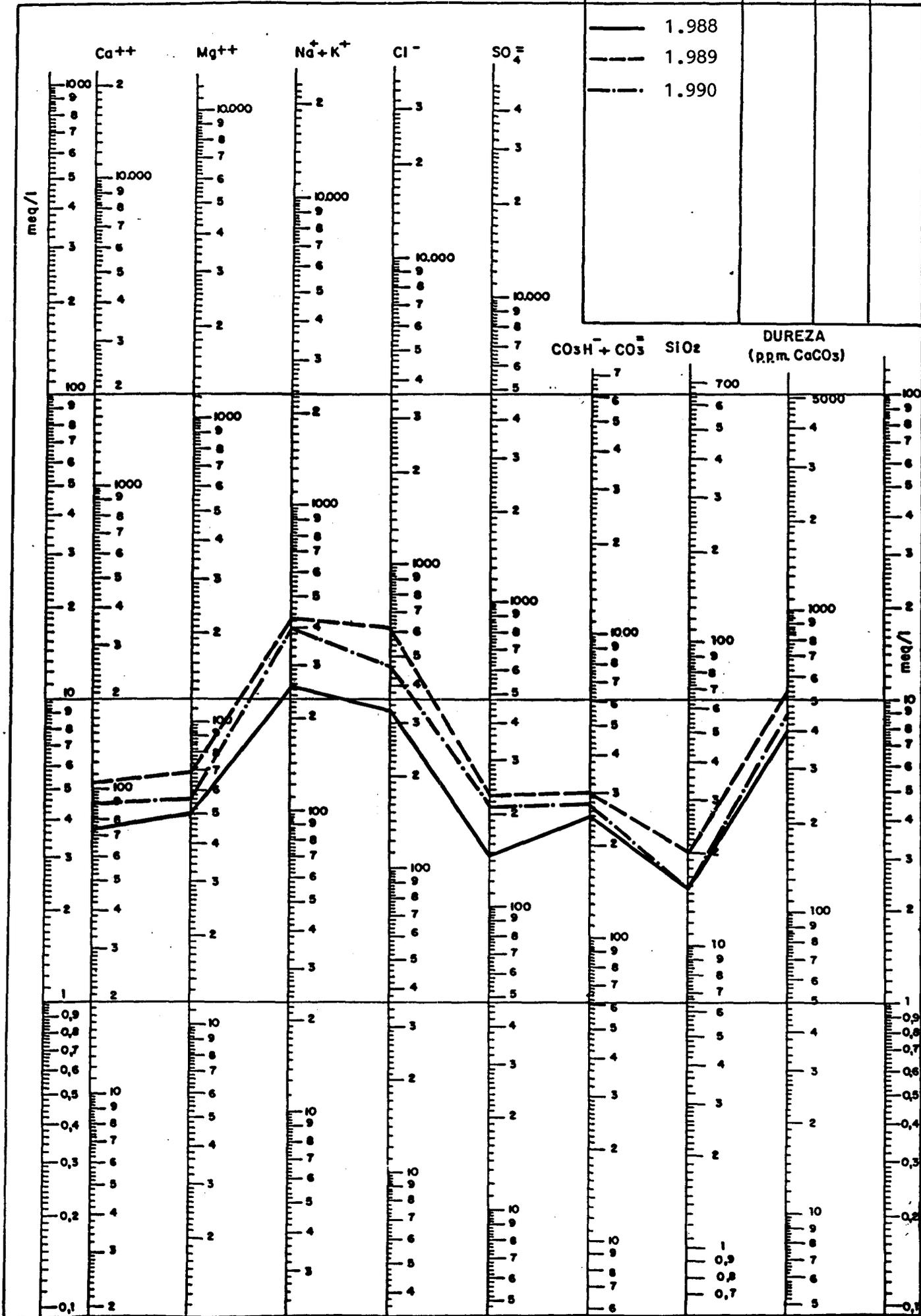
(CO3H+CO3)/Ca =	1.064	Cl/Na =	.947	(SO4*Ca)^1/2 =	4.399
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.525	Cl/(Na+K) =	.829	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.858
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	4.348	SO4/Ca =	.960	Mg/Ca =	1.026
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.999	SO4/(Ca+Mg) =	.474	Cl/CO3H =	3.053

ARCHIVO EN DISCO: MMAB (AMA1-08)

	ppm
R.S. 110°C	1.840
D.Q.O.	1,6
P2O5	0,25
CN-	-
Cd	0,002
Cr	0,025
As	-
Se	-
Hg	-

FIG. 1. - BAÑOS DE GUARDIAS VIEJAS

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—	1.988		
- - -	1.989		
- · - ·	1.990		



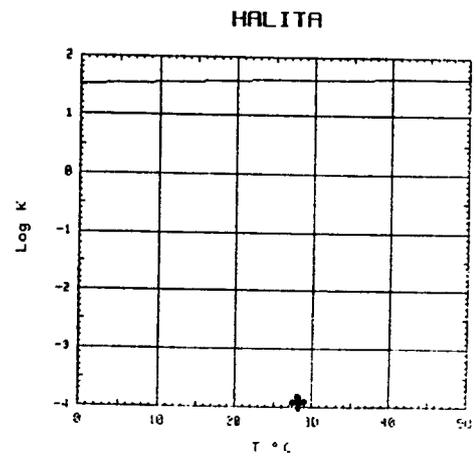
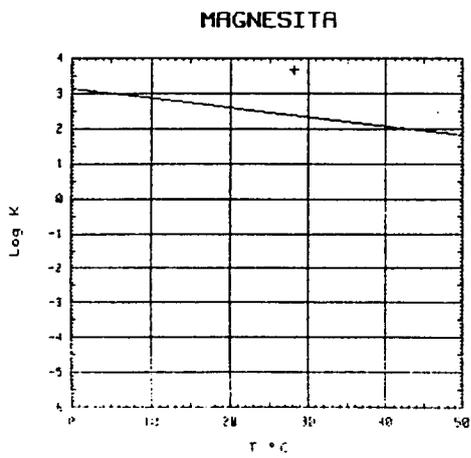
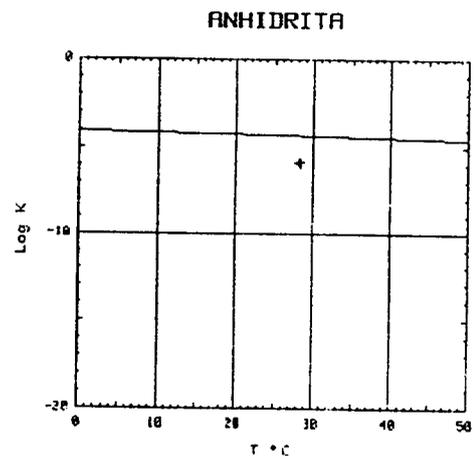
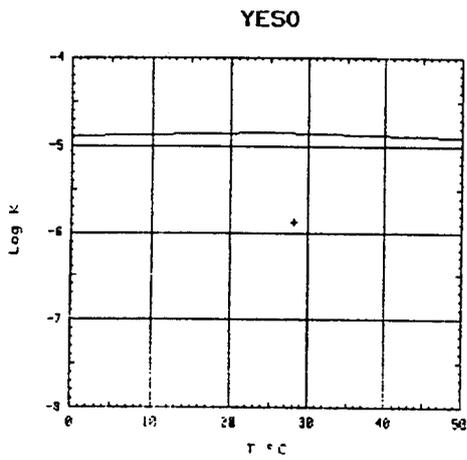
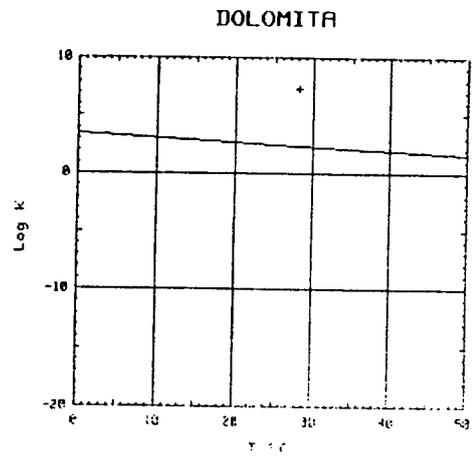
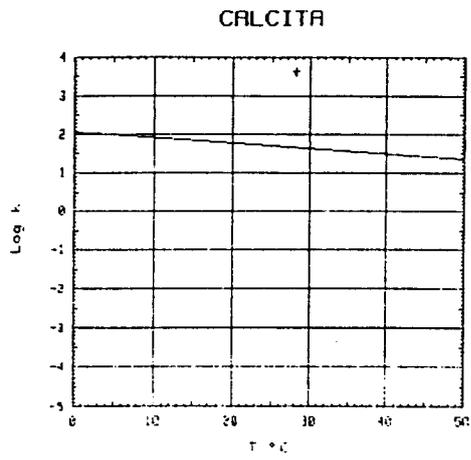


FIG. 2 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRA BAÑOS DE GUARDIAS VIEJAS

ANALISIS DE GASES

MANANTIAL
 DENOMINACION: GUARDIAS VIEJAS
 ALICUOTA:
 FECHA:

TEMPERATURA (°C):
 CAUDAL (l/s):

GASES	% VOL	% PESO	gr/l	P (atm) GAS (C.N.)
CO2	.5300	.8123	1.043E-02	5.300E-03
CH4	<.001	.0013	1.609E-05	1.000E-05
H2	<.001	.0001	9.000E-07	1.000E-05
N2	82.0000	79.8861	1.026E+00	8.200E-01
O2	17.3000	19.3001	2.478E-01	1.730E-01
He	.0012	.0002	2.144E-06	1.200E-05
H2S	-	-	-	-
SO2	-	-	-	-
CO	-	-	-	-
HCl	-	-	-	-

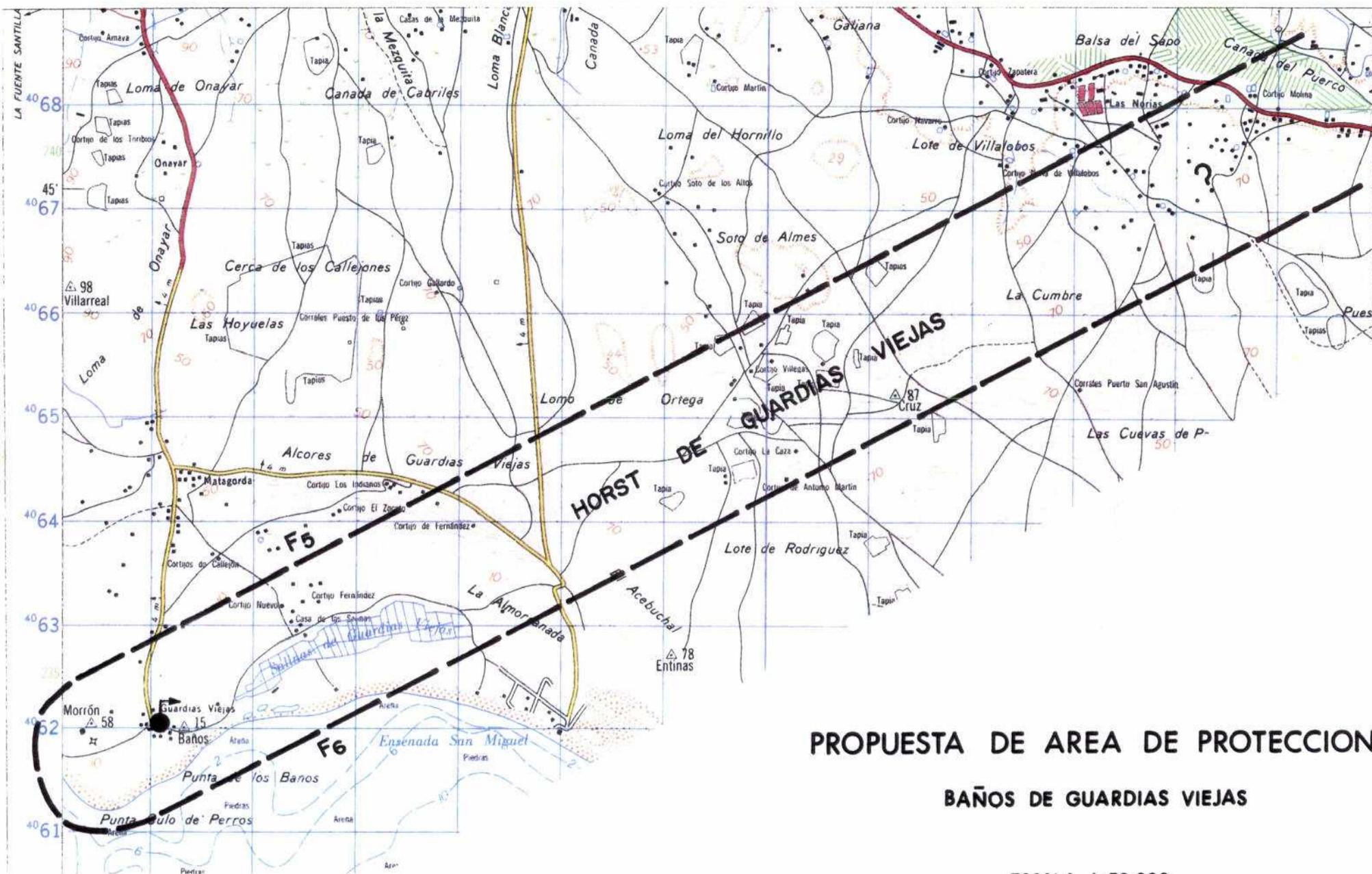
PESO ESPECIFICO (g/dm³): 1.2838

ARCHIVO EN DISCO: AL1

los pequeños afloramientos dolomíticos, pertenecen a una estructura levantada, limitada por dos fallas de dirección N70E, origen del termalismo del manantial y que probablemente lleguen a enraizarse hacia el NE, con los acuíferos de este sector del Campo (Gangosa, Viso, etc.).

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- "ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL CAMPO DE DALIAS". IGME-ENADIMSA. 1982
- "SINTESIS HIDROGEOLOGICA DEL CAMPO DE DALIAS". Propuesta de primeras actuaciones de Investigación y Gestión. ITGE. 1989.
- "SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA PROVINCIA DE ALMERIA". IGME-ENADIMSA (inédita). 1987.
- "MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA DE ROQUETAS DE MAR (1058)" a 1:50.000 MAGNA - IGME.
- "PROSPECCION GEOTERMICA DE LA DEPRESION DE ALMERIA". IGME - ENADIMSA. 1983.



**PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION
BAÑOS DE GUARDIAS VIEJAS**

ESCALA 1: 50.000

LA FUENTE DEL NOGAL (ILLAR)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

La Fuente del Nogal se encuentra situada en la vertiente Nororiental de Sierra de Gádor dentro del término municipal de Illar y a una cota topográfica de 1.100 m.s.n.m. en el paraje del Tajo de la Higuera (Cortijo de las Piletas). El barranco de las Piletas recorre este sector, vertiendo sus aguas ocasionales al río Andarax por su margen derecha.

Se ubica dentro de la hoja topográfica nº 22-43 (ALHAMA de ALMERIA) a escala 1:50.000 con coordenadas U.T.M. X = 530550 e Y = 4089600.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

No se conocen datos anteriores de este punto y se ha incluido en la relación actual de aguas minero-medicinales y de bebidas envasadas, porque se está utilizando como agua envasada. Los actuales propietarios presentaron Solicitud de declaración de agua mineral y fue publicada en el B.O.E. de 20 de junio de 1980 y en el B.O.P. de 17 de noviembre del mismo año.

Posteriormente existe un informe favorable de la Sección de Minas de Almería, en Agosto de 1981. En 1987 el Ayuntamiento de Illar precinta el manantial y en Febrero de 1990

existe un fallo favorable para los actuales propietarios. Hasta la clausura se envasaba en garrafas de plástico de 20 l, sin precinto y con etiqueta de la Dirección General de Sanidad de la Junta de Andalucía, con el nombre del manantial y análisis del agua y se comercializaba en Almería capital. Tienen instalaciones preparadas (pero no montadas) para el envasado en botellas de 5, 0,5 y 0,25 litros.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El Complejo Alpujarride, dominio estructural que predomina en el entorno del estudio, comprende dos unidades tectónicas superpuestas: el Manto de Gádor como Unidad Inferior y el Manto de Félix como Unidad Superior.

La base del Manto de Gádor aflora únicamente en la vertiente Sur de Sierra de Gádor y está formada por filitas y cuarcitas de edad permotriásica, de un espesor en afloramiento de unos 150 m y de naturaleza poco permeable. A continuación y de abajo a arriba se disponen calcosquistos de unos 150-200 m de espesor, dolomías y calizas que cubren extensas áreas en Sierra de Gádor, de unos 500-600 m de potencia.

El Manto de Félix aflora principalmente en el sector oriental de Sierra de Gádor, tanto en la vertiente Norte, área de Alhama de Almería, y mucho más desarrollado en la vertiente Sur, área de Enix y Félix. Consta de una base de micasquistos paleozóicos, sobre los que se disponen filitas, cuarcitas y argilitas de tonos azulados y rojizos con espesores variables que pueden llegar hasta los 200 metros. Coronando la serie un paquete carbonatado (dolomías y calizas) de 60 a 100 m de espesor y edad triásica.

Discordantemente sobre los materiales triásicos de Sierra de Gádor, existen unas calcarenitas conglomeráticas miocenas en afloramientos a modo de retazos y desconectados unos de otros. Se trata de calizas arenosas fosilíferas con espesores que pueden alcanzar los 100 metros.

La estructura general del macizo es de tipo anticlinorio, de dirección Oeste-Suroeste a Este-Noreste, incurvado hacia el Sureste. Después de unas fases de deformación, los dos mantos alpujárrides, así como la mayor parte de los depósitos postmanto, han sido afectados por fallas normales, cuya dirección más importante es la Noroeste-Sureste, fallas de este tipo limitan la Sierra con las depresiones del Andarax y de Almería.

El límite de la Sierra de Gádor con la depresión del Andarax está constituido por una falla de desgarre que desplazó relativamente el bloque hundido hacia el Sureste resaltando la trascendencia que este accidente puede tener desde el punto de vista hidrogeológico.

En el sector de Alhama de Almería, la Sierra de Gádor presenta unas zonas hundidas, cubiertas por la Unidad Alpujárride Superior con considerables afloramientos de filitas y monteras de carbonatos, en contactos cabalgantes que aproximadamente tienen una dirección Este-Oeste, siguiendo el Valle del río Andarax, y una posterior tectónica de fallas normales, condicionan una serie de bloques de todo el edificio alpujárride, que va a influir de una manera muy directa en el comportamiento hidrogeológico del sector.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Las calizas y dolomías de la Sierra de Gádor, constituyen un acuífero de excepcional importancia debido a sus propiedades hidrodinámicas que conllevan un grado de fracturación y brechificación, junto a la tectónica profunda en el edificio Alpujárride.

En la zona alta de la Sierra, existe un grupo de manantiales ligados a bloques carbonatados independientes y aislados unos de otros, con un sustrato impermeable bien por contacto cabalgante, o pequeñas fallas inversas.

La alimentación de estos bloques es principalmente por la infiltración de lluvia sobre el mismo afloramiento o por la infiltración de la escasa escorrentía superficial de los barrancos que los atraviesa, y las salidas se producen por los manantiales o galerías, estableciendo un régimen natural. Los caudales no suelen pasar de los 1-3 l/s, siendo el caudal más frecuente entre 0,5-1 l/s.

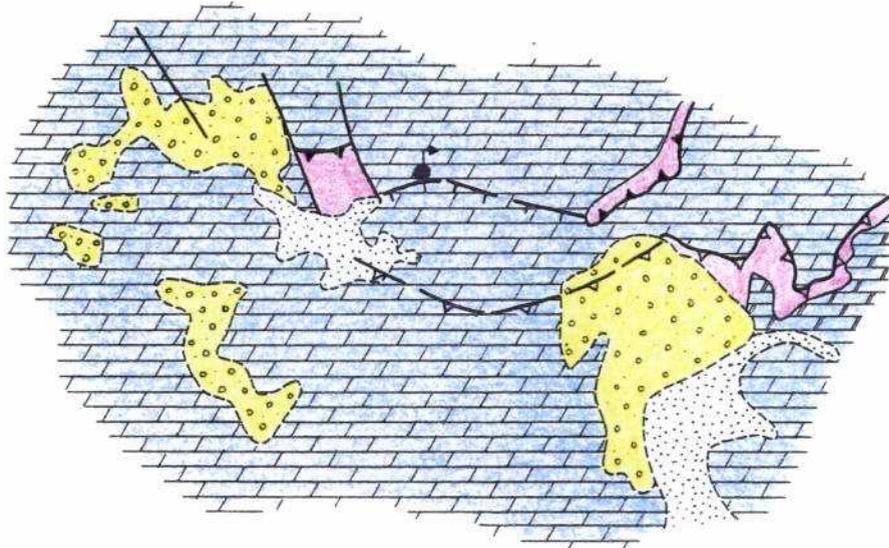
Fuente del Nogal drena uno de estos bloques compuestos por dolomías triásicas y calcarenitas miocenas de "montera", con sustrato filítico. Su caudal es inferior a 0,5 l/s.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

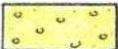
Se trata de agua de mineralización muy baja (297 μ S/cm), de naturaleza bicarbonatada cálcica. Los diagramas de saturación (fig. 1) evidencian con claridad que el equilibrio se alcanza en medio carbonatado -calcita y dolomita-, sin que existan indicios de la influencia de otro tipo de materiales (subsaturación en yeso, anhidrita y magnesita). Estos resul-

FUENTE DEL NOGAL (ILLAR)

PLANO GEOLOGICO



COMPLEJO ALPUJARRIDE UNIDAD DE FELIX

-  Indiferenciado ... CUATERNARIO
-  Conglomerados ... MIOCENO

-  Dolomias ... TRIAS
-  Filitas ... PERMOTRIAS
- UNIDAD DE GADOR
-  Dolomias ... TRIAS

527.000

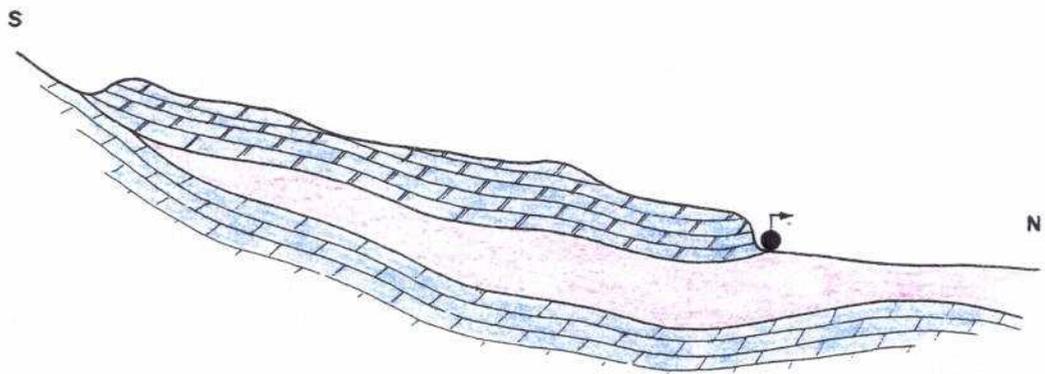
532.000

ESCALA 1:50.000

4.091.000

4.086.000

CORTE ESQUEMATICO



tados son coherentes con la naturaleza calizo-dolomítica de la formación acuífera que da origen al manantial.

La débil mineralización del agua, temperatura (15,1°C) y potencial redox (+179 mV) son, entre otros, indicios de una circulación probablemente somera del agua, y/o de un circuito kárstico de elevada transmisividad.

Los únicos datos analíticos disponibles para evaluar la evolución temporal del agua corresponden a un análisis del laboratorio de la Dirección de Salud de Almería, realizado en 1985. A los efectos de este estudio las determinaciones resultan insuficientes; no obstante los datos se han representado sobre un diagrama de Schoeller-Berkaloff (fig. 2), a fin de comparar los escasos parámetros disponibles, resultando que para estos últimos sólo se detectan ligeras variaciones.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el manantial de El Nogal que vendría condicionada en primer lugar a la superficie de afloramiento carbonatado y en segundo lugar a la distribución y morfología de los cursos de agua superficial que incidieran de una forma prioritaria en la alimentación del manantial.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- "ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL CAMPO DE DALIAS". ITGE-ENADIMSA. 1982.
- "SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA PROVINCIA DE ALMERIA". ITGE-ENADIMSA. 1987 (inérita).

ANÁLISIS QUÍMICO

DENOMINACION: FUENTE DEL NOGAL
 FECHA:

TEMPERATURA (°C): 19.1 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 297
 pH a 15°C: 7.77 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 182
 pH a 18°C: 7.80 En campo (mV): 179

ANIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	167.00	2.737	2.737	84.21
CO3=	-	-	-	-
SO4=	8.00	.083	.167	5.12
Cl-	9.00	.254	.254	7.81
F-	<5.0E-1	.026	.026	.81
NO3-	4.00	.065	.065	1.99
SiO2(H4SiO4)	6.6	.110	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	.050	.001	.002	.05
TOTAL....	195.160	3.276	3.250	

CATIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
Na+	3.00	.131	.131	3.41
K+	-	-	-	-
Ca++	53.00	1.322	2.645	69.06
Mg++	12.00	.494	.987	25.78
Fe++	.010	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.19
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.45
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.04
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.04
TOTAL....	68.685	1.975	3.829	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >Cl- >SO4= >NO3-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA --- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.035	Cl/Na =	1.946	(SO4*Ca) ^{1/2} =	.664
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.754	Cl/(Na+K) =	1.946	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.152
((CO3H)+2*Ca) ^{1/3} =	2.706	SO4/Ca =	.063	Mg/Ca =	.373
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.800	SO4/(Ca+Mg) =	.046	Cl/CO3H =	.093

ARCHIVO EN DISCO: MMA15 (AMA1-15)

	ppm
R.S. 110°C	180
D.Q.O.	0,5
CN ⁻	0
Cd	0
Cr	0,017
As	0
Se	0
Hg	0

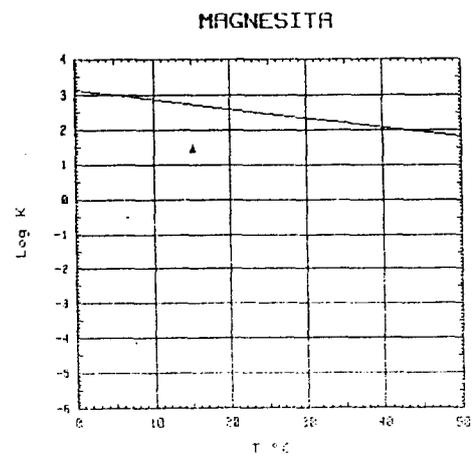
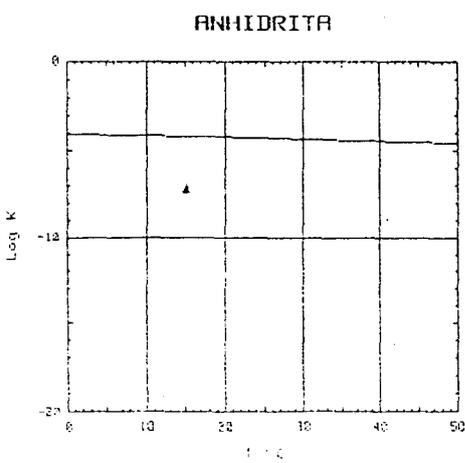
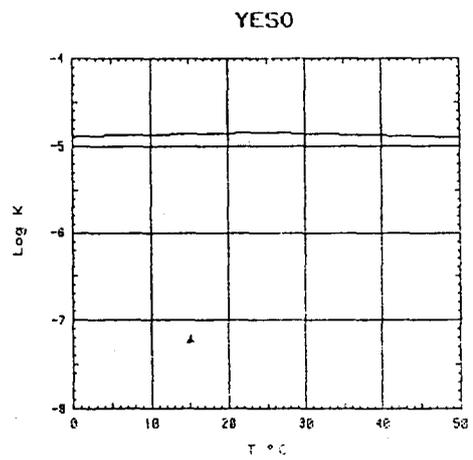
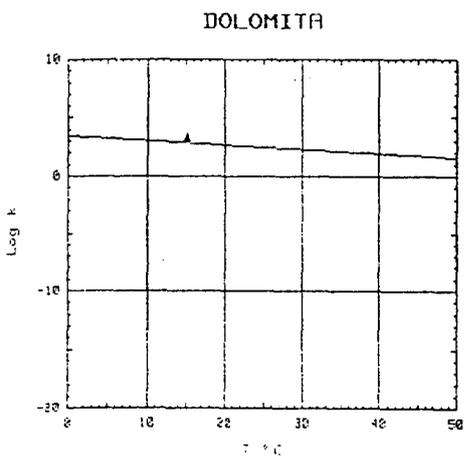
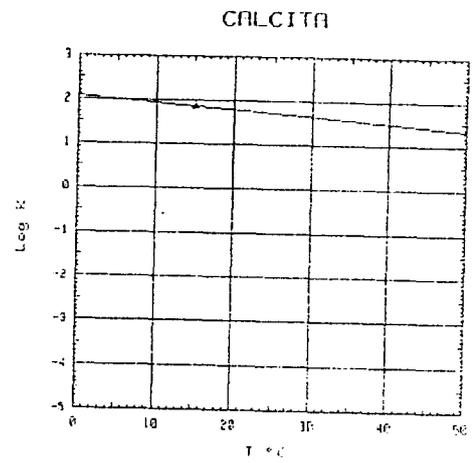
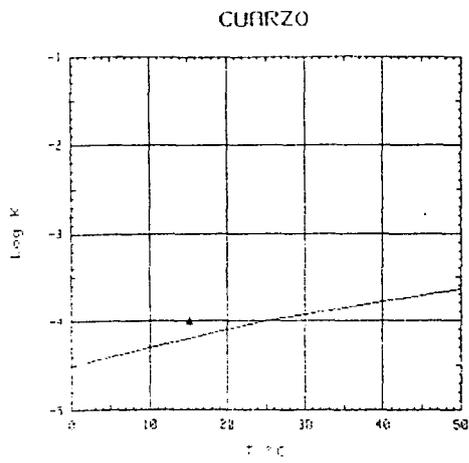
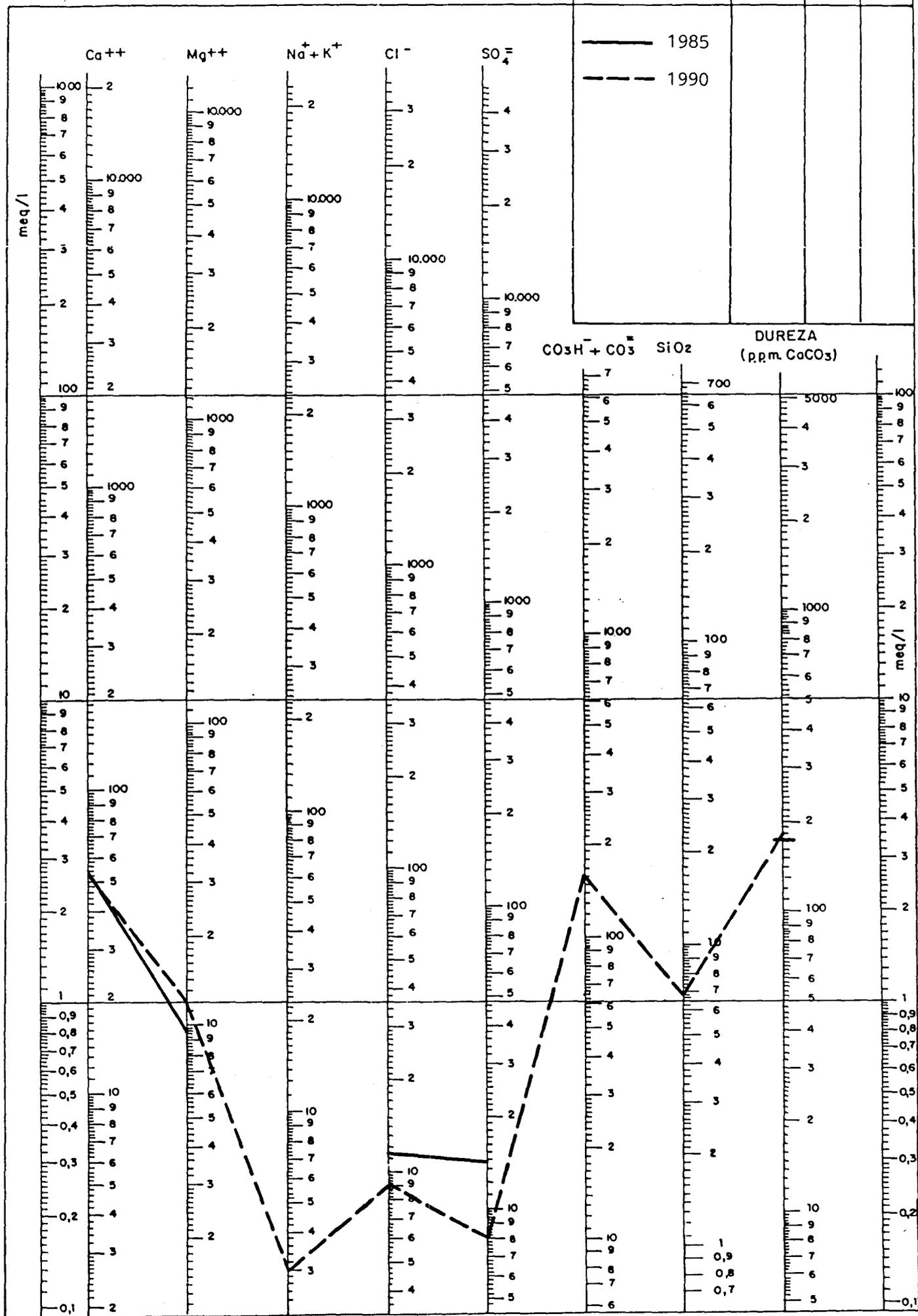


FIG. 1 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRA FUENTE DEL NOGAL

FIG. 2 .- FUENTE DEL NOGAL (ILLAR)

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
- - -			

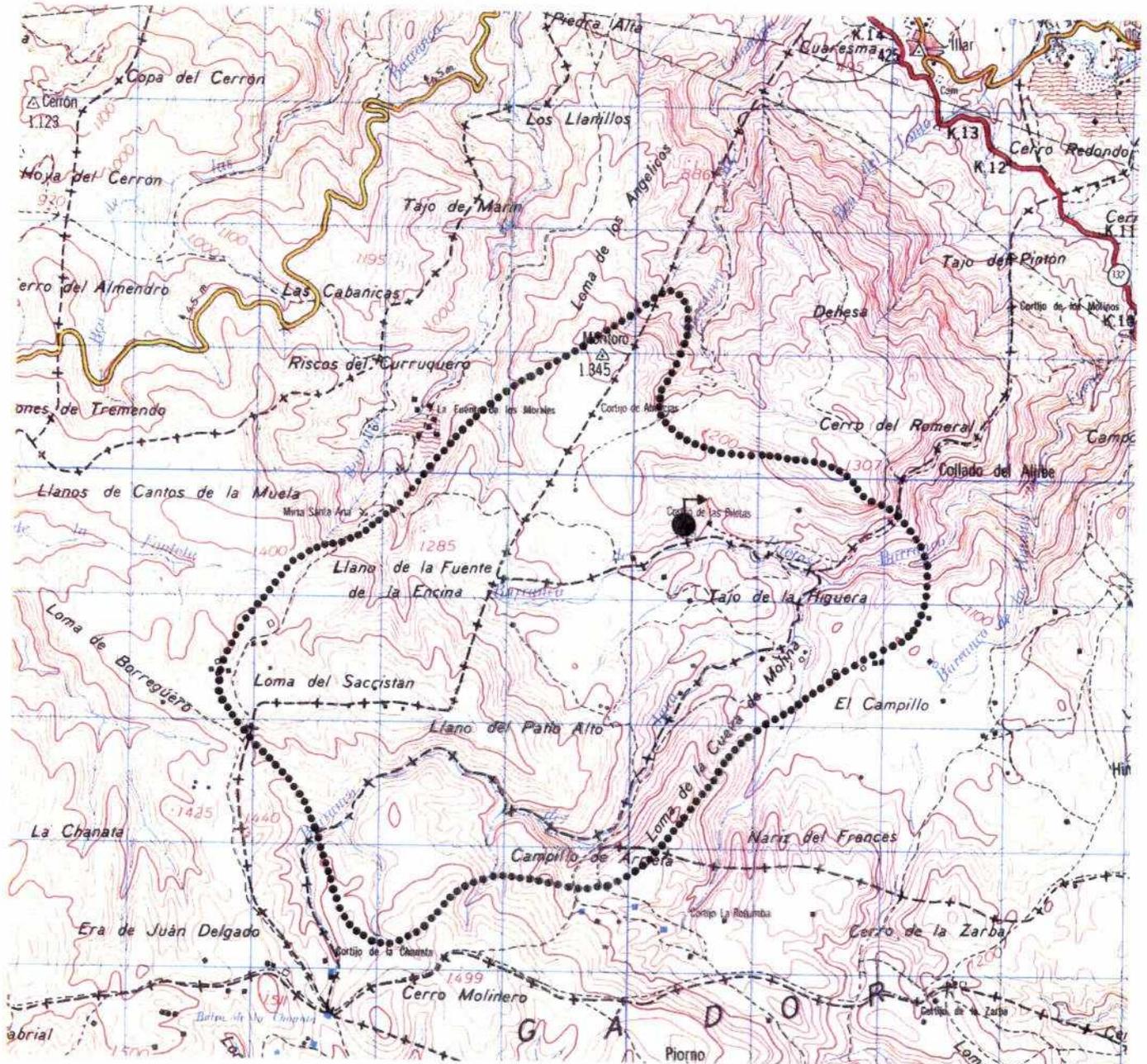


- "MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA Nº 2243 (ALHAMA DE ALMERIA)",
1:50.000. MAGNA. ITGE.

