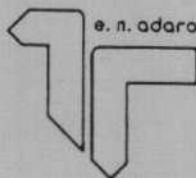


CONVENIO MARCO DE ASISTENCIA TECNICA ENTRE EL INSTITUTO TECNOLOGICO  
GEOMINERO DE ESPAÑA Y LA CONSEJERIA DE ECONOMIA Y HACIENDA  
DE LA JUNTA DE ANDALUCIA

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

ESTUDIO DE DETALLE DE LA PROVINCIA DE JAEN  
TOMO 3



PRIMERA FASE

1.990-1.991

35747

## I N D I C E

	<u>Págs.</u>
- <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
- <u>BAÑOS DE FUENTE ALAMO (ALCALA LA REAL)</u> .....	4
- <u>FUENTE GALLEGO (BAEZA)</u> .....	16
- <u>FUENTEPINILLA (BEAS DE SEGURA)</u> .....	31
- <u>BALNEARIO DE SAN ANDRES (CANENA)</u> .....	43
- <u>FUENTE AGRIA -ZOCUECA- (GUARROMAN)</u> .....	58
- <u>MANANTIAL DEL RUMBLAR -EL VENTORRILLO- (GUARROMAN).</u>	75
- <u>BALNEARIO DE JABALCUZ (JAEN)</u> .....	91
- <u>BAÑOS DE LA SALVADORA (JAMILENA)</u> .....	107
- <u>BAÑOS DE MONTESORDO (LA CAROLINA)</u> .....	124
- <u>MANANTIALES GRUPO DE LA PANDERA (LOS VILLARES)</u> ...	140
- <u>BALNEARIO DE MARMOLEJO (MARMOLEJO)</u> .....	159

- <u>MANANTIAL EL ECIJANO (MARMOLEJO)</u> .....	181
- <u>BAÑOS DE MARTOS (MARTOS)</u> .....	195
- <u>MANANTIAL LA HERRUMBROSA -LA ALISEDA- (SANTA ELENA)</u>	215
- <u>FUENTE DE SAN JOSE -LA ALISEDA- (SANTA ELENA)</u> ....	229
- <u>MANANTIALES DE SALTO DEL FRAILE (SANTA ELENA)</u> ....	243
- <u>BAÑOS DE NUESTRA SEÑORA DEL COLLADO (SANTISTEBAN DEL PUERTO)</u> .....	255
- <u>BAÑOS DE CABEZA GRANDE (SANTISTEBAN DEL PUERTO)</u> ..	268
- <u>MANANTIALES: VIRGEN DE LAS ANGUSTIAS, VIRGEN DE LA PRESENTACION Y VIRGEN DE LA ESPERANZA (SORIHUELA DE GUADALIMAR Y VILLANUEVA DEL ARZOBISPO)</u> .....	279
- <u>BAÑOS DEL SALADILLO (VILLACARRILLO)</u> .....	295

## 1.- INTRODUCCION

En la provincia de Jaén, se han reconocido 49 puntos de inventario, relacionados 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.

En cuanto a la naturaleza del total de estos 49 puntos, 35 son galerías o manantiales, 10 pozos y 4 sondeos. Hay que resaltar que esta provincia ha tenido una dilatada tradición de balnearios o lugares de baños, de aquí que se hayan inventariado 13 estaciones de baños que actualmente están abandonadas o destruidas, citemos entre las de más tradición El Saladillo (Villacarrillo), La Salvadora (Jamilena), La Aliseda (Santa Elena), Jabalcuz (Jaén) y Martos.

Actualmente se encuentran en activo los Balnearios de Marmolejo, con independencia del hotel, y de San Andrés (Canena). También existen otras dos estaciones o lugares de baños, son los Baños de Montesordo en La Carolina y N<sup>a</sup> Sra. del Collado en Santisteban del Puerto.

Referente a las plantas de envasado en explotación existen en esta provincia únicamente dos en el término de Marmolejo: Agua de Marmolejo, S.A. y Agua de La Paz o El Eci-

jano, existiendo además solicitud de envasado en los manantiales de Fuentepinilla (Beas de Segura), Virgen de Las Angustias (Villanueva del Arzobispo) y Grupo de La Pandera (Jaén), ésta última de instalación inmediata.

El grupo restante de manantiales se dedican a uso tradicional o abastecimiento como: Los Saltos de Padilla y del Fraile. Citemos también el manantial de Fuente Gallego (Baeza) que se vendía como agua a granel, y que actualmente la Delegación Provincial de Sanidad ha prohibido su venta por la presencia de amoniaco en cantidades superiores a la normas establecidas.

Finalmente existe un grupo de manantiales que por la imprecisión de su ubicación, no se han localizado, o bien por la realización de un embalse han desaparecido, como ha ocurrido en: La Campana y Fuente Agria del río Yeguas, en Marmolejo.

De Utilidad Pública en esta provincia se han declarado 9 manantiales.

Este volumen recoge los informes hidrogeológicos de los puntos seleccionados dentro del grupo de 49 inventariados y que ascienden a 20. En cada uno de ellos se describe su situación geográfica, utilización y datos históricos, marco geológico, características hidrogeológicas e hidroquímicas propuesta de área de protección y bibliografía consultada.

Hay que advertir que en la Propuesta de Area de Protección (que en cada informe se acompaña la figura correspondiente) se ha pretendido que el perímetro dibujado responda a la dimensiones de los afloramientos relacionados con el punto acuífero, posibles conexiones hidráulicas, 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 parece 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.

BAÑOS DE FUENTE ALAMO (ALCALA LA REAL)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Los Baños de Fuente Alamo se localizan en el término municipal de Alcalá la Real (Jaén).

Desde Alcalá La Real el acceso se hace por la carretera de Priego de Córdoba. A unos 4 km se toma la desviación a la derecha que conduce a Fuente Alamo que se encuentra a 7 km del cruce. Al final de este pequeño núcleo se toma un carril sin asfaltar, en no muy buen estado; al cabo de unos 2 km las ruinas del balneario se encuentran a la derecha del carril, a pocos metros de éste.

Las distancias al balneario desde la capital de la provincia, Jaén, y desde Granada son, respectivamente, de unos 85 y 65 km.

El relieve del área, aunque montañoso, no es excesivamente abrupto. Predominan los terrenos ocupados por olivar.

Este manantial se ubica dentro de la hoja topográfica, a escala 1:50.000, nº 18-40 (990, Alcalá la Real). Sus coordenadas UTM: son X = 408900 e Y = 4147350. La cota aproximada es de 670 m.



## 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El agua del manantial se utilizaba tradicionalmente para bebida y en baños. El balneario está sin funcionamiento desde hace más de 60 años, y su estado actual es de ruina casi total.

El Balneario de Fuente Alamo aparece ya en la relación de estas instalaciones que se declaran como de Utilidad Pública por el Ministerio de la Gobernación, en 1870.

En el libro "Elementos de Hidrología Médica" (Doz Gómez y Builla Alegre, 1887) se describe este manantial: su situación y las características cualitativas de sus aguas (claras, de sabor y olor a huevos podridos). La instalación es, según tales autores, mala. La temporada era de 1 de Junio a 30 de Septiembre.

Este balneario se incluye también en una relación de las principales aguas minero-medicinales de España (Diccionario Enciclopédico Espasa) donde consta asimismo su naturaleza química (sulfatada-cálcica) y su temperatura (18°C), así como su indicación terapéutica: enfermedades nutricionales y genitourinarias.

También aparece citado en dos relaciones de manantiales minero-medicinales de España, confeccionadas por el Instituto Geológico y Minero de España, en 1913 y 1947.

En el "Inventario Nacional de Puntos de Aguas Minero-Medicinales, Minero-Industriales y de Bebida Envasadas" correspondiente a la Comunidad Autónoma Andaluza (Instituto Geológico y Minero de España, 1986) se incluye también este balneario y se hace constar el carácter sulfhídrico cálcico

de sus aguas, el uso tónico de las mismas y la ausencia de actividad balneoterápica.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico, el manantial se localiza en la zona subbética. En su entorno afloran materiales mesozoicos pertenecientes al dominio Subético Medio, y también depósitos postorogénicos (neógenos y cuaternarios).

Entre los materiales mesozoicos, los más abundantes en el entorno del manantial son las arcillas con yesos del Triás. También existen margas y margocalizas blancas, del Cretácico inferior, y las denominadas capas rojas del Cretácico superior - Paleoceno.

El Neógeno está representado por margas blancas del Tortoniense, que afloran extensamente desde el manantial hacia el Este. Al NE del manantial y en las inmediaciones del núcleo de Fuente Alamo, existen algunos niveles de areniscas bioclásticas intercaladas.

En cuanto al Cuaternario, agrupa tanto a los coluviones como a los depósitos aluviales. Estos últimos sólo adquieren cierta entidad en relación con el cauce del río Saladillo, localizado a unos 2 km al SO del manantial.

### 2.1.- TECTONICA

La primera fase de deformación que afecta la región, durante el Lías, es de tipo distensivo y asociada con ella está la emisión de rocas volcánicas básicas que aparecen intercaladas con otras de origen marino en distintos puntos del dominio Subbético Medio.

Otras evidencias de inestabilidad (turbiditas, "slumps", brechas intraformacionales) se ponen de manifiesto en la cuenca durante el Cretácico y el Paleógeno.

La orogenia Alpina, que comienza a finales del Oligoceno, tiene su efecto más destacado en la región en el importante apilamiento de mantos de corrimiento, consecuencia del acercamiento entre las placas africana y europea. Los mantos, una vez puestos en movimiento, progresaron gravitacionalmente en ambiente subacuático, con los materiales plásticos del Triás favoreciendo el despegue. Su emplazamiento tuvo lugar durante el Burdigaliense.

Los citados desplazamientos van acompañados de plegamiento de dirección N60E y vergencias hacia el NNW. Dicha dirección era, a su vez, la de las zonas de discontinuidad creadas durante el "rifting" jurásico. Precisamente, las principales fracturas siguen también directrices N60E, que marcan el acercamiento entre las Zonas Internas y Externas de la Cordillera Bética según movimientos dextrales.

Las fracturas con direcciones N30-60O y N10-30E resultan de un campo de esfuerzos aproximadamente N-S desarrollado durante el Mioceno medio-superior. Ejemplos de ambos juegos son observables en las inmediaciones del manantial.

Existen, por lo demás, numerosas fallas de pequeña longitud que responden a movimientos de acomodación relacionados con plegamientos, cuya importancia es menor que la de las citadas previamente.

En concreto, según la cartografía geológica de base, el manantial aparece relacionado con la traza de una fractura de dirección aproximada N100E, que desaparece hacia el Oeste

bajo los aluviones del río Saladillo. De hecho, es probable que parte del trazado de dicho curso sea consecuencia de la actividad de la mencionada falla.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El acuífero de entidad regional en el dominio geológico en que se encuentra el manantial corresponde a los materiales carbonatados del Lías inferior, permeables sobre todo por carstificación (ITGE, 1983).

No existen afloramientos de materiales de este tipo próximos al manantial. Los principales se localizan a más de 10 km al Oeste (Sierras de Albayate y de Los Judios).

Interés hidrogeológico más local tienen las calcarenitas y areniscas bioclásticas del Mioceno, sobre todo en los afloramientos de mayor extensión y espesor. Como ya se ha citado, algunos pequeños afloramientos de este tipo existen en el entorno de Fuente Alamo.

El resto de los materiales que constituyen el entorno inmediato del manantial (arcillas triásicas, margas miocénicas) son de naturaleza prácticamente impermeable.

### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Como corresponde al carácter sulfhídrico del manantial, la determinación de potencial redox realizada in situ ofrece un valor contenido salino ( $3370 \mu\text{S}/\text{cm}$ ), con un  $\text{pH}_{\text{c.a.m.p.}}$  de 7,38. Tales características apuntan claramente hacia un proceso de disolución de facies evaporíticas, que según la descripción geológica precedente estarían localizadas en la formación triásica asociada al manantial.

Según se observa en los diagramas de saturación de la figura 1, el elevado contenido en sílice de la muestra se traduce en una fuerte sobresaturación respecto al cuarzo. El agua se encuentra subsaturada en yeso y anhidrita, mientras que alcanza la situación de equilibrio respecto a la calcita.

El contenido en  $\text{NO}_3^-$  de la muestra es de 13 mg/l; si bien es un valor inferior al máximo admisible para este compuesto en un agua potable -50 mg/l-, puede considerarse como un indicio de contaminación, especialmente si se tiene en cuenta que dado el carácter reductor del agua, esta especie tendería a evolucionar hacia formas reducidas.

La concentración de los restantes componentes minoritarios y traza presenta niveles muy bajos, salvo cierto enriquecimiento en  $\text{F}^-$  y  $\text{Li}^+$  (1,3 y 0,25 mg/l respectivamente) que suele ser característico de aguas en contacto con evaporitas.

#### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Al aparecer el manantial en la inmediata proximidad del cauce de un arroyo, se ha delimitado la pequeña cuenca vertiente hacia el punto de surgencia.

Dicho perímetro se ha extendido algo más con objeto de que comprenda el grupo de pequeños afloramientos de areniscas bioclásticas (los más permeables, en el conjunto acuícluido del entorno de las surgencias) localizados a cotas superiores al manantial.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CARTOGRAFIA GEOLOGICA Y MEMORIA EXPLICATIVA DE LA HOJA 1:50.000 nº 18-40 (Alcalá la Real). MAGNA-ITGE (en prensa).

- SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR  
(P.N.I.A.S.). Colección Interna, 126 págs. ITGE (1983).

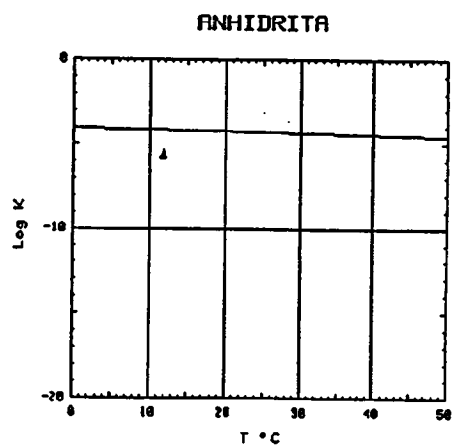
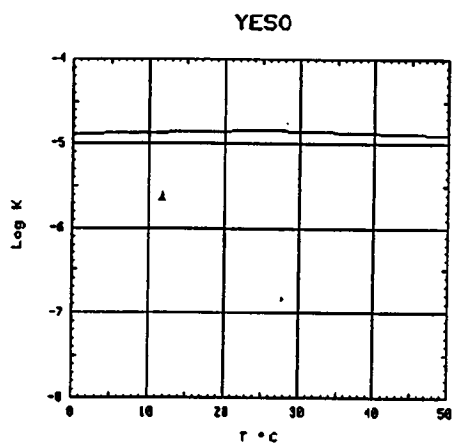
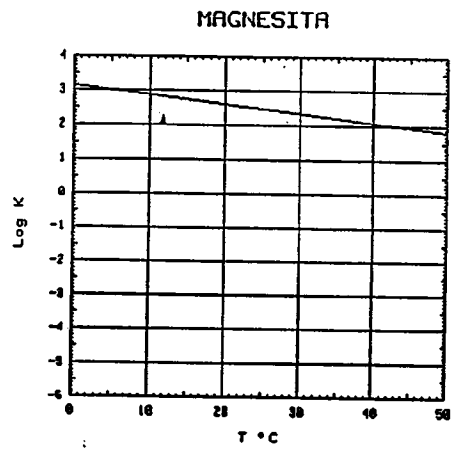
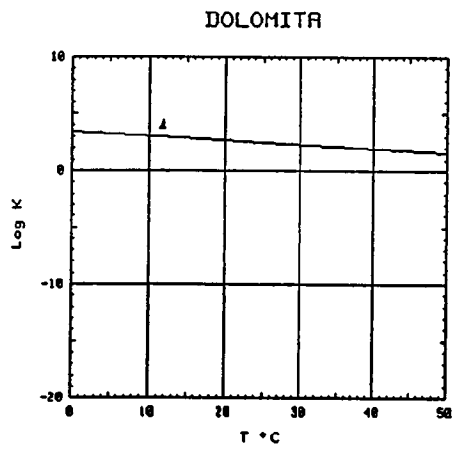
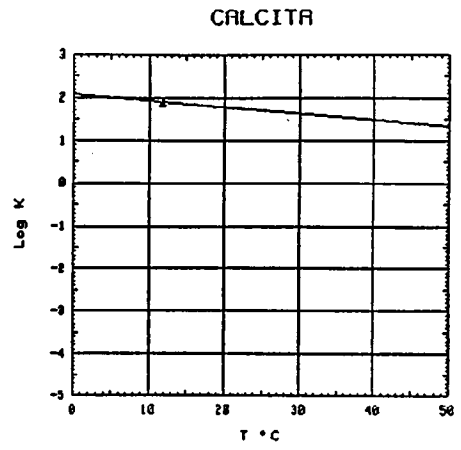
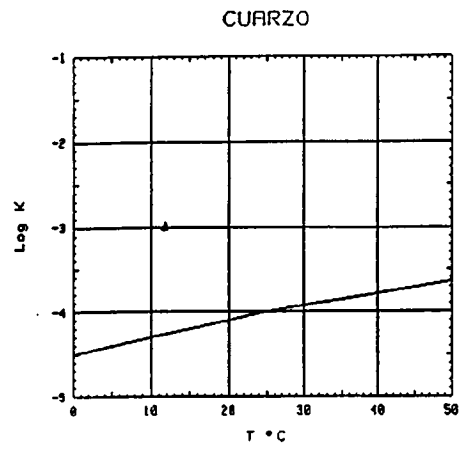


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE BAÑOS DE FUENTE ALAMO

**ANALISIS QUIMICO**

DENOMINACION: BAÑOS DE FUENTE ALAMO  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 11.8      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 3370  
 pH a 11°C: 7.38      DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 588  
 pH a 18°C: 7.40      Eh campo (mV): -165

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	168.00	2.754	2.754	8.89
CO3=	-	-	-	-
SO4=	413.00	4.299	8.599	27.75
Cl-	686.00	19.352	19.352	62.46
F-	1.300	.068	.068	.22
NO3-	13.00	.210	.210	.68
SiO2(H4SiO4)	74.4	1.238	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	1355.760	27.922	30.984	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	437.00	19.010	19.010	60.51
K+	26.00	.665	.665	2.12
Ca++	90.00	2.246	4.491	14.29
Mg++	87.00	3.578	7.157	22.78
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Li+	.25	.036	.036	.11
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.18
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	0.048	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	640.923	25.555	31.418	

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

CLASIFICACION: CLORURADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.613	Cl/Na =	1.018	(SO4*Ca)^1/2 =	6.214
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.236	Cl/(Na+K) =	.984	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.157
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	3.241	SO4/Ca =	1.915	Mg/Ca =	1.594
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.975	SO4/(Ca+Mg) =	.738	Cl/CO3H =	7.028

ARCHIVO EN DISCO: MMJ2 (AMA3-02)

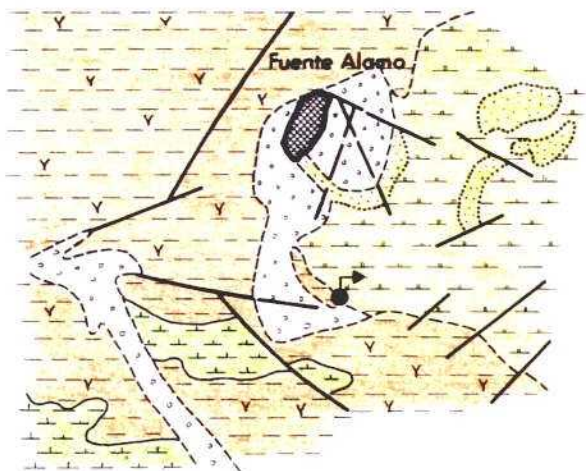
	ppm
R.S. 110°C	2407
D.Q.O.	2,3
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-




# BAÑOS DE FUENTE ALAMO

(ALCALA LA REAL)

## PLANO GEOLOGICO



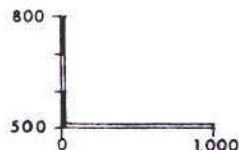
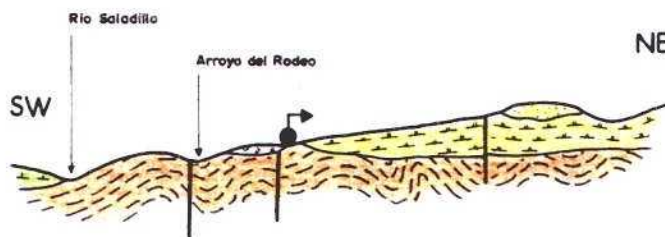
-  Aluviones y coluviones ..... CUATERNARIO
-  Areniscas bioclásticas ..... MIOCENO SUPERIOR
-  Margas blancas ..... MIOCENO SUPERIOR
-  Margas y margocalizas blancas y rojas ..... CRETACICO
-  Arcillas versicolores y yesos ..... TRIASICO