- "EXPEDIENTE DE SOLICITUD DE DECLARACION DE AGUA MINERAL".
Sección de Minas de Almería. Junta de Andalucía.

PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

FUENTE DEL NOGAL (ILLAR)



ESCALA - 1:50.000

MANANTIAL DE LA POSNILLA (BENTARIQUE)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de La Posnilla se encuentra situado en el borde Norte de Sierra de Gádor, en la margen derecha del río Andarax próximo al cauce del mismo río, dentro del término municipal de Bentarique, del que dista apenas 1 Km del núcleo urbano. Se ubica dentro de la hoja topográfica nº 22-43 (ALHAMA DE ALMERÍA) a escala 1:50.000, con coordenadas U.T.M. X = 533320 e Y = 4093510.

El manantial aflora a una cota de 320 m.s.n.m. y surge en el centro de una balsa de forma aproximadamente rectangular de unos 50 m² de superficie.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Este punto aparece, por primera vez, clasificado como agua minero-medicinal en la relación del Instituto Geológico y Minero de España de 1913 en los Baños de Bentarique y clasificado como agua sulfatada. Posteriormente se incluye en la relación de 1947 y 1986 del mismo Instituto.

Actualmente se utiliza sólo para riego y uso doméstico, aunque se conoce en otros tiempos su aplicación en baños de uso tópico. Su temperatura en superficie es de 16°C, aun-

que posiblemente sea algo mayor, ya que no se puede medir directamente en su afloramiento.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico, el manantial de La Posnilla se sitúa en el llamado sinclinal o fosa del Alto Andarax-Tabernas-Sorbas, limitado al Sur por el anticlinorio de Sierra de Gádor y al Norte por el anticlinorio de Sierra Nevada. Dicha cuenca está atravesada por una importante falla de desgarre denominada Falla de Alhama-Illar-El Alquían (N 110 E) en torno a la cual se alinean una serie de puntos termales, perteneciendo a este grupo La Posnilla.

En una panorámica general de la estructura del área del entorno, cabe hacer una división fundamental entre los terrenos del sustrato y los terrenos de fosa o cobertera. Respecto a la estructura del sustrato cabe decir que está compuesto por dos complejos tectónicos fundamentales: Nevado-Filábride y Alpujárride, constituyendo el primero el autóctono relativo del segundo. El Complejo Alpujárride se encuentra desdoblado a su vez en dos unidades con diferente posición espacial (tanto vertical como horizontalmente): Unidad de Gádor (Alpujárride Inferior) y Unidad de Félix (Alpujárride Superior). Respecto a los terrenos de fosa o cobertera, que ocupan principalmente las áreas deprimidas (Alto y Bajo Andarax, Campo de Tabernas-Sorbas, etc.) son plenamente autóctonos y han sido afectados solamente por una fase compresiva reciente (Cuaternario) aparte de la amplia etapa distensiva que dió lugar y condicionó más tarde el depósito de todos ellos.

Las series estratigráficas de los diferentes complejos antes mencionados vienen definidas por materiales de muy di-

versa composición, estructura y comportamiento hidráulico. El Complejo Nevado-Filábride está constituido (mayor de 5.000 metros) por potentes paquetes de micasquistos y cuarcitas de edad paleozóica, y a su techo por niveles de mármoles y micasquistos triásicos, con espesores hasta de 100 metros, forman todo el conjunto de Sierra Nevada. El Complejo Alpujárride cabalgando sobre el Nevado Filábride, aflora en la mayor parte de la vertiente Norte de Sierra de Gádor. En el manto de Gádor o Unidad Inferior se distingue una serie filítica en su base de edad triásica de un espesor en afloramiento de unos 150 m. A continuación y de abajo a arriba se disponen calcoesquistos de unos 150 metros de espesor, dolomías y calizas que cubren extensas áreas de Sierra de Gádor (de unos 500-600 metros de potencia) y en los afloramientos alpujárrides de Sierra Nevada (mucho más delgados). El Manto de Félix que aflora principalmente en el sector de Alhama, consta de una base de micasquistos paleozoicos, sobre los que se disponen filitas y cuarcitas con un espesor de 200 m en afloramiento, y corona la serie un paquete carbonatado de 60-100 metros de espesor y edad triásica.

Los sedimentos neógenos mejor representados en el área del manantial corresponden a la formación margosa "profunda" del Mioceno Superior. Se trata de una serie muy potente de margas con intercalaciones arenosas que ocupa el Valle del río Andarax, llegando en la parte más oriental (Alhama) a tener potencias de 500 y 600 metros. Presenta caracteres de una serie profunda en las que entre las margas gris azuladas que predominan con mucho se intercalan areniscas turbidíticas coincidiendo con la máxima subsidencia de la cuenca.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Las principales rocas susceptibles de formar acuíferos

(rocas almacén) pertenecen al Trías Medio-Superior, y al Neógeno (bien en rocas de tipo carbonatado o de tipo detrítico).

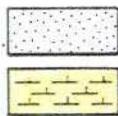
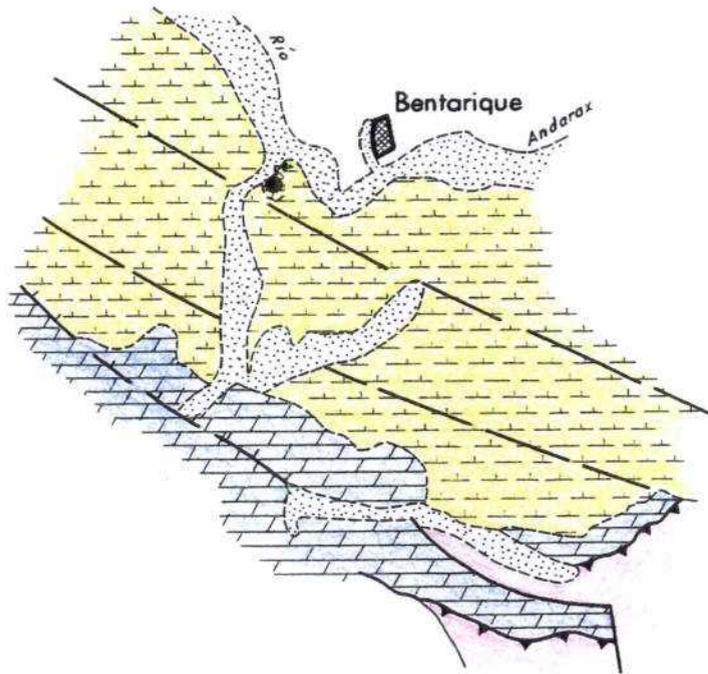
En el Trías Medio-Superior, predominan los mármoles (Nevado-Filábride) o bien las dolomías y calizas (Alpujárrides) constituyendo en ambos dominios los mejores almacenes de la zona de estudio. En los terrenos de Fosa, sólo cabe destacar como posibles almacenes, el conglomerado y calcarenistas de base del Mioceno, calcarenitas del Plioceno y depósitos aluviales.

Las rocas-sello presentes en la zona de estudio consisten bien en formaciones de esquistos y/o filitas del Alpujárride (cuando se trata de almacenes en el substrato Nevado-Filábrides, o en el Alpujárride) o bien en potentes formaciones de margas, principalmente del Mioceno a menudo con intercalaciones de calizas y/o areniscas en bancos lo suficientemente delgados y separados entre sí, como para mantener el carácter impermeable del conjunto de la formación.

El manantial de La Posnilla se incluye dentro del grupo de puntos termales relacionados con la importante Falla de Alhama-Illar-El Alquián. Existe, prácticamente siempre, una correlación entre la presencia de manifestaciones termales y la de accidentes tectónicos generalmente de gran magnitud. La longitud mínima del accidente es del orden de 30-40 Kms y lo más probable es que no se trate de una sola superficie de falla si no de una "zona de falla" con varios accidentes, dispuestos en relevo y más o menos paralelos, dentro de una franja más o menos estrecha y que desde el punto de vista hidrogeotérmico originaría una división tectónica de la estructura del substrato en dos "provincias tectónicas" diferentes: oriental y occidental, justamente a un lado y a otro de dicho accidente, que se denominarán Provincia Geotérmica

LA POSNILLA (BENTARIQUE)

PLANO GEOLOGICO



Indiferenciado...CUATERNARIO

Margas... MIOCENO

COMPLEJO ALPUJARRIDE

UNIDAD DE FELIX



Filitas... PERMOTRIAS

UNIDAD DE GADOR



Dolomias... TRIAS

531.000

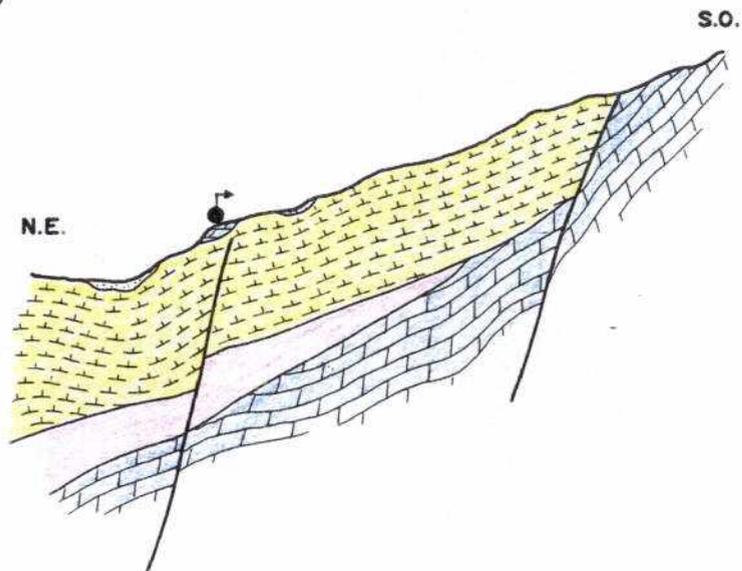
536.000

ESCALA 1:50.000

4.094.000

4.089.000

CORTE ESQUEMATICO



Occidental -Dominio de la Unidad de- Gádor, y Provincia Geotérmica Oriental o Dominio del Nevado-Filábride.

La Provincia Geotérmica Occidental se caracteriza por la presencia preponderante del Sistema de la Unidad de Gádor que constituiría el acuífero más profundo, lógicamente existen importantes desconexiones y umbrales hidrogeológicos entre los diversos sectores de la Unidad de Gádor.

La estructura, a grosso modo, es la de un gran anticlinorio constituido por la Sierra de Gádor donde se alberga un acuífero libre fundamentalmente de aguas frías, salvo en el área falla de Alhama-Illar, al Norte, donde el acuífero se encuentra confinado bajo las margas miocenas permitiendo la circulación de agua desde el zócalo situado a distinta profundidad, según los sectores, hasta la superficie a través de la zona de fractura, donde el manantial de La Posnilla es un ejemplo, y representa el afloramiento más occidental del grupo de manantiales ligados a esta zona de fractura. Posiblemente debido a la temperatura relativamente baja que mantiene este manantial, implique un corto recorrido del agua, estando relativamente próximo el sustrato.

El manantial aflora dentro de la serie fleysch miocena, sobre un travertino de pequeñas dimensiones originado por la propia surgencia, relacionado con la zona de fractura ya indicada. El caudal del manantial es de 0,5 l/s y en la base del travertino existe un pequeño manantial de 10-12 l/min.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de naturaleza sulfatada-bicarbonatada magnésica (bicarbonatada magnésica considerando los HCO_3^- de laboratorio). El valor de pH en campo es de 7,5, mientras que la

ANALISIS QUIMICO

*
DENOMINACION: LA POSNILLA (BENTARIQUE)
FECHA : *

TEMPERATURA (°C): 16.0 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 772
pH a 16°C: 7.50 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 358
pH a 18°C: 8.30 Eh campo (mV): 34

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
HCO3--	300.00 (laboratorio)	4.917	4.917	54.81
CO3=	10.00	.167	.333	3.72
SO4=	148.00	1.541	3.081	34.35
Cl-	20.00	.564	.564	6.29
F-	.800	.042	.042	.47
NO3--	2.00	.032	.032	.36
SiO2 (H4SiO4)	17.4	.290	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
TOTAL....	498.210	7.553	8.970	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
Na+	16.00	.696	.696	8.76
K+	3.00	.077	.077	.97
Ca++	60.00	1.497	2.994	37.67
Mg++	50.00	2.057	4.113	51.75
Fe++	.030	.001	.001	.01
Li+	.05	.007	.007	.09
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.70
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.008	0.000	0.000	0.00
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	129.736	4.355	7.948	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >SO4= >Cl- >F-
FORMULA CATIONICA: Mg++ >Ca++ >Na+ >K+

CLASIFICACION: BICARBONATADA --- MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.754	Cl/Na =	.811	(SO4*Ca)^1/2 =	3.037
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.739	Cl/(Na+K) =	.730	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.968
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	4.168	SO4/Ca =	1.029	Mg/Ca =	1.374
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.172	SO4/(Ca+Mg) =	.434	Cl/CO3H =	.115

ARCHIVO EN DISCO: MMA7 (AMA1-07)

	ppm
R.S. 110°C	598
D.Q.O.	1
P2O5	0,03
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,012
As	-
Se	-
Hg	-

ANALISIS QUIMICO

*
DENOMINACION: LA POSNILLA (BENTARIQUE)
FECHA : *

TEMPERATURA (°C): 16.0 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 772
pH a 16°C: 7.50 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 358
pH a 18°C: 8.30 Eh campo (mV): 34

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	169.50 (campo)	2.778	2.778	42.75
CO3=	0.00	0.000	0.000	0.00
SO4=	148.00	1.541	3.081	47.42
Cl-	20.00	.564	.564	8.68
F-	.800	.042	.042	.65
NO3-	2.00	.032	.032	.50
SiO2 (H4SiO4)	17.4	.290	-	-
E	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
TOTAL....	357.710	5.247	6.498	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	16.00	.696	.696	8.76
K+	3.00	.077	.077	.97
Ca++	60.00	1.497	2.994	37.67
Mg++	50.00	2.057	4.113	51.75
Fe++	.030	.001	.001	.01
Li+	.05	.007	.007	.09
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.70
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.008	0.000	0.000	0.00
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	129.736	4.355	7.948	

FORMULA ANIONICA : SO4= >CO3=+HCO3- >Cl- >F-
FORMULA CATIONICA: Mg++ >Ca++ >Na+ >K+

CLASIFICACION: SULFATADA BICARBONATADA -- MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.928	Cl/Na =	.811	(SO4*Ca)^1/2 =	3.037
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.391	Cl/(Na+K) =	.730	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.968
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	2.848	SO4/Ca =	1.029	Mg/Ca =	1.374
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.824	SO4/(Ca+Mg) =	.434	Cl/CO3H =	.203

ARCHIVO EN DISCO: Z1(AMA1-07)

	ppm
R.S. 110°C	598
D.Q.O.	1
P2O5	0,03
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,012
As	-
Se	-
Hg	-

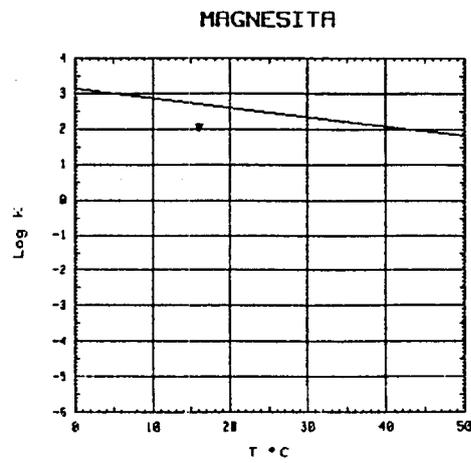
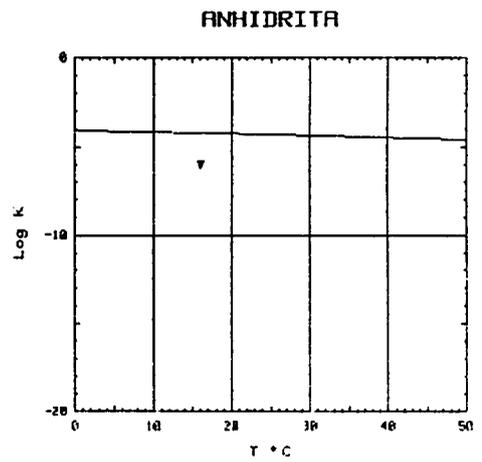
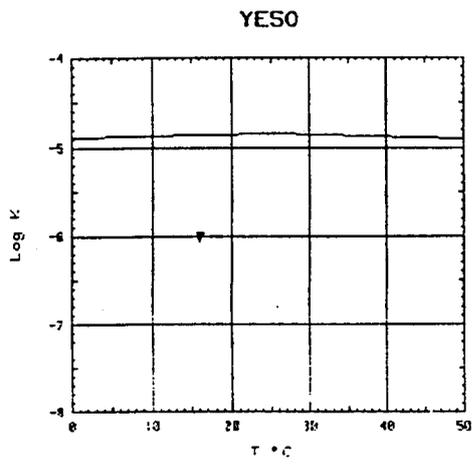
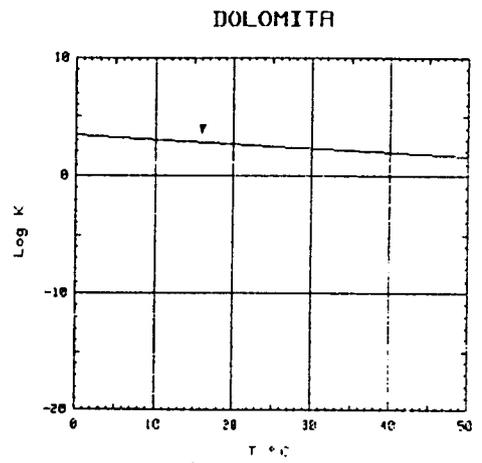
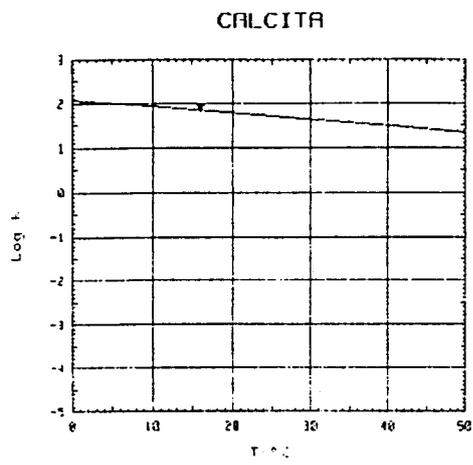


FIG. 1 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRA LA POSNILLA (BENTARIQUE)

muestra en laboratorio alcanza 8,3, con la consiguiente presencia de carbonatos.

La relación $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3 / \text{Ca} = 0,93$ sugiere un equilibrio en medio carbonatado, que se confirma a través del diagrama de saturación respecto a la calcita. El contenido en magnesio hace disminuir de forma notable el valor de la relación $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3 / \text{Ca} + \text{Mg} = 0,4$. La correspondiente gráfica de la dolomita indica sobresaturación respecto a este mineral.

En estas circunstancias es posible afirmar que el agua se encuentra en equilibrio con materiales carbonatados, si bien se detecta cierta influencia de facies evaporíticas -probablemente yesos-, que serían los responsables de elevar el contenido de sulfatos y de cationes alcalinotérreos. Las gráficas de saturación del yeso, anhidrita y magnesita (Fig. 1) indican en todos los casos subsaturación, luego tal influencia ha de considerarse moderada, como también lo es el grado de mineralización de la muestra (772 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el manantial de La Posnilla en función de su ubicación en el contexto geológico del entorno y que englobaría a un sector del borde nororiental de la Sierra de Gádor, protegiendo la red de barrancos que circulan a su alrededor hasta el río Andarax.

Además existiría una segunda área de alimentación, como se indica en el Texto, relacionada con fracturas longitudinales N110E que atraviesan los materiales neógenos. Se ha pretendido ampliar la zona en este sentido en una longitud aproximada de unos 4 km.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- "PROSPECCION GEOTERMICA EN LA DEPRESION DE ALMERIA". ADARO-ITGE. 1983.
- "SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA PROVINCIA DE ALMERIA". 1987 (inédita). ITGE-ENADIMSA.
- "MEMORIA Y MAPA GEOLOGICO, ESCALA 1:50.000, DE LA HOJA Nº 2243 (ALHAMA DE ALMERÍA)". MAGNA. ITGE.

BALNEARIO DE SAN NICOLÁS (ALHAMA DE ALMERIA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El Balneario "San Nicolás" de Alhama de Almería se sitúa junto al casco urbano de dicha población, en el extremo Noreste de la Sierra de Gádor, bordeada en este sector por el río Andarax. Su acceso se realiza desde la carretera Nacional Almería-Murcia con desvío a la altura de Benahadux, por la llamada ruta de la Alpujarra Almeriense. Su altura sobre el nivel del mar es de 450 metros, y dista 20 Kms de la capital de Almería.

Se encuentra ubicado en la hoja topográfica nº 22-43 (ALHAMA DE ALMERÍA) a escala 1:50.000, siendo sus coordenadas U.T.M. X 0 538.150 e Y = 4.090.700.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Por los archivos históricos existentes en la Parroquia de Alhama de Almería y según una copia que existe del Libro de Apeos y Población del año 1579, hecha a fines del siglo XVIII, se dice que en este lugar había 82 casas de las que 78 eran propiedad de los moriscos, 8 de la Iglesia y otras 2 de cristianos viejos, vecinos de Almería. De los baños se dice "que en dicho lugar estaba una fuente que salía de la Sierra decían era caliente, con ella se utilizaban los baños, los vecinos bebían y los sobrantes regaban las heredades y tie-

rras blancas y era fuente de mucho provecho y que en el año del terremoto que sucedió en la ciudad de Almería (Septiembre 1522) la dicha fuente se hundi6 y perdi6 ". En relaci6n al Balneario se puede afirmar que los moros ya lo encontraron y que haba sido construido por los romanos.

Estos baos vienen reflejados en el libro "Elementos de Hidrologia M6dica" de Enrique Doz y Arturo Builla de 1887, como Alhama La Seca. Se dice "el agua es clara, transparente, inodora y de sabor acidulo. Tiene un caudal de 887 litros/minuto y una temperatura de 46°C. Se consideran bicarbonatadas c6lcicas y la mayoria de los concurrentes son reum6ticos. Se usa en bebida y baos, siendo buenas las instalaciones. La temporada es de 1 de mayo a 30 de junio y de 1 de septiembre a 31 de octubre.

No aparece en la relaci6n de establecimientos-balnearios, declarados de utilidad p6blica de 1870, pero s6 se incluye en el decreto-ley 743/28 que aparece publicado en la Gaceta de Madrid de 26 de abril de 1928 y por tanto reconocida como agua minero-medicinal.

El Instituto Geol6gico y Minero de Espaia lo incluye como agua minero-medicinal en las relaciones de este Organismo de los aos 1913, 1947 y 1986.

Es el 6nico balneario actualmente en uso en la provincia de Almeria (ya que el de Sierra Alhamilla est6 en restauraci6n y pendiente de pr6xima reapertura) y las indicaciones m6s destacadas de sus aguas, es en forma de aplicaciones hidroter6picas en el tratamiento de los procesos reum6ticos cr6nicos, artrosis, gota, rehabilitaci6n del aparato locomotor, neurol6gicas y problemas diur6ticos. El tratamiento dura

entre 12 y 14 días, con duración de 10 a 20 minutos y a una temperatura de 37 y 39°C.

La misma empresa del balneario (Herederos de José Artés de Arcos) tiene en sus inmediaciones una planta de envasado de estas aguas minerales con una producción de 8.000 m³/año. Es también la única planta en producción y autorizada en la provincia de Almería.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El grupo de pozos, pertenecientes al Balneario, situados en las inmediaciones del núcleo urbano de Alhama de Almería, están ubicados en la vertiente Nororiental de la Sierra de Gádor, que en su mayor parte están constituídas por rocas carbonatadas permeables.

Desde un punto de vista estratigráfico los terrenos más antiguos afloran en Sierra Nevada y están constituídos por micasquistos y cuarcitas paleozoicas, pertenecientes a las unidades tectónicas del Mulhacen y Veleta del Complejo Nevado-Filábride. A techo de la unidad del Mulhacen afloran mármoles cipolínicos y micasquistos triásicos de carácter permeable.

El Complejo Alpujárride, cabalgando sobre el Nevado-Filábride aflora en la mayor parte de la vertiente Norte de Sierra de Gádor, en el Valle del Andarax. Se distinguen dos unidades tectónicas superpuestas; el manto de Gádor en posición inferior y el de Félix en la Superior. La base del manto de Gádor aflora únicamente en la vertiente Sur de Sierra de Gádor y está formada por filitas y cuarcitas de edad permotriásica de un espesor en afloramiento de unos 150 m y

de naturaleza poco permeable. A continuación y de abajo a arriba se disponen calcoesquistos de unos 150-200 m de espesor, dolomías y calizas que cubren extensas áreas en Sierra de Gádor y en afloramientos en Sierra Nevada, de unos 500-600 m de potencia. El manto Félix, aflora principalmente al pie de Sierra de Beires y en el área de Alhama; consta de una base de micasquistos paleozoicos de 50 m de potencia, sobre los que se disponen filitas, cuarcitas, argilitas y pelitas de tonos azulados con un espesor de 200 m de afloramiento, coronando la serie un paquete carbonatado (dolomías y calizas) de 60 a 100 m de espesor y edad triásica.

Sedimentos neógenos litorales y de plataforma cubren localmente a los materiales alpujárrides. Las facies más frecuentes son las de areniscas conglomeráticas (hasta 600 m de espesor) y las de margas y yesos (150-190 m de potencia).

La estructura general del macizo es de tipo anticlinorio, de dirección Oeste-Suroeste a Este-Noreste, incurvado hacia el Sureste a la altura de Félix. Después de unas fases de deformación, los dos mantos alpujárrides, así como la mayor parte de los depósitos postmanto han sido afectados por fallas normales, cuya dirección más importante es la Noroeste-Sureste. Fallas de este tipo limitan la Sierra con las depresiones del Andarax y de Almería.

El límite de la Sierra de Gádor con la depresión del Andarax está constituido por una falla de desgarre (falla de Illar-Alhama-El Alquián) que desplazó relativamente el bloque hundido hacia el Sureste, resaltando la trascendencia que este accidente puede tener desde el punto de vista hidrogeotérmico.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS BAÑOS

La principal formación acuífera en las inmediaciones del sector de Alhama de Almería, la constituye el paquete carbonatado del manto de Gádor, que al Oeste de Alhama muestra una potencia de acuífero saturado superior a 200 m, no conociéndose la profundidad a la que se encuentra la base impermeable del acuífero (filitas y cuarcitas permotriásicas), aunque se estima superior a 300 m. Las frecuentes fracturas y presencia de tramos menos permeables, dan lugar a que el comportamiento hidráulico del acuífero sea heterogéneo, con saltos piezométricos bruscos, con valores de transmisividad distintos según las zonas y diversos grados de afección de unas captaciones a otras según se hallen en distinto o en el mismo bloque.

En el tramo entre Canjayar y Alhama no existe conexión entre el acuífero y el río Andarax, por efecto de la presencia de margas miocenas que sellan el acuífero dolomítico, de forma que el acuífero se recargaba en este contacto por galerías y manantiales, la mayoría de los cuales se han secado por efecto de los años de sequía y debido a los bombeos. En la zona entre Alhama y Almería, el acuífero triásico, por el efecto de la erosión y de la tectónica, tiene un marcado funcionamiento en bloques acuíferos, entre los que existe escasa conexión.

Los límites con las depresiones del Andarax y de Almería son las fallas de borde de la Sierra, aunque en el área de Viator-Huerca de Almería se capta el acuífero debajo de la cobertera terciaria.

En el sector de Alhama, las cotas piezométricas oscilan entre 280 y 350 m. Antes de establecer la actual explota-

ción, el acuífero se descargaba en su borde con la depresión terciaria por una serie de manantiales, cuyo exponente más representativo es la formación de travertinos existentes en Alhama. Entre estos manantiales estaban los baños de Alicún, hoy secos, y los baños de Alhama, que originariamente era un manantial. Las extracciones en el sector, secaron el manantial-galería y fue necesario primeramente hacer un pozo en el fondo de la galería y a finales de los sesenta/principio de los setenta, fue necesario realizar varios sondeos en el entorno de la galería primitiva. En la actualidad los Baños tienen cinco sondeos, de los que dos están en explotación y los otros tres en reserva (pozos, Sillero, Porsiacaso, Humbrión, Escaramujos y Misterio).

La extracción en este sector, que podrá estimarse en unos 2,8 hm³/año en 1988 y la sequía de los últimos años, han producido un descenso de niveles entre 1 y 4 m/año y la disminución de las descargas por manantiales a poco más de 100 Dm³/año. Los puntos en explotación en este sector (Santa Fe, Alhama, Almería) son unos 11 con caudales variables entre 10 y 17 l/s (1988).

La descarga del acuífero carbonatado en el Alto Andarax (tramo Laujar-Alhama) se produce por manantiales situados por encima o en el mismo cauce del río Andarax y por bombeo, la primera es del orden de 7 hm³/año (1983) y la segunda es del orden de 17 hm³/año. La recarga se produce por infiltración directa de la lluvia y localmente por infiltración de la escorrentía superficial de Sierra Nevada al atravesar afloramientos carbonatados en Sierra de Beires. Para el área entre Alhama y Canjayar, de 135 Km², la infiltración directa de la lluvia es de 93-126 mm/año, resultando una infiltración media de 12,5 a 17 hm³/año.

La diferencia entre recarga y descarga medias, puede explicarse por la existencia de un flujo de unos 3 a 8 hm³/año desde Alhama a Canjayar, infiltrados en la parte alta de la Sierra de Gádor, vertiente del Andarax hacia la vertiente meridional y Campo de Dalías.

Por sectores resultan excedentarias las zonas próximas al Alto Andarax, el área entre Alhama y Canjayar resulta deficitaria con alguna zona como la de Alhama afectada por fuertes descensos, y no hay criterios suficientes para conocer si el acuífero estará equilibrado en condiciones pluviométricas medias. No se conoce el grado de sobreexplotación actual en el área Alhama-Canjayar.

La temperatura de surgencia en el sector de Alhama de Almería es de 40°C (punto 33) y viene explicada por el emplazamiento de la surgencia, directamente sobre las dolomías y muy cerca de la Falla Alhama-Illar. Atendiendo a la definición de grado geotérmico, 3°C/100 m, en el sector de Alhama no justificaría la temperatura de surgencia (55°C), probablemente la profundidad alcanzada por el almacén triásico de la Unidad de Gádor no sea suficiente (teniendo en cuenta que aquí la potencia de la serie carbonatada es mucho menor), aunque podría seguirse aduciendo un simple calentamiento por grado geotérmico normal, dado que gracias a la existencia de la falla Alhama-Illar, es muy posible la circulación de aguas a través de la superficie de la misma y a profundidad suficiente, sin necesidad de apelar a la comunicación con otros acuíferos más profundos (por ejemplo Nevado-Filábride), respecto de lo cual no hay evidencia geoquímica alguna.