ESCALA-1: 50.000

409.000

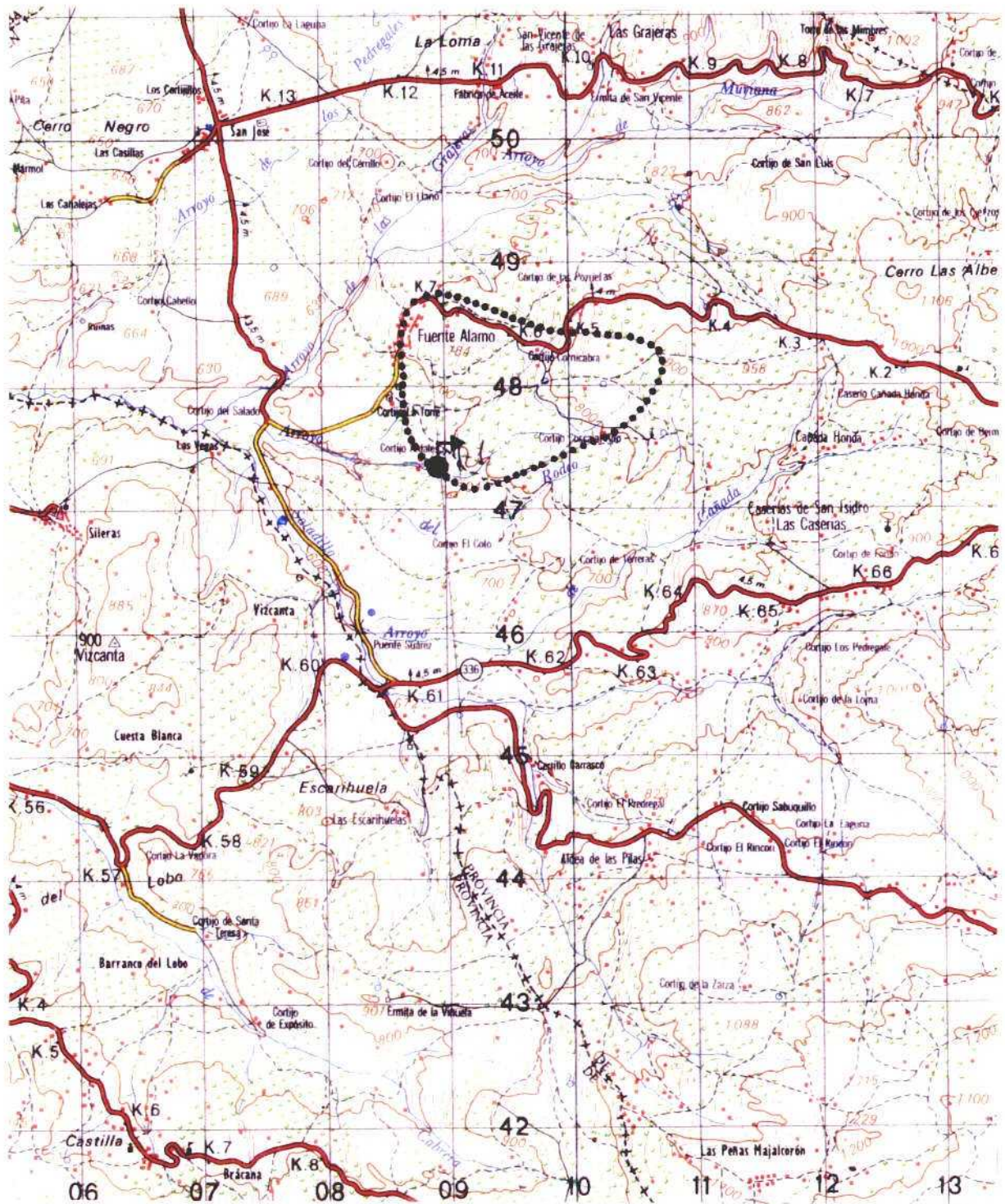
411.000

## CORTE GEOLOGICO



# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## FUENTE ALAMO



ESCALA 1: 50.000

FUENTE GALLEGO (BAEZA)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Fuente Gallego se localiza unos 3 km al Sur de Baeza, en cuyo término municipal se incluye, en el paraje denominado El Atalayón, aproximadamente a media distancia entre dicha ciudad y el río Guadalquivir. Su accesibilidad no es muy buena: debe tomarse un camino, actualmente sin asfaltar, que parte del extremo Oeste de la ciudad en dirección al río. Llega un momento en que el camino atraviesa el trazado de una línea ferroviaria inconclusa que es, en la actualidad, transitable en buena parte de su recorrido como camino sin asfaltar. Fuente Gallego se encuentra en el borde izquierdo de dicho camino, a unos 300 m del cruce. La distancia respecto a Jaén capital, vía El Puente del Obispo, es de alrededor de 45 km.

Este punto se ubica en la hoja topográfica, a escala 1:50.000, nº 20-37 (927: Baeza). Su cota estimada es de 490 m. Las coordenadas UTM: son X = 458875 e Y = 4202750. El relieve de la zona es poco accidentado; corresponde a la vertiente meridional de la Loma de Ubeda, concretamente se trata de la ladera entre el resalte dominado por la antigua muralla de Baeza (unos 760 m de cota) y el río Guadalquivir (algo menos de 300 m).

## 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

En la documentación consultada, la referencia más antigua que se dispone sobre este punto es un informe sobre un reconocimiento geológico de la zona en que se localiza, fechado en Octubre de 1943. En dicho informe se hace constar, además, que las aguas del manantial vienen utilizándose como de mesa, con propiedades medicinales, y concluye aconsejando la declaración de Utilidad Pública de las mismas. En la correspondiente ficha de inventario se acompaña una copia del citado informe.

Más adelante, en 1986, en el "Inventario Nacional de Puntos de Aguas Minero-Medicinales, Minero-Industriales y de Bebida Envasadas" de la Comunidad Autónoma Andaluza, aparece relacionado este manantial, para cuyas aguas se hace constar un carácter químico "bicarbonatado alcalino litinico", así como un estado "fuera de uso" del manantial.

De hecho, según la información recogida, las aguas de este punto eran vendidas a granel por medio de una cisterna de aproximadamente 14.000 l de capacidad, la misma que la de un aljibe construido junto al manantial a partir del cual, mediante un pequeño motor, se llenaba aquélla.

Tras una serie de análisis realizados en 1989 y 1990, en los que se reflejaba un contenido elevado en amonio del agua del manantial, indicio de contaminación del mismo, el Ayuntamiento de Baeza ha prohibido la venta de sus aguas.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico, el entorno de Fuente Gallego enmarcado en la Depresión del Guadalquivir. De

hecho, el ámbito geográfico que constituye la Loma de Ubeda corresponde al Mioceno Superior, que representa el relleno final de dicha Depresión.

Los relieves más próximos correspondientes al dominio Prebético (Zonas Externas de las Cordilleras Béticas) aparecen en la Sierra de Jódar, unos 20 km al Sur del manantial.

#### MATERIALES NEOGENO-CUATERNARIOS

Como ya ha sido citado, los materiales del entorno del manantial son del Mioceno superior. Integran la denominada Unidad de Porcuna-Baeza, que cartográficamente ocupa el tercio septentrional de la hoja de Baeza a escala 1:50.000. Esta unidad es discordante sobre otros dos grupos de materiales neógenos infrayacentes que afloran profusamente al Sur del río Guadalquivir: la Unidad Olistostrómica se compone de materiales de procedencia y litología diversas. Está constituida fundamentalmente por elementos margosos cretácicos y terciarios que conforman una mezcla bastante caótica donde se reconocen, en ciertos enclaves, los olistolitos. No es posible conocer su espesor, al no disponerse de materiales más antiguos que puedan servir como referencia, aunque a partir de sondeos en Carmona (Sevilla) se obtienen valores entre 300 m y casi 1.900 m. Su emplazamiento, en el sector que nos ocupa, se data entre el Langhiense superior - Serravaliense inferior (Mioceno medio). Es, no obstante, un rasgo claramente heteronono: a medida que se consideran sectores más próximos al Bajo Guadalquivir, el emplazamiento de esta unidad es más moderno.

La Unidad Detrítico-Carbonatada se dispone discordantemente de manera indistinta sobre la Unidad Olistostrómica antes descrita o sobre el afloramiento prebético de la Sierra

de Jódar. La mayor parte de esta unidad presenta facies de margas blancas y, hacia la base, calizas de algas y/o calcarenitas. En sectores relativamente próximos al entorno del manantial (caso de los afloramientos en Jimena) esta unidad puede superar los 350 m de espesor. El intervalo de tiempo que representa la unidad está comprendido entre el Serravalliense y el Tortoniense inferior (tránsito, pues, entre Mioceno medio y superior).

En cuanto a la Unidad de Porcuna-Baeza, en cuyos afloramientos se localiza Fuente Gallego, presenta en la base un conjunto margoso que gradualmente da paso a un conjunto de paquetes de limos, areniscas bioclásticas y calcarenitas con intercalaciones de margas, que en ocasiones superan los 40 m de espesor. Estos paquetes detríticos están bien representados en las inmediaciones del manantial. Su tamaño de grano corresponde a las fracciones arena fina a media. Aunque el espesor de los estratos es inferior a 2 m, presentan una gran continuidad lateral. Estos estratos alternan con niveles margosos de grosor centimétrico. Ya se ha citado para esta unidad una edad Mioceno superior; concretamente se trata del intervalo Tortoniense superior - Messiniense.

Encima (discordantemente) tanto de la unidad de Porcuna-Baeza como de las citadas previamente a éstas existen materiales conglomeráticos, con base de margas o limos, datables como Plioceno o Pliocuaternario, cuyo espesor puede superar ocasionalmente los 50 m. Por último, cabe señalar los materiales cuaternarios: glaciares, derrubios de ladera, abanicos aluviales, terrazas y aluviales, etc.

## 2.1.- TECTONICA

Los materiales de la Unidad de Porcuna-Baeza del en-

torno del manantial tienen una disposición subhorizontal con dirección próxima a la N-S.

En el contexto de la Hoja de Baeza, las observaciones respecto a la evolución tectónica indican una etapa de levantamiento de edad intra-Langhiense a partir de la cual se genera la Unidad Olistostrómica. Es la misma etapa a la que se asocia el cabalgamiento del Subbético Externo sobre las Unidades Intermedias, apreciable sobre todo en otras Hojas más occidentales.

La discordancia entre la Unidad Olistostrómica y la Detrítico-Carbonatada señala una nueva etapa tectónica intra-Serravalliense.

Hacia el Tortoniense medio se produce otra etapa tectónica a la que se asocia el levantamiento de las Zonas Externas, la fracturación en dirección NO (tipo "Guadiana Menor") y el plegamiento de los materiales anteriores, lo que origina una flexura donde se instala una sedimentación en principio de carácter transgresivo.

En una etapa tardiorogénica, y tras una fase compresiva que parece localizarse hacia el Plioceno inferior, tendría lugar la formación de sistemas de fractura. Hay que señalar que, debido a la plasticidad de la mayor parte de los terrenos que ocupan la Hoja, las fracturas son difícilmente detectables. En el entorno del manantial existe una falla de varios kilómetros de longitud, con dirección N80°E, y otra de menor entidad cuya traza se aproxima a la dirección N60°E.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El tramo litoestratigráfico en que se localiza el ma-



nantial es fundamentalmente margoso, con niveles esporádicos de areniscas silíceas y areniscas calcáreas, según ya ha sido dicho. No cabe hablar, pues, de un acuífero en sentido estricto, sino de un conjunto cuya permeabilidad debe ser bastante baja, en el que los citados horizontes detríticos constituyen enclaves de mayor permeabilidad (media, alta?), a favor de los cuales se producen las salidas de agua subterránea. Así, por ejemplo, 1 km al Oeste de este punto y a cota similar existe otro sector de descarga (Cortijo de Tres Fuentes) verosimilmente en relación con el mismo pequeño nivel areniscoso subhorizontal que origina el que aquí nos ocupa.

Los niveles de areniscas y calcarenitas adquieren mayor espesor y entidad cartográfica desde Baeza hacia el Norte y Noreste, donde integran el denominado "acuífero de Ubeda" (IGME, 1983). Este acuífero ocupa una extensión de unos 100 km<sup>2</sup>, en su mayoría en la Hoja a escala 1:50.000 de Ubeda. Su potencialidad hidrogeológica no es demasiado alta, pues los espesores son del orden de 20-30 m y la transmisividad media en torno a 10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s (IGME, op. cit.).

El drenaje de dicho acuífero, según la fuente citada, se produce por una serie de manantiales poco caudalosos, a una cota próxima a los 720 m, condicionados por el contacto con los materiales margosos infrayacentes. Dentro de estos materiales, y a una cota sensiblemente inferior, aparece el manantial de Fuente Gallego, por lo que su localización corresponde, de hecho, a lo que en conjunto constituye el sustrato impermeable del acuífero de Ubeda, aunque dentro de él existen pequeñas descargas locales, según se ha comentado.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de naturaleza bicarbonatada sódica, de conducti-

vidad moderada (934  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), con un potencial rédox bajo (+11 mV). Las concentraciones en los cationes mayoritarios a excepción del sodio son bajas, situación similar a la de otras surgencias también asociadas a margas. En particular, existe un fuerte desequilibrio entre el contenido en  $\text{Ca}^{2+}$  y en  $\text{HCO}_3^-$  de la muestra: 4 y 428 mg/l respectivamente, con una relación  $r\text{HCO}_3^- + r\text{CO}_3^{=} / r\text{Ca}^{2+} = 35,1$  (la concentración en magnesio también es baja -6 mg/l-, por lo que quedaría descartada la posible disolución de magnesita, y por otra parte tampoco existen dolomías en el área en cuestión). En tales circunstancias, para justificar el origen de tan alto contenido en bicarbonatos cabe formular, en principio, dos posibles hipótesis:

- a) Aportaciones de  $\text{CO}_2$
- b) Procesos de intercambio iónico

La presencia de  $\text{CO}_2$  es incompatible con el elevado pH del agua, por lo que la primera hipótesis no parece coherente. Por el contrario resulta más verosímil la posibilidad de que existan fenómenos de intercambio iónico, de acuerdo con la argumentación que se expone a continuación.

El agua en contacto con arcillas ricas en sodio (¿arcillas del Keuper?), cede iones  $\text{Na}^+$  y absorbe iones  $\text{Ca}^{2+}$ ; ello perturba el equilibrio, disolviéndose más calcita para compensar la pérdida de calcio. Este calcio adicional también puede ser absorbido por las arcillas, de forma que la disolución prosigue, incrementándose por consiguiente el contenido en carbonatos y el pH de la solución, y reduciéndose paralelamente la solubilidad de la calcita, lo que limita el proceso. El resultado final es un agua rica en  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{Na}^+$ , con bajo contenido en  $\text{Ca}^{2+}$  y un pH elevado, características que según se observa a continuación coinciden con las de la mues-

tra en cuestión. Asimismo, la figura refleja la sobresaturación respecto a calcita derivada de estas condiciones de pH.

HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	.....	428	mg/l
Na <sup>+</sup>	.....	198	mg/l
Ca <sup>2+</sup>	.....	4	mg/l
pH <sub>1 a b</sub>	.....	8,0	

Las gráficas de saturación recogidas en la figura 1 indican que el agua se encuentra ligeramente subsaturada respecto a calcita. No obstante estos resultados no son totalmente fiables, dado que el pH utilizado en el cálculo es el de laboratorio, al no hallarse disponible la lectura de campo por avería en el pH<sub>m</sub>etro.

En el apartado 1.2 se hace referencia al hecho de que en anteriores análisis se habían detectado "contenidos elevados en amonio" en el pozo en cuestión, que propició la prohibición de venta del agua por parte del Ayuntamiento de Baeza. El análisis actual ofrece sin embargo una concentración de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> inferior al límite de detección (<0,01mg/l); no obstante sí se detecta un contenido elevado en nitratos -35 mg/l- que confirma la problemática de contaminación por compuestos nitrogenados de este punto (el bajo nivel de Eh podría favorecer la aparición de NO<sub>2</sub><sup>-</sup> y NH<sub>4</sub><sup>+</sup> por reducción del ión NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

##### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

En base a lo expuesto en el apartado 3, el sistema de flujo que drena por Fuente Gallego (así como por otros puntos próximos a cota similar) debe ser bastante local, y no parecen existir argumentos hidrogeológicos suficientemente concluyentes para establecer una relación directa entre este punto y el acuífero de Ubeda, el único de cierta entidad del

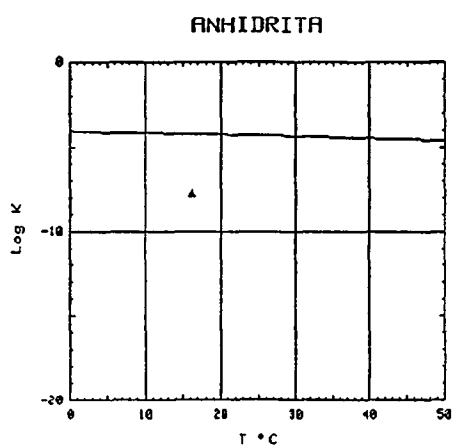
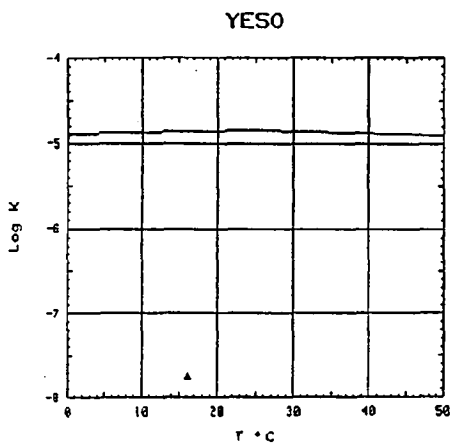
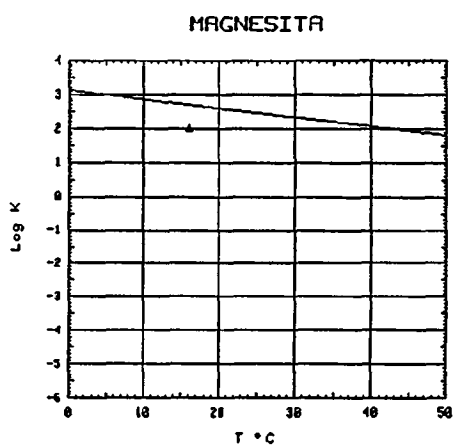
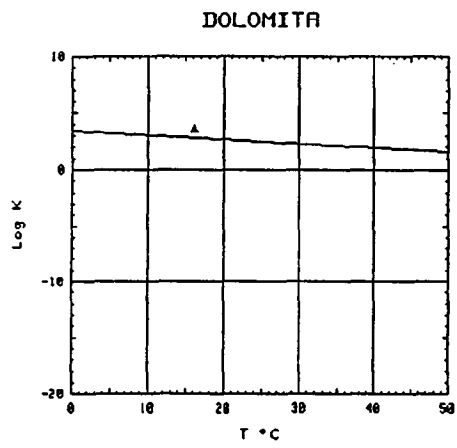
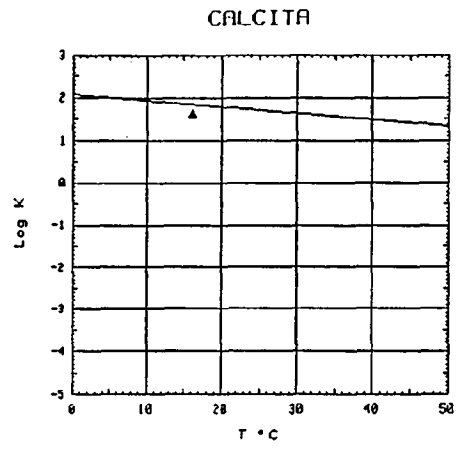
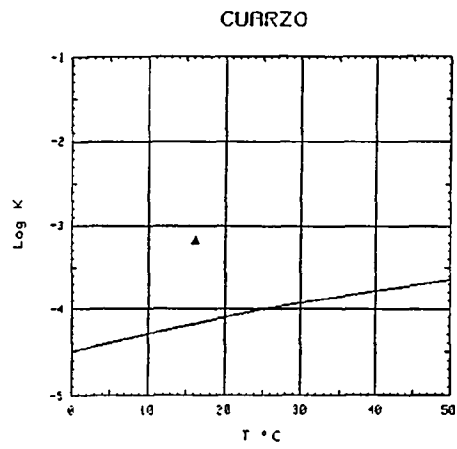


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE FUENTE GALLEGO

**ANALISIS QUIMICO**

DENOMINACION: FUENTE GALLEGO  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 16.1      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 934  
 pH a 16°C: \*      DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 35  
 pH a 18°C: 8.00      Eh campo (mV): 11

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
HCO3-	428.00	7.015	7.015	77.84
CO3=	-	-	-	-
SO4=	39.00	.406	.812	9.01
Cl-	21.00	.592	.592	6.57
F-	.500	.026	.026	.29
NO3-	35.00	.565	.565	6.26
SiO2(H4SiO4)	45.1	.750	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.060	.001	.002	.02
TOTAL.....	568.670	9.356	9.012	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
Na+	198.00	8.613	8.613	89.80
K+	7.00	.179	.179	1.87
Ca++	4.00	.100	.200	2.08
Mg++	6.00	.247	.494	5.15
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Li+	.32	.046	.046	.48
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.58
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.005	0.000	0.000	0.00
Pb	0.036	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL.....	215.981	9.206	9.591	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA --- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca = 35.145    Cl/Na = .069    (SO4\*Ca)^1/2 = .403  
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = 10.120    Cl/(Na+K) = .067    (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .156  
 ((CO3H)^2\*Ca)^1/3 = 2.142    SO4/Ca = 4.068    Mg/Ca = 2.473  
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 11.292    SO4/(Ca+Mg) = 1.171    Cl/CO3H = .084

ARCHIVO EN DISCO: MMJ30 (AMA3-30)

	ppm
R.S. 110°C	641
D.Q.O.	1,8
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

entorno. Es por ello que no se incluye dicho acuífero "regional" como área a proteger frente a posibles afecciones al manantial que nos ocupa.

Es importante señalar que el manantial de Fuente Gallego se encuentra en la inmediata proximidad del cauce de un arroyo (denominado de Las Tres Fuentes, según se desprende de la Hoja a escala 1:50.000) que unos 4 km aguas abajo confluye con el río Guadalquivir.

La cuenca de dicho arroyo vertiente hasta el manantial es de unos 3 km<sup>2</sup> de extensión y su cabecera corresponde al resalte topográfico sobre el que se ubica Baeza.

En el punto en que el arroyo encuentra al talud sobre el que debía estar el ferrocarril Baeza-Utiel, deben existir problemas de drenaje superficial, de manera que, frente a eventuales avenidas, dicho talud actúa como una pequeña reguera y ha producido el aterramiento de buena parte del entorno de la caseta que protege al punto de agua, aspecto que se aprecia incluso en la fotografía de fecha 21-11-90 que acompaña a la ficha de inventario. Estas mismas condiciones se comprobaron también en una vista posterior (6-4-91) y, de persistir, no sería extraño que el punto terminara totalmente cubierto por los citados acarrees.

Por otra parte, en la cabecera de la cuenca del arroyo de Las Tres fuentes existen algunas instalaciones de estabulación de ganado. Los residuos líquidos, así como eventuales lixiviados de los sólidos, procedentes de tales instalaciones se incorporan al flujo superficial y pueden alcanzar rápidamente el entorno del manantial y contaminar la captación que existe para extraer el agua. Esta puede ser la causa de los elevados contenidos en amonio detectados en el agua y que han

conducido al Ayuntamiento de Baeza a prohibir su distribución y venta.

En base a ello, el perímetro de protección propuesto se basa exclusivamente en criterios hidrográficos y corresponde a la cuenca del arroyo de las Tres Fuentes vertiente hasta el sector donde se ubica el manantial.

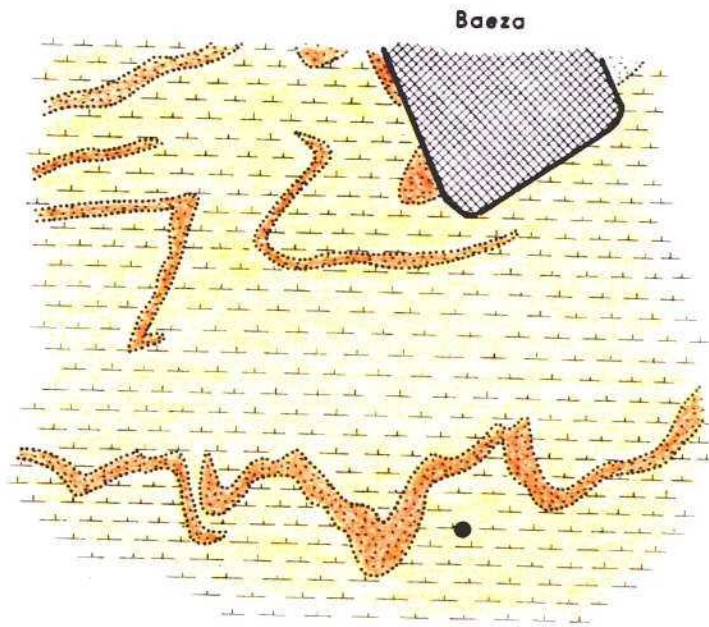
Complementariamente al control de los eventuales vertidos contaminantes, se debe plantear la mejora del drenaje del arroyo en su intersección con el talud del ferrocarril y el consiguiente aterramiento del entorno de la actual obra de captación.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR (PLAN NACIONAL DE AGUAS SUBTERRANEAS). Colección Informe, 126 págs. 3 planos. IGME, Madrid 1983.
- CARTOGRAFIA GEOLOGICA Y MEMORIA EXPLICATIVA DE LA HOJA A ESCALA 1:50.000 nº 20-37 (Baeza). MAGNA-IGME. (En prensa).

# FUENTE GALLEGO (BAEZA)

## PLANO GEOLOGICO



Margas con niveles de arenas silíceas y areniscas calcáreas ..... MIOCENO SUP.

457,000

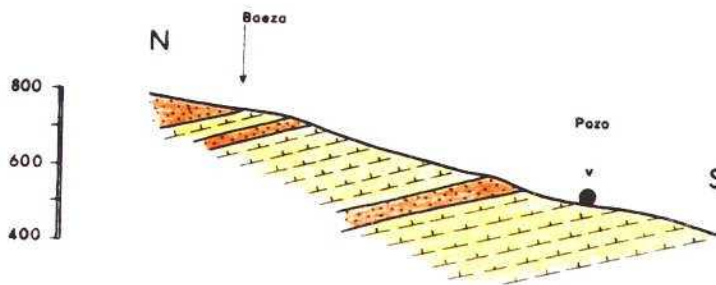
459,000

ESCALA-1:50.000

4.205.000

4.203.000

## CORTE GEOLOGICO

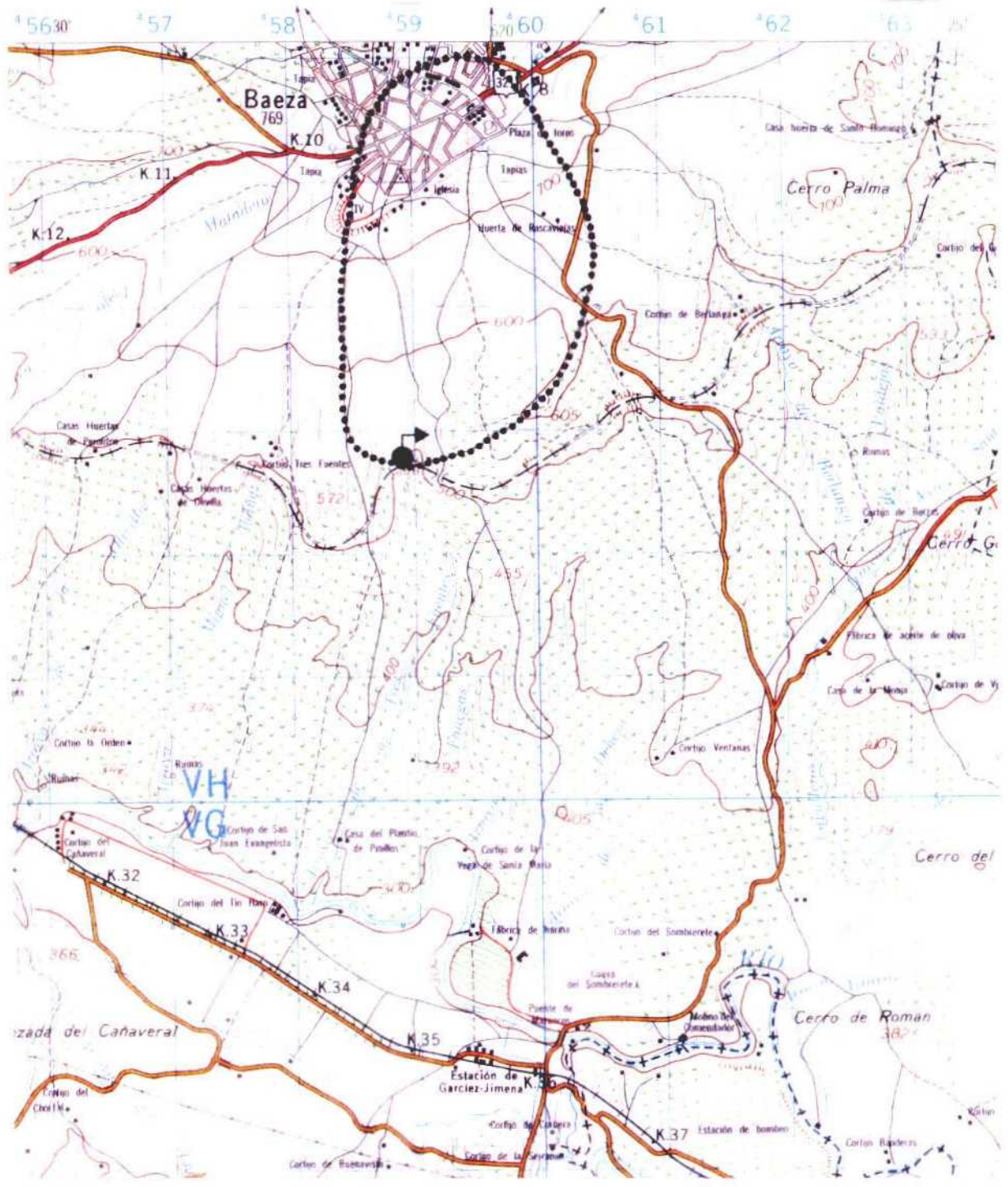


0 1 2 Km.



# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## FUENTE GALLEGO



ESCALA 1: 50.000

FUENTEPINILLA (BEAS DE SEGURA)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Con la denominación de Fuentepinilla, se nombra a cinco manantiales que están situados en el paraje conocido por "Cortijo de la Majada de Mateo", en el término municipal de Beas de Segura. Las aguas de estos manantiales se encuentran canalizadas, recogiendo en uno de ellos, por lo que constituyen un aprovechamiento único.

Para acceder a estos manantiales, desde el núcleo urbano de Beas de Segura se toma la carretera local a la aldea de Fuente Pinilla. A la altura del km 15 se encuentra un cortijo y un camino que sigue el trazado del río. Siguiéndolo, y a algo más de 500 m, se ubica el paraje denominado "Cortijo de la Majada de Mateo".

Estos manantiales se localizan dentro de la hoja topográfica nº 887, de Orcera, a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 516150 e Y = 4232800. Siendo la cota topográfica, del manantial donde están canalizadas las aguas, de 840 m.s.n.m.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Don Mariano Frías Piña, propietario de cinco manantiales, denominados Fuentepinilla, sitos en una finca de su pro-

piedad ubicada en el paraje conocido como "Cortijo de la Majada de Mateo", en el término municipal de Beas de Segura, y con el objeto de obtener la autorización de explotación de los mismos, solicitó entre el año 1983-84 que el ITGE realizara análisis químicos de las aguas de estos cinco manantiales.

Posteriormente, el 4 de septiembre de 1984 presentó Memoria y Proyecto de la planta de embotellado de las aguas, al objeto de obtener de la Dirección General de Minas la autorización de explotación de las mismas, como agua potable de manantial apta para ser envasada.

Toda la documentación recopilada por el Servicio Territorial es enviada a la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía el día 22 de noviembre de 1984. Dando ésta, con fecha del 6 de febrero de 1986 la autorización para el uso de aguas como de mesa envasadas del manantial Fuentepinilla. Realizándose sobre un caudal máximo de 1 l/s, y por un periodo de treinta años renovables. Estableciendo un perímetro de protección con un radio de 500 m y centro en el manantial.

En la actualidad, las aguas de los cinco manantiales, se encuentran tapadas por arquetas, no siendo aprovechadas como aguas para envasar destinándose para pequeños regadíos.

## 2.- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL ENTORNO

Los manantiales de Fuentepinilla se encuentran en la unidad denominada de Beas de Segura, formando sus materiales una banda de dirección NNE-SSO, limitada al Oeste por la Cobertera Tabular Mesozoica (arenas y arcillas de color rojo) y por el Neógeno de la Depresión del Guadalquivir y al Este por

la Unidad de Sierra de Cazorla (constituída por una repetición de niveles detríticos y carbonatados).

La Unidad de Beas de Segura está formada por una serie de arcillas, dolomías y/o calizas con una disposición monoclinal y con un buzamiento constante hacia el Este. La potencia de esta unidad es difícil de calcular al presentar contactos mecánicos o erosivos que imposibilitan una lectura total de la serie, suponiéndose el espesor en 200 m. La unidad en general es azoica estimándose una edad jurásica (Lías).

Se pueden diferenciar dos tramos:

- El inferior, con una potencia de 70-80 m. Formado por tres gruesas barras de dolomías, muy tableadas. Las barras están separadas por dos tramos de margas dolomíticas, dolomías margosas y arcillas verdes, rojas y violáceas, apareciendo yesos en estos niveles.
- El superior, en el que se produce un aumento progresivo de los tramos blandos y una reducción de espesor de las barras dolomíticas. En el techo aparece un banco de calizas blancas de 5 m de espesor.

En la base de la Unidad Beas de Segura se encuentran unos materiales plásticos del Trías que van a tener importancia en los fenómenos tectónicos de la zona. Esta serie detrítica en ocasiones presenta yesos y arcillas (facies Keuper) y en otras aparecen arenas y arcillas (facies Buntsandstein). Su espesor máximo es de 90 m, presentando un nivel característico de unos 20 m de potencia, en el que aparecen las fa-

cies evaporíticas alternando en capas centimétricas y bien estratificadas con arcillitas verdes y rojas.

## 2.1.- TECTONICA

Durante el Jurásico la región se ve afectada por una tectónica de bloques fracturados, etapa de distensión, en el que se producen fallas normales en el zócalo. La dirección de estos accidentes de zócalo es N20E en la que la parte occidental se eleva y la oriental se hunde. Este hundimiento hacia el SE produce en esta dirección un aumento de espesores que recaen en las formaciones triásicas. Encontrándose la Unidad de Beas de Segura apilada al pie del frente de la Sierra de Cazorla provocado por la expulsión de los materiales plásticos bajo la presión y arrastre de la cobertera calcárea (Unidad de la Sierra de Cazorla). Este hecho provocaría la compartimentación de la zona por fallas inversas que comenzarían localizándose a nivel del Trías, para inmediatamente después alcanzar las arcillas rojas como segundo nivel de despegue. El estilo tectónico generado por el gran número de fallas inversas da lugar a una tectónica de escamas.

Esta tectónica en escamas, etapa compresiva alpina, se desarrolló durante y/o posterior al Tortonense (Mioceno), al verse implicados materiales de dicha edad.

La dirección dominante de las fallas inversas es NNE-SSO, mostrando las escamas vergencia de componente O.

Estas fallas inversas se ven afectadas por fallas que se agrupan en dos sistemas de direcciones comprendidas entre N45O-N85O y N50E-N65E, son de edad reciente, al afectar a depósitos neógenos postorogénicos de las depresiones internas.

La alternancia de niveles detríticos y carbonatados se puede explicar de un modo estratigráfico resultado de procesos reiterativos en el periodo de sedimentación, pero cuando se da la presencia de materiales miocenos se pone de manifiesto la existencia de repeticiones tectónicas en los que los materiales jurásicos montan sobre los del Mioceno. Por lo tanto en esta unidad existe tanto alternancias estratigráficas como repeticiones tectónicas.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

La Unidad de Beas de Segura está formada por unos sedimentos impermeables de margas y arcillas que alternan con una serie permeable de materiales carbonatados. Estos presentan fenómenos de carstificación debido a una relativa porosidad y fracturación de las dolomías.

El agua de lluvia caída sobre la superficie del terreno se infiltra a través tanto de los materiales permeables como de fracturas, contactos mecánicos, etc., dando lugar en los manantiales de Fuentepinilla a un agua de tipo bicarbonatada cálcica magnésica, siendo el resultado de un agua de infiltración que a su paso por el acuífero carbonatado se va enriqueciendo en Ca, Mg, etc., aflorando a la superficie del terreno en el contacto de los materiales acuíferos con el sustrato impermeable.

Los cinco manantiales, que forman Fuentepinilla y en el que las aguas se canalizan en uno de ellos, han sido objeto de un seguimiento mensual durante un año, por el ITGE en relación a su caudal y temperatura. Así de Octubre de 1984 a Septiembre de 1985 se realizaron las siguientes medidas:

<u>Nº de la muestra</u>	<u>Aforo l/s</u>	<u>Temperatura °C</u>
1	1,202	15,5
2	1,130	15,5
3	1,120	17,5
4	0,975	8,0
5	1,026	14,0
6	1,000	14,0
7	0,900	17,0
8	1,100	14,5
9	1,300	14,5
10	1,020	16,5
11	0,920	15,5
12	0,880	16,0

Obteniéndose un aforo medio de 1,048 l/s y una temperatura de 15°C. Los caudales son pequeños y bastante constantes a lo largo del año.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de carácter básico ( $pH_{campo} = 8,26$ ), mineralización moderada-baja (539  $\mu S/cm$ ) y naturaleza bicarbonatada magnésica, con un Eh de +74 mV. El contenido en sílice es muy bajo: 2,1 mg/l. Estas características apuntan hacia un acuífero ligado a materiales netamente carbonatados, sin que se aprecie otro tipo de influencias. El carácter magnésico del agua probablemente es consecuencia de la relación del manantial con las facies dolomíticas del Lías-Dogger.

Los diagramas de saturación de la figura 1 indican que el agua se encuentra subsaturada en cuarzo, yeso y anhidrita, y sobresaturada respecto a calcita y dolomita, como era previsible dado su elevado pH.



De acuerdo con las determinaciones realizadas, la calidad del agua resulta plenamente satisfactoria, no detectándose indicio alguno de contaminación en la muestra analizada.

#### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se ha definido un área aproximada de unos 2 km<sup>2</sup> de superficie, sobre el afloramiento de calizas y dolomías, como área receptora o de alimentación de los manantiales de Fuente-pinilla, aunque posiblemente puede ser mayor el área de influencia ya que no se conoce el régimen de funcionamiento de origen subterráneo de circulación del agua.

Paralelamente se ha pretendido también abarcar la red de circulación superficial del agua que pueden afectar a la calidad de los manantiales, evitando así cualquier tipo de contaminación natural o humana.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 887 (Orcera). MAGNA-ITGE.