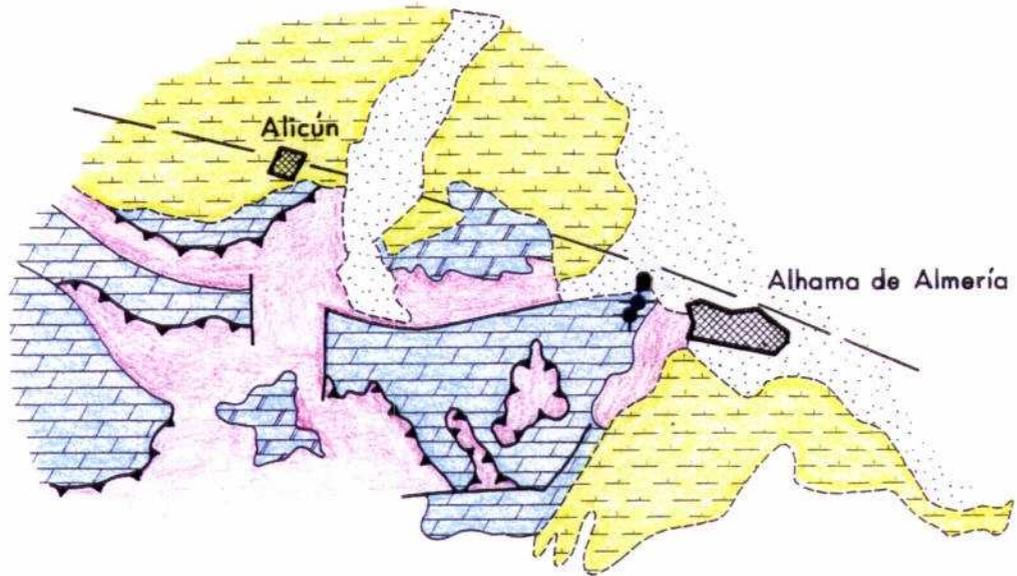
4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

El diagrama de Schoeller de la fig.1 muestra el perfil

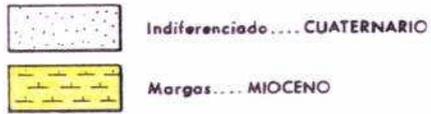
BALNEARIO

(ALHAMA DE ALMERIA)

PLANO GEOLOGICO



COMPLEJO ALPUJARRIDE UNIDAD DE FELIX



534,000

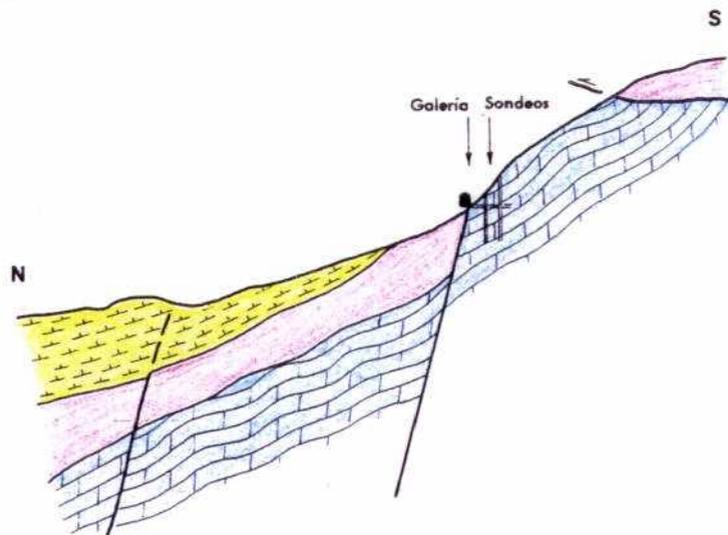
538,000

ESCALA 1:50.000

4.092.000

4.087.000

CORTE ESQUEMATICO



analítico de la muestra actual (1990), así como el correspondiente análisis de los años 69, 72 y 75. Dentro de la homogeneidad que presentan los diferentes perfiles, se observa que las variaciones más importantes corresponden al ión SO_4^- . Según el análisis actual, el agua resulta sulfatada-bicarbonatada cálcica, pero en análisis anteriores aparece como bicarbonatada sulfatada. Estas variaciones han de estar probablemente relacionadas con la influencia de facies evaporíticas -yesos- sobre el agua, que según la descripción geológica precedente aparecen asociadas a las margas miocenas.

Al igual que en muchos otros manantiales emplazados en acuíferos carbonatados pero con cierta influencia evaporítica, la relación $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3 + \text{SO}_4 / \text{Ca} + \text{Mg}$ es muy próxima a la unidad (0,98); no así las que resultan características de facies calizo-dolomíticas ($\text{HCO}_3 + \text{CO}_3 / \text{Ca} = 0,74$, $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3 / \text{Ca} + \text{Mg} = 0,46$) o propiamente evaporíticas ($\text{SO}_4 / \text{Ca} = 0,84$, $\text{Cl} / \text{Na} = 0,72$). Esta ausencia de un equilibrio bien definido en uno u otro material se evidencia a través de los diagramas de saturación (fig. 2), en los que se aprecia sub-saturación respecto a yeso y anhidrita, y sobresaturación en calcita y dolomita (existen travertinos en el área de surgencia).

Existe cierta discrepancia entre las determinaciones de campo y laboratorio de SiO_2 : 24 y 15,3 mg/l respectivamente. En principio se considera correcto el valor de campo, similar al de determinaciones anteriores y más coherente con la temperatura de salida: 40°C. La circulación a través de la falla Alhama-Illar posibilita un circuito suficientemente profundo como para alcanzar esta temperatura. A este respecto el análisis de gas denota la presencia de contenidos de helio, metano, hidrógeno y dióxido de carbono (220, 18 y 10 ppm y 7,3%V respectivamente) atribuibles a un aporte de origen

ANÁLISIS QUÍMICO
30 36

DENOMINACION: ALHAMA DE ALMERIA
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 40,0 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 872
pH a 40°C: 7,61 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 499
pH a 18°C: 7,90 En campo (mV): 204

ANIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	279.00	4.573	4.573	43.93
CO3=	-	-	-	-
SO4=	247.00	2.571	5.143	49.42
Cl-	21.00	.592	.592	5.69
F-	1.500	.079	.079	.76
NO3-	1.00	.016	.016	.16
SiO2 (H4SiO4)	15.3	.255	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
F2O5	.060	.001	.002	.02
TOTAL....	564.870	8.087	10.405	

CATIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
Na+	19.00	.827	.827	7.49
K+	2.00	.051	.051	.46
Ca++	123.00	3.069	6.138	55.59
Mg++	46.00	1.892	3.784	34.27
Fe++	.010	0.000	0.000	0.00
Li+	.06	.009	.009	.08
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.50
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.197	.004	.007	.06
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	5.500	.084	.168	1.52
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	196.342	5.955	11.041	

FORMULA ANIONICA : SO4= >CO3=+HCO3- >Cl- >F-
FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >Zn++

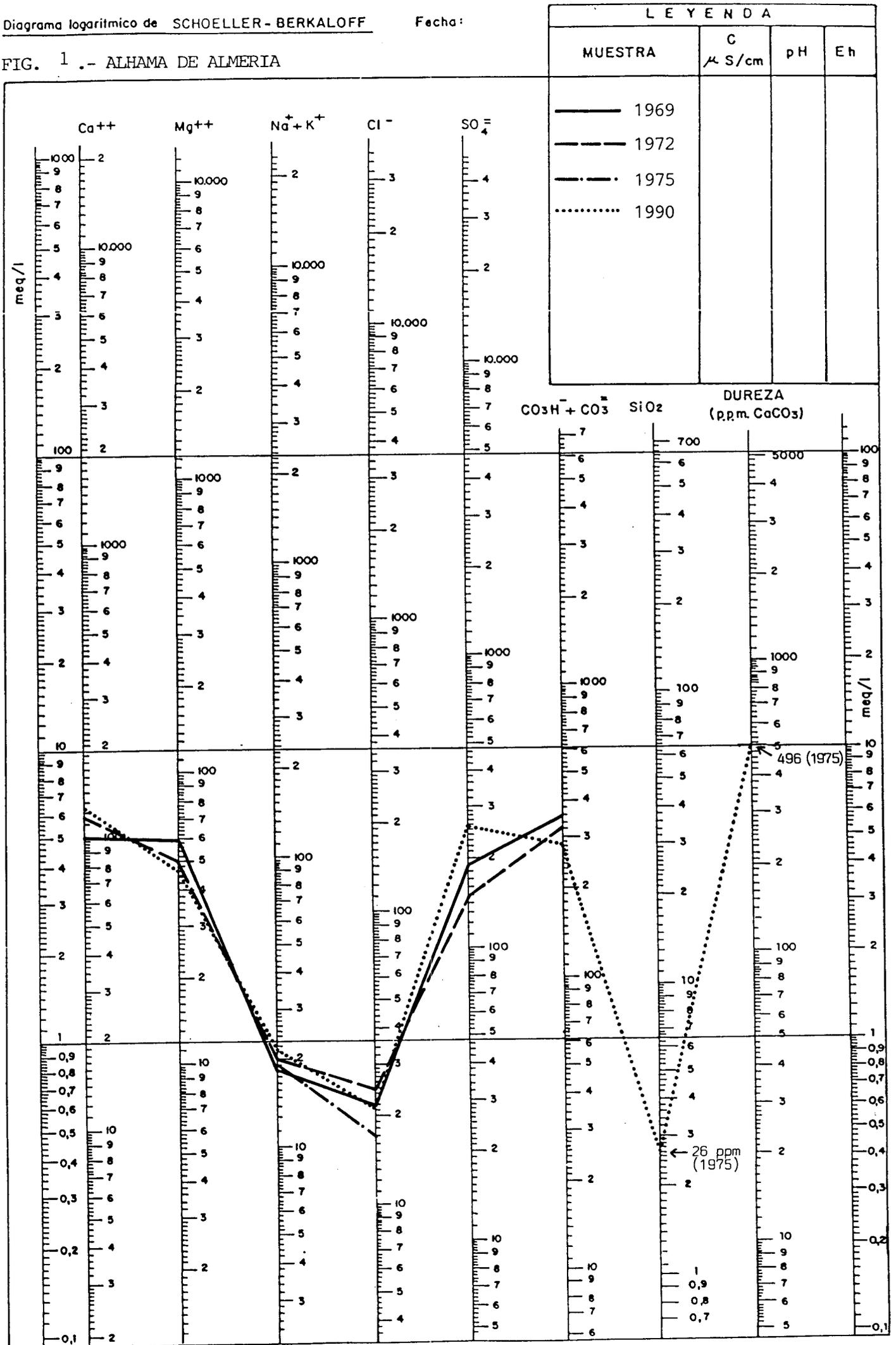
CLASIFICACION: SULFATADA BICARBONATADA --- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.745	Cl/Na =	.717	(SO4*Ca)^(1/2) =	5.615
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.661	Cl/(Na+K) =	.675	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.817
((CO3H)+2*Ca)^(1/3) =	5.044	SO4/Ca =	.836	Mg/Ca =	.617
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.979	SO4/(Ca+Mg) =	.518	Cl/CO3H =	.130

ARCHIVO EN DISCO: NNA16 (AMA1-16)

	ppm
R.S. 110°C	734
D.Q.O.	0,4
CN-	0
Cd	0
Cr	0,014
As	0
Se	0
Hg	0

FIG. 1 .- ALHAMA DE ALMERIA



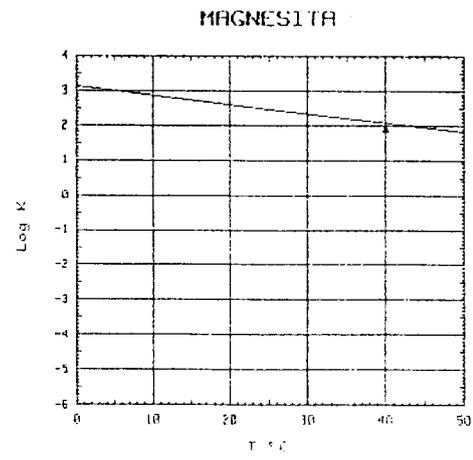
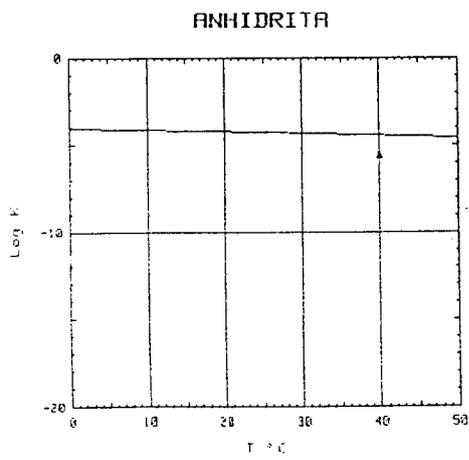
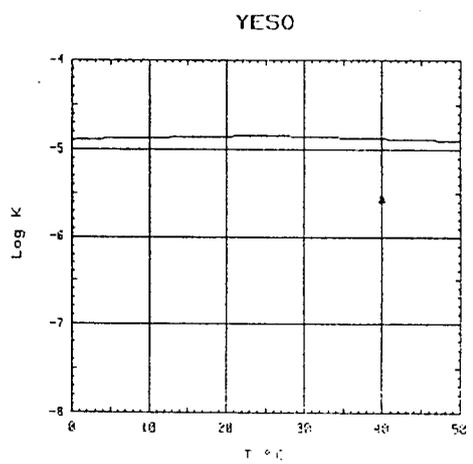
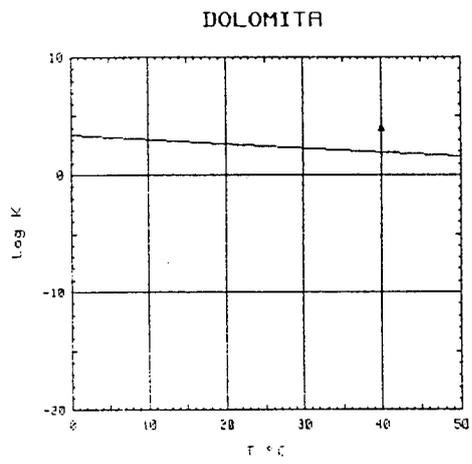
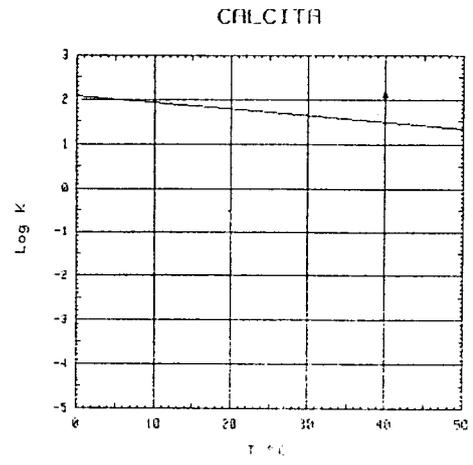
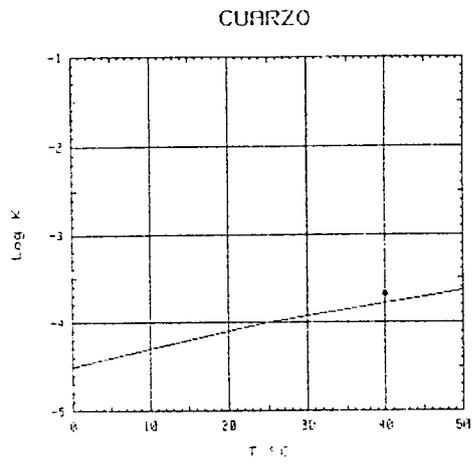


FIG. 2 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRA ALHAMA DE ALMERIA

ANALISIS DE GASES
 =====

MANANTIAL
 DENOMINACION: ALHAMA DE ALMERIA
 ALICUOTA:
 FECHA:

TEMPERATURA (°C):
 CAUDAL (l/s):

GASES	% VOL	% PESO	gr/l	P(atm) GAS(C.N.)
CO2	7.3000	11.0056	1.436E-01	7.300E-02
CH4	.0018	.0022	2.896E-05	1.800E-05
H2	.0010	.0001	9.000E-07	1.000E-05
N2	90.0000	86.2457	1.126E+00	9.000E-01
O2	2.5000	2.7434	3.581E-02	2.500E-02
He	.0220	.0030	3.932E-05	2.200E-04
H2S	-	-	-	-
SO2	-	-	-	-
CO	-	-	-	-
HCl	-	-	-	-

PESO ESPECIFICO (g/dm3):

ARCHIVO EN DISCO:

endógeno. El componente predominante es el nitrógeno, con un pequeño porcentaje de O_2 (2,5%V), cuyo origen se encuentra en el aire disuelto en el agua de infiltración.

La justificación a las importantes variaciones en el contenido de $SO_4^{=}$ en un agua de origen profundo, probablemente radica en que los yesos sólo aparezcan hacia el final del circuito de salida, lo que a su vez justificaría que la mineralización se mantenga en un nivel moderado (872 $\mu S/cm$).

Por último, es interesante destacar el elevado contenido de zinc de la muestra: 5,5 mg/l. Si bien no alcanza valores tan altos, Pb y Mn presentan concentraciones de 15 y 197 $\mu g/l$. A la vista de estos resultados es razonable suponer que el agua haya estado en contacto con niveles mineralizados. También es importante el contenido de flúor de la muestra: 1,5 mg/l.

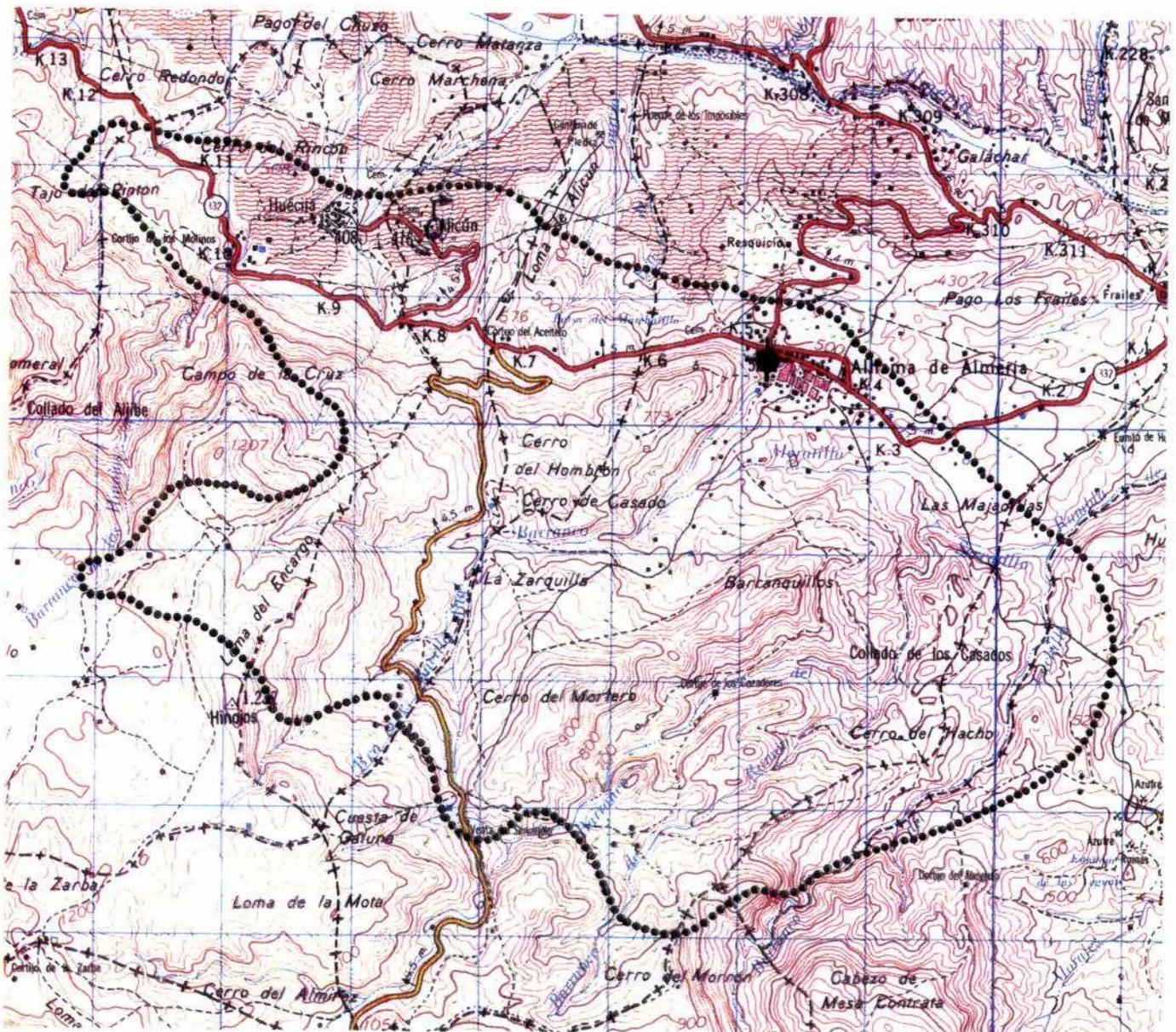
5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Para los Baños de Alhama de Almería se propone un área que abarca una parte del borde nororiental de la Sierra de Gádor, en donde aflora la unidad alpujárride inferior o manto de Gádor, rodeada por un contacto de cabalgamiento del Manto de Félix. Paralelamente se protege la red de agua superficial que circula por las inmediaciones del grupo de pozos.

Conviene también resaltar dada la proximidad del núcleo urbano de Alhama, la posible contaminación de cualquier tipo de residuo, producido por la instalación de alguna planta de tipo industrial, ganadera, etc.

PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

ALHAMA DE ALMERIA



ESCALA-1:50.000

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- "GUIA OFICIAL DE LAS AGUAS MINERO-MEDICINALES Y ESTABLECI-
MIENTOS-BALNEARIOS DE ESPAÑA". 1907. D. CARLOS MENÉNDEZ Y
FERNÁNDEZ.
- "GUIA OFICIAL DE LOS ESTABLECIMIENTOS-BALNEARIOS Y AGUAS
MEDICINALES DE ESPAÑA". 1927.
- "AGUAS MINERO-MEDICINALES DE ESPAÑA". Breve Resumen. D.
PEDRO MANAUT.
- "ELEMENTOS DE HIDROLOGIA MEDICA". Enrique Doz y Arturo Bui-
lla. 1887.
- "PROSPECCION GEOTERMICA EN LA DEPRESION DE ALMERIA". ADA-
RO-ITGE. 1983.
- "ESTUDIO GEOQUIMICO DE LAS MANIFESTACIONES TERMALES DE GRA-
NADA, ALMERIA Y MURCIA". Memoria y planos. CGS. 1983.
- "PLAN NACIONAL DE LA MINERIA. PROSPECCION DE LA ENERGIA
GEOTERMICA EN LA CUENCA DE ALMERIA". 1979. ADARO.
- "SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA PROVINCIA DE ALMERIA". ITGE.
1987 (inérita).
- "MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA DE ALHAMA DE ALMERIA" nº 1044,
escala 1:50.000. MAGNA-ITGE.
- "ESTUDIO E INFORME SOBRE LA PROCEDENCIA DE LAS AGUAS TERMA-
LES DE ALHAMA DE ALMERIA Y CIRCUNSTANCIAS QUE HAN OCURRIDO
Y QUE CONCURREN EN SU DISFRUTE Y UTILIZACION". José Artés
de Arcos. Noviembre 1981.

LOS MANANTIALES DE ENIX (ENIX)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Bajo el nombre de manantiales de Enix, se agrupa a un conjunto de pequeñas surgencias (galerías y sondeos) ubicadas en las inmediaciones de los núcleos de Enix y el Marchal. Dicho sector se emplaza en la falda Sur oriental de la Sierra de Gádor, a una cota variable, principalmente entre 700 y 1.000 m.s.n.m. El acceso se realiza a través de la carretera comarcal Roquetas de Mar - Alhama de Almería que atraviesa toda la sierra de Gádor en este sector y la distancia desde el Parador (cruce con la carretera nacional Almería-Motril) a Enix es de 13 km.

Se ubican en la hoja topográfica a escala 1/50.000 nº 22-34 (Alhama de Almería), siendo las coordenadas U.T.M. del punto Fuente de Lavadero (casco urbano), X = 535.600 e Y = 4.081.745.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El agua de Enix se ha utilizado tradicionalmente como agua de bebida de mesa en Almería capital, comercializada y distribuída principalmente en camiones cisterna, o bien mediante el llenado de envases por particulares en las propias fuentes en el núcleo urbano.

Existe otro núcleo situado en las proximidades de Eníx, que reúne unas características similares, referente a la presencia de manantiales de pequeño caudal, que también se emplea para agua de mesa que se llama Félix. Así pues existen tres áreas Eníx, Félix y Araoz donde utilizan el sistema de venta de agua a granel para Almería.

Por tanto, se ha considerado de interés incluirla por primera vez en la relación de aguas minerales o de bebida envasada, ya que de algún modo tiene ese uso, comercializándose en la comarca a través de camiones cisterna y venta a granel.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

La Sierra de Gádor (marco del área del estudio) pertenece a la zona Interna de las Cordilleras Béticas conocidas usualmente como "zona bética". Sus materiales aflorantes pertenecen todos ellos al Complejo Alpujarride, formando parte de una gran alineación E-W, a través de las provincias de Málaga, Almería y Murcia.

El área del estudio está caracterizada por la superposición de los mantos de corrimiento, el inferior Manto de Gádor (también llamado de Lújar) y el Superior o Manto de Felix (o de Murtas).

El Manto de Gádor está constituido de base a techo por una formación de filitas y cuarcitas de potencia variable, aunque normalmente presenta espesores superiores a 100 m. Tiene una edad Permo-Werfeniense y no afloran en el sector de estudio, aunque sí en las inmediaciones de Almería. Sobre este tramo se sitúan las calizas y dolomias triásicas con potencia superior a 600 m. Representa el gran afloramiento

carbonatado de Sierra de Gádor. Hacia la base aparecen calcoesquistos amarillentos.

El Manto de Félix está formado en la base por filitas, cuarcitas y argilitas de edad Permo-Werfeniense. Los mayores afloramientos aparecen al Sur de Alhama y en los alrededores de las localidades de Eníx y Félix.

La zona intermedia entre los tramos filíticos y el superior carbonatado, está constituido por una zona brechificada que alcanza los 50m. de potencia.

Las rocas carbonatadas consisten en dolomias muy brechoides y en menor proporción calizas con tonalidades marrones, negras, amarillas y anaranjadas.

La potencia es de unos 60-100 m. y se le asigna una edad Trias Medio-Superior.

Discordantemente sobre los elementos anteriormente descritos, se depositan materiales neógenos, atribuidos al Mioceno Superior. Se trata de calcarenitas, que a veces se apoyan directamente sobre un conglomerado de rocas volcánicas, calizas bioclásticas, calcarenitas conglomeráticas y calcarenitas fosilíferas. Se le ha reconocido una potencia máxima de 100 m., comprenden una edad Tortoniense-Andalu-ciense.

La Sierra de Gádor que puede considerarse como una estructura antiformal, de dirección Este-Oeste, se vió afectada por los movimientos de la orogenia alpina que se pueden clasificar según dos estilos tectónicos diferentes:

- De cabalgamiento con fallas inversas asociadas.

- De bloques según direcciones preferentes.

Recientemente, los autores que realizaron la hoja de Alhama de Almería (proyecto MAGNA) distinguen hasta cinco fases de deformación, dando lugar a sistemas de plegamiento y esquistosidades diferentes, además de tres fases de traslación importantes dentro de este esquema general de deformación. La dirección de traslación SE-NW es responsable del cabalgamiento o corrimiento de las Unidades de Manto de Félix sobre las unidades del Manto de Gádor.

El dispositivo actual para el sector oriental de la Sierra de Gádor, esquemáticamente queda de techo a muro.

- Manto de Félix.

- Manto de Gádor.

Sobre la Unidad de Sierra de Gádor que comprende la propia sierra, cabalga el manto de Félix. En la vertiente Sur de la Sierra de Gádor, aparece como el frente de cabalgamiento más importante, próximo a la localidad de Enix y Félix, y en retazos hacia el NW. Este manto ha sido determinado bajo las formaciones terciarias en el campo de Dalías pero no se conoce exactamente su extensión.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS MANANTIALES

Las calizas y dolomias de la Sierra de Gádor constituyen un acuífero de excepcional importancia para el desarrollo del sector, debido a sus condiciones o propiedades hidráulicas que conllevan, grado extremo de fracturación y brechificación, alto grado de permeabilidad, gran superficie de alimentación, grandes potencias originando espesores saturados

considerable, estructura de gravedad, en escalón, mediante fallas normales provocando el hundimiento de la Sierra bajo los materiales neógenos y cuaternarios que forman el Campo de Dalías, actualmente máximo exponente de desarrollo agrícola de cultivos "forzados" en Almería.

La superficie ocupada por el manto de cabalgamiento de Felix, presenta un interés muy reducido desde el punto de vista hidrogeológico. En las inmediaciones de Enix la unidad cabalgante ocupa un isleó tectónico casi semicircular, retocado por fallas normales, representado por una base filítica con espesores muy variables a veces superiores a 300 metros (sondeos 30 E y 31 E) y por una cobertera carbonatada con varios afloramientos fracturados, en parte desconectados, con profundidades inferiores a 100 metros y posiblemente doblados en pequeñas escamas con intercalaciones filíticas (área de La Ventilla), en conjunto no superior a los 4 Km². (Un sondeo realizado sobre una escama atravesó todo el paquete y conectó a dos acíferos, aumentando el caudal de una galería infrayacente.

Son numerosos los puntos de sugerencia, siempre relacionando el contacto del paquete carbonatado con las filitas de base y a distinta cota. Actualmente, en su mayoría, están secos conservando parte del caudal las galerías que se encuentran a cota más baja como la galería de Miralles (8E) a cota de 875 m.s.n.m., con un caudal de 0,8 l/s y la fuente pública del lavadero (15 E) situada a una cota de 720 m.s.n.m. con un caudal de 0,2 l/s.

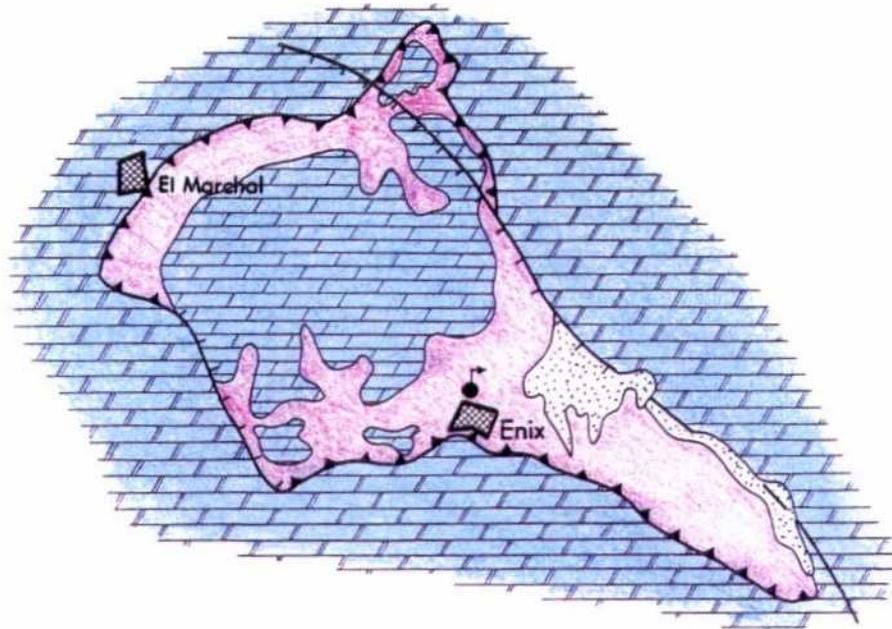
En la zona alta del afloramiento se encuentra el manantial 1E (abastecimiento a la barriada de El Marchal), con un caudal de 0,5 l/s y a una cota de 900 m.s.n.m.; la galería del Chortal (6 E), con una cota de 980 m.s.n.m. (es propiedad

FUENTE LAVADERO (ENIX)

PLANO GEOLOGICO

539.000

4.084.000



COMPLEJO ALPUJARRIDE
UNIDAD DE GADOR



Indiferenciado CUATERNARIO

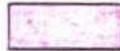


Calizas y dolomias TRIAS



UNIDAD DE FELIX

Dolomias TRIAS



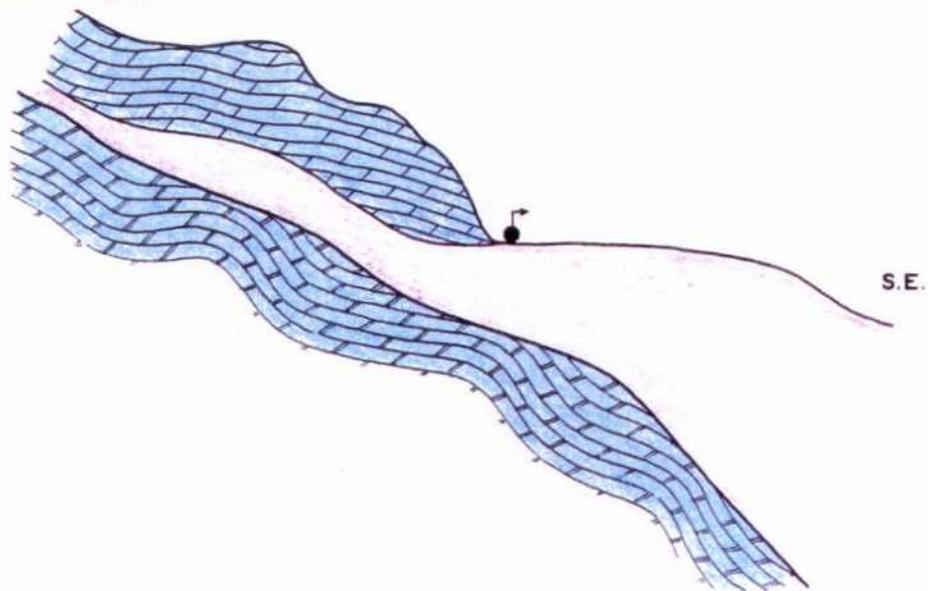
Filitas PERMOTRIAS

4.079.000

534.000

ESCALA 1:50.000

CORTE ESQUEMATICO N.O.



S.E.

del Ayuntamiento de Enix), donde en verano el nivel freático queda por debajo de la galería, realizando un sondeo en su proximidad a una cota de 990 m.s.n.m., una profundidad de 60 metros y un caudal de 0,5 l/s.

En resumen, el acuífero de Enix lo forma un cobertera carbonatada triásica del Manto Superior, de unos 4 Km² de superficie, donde las entradas se deben a la infiltración de agua de lluvia y las salidas al grupo de pequeños manantiales que en conjunto pueden alcanzar un caudal total en año medio de unos 5-10 l/s.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Tal como se refleja en el análisis adjunto, la composición del agua denota una naturaleza bicarbonatada-sulfatada magnésica, asociada a un nivel moderado-bajo de mineralización (615 μ S/cm). En principio, estas características sugieren un proceso de disolución de facies carbonatadas probablemente de tipo dolomítico, dado el predominio del ión magnesio sobre el calcio.

Las relaciones $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3 / \text{Ca} = 1,24$ y $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3 / \text{Ca} + \text{Mg} = 0,5$ no corresponden, sin embargo, con situaciones de equilibrio en dichos materiales; tampoco los diagramas de saturación mineral respecto a calcita y dolomita (fig. 1) apuntan en tal sentido, puesto que en ambos casos existe sobresaturación. Esta situación podría ser estar relacionada con un tiempo de circulación del agua relativamente corto-coherente con su baja mineralización- a través del acuífero calizo-dolomítico del que surge el manantial. No se observan indicios de circulación profunda (16,1°C, 7,8 mg/l SiO₂).

Las referencias indicadas en el capítulo precedente acerca de la eventual presencia de intercalaciones de yesos en la parte superior de las filitas que constituyen el zócalo del acuífero, aparentemente no tienen reflejo alguno en la composición del agua analizada: subsaturación respecto a yeso, anhidrita y magnesita (fig. 1), bajo contenido salino y relación $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3 / \text{Ca}$ superior a la unidad (el aporte de calcio proveniente de los yesos suele rebajar notablemente el valor de este índice).

Resulta interesante destacar el contenido de nitratos del agua -16 mg/l-, indicio de un proceso incipiente de contaminación por nitratos, que evidencia la vulnerabilidad del acuífero a un fenómeno de característico origen superficial como el indicado. Estas consideraciones apoyan las tesis anteriores acerca de la presunta ausencia de circulación profunda.

En lo que respecta a la concentración de microcomponentes, cabe destacar únicamente la presencia de cobre = 0,52 mg/l.

No se dispone de análisis anteriores al aquí presentado, por lo que no resulta posible evaluar su evolución temporal.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un aea de protección para el grupo de manantiales de Enix que vendría condicionada en primer lugar a la distribución de los afloramientos carbonatados del manto alpujárride superior, en el entorno de Enix, incluyendo aparte del manto interior en una orla envolvente al referido manto superior, y en segundo lugar a la distribución y morfolo-

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: LOS MANANTIALES DE ENIX
FECHA:

TEMPERATURA (°C): 16.1 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 615
pH a 16°C: 7.95 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 322
pH a 18°C: 8.10 Eh campo (mV): 123

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	197.00	3.229	3.229	48.67
CO3=	-	-	-	-
SO4=	120.00	1.249	2.498	37.66
Cl-	22.00	.621	.621	9.36
F-	<5.0E-1	.026	.026	.40
NO3-	16.00	.258	.258	3.89
SiO2 (H4SiO4)	7.8	.130	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.050	.001	.002	.02
TOTAL....	363.360	5.514	6.634	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	14.00	.609	.609	8.58
K+	1.00	.026	.026	.36
Ca++	52.00	1.297	2.595	36.57
Mg++	46.00	1.892	3.784	53.33
Fe++	.010	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.10
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.78
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu++	.520	.008	.016	.23
TOTAL....	114.155	3.860	7.095	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >SO4= >Cl- >NO3-
FORMULA CATIONICA: Mg++ >Ca++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA SULFATADA -- MAGNESICA

CO3H+CO3)/Ca =	1.244	Cl/Na =	1.019	(SO4*Ca)^1/2 =	2.546
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.506	Cl/(Na+K) =	.978	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.966
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	3.002	SO4/Ca =	.963	Mg/Ca =	1.458
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.898	SO4/(Ca+Mg) =	.392	Cl/CO3H =	.192

ARCHIVO EN DISCO: MMA14 (AMA1-14)

	ppm
R.S. 110°C	578
D.Q.O.	0,4
CN-	0
Cd	0
Cr	0,007
As	0
Se	0
Hg	0

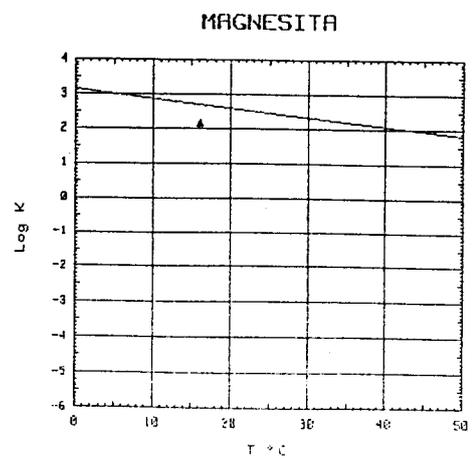
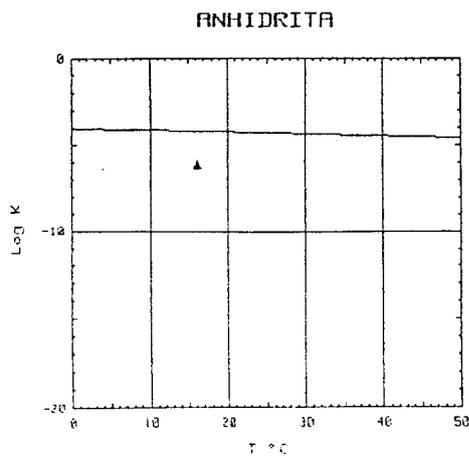
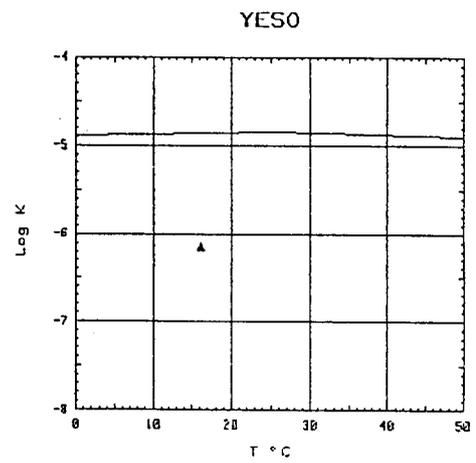
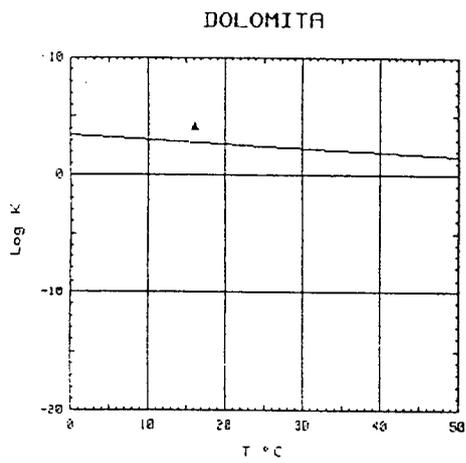
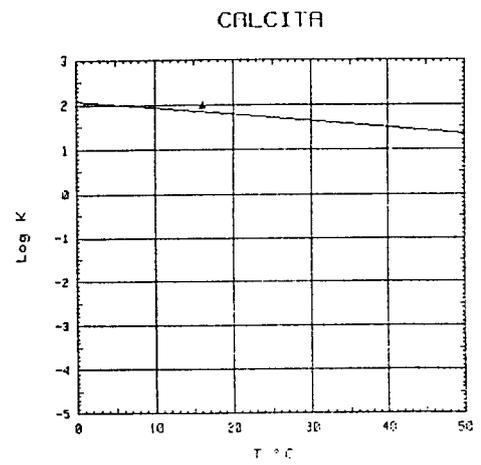
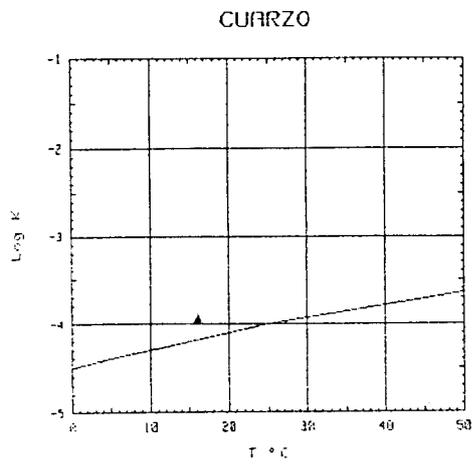


FIG. 1 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRA LOS MANANTIALES DE ENIX

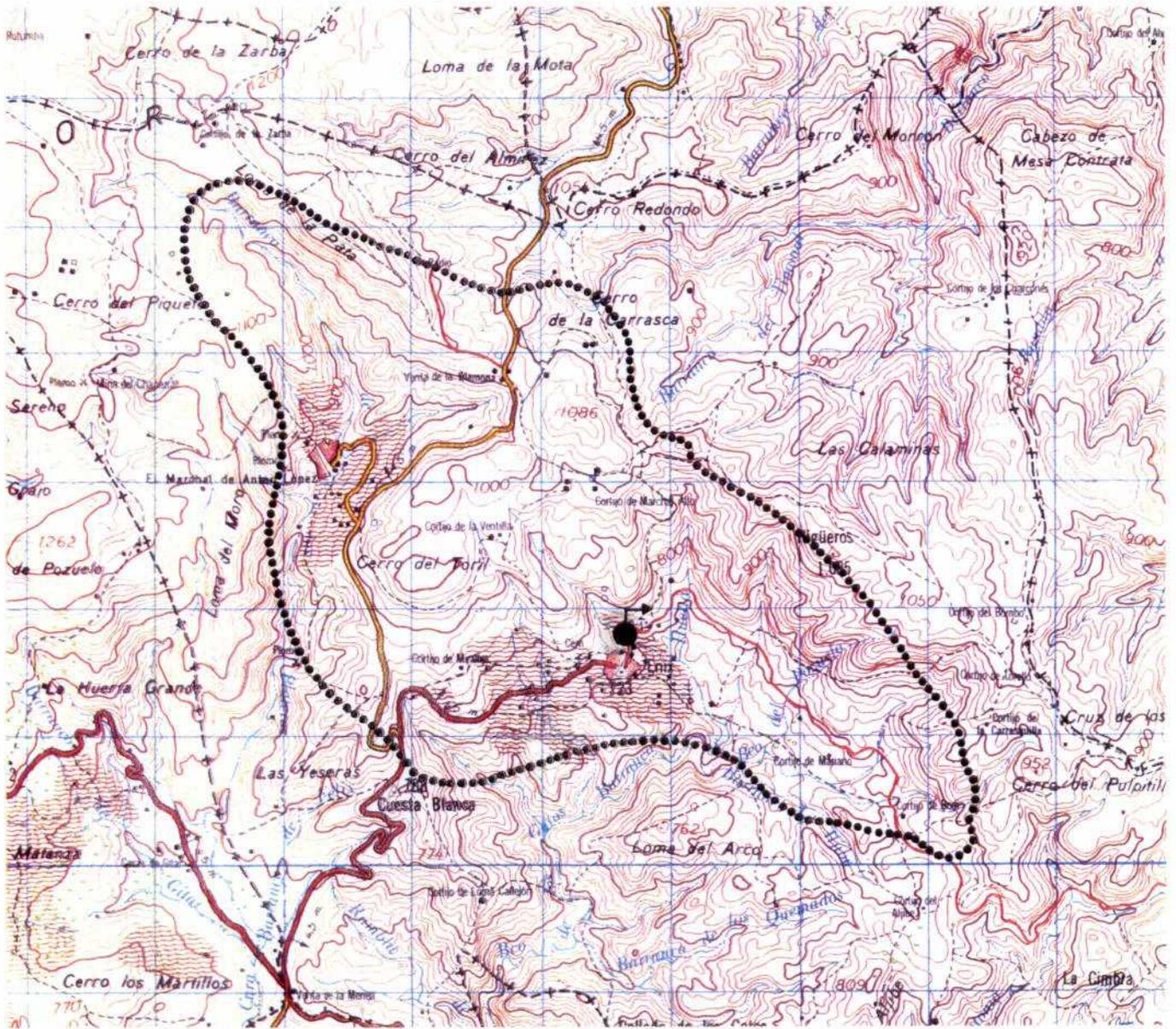
gía de los cursos de agua superficial que incidirán de una forma prioritaria en la alimentación de los manantiales. En conjunto comprendería una superficie aproximada de unos 15 km².

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- "ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL CAMPO DE DALIAS". ENADIMSA-I.T.G.E., 1982.
- "SINTESIS HIDROGEOLOGICA DEL CAMPO DE DALIAS (ALMERIA)". Propuesta de primeras actuaciones de Investigación y Gestión, I.T.G.E.- 1989
- "SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA PROVINCIA DE ALMERIA". ENADIMSA-I.T.G.E. (inédita)
- "MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA DE ROQUETAS DE MAR, Y DE ALHAMA DE ALMERIA", 1/50.000 MAGNA-I.T.G.E.
- "ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL TERMINO MUNICIPAL DE ENIX, PARA LA UBICACION DE UN SONDEO DE ABASTECIMIENTO AL NUCLEO DE ENIX". I.T.G.E., 1982

PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

AGUA DE ENIX



ESCALA-1:50.000

EL MANANTIAL DE ARAOZ (BENAHADUX)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Araoz, se encuentra situado en el paraje denominado como El Marchal de Araoz, a caballo entre los términos de Benahadux y Gádor (provincia de Almería) y ocupa un área entre el borde Nororiental de Sierra de Gádor y la margen derecha del río Andarax. Su acceso se realiza desde la carretera comarcal de Benahadux-Alhama, estando su emplazamiento unos 500 metros al Sur de la fábrica de cemento HISAL-BA. Se encuentra ubicado en la hoja topográfica, a escala 1:50.000 nº 23-43 (ALHAMA DE ALMERIA) y con coordenadas U.T.M. X = 545.325 e Y = 4.086.920. Su cota es de 200 metros.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Por su baja mineralización este manantial se usa tradicionalmente para agua de mesa, comercializándose en venta a granel, principalmente en Almería capital y núcleos de su entorno. Actualmente existe unos depósitos a pie de la galería donde cargan los camiones cisternas para su venta directa. Es junto con las aguas de Enix y Felix las comercializadas de este modo en Almería capital.

Por tanto se ha considerado de interés incluirla por primera vez en esta relación de aguas minerales o de bebidas envasadas, ya que de algún modo está teniendo este uso, aunque sin estar embotellada, y vendiéndose a granel.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

En el entorno del Manantial de Araoz, están representados principalmente depósitos postmanto neógenos y cuaternarios perteneciente a la cuenca media del río Andarax y materiales carbonatados Alpujárrides en la Sierra de Gádor. La Sierra de Gádor que en este sector nororiental alcanza altitudes máximas de 700 metros, constituye el límite oriental con la cuenca del río Andarax hasta su desembocadura en el delta y están representadas las unidades de Gádor y de Félix, (está última está representada por un grupo de reducidos afloramientos en las inmediaciones del Manantial de Araoz, estando directamente relacionado con los manantiales del estudio).

La Unidad de Gádor en este sector se compone de una formación inferior de filitas y cuarcitas de distintas tonalidades. Aparecen en las inmediaciones de Almería, (rambla de Belén). Su potencia aflorante es de unos 50 metros, señalándose una edad Permo-Werfenense a esta formación. La formación calizo-dolomítica, depositada sobre las filitas y cuarcitas, comienza por una serie de calcoesquistos amarillos, así como margas, argilitas y calizas. Su potencia puede alcanzar los 100 m. Hacia el techo la formación carbonatada pasa a una secuencia dolomítica fundamentalmente, dolomías oscuras a negras con horizontes de desarrollo en "facies franciscana", brechas intraformacionales y nódulos de silex. Entre las dolomías aparecen intercalaciones de calizas grises, margocalizas, margas yesíferas y argilitas amarillentas. Estas intercalaciones pueden alcanzar potencias de varias decenas de metros. La potencia total puede estar alrededor de los 400 metros y su edad se atribuye al Trias Medio Superior.

La Unidad de Félix, está representada por pequeñas manchas que cabalgan sobre el manto ya descrito. Se distingue igualmente una formación basal de filitas de diversas tonalidades y cuarcitas, de delgados espesores y un tramo carbonatado de dolomías mal estratificadas, brechoides de tonos marrones o negros con intercalaciones delgadas micaceas y margocalizas grises amarillas. Su potencia en afloramiento no suele sobrepasar de 30 metros, siendo su edad Trias Medio Superior.

En cuanto a los sedimentos de cobertera se refiere, (neógeno y cuaternario) están bien representados, en todo el área desde Sierra de Gádor a Sierra Alhamilla y desde ésta al mar, formaciones miocenas, pliocenas y cuaternarias. Todos estos materiales están discordantes sobre los elementos alpujárrides (filitas, dolomías y calizas) y representan los depósitos que ocuparon las depresiones de la etapa distensiva post-manto.

En una panorámica general de la estructura del área, cabe hacer de entrada una división fundamental entre los terrenos del Sustrato y los terrenos de Fosa o Cobertera.

Respecto a la estructura del Sustrato, cabe decir que en este sector está compuesto por dos complejos tectónicos fundamentalmente: Nevado-Filábride y Alpujárride, constituyendo el primero el autóctono relativo del segundo. El Complejo Alpujárride se encuentra desdoblado, a su vez, en dos unidades con diferente posición espacial (tanto horizontal como vertical), Unidad de Gádor (Alpujárride Inferior) y Unidad de Félix (Alpujárride Superior).

Los terrenos de Fosa, han sido afectados por una fase compresiva reciente (Cuaternario) y por una etapa distensiva que condicionó el depósito de ellos.

Las direcciones principales de fallamiento subvertical dentro del área de la Cuenca del Andarax y de su entorno más próximo son las siguientes:

- Direcciones Alto Andarax y Sierra Alhamilla. N 35° E.
- Dirección Gádor N 118 E.
- Dirección Bajo Andarax (N 166 E).
- Dirección Dalías (N 62 E).
- Dirección La Serrata de Nijar (N 45 E).
- Dirección Palomares (N 8° E).

El accidente de Gádor (Falla de Alhama-Illar, F. Jerez 1983) tiene una gran importancia en el área, debido a sus claras implicaciones hidrogeotérmicas, constituiría en hipótesis un desgarre dextrorso, con salto en horizontal relativamente importante.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial de Araoz, desde el punto de vista hidrogeológico se encontraría enmarcado dentro del sistema acuífero del Bajo Andarax. Este sistema se asienta sobre una depresión terciaria situada entre las sierras de Gádor y Alhamilla, al Norte de la ciudad de Almería, coincidiendo con el valle del propio río y con el delta del mismo, en el sector costero, y más concretamente el manantial estaría relacionado con los materiales carbonatados alpujárrides del borde de la Sierra en este sector, y en concreto con los del Manto Superior o de Félix.

Este sustrato lo forman unidades alpujárrides que incluyen una formación superior de edad triásica constituida por calizas y dolomias, fundamentalmente, y que se disponen sobre otra formación de carácter esencialmente filítico. Estas unidades descansan sobre el Complejo Nevado-Filábride cuya litología predominante es de micasquistos. Por su carácter permeable son las calizas y dolomias triásicas del Complejo Alpujárride las que presentan mayor interés. La superficie de afloramiento de materiales triásicos en la vertiente Este y Noreste de Sierra de Gádor entre Almería y Alhama es de unos 70 km², y por medio de sondeos se han reconocido y puesto de manifiesto en profundidad desde los bordes de Sierra de Gádor hasta las proximidades del cauce del río Andarax, en la zona comprendida entre Huercal y la confluencia de la rambla Gergal. Por motivos tectónicos este acuífero muestra un comportamiento en bloques aislados, desconectado asimismo del resto de Sierra de Gádor.

La piezometría del acuífero triásico muestra cotas entre 60 y 40 m, aunque la variación de niveles entre unos puntos y otros, así como su descenso continuado debido al bombeo, indican el carácter compartimentado de los acuíferos y una recarga limitada en cada uno de los bloques, de forma que la extracción en distintos pozos se ha realizado vaciando sucesivamente las reservas de varios bloques dolomíticos. El acuífero captado es el manto de Gádor, salvo en un punto del término de Gádor, en el que se capta el Manto de Felix, que muestra rendimientos similares al de Gádor.

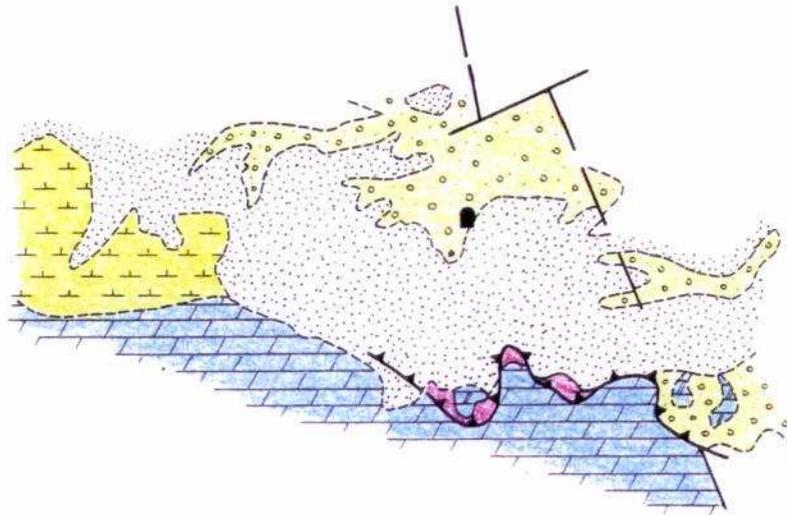
Si en las condiciones naturales podría existir un flujo subterráneo del agua, infiltrada en los compartimentos triásicos, hacia los acuíferos superficiales del valle, en la situación actual la escorrentía e infiltración generadas debe "consumirse" en la reposición de reservas de estos comparti-

MARCHAL DE ARAOZ (BENAHADUX)

PLANO GEOLOGICO

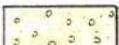
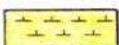
545.000

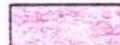
4.087.000



4.087.000

COMPLEJO ALPUJARRIDE
UNIDAD DE FELIX

-  Indiferenciado CUATERNARIO
-  Conglomerados PLIOCENO
-  Margas, calizas y calcarenitas MIOCENO

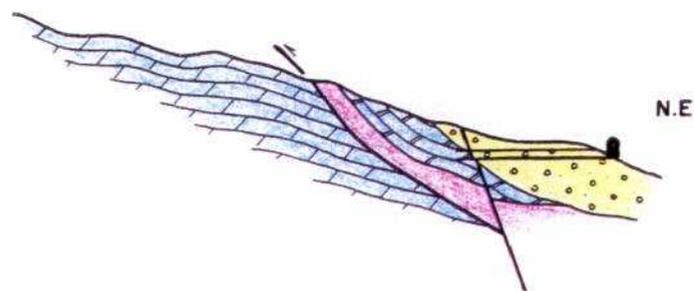
-  Dolomias TRIAS
-  Filitas PERMOTRIAS
- UNIDAD DE GADOR
-  Dolomias TRIAS

545.000

ESCALA 1:50.000

CORTE ESQUEMATICO

S.O.



N.E.

mentos sobreexplotados y en consecuencia la alimentación que por esta vía llegue a los acuíferos más superficiales debe ser prácticamente nula, aunque pueden quedar pequeñas zonas donde ésta alimentación permanece, desde las dolomías del Manto de Felix, y calizas arrecifales miocenas a través del cuaternario de piedemonte drenado, por las galerías del Marchal de Araoz.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

La muestra presenta un bajo nivel de mineralización (480 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Su naturaleza bicarbonatada magnésica, y el claro equilibrio respecto a la dolomita que demuestra el diagrama de saturación (fig. 1), se interpretan como una clara confirmación de la hipótesis geológica acerca de que la alimentación provendría de las facies dolomíticas del Trías.

Existe, sin embargo, cierto elemento discordante en la composición de la muestra: el contenido de cloruros -103 mg/l- resulta elevado respecto al análisis en su conjunto. Este valor no se corresponde con las concentraciones detectadas de sodio y potasio, las cuales deberían ser superiores si la presencia de Cl estuviese justificada por la disolución de facies evaporíticas. Un análisis de este mismo punto correspondiente a 1972 indica de hecho un valor muy inferior (ver fig. 2), si bien algo similar ocurre con el ión SO_4 .

En consecuencia, en el supuesto de que no se trate de un error analítico o de transcripción, cabe formular, como hipótesis de trabajo, la posibilidad de que exista un aporte de Cl ajeno al origen natural del agua (contaminación). En relación con este hecho, hay que señalar que el contenido en NO_3 , -18 mg/l- constituye un indicio de contaminación por nitratos, de lo que se deduce que el acuífero se encuentra

ANALISIS QUIMICO

*
DENOMINACION: AGUAS DE ARAOZ
FECHA : *

TEMPERATURA (°C): 14.0 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 480
pH a 14°C: 7.23 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 273
pH a 18°C: 8.30 Eh campo (mV): 136

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	238.00	3.901	3.901	46.15
CO3=	13.00	.217	.433	5.13
SO4=	43.00	.448	.895	10.59
Cl-	103.00	2.906	2.906	34.38
F-	<5.0E-1	.026	.026	.31
NO3-	18.00	.290	.290	3.44
SiO2(H4SiO4)	11.1	.185	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
TOTAL....	426.610	7.972	8.452	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	16.00	.696	.696	11.21
K+	1.00	.026	.026	.41
Ca++	46.00	1.148	2.295	36.96
Mg++	38.00	1.563	3.126	50.34
Fe++	.010	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.12
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.90
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.007	0.000	0.000	0.00
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL....	101.692	3.460	6.210	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >Cl- >SO4= >NO3-
FORMULA CATIONICA: Mg++ >Ca++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: BICARBONATADA --- MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca = 1.888 Cl/Na = 4.175 (SO4*Ca)^{1/2} = 1.434
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .799 Cl/(Na+K) = 4.027 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.260
 ((CO3H)²*Ca)^{1/3} = 3.269 SO4/Ca = .390 Mg/Ca = 1.362
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .965 SO4/(Ca+Mg) = .165 Cl/CO3H = .745

ARCHIVO EN DISCO: MMA9 (AMA1-09)

	ppm
R.S. 110°C	318
D.Q.O.	1
P ₂ O ₅	0,09
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,009
As	-
Se	-
Hg	-

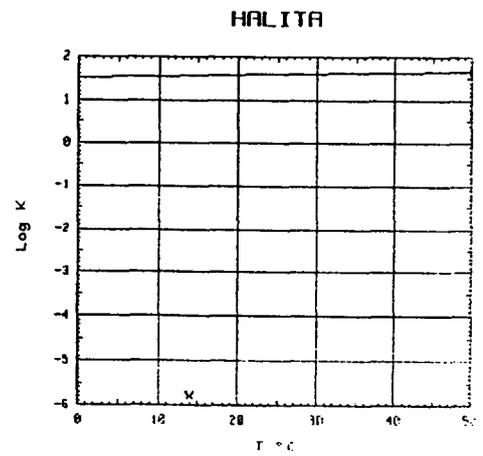
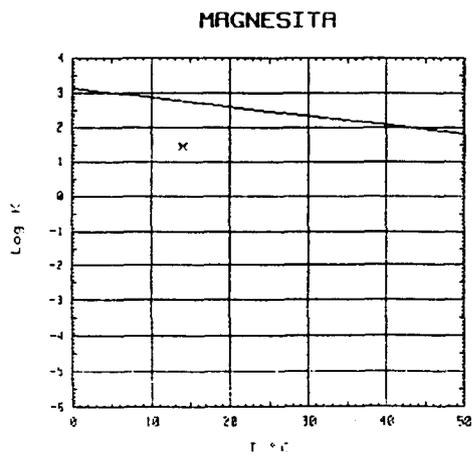
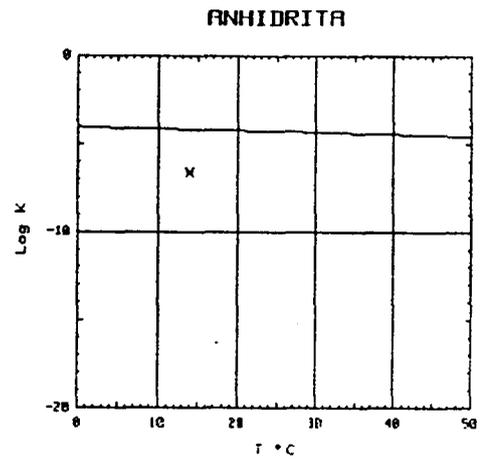
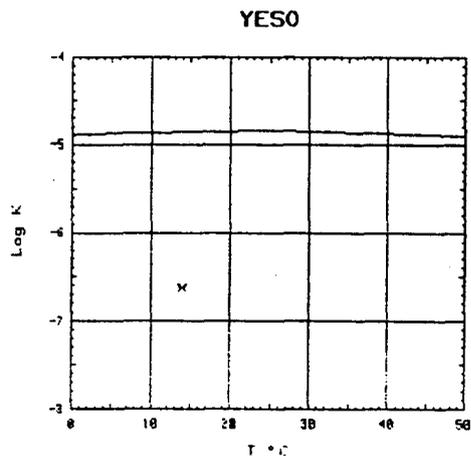
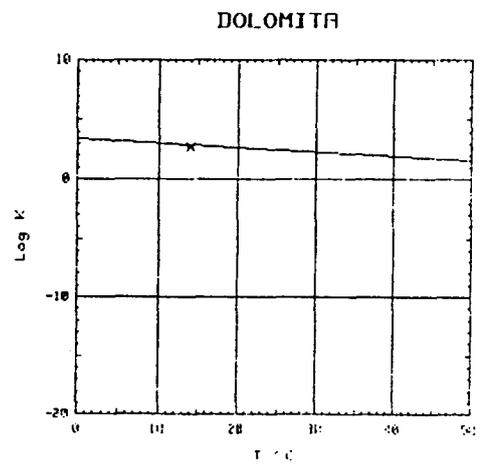
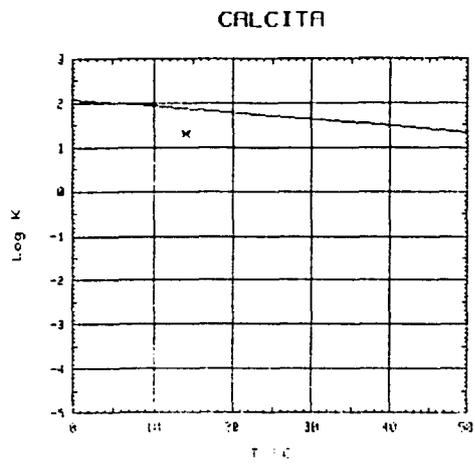
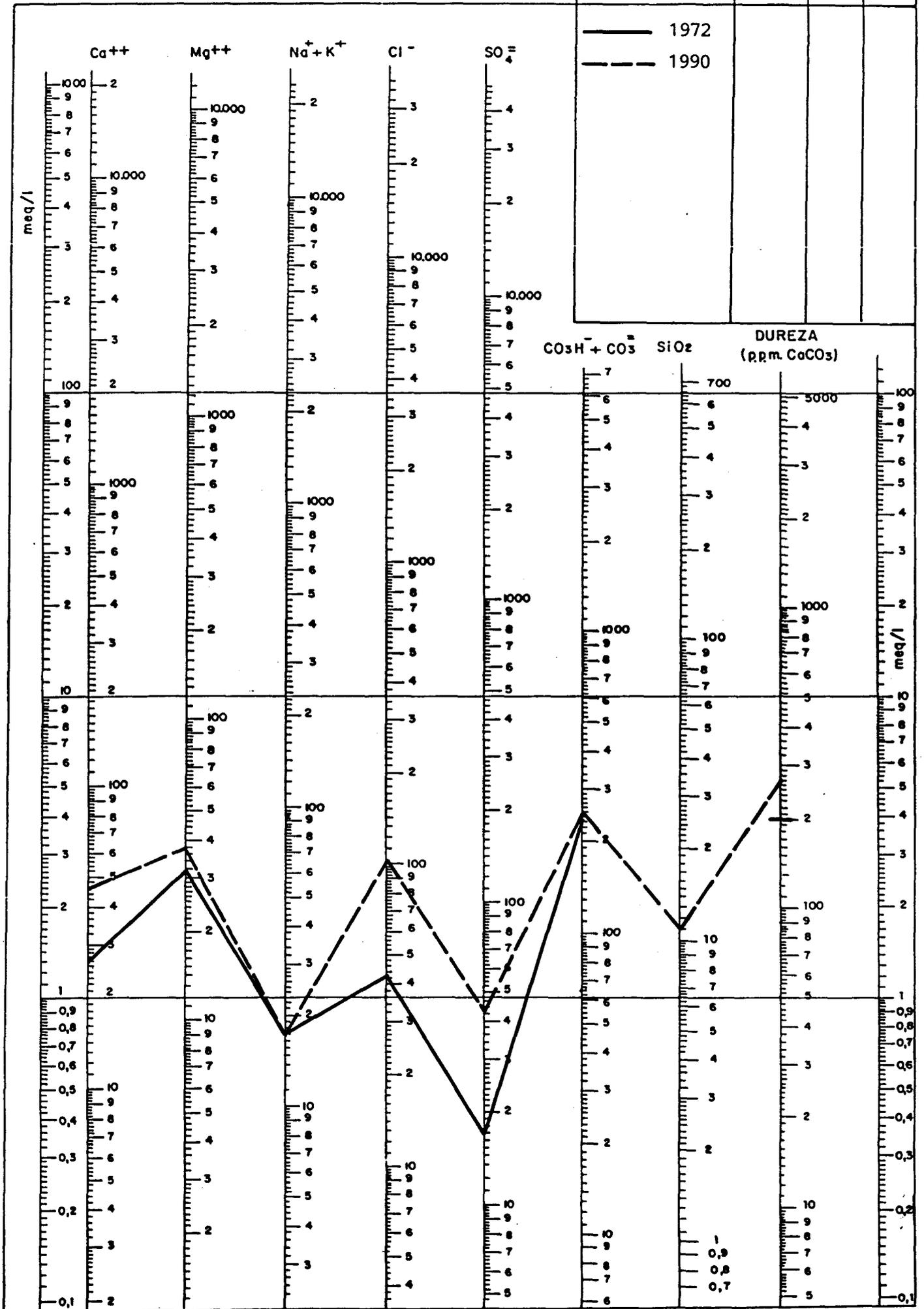


FIG. 1 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRA AGUAS DE ARAOZ

FIG. 2.- **AGUAS DE ARAOZ**

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
- - -			



influenciado por acciones antrópicas de origen superficial. También a nivel de hipótesis, este hecho podría interpretarse como una consecuencia de la circulación somera del agua, tesis apoyada por el bajo nivel de mineralización de la muestra.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el manantial de Araoz que vendría condicionada en primer lugar a la distribución de los afloramientos carbonatados del manto superior y materiales detríticos de borde de cuenca con una superficie aproximada de 12 km², y en segundo lugar a la distribución y morfología de los cursos de agua superficial que incidirán de una forma prioritaria en la alimentación del manantial.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- "SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA PROVINCIA DE ALMERIA". (Inédita). IGME-ENADIMSA 1987.
- "MEMORIA Y MAPA GEOLOGICO", 1:50.000 de las hojas de Almería y Alhama de Almería. MAGNA. IGME.

BAÑOS DE SIERRA ALHAMILLA (PECHINA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

La Sierra Alhamilla, de dirección aproximada OSO-ENE, es una cadena montañosa relativamente pequeñas cuyas altitudes llegan a sobrepasar los 1.350 m (Colativí 1.387 m). Los denominados Baños de Sierra Alhamilla, se asientan en su falda sur-occidental, y se accede a ellos a partir del núcleo urbano de Pechina, término municipal al que pertenecen geográficamente los Baños; situado en la margen izquierda del río Andarax. Desde Almería capital la distancia es de unos 25 km.

Se ubica en la hoja topográfica, a escala 1:50.000, nº 23-43 (ALMERIA) con coordenadas U.T.M. X = 553.890 e Y = 4.090.940. Su cota estimada es de 460 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Son varios los autores que han descrito los Baños de Sierra Alhamilla, su historia, evolución, precursores, etc. Recientemente J.A.Tapia Garrido en 1980, bajo la dirección de José M^a Artero García, escribe un libro, de pequeño formato, sobre los manantiales de Sierra Alhamilla con abundante documentación. En Diciembre de 1971, el Dr. Juan Manuel López de Azcona edita una "Memoria Histórica de las Aguas Minero-

medicinales de Sierra Alhamilla", en donde detalla su evolución histórica, antecedentes cartográficos, dirección médica y análisis químicos.

Se conocen en estos baños restos romanos, árabes, etc. y así lo describe J. Tapia en su libro. En 1770, el obispo de la Diócesis de Almería D. Claudio Sanz y Torres, pone gran empeño en restaurar los baños y promueve la construcción del balneario. A partir de esa época han sido muchos los propietarios tanto particulares como organismos que se hicieron cargo de dicho balneario hasta la actualidad.

Los Baños aparecen en la relación de Establecimientos-balnearios, declarados de utilidad pública, por la Dirección General de Sanidad, del Ministerio de Gobernación en 1870.

En el libro "Elementos de Hidrología Médica" de Enrique Doz Gómez y Arturo Builla de 1887, se dice "el agua es cristalina, sin olor ni sabor y desprende vapores en abundancia. Su caudal es de 603 litros por minuto y tiene una temperatura de 57°C. Se considera agua bicarbonatada-cálcica y la mayoría de los concurrentes son reumáticos y paralíticos. Se usa en bebida, baño, chorro y ducha. La instalación es regular. Hay fonda y la temporada oficial es de 15 de Abril a 15 de Junio y de 1 de Septiembre a 30 de Octubre".

Posteriormente en la Gaceta de Madrid de Abril de 1928, aparece nuevamente declarado como de interés público (Decreto-Ley 743/28).

El Instituto Geológico y Minero lo incluye como agua minero-medicinal en las relaciones de este organismo de los años 1913, 1947 y 1986.

Actualmente el balneario de Sierra Alhamilla se encuentra en la última fase de reconstrucción. La actual dirección se ha preocupado de conservar la obra antigua, utilizando en lo posible material original, como es el caso de las bañeras.