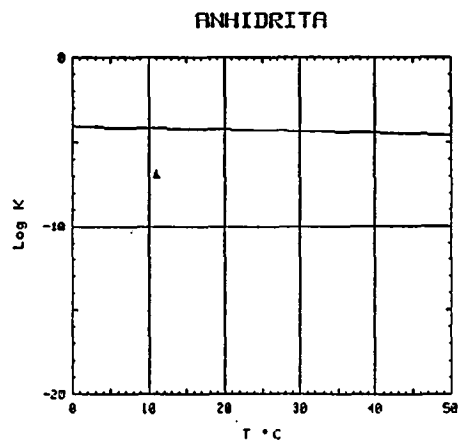
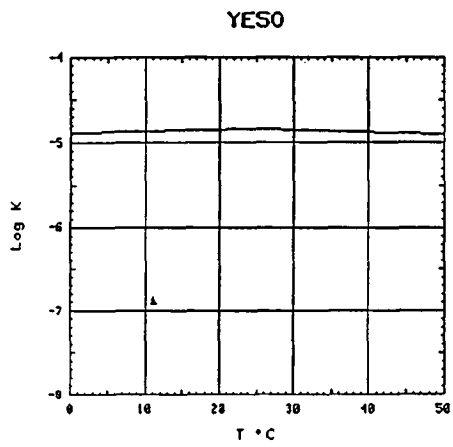
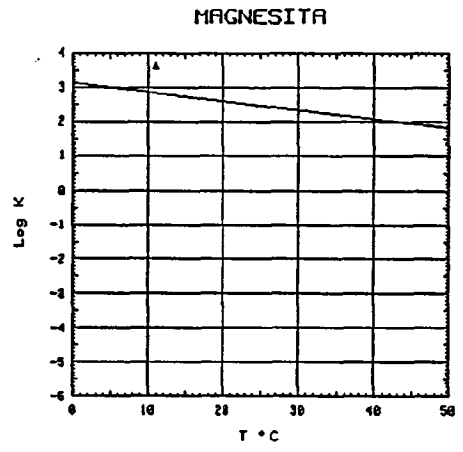
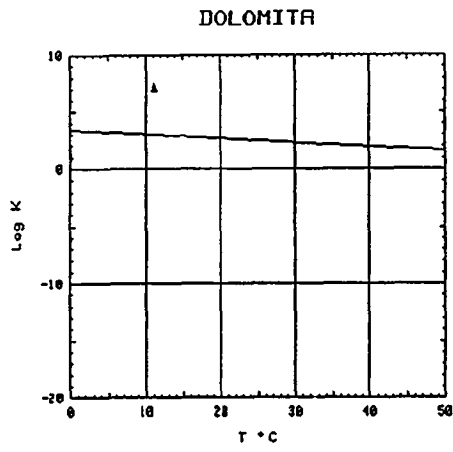
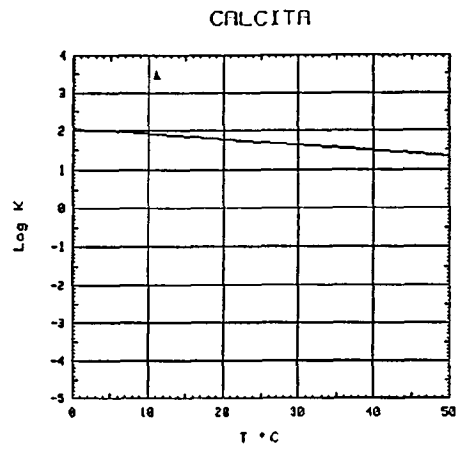
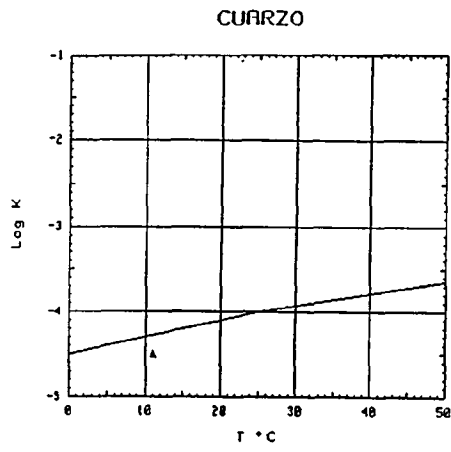


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE FUENTE PINILLA

**ANALISIS QUIMICO**  
\*-----\*

DENOMINACION: FUENTE PINILLA  
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 11.1                      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 539  
pH a 11°C: 8.26                              DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 251  
pH a 18°C: 8.30                              Sh campo (mV): 74

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	216.00	3.540	3.540	70.34
CO3=	16.00	.267	.533	10.60
SO4=	25.00	.260	.521	10.34
Cl-	14.00	.395	.395	7.85
F-	<5.0E-1	.026	.026	.52
NO3-	1.00	.016	.016	.32
SiO2(H4SiO4)	2.1	.035	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL.....	274.660	4.540	5.033	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	2.00	.087	.087	1.69
K+	<5.0E-1	.013	.013	.25
Ca++	42.00	1.048	2.096	40.76
Mg++	35.00	1.440	2.879	55.99
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.14
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.08
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.007	0.000	0.000	0.00
Pb	0.045	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.03
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL.....	80.222	2.616	5.142	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- MAGNESICA

CO3H+CO3)/Ca =	1.944	Cl/Na =	4.540	(SO4*Ca)^1/2 =	1.044
CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.819	Cl/(Na+K) =	3.958	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.417
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	2.973	SO4/Ca =	.248	Mg/Ca =	1.374
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.923	SO4/(Ca+Mg) =	.105	Cl/CO3H =	.112

ARCHIVO EN DISCO: MMJ24 (AMA3-24)

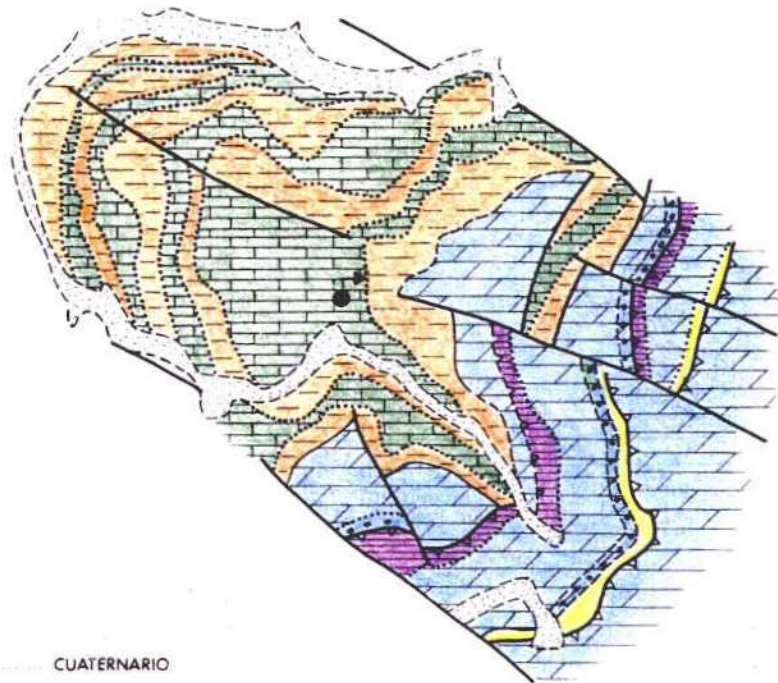
	ppm
R.S. 110°C	346
D.Q.O.	1,1
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

# FUENTEPINILLA (BEAS DE SEGURA)

## PLANO GEOLOGICO

515.000

517.000



4.233.000

4.231.000

 Aluvial ..... CUATERNARIO

### UNIDAD DE SIERRA DE CAZORLA

 Arcillas y margas ..... JURASICO SUP.  
CRETACICO INF.


 Calizas oolíticas ..... DOGGER-MALM

 Dolomias ..... LIAS-DOGGER

### FORMACION HORNOS-SILES

 Indiferenciado ..... TRIASICO

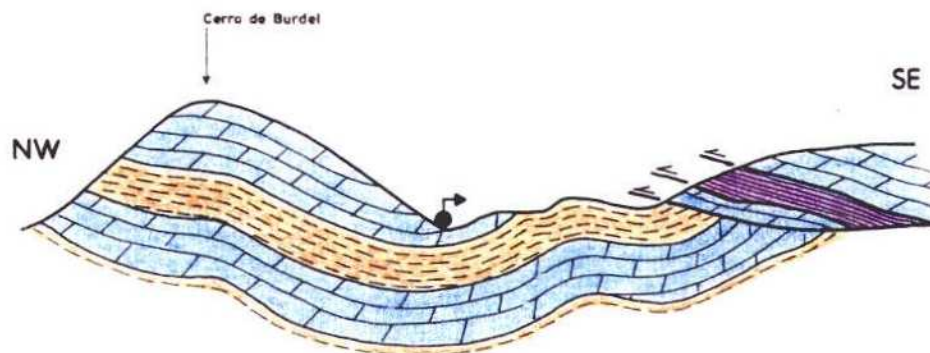
### UNIDAD DE BEAS DE SEGURA

 Dolomias y calizas ..... JURASICO

 Arcillas ..... JURASICO

ESCALA - 1: 50.000

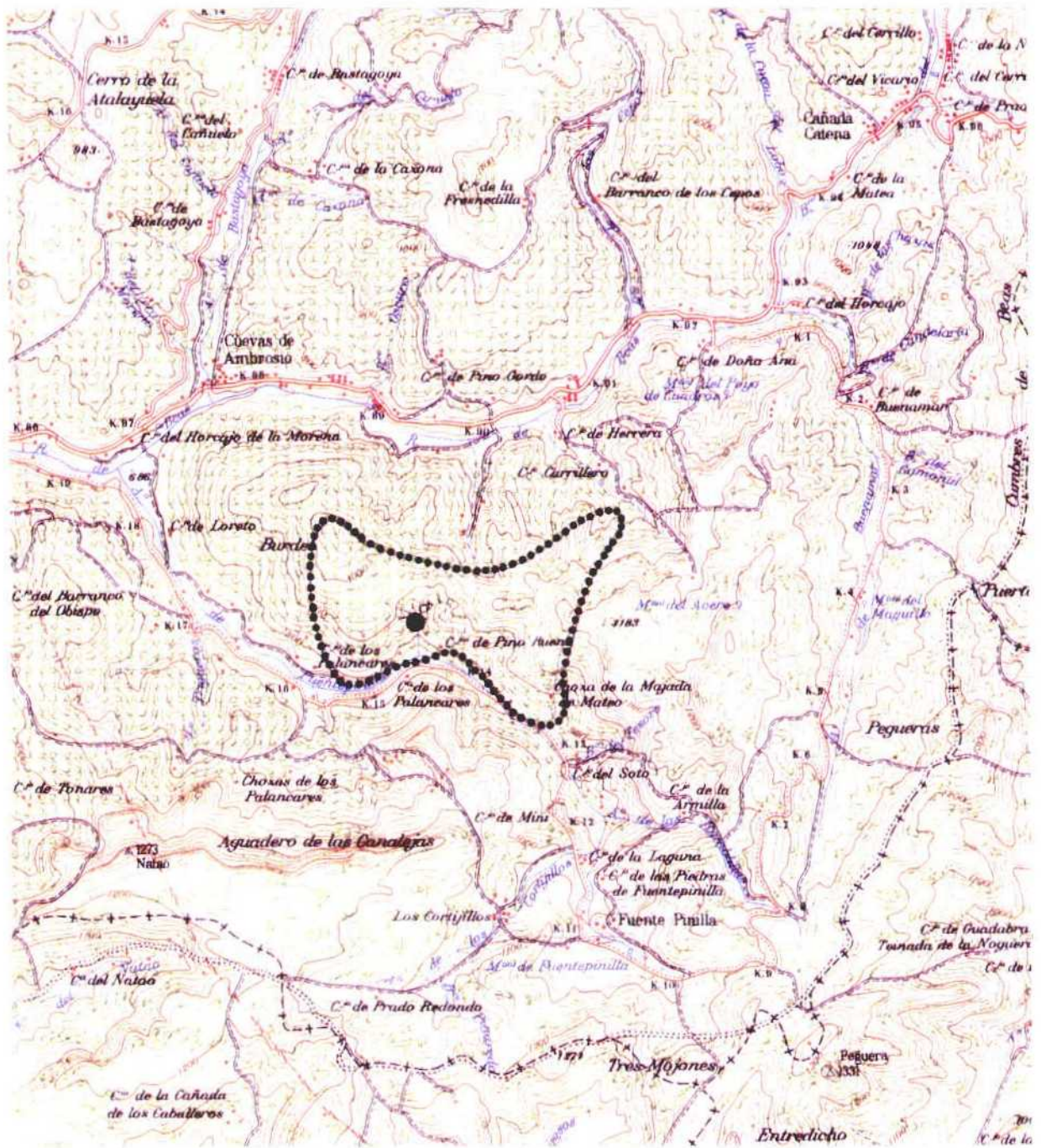
## CORTE GEOLOGICO



ESCALA - H = 1: 25.000  
V = 1: 10.000

# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## MANANTIAL FUENTEPINILLA



ESCALA - 1:50.000

BALNEARIO DE SAN ANDRES (CANENA)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El Balneario de San Andrés está a menos de un kilómetro del núcleo urbano de Canena, en cuyo término municipal se incluye. Las condiciones de acceso son extremadamente favorables, pues se encuentra al borde mismo de la carretera nacional que desde Bailén se desvía hacia Linares, y luego sigue en dirección hacia Ubeda pasando por la Estación de Ferrocarril de Linares-Baeza. Concretamente, se localiza junto al punto kilométrico 137 de dicha ruta. Dista unos 10 km del citado nudo ferroviario, y unos 60-70 km de la capital de la provincia, Jaén, a la que puede accederse vía Baeza, que constituye la cabecera de comarca más importante a nivel regional.

El Balneario se ubica en la hoja topográfica a escala 1:50.000 nº 20-36 (906, Ubeda). Su cota estimada es de 470 m, en una zona de relieve poco accidentado. Las coordenadas UTM: de este punto son: X = 457175 e Y = 4211400.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Según información de uno de los propietarios, se trata de un manantial conocido desde tiempos de la dominación romana. Existen, a este respecto, abundantes vestigios y restos que indican asentamientos en este enclave desde tal época.

Ciñéndonos a documentos más recientes, este manantial aparece citado en el libro "Elementos de Hidrología Médica" (Doz Gómez y Builla Alegre, 1887). También aparece en una relación de balnearios publicada en la Gaceta de Madrid (nº 117, año 1928) y en una relación de aguas minero medicinales elaborada por este último organismo en 1947.

En el B.O.E. nº 89 de 29 de marzo de 1948 aparece la declaración de utilidad pública de las aguas de este manantial, lo que faculta a los propietarios para la posible explotación de las mencionadas aguas tanto enbotelladas como en baños.

En el "Inventario Nacional de Puntos de Aguas Mine-ro-Medicinales, Minero-Industriales y de Bebida Envasadas" de la Comunidad Autónoma de Andalucía (Instituto Geológico y Minero de España, 1986), se incluye este manantial; sus características químicas se describen como "ferruginosas", así como de estado "en uso" y de empleo "tópico".

En un ejemplar del "Noticiario Turístico" (nº 245, 1968: monográfico sobre "Balnearios y Aguas Minerales Naturales de España", editado por la Dir. Gral. de Promoción del Turismo) se incluyen, dentro de la información general de Balnearios en explotación, algunos datos sobre este punto. Se trata, según dicha fuente, de aguas bicarbonatadas, mixtas y azoadas (22°C), con caudal aforado de 130 l/min, utilizadas en bebida y baños, y con numerosas indicaciones terapéuticas; la temporada oficial es del 1 de Julio al 31 de Octubre.

Este manantial fue tenido en cuenta en el "Estudio de Prospección Geotérmica de Andalucía Oriental" (ENADIMSA, 1983). A partir del análisis de los gases desprendidos, se



obtiene una temperatura de equilibrio de 88°C (geotermómetro: CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>S).

En la actualidad, las aguas del manantial se emplean para baños por parte de los agüistas y para consumo como agua potable, además de su uso público en una piscina de verano.

Las instalaciones del balneario son también objeto actualmente de importantes mejoras, prácticamente finalizadas de acuerdo con lo apreciado en la visita realizada en Abril de 1991. Según lo manifestado por uno de los propietarios, no se descarta la posibilidad de embotellar las aguas del manantial.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico, en el entorno del balneario de San Andrés, cabe distinguir tres grandes grupos de materiales: paleozoicos, mesozoicos y neógeno-cuaternarios.

El zócalo paleozoico aflora unos 12 km al Norte del balneario. Se trata de una serie de pizarras arcillo-grafitosas, datadas como del Carbonífero inferior, afectadas de un ligero metamorfismo regional. Más acusado es el metamorfismo (de contacto) que presentan, debido a la intrusión de rocas ígneas graníticas.

Los afloramientos mesozoicos aparecen a unos 4 km al Norte del Balneario y comprenden materiales triásicos, jurásicos y cretácicos.

En los materiales triásicos pueden distinguirse dos conjuntos litológicos, correspondientes a las edades Bunt-

sandstein y Keuper, respectivamente. El conjunto inferior comprende una serie conglomerático-areniscosa basal de 10-20 m de potencia, sobre la que se desarrolla un potente (100-200 m) tramo arcillo-arenoso, de tonos predominantemente rojizos. El conjunto superior presenta en la base un paquete arenoso-carbonatado de unos 50 m de espesor; a techo se disponen una serie de paquetes arcilloso-evaporíticos, con eventuales niveles de yesos, de una potencia en conjunto entre 10 y 70 m.

Los materiales jurásicos (Lías) son de naturaleza carbonatada (dolomítica) y aparecen en estratos bien tableados. Su espesor oscila entre unos pocos metros, restos erosivos, hasta alcanzar más de 30 m, hacia el NE.

Tan sólo existe un afloramiento de materiales cretácicos, y éste de superficie muy reducida (del orden de 1 km<sup>2</sup>). Se localiza a unos 7 km al ENE del balneario. Se trata de una sucesión, de unos 20 m de espesor, de calizas silíceas y margas arenosas; en algunos casos con niveles detríticos con litofacies típica de "Utrillas".

Los materiales neógenos ocupan una buena parte del entorno del Balneario. Existe un tramo basal integrado por brechas y conglomerados calizo-arenosos, que hacia el techo pasan a arenas y areniscas con cemento carbonatado. Los cambios laterales de facies son muy acusados. Su espesor no suele superar, como media, los 20 m y aumenta progresivamente hacia el SO. Su edad es Tortoniense superior. A continuación se dispone un tramo esencialmente margo-arcilloso, de unos 200 m de espesor. El tramo superior corresponde a niveles esencialmente areniscos con intercalaciones margosas; dado como Mioceno terminal (Andaluciense), culmina los depósitos marinos de la Depresión del Guadalquivir.

En cuanto a los términos cuaternarios, destacan los niveles de terrazas de los ríos Guadalimar, Guarrizas y Guadalen, además de las correspondientes llanuras de inundación actuales.

## 2.1.- TECTONICA

Los materiales carboníferos han sido plegados y metamorfizados en la orogenia herciniana (fase Astúrica) en varias etapas de deformación. Una primera etapa genera pliegues pseudo-isoclinales, tumbados hacia el N, con una directriz media en este sector de  $N75^{\circ}E$ , y fracturas de dirección local próxima a NE-SO. Otra fase posterior produce inflexiones en los ejes de los pliegues de la primera etapa. Más adelante se produce la intrusión granítica que, al consolidarse, genera un termodiaclasamiento con direcciones principales  $N35^{\circ}E$  y  $N55^{\circ}O$ , subverticales, y otro tercer sistema subhorizontal. Una tercera etapa tectónica de empujes tardíos produce, entre otros aspectos, que en los materiales menos plásticos, como el granito, se reactiven las fallas NE-SO con movimientos de salto en dirección.

La cobertera posherciniana reposa, casi siempre, subhorizontalmente, aunque con una ligera tendencia a buzarse hacia el centro de las cuencas (en el caso que nos ocupa sería hacia el Sur). Movimientos posttriásicos de componente vertical que afectan a los bloques de zócalo influyen también sobre la cobertera suprayacente, fracturándola o basculándola (con inclinaciones que, ocasionalmente, pueden alcanzar los  $70^{\circ}$ ). Los materiales paleozoicos, que estaban afectados por desgarres NE-SO y diaclasas  $N35^{\circ}E$  y  $N^{\circ}55O$ , se ven sometidos al rejuego vertical de estas fracturas.

Aunque no existen evidencias cartográficas a escala 1:50.000 que indiquen que el balneario se sitúe sobre la traza de alguna fractura, si parece localizarse, sin embargo, sobre prolongación de una importante falla normal del sistema NE-SO, cuya dirección varía hasta una situación más submeridiana hacia el Norte. De hecho, existen varias fracturas de este tipo, subparalelas, a pocos kilómetros al Norte del balneario, fosilizadas igualmente por los materiales neógenos y que afectan tanto a materiales mesozoicos como paleozoicos.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial se localiza en materiales esencialmente margosos del Mioceno Superior, próximo al contacto con el tramo de edad Mioceno terminal cuya naturaleza litológica, aún con componente margosa, indica una mayor proporción de niveles areniscosos, de manera que, en su conjunto, reviste una cierta permeabilidad que se incrementa localmente al considerar los niveles detríticos más gruesos y menor proporción de margas.

Los citados materiales permeables integran el denominado "acuífero de Ubeda", que se extiende sobre una superficie de alrededor de 100 km<sup>2</sup> al Sur de este manantial y al Norte de los núcleos de Ubeda y Baeza. El sustrato de este acuífero corresponde al tramo margoso infrayacente antes citado. La alimentación mayoritaria procede de la infiltración de las precipitaciones, mientras que el drenaje se realiza por manantiales de borde, generalmente poco caudalosos, próximos al contacto con los materiales impermeables, a cotas próximas a los 700 m (IGME, 1983).