Se están construyendo plazas hoteleras no sólo en el propio balneario, sino en un edificio anejo al principal.

Paralelamente se está instalando una nueva nave industrial para agua envasada, en las inmediaciones del balneario. Durante los años 1966-68 se preparó una planta de embotellado que funcionó desde 1968 hasta mediados de la década de los 70. Se envasaba como "Manantial de Sierra Alhamilla" y estaba situada en los Llanos de Pechina a varios kilómetros del manantial.

Tradicionalmente los Baños se han aplicado en enfermedades reumáticas y de la piel y acciones sedantes.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Los materiales de Sierra Alhamilla pertenecen a tres grandes unidades tectónicas o Complejos (Nevado-Filábride, Alpujárride y Maláquide).

Corresponden al núcleo de Sierra Alhamilla los materiales más antiguos pertenecientes al C.N.F. representados como Unidad de Alhamilla o Unidad del Manto del Veleta. La formación consiste en una secuencia alternante de micasquistos y cuarcitas, esquistos, etc. Las rocas muestran una esquistosidad bien desarrollada y su potencia máxima expuesta es de 1.000 metros. Su edad es Paleozóico.

La Unidad de Castro o Unidad del Manto del Mulhacén, situada encima de la Unidad de Alhamilla, consiste en una serie basal de cuarcitas "conglomeráticas" alternantes con micasquistos, pasando a techo a una serie carbonatada, de mármoles micaceos. Estos son bandeados y están con frecuencia intensamente plegados isoclinalmente y han sido fuertemente brechificados a causa del cabalgamiento de la Unidad Alpujárride. Localmente, y sobre todo cerca del contacto con la Unidad Alpujárride suprayacente, las rocas de la Unidad de Castro han sido fuertemente mineralizadas. La potencia máxima expuesta es aproximadamente de 500 metros y su edad es Triásico Medio-Superior y quizás más antigua.

Las secuencias alpujárrides rodean y se apoyan en los materiales Nevado-Filábride. Al Complejo Alpujárride, corresponden los materiales de la Unidad del Aguilón equivalente al Manto de Felix. Dentro de esta unidad se han distinguido tres formaciones que de muro a techo son:

- Micasquistos de tonos marrones oscuros a negros y cuarcitas. Su potencia observable es de 100 metros y se le asigna una edad Devónico-Carbonífero.
- Filitas y cuarcitas, con intercalaciones de yeso y pasadas de rocas carbonatadas. Su potencia observada es de 150 metros y su edad Permo-Werfeniense.
- Calizas y dolomías, o formación de "Coto Laisquez". La zona basal comprende margas amarillentas, calcoesquistos, pizarras, pasando a tramos dolomíticos hacia el techo. Especialmente estas dolomías, entre la región de los Baños y Alfaro han sido fuertemente mineralizadas, dando las rocas carbonatadas, a menudo brechóides, unos colores muy característicos marrón de herrumbre a rojizo negro. Esta forma-

ción llega a tener una potencia de 150 metros y su edad es Triásico Medio-Superior.

En una panorámica general de la estructura del área cabe hacer, de entrada una división fundamental entre los Terrenos del Sustrato y los Terrenos de Fosa o Cobertera.

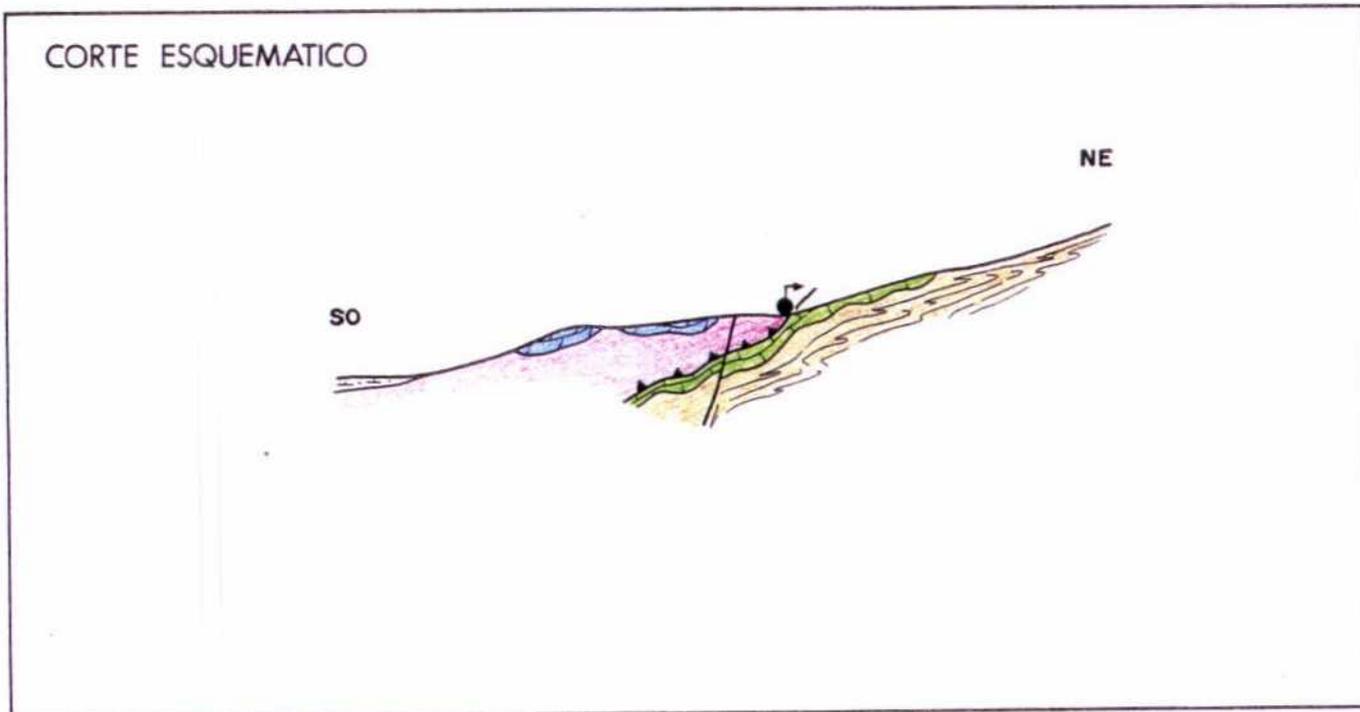
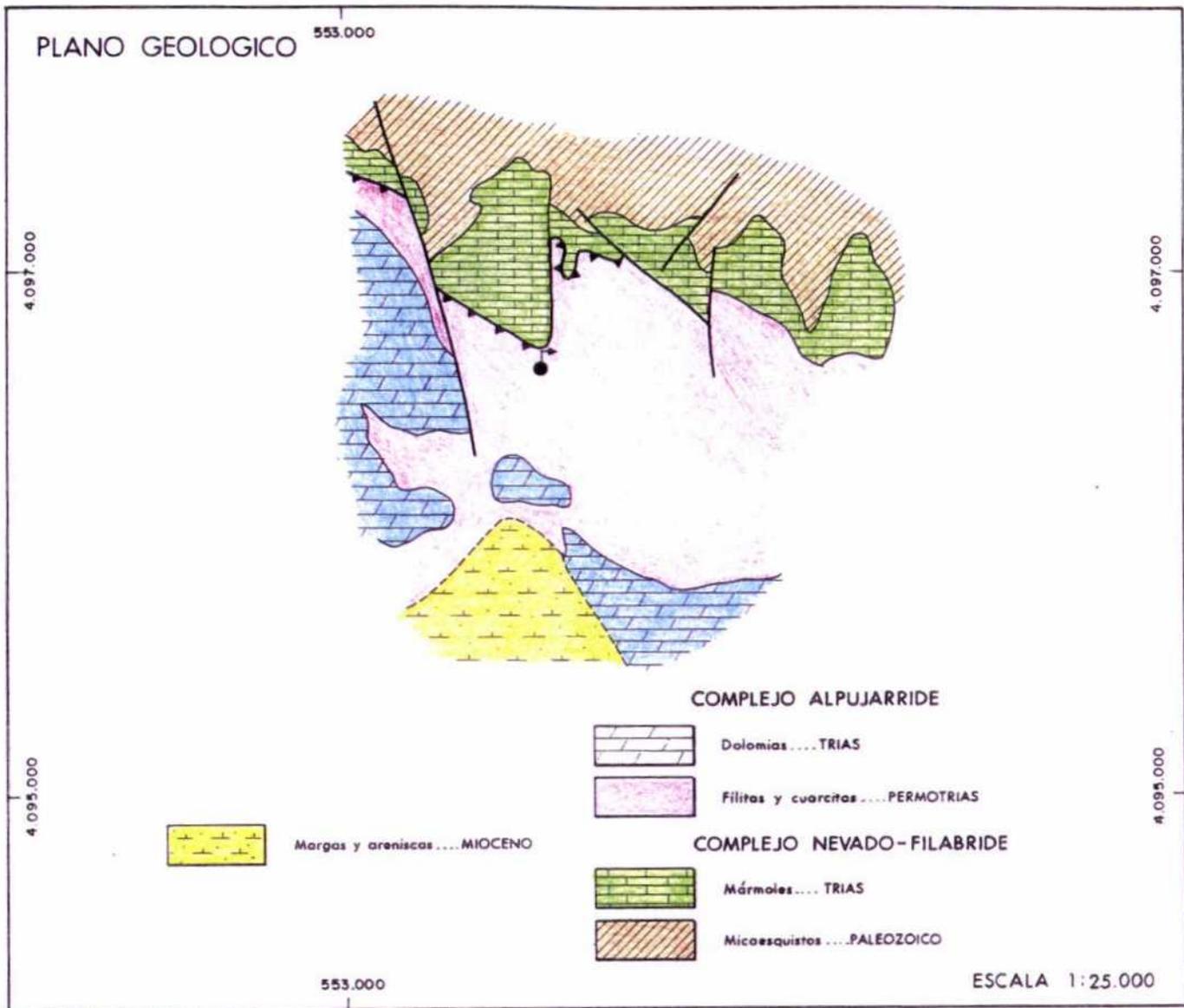
Respecto a la estructura del Sustrato, cabe decir que está compuesto por dos complejos tectónicos fundamentales Nevado-Filábride y Alpujárride, constituyendo el primero el autóctono relativo del segundo. El Complejo Alpujárride se encuentra generalmente desdoblado, a su vez en dos unidades, con diferente posición espacial (tanto horizontal como verticalmente) aunque en el área de Sierra Alhamilla sólo se encuentra una escama.

Los terrenos de Fosa o Cobertera, que rodean a la sierra ocupan las áreas deprimidas del Bajo Andarax Tabernas y al Sur el Campo de Níjar, son plenamente autóctonos y han sido afectados por una fase compresiva (Cuaternario) y una etapa distensiva que condicionó el depósito de ellos.

Las direcciones más frecuentes de fracturas a nivel regional son: N80°E (Sierra Alhamilla), N118°E, dirección Gádor, N166°E (Bajo Andarax), N45°E (Serrata de Níjar), N62°E (Dalías) y N8°E (Palomares).

La Falla Alhama-Illar (N80°E), tiene una gran importancia en el área, debido a sus claras implicaciones hidrogeotérmicas, constituiría en hipótesis un desgarre dextrorso con salto en horizontal relativamente importante (30 km).

BAÑOS DE SIERRA ALHAMILLA (PECHINA)



3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS BAÑOS DE SIERRA ALHAMILLA

En el Complejo Nevado Filábride la formación acuífera principal es la formada por los mármoles cipolínicos y mármoles crema del Triásico Medio Superior, constituyendo el llamado sistema hidrogeotérmico de Baños de Sierra Alhamilla.

El muro del acuífero está constituido por los esquistos y cuarcitas del Permo-Trias y Paleozóico del propio Complejo Nevado-Filábride, y el techo del acuífero viene definido, generalmente por los esquistos grafitosos (Paleozóico) y/o filitas y cuarcitas (Permotrias) de la base del Manto de Felix (o Aguilón).

A escala regional, los límites hidrogeológicos laterales están señalados por los afloramientos o subafloramientos de los mármoles nevado-filábrides del borde oriental de la Sierra de los Filabres, Sierra Alhamilla y Cabera, así como por la Falla de Alhama-Illar-El Alquián al Oeste y la Falla de la Serrata al Sureste. Es decir que el área ocupada por el Sistema de Baños de Sierra Alhamilla sería en principio aproximadamente coincidente con la del conjunto de las cuencas del Medio Andarax, Tabernas-Sorbas y Campo de Níjar. La estructura a grosso modo es la de tres amplios sinclinatorios, situados en las áreas de Sorbas, Medio Andarax y El Alquian-Campohermoso separados por dos zonas de umbral (Tabernas y Rioja-Pechina). El acuífero está generalmente confinado en toda la amplitud de su extensión.

El nivel piezométrico del acuífero carbonatado del Nevado-Filábride viene dado por la cota (475 m.s.n.m.) del Manantial de Baños de Sierra Alhamilla, corroborado por los sondeos mineros surgentes, realizados con motivo de un estu-

Existe más al Sur, a una cota más baja, un grupo de 3 ó 4 manantiales, en las proximidades de los Baños, que surgen a través de las filitas alpujárrides y relacionados con las surgencias de los Baños, de caudales pequeños, pero con temperatura más alta. Entre 1980-1982, una serie de sondeos de investigación minera (realizada por E.N.ADARO) que cortaron los mármoles saturados, originando surgencias termales en cada uno de ellos.

Las dolomías del Complejo Alpujárride, que rodean a modo de orla el núcleo de materiales Nevado-Filábrides de Sierra Alhamilla, aunque separadas del nivel de mármoles por las filitas de base, de carácter impermeable, podrían presentar una posible relación hidráulica en el nivel carbonatado marmóreo. Desde el punto de vista hidrogeológico estas dolomías alpujárrides normalmente compartimentadas funcionan de un modo aislado y cuando se someten a una sobreexplotación el acuífero no se recupera. Este hecho se pone de manifiesto en las inmediaciones de Níjar, Loma de los Cuernos (Pechina) y Cortijo Gindalva en Viator.

En resumen se puede afirmar que las características hidráulicas de los mármoles triásicos Nevado-Filábrides, son en general bastante buenas, debido a la importante permeabilidad por fracturación y carstificación que presentan, como consecuencia fundamentalmente de los fuertes procesos tectónicos a que han estado sometidos.

4.- HIDROQUIMICA

La composición del agua de los Baños de Sierra Alhamilla ha sido determinada en múltiples ocasiones, con resultados siempre muy semejantes. Sirva de ejemplo el diagrama logarítmico de la fig. 1, en el que se aprecia la homogeneidad

en el perfil hidroquímico del manantial, elaborado con análisis realizados hasta con 18 años de diferencia.

Se trata pues de agua bicarbonatada sódica, con un pH de campo de 7,51, y una temperatura de 51,4°C. La surgencia presenta desprendimiento de gases, cuyo análisis revela que el nitrógeno es su componente fundamental. Su origen profundo ha sido puesto en evidencia en anteriores estudios, y se apoya fundamentalmente en datos isotópicos, así como en las características físico-químicas del agua y de los gases. Estos últimos presentan una componente de origen endógeno, definida por los contenidos de CO₂ (6,3%V), CH₄ (2200 ppm) y He (225 ppm), así como una concentración de oxígeno baja -0,27%- que indica un proceso de reducción de su componente atmosférica, consecuencia del elevado tiempo de tránsito del agua. En consecuencia, la composición del agua será el resultado de un prolongado proceso de interacción con la formación que constituye el almacén.

Los datos analíticos indican que, en las condiciones de salida, el agua se encuentra ligeramente sobresaturada respecto a calcita y dolomita, subsaturada en yeso y también en anhidrita (ver fig. 2). Estos resultados sugieren un acuífero carbonatado, que el estudio geológico atribuye a los mármoles del Nevado-Filábride.

En lo que respecta a los contenidos de SO₄⁼, Cl⁻ y alcalinos, evidentemente es previsible que de largos tiempos de tránsito se deriven incrementos en el contenido salino del agua, teniendo en cuenta además el factor temperatura. No obstante es preciso señalar que en las filitas y en las propias del Alpujárride, muy próximas al manantial, aparecen intercalaciones evaporíticas, que podrían incidir en el contenido de las citadas especies.

ANALISIS QUIMICO

*
DENOMINACION: BAÑOS DE SIERRA ALHAMILLA
FECHA: *

TEMPERATURA (°C): 51.4 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 1360
pH a 51°C: 7.51 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 168
pH a 18°C: 8.00 Eh campo (mV): 132

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	380.00	6.228	6.228	41.97
CO3=	-	-	-	-
SO4=	200.00	2.082	4.164	28.06
Cl-	156.00	4.401	4.401	29.66
F-	.700	.037	.037	.25
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.05
SiO2(H4SiO4)	77.2	1.285	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
TOTAL....	814.410	14.041	14.838	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	251.00	10.919	10.919	74.06
K+	10.00	.256	.256	1.73
Ca++	39.00	.973	1.946	13.20
Mg++	17.00	.699	1.398	9.48
Fe++	.050	.001	.002	.01
Li+	.48	.069	.069	.47
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.38
NH4+	1.700	.094	.094	.64
Mn++	.030	.001	.001	.01
Pb	.1	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	319.926	13.032	14.744	

FORMULA ANIONICA : CO3=+HCO3- >Cl- >SO4= >F-
FORMULA CATIONICA: Na+ >Ca++ >Mg++ >K+

CLASIFICACION: BICARBONATADA CLORURADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	3.200	Cl/Na =	.403	(SO4*Ca) ^{1/2} =	2.847
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	1.862	Cl/(Na+K) =	.394	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.653
((CO3H) ² *Ca) ^{1/3} =	4.226	SO4/Ca =	2.140	Mg/Ca =	.719
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	3.107	SO4/(Ca+Mg) =	1.245	Cl/CO3H =	.707

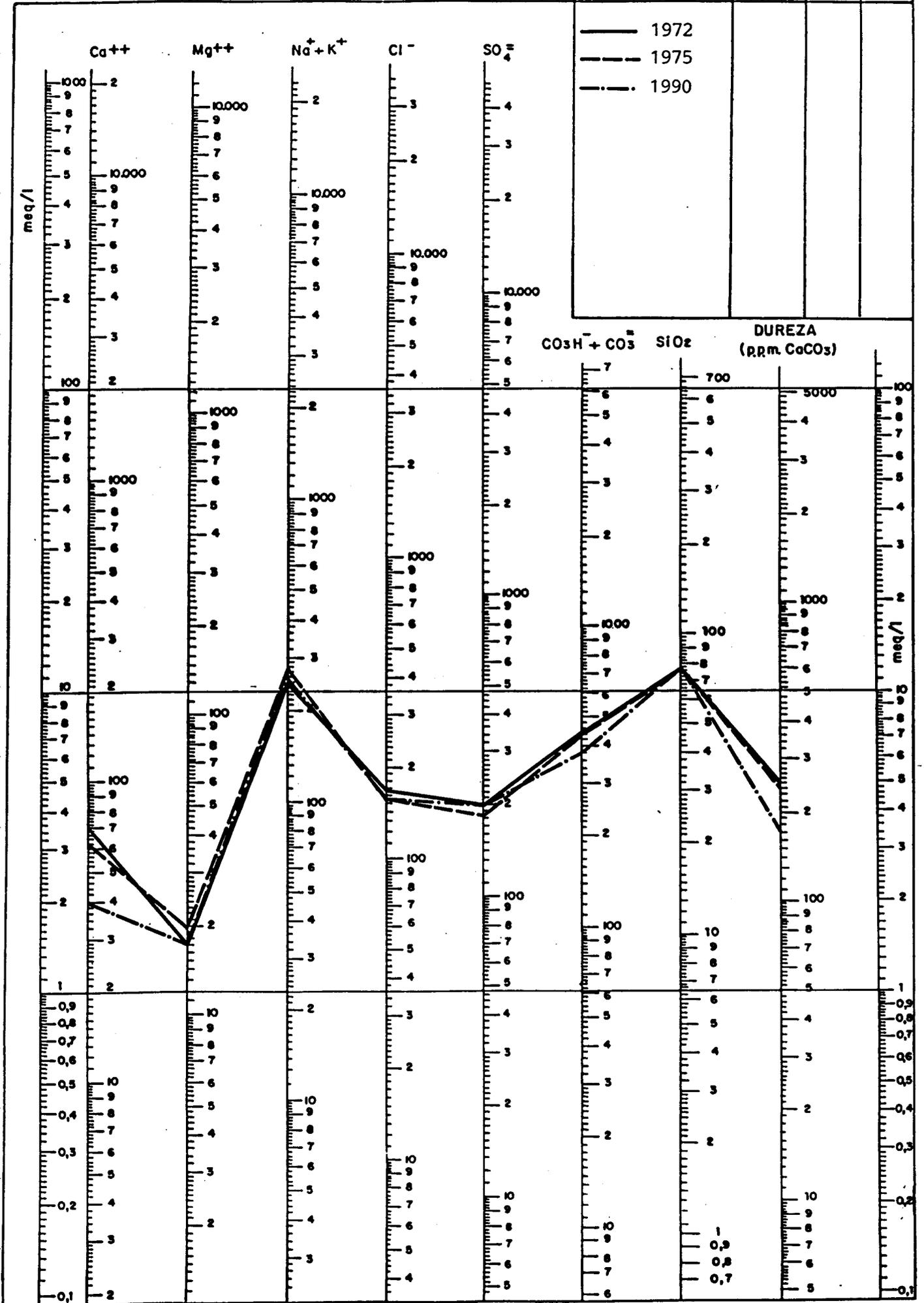
ARCHIVO EN DISCO: MMA10 (AMA1-10)

	ppm
R.S. 110°C	1.050
D.Q.O.	0,800
P ₂ O ₅	0,06
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,016
As	0,012
Se	-
Hg	-

LEYENDA

MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
— 1972			
- - - 1975			
- · - · 1990			

FIG. 1.- BAÑOS DE SIERRA ALHAMILLA



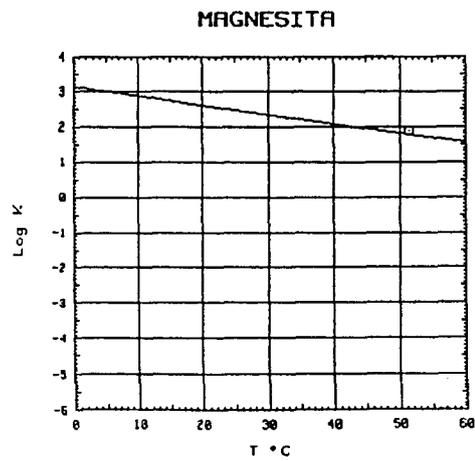
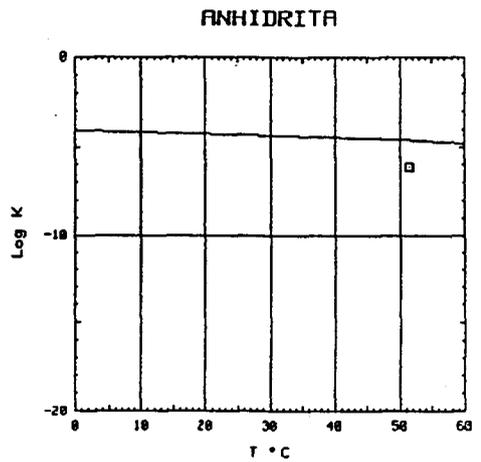
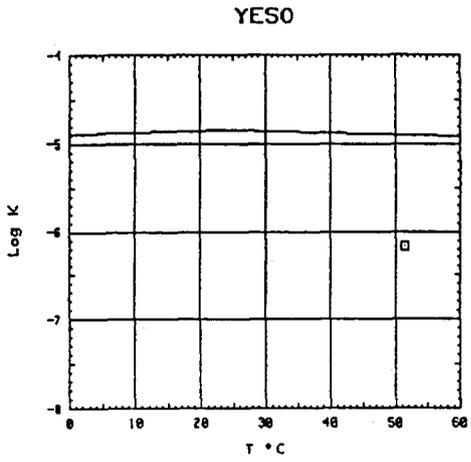
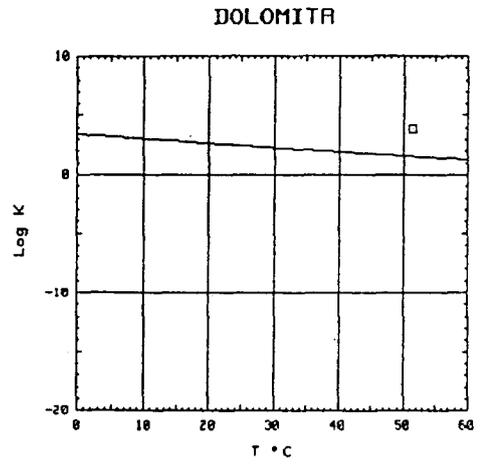
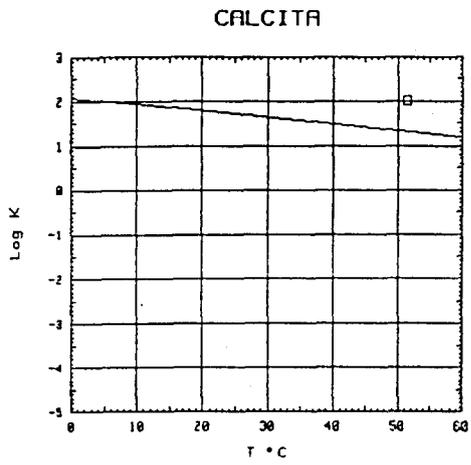


FIG. 2 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRA BAÑOS DE SIERRA ALHAMILLA

ANALISIS DE GASES
 =====

MANANTIAL
 DENOMINACION: SIERRA ALHAMILLA
 ALICUOTA:
 FECHA:

TEMPERATURA (°C):
 CAUDAL (l/s):

GASES	% VOL	% PESO	gr/l	P(atm) GAS(C.N.)
CO2	6.3000	9.5756	1.240E-01	6.300E-02
CH4	.2200	.2734	3.540E-03	2.200E-03
H2	<.001	.0001	9.000E-07	1.000E-05
N2	93.0000	89.8491	1.163E+00	9.300E-01
O2	.2700	.2987	3.867E-03	2.700E-03
He	.0225	.0031	4.021E-05	2.250E-04
H2S	-	-	-	-
SO2	-	-	-	-
CO	-	-	-	-
HCl	-	-	-	-

PESO ESPECIFICO (g/dm3): 1.2946

ARCHIVO EN DISCO: AL2

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Como se describe en el capítulo de hidrogeología, el manantial de Los Baños está relacionado con la presencia de los mármoles triásicos nevado-filábrides que bordean el flanco Sur y oriental de Sierra Alhamilla, suponiendo además otros límites laterales en la falla Alhama-Illar-El Alquian al Oeste y la falla de la Serrata al Sureste, en principio se podría delimitar una gran área, cuyo límite Norte vendría definido por la divisoria de aguas vertientes de Sierra Alhamilla, preservando la red de escorrentía superficial que circula hacia el manantial como principal área de alimentación, y por el Sur la línea divisoria incluiría además a los afloramientos carbonatados alpujárrides que pueden estar en conexión hidráulica con el acuífero carbonatado filábride.

No obstante se podría definir un área más restringida al entorno del manantial en prevención de una posible afectación, por otro lado difícil de definir, sino es con ayuda de técnicas auxiliares como puede ser la realización de piezómetros, bombeos de ensayo, etc.

6.- BIBLIOGRAFIA

- "HISTORIA UNIVERSAL DE LAS FUENTES MINERALES DE ESPAÑA", 1750. Pedro Gómez de Bedaya y Paredes.
- "EXAMEN DE LAS AGUAS MEDICINALES DE MAS NOMBRE QUE HAY EN LAS ANDALUCIAS", de Juan de Dios Ayuda. Guadix 1793 y Madrid 1798.
- "DISERTACION DE LAS AGUAS TERMALES DE ALMERIA, 1772". Antonio Abellán (médico).

- "HISTORIA, CLASIFICACION Y VIRTUDES DE LAS AGUAS MINERALES, 1811". Dr. Cristóbal Tomás.
- "NUEVOS ELEMENTOS DE TERAPEUTICA Y MATERIA MEDICA". Juan Castelló y Roca, 1826.
- "MANUAL DE LOS BAÑISTAS", de V.Raimundo, 1841.
- "ELEMENTOS DE TERAPEUTICA Y MATERIA MEDICA", de Ramón Cadevilla, 1843.
- "INFORME SOBRE LAS MEJORAS DE QUE ES SUSCEPTIBLE LA ACTUAL ORGANIZACION DEL SERVICIO MEDICO DE LAS AGUAS MINERALES NATURALES". Madrid, 1836. Real Academia de Medicina y Cirugía de Madrid. González y Crespo.
- "SIERRA ALHAMILLA". González y Crespo, 1840.
- "PRIMER MAPA BALNEARIO DE ESPAÑA", Madrid 1852. Fco. Jorge Torres Villegas 1/3.750.000.
- "MAPA BALNEARIO DE ESPAÑA". Anastasio García López, Madrid 1867.
- "MAPA DE LAS AGUAS MINERALES Y TERMALES DE ESPAÑA Y PORTUGAL". Federico de Botella y Hornos. Madrid 1982. 1/2.000.000.
- "MAPA HIDROLOGICO OFICIAL DE ESPAÑA". Madrid, 1903. Joaquín Alixandre. 1/2.000.000.
- "IGME. MAPA DE MANANTIALES MINERO-MEDICINALES DE ESPAÑA", 1947. 1/1.500.000. Carlos Ortiz Serrano y Felix Julián.

- **"MAPA DE MANANTIALES MINERO-MEDICINALES DE ESPAÑA"**, Peninsular, Baleares y Canarias 1/2.000.000. Madrid 1963. J.M.López de Azcona.
- **"XXIII CONG. GEOLOGICO INT."**, Praga 1968. J.M.López de Azcona. Mineral and Thermal Waters of de World.
- **"AGUAS MINERO-MEDICINALES DE ALMERIA"**. Mariano José González y Crespo. Madrid, 1840/1841. R. Academia de Medicina.
- **"ELEMENTOS DE HIDROLOGIA MEDICA"**. Doz y Builla 1887.
- **"ANUARIO GUIA GENERAL DE LOS BALNEARIOS Y AGUAS DE ESPAÑA Y MEDIODIA DE FRANCIA"**, de José L. Costa (Madrid, 1906).
- **"GUIA OFICIAL DE AGUAS MINERO-MEDICINALES Y ESTABLECIMIENTOS BALNEARIOS DE ESPAÑA"**, 1911 - Año VI. Emilio de Miguel y Fernando Martínez. Madrid 1911.
- **"TRATADO DE HIDROLOGIA MEDICA"**, de José de San Román y Ronyer (Barcelona y Buenos Aires 1945).
- **"RESUMEN ESTADISTICO OFICIAL DE LAS AGUAS MINERALES DE ESPAÑA"**. M.Taboada y M.Carretero. Madrid 1900.
- **"TRATADO DE HIDROLOGIA MEDICA"**, de Anastasio García López. Madrid 1869.
- **"ANALISIS QUIMICO DE LAS AGUAS MINERALES DE GRANADA Y ALMERIA"**. Francisco de Paula Montelis y Nadal, 1857.
- **"MONOGRAFIA DE LAS AGUAS MINERALES Y TERMALES DE ESPAÑA"**, de Federico Botella y Hornos (Madrid 1892).

- "CATALOGO DE SISMOS PENIBETICOS". José Galbis Rodríguez. Madrid 1932.
- "PROSPECCION GEOTERMICA EN LA PROVINCIA DE ALMERIA". ADARO-ITGE 1983.
- "ESTUDIO GEOQUIMICO DE LAS MANIFESTACIONES TERMALES DE GRANADA-ALMERIA-MURCIA". Memoria y planos. C.G.S. 1983.
- "PLAN NACIONAL DE LA MINERIA". Prospección de la Energía Geotérmica en la Cuenca de Almería, 1979. ADARO.
- "MEMORIA Y MAPA GEOLOGICO DE ALMERIA", 1/50.000. MAGNA-ITGE.
- "SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA PROVINCIA DE ALMERIA". ADARO-ITGE, 1987 (inédito).

LOS BAÑOS DE LUCAINENA (LUCAINENA DE LAS TORRES)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de los Baños de Lucainena se encuentra situado en la estribación Norte de Sierra Alhamilla, dentro de la depresión Tabernas-Sorbas y muy próximo al contacto con los materiales alpujárrides de la referida Sierra. Se localiza unos 2 km al Este del núcleo de Lucainena de las Torres en la cabecera de la Rambla de Lucainena, desde donde se accede a través de un camino vecinal. Su cota es de 480 m.s.n.m.

Se ubica dentro de la hoja topográfica nº 2442 (SORBAS) a escala 1:50.000 con coordenadas U.T.M. X = 572.420 e Y = 4.100.120.

El agua drena a través de una galería de dirección E-O, entre un material aluvional cuaternario y la serie margosa del Mioceno, con un caudal de 10-12 l/m, con un fuerte olor a sulfhídrico.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Estos baños aparecen declarados como de utilidad pública, en la relación de la Dirección General de Sanidad del Ministerio de Gobernación en 1870.

Posteriormente en 1887, aparecen relacionados en el tratado "Elementos de Hidrología Médica" de Enrique Doz y Arturo Builla y se describen como "un manantial de agua clara y olor sulfuroso desprendiendo burbujas gaseosas con una temperatura de 21°C y un caudal de 51 litros por minuto. Es de aplicación para la piel y otras enfermedades y se usa en baño y bebida. La instalación es mala y la temporada oficial es de 1 de Junio a 15 de Septiembre". El agua estaba clasificada como sulfurada-cálcica.

No se incluye en la relación de balnearios declarados de utilidad pública de 1928, en la gaceta de Madrid de 26 de Abril, sin conocer la razón. Sin embargo si aparece clasificada también como agua minero-medicinal en las relaciones del Instituto Geológico y Minero de España de 1913, 1947 y 1986.

Actualmente su uso debe ser muy escaso limitándose al entorno local. Junto a la galería existe un edificio prácticamente en ruinas que corresponde al antiguo balneario.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

La Sierra Alhamilla, de dirección aproximada OSO-ENE, es una cadena montañosa relativamente pequeña cuyas altitudes llegan a sobrepasar los 1.350 m (Colativí 1.387 m). Los materiales de esta cadena montañosa pertenecen a tres grandes unidades tectónicas o Complejos que de abajo arriba son Nevado-Filábride, Alpujárride y Malaquide. Las secuencias Alpujárrides rodean y se apoyan sobre materiales que pertenecen a los Nevado-Filábrides que constituyen la parte central y más elevada de la cadena. En unos pocos puntos se localizan afloramientos de materiales maláquides que se apoyan sobre la Unidad Alpujárride más alta.

Al Norte de Sierra Alhamilla, hasta las estribaciones de Sierra Filabres, se extiende la depresión tectónica de Tabernas-Sorbas, rellena de materiales que comprenden edades desde el Mioceno al Cuaternario. Precisamente tanto el manantial de los Baños de Lucainena como los famosos Baños de Alfaró (situado hacia el Oeste, más próximo a la ciudad de Almería y que hoy se encuentran secos, y sus instalaciones abandonadas) afloran próximos al contacto mecánico, zócalo/cobertera, en los materiales de carácter flychoide del Mioceno Superior.