En una situación aproximadamente análoga a la citada de sector de contacto entre el techo del sustrato y muro del

acuífero, existen en el entorno de Canena una serie de manantiales, según se desprende de lo representado en la Hoja MAGNA a escala 1:50.000. Tales surgencias, entre las que se incluye el balneario de San Andrés, aparecen tanto en el sector del cauce del Arroyo de La Yedra como en ambos márgenes del mismo, a cotas comprendidas entre los 400 m y los 600 m.

No obstante, aunque aparezca en dicho contexto hidrogeológico, el condicionamiento del Balneario de San Andrés debe ser más complejo, como indica el hecho -antes apuntado- de aparecer relacionada con la traza de una fractura plurikilométrica cuya actividad es patente sobre todo hacia el NE, donde afecta tanto a materiales mesozoicos como cenozoicos.

Posiblemente a favor de la mayor permeabilidad local que supone la fracturación de los materiales miocenos por efecto de dicho accidente, se produce una circulación ascendente de aguas confinadas a cierta profundidad, lo que explica el valor obtenido para la temperatura de equilibrio antes citado.

En cuanto a los materiales permeables, en carga, responsables de dicho flujo profundo, las circunstancias hidrogeológicas parecen indicar que se trataría de las dolomías jurásicas que afloran a unos 5 km al Noreste del balneario. Estos materiales, en sus afloramientos del vértice Azoreros y sus inmediaciones, están afectados por la fractura con cuya prolongación se relaciona al manantial. La recarga sobre estos afloramientos se debe fundamentalmente a la infiltración de las precipitaciones.

El sustrato de este acuífero corresponde a los materiales arcilloso-evaporíticos del Keuper. Debajo de estos últimos se localiza un paquete arcillo-arenoso (Buntsands-

tein) que debe ser poco permeable, aunque de tener carácter acuífero su situación hidrogeológica en relación con el balneario sería similar a la de las dolomías jurásicas. En estos materiales triásicos, además, habría que tener en cuenta la eventual recarga a partir del río Guadalimar y/o del embalse del Guadalen. El basamento impermeable general correspondería a los materiales paleozoicos.

En cualquier caso, conviene señalar que ninguno de estos materiales están recogidos como acuíferos de cierta entidad en la Síntesis Hidrogeológica de la Cuenca del Guadalquivir (IGME, 1983). En el caso de las dolomías jurásicas, pensamos que se trata de una formación que responde de la ausencia de estudios suficientes al respecto en la fecha de dicha recopilación, pues, aunque apenas carstificadas, las dolomías son relativamente porosas y permeables, y, aunque de espesor reducido, ocupan extensiones importantes, sobre todo en la prolongación nororiental de la Hoja de Ubeda.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua bicarbonatada sódica-magnésica de conductividad moderada (830  $\mu$ S/cm), con valores de pH y Eh en campo de 7,58 y +19 mV respectivamente.

Si bien el estudio hidrogeológico precedente pone de manifiesto la posible circulación del agua a través de las facies evaporíticas del Keuper, su composición y contenido salino -particularmente la concentración en  $SO_4^{=}$ ,  $Cl^-$  y cationes alcalinos- no son los característicos de los procesos de disolución de tales materiales, que suelen manifestarse a través de salinidades más altas. En efecto, los diagramas de saturación de la figura 1 indican que el agua se encuentra subsaturada en yeso y anhidrita, y en situación próxima al

equilibrio respecto a facies carbonatadas (el carácter magnético del agua probablemente viene marcado por las dolomías liásicas).

El análisis de compuestos nitrogenados evidencia un alto contenido en  $\text{NO}_3^-$  -42 mg/l-, próximo al máximo establecido por la Reglamentación Técnico-Sanitaria para un agua potable (50 mg/l). La calidad del agua se encuentra pues comprometida, por lo que han de adoptarse las pertinentes medidas de vigilancia y control del acuífero. Por otra parte, puesto que la presencia de contenidos elevados de nitratos es en la mayor parte de los casos consecuencia de los aportes producidos por fuentes de contaminación de origen superficial (uso intensivo de fertilizantes, vertido de residuos orgánicos, etc.), ello significa que la surgencia o incluso el acuífero en su conjunto son vulnerables a tales procesos, lo que justifica la necesidad de implantar perímetros de protección.

##### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

En función de lo expuesto en el apartado 3, se precisa que los afloramientos de dolomías jurásicas más próximos al manantial (sectores de los cerros de Azoreros, El Chaparral y Las Cabezas) deben constituir el área de protección "hidrogeológica", sin necesidad de extenderla hacia los materiales detríticos triásicos, pues, como ya se ha dicho, su permeabilidad debe ser bastante baja.

Como también se ha expuesto, aunque el origen del balneario es fundamentalmente "profundo", puede existir una cierta contribución de flujos más "superficiales", sobre lo que no se tienen apenas argumentos. Este aspecto, unido a su ubicación cerca de un cauce (Arroyo de La Yedra) de relativa

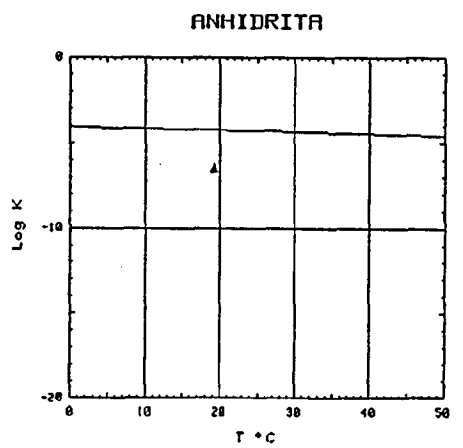
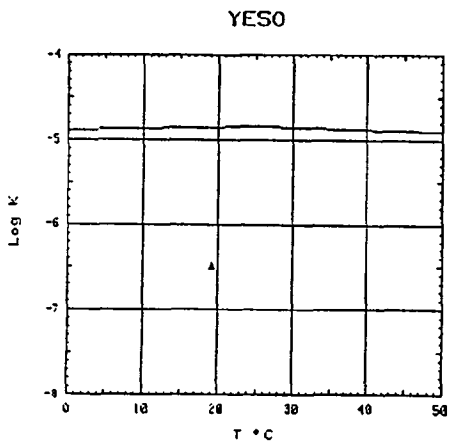
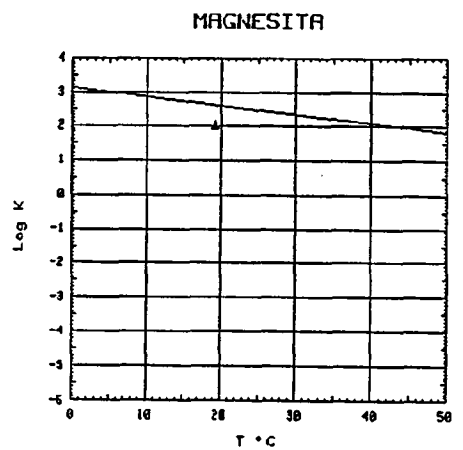
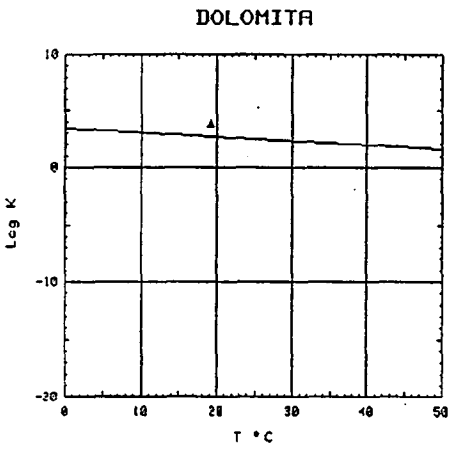
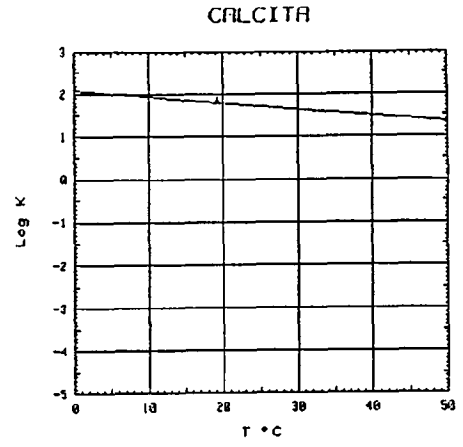
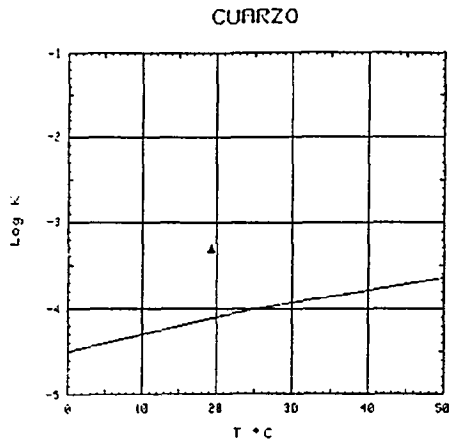


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DEL BALNEARIO DE SAN ANDRES



# ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: BALNEARIO DE SAN ANDRES O SRA. DE LOS REMEDIOS  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 19.2                      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 830  
 pH a 19°C: 7.58                              DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 222  
 pH a 18°C: 7.10                              Eh campo (mV): 19

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	262.00	4.294	4.294	54.02
CO3=	-	-	-	-
SO4=	78.00	.812	1.624	20.43
Cl-	47.00	1.326	1.326	16.68
F-	<5.0E-1	.026	.026	.33
NO3-	42.00	.677	.677	8.52
SiO2(H4SiO4)	33.5	.557	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL.....	463.060	7.694	7.950	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	78.00	3.393	3.393	41.12
K+	15.00	.384	.384	4.65
Ca++	37.00	.923	1.846	22.38
Mg++	31.00	1.275	2.550	30.90
Fe++	.010	0.000	0.000	0.00
Li+	.13	.019	.019	.23
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.67
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	0.04	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL.....	161.766	6.014	6.251	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- SODICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	2.326	Cl/Na =	.391	(SO4+Ca) <sup>1/2</sup> =	1.732
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.977	Cl/(Na+K) =	.351	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.525
((CO3H) <sup>2</sup> *Ca) <sup>1/3</sup> =	3.241	SO4/Ca =	.880	Mg/Ca =	1.381
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.346	SO4/(Ca+Mg) =	.369	Cl/CO3H =	.309

ARCHIVO EN DISCO: MMJ14 (AMA3-14)

	ppm
R.S. 110°C	580
D.Q.O.	1,1
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

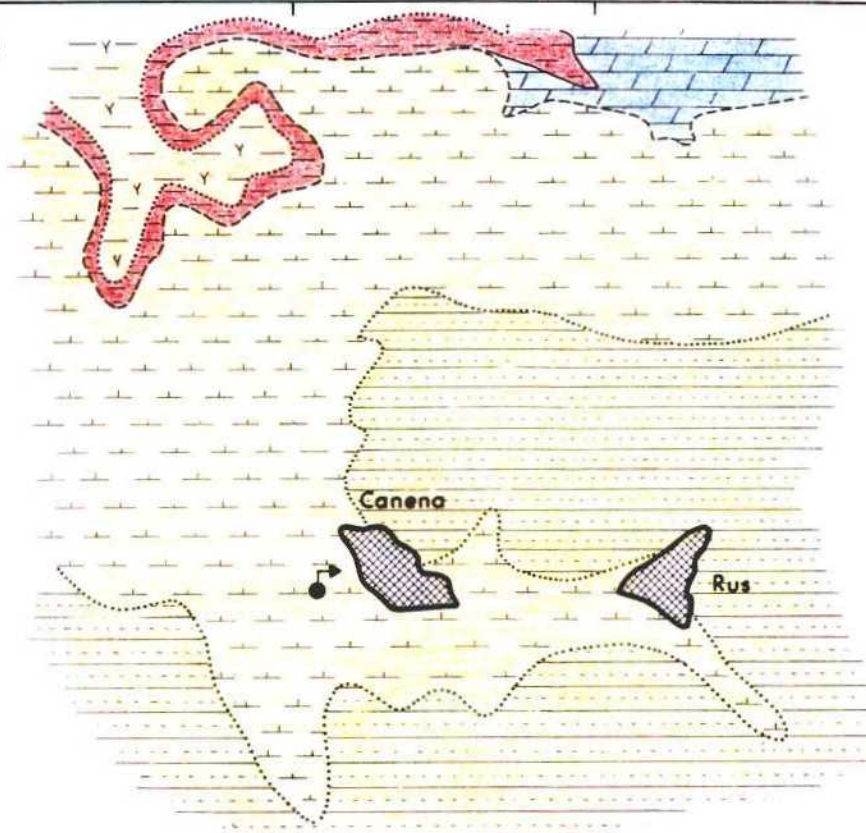
entidad, en cuya cuenca existen asentamientos humanos (núcleos urbanos, casas de campo) así como vías de comunicación de cierta importancia, aconseja considerar también los posibles efectos indeseables -sobre todo en términos de calidad de las aguas- en el manantial, en relación con esta procedencia superficial.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CARTOGRAFIA GEOLOGICA Y MEMORIA EXPLICATIVA DE LA HOJA A ESCALA 1:50.000 nº 20-36 (Ubeda). MAGNA-ITGE, 1977.
- SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR. (PLAN NACIONAL DE AGUAS SUBTERRANEAS). Colección Informe. 126 págs., 2 planos. IGME, Madrid 1983.

# BALNEARIO DE SAN ANDRES (CANENA)

## PLANO GEOLOGICO



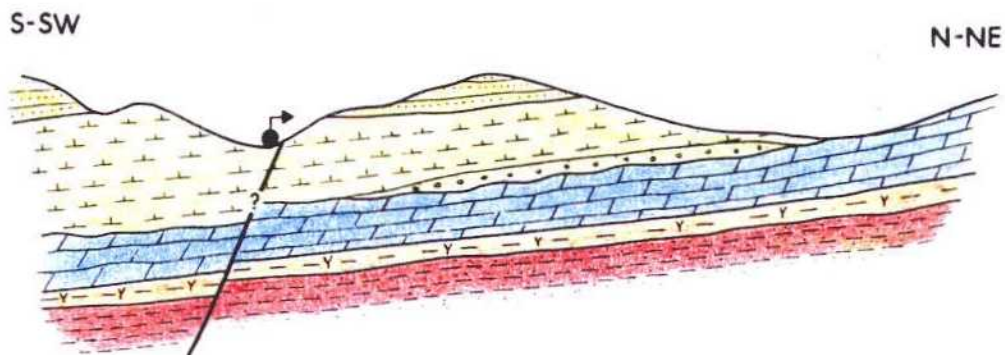
- |  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  | Areniscas, areniscas margosas y margas ..... MIOCENO SUPERIOR       |  | Arcillas, yesos, areniscas y dolomias .... (KEUPER) TRIAS |
|  | Conglomeradas (base) Areniscas margosas y margas ..... MIOCENO SUP. |  | Areniscas y arcillas .... (BUNT.) TRIAS                   |
|  | Dolomias ..... JURASICO (LIAS)                                      |  |   |

ESCALA-1:50.000

457.000

459.000

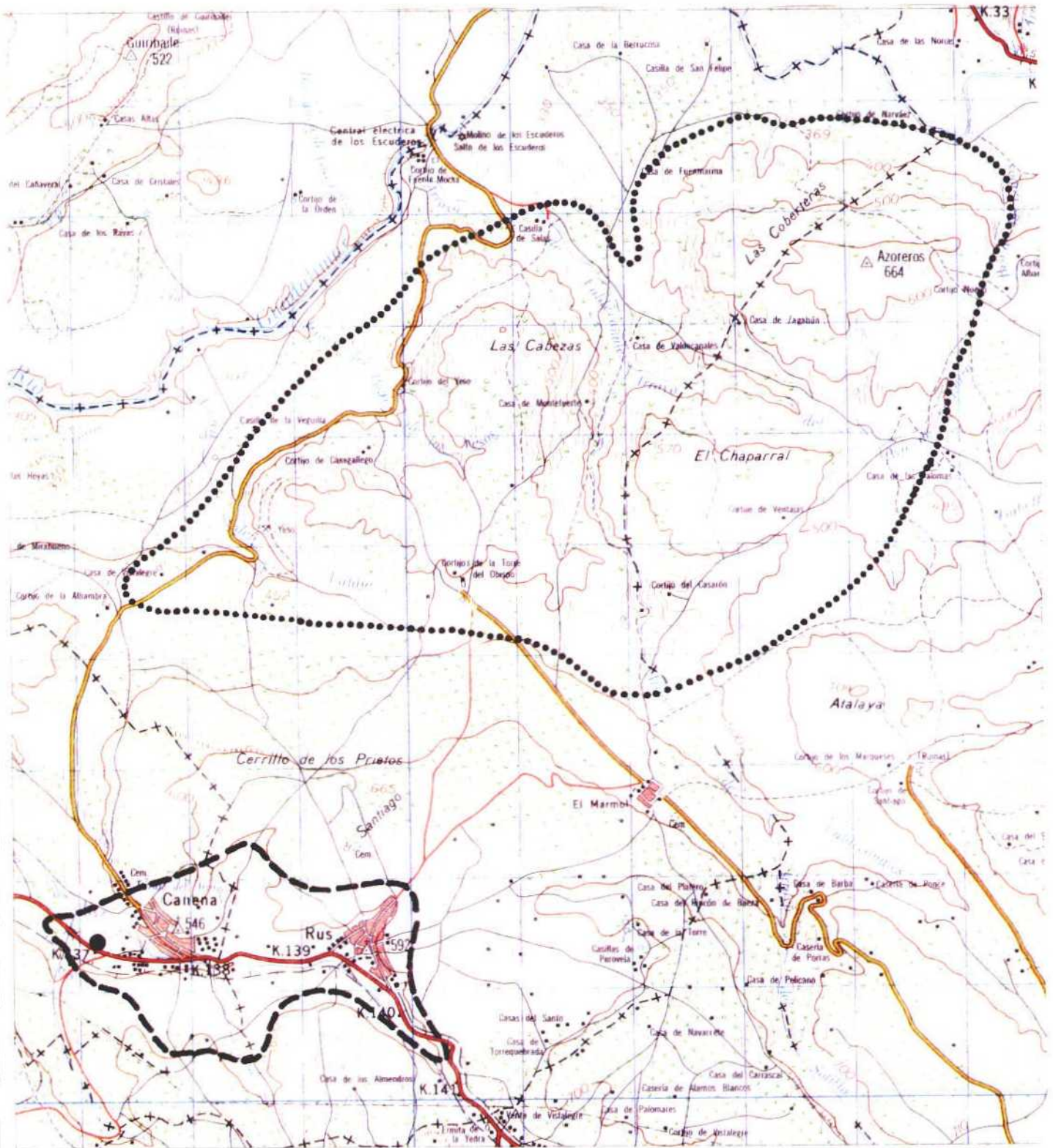
## CORTE GEOLOGICO





ESCALA- H-1:50.000  
V-1:20.000

# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## BALNEARIO DE SAN ANDRES



ESCALA - 1: 50.000

-  HIDROGEOLOGICO
-  DE POSIBLE AFECCION SUPERFICIAL

FUENTE AGRIA -ZOCUECA- (GUARROMAN)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Fuente Agria se localiza en las inmediaciones del núcleo de Zocueca, en el término municipal de Guarromán, muy próximo al cauce del río Rumblar en su margen izquierda y apenas un centenar de metros aguas abajo de la presa del embalse regulador del mismo nombre.

Se accede a este punto tomando el desvío de El Ventorrillo-Zocueca en la carretera nacional Madrid-Cádiz (ahora autovía), unos 4 km después de Bailén en dirección Córdoba. La citada desviación conduce, tras recorrer unos 2 km en los que aproximadamente hacia su mitad se atraviesa el río Rumblar, al núcleo de Zocueca, a partir del cual se accede al manantial por un camino que, en su último tramo, discurre paralelo a un canal de derivación procedente del embalse antes citado. Este acceso es por la margen derecha, y hay que atravesar el río hasta alcanzar el manantial, recorrido éste de unas decenas de metros que se realiza a pie, y que en periodos de aportaciones intensas o de desembalse puede ser problemático.

La distancia a Jaén capital, vía Bailén, es de unos 40-45 km. El relieve del entorno no es demasiado abrupto y el encajamiento del río es poco pronunciado.

Este punto se ubica en la hoja topográfica, a escala 1:50.000, nº 19-36 (905, Linares). Sus coordenadas UTM son: X = 427250 e Y = 4216850. La cota aproximada es de 270 m.

#### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

La única información histórica disponible para este punto es el expediente por el que su propietario solicita la declaración para el mismo de aguas minero-medicinales. Como documentos que se acompañan están un análisis químico detallado efectuado en el Laboratorio del Instituto Geológico y Minero de España, fechado el 5 de julio de 1972, y un informe efectuado por el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Complutense, fechado el 2 de marzo de 1973. La declaración solicitada se concede con fecha 31 de octubre de 1974. Toda esta documentación se acompaña a la ficha de inventario.

En la actualidad el manantial se encuentra tapado con una chapa y acondicionado con una obra sencilla de la que sale un caño que vierte el caudal que, según el informe citado de la Universidad Complutense, es de 0,3 l/s. En la visita efectuada el 20-11-1990 el río Rumblar había anegado el entorno, siendo imposible hacer el aforo. Al levantar la chapa y examinar el agua, se aprecia un ligero burbujeo producido por disipación de gases.

Es necesario reseñar la delicada situación actual del punto en cuestión, pues por un lado está el efecto de la inmediata proximidad del río y, en el lado opuesto, se está realizando un importante desmonte cuyo talud llegaba, el día de la visita en abril de 1991, hasta casi la obra de protección del manantial.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

En el entorno de este manantial pueden distinguirse, desde el punto de vista geológico, materiales paleozoicos, triásicos, neógenos y cuaternarios. Estos tres últimos constituyen la cobertera, respecto a los materiales citados en primer lugar, que integran el zócalo.

En la Hoja de Linares, el zócalo paleozoico está representado esencialmente por una sucesión de pizarras con intercalaciones areniscosas, que afloran unos 5 km al Norte del manantial, atribuídas al Carbonífero inferior (Viseiense), y por rocas ígneas graníticas intrusivas. Es en este último tipo de materiales donde aparece el manantial.

Los materiales triásicos, discordantes sobre el Paleozoico, presentan un tramo basal de naturaleza conglomerática o areniscosa, de tonos rojizos y espesor de 10-20 m, sobre el que se desarrolla un conjunto arcillo-arenoso de mayor potencia (100-200 m); ambos corresponden al Buntsandstein. Encima se dispone una secuencia, de unos 50 m de espesor, de litología más variada: arcillas, yesos, areniscas y dolomías. Esta facies arenoso-carbonatada corresponde al Keuper.

El Neógeno reposa mediante discordancia erosiva sobre los materiales anteriores. Está representado, en su posición basal, por unos niveles de carácter transgresivo (conglomerados y areniscas, con algunas intercalaciones margosas). Su potencia, como media, no suele superar los 20 m, aunque se advierte un aumento progresivo de ésta hacia el SO. Están sujetos a cambios laterales rápidos y marcados.

Encima del nivel anterior, y a veces directamente sobre el Trias, se dispone una secuencia margosa o margosa-ar-



cillosa. Su espesor más frecuente es de 200 m, aunque puede localmente alcanzar 500 m. Su edad es Tortoniense superior - Andaluciense (Mioceno superior).

Terminan los materiales marinos de relleno de la Depresión del Guadalquivir con una sucesión de calizas toscas y areniscosas, con intercalaciones margosas, de edad Andaluciense.

La culminación de la serie neógena corresponde a unos materiales de origen continental. Se trata de conglomerados heterométricos semisuelos, de color marrón rojizo, cuyo aspecto recuerda a las "rañas" extremeñas. Deben corresponder al Plioceno. Se apoyan indistintamente sobre Trías o Mioceno. Su potencia puede ser localmente considerable (más de 100 m).

El Cuaternario está representado por depósitos de origen fluvial, entre los que cabe destacar los niveles de terrazas desarrolladas en las márgenes de los principales ríos, así como los acarreos relacionados con los cauces y llanuras de inundación de la red hidrográfica actual. Concretamente, el punto que nos ocupa se localiza en la inmediata proximidad de los aluviones del río Rumblar, aunque tiene muy escaso desarrollo debido a que dicho curso discurre allí en un tramo de rocas resistentes (granitos).

## 2.1.- TECTONICA

En relación con la orogenia herciniana (fase Astúrica) que afecta a los materiales del zócalo paleozoico, se distinguen varias etapas tectónicas.

Una primera etapa tectónica, asociados con la cual se generan los empujes de mayor continuidad y envergadura, pro-

duce - en el sector de Sierra Morena más próximo al manantial - pliegues de tipo isoclinal con ejes de dirección  $N70^{\circ}O$ . También se generan fracturas de salto en dirección. Estas fracturas, cuya actividad en etapas tectónicas posteriores será importante, tienen una dirección media NE-SO.

Otra etapa posterior produce inflexiones en los ejes de plegamiento generados en la primera etapa. Con posterioridad se produce la intrusión granítica. Las tensiones debidas a la consolidación de la masa ígnea producen un termodiaclasamiento de fracturas principales  $N25^{\circ}E$  y  $N65^{\circ}O$ , subverticales, junto a un tercer sistema tendente a la horizontalidad.

Una tercera etapa tectónica de empujes tardíos produce, entre otros efectos, la reactivación de las fallas rumbo-deslizantes NE-SO, con movimientos generalmente sinestrorsos. Estas fracturas presentan interés no sólo por su influencia en la evolución geológica de la región, sino porque - rellenas hidrotermalmente - han constituido el campo filoniano de Linares. Precisamente el manantial se localiza relativamente próximo (del orden de 1 km) a la traza de una de las principales fracturas: la falla de Baños de la Encina - La Carolina, con dirección próxima a  $N30^{\circ}E$  en este sector, y cuyo salto en buzamiento a la altura de Baños es de más de 320 m. Estas grandes fracturas delimitan las fosas tectónicas de Bailén y de Linares, rellenas de materiales neógenos, entre las que existe un "horst" ocupado básicamente por afloramientos graníticos y triásicos.

La cobertera posherciniana tiene, casi siempre, una disposición subhorizontal, aunque tanto el Trías como el Neógeno marino muestran tendencia a buzarse suavemente hacia el S, esto es, hacia las partes centrales de sus respectivas cuencas.

No obstante, movimientos postriásicos de componente vertical que afectan a los bloques del zócalo pueden influir también sobre la cobertera, fracturándola o basculándola (con inclinaciones que, ocasionalmente, pueden alcanzar los 70°).

Los antiguos desgarres de dirección NE-SO experimentan nuevos movimientos verticales, que alcanzan incluso al Plioceno.

Aunque en la cartografía de la Hoja MAGNA no aparece ninguna traza de fractura con la que relacionen directamente este manantial, ya ha sido citada su proximidad a una falla plurikilométrica y de considerable salto que ha tenido una actividad tectónica importante. Precisamente, el trazado del cauce del río Rumblar en el entorno del manantial es subparalelo a la citada falla de Baños de la Encina - La Carolina. Es bien conocido que, en terrenos graníticos como es este caso, los trazados de los ríos suelen indicar trazas de fracturas que luego contribuyen a enmascararse por la propia actividad de erosión y depósito fluviales. Tal podría ser la circunstancia de este sector en concreto.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Este manantial aparece en relación con rocas de permeabilidad muy baja (granitos). Se localiza, pues, en un área sin acuíferos de cierta entidad, de acuerdo con la síntesis efectuada por el IGME (1983), aunque relativamente próximos se encuentran los acuíferos de Bailén-Guarromán y del Rumblar, al Noreste y Oeste, respectivamente; el primero, confinado, está constituido por materiales detríticos del Mioceno inferior; el segundo, libre, también está integrado por depósitos detríticos, aunque del Plioceno.

Unos 100 m al Este del manantial afloran los conglomerados del Buntsandstein que, debido a su carácter silíceo y a su elevada compactación, deben carecer de interés hidrogeológico.

Al ser los granitos rocas sin apenas porosidad primaria, su única posibilidad de conducir agua está en relación con la presencia de fisuración y/o meteorización superficial, así como con fracturas de mayor entidad, de las que ya ha sido citado que existen algunas en el entorno del manantial, cuyo carácter fundamentalmente tensional es favorable a la circulación del agua subterránea. Otras veces el propio trazado de los arroyos viene condicionado por la presencia de fracturas, cuyo movimiento genera zonas de menor resistencia a la erosión dentro de la masa granítica que son aprovechadas por la incisión fluvial.

La circunstancia anterior ilustra acerca de la importancia relativa que la eventual recarga por infiltración de escorrentía superficial tiene en estos casos de materiales poco permeables, ya que frecuentemente son los cauces de los cursos de agua las zonas en las que los materiales graníticos tienen una mayor permeabilidad secundaria, asociada a mayores espesores de franja meteorizada y a la menor profundidad del nivel freático. Es bien conocido que, en ausencia de circunstancias especiales, los caudales específicos más altos que se encuentran sobre rocas cristalinas y metamórficas corresponden a las captaciones localizadas en los fondos de los valles, por las razones antes señaladas.

Obviamente, la masa de agua retenida en el embalse regulador del Rumblar podría constituir parte de la recarga al manantial, aunque sobre esto se carece de datos concretos. Además de que el vaso se dispone sobre materiales graníticos,

lo hace también sobre la traza de una fractura tensional transversal a la de Baños - La Carolina, así como sobre la fractura que supuestamente condiciona el trazado del río Rumbler en el entorno de la surgencia.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de pH ligeramente ácido (6,8), 16,3°C y un Eh de -34 mV. Su conductividad es de 1275  $\mu$ S/cm, con un carácter bicarbonatado cálcico-sódico y presencia de precipitados de hierro en el entorno del manantial.

Las características de esta surgencia son en principio las de un típico manantial ferruginoso ácido y frío, en los que el CO<sub>2</sub> es un componente frecuente. Durante el primer reconocimiento realizado del manantial se apreciaron indicios de desprendimiento de gases, que desafortunadamente no pudieron ser confirmados en posterior visita debido a que la surgencia resultaba inaccesible como consecuencia de las obras de desmonte realizadas en sus proximidades.

Los diagramas de saturación (fig. 1) indican que el agua se encuentra equilibrada con calcita y sobresaturada en cuarzo (49,9 mg/l SiO<sub>2</sub>). Existe también sobresaturación respecto a los minerales albita y anortita, y subsaturación en yeso.

De acuerdo con el estudio hidrogeológico precedente, el manantial se emplaza directamente sobre la formación granítica. Sin embargo, la composición de la muestra no corresponde exactamente al modelo característico de aguas asociadas a este tipo de materiales, en las que generalmente el sodio es el catión predominante y la mineralización no suele exce-

der de 500-600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Por tanto cabe la posibilidad de que exista una aportación ajena a la del granito, en la que podría encajar la hipótesis anteriormente expuesta acerca de una posible infiltración procedente del embalse, si bien se precisaría de un estudio hidrogeoquímico de la zona más exhaustivo a fin de obtener resultados concluyentes.

En lo que respecta a componentes minoritarios y traza las concentraciones resultan muy bajas, destacando únicamente el contenido en arsénico de la muestra: 7  $\mu\text{g}/\text{l}$ , que no obstante resulta inferior al nivel máximo admisible -50  $\mu\text{g}/\text{l}$ - fijado por la actual Reglamentación Técnico-Sanitaria.

Finalmente, a efectos de interpretación hidrogeológica resulta interesante comparar la composición de esta muestra con la correspondiente al cercano manantial de El Rumblar que se describe en el capítulo siguiente, ambas ligadas a la misma formación granítica y aparentemente con una génesis similar. Con este fin se han representado en la figura 2 los respectivos perfiles hidroquímicos, en los que se hacen patentes ciertas discrepancias que evidencian la disimilitud entre ambas muestras, que también afecta a su temperatura de surgencia (22,1°C en El Rumblar y 16,3°C en Fuente Agria). El origen de dichas discrepancias no es en principio fácil de determinar, puesto que en cada caso existen diferentes factores -presencia del embalse, influencia de formaciones sedimentarias, etc.- capaces de introducir modificaciones en las respectivas composiciones, que no pueden ser suficientemente valorados con los datos disponibles.

##### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Dado que el manantial se encuentra en relación con un

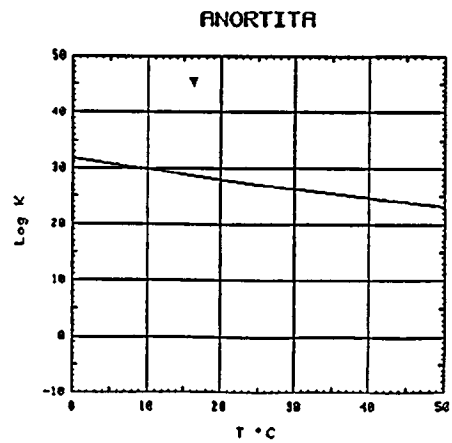
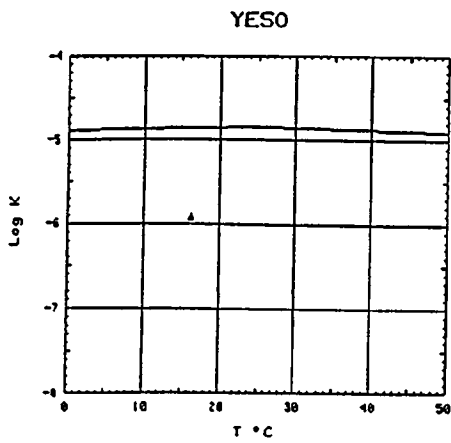
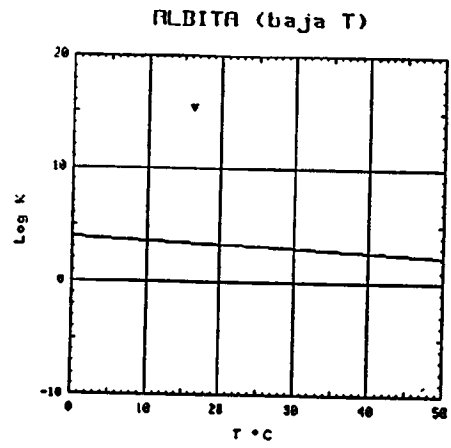
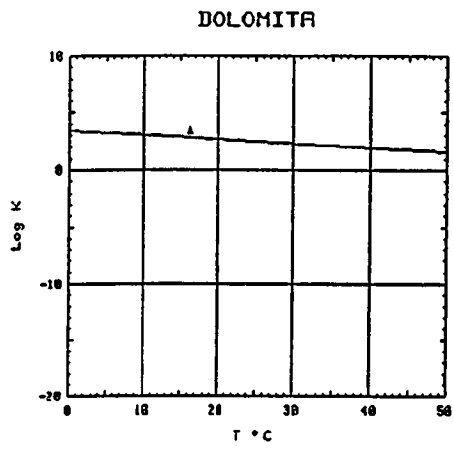
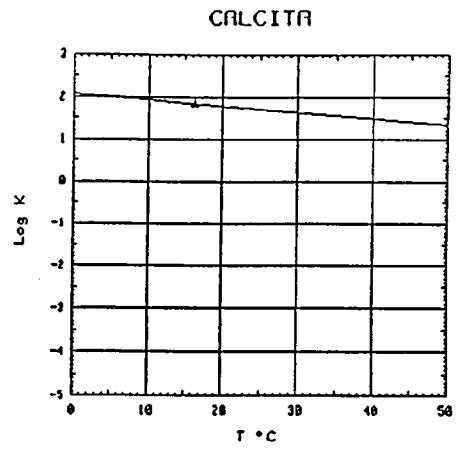
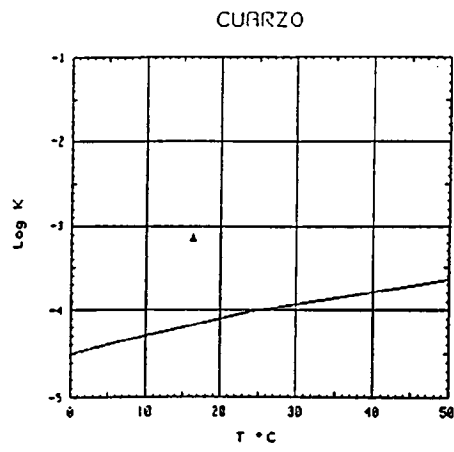
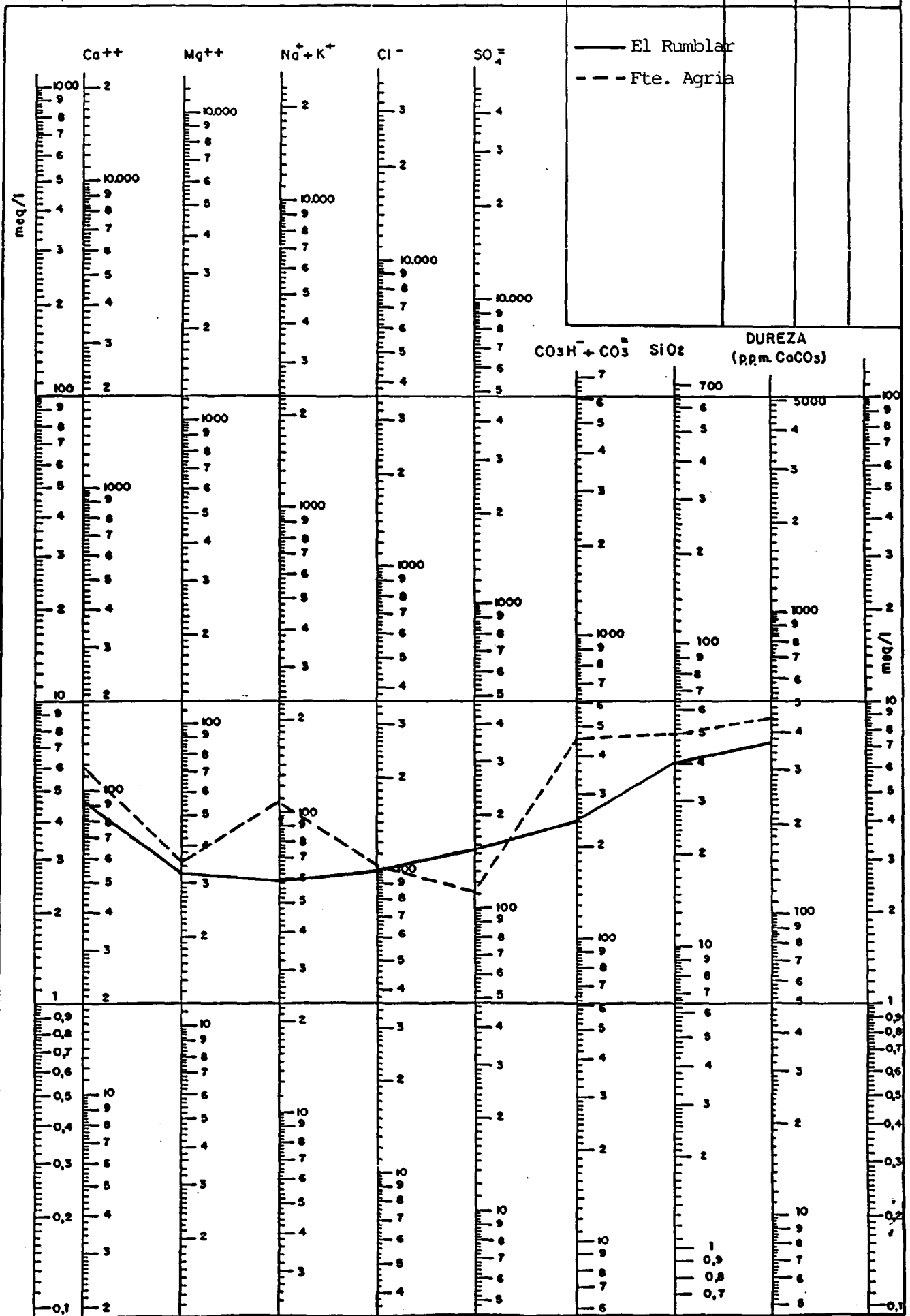


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE FUENTE AGRIA

FIG. .- FUENTE AGRIA (ZOCUFCA).