El dominio Nevado-Filábride, corresponde en este sector al núcleo de Sierra Alhamilla. Los materiales más antiguos son los representados bajo la Unidad de Alhamilla o Unidad del Manto del Veleta y la formación consiste en una secuencia alternante de micasquistos y cuarcitas, esquistos, etc. Su potencia máxima expuesta es de 1.000 metros y la edad es Paleozóico.

La Unidad de Castro o Unidad del Manto del Mulhacén consiste en una serie basal de cuarcitas "conglomeráticas" alternantes con micasquistos, pasando al techo a una serie carbonatada, de mármoles micaceos bandeados y con frecuencia intensamente plegados, fuertemente brechificados a causa del cabalgamiento de la Unidad Alpujárride. Su potencia máxima expuesta es aproximadamente de 500 metros y su edad es Triásico Medio Superior y quizás más antigua.

Al Complejo Alpujárride corresponden los materiales de la Unidad del Aguilón equivalente a la Unidad de Felix en Sierra de Gádor. Dentro de esta unidad se han distinguido tres formaciones que de muro a techo son:

- Micasquistos de tonos marrones oscuros a negros y cuarci-

tas. Su potencia observable es de 100 metros y se le asigna una edad Devónico-Carbonífero.

- Filitas y Cuarcitas con intercalaciones de yeso y pasadas de rocas carbonatadas. Su potencia observada es de 150 metros y su edad Permo-Werfenense.
- Calizas y dolomías, o formación "Coto Laizquez". La zona basal comprende margas amarillentas, calcoesquistos, pizarras pasando a tramos dolomíticos hacia el techo. Especialmente estas dolomías en la región de Alfaro Turrillas y Lucainena han sido fuertemente mineralizada, dando las rocas carbonatadas, a menudo brechoides, unos colores muy característicos marrón de herrumbre a rojizo negro. Esta formación llega a tener una potencia de 150 metros y su edad es Triásico Medio Superior.

En la Cuenca de Tabernas-Sorbas la serie neógena está representada por una serie basal de conglomerados mal estratificados de rocas de diferentes granulometrías, alternando con niveles de areniscas. El espesor es muy variable, aproximadamente de 100-150 m. Aflora principalmente en el anticlinal situado junto al pueblo de Tabernas (Serrata del Marchante). Su edad es Mioceno Superior.

Concordantemente y en paso vertical y lateral de facies se superpone un conjunto de depósitos margo-arenosos, bastante potente, 400-500 m que se extiende a lo largo del reborde Norte de Sierra Alhamilla, entre ésta y la Sierra de Filabres. El contacto con los materiales alpujárrides de Sierra Alhamilla es normalmente tectónico. Encima se superpone una serie turbídica de unos 150-200 m formada por una sucesión de margas y areniscas, margas micáceas gris verdosas, en niveles muy finos, microconglomerados alternantes con arenas

micáceas, en bancos de 15-20 cm hasta 1 m de espesor, de edad Mioceno Superior. Hacia el techo esta secuencia termina con un paquete de unos 150 m de una litología variada compuesta de margas arenosas amarillas, arenas y conglomerados. En la zona centro de la Cuenca esta serie Subbética puede alcanzar hasta 700-800 metros de espesor.

Hacia los bordes Norte y Sur de la cuenca de Sorbas afloran la serie de calizas arrecifales, calcarenitas algo arenosas e incluso conglomeráticas con rápidos cambios laterales de facies. Su potencia es muy variable y su edad se le atribuye al Andaluciense.

Por encima de estos materiales se determinan depósitos de yesos, cuyo mayor afloramiento se sitúa en la zona media de la cuenca, donde alcanzan 120 m de espesor, están intensamente carstificadas, y en discordancia sobre ellos calcarenitas arenosas. Todos estos materiales son de edad Miocena.

Tectónicamente todo el Borde Norte de Sierra Alhamilla se halla afectada por fallas de desgarre dextrorsas, de dirección variable N 60-70 E a E-O. Estas también existen dentro del propio sustrato bético y en los materiales neógenos. En conjunto determinan una zona de falla (área de Lucainena), que se puede prolongar hacia el corredor del río Andarax.

A unos 2 km al E-SE de Lucainena el contacto con el Mioceno en algunos puntos tiene geometría de falla inversa, sin embargo, en general, es vertical.

Entre Turrillas y Lucainena la zona de falla se estrecha progresivamente hacia el O a la vez que en el contacto con el Mioceno, el Alpujárride se reduce a jirones e incluso

llega a desaparecer en algunos puntos, de manera que contactan el Nevado-Filábride y el Mioceno Superior.

En toda esta área las calizas y dolomías Alpujárrides que se hallan en contacto con el Nevado-Filábride están muy enriquecidas en hierro a causa de las mineralizaciones que afectan también al Mioceno. Estas bandas de fractura, E-O de Sierra Alhamilla si bien no permiten la salida al exterior de materiales volcánicos, si sirvieron de salida a sus mineralizaciones asociadas lo que parece indicar que alcanzan sectores profundos de la corteza.

En las proximidades del contacto entre el Alpujárride y Nevado-Filábride con el Neógeno, los niveles de limos y arenas del Mioceno están verticales, observándose también en esta formación pliegues de dirección entre E-O y N 70 E.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS BAÑOS

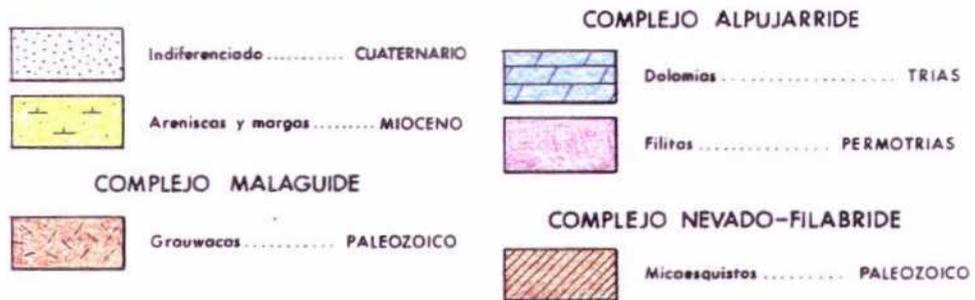
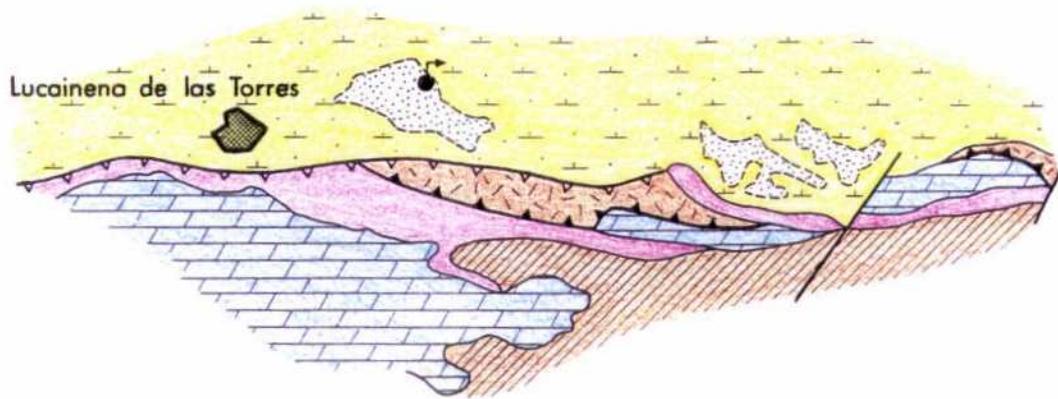
Las principales rocas susceptibles de formar acuíferos pertenecen al Trías Medio Superior y al Neógeno (bien en rocas de tipo carbonatado o de tipo detrítico). En el Trías predominan los mármoles (Nevado-Filábride) o bien las dolomías y calizas (Alpujárride), constituyendo los mejores almacenes a nivel regional.

Las dolomías alpujárrides presentan una permeabilidad alta debida a fisuración y disolución. Los afloramientos dolomíticos a lo largo del borde Norte de Sierra Alhamilla, en general quedan aislados y colgados, con escasos recursos, realizando las descargas a través de pequeñas surgencias en el contacto con los materiales impermeables de filitas.

BAÑOS DE LUCAINENA

(LUCAINENA DE LAS TORRES)

PLANO GEOLOGICO



571.000

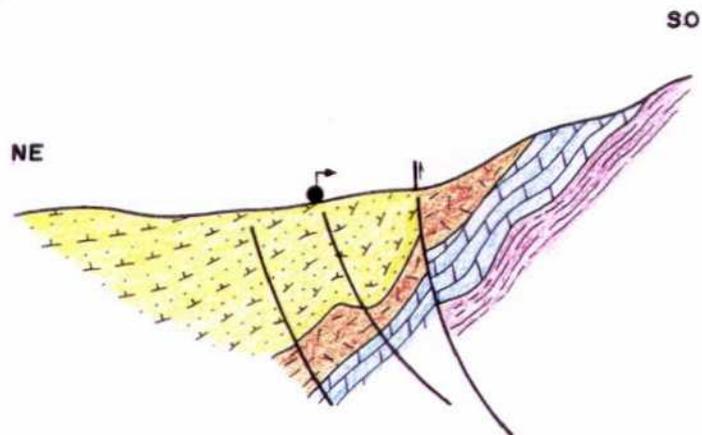
575.000

ESCALA 1:50.000

4.101.000

4.097.000

CORTE ESQUEMATICO



El manantial de los Baños de Lucainena, aflora en la serie margosa de tipo flyschoides, y a unos 500 metros al Norte del borde de falla de Sierra Alhamilla. El agua drena a través de una galería de dirección E-O, con un caudal 0,25 l/s, el paquete dolomítico alpujarride, y presenta un fuerte olor a sulfhídrico. Este contacto, de tipo mecánico, es recorrido de Este a Oeste por una fractura con una gran componente horizontal, de varios kilómetros de recorrido, poniendo en contacto la estructura anticlinorio de Sierra Alhamilla, con la serie neógena de la cuenca de Sorbas que en este borde presenta unos buzamientos muy fuertes. Esta línea de fractura puede permitir la circulación del agua que desde las zonas más altas fluye, infiltrándose a zonas más profundas, buscando zonas saturadas bajo el paquete de margas, y que favorecidas por la red de diaclasas secundarias permiten el ascenso a superficie de este tipo de manantiales, cargados en sales y gases y con un cierto grado geotérmico.

A 2 km al Este de estos baños, existe otra emergencia, conocida como la Fuente de la Marrana, de parecidas características, con olor a sulfhídrico y escaso caudal (0,01 l/s) y que posiblemente tenga un origen similar a los Baños de Lucainena, motivo de este estudio.

4.- HIDROQUIMICA

Agua de naturaleza sulfatada magnésica sódica, de conductividad moderada $-2,340 \mu\text{Scm}^{-1}$. El manantial presenta claros indicios de H_2S . El pH en campo es de 6,08.

Los diagramas de saturación (fig. 1) indican que la muestra se halla próxima al equilibrio respecto a dolomita. Asimismo los correspondientes a yeso y anhídrita reflejan

ANALISIS QUIMICO

*
DENOMINACION: BAÑOS DE LUCAINENA
FECHA : *

TEMPERATURA (°C): 19.6 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 2340
pH a 19°C: 6.08 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 992
pH a 18°C: 7.80 Eh campo (mV): 154

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3--	300.00	4.917	4.917	16.01
CO3=	-	-	-	-
SO4=	961.00	10.004	20.008	65.15
Cl-	202.00	5.698	5.698	18.56
F-	.700	.037	.037	.12
NO3-	3.00	.048	.048	.16
SiO2 (H4SiO4)	17.0	.283	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
TOTAL....	1483.710	20.988	30.709	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	231.00	10.049	10.049	33.46
K+	7.00	.179	.179	.60
Ca++	177.00	4.416	8.832	29.41
Mg++	132.00	5.429	10.858	36.15
Fe++	.060	.001	.002	.01
Li+	.37	.053	.053	.18
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.19
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.021	0.000	.001	0.00
Pb	.2	.001	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	548.231	20.149	30.034	

FORMULA ANIONICA : SO4= >Cl- >CO3=+HCO3-- >NO3-
FORMULA CATIONICA: Mg++ >Na+ >Ca++ >K+

CLASIFICACION: SULFATADA --- MAGNESICA SODICA

CO3H+CO3)/Ca = .557 Cl/Na = .567 (SO4*Ca)^1/2 = 13.293
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .250 Cl/(Na+K) = .557 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.349
 ((CO3H)^2*Ca)^1/3 = 5.977 SO4/Ca = 2.265 Mg/Ca = 1.229
 CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.266 SO4/(Ca+Mg) = 1.016 Cl/CO3H = 1.159

ARCHIVO EN DISCO: MMA11 (AMA1-11)

	ppm
R.S. 110°C	1.982
D.Q.O.	1
P ₂ O ₅	0,04
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,049
As	-
Se	-
Hg	-

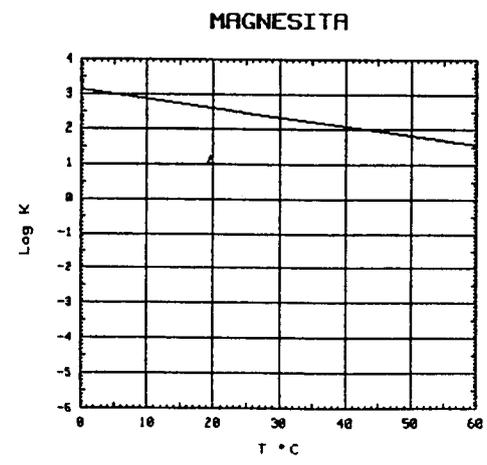
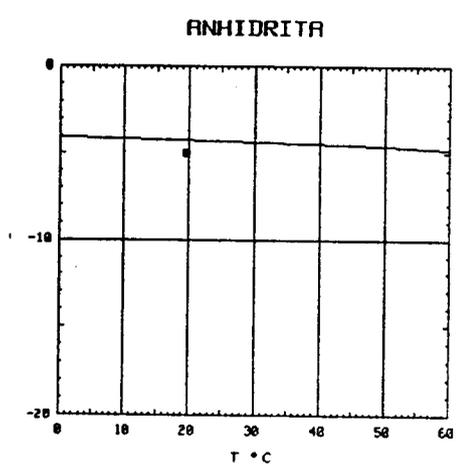
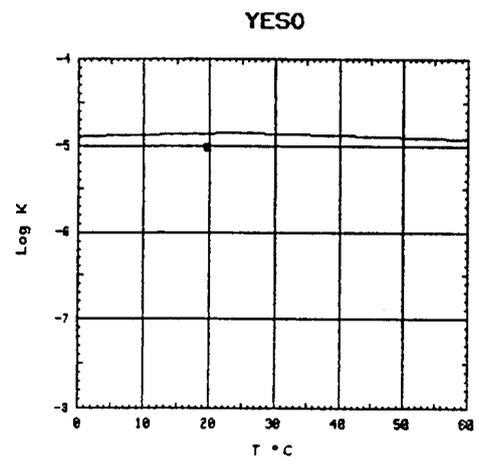
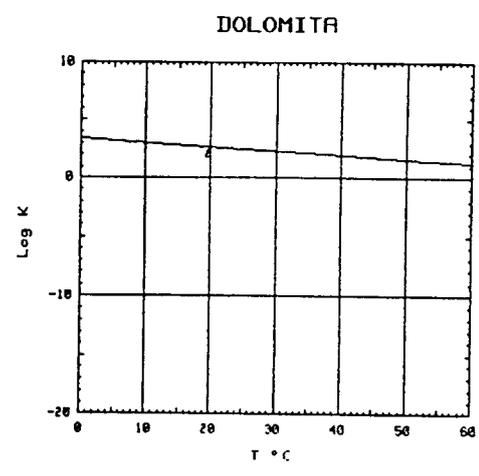
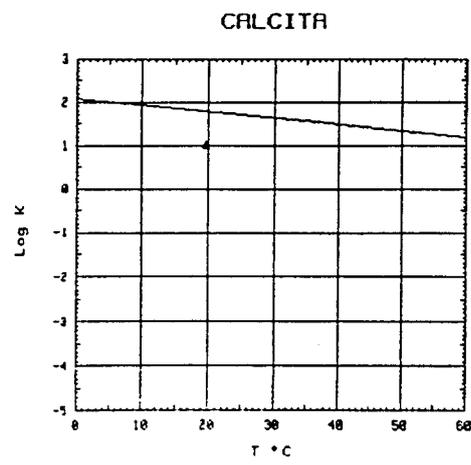


FIG. 1 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRA BAÑOS DE LUCAINENA

niveles de subsaturación cercanos a la condición de equilibrio.

A la vista de los datos geológicos, los resultados hidroquímicos apuntan a las dolomías triásicas como probable acuífero, si bien existen también evidencias claras de una influencia evaporítica, que podría atribuirse a las margas yesíferas suprayacentes al acuífero carbonatado.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área de protección para el manantial de Los Baños que vendría condicionada a las dimensiones de los afloramientos carbonatados representados en las inmediaciones del manantial y que ocupan el Cerrón de Lucainena, englobando además a parte del borde Norte de la Sierra Alhamilla, en contacto mecanizado con los materiales neógenos de la depresión de Sorbas.

En cabecera de la rambla de Lucainena se encuentra el núcleo de población de Lucainena de las Torres, el punto a destacar por la posible presencia de residuos contaminantes en las inmediaciones del manantial.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- "SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA PROVINCIA DE ALMERIA". ADARO-ITGE 1987 (inédito).
- "MEMORIA Y MAPA GEOLOGICO ESCALA 1/50.000 DE SORBAS". MAGNA. ITGE.
- "PROSPECCION GEOTERMICA EN LA PROVINCIA DE ALMERIA". ADARO-ITGE 1983.

- "LAS FALLAS DE DESGARRE DEL BORDE SUR DE LA CUENCA DE SORBAS-TABERNAS". (Norte de Sierra Alhamilla, Almería, Cordilleras Béticas). Carlos Sanz de Galdeano. Boletín Geológico y Minero. T.C.I. Año 1989 (73-85).

- "OTT D'ESTEVOU" P.H. (1980). EVOLUTION DYNAMIQUE DU BASSIN NEOGENE DE SORBAS (CORDILLERAS BETIQUES ORIENTALES, ESPAGNE). París, 260 p.p.

MANANTIALES DE FUENCALIENTE (SERON)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

En el sector Fuencaliente-Calera, existe un grupo de manantiales, denominados Fuente Algibe, Perica, Cañada y Plaza y Huélagó, caracterizados por un cierto grado de termalismo. Se sitúan en la margen izquierda del río Almanzora a lo largo de la rambla del Ramil, arteria que alimenta el río Almanzora en su cabecera y que recoge las aguas de la zona oriental de los Llanos de Caniles-Baza, desde la provincia de Granada. El acceso se realiza desde la carretera Serón-Baza, con desvío a la altura del km 23 por los Llanos de Pajares, hasta la barriada de Fuencaliente-Calera, a unos 5 km de distancia, estando ubicados en el término de Serón.

Se localizan en la hoja topográfica, a escala 1:50.000 nº 22-40 (BAZA), siendo las coordenadas U.T.M. del manantial principal Fuente Algibe $X = 538.300$ e $Y = 4.134.950$ y su cota es de 837 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Estos manantiales no vienen reflejados en listado oficial alguno de aguas minero-medicinales. Se han incluido en este estudio, ya que dadas sus características de termalismo han sido utilizados para enfermedades de tipo reumático y lógicamente han sido estudiados en los informes geotérmicos realizados en la provincia.

El uso más normal actualmente, de estos manantiales es el riego.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Los manantiales de Fuencaliente, se ubican desde el punto de vista geológico dentro de la cuenca del río Almanzora, cuenca en la que están representados por un lado materiales nevado-filábrides y alpujárrides formando el sustrato de la misma y, materiales neógenos de relleno de cuenca, por donde discurre el curso actual del río.

El dominio Nevado-Filábride, que ocupa toda la margen derecha del río Almanzora, a lo largo del borde Norte de Sierra de Filábres, constituye el dominio de posición estructural inferior dentro de la zona Bética s-str. De forma general y de muro a techo se distinguen dos series diferenciables por su composición litológica y/o su grado de metamorfismo: son la Serie Veleta o Tramo Basal y la Serie de Sabinas-Mulhacén o Tramo Terminal.

La Serie Veleta, es una serie bastante monótona de micasquistos negros, su potencia es de 3000-5000 m como mínimo y se corresponde a la Formación Nevada (Precámbrico-Pérmico) de la escuela holandesa, bien representada en Sierra de Filábrides. Hacia la parte superior se desarrolla una alternancia de cuarcitas y micasquistos de unos 200 m de espesor, atribuida al Permo-Trias y que la escuela holandesa denominó como Formación Tahal.

La Serie de Sabinas-Mulhacén o Tramo Terminal (Permotrias-Trias Medio Superior), definida por la escuela de Granada, en conjunto equivale aproximadamente a la Formación Las Casas (Triásico Superior) de la escuela holandesa defini-

da en Sierra de Filabres. Interiormente la serie consta de micasquistos de color verde claro e intercalaciones delgadas de carbonatos; su espesor es como máximo de 300 m. A techo se tiene un nivel continuo y potente (50 m) de mármoles cipolíticos, fajeados, que progresivamente hacia abajo intercalan gneises, esquistos y cuarcitas.

El Domínio Alpujárride, que se encuentra corrido sobre el Nevado-Filabride, ocupa una gran extensión en el área de estudio, por un lado constituye la Sierra de las Estancias, margen izquierda del río Almanzora, y por otro, retazos, de mayor a menor envergadura, apoyados sobre Sierra de Filabres, en la margen, derecha del mismo río.

El Alpujárride se presenta estructurado en diversos mantos de corrimiento de orden mayor, así como en otra serie de láminas tectónicas o mantos de menor envergadura transversal y/o vertical que podrían considerarse como diverticulaciones menores de los anteriores. En la Sierra de las Estancias, se han diferenciado varias unidades con litología similares, aunque sus potencias pueden diferir de unas a otras unidades principalmente por causas tectónicas.

De muro a techo la serie es la siguiente:

Formación de micasquistos.- Esta formación consiste en una serie alternante de micasquistos y cuarcitas de colores oscuros. La potencia de la formación de micasquistos es de algunos centenares de metros, y su edad es Devono-Carbonífero.

Formación de cuarcitas y filitas.- En varios puntos se presenta secuencia de cuarcitas y filitas entre la formación de micasquistos y la formación de carbonatos y entre otros pun-

tos esta formación no existe o queda muy reducida, debido a causas tectónicas. La formación consiste esencialmente en filitas de colores azulados, grisáceos, verdosos y rojizos que alternan con cuarcitas. La potencia de la formación es muy variable, en algunos puntos es muy reducida y en otros alcanza de 500-600 m. Su edad es Pérmico-Trias.

Formación carbonatada.- Comienza la serie por un paquete de calizas amarillentas, finamente laminadas, con aspecto margo-so y a veces con intercalaciones de rocas filíticas. Hacia arriba pasan a calizas y dolomías grises amarillentas y a dolomías muy potentes y masivas, con brechas sedimentarias. En varios puntos los carbonatos contienen mineralización de hierro. La potencia de esta formación es variable, llegando a alcanzar varios cientos de metros. Su edad es Trías Medio-Superior, y se le ha denominado Formación Estancias.

Dentro de la cobertera terciaria del Valle del Almanzora, a nivel regional se distinguen de muro a techo las siguientes formaciones.

Formación de conglomerados.- Que se sitúan discordantes sobre los materiales nevado-filábrides y alpujárrides, con una potencia de hasta 200 m. Son de edad Tortoniense-Andaluciense.

Formación de arenas y lutitas.- Que se sitúa discordante sobre la formación anterior y sobre los materiales del Complejo Alpujárride. Su potencia máxima es de 30-40 m y su edad Tortoniense-Andaluciense.

Formación de microconglomerados y areniscas amarillentas.- La potencia máxima observada es del orden de 30 metros y su edad es Andaluciense.

Formación de margas y margocalizas con intercalaciones de areniscas.- Su edad es Andaluciense y su espesor es de 100-150 metros.

Formación de margas y margocalizas azuladas.- Su máxima potencia observada es del orden de los 150 metros, aunque en los sondeos realizados en la zona se han cortado más de 300 metros. Su edad es Andaluciense.

Finalmente la cuenca neógena está cubierta por una serie de depósitos cuaternarios; como glaciares, que se extienden hasta las estribaciones de la Sierra de Las Estancias, depósitos aluviales, piedemonte, derrubios de ladera y travertinos.

En el ámbito de la zona de estudio el complejo mejor representado es el Complejo Alpujarride, diferenciándose dos unidades tectónicas principales, la Unidad de Partaloa (inferior) y la Unidad de Campillo (superior). El desarrollo litoestratigráfico de la Unidad de Partaloa y en especial de su formación carbonatada es diferente de la de la Unidad Campillo. A su vez en la Unidad Campillo se han diferenciado tres unidades tectónicas, que desde arriba hacia abajo son: la Unidad Hernán Valle-Montroy, Unidad Blanquizares-Oria y Unidad Granja.

La Unidad de Partaloa tiene su mejor representación en la zona oriental de la Sierra de las Estancias y en el borde Norte de Sierra de Filábres. La Unidad de Granja, tiene poca extensión y se distribuye principalmente al Norte de Somontín y Urracal. La Unidad de Los Blanquizales-Oria, es la más extensa de todas las unidades representadas, extendiéndose fuera de los límites de la propia Sierra de las Estancias. La

Unidad de Hernán Valle-Montroy, solamente se ha encontrado en la parte más meridional de la Sierra de las Estancias.

La tectónica que afecta a estos materiales se caracteriza por estructura de cabalgamiento y fallas inversas que como nivel de despegue aprovechan generalmente las filitas por sus propiedades plásticas. Este hecho es de gran significado hidrogeológico, ya que cuando las estructuras afectan a las coberteras carbonatadas se producen barreras hidrogeológicas que originan en consecuencia la individualización de acuíferos.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS MANANTIALES

A causa de la compartimentación tectónica y de acuerdo con la geometría de los tramos carbonatados se diferencian en el ámbito de la Sierra de las Estancias-Valle del Almanzora-Sierra de Filabres, las siguientes unidades hidrogeológicas:

- SIERRA DE LAS ESTANCIAS:

- . Unidad Hijate-Higueral-Lucar
- . Unidad Somontín-Partalao
- . Unidad Sierra de Oria-El Saliente

- SIERRA DE FILABRES

- . Unidad Alcóntar-Bacares
- . Unidad Lijar-Macael

Los manantiales de Fuencaliente, en principio están integrados dentro de la Unidad Hidrogeológica Hijate-Higueral-

ral-Lucar, cuyas características hidrogeológicas se exponen a continuación.

Ocupa el extremo occidental de la cuenca del río Almanzora y cubre una extensión de 180 km², de los cuales 88 km² corresponden a afloramientos de materiales alpujárrides carbonatados que son los que constituyen el acuífero. Los esquistos, filitas y cuarcitas definen el sustrato y bordes impermeables oriental y septentrional, al tiempo que contribuyen a la compartimentación del acuífero debido a la existencia de numerosas escamas tectónicas. Los límites meridional y occidental están ocupados por materiales miocenos y pliocuaternarios, que salvo los que conforman el aluvial del río Almanzora son de baja permeabilidad. El espesor de las calizas y dolomias acuíferas se estima en 300 metros.

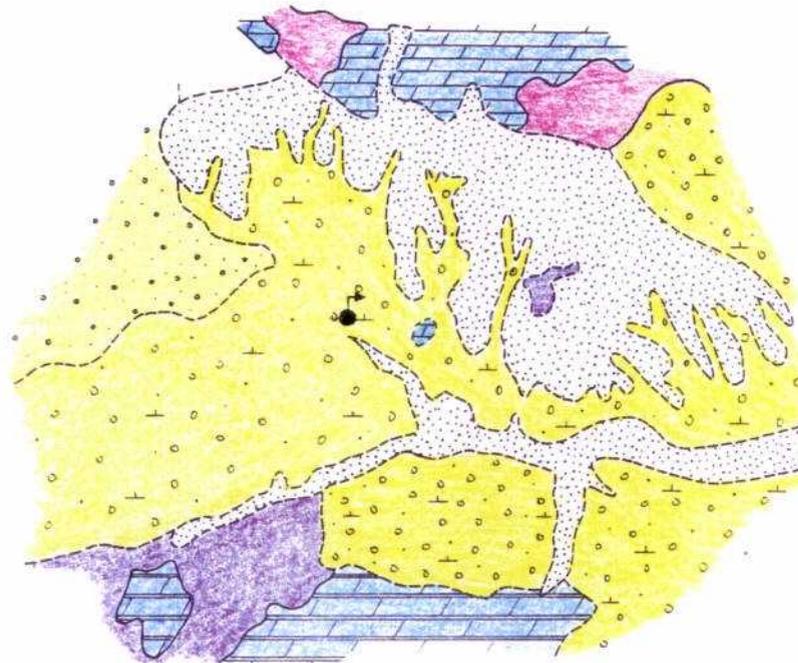
La alimentación de la Unidad procede de la infiltración directa de parte de la lluvia caída sobre los afloramientos permeables y de las aguas de escorrentía superficial, procedente de los esquistos y filitas del entorno. La descarga se produce mediante sondeos y por manantiales y galerías ubicados en el borde Sur. Este grupo de manantiales emerge junto a un grupo de pequeños afloramientos carbonatados triásicos que afloran en el valle del Almanzora, en medio del paquete margoso mioceno. Las aguas de estas surgencias presentan la peculiaridad de ser ligeramente termales (28°C o más), siendo las más importantes Cela, Perica, Cañada y Plaza, Algibe y Huelago. Este termalismo se manifiesta asimismo en ciertos sondeos, alguno de los cuales son surgentes.

Los sondeos de explotación de este sistema o unidad se sitúan esencialmente en el sector de El Higueral y en las proximidades de Lúcar, alguno de los cuales llega a superar los 100 l/s de caudal. La extracción en el sector del Higue-

FUENCALIENTE

(SERON)

PLANO GEOLOGICO



COMPLEJO ALPUJARRIDE MANTO BLANQUIZARES — ORIA

Calizas y dolomias TRIAS

Filitas y cuarcitas PERMOTRIAS

MANTO PARTALOA

Calizas y dolomias con niveles de filitas TRIAS

Filitas y cuarcitas PERMOTRIAS

535,000

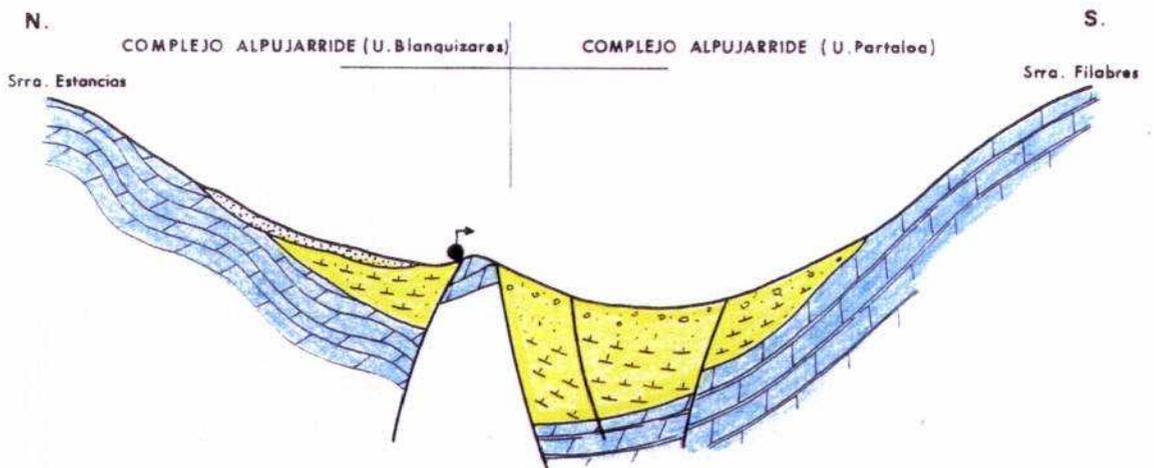
540,000

0 1,000 m.

4.135.000

4.130.000

CORTE ESQUEMATICO



N.

COMPLEJO ALPUJARRIDE (U. Blanquizarès)

COMPLEJO ALPUJARRIDE (U. Partalóa)

S.

Srra. Estancias

Srra. Filabres

ral es del orden de 3,5 Hm³ en 1987, para un grupo de 15 sondeos instalados.

Las fluctuaciones de los niveles piezométricos cuyos valores varían dentro de la Unidad entre las cotas 850 y 915 m.s.n.m. son muy poco acusados en la mayor parte de la Unidad salvo en el sector de El Higueral, donde las extracciones han superado ampliamente la alimentación, como lo demuestran descensos de hasta 24 m. Los manantiales y galerías que se controlan muestran caudales con ligeros descensos con una aportación de 3 a 4 Hm³/año. La evolución de niveles y caudales de manantiales pone de manifiesto la compartimentación del acuífero en distintos bloques; mientras que en El Higueral los niveles descienden de forma preocupante, mostrando el desequilibrio extracciones-alimentación, los manantiales y niveles de Lucar muestran regimenes más estables.

Al igual que el manantial de Cela, las surgencias de Fuencaliente posiblemente estén ligadas a la existencia de una importante fractura, o zona de fracturas formando el "horst" de Fuencaliente, paralela al borde de la depresión del Almanzora, gracias a la cual tendrá lugar la emergencia del agua que precisamente habría circulado en profundidad a través de las formaciones carbonatadas de unidades alpujárri-des en una posición tectónica inferior a la de Blanquizarres-Oria, cuyos afloramientos son los de mayor proximidad a dichas surgencias y constituyen la unidad hidrogeológica El Hijate-Higueral-Lucar y otras, situada inmediatamente al Norte de la misma.

Los caudales históricos de dichos manantiales son los siguientes:

	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>Cota</u>
	Agosto	Agosto	Agosto	Agosto	
	l/s				
Fuente Algibe	19,1	18,7	13,38	17,9	837
Cañada y Plaza				7,8	894
Perica				6,4	837

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Dentro del grupo de manantiales de Fuencaliente, la muestra recogida corresponde concretamente a la Fuente Aljibe. Se trata de agua sulfatada cálcica, de mineralización moderada (983 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Su naturaleza es muy similar a la de la mayor parte de los manantiales que emergen a través de fallas en la Depresión de Almanzora: aguas procedentes de acuífero carbonatado con una impronta evaporítica bien definida.