LEYENDA			
MUESTRA	C μS/cm	pH	Eh
— El Rumbiar			
- - - Fte. Agria			





**ANALISIS QUIMICO**  
 \*====\*

DENOMINACION: FUENTE AGRIA  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 16.3      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 1275  
 pH a 16°C: \*      DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 441  
 pH a 18°C: 6.80      Eh campo (mV): 34

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	457.00	7.490	7.490	58.91
CO3=	-	-	-	-
SO4=	111.00	1.156	2.311	18.18
Cl-	102.00	2.877	2.877	22.63
F-	<5.0E-1	.026	.026	.21
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.06
SiO2 (H4SiO4)	49.9	.830	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	720.960	12.389	12.715	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	103.00	4.481	4.481	33.28
K+	4.00	.102	.102	.76
Ca++	118.00	2.944	5.888	43.73
Mg++	35.00	1.440	2.879	21.38
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Li+	.38	.055	.055	.41
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.41
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.007	0.000	0.000	0.00
Pb	0.044	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	261.018	9.042	13.465	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA SODICA

CO3H+CO3)/Ca = 1.272    Cl/Na = .642    (SO4\*Ca)^1/2 = 3.689  
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .854    Cl/(Na+K) = .628    (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .496  
 ((CO3H)^2\*Ca)^1/3 = 6.913    SO4/Ca = .392    Mg/Ca = .489  
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.118    SO4/(Ca+Mg) = .264    Cl/CO3H = .384

ARCHIVO EN DISCO: MMJ13 (AMA3-13)

	ppm
R.S. 110°C	720
D.Q.O.	1,2
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	0,007
Se	-
Hg	-

material poco permeable, no existen criterios propiamente hidrogeológicos para delimitar un área que comprenda el flujo subterráneo hacia ese punto. Esta circunstancia se complica, además, por el hecho de que la única permeabilidad significativa que debe existir, al proceder de fracturas, es marcadamente anisótropa, y sobre la influencia que este aspecto pueda tener en el flujo subterráneo no hay ningún tipo de datos.

En función de todo ello, el criterio adoptado es delimitar un perímetro básicamente hidrográfico, que comprende la cuenca vertiente del arroyo del Portugués (en el entorno de cuya confluencia con el río Rumblar se localiza el manantial) y la de otro arroyo - innominado en la cartografía 1:50.000 - situado inmediatamente al Norte. Estas cuencas comprenden parte de la falla de Baños - La Carolina y de otra transversal al río Rumblar, ambas tensionales.

Ciertamente que el manantial se encuentra a pocos metros del río Rumblar, por lo que en periodos de crecidas (no reguladas por los dos embalses situados aguas arriba) podría llegar a inundarse. También, por las razones aducidas en el apartado 3, el embalse regulador del Rumblar podría fácilmente constituir un área de recarga del manantial, aunque no existen datos concretos. Es por ello, que no se cree necesario extender el perímetro de protección hacia la cuenca regulada por este último embalse, aunque -según se ha advertido- su transcendencia podría ser notable en periodos de avenidas.

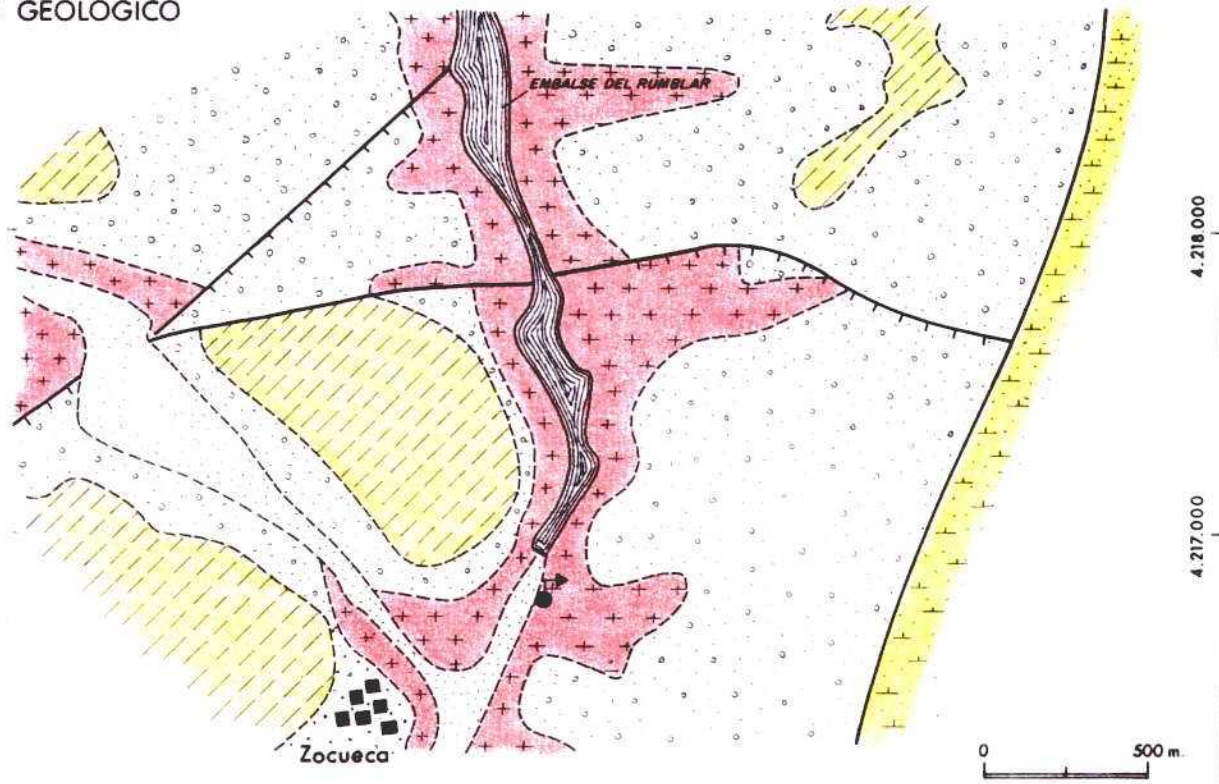
Aunque faltan datos concretos, es probable que un deterioro generalizado en la calidad del agua retenida en el embalse regulador del Rumblar pudiera ponerse también de manifiesto en la surgencia, debido a la escasa distancia que existe.







6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1:50.000 nº 19-36 (Linares). MAGNA-ITGE. (Madrid, 1977).
  
- SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR (P.N.I.A.S.). Colección Informe, 126 págs. ITGE. (Madrid, 1983).

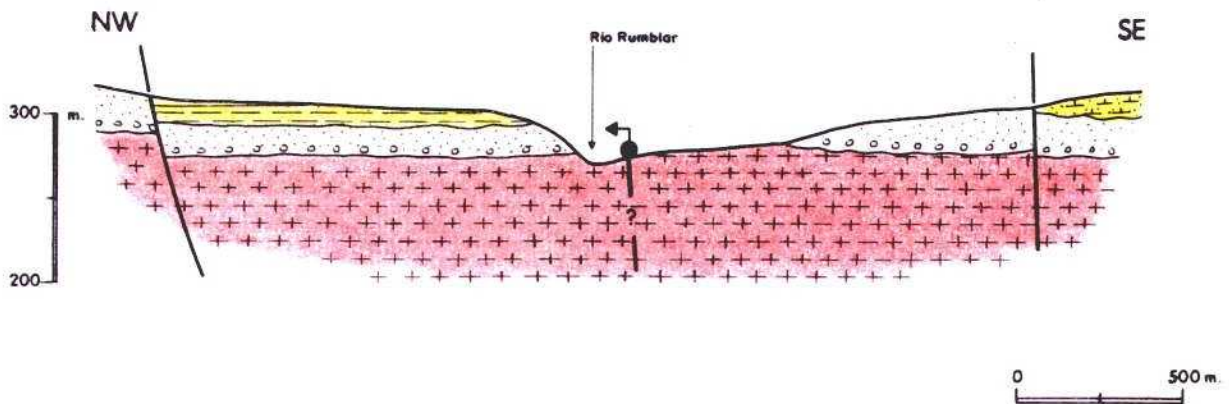
# FUENTE AGRIA (GUARROMAN)

## PLANO GEOLOGICO



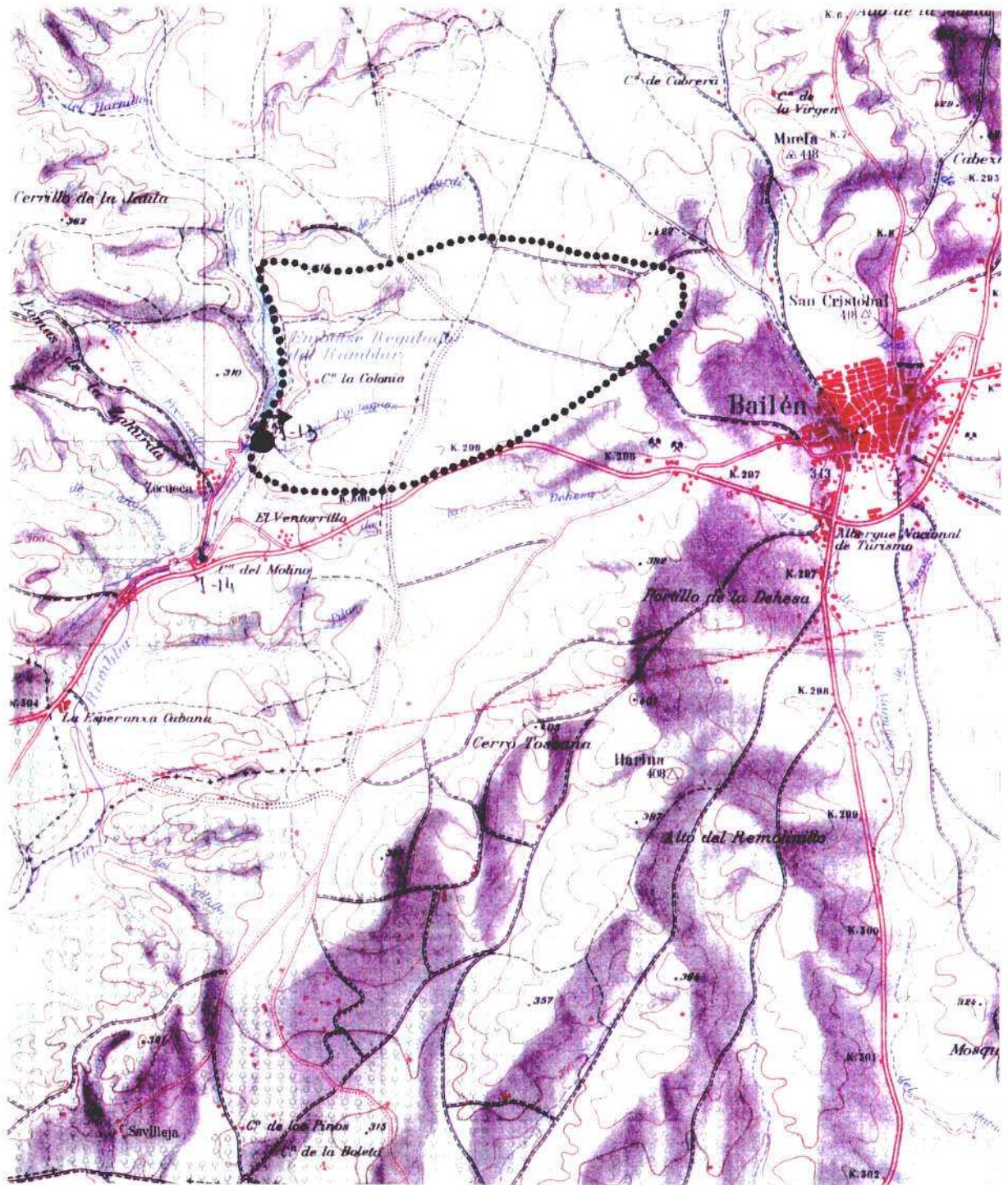
- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|  | Aluviones..... CUATERNARIO               |  | Areniscas margosas y margas.... MIOCENO SUP.            |
|  | Cantos, arenas y limos ..... CUATERNARIO |  | Conglomerados (base) Areniscas y arcillas..... TRIASICO |
|  | Cantos y arcillas..... PLIOCENO          |  | Granito..... ROCAS INTRUSIVAS                           |

## CORTE GEOLOGICO



# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## FUENTE AGRIA



ESCALA 1:50.000

MANANTIAL DEL RUMBLAR -EL VENTORRILLO- (GUARROMAN)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Bajo el toponímico de Fuente del Rumblar se agrupan una serie de puntos de agua que se localizan a pocos metros del cauce del río de ese nombre, todos en su margen izquierda, en la inmediata proximidad de la denominada Casa o Casería del Molino, perteneciente al término municipal de Guarromán.

La accesibilidad no reviste problemas, pues está muy próximo a la carretera nacional Madrid-Cádiz (ahora autovía). Unos 4 km después de pasar Bailén en dirección a Córdoba, en el paraje denominado El Ventorrillo, debe tomarse una salida de dicha ruta en dirección a Zocueca que, tras aproximadamente 1 km de recorrido por carretera asfaltada, llega a la citada Casa del Molino. La distancia a la capital provincial (Jaén), vía Bailén, es de 40-45 km.

El relieve del entorno no es demasiado abrupto. La ubicación es en la hoja topográfica, a escala 1:50.000, nº 19-36 (905, Linares) con coordenadas UTM: X = 426800 e Y = 4215950. La cota aproximada es de 260 m.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

De acuerdo con la información disponible recogida, no

existen antecedentes históricos en relación con las características de las aguas de este punto ni con la utilización tradicional de las mismas.

Como ya se ha citado, este punto agrupa a siete surgencias, ferruginosas y algo termales, que en la actualidad sólo se utilizan para uso doméstico (abastecimiento al cortijo, bebida, etc.).

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

En el entorno de este manantial pueden distinguirse, desde el punto de vista geológico, materiales paleozoicos, triásicos, neógenos y cuaternarios. Estos tres últimos constituyen la cobertera, respecto a los materiales citados en primer lugar, que integran el zócalo.

En la Hoja de Linares, el zócalo paleozoico está representado esencialmente por una sucesión de pizarras con intercalaciones areniscosas, que afloran unos 5 km al Norte del manantial, atribuidas al Carbonífero inferior (Viseense), y por rocas ígneas graníticas intrusivas. Es en este último tipo de materiales donde aparece el manantial.

Los materiales triásicos, discordantes sobre el Paleozoico, presentan un tramo basal de naturaleza conglomerática o areniscosa, de tonos rojizos y espesor de 10-20 m, sobre el que se desarrolla un conjunto arcillo-arenoso de mayor potencia (100-200 m); ambos corresponden al Buntsandstein. Encima se dispone una secuencia, de unos 50 m de espesor, de litología más variada: arcillas, yesos, areniscas y dolomías. Esta facies arenoso-carbonatada corresponde al Keuper.



El Neógeno reposa mediante discordancia erosiva sobre los materiales anteriores. Está representado, en su porción basal, por unos niveles de carácter transgresivo (conglomerados y areniscas, con algunas intercalaciones margosas). Su potencia, como media, no suele superar los 20 m, aunque se advierte un aumento progresivo de ésta hacia el SO. Están sujetos a cambios laterales rápidos y marcados.

Encima del nivel anterior, y a veces directamente sobre el Trías, se dispone una secuencia margosa o margo-arcillosa. Su espesor más frecuente es de 200 m, aunque puede localmente alcanzar 500 m. Su edad es Tortoniense superior - Andaluciense (Mioceno superior).

Terminan los materiales marinos de relleno de la Depresión del Guadalquivir con una sucesión de calizas toscas y areniscas, con intercalaciones margosas, de edad Andaluciese.

La culminación de la serie neógena corresponde a unos materiales de origen continental. Se trata de conglomerados heterométricos semisuelos, de color marrón rojizo, cuyo aspecto recuerda a las "rañas" extremeñas. Deben corresponder al Plioceno. Se apoyan indistintamente sobre Trías o Mioceno. Su potencia puede ser localmente considerable (más de 100 m.).

El Cuaternario está representado por depósitos de origen fluvial, entre los que cabe destacar los niveles de terrazas desarrolladas en las márgenes de los principales ríos, así como los acarros relacionados con los cauces y llanuras de inundación de la red hidrográfica actual. Concretamente, el punto que nos ocupa se localiza en la inmediata proximidad de los aluviones del río Rumblar, aunque tienen muy escaso

desarrollo debido a que dicho curso discurre allí en un tramo de rocas resistentes (granitos).

## 2.1.- TECTONICA

En relación con la orogenia herciniana (fase Astúrica) que afecta a los materiales del zócalo paleozoico, se distinguen varias etapas tectónicas.

Una primera etapa tectónica, asociados con la cual se generan los empujes de mayor continuidad y envergadura, produce -en el sector de Sierra Morena más próximo al manantial- pliegues de tipo isoclinal con ejes de dirección  $N70^{\circ}O$ . También se generan fracturas de salto en dirección. Estas fracturas, cuya actividad en etapas tectónicas posteriores será importante, tienen una dirección media NE-SO.

Otra etapa posterior produce inflexiones en los ejes de plegamiento generados en la primera etapa. Con posterioridad se produce la intrusión granítica. Las tensiones debidas a la consolidación de la masa ígnea producen un termodiaclasmamiento de fracturas principales  $N25^{\circ}E$  y  $N65^{\circ}O$ , subverticales, junto a un tercer sistema tendente a la horizontalidad.

Una tercera etapa tectónica de empujes tardíos produce, entre otros efectos, la reactivación de las fallas rumbo-deslizantes NE-SO, con movimientos generalmente sinistrorsos. Estas frcturas presentan interés no sólo por su influencia en la evolución geológica de la región, sino porque - rellenas hidrotermalmente - han constituido el campo filoniano de Linares. Precisamente el manantial se localiza relativamente próximo (del orden de 1 km) a la traza de una de las principales fracturas: la falla de Baños de la Encina - La Carolina, con dirección próxima a  $N30^{\circ}E$  en este sector, y cuyo sal-

to en buzamiento a la altura de Baños es de más de 320 m. Estas grandes fracturas delimitan las fosas tectónicas de Bailén y de Linares, rellenas de materiales neógenos, entre las que existe un "horst" ocupado básicamente por afloramientos graníticos y triásicos.

La cobertera posherciniana tiene, casi siempre, una disposición subhorizontal, aunque tanto el Triás como el Neógeno marino muestran tendencia a buzarse suavemente hacia el S, esto es, hacia las partes centrales de sus respectivas cuencas.

No obstante, movimientos posttriásicos de componente vertical que afectan a los bloques del zócalo pueden influir también sobre la cobertera, fracturándola o basculándola (con inclinaciones que, ocasionalmente, pueden alcanzar los 70°).

Los antiguos desgarres de dirección NE-SO experimentan nuevos movimientos verticales, que alcanzan incluso al Plioceno.

Aunque en la cartografía de la Hoja MAGNA no aparece ninguna traza de fractura con la que relacionen directamente este manantial, ya ha sido citada su proximidad a una falla plurikilométrica y de considerable salto que ha tenido una actividad tectónica importante. Precisamente el trazado del cauce del río Rumblar en el entorno del manantial es subparalelo a la citada falla de Baños de la Encina - La Carolina. Es bien conocido que, en terrenos graníticos como es este caso, los trazados de los ríos suelen indicar trazas de fracturas que luego contribuyen a enmascarse por la propia actividad de erosión y depósito fluviales. Tal podría ser la circunstancia de este sector en concreto.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Desde el punto de vista regional, se localiza en un área sin acuíferos de interés (IGME, 1983), aunque próximo a dos formaciones permeables, ambas integradas por materiales detríticos: la de Bailén-Guarromán (confinada) al Noreste, y la del Rumblar (libre) al Oeste; la edad de los materiales es Mioceno inferior y Plioceno, respectivamente.

El manantial aparece en el sector de contacto discordante entre granitos paleozoicos y conglomerados de la base del Trías. La permeabilidad de ambos materiales, sobre todo la de los granitos, debe ser muy baja. Tan sólo en determinadas circunstancias hidrogeológicas locales el comportamiento de estas rocas ígneas intrusivas se aleja del de un acuífugo: cuando existe una porosidad "secundaria" suficientemente desarrollada (lo que suele suceder en relación con la franja superficial de descompresión y/o meteorización), o en relación con fracturas de cierta entidad, que por su actividad producen una brechificación más o menos intensa y profunda de la roca, favoreciendo procesos ulteriores de alteración hacia materiales de tipo arenoso, en general.

Ya se ha comentado como en las proximidades del manantial existen importantes fracturas plurikilométricas y de actividad bastante compleja. También se ha apuntado que, frecuentemente en estos terrenos, el propio trazado de los cauces fluviales viene condicionado por fracturas, como puede ser el caso del río Rumblar en cuya inmediata proximidad se localiza el manantial.

En materiales graníticos en particular (y en rocas duras poco permeables en general) los sectores de los fondos de los valles fluviales - como el que aquí nos ocupa - suelen

ser los más favorables hidrogeológicamente: allí suelen aparecer las surgencias más significativas, y las captaciones registran los caudales específicos más altos. La razón es que a una mayor tasa de recarga (la procedente de la escorrentía superficial) se une la mayor permeabilidad secundaria asociada con espesores máximas de franja meteorizada y con niveles freáticos a menor profundidad.