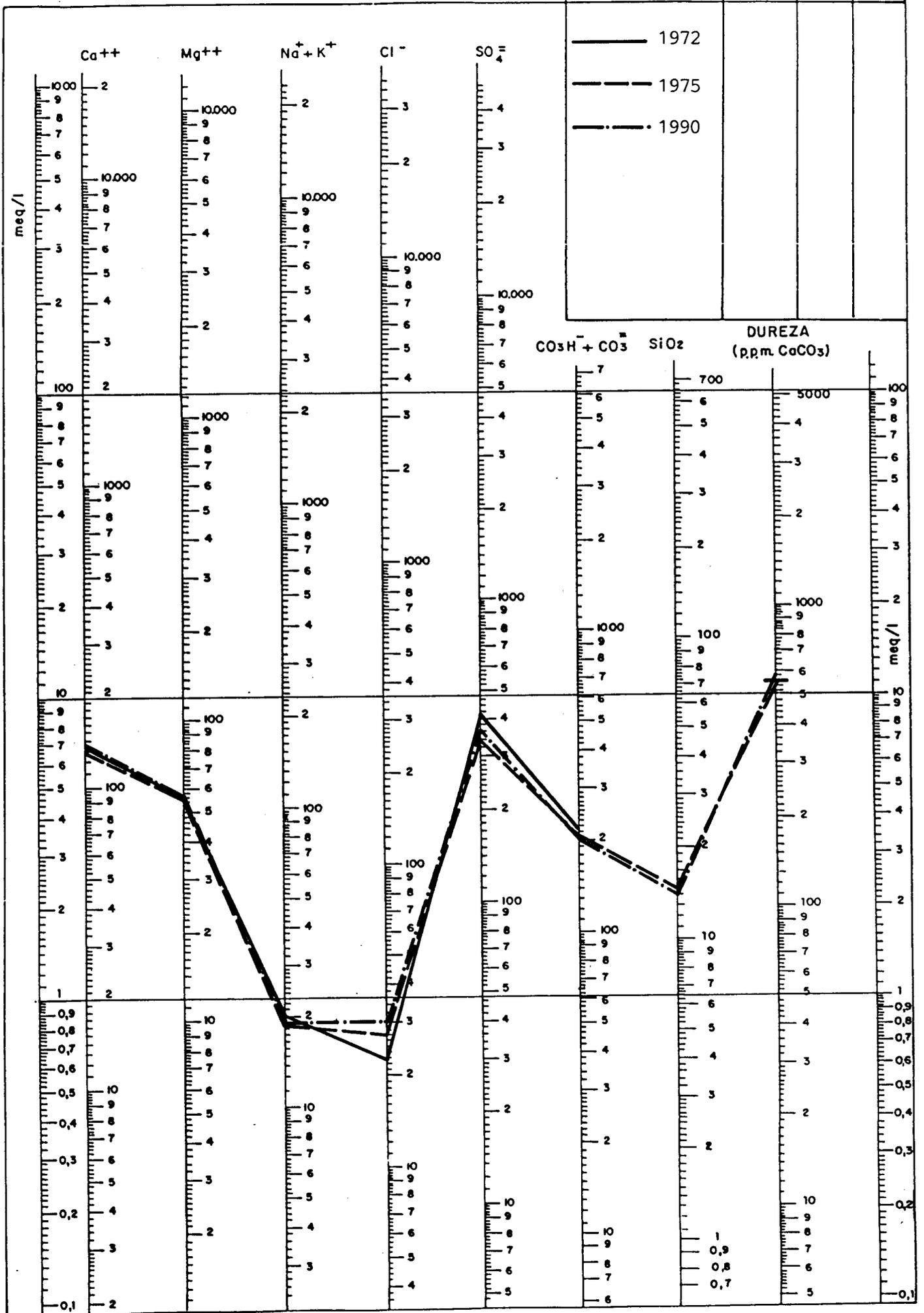
Tal como evidencia el diagrama de Schoeller (fig. 1), se trata de aguas con una gran estabilidad temporal, en las que sólo el ión SO_4^- manifiesta pequeñas variaciones. El único índice geoquímico que alcanza un valor unitario es el $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3 + \text{SO}_4 / \text{Ca} + \text{Mg}$ (0,95), rasgo característico de estas aguas. Éstas asimismo aparecen ligeramente sobresaturadas en calcita y dolomita, y subsaturadas respecto a minerales de origen evaporítico: yeso, anhidrita y magnesita (ver fig. 2). Salvo la presencia de flúor (1,4 mg/l), la concentración de microcomponentes no presenta rasgos destacables.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Como se comenta en el capítulo de Hidrogeología las surgencias de Fuencaliente posiblemente estén ligadas a la

FIG. 1 .- MANANTIALES DE FUENCALIENTE (SERON)

MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—			
- - -			
- · - · -			



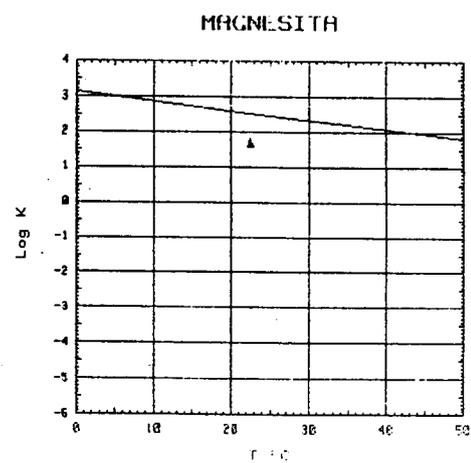
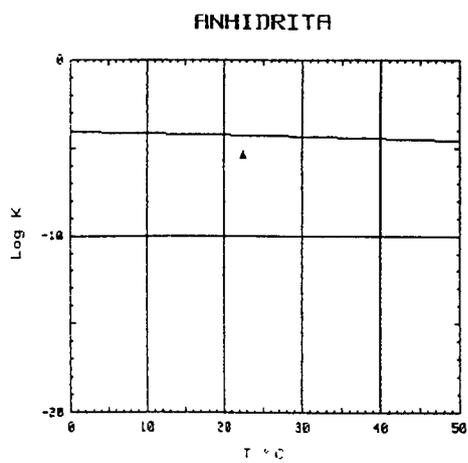
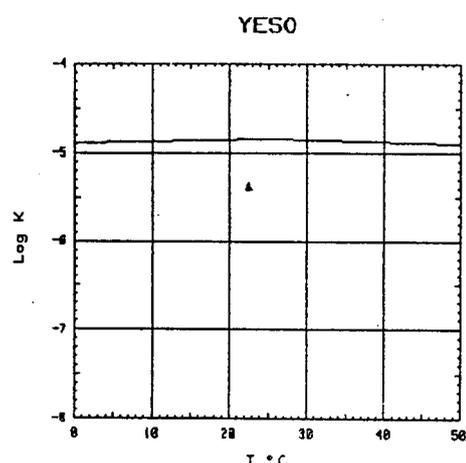
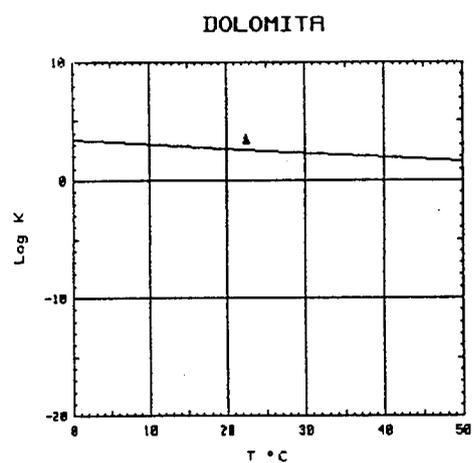
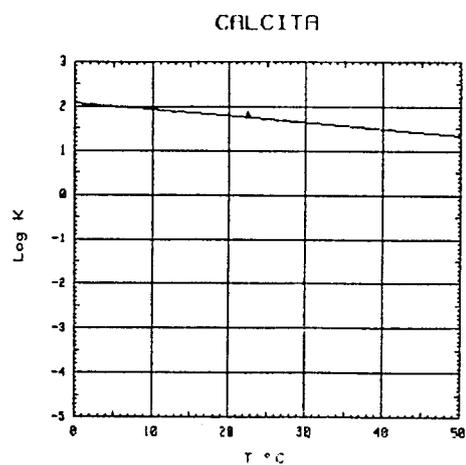
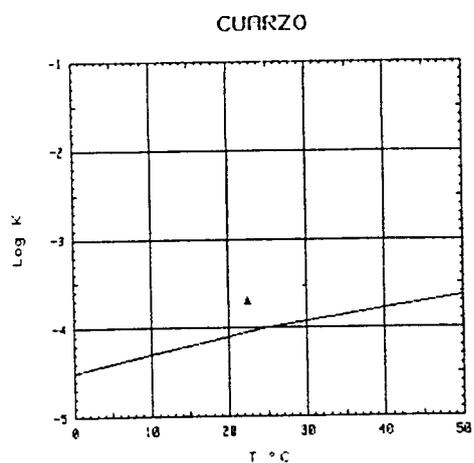


FIG. 2 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRA MANANTIALES DE FUENCALIENTE (SERON)

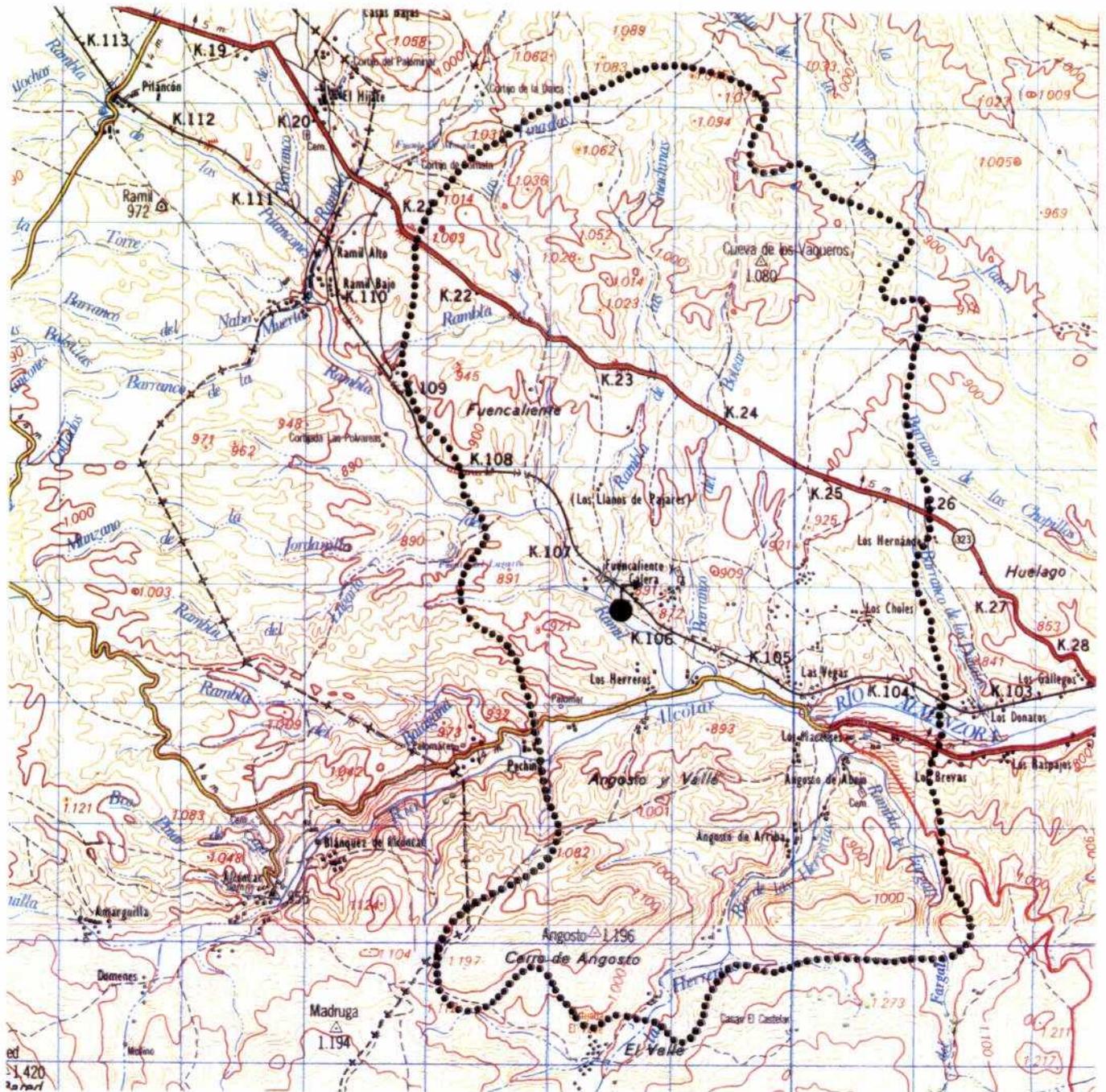
existencia de una zona de fracturas originando "horst" de Fuencaliente, ligado a los materiales carbonatados alpujárrides de aquí que se haya delimitado una área que comprende parte del alpujárride del flanco de Sierra de Vilabres, y parte del Alpujárride de la Sierra de Hijate-El Higueral, incluyendo también a la serie de cursos de agua superficial, principalmente en el sector Norte, como la rambla de Las Tinadas, rambla de Las Guachinas y barranco del Bolear.

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- "DIFERENCIACION DE UNIDADES HIDROGEOLOGICAS EN LA SIERRA DE LAS ESTANCIAS. ESTIMACION DE RECURSOS Y RESERVAS". ADARO-ITGE 1981.
- "ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR". Informe Técnico nº VII. ITGE-1975.
- "MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA NOS. 994 (BAZA) Y 995 (CANTORIA)". E: 1/50.000. MAGNA-ITGE 1979.
- "INVESTIGACION PARA LA MEJORA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA A LOS NUCLEOS URBANOS DE LA CUENCA DEL ALMANZORA Y COMARCA DE LOS VELEZ (ALMERIA)". Tomo IV. ITGE-Diputación Provincial de Almería 1983.

PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

MANANTIALES DE FUENCALIENTE



ESCALA - 1:50.000

EL MANANTIAL DE CELA (TIJOLA-LUCAR)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El Manantial de Cela, se sitúa en la margen izquierda del río Almanzora, en su tramo alto. El acceso se realiza desde el núcleo de Tíjola, por la carretera comarcal Tíjola-Lúcar, a unos 5 kms de distancia. Su cota es de 720 m.s.n.m., estando ubicado en el término municipal de Lúcar, muy próximo a la línea divisoria con el término de Tijola.

Topográficamente se ubica en la hoja nº 23-40 a escala 1:50.000 (Cantoria) con coordenadas U.T.M. X = 548.900 e Y = 413.675.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Este manantial es conocido como Balsa de Cala, nunca ha estado clasificado en ninguna relación como agua minero-medicinal, sin embargo se ha incluido en este estudio, ya que comarcalmente es utilizado como remedio para las enfermedades reumáticas, dadas sus características de agua termal. Sí se ha incluido en los estudios y referencias, realizados en la provincia de Almería, en relación con el geotermismo.

El uso normal es el de riego, después de "atender" a esos baños, ya indicados en la propia balsa, donde emerge a la temperatura de 28° C. En los últimos años la balsa ha

sido acondicionada como piscina y alrededor de ella se ha creado una urbanización.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El Manantial de Cela, se ubica desde el punto de vista geológico dentro de la Cuenca del río Almanzora, en la que están representados por un lado, materiales nevado-filábrides y alpujárrides formando el substrato de la misma y, materiales neógenos de relleno de cuenca, por donde discurre el curso actual del río.

El Dominio Nevado-Filábride, que ocupa toda la margen derecha del río almanzora, a lo largo del borde Norte de Sierra de Filábres, constituye el dominio de posición estructural inferior dentro de la Zona Bética s-str. De forma general y de muro a techo se distinguen dos series diferenciables por su composición litológica y/o su grado de metamorismo: la Serie Veleta o Tramo Basal y la Serie de Sabinas-Mulhacen o Tramo Terminal.

La Serie Veleta, es una serie bastante monótona de micasquistos negros, su potencia es de 3.000-5.000 m como mínimo y se corresponde con la Formación Nevada (Precámbrico-Pérmico) de la escuela holandesa, bien representada en Sierra de Filares. Hacia la parte superior se desarrolla una alternancia de cuarcitas y micasquistos de unos 200 m de espesor, atribuida al Pérmico-Trias y que la escuela holandesa denominó como Formación Tahal.

La Serie de Sabinas-Mulhacen o Tramo Terminal (Permo Trias - Trias Medio Superior), definido por la escuela de Granada en conjunto equivale aproximadamente a la Formación

Las Casas, (Triásico superior) de la escuela holandesa definida en Sierra de Filabres. Inferiormente la serie consta de micasquistos de color verde claro e intercalaciones delgadas de carbonatos; su espesor es como máximo de 300 m. A techo se tiene un nivel continuo y potente (50 m) de mármoles cipolíticos, fajeados, que progresivamente hacia abajo intercalan gneises, esquistos y cuarcitas.

El Dominio Alpujárride, que se encuentra corrido sobre el Nevado-Filábride, ocupa una gran extensión en el área de estudio; por un lado constituye la Sierra de las Estancias, margen izquierda del río Almanzora y por otro retazos, de mayor o menor envergadura, apoyados sobre Sierra de Filabres, en la margen derecha del mismo río.

El Alpujárride se presenta estructurado en diversos mantos de corrimiento de orden mayor, así como en otra serie de láminas tectónicas o mantos de menor envergadura transversal y/o vertical que podrían considerarse como diverticulaciones menores de los anteriores. En la Sierra de Las Estancias se han diferenciado varias unidades con litología similares, aunque sus potencias pueden diferir de unas a otras unidades, principalmente por causas tectónicas. De muro a techo la serie es la siguiente:

Formación de micasquistos. Esta formación consiste en una serie alternante de micaesquistos y cuarcitas de colores oscuros.

Formación de cuarcitas y filitas. En varios puntos se presenta una secuencia de cuarcitas y filitas entre la formación de micasquistos y la formación de carbonatos y en otros puntos ésta formación no existe o queda muy reducida, debido a causas tectónicas. La formación consiste esencialmente en fili-

tas de colores azulados, grisaeos, verdosos y rojizos que alternan con cuarcitas. La potencia de la formación es muy variable, en algunos puntos es muy reducida y en otros alcanza de 500 a 600 m. Su edad es Pérmico-Trias.

Formación carbonatada. Comienza la serie por un paquete de calizas amarillentas laminadas con aspecto margoso, y a veces con intercalaciones de rocas filíticas. Hacia arriba pasan a calizas y dolomias grises-amarillentas y a dolomias muy potentes y masivas, con brechas sedimentarias. En varios puntos, los carbonatos contienen mineralización de hierro. La potencia de esta formación es variable, llegando a alcanzar varios cientos de metros. su edad es Trias Medio-Superior, y se le ha denominado Formación Estancias.

Dentro de la cobertera terciaria del Valle del Almanzora, a nivel regional se distinguen de muro a techo las siguientes formaciones.

Formación de conglomerados, que se sitúan discordantes sobre los materiales nevado-Filábrides y alpujárrides, con una potencia de hasta 200 m. Son de edad Tortoniense-Andaluciense.

Formación de arenas y lutitas, que se sitúa discordante sobre la formación anterior o sobre los materiales del Complejo Alpujárride. Su potencia máxima es de 30-40 m y su edad Tortoniense-Andaluciense.

Formación de microconglomerados y areniscas. La potencia máxima observada es del orden de 30 metros y su edad es Andaluciense.

de los límites de la propia Sierra de Las Estancias. La Unidad de Hernán Valle-Montroy solamente se ha encontrado en la parte más meridional de la Sierra de Las Estancias.

La tectónica que afecta a estos materiales se caracteriza por estructura de cabalgamiento y fallas inversas que como nivel de despegue aprovechan generalmente las filitas por sus propiedades plásticas. Este hecho es de gran significado hidrogeológico, ya que cuando las estructuras afectan a las coberteras carbonatas se producen barreras hidrogeológicas que originan en consecuencia la individualización de acuíferos.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

A causa de la compartimentación tectónica y de acuerdo con la geometría de los tramos carbonatados se diferencian en el ámbito de la Sierra de Las Estancias-Valle Alto del Almanzora-Sierra de Filabres, las siguientes unidades hidrogeológicas:

Sierra de las Estancias: Unidad Hijate-Higueral-Lúcar
Unidad Somontín-Partaloa
Unidad Sierra de Oria-El Saliente.

Sierra de Filabres: Unidad de Alcontar-Bacares
Unidad Lijar-Macael

El manantial de los Baños de Cela, en principio está integrado dentro de la Unidad Hidrogeológica Hijate-Higueral-Lucar cuyas características hidrogeológicas se exponen a continuación.

Formación de margas y margocalizas con intercalaciones de areniscas. Su edad es Andaluciense y su espesor es de 100-150 metros.

Formación de margas y margocalizas azuladas. Su máxima potencia observada es del orden de los 150 metros, aunque en los sondeos realizados en la zona se han cortado más de 300 metros. Su edad es Andaluciense.

Finalmente la cuenca neógena está cubierta por una serie de depósitos cuaternarios, como glaciares que se extienden hasta las estribaciones de la Sierra de Las Estancias, depósitos aluviales, piedemonte, derrubios de la ladera y travertinos.

En el ámbito de la zona de estudio el complejo mejor representado es el Complejo Alpujárride, diferenciándose dos unidades tectónicas principales, la Unidad de Partalosa (inferior) y la Unidad de Campillo (Superior). El desarrollo litoestratigráfico de la Unidad de Partalosa y en especial de su formación carbonatada es diferente de la Unidad Campillo. A su vez en la Unidad Campillo se han diferenciado tres unidades tectónicas que, desde arriba hacia abajo, son:

- Unidad Hernán Valle-Montroy
- Unidad Blanquizaes-Oria
- Unidad Granja

La Unidad de Partalosa tiene su mejor representación en la zona oriental de la Sierra de Las Estancias y en el borde Norte de Sierra Filabres. La Unidad de Granja, tiene poca extensión y se distribuye principalmente al Norte de Somontín y Urracal. La Unidad de los Blanquiales-Oria, es la más extensa de todas las unidades representadas extendiéndose fuera

Ocupa el extremo occidental de la cuenca del río Almanzora y cubre una extensión de 180 km², de los cuales 88 km² corresponden a afloramientos de materiales alpujárrides carbonatados que son los que constituyen el acuífero. Los esquistos, filitas y cuarcitas definen el sustrato y bordes impermeables oriental y septentrional, al tiempo que contribuyen a la compartimentación del acuífero debido a la existencia de numerosas escamas tectónicas. Los límites meridional y occidental están ocupados por materiales miocenos y pliocuaternarios, que salvo los que conforman el aluvial del río Almanzora son de baja permeabilidad. El espesor de las calizas y dolomias acuíferas se estima en 300 metros.

La alimentación de la Unidad procede de la infiltración directa de parte de la lluvia caída sobre los afloramientos permeables y de las aguas de escorrentía superficial, procedente de los esquistos y filitas del entorno. La descarga se produce mediante sondeos y por manantiales y galerías ubicados en el borde Sur. Las aguas de estas surgencias presentan la peculiaridad de ser ligeramente termales (28° C o más), siendo las más importantes Cela, Perica, Cañada, y Plaza, Algibe y Huélago. Este termalismo se manifiesta asimismo en ciertos sondeos, alguno de los cuales son surgentes.

Los sondeos de explotación se sitúan esencialmente en el sector de El Higueral y en las proximidades de Lúcar, alguno de los cuales llega a superar los 100 l/s de caudal. La extracción en el sector de El Higueral fue del orden de 3,5 Hm³ en 1987 para un grupo de 15 sondeos instalados.

Las fluctuaciones de los niveles piezométricos cuyos valores varían dentro de la Unidad entre las cotas 850-915 m.s.n.m. son muy pocos acusados en la mayor parte de la Unidad salvo en el sector de El Higueral, donde las extracciones

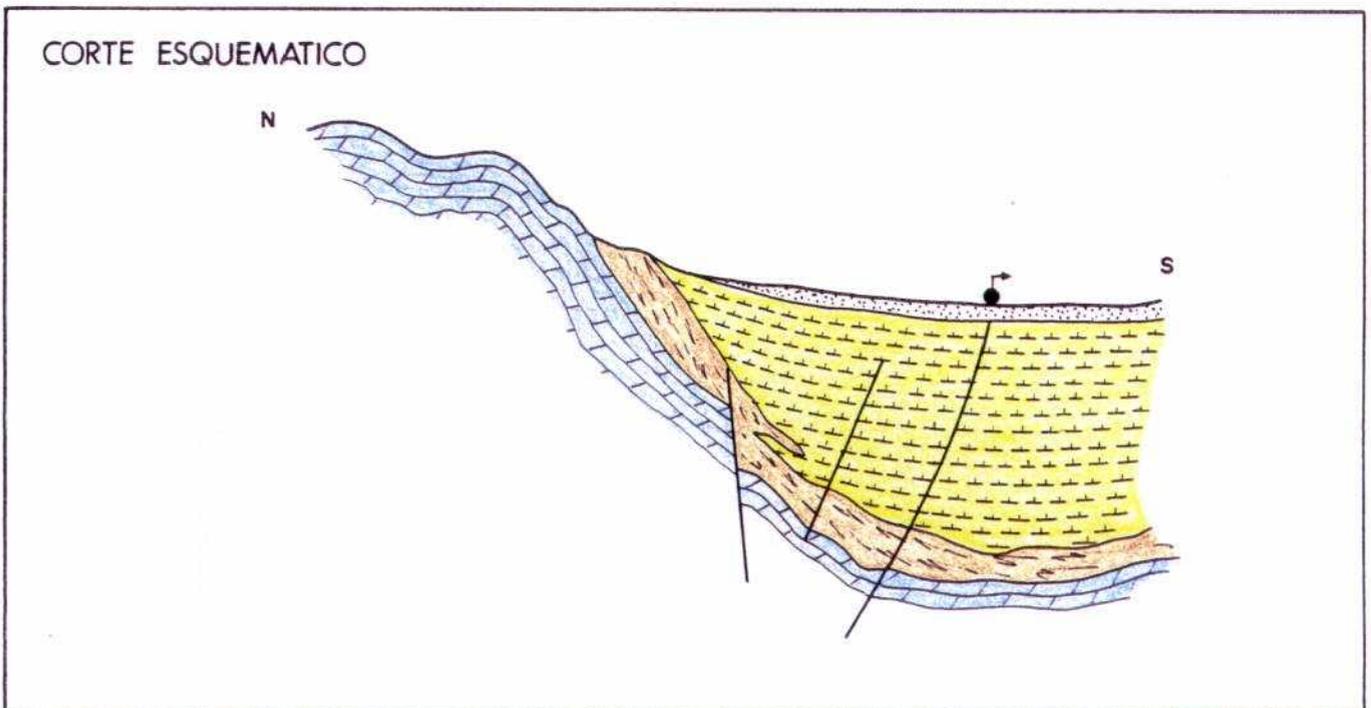
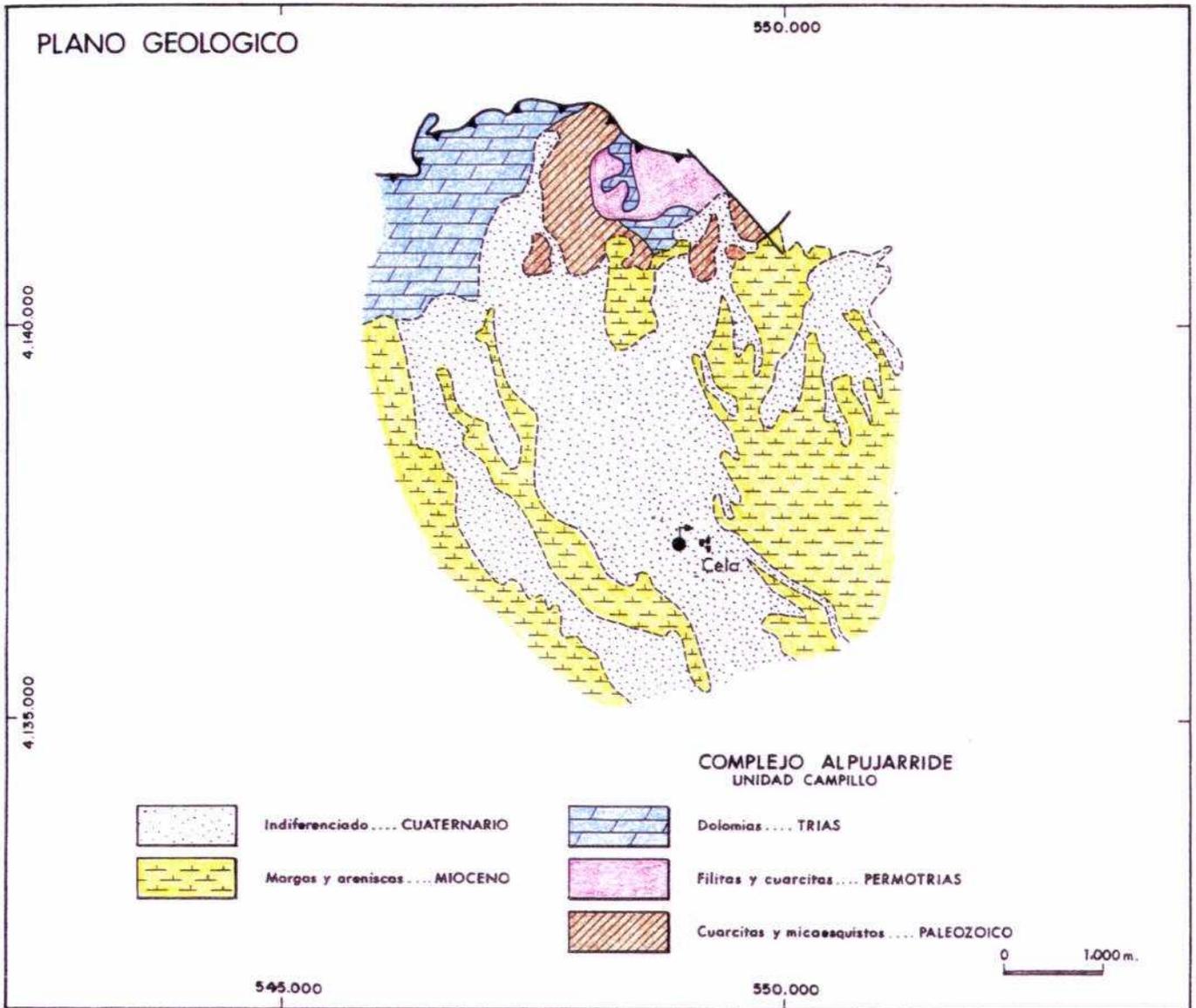
han superado ampliamente la alimentación, como lo muestran los descensos hasta 24 m. Los manantiales y galerías que se controlan muestran caudales con ligeros descensos, con una aportación de 3 a 4 Hm³/año. La evolución de niveles y caudales de manantiales pone de manifiesto la compartimentación del acuífero en distintos bloques, mientras que en el Higueral los niveles descienden de forma preocupante, mostrando el desequilibrio extracciones-alimentación, los manantiales y niveles de Lúcar muestran regímenes más estables.

A unos 3 km al Sur de este último grupo de sondeos y ya dentro de los materiales margosos miocenos, surge la Fuente de Cela, con un caudal medio de 38 l/s. La surgencia posiblemente está ligada a la existencia de una importante fractura paralela al borde de la depresión del Almanzora, gracias a la cual tendrá lugar la emergencia del agua, que precisamente habría circulado en profundidad a través de las formaciones carbonatadas de unidades alpujárrides en una posición tectónica inferior a la de Blanquizaes-Oria, cuyos afloramientos son los de mayor proximidad a dicha surgencia y constituye la Unidad Hidrogeológica El Hijate-Higueral-Lúcar, etc., situadas inmediatamente al Norte de la misma.

Los caudales históricos de la Fuente de Cela, se reflejan en el siguiente cuadro:

BALSA DE CELA

(TIJOLA-LUCAR)



	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>Cota</u>
	Agost.	Agost.	Agost.	Agost.	Sept.	Abril	
Cela (l/s) ..	46,7	44	40,16	39,8	49	42	732

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

La muestra correspondiente a este manantial es sulfatada cálcica, con un nivel moderado de mineralización (815 $\mu\text{S}/\text{cm}$). De acuerdo con las conclusiones del estudio hidrogeológico recién expuesto, la surgencia -emplazada sobre las margas miocenas- estaría conectada con las dolomías triásicas mediante una fractura paralela al borde de la Depresión de Almanzora, que constituirían el acuífero principal.

Se plantea pues una situación paralela a la de muchos otros de los manantiales considerados en este estudio (Alhama de Almería, por ejemplo), en que la evidencia geológica acerca de un acuífero carbonatado, en cierta medida se contradice con el carácter sulfatado cálcico de las surgencias presuntamente asociadas a aquella formación. Evidentemente esta aparente contradicción sólo es tal mientras se mantenga un modelo tan simple, y en este sentido es obvia la necesidad de considerar la potente secuencia de materiales de relleno de la Depresión, que sin duda ha de influir sobre la composición del agua que asciende a través de aquélla.

Ninguno de los diagramas de saturación (fig. 1) refleja una situación de equilibrio. El agua está sobresaturada respecto a las facies carbonatadas calcita y dolomita, y subsaturada respecto a minerales de origen evaporítico: yeso, anhidrita y magnesita. El único índice geoquímico que presenta un valor unitario es el $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3 + \text{SO}_4 / \text{Ca} + \text{Mg}$ (0,99),

típico de estas situaciones de influencia mixta de ambos tipos de materiales. El modelo sería pues el de un agua originalmente bicarbonatada cálcico magnésica, que durante su circuito ascensional entra en contacto presuntamente con yesos terciarios, lo que perturbaría el equilibrio original del agua por incorporación de iones SO_4^- y Ca_2^+ .

El diagrama de Schoeller (fig. 2) refleja los perfiles correspondientes a los tres análisis disponibles: 1972, 1975 y 1990. El único que manifiesta cierta variabilidad es precisamente el SO_4^- (288 a 370 mg/l).

El análisis de microcomponentes muestra como único rasgo destacable las concentraciones de zinc, cromo y plomo: 150, 61 y 15 $\mu\text{g/l}$ respectivamente.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Como se comenta en el capítulo de Hidrogeología el manantial de Cela, es una surgencia puntual dentro de la potente formación margosa miocena, posiblemente ligada a la existencia de una importante fractura relacionada al zócalo carbonatado alpujárride, y cuyos afloramientos más próximos situados al Norte de la misma surgencia constituyen la Unidad Hidrogeológica El Hijate-Higueral-Lucar, por lo que condiciona que el aea de protección comprenda una superficie de unos 28 km^2 .

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- "DIFERENCIACION DE UNIDADES HIDROGEOLOGICAS EN LA SIERRA DE LAS ESTANCIAS. ESTIMACION DE RECURSOS Y RESERVAS". ADARO-ITGE 1981.

ANÁLISIS QUÍMICO

DESIGNACIÓN: MANANTIAL DE CELA
FECHA: _____

TEMPERATURA (°C): 21.9 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 895
pH a 21°C: 7.67 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 541
pH a 18°C: 7.80 Eh campo (mV): 188

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	233.00	3.819	3.819	34.49
CO3=	-	-	-	-
SO4=	326.00	3.394	6.787	61.29
Cl-	15.00	.423	.423	3.82
F-	<5.0E-1	.026	.026	.24
NO3-	1.00	.016	.016	.15
SiO2 (H4SiO4)	10.9	.181	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.060	.001	.002	.02
TOTAL....	586.470	7.860	11.074	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	8.00	.348	.348	3.11
K+	1.00	.026	.026	.23
Ca++	118.00	2.944	5.888	52.64
Mg++	59.00	2.427	4.853	43.39
Fe++	.010	0.000	0.000	0.00
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.06
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.50
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.007	0.000	0.000	0.00
Pb	0.0	0.000	-	-
Zn++	.150	.002	.003	.04
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	186.792	5.774	11.185	

FORMULA ANIONICA : SO4= >CO3=+HCO3- >Cl- >F-
FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >Al+++

CLASIFICACION: SULFATADA -- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca = .649 Cl/Na = 1.216 (SO4+Ca)Cl/2 = 6.322
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .356 Cl/(Na+K) = 1.133 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.152
((CO3H)+2*Ca)^1/3 = 4.412 SO4/Ca = 1.153 Mg/Ca = .824
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .987 SO4/(Ca+Mg) = .632 Cl/CO3H = .111

ARCHIVO EN DISCO: MM617 (AMA1-17)

	ppm
R.S. 110°C	630
D.Q.O.	0,4
CN-	0
Cd	0
Cr	0,061
As	0
Se	0
Hg	0

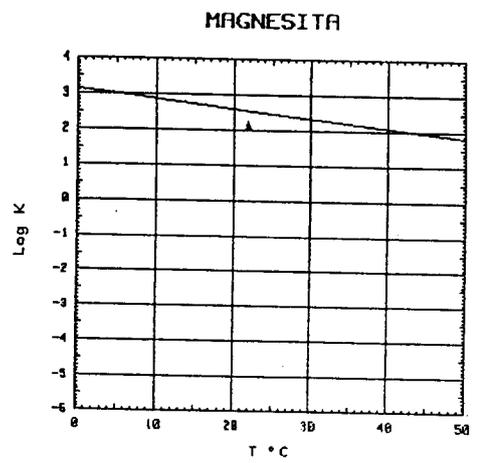
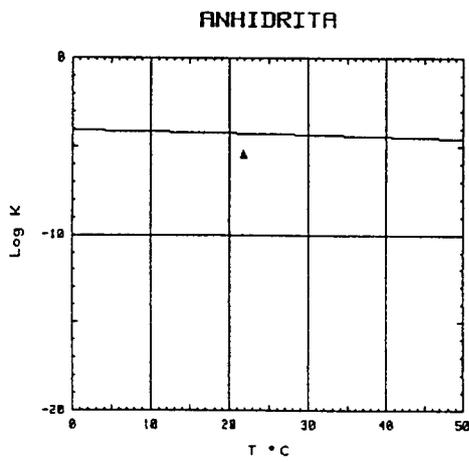
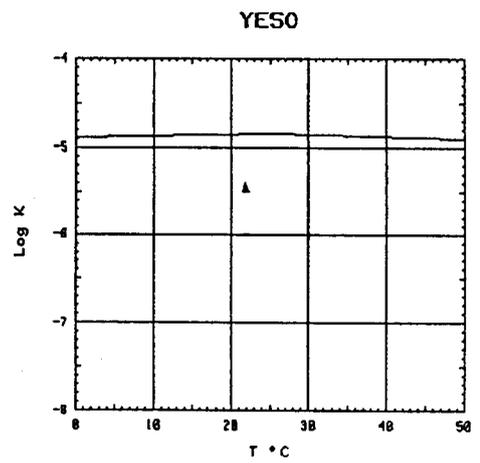
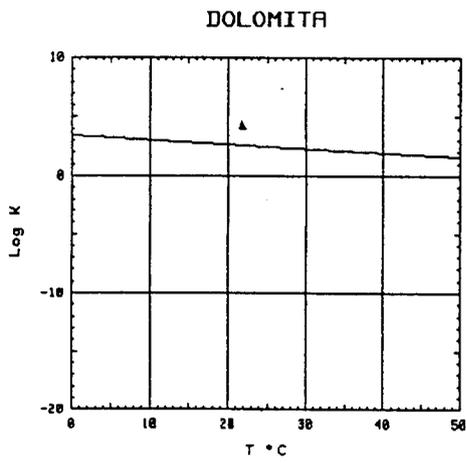
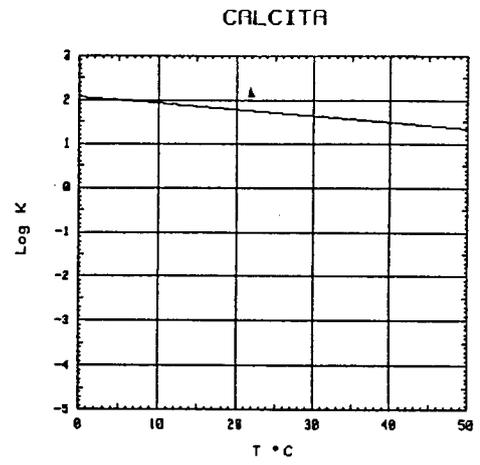
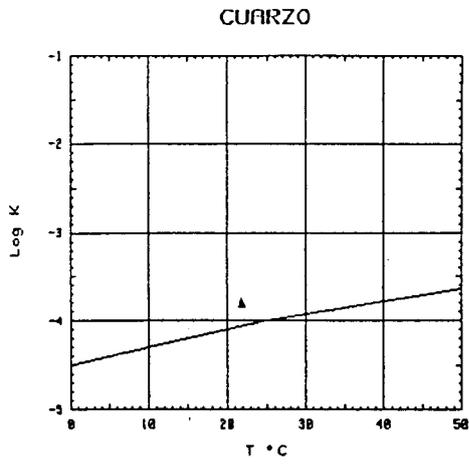


FIG. 1 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRA MANANTIAL DE CELA

- "ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR". Informe Técnico nº VII. ITGE 1975.
- "MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA NOS. 994 (BAZA) Y 995 (CANTORIA)". E/1:50.000. MAGNA-ITGE 1979.
- "INVESTIGACION PARA LA MEJORA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA A LOS NUCLEOS URBANOS DE LA CUENCA DEL ALMANZORA Y COMARCA DE LOS VELEZ (ALMERIA)". Tomo IV.ITGE. Diputación Provincial de Almería 1983.

SONDEO ESTACION DE TIJOLA (TIJOLA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El sondeo de Tíjola se sitúa en el propio casco urbano junto a la Estación de Servicio, situada en la carretera nacional Baza-Huerca Overa, en la margen derecha del río Almanzora y al pie de la estribación Norte de Sierra de Filabres. Topográficamente se ubica dentro de la hoja nº 23-40 (Cantoria), a escala 1.50.000 con coordenadas U.T.M. X = 550.375 e Y = 4.133.750, teniendo una cota de 680 m.s.n.m.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El sondeo propiedad de la Vda. de D. José A. Rodríguez Soler, fue realizado en 1986, con surgencia de 1 l/s, y se registró en la Sección de Minas de Almería con el nº 125 del término de Tíjola. Como resultado del análisis químico que realizó el Instituto Tecnológico Geominero de España (antes IGME) D. José A. Rodríguez Soler solicitó su aprovechamiento industrial como agua mineral para envasado.

La Consejería de Economía y Fomento de la Junta de Andalucía y en concreto la Dirección General de Industria, Energía y Minas, declara como agua minero-medicinal las aguas de este sondeo,, en escrito de 3 de Septiembre de 1987 y publicado en el B.O.E. (nº 260) de 30 de octubre del mismo año.

Posteriormente se solicita perímetro de protección acompañado de un informe hidrogeológico, del Facultativo de Minas, D. Francisco Cuevas López. En el expediente existe también un "Proyecto General de Aprovechamiento de las Aguas Minerales del Pozo nº 125, del término municipal de Tíjola" cuyo promotor es la viuda del primer solicitante.

Actualmente está a la espera de la resolución definitiva del expediente.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El sondeo de Tíjola, se ubica desde el punto de vista geológico dentro de la Cuenca del río Almanzora, en la que están representados por un lado materiales nevado-filábrides y alpujárrides, formando el sustrato de la misma y materiales neógenos de relleno de cuenca, por donde discurre el curso actual del río.

El dominio Nevado-Filábride, que ocupa toda la margen derecha del río Almanzora, a lo largo del borde Norte de Sierra Filabres, constituye el dominio de posición estructural más inferior dentro de la zona Bética s-str. De forma general y de muro a techo se distinguen dos series diferenciables por su composición litológica y/o su grado de metamorfismo: la Serie Veleta o Tramo Basal y la Serie de Sabinas-Mulhacén o Tramo Terminal.

La Serie Veleta, es una serie bastante monótona de micasquistos negros, su potencia es de 3000-5000 m como mínimo y se corresponde con la Formación Nevada (Precámbrico-Pérmico) de la escuela holandesa, bien representada en Sierra de Filabres. Hacia la parte superior se desarrolla una alternancia de cuarcitas y micasquistos de unos 200 m de espesor,

atribuida al Pérmico-Trías y que la escuela holandesa denominó como Formación Tahal.

La Serie de Sabinas-Mulhacén o Tramo Terminal (Permo-Trias Medio Superior), definido por la escuela de Granada, en conjunto equivale aproximadamente a la Formación Las Casas (Triásico Superior) de la escuela holandesa definida en Sierra de Filabres. Inferiormente la serie consta de micasquistos de color verde claro y micasquistos e intercalaciones delgadas de carbonatos; su espesor es como máximo de 300 m. A techo se tiene un nivel continuo y potente (50 m) de mármoles cipolínicos, fajeados, que progresivamente hacia abajo intercalan gneises, esquistos y cuarcitas.

El Domínio Alpujárride, que se encuentra corrido sobre el Nevado-Filábride, ocupa una gran extensión en el área de estudio; por un lado constituye la Sierra de las Estancias, margen izquierda del río Almanzora, y por otro retazos, de mayor o menor envergadura, apoyados sobre Sierra de Filabres, en la margen izquierda del mismo río.

El Alpujárride se presenta estructurado en diversos mantos de corrimiento de orden mayor, así como en otra serie de láminas tectónicas o mantos de menor envergadura transversal y/o vertical que podrían considerarse como diverticulaciones menores de los anteriores. En la Sierra de las Estancias se han diferenciado varias unidades con litología similares, aunque sus potencias pueden diferir de unas a otras unidades principalmente por causas tectónicas. De muro a techo la serie es la siguiente:

Formación de micasquistos..- Esta formación consiste en una serie alternante de micasquistos y cuarcitas de colores oscu-

ros. La potencia de esta formación es de algunos centenares de metros, y su edad es Devono-Carbonífero.

Formación de cuarcitas y filitas.- En varios puntos se presenta una secuencia de cuarcitas y filitas entre la formación de micasquistos y la formación de carbonatos y en otros puntos esta formación no existe o queda muy reducida, debido a causas tectónicas. La formación consiste esencialmente en filitas de colores azulados, grisáceos, verdosos y rojizos que alternan con cuarcitas. La potencia de la formación es muy variable, en algunos puntos es muy reducida y en otros alcanzan de 500 a 600 m. Su edad es Permo-Trias.

Formación carbonatada.- Comienza la serie por un paquete de calizas amarillentas laminadas con aspecto margoso y a veces con intercalaciones de rocas filíticas. hacia arriba pasan a calizas y dolomías grises-amarillentas y a dolomias muy potentes y masivas, con brechas sedimentarias. En varios puntos los carbonatos contienen mineralización de hierro. La potencia de esta formación es variable, llegando a alcanzar varios cientos de metros. Su edad es Trias Medio-Superior, y se le ha denominado Formación Estancias.

Dentro de la cobertera terciaria del Valle del Almanzora, a nivel regional se distinguen de muro a techo las siguientes formaciones:

Formación de conglomerados, que se sitúan discordantes sobre los materiales nevado-filábrides y alpujárrides, con una potencia de hasta 200 m. Son de edad Tortoniense-Andaluciense.

Formación de arenas y lutitas, que se sitúan discordante sobre la formación anterior o sobre los materiales del Complejo

Alpujárride. Su potencia máxima es de 30-40 m y su edad Tor-toniense-Andaluciense.

Formación de microconglomerados y areniscas, gris amarillentas. La potencia máxima observada es del orden de 30 metros y su edad es Andaluciense.

Formación de margas y margocalias con intercalaciones de areniscas. Su edad es Andaluciense y su espesor es de 100-150 metros.

Formación de margas y margocalizas azuladas. Su máxima potencia observada es del orden de los 150 metros, aunque en los sondeos realizados en la zona se han cortado más de 300 metros. Su edad es Andaluciense.

Finalmente la cuenca neógena está cubierta por una serie de depósitos cuaternarios; como glacis que se extienden hasta las estribaciones de la Sierra de las Estancias, depósitos aluviales, piedemonte, derrubios de ladera y travertinos.

En el ámbito de la zona de estudio el complejo mejor representado es el Complejo Alpujárride, diferenciándose dos unidades tectónicas principales, la Unidad de Partalóa (inferior) y la Unidad de Campillo (superior). El desarrollo litoestratigráfico de la Unidad de Partalóa y en especial de su formación carbonatada es diferente de la Unidad Campillo. A su vez en la Unidad Campillo se han diferenciado tres unidades tectónicas, desde arriba hacia abajo, son:

- Unidad Hernán Valle-Montroy
- Unidad Blanquizaes-Oria
- Unidad Granja

La Unidad de Partalaoa, tiene su mejor representación en la zona oriental de la Sierra de las Estancias y en el borde Norte de Sierra de Filabres. La Unidad de Granja, tiene poca extensión y se distribuye principalmente al Norte de Somontín y Urracal. La Unidad de Los Blanquizaes-Oria, es la más extensa de todas las unidades representadas extendiéndose fuera de los límites de la propia Sierra de las Estancias. La Unidad de Hernán Valle-Montroy, solamente se ha encontrado en la parte más meridional de la Sierra de las Estancias.

La tectónica que afecta a estos materiales se caracteriza por estructura de cabalgamiento y fallas inversas que como nivel de despegue aprovechan generalmente las filitas por sus propiedades plásticas. Este hecho es de gran significado hidrogeológico, ya que cuando las estructuras afectan a las coberteras carbonatadas se producen barreras hidrogeológicas que originan en consecuencia la individualización de acuíferos.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL SONDEO

Por motivo de la compartimentación tectónica y de acuerdo con la geometría de los tramos carbonatados se diferencia en el ámbito de la Sierra de las Estancias-Valle Alto del Almanzora-Sierra de Filabres, las siguientes unidades hidrogeológicas.

- SIERRA DE LAS ESTANCIAS:

- . Unidad Hijate-Higueral-Lúcar
- . Unidad Somontín-Partalaoa
- . Unidad Sierra de Oria-Saliente

- SIERRA DE FILABRES

- . Unidad Alcóntar-Bacares
- . Unidad Líjar-Macael

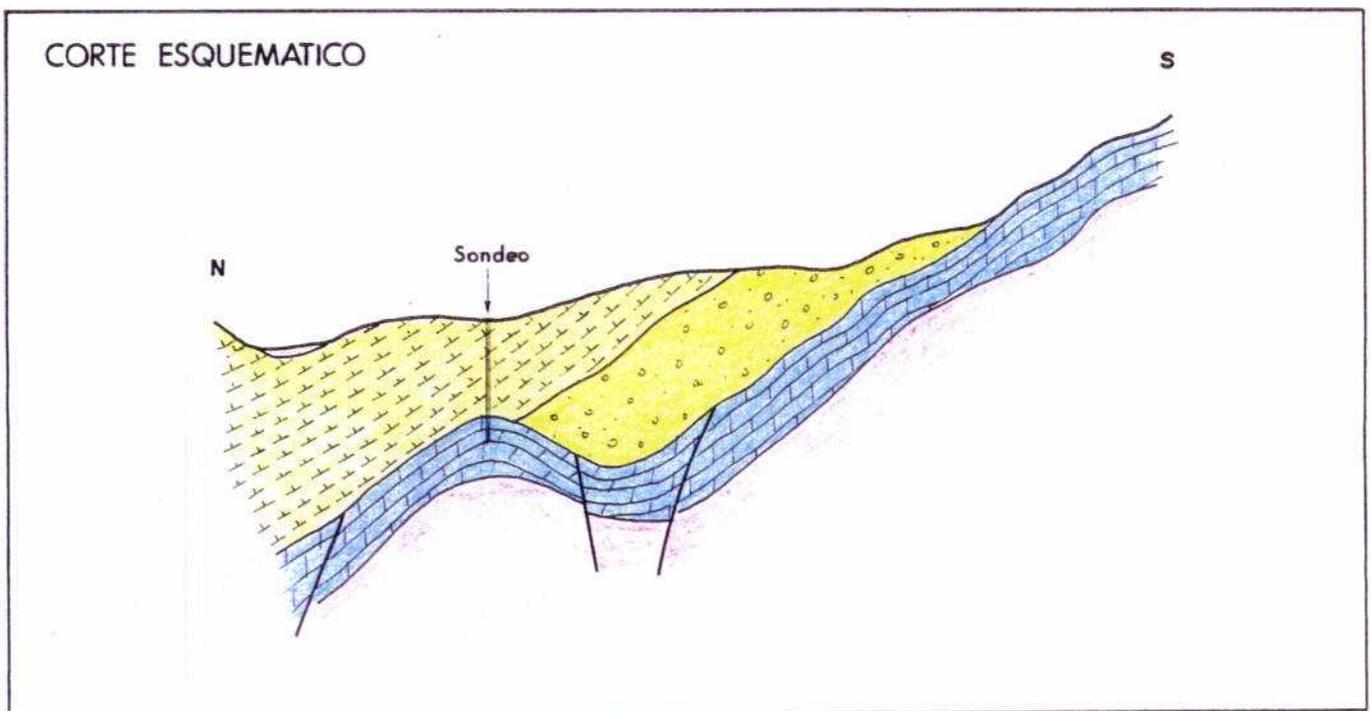
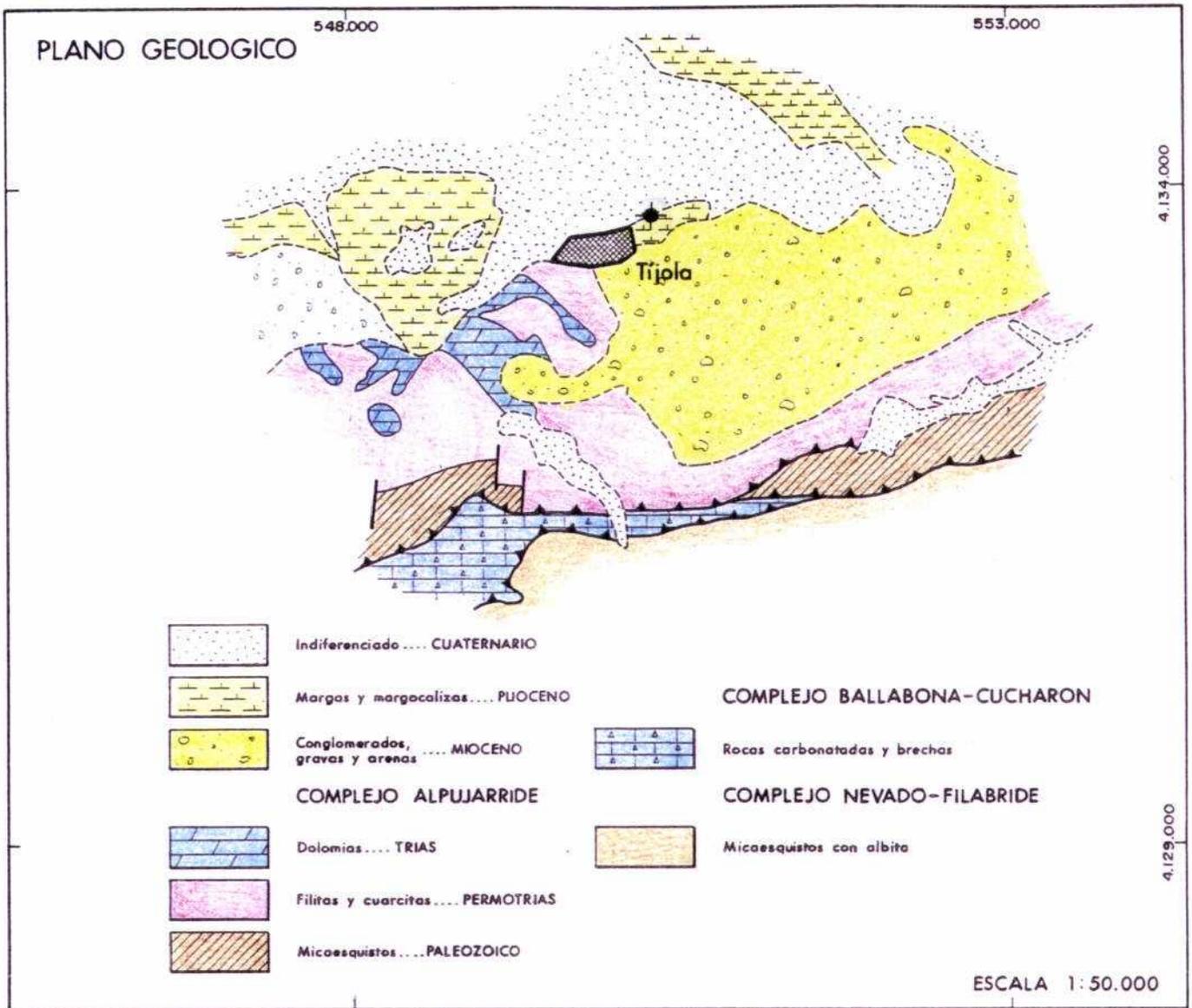
El sondeo de Tíjola, en principio está integrado dentro de la Unidad Alcóntar-Bacares, cuyas características hidrogeológicas se exponen a continuación.

Conforman esta unidad, materiales pertenecientes a los Complejos Nevado-Filábride y Alpujárride, que conforman la falda Norte de Sierra de Filabres, hasta el valle del río Almanzora. El tramo Nevado-Filábride está constituido por metapelitas y cuarcitas con 30-80 m de calizas marmóreas y mármoles en el techo.

Los materiales del Complejo Alpujárride Inferior reposan sobre las anteriores y están igualmente constituidos por una base metapelítica y un tramo carbonatado -brechas y calizas- a techo, de 250 m de espesor. Las filitas y dolomías del Alpujárride Superior muy compartimentadas, ocupan la posición más alta. Este conjunto, de tramos permeables e impermeables, constituye una unidad muy compartimentada, con una superficie total de 150 km², de los cuales 50 km² corresponden a afloramientos carbonatados. Cada bloque tiene su surgencia de escaso caudal, salvo el mayor de todos, cuyo manantial principal -Fuente de Liar- llega a superar los 70 l/s.

Esta unidad carece de sondeos instalados, por lo que mantiene prácticamente en la actualidad un régimen natural. Las entradas tienen su origen en la infiltración directa de

SONDEO ESTACION DE SERVICIO (TIJOLA)



la lluvia caída sobre afloramientos permeables y en la fracción de la escorrentía, habidas en los materiales metapelíticos, que se infiltra a su paso por los carbonatos. La infiltración media se estima entre 1,7 a 2,3 Hm³/año, a la que hay que sumar la parte de la escorrentía superficial que infiltra en el acuífero, y se estima en una media de unos 6 Hm³/año.

La principal descarga de la unidad se realiza por la Fuente de Liar, cuya aportación se estima actualmente en 1 Hm³/año y del orden de 2 Hm³/año en años inmediatamente anteriores a 1976. El descenso de caudales fue debido principalmente a la sequía que se prolongó por un período importante de años. La aportación del conjunto de manantiales que drenan el acuífero se estima en unos 2 Hm³/año.

La unidad admite una mayor utilización del acuífero por una parte con una regulación de la Fuente de Liar, al parecer insuficientemente utilizada y por otra parte favoreciendo la infiltración mediante técnicas de recarga artificial, de la escorrentía superficial del río Saúco, río de Las Herrerías, rambla de Fargalí y río Bacaes.

El sondeo de Tíjola tiene una surgencia de 1 l/s, al estar situado a una cota más baja, en uno de estos afloramientos, aunque se desconoce la producción real que pudiera tener en explotación.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de mineralización moderada (853 μ S/cm) y naturaleza sulfatada cálcica magnésica. Si bien la geología asocia el origen de este manantial con las dolomías triásicas, resulta evidente la influencia de yesos sobre la composición del agua, como lo demuestra el hecho de que la concentración

en meq/l de sulfatos (6,64) duplica a la del ión HCO_3^- (2,97). Estos materiales podrían hallarse en la formación terciaria suprayacente al acuífero carbonatado.

Los diagramas de saturación mineral (fig. 1) indican un estado de subsaturación del agua respecto a yeso y anhidrita, y de ligera sobresaturación respecto a calcita y dolomita. Obviamente al tratarse de un sondeo entubado con el horizonte productor en las dolomías, la influencia durante el ascenso del tramo margoso suprayacente queda en principio descartada. Por tanto el agua captada -sulfatada cálcica- lo sería precisamente en la formación dolomítica, y en tal caso el aporte de sulfatos provendría de la propia formación, o bien de la infiltración a través de los materiales permeables de la cobertera terciaria.

No se dispone de antecedentes hidroquímicos de este manantial, por lo que resulta posible estudiar su evolución temporal.

En lo que respecta a microcomponentes, únicamente las concentraciones de flúor y zinc resultan dignas de mención: 1,5 y 0,25 mg/l respectivamente.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Como se comenta en el capítulo de Hidrogeología el sondeo en principio está integrado dentro de la Unidad Alcantar-Bacares, ocupando parte de la falda Norte de Sierra de Filabres hasta el Valle del río Almanzora. Bajo este enfoque se ha proyectado un área que comprende unos 10 km², incluyendo a los núcleos urbanos de Tíjola y Bayarque, situados aguas arriba del sondeo, y que podrían suponer focos potenciales de contaminación.

ANÁLISIS QUÍMICO

DENOMINACION: SONDEO ESTACION DE TIJOLA
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 18.0 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 853
 pH a 18°C: 7.57 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 411
 pH a 18°C: 7.90 Eh campo (mV): 18

ANIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	181.00	2.967	2.967	29.77
CO3=	-	-	-	-
SO4=	319.00	3.321	6.642	66.66
Cl-	8.00	.226	.226	2.27
F-	1.500	.079	.079	.79
NO3-	3.00	.048	.048	.49
SiO2 (H4SiO4)	11.4	.190	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.070	.001	.002	.02
TOTAL....	523.980	6.831	9.964	

CATIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
Na+	48.00	2.088	2.088	19.98
K+	5.00	.128	.128	1.22
Ca++	96.00	2.395	4.790	45.83
Mg++	41.00	1.686	3.373	32.27
Fe++	.010	0.000	0.000	0.00
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.07
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.53
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.014	0.000	.001	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	.250	.004	.008	.07
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	190.894	6.329	10.452	

FORMULA ANIONICA : SO4= >CO3+=HCO3- >Cl- >F-
 FORMULA CATIONICA: Ca++ >Mg++ >Na+ >K+

CLASIFICACION: SULFATADA --- CALCICA MAGNESICA

-(CO3H+CO3)/Ca =	.619	Cl/Na =	.108	(SO4*Ca) ^{1/2} =	5.641
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.363	Cl/(Na+K) =	.102	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.980
(CO3H) ² *Ca) ^{1/3} =	3.480	SO4/CA =	1.386	Mg/CA =	.704
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.177	SO4/(Ca+Mg) =	.814	Cl/CO3H =	.076

ARCHIVO EN DISCO: MNG18 (AMA1-18)

	ppm
R.S. 110°C	737
D.Q.O.	0,6
CN-	0
Cd	0
Cr	0
As	0
Se	0
Hg	0

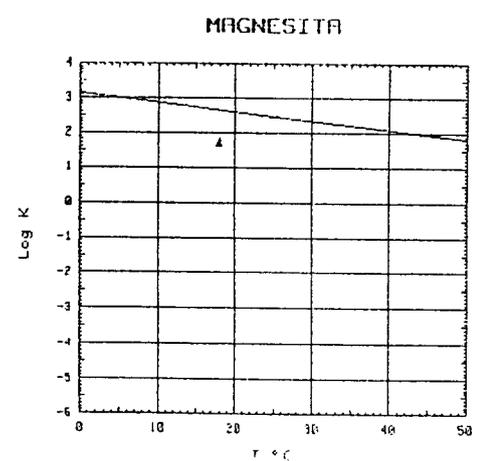
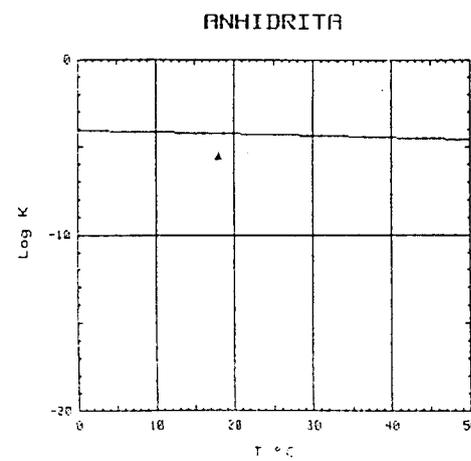
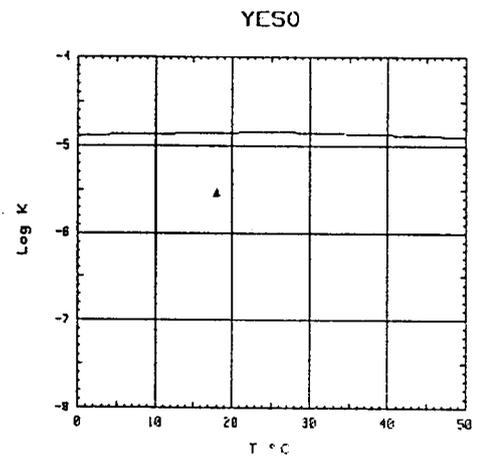
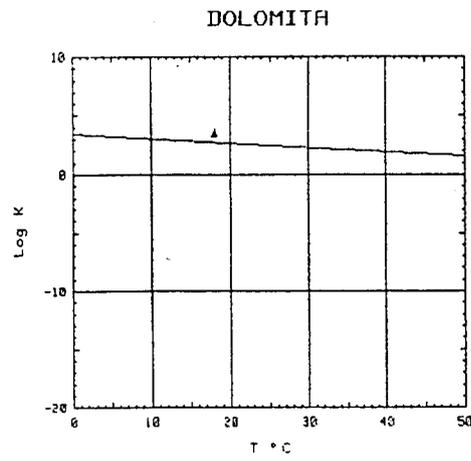
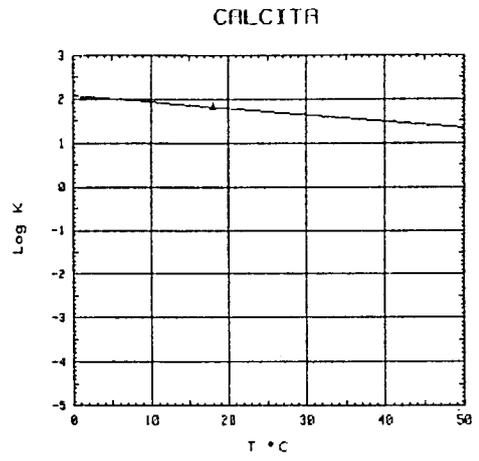
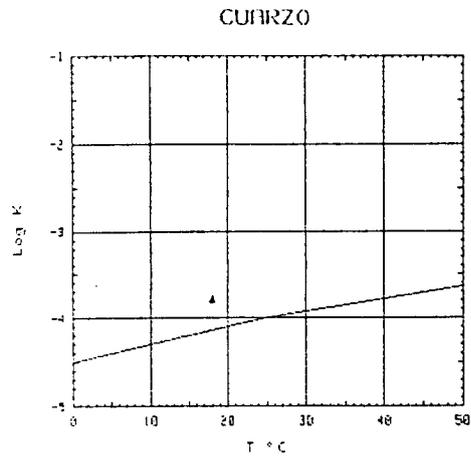


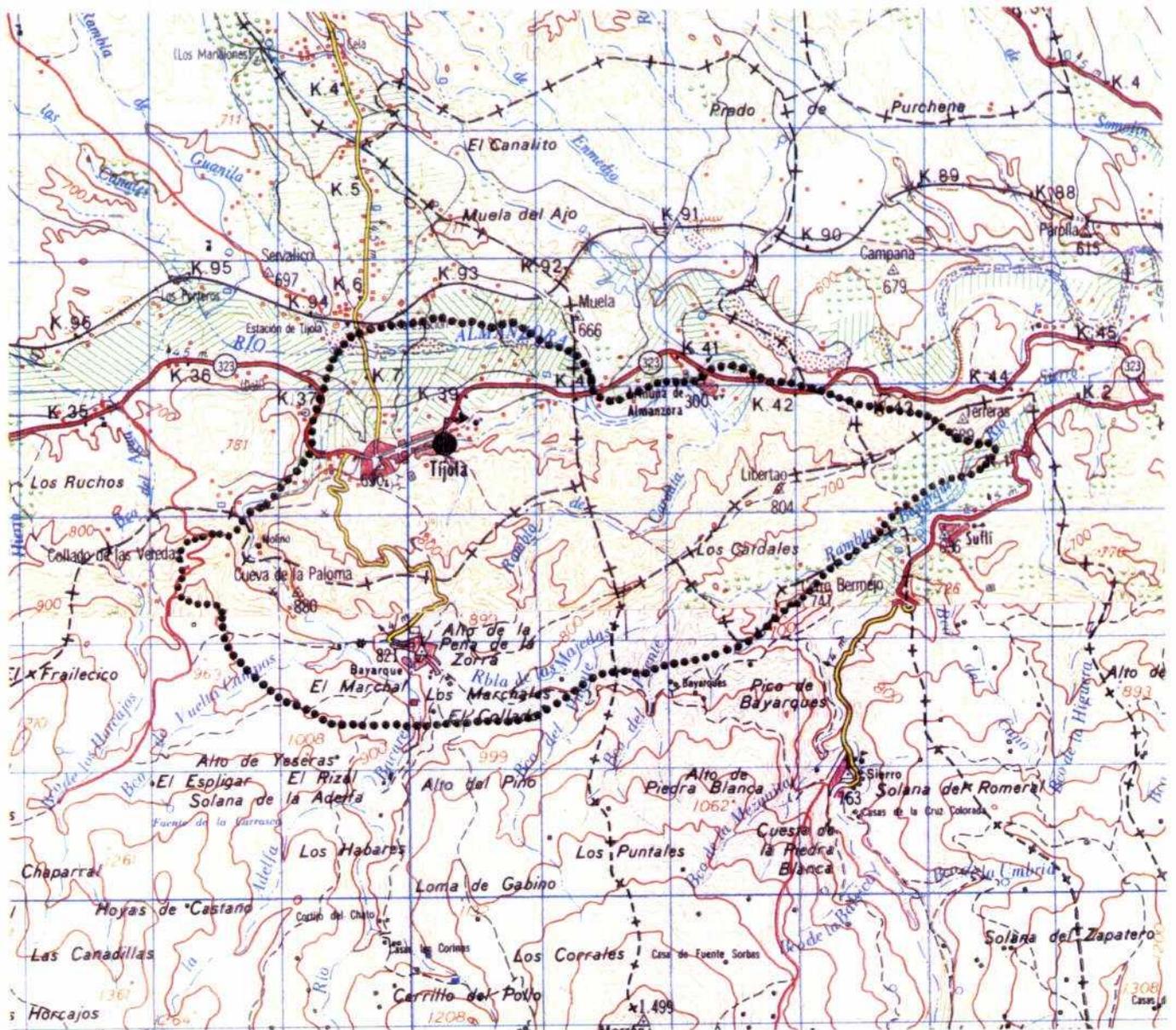
FIG. 1 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MUESTRA SONDEO ESTACION DE TIJOLA

6.- BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA CONSULTADA

- "DIFERENCIACION DE UNIDADES HIDROGEOLOGICAS EN LA SIERRA DE LAS ESTANCIAS. ESTIMACION DE RECURSOS Y RESERVAS". ADA-RO-ITGE 1981.
- "ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR". Informe Técnico nº VII. ITGE 1975.
- "MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA NOS. 994 (BAZA) Y 995 (CANTORIA)". E: 1/50.000. MAGNA-ITGE 1979.
- "INVESTIGACION PARA LA MEJORA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA A LOS NUCLEOS URBANOS DE LA CUENCA DEL ALMANZORA Y COMARCA DE LOS VELEZ (ALMERIA)". Tomo IV. ITGE-Diputación Provincial de Almería, 1983.

PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

SONDEO DE TIJOLA



ESCALA-1:50.000