En este contexto hidrogeológico particular, hay que indicar que el agua almacenada en el embalse regulador del Rumblar podría constituir parte de la recarga del manantial, pues dicho embalse moja materiales graníticos análogos, se encuentra muy próximo a la surgencia y en la traza de la falla que supuestamente sigue el trazado del río, así como de otra de dirección transversal que sí se pone de manifiesto por criterios geológicos.

Otra posible fuente de recarga puede proceder de la infiltración del agua de lluvia o de la escorrentía superficial sobre los materiales pliocenos que afloran un centenar de metros al Sur del manantial y de ahí alcanzar la surgencia a través de los conglomerados triásicos sobre los que el Plioceno se superpone discordantemente. En tal caso, el granito, debido a su menor permeabilidad relativa, actuaría como sustrato impermeable.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua bicarbonatada-sulfatada cálcica-magnésica de mineralización moderada ( $999 \mu\text{g}/\text{l}$ ), con  $\text{pH}_{\text{campo}} = 7,25$  y  $\text{Eh} = +52$  mV. Se observan precipitados de hierro en el entorno del manantial.

De acuerdo con el estudio hidrogeológico precedente, el manantial surge en el contacto discordante entre los granitos y los conglomerados de la base del Triás. La temperatura del agua (22°C), su elevado contenido en SiO<sub>2</sub> (40,6 mg/l) e incluso la concentración de flúor y litio (1,2 y 0,18 mg/l), serían concordantes con el modelo propuesto de ascenso a través de una fractura del agua procedente de la formación granítica, que una vez en contacto con los materiales sedimentarios incrementaría su contenido en sales, particularmente en los iones SO<sub>4</sub><sup>=</sup>, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y Ca<sup>2+</sup>. Los diagramas de saturación de la figura 1 indican que el agua se encuentra ligeramente sobresaturada respecto a calcita y dolomita, subsaturada en yeso y anhidrita, y sobresaturada en cuarzo.

En lo que respecta a los compuestos nitrogenados y demás componentes minoritarios y traza, con excepción de los ya citados (F<sup>-</sup> y Li<sup>+</sup>) cabe destacar que las concentraciones medidas son bajas, por lo que la calidad del agua respecto a los mismos resulta satisfactoria.

Próximo a la Fuente del Rumblar y en un entorno geológico similar se encuentra el manantial de Fuente Agria. En principio se había previsto efectuar un muestreo de gas en este último punto, lo que no fue posible a causa de una obra de desmonte que lo hacía inaccesible. Por esta razón se eligió como punto alternativo la Fuente del Rumblar. De acuerdo con el análisis realizado, la composición del que resulta predominantemente nitrogenadas (97%V N<sub>2</sub>), con un contenido en O<sub>2</sub> de 0,9%V. Una concentración de oxígeno tan baja sugiere que probablemente no existen procesos de mezcla con aguas de origen somero.

La génesis de este tipo de gases predominantemente nitrogenados se asocia a procesos de reducción del aire di-

suelto en el agua de recarga, que provocan la pérdida de una parte importante del oxígeno y el consiguiente incremento relativo en  $N_2$ . Paralelamente se produce un enriquecimiento en otros gases adquiridos durante el tránsito subterráneo. En tal sentido el análisis pone de manifiesto contenidos en He,  $CH_4$  y  $CO_2$  de 0,055, 0,018 y 2,5 %V respectivamente.

#### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

A falta de criterios hidrogeológicos sobre el flujo -superficial o profundo- en relación con los materiales graníticos, se ha adoptado un criterio hidrogeológico, correspondiente a las cuencas de los arroyos de La Dehesa y de Las Pilas, confluentes ambos al río Rumblar por su margen izquierda, y entre los cuales se localiza el manantial.

Ambos arroyos atraviesan materiales triásicos y (el de Las Pilas, sobre todo) materiales pliocenos, algo permeables, en las proximidades del manantial, así como la falla de Baños - La Carolina, por lo que sus cuencas pueden constituir gran parte del área de recarga a la surgencia.

Hay que señalar, no obstante, que al encontrarse el manantial a pocos metros del río Rumblar podría verse afectado por crecidas en dicho curso de agua, aunque la cuenca vertiente se encuentra regulada por dos embalses, uno de ellos muy próximo a la surgencia.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- MEMORIA EXPLICATIVA Y CARTOGRAFIA GEOLOGICA DE LA HOJA Nº 19-36 (Linares). MAGNA-ITGE (1977).

- SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR (Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas). Colección Informe, 126 págs. ITGE (1983).



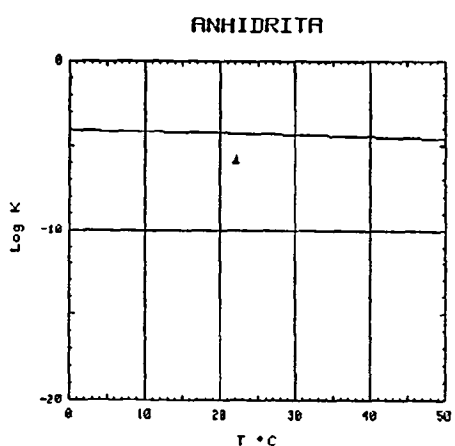
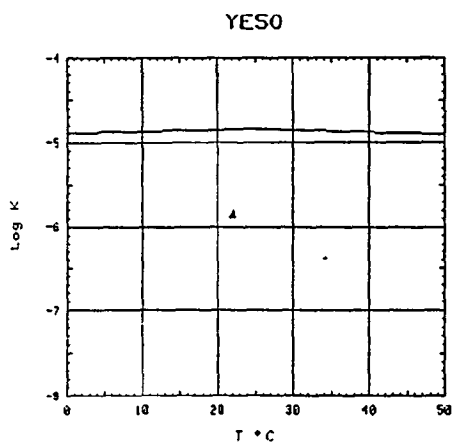
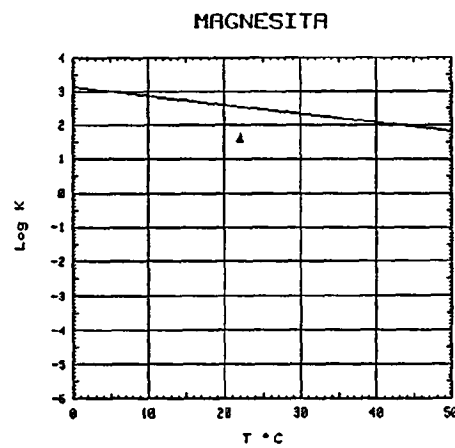
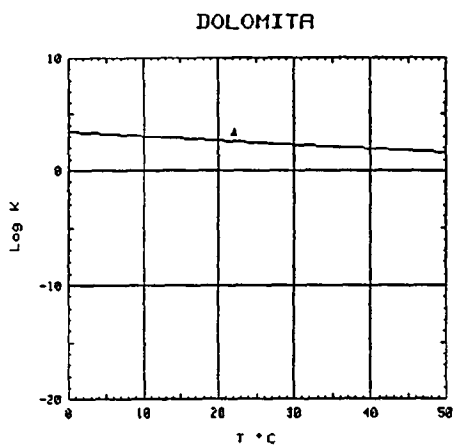
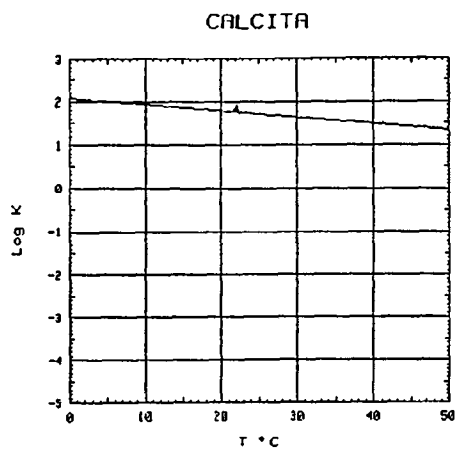
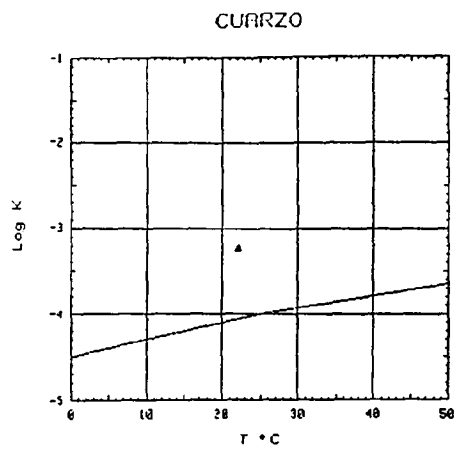


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE FUENTE DEL RUMBLAR

**ANALISIS QUIMICO**

---

DENOMINACION: FUENTE DEL RUMBLAR  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 22.1                      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 999  
 pH a 22°C: 7.25                              DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 366  
 pH a 18°C: 7.30                              Eh campo (mV): 52

ANIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	243.00	3.983	3.983	39.69
CO3=	-	-	-	-
SO4=	154.00	1.603	3.206	31.95
Cl-	98.00	2.765	2.765	27.55
F-	1.200	.063	.063	.63
NO3-	1.00	.016	.016	.16
SiO2(H4SiO4)	40.6	.676	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	537.860	9.106	10.035	

CATIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
Na+	56.00	2.436	2.436	24.67
K+	3.00	.077	.077	.78
Ca++	93.00	2.320	4.641	47.01
Mg++	32.00	1.316	2.632	26.66
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Li+	.18	.026	.026	.26
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.56
NH4+	.020	.001	.001	.01
Mn++	.016	0.000	.001	.01
Pb	0.043	0.000	-	-
Zn++	.050	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	184.839	6.197	9.872	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA SULFATADA -- CALCICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca = .858    Cl/Na = 1.135    (SO4\*Ca)^1/2 = 3.857  
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .548    Cl/(Na+K) = 1.100    (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .835  
 ((CO3H)^2\*Ca)^1/3 = 4.191    SO4/Ca = .691    Mg/Ca = .567  
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .988    SO4/(Ca+Mg) = .441    Cl/CO3H = .694

ARCHIVO EN DISCO: MMJ12 (AMA3-12)

	ppm
R.S. 110°C	582
D.Q.O.	1,0
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO - C.S.I.C.  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AMBIENTAL  
JORGE GIRONA SALGADO, 18-26 08034 BARCELONA  
TELÉFONOS 204 06 00 - 205 00 63 TELEX: 97977

ANALISIS DE GASES .

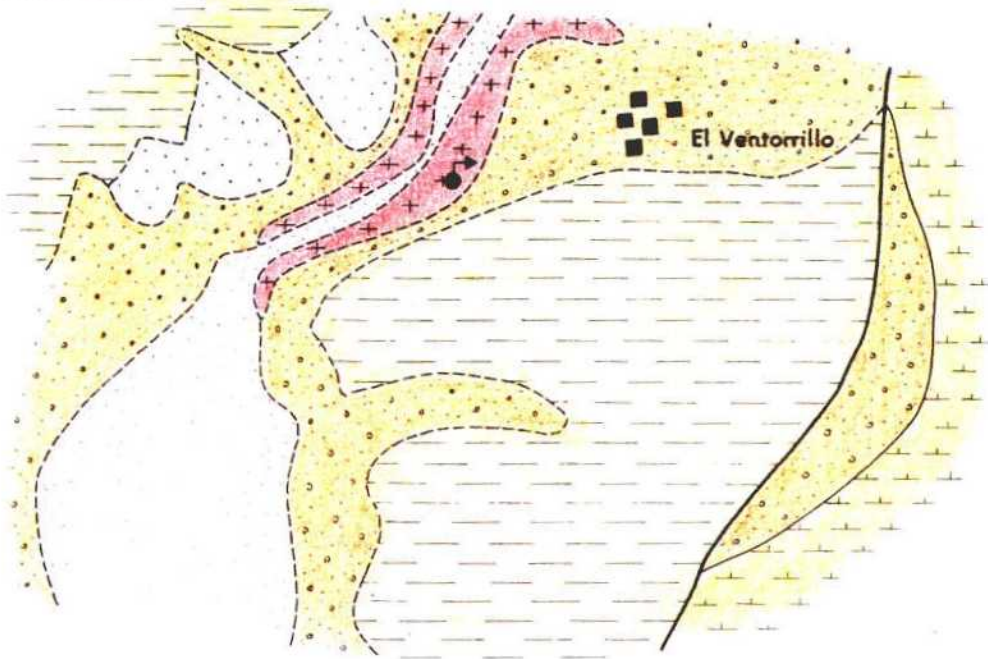
MUESTRA: AMA3-12







	<u>%V</u>
He	0,055
H <sub>2</sub>	<0,001
O <sub>2</sub>	0,9
N <sub>2</sub>	97
CH <sub>4</sub>	0,0018
CO <sub>2</sub>	2,5

MUESTRA: FUENTE DEL RUMBLAR (ZOCUECA)

# FUENTE DEL RUMBLAR (GUARROMAN)

## PLANO GEOLOGICO

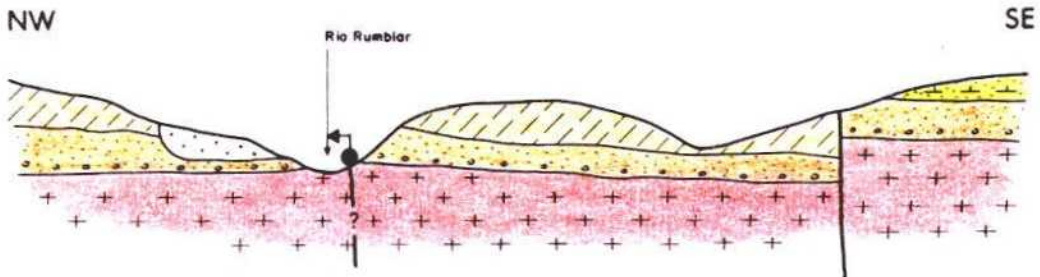


- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | Aluviones.....CUATERNARIO               |  | Areniscas margosas y margas ..... MIOCENO SUP.                            |
|  | Cantos, arenas y limos..... CUATERNARIO |  | Conglomerados (base). Areniscas y arcillas ..... TRIASICO (Buntsandstein) |
|  | Cantos y arcillas ..... PLIOCENO        |  | Granito.....ROCAS INTRUSIVAS  |

426.000

428.000

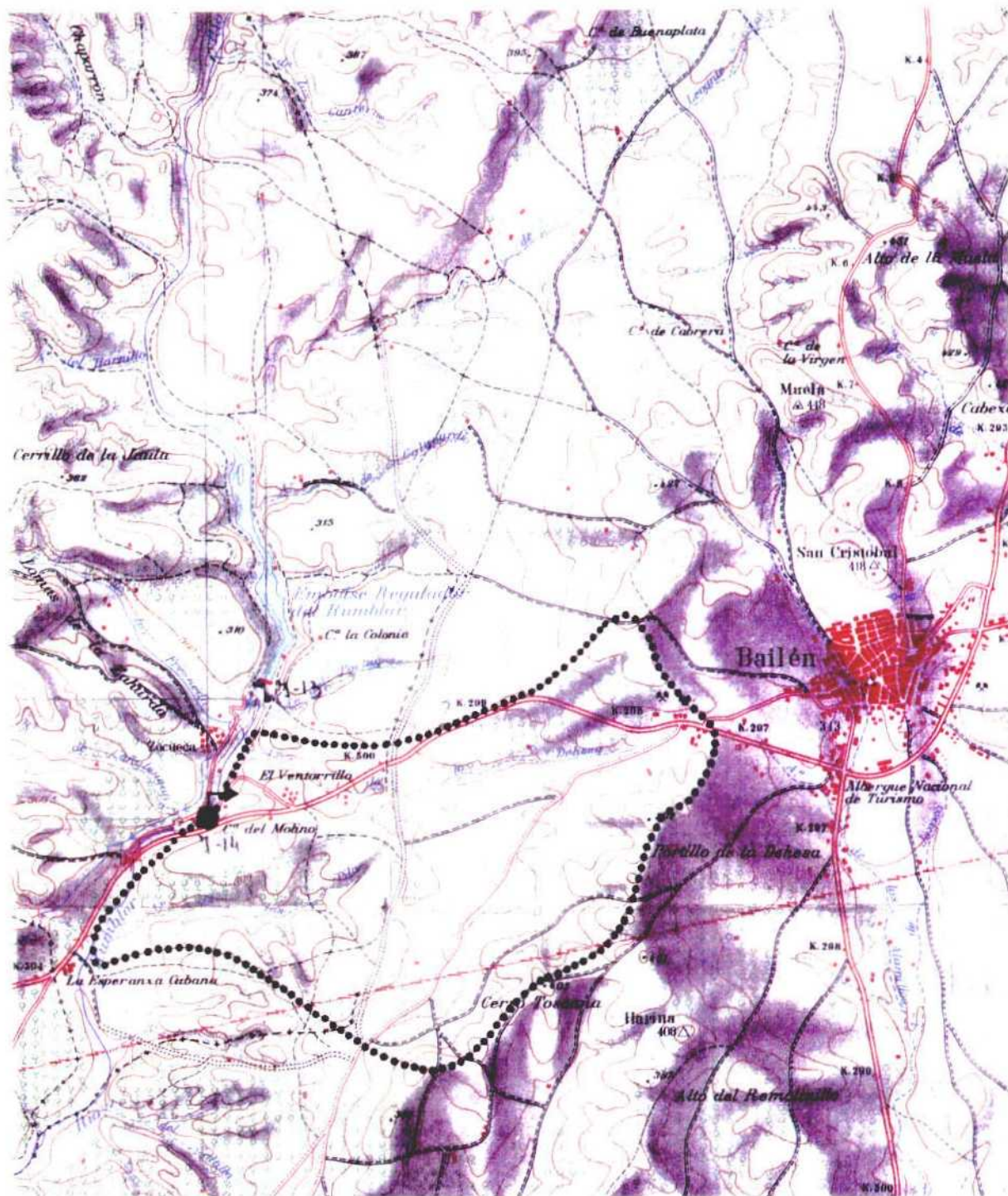
## CORTE GEOLOGICO



0 500 m.

# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## FUENTE RUMBLAR



ESCALA 1: 50.000

BALNEARIO DE JABALCUZ (JAEN)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El Balneario de Jabalcuz, se encuentra ubicado dentro del término municipal de Jaén, y a pocos kilómetros de la capital, concretamente junto al punto kilométrico 6,2 de la carretera local de Jaén a Valdepeñas de Jaén.

El entorno del Balneario lo constituye una zona frondosa, rica en vegetación, al pie de la Sierra de Jabalcuz, proliferando los caseríos de recreo, junto a pequeños manantiales que afloran en toda la ladera.

El manantial de Jabalcuz se encuentra dentro del edificio de las antiguas termas de Jabalcuz, siendo su cota de 720 m.s.n.m. y se localiza dentro de la hoja topográfica nº 947 (Jaén) a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 428100 e Y = 4177175.

A unos 200 metros de este punto, y junto a la misma carretera en su margen izquierda se encuentra otro manantial también termal, constituyendo los antiguos Baños de Jerez.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Aunque no se tiene mucha documentación histórica acerca de estos baños, ya eran conocidos desde época romana, uti-

lizándose en diversas etapas a lo largo de la historia de la ciudad de Jaén.

En 1870 las termas de Jabalcuz aparecen en la relación de balnearios declarados de utilidad pública por el Ministerio de la Gobernación.

Aparece también en la relación oficial de 25 de Abril de 1928, y en escrito de 27 de Julio de 1928 la Inspección Provincial de Sanidad de Jaén estima oportuno el expediente de expropiación del manantial de Jabalcuz a favor de D. Diego Hidalgo y Durán, presidente del Consejo de Administración y Gerente de la Sociedad "Aguas de Jabalcuz".

Doz y Bouilla en su tratado Hidrología Médica de 1887, refleja este punto, clasificando el agua como sulfatada-magnésica. "La temperatura de 29 a 31°C. El manantial se seca en verano, y las instalaciones del balneario son muy deficientes y la temporada era de junio a octubre".

Entre la documentación recogida existe un informe geológico, sin fecha, describiendo los manantiales termales de Jabalcuz y Jerez, así como las características y la capacidad de los baños del Balneario, citando una memoria de octubre de 1899 del hidrólogo Dr. Hanser.

En la relación de aguas minero-medicinales del ITGE de 1986, las aguas termales de Jabalcuz se clasifican como sulfatadas magnésicas.

Hasta Diciembre de 1989 la propietaria del balneario era la Marquesa de Blanco-Hermoso, pasando a partir de esa fecha a pertenecer a la Sociedad Aguas de Jabalcuz, S.A. Como balneario no funciona desde hace unos 15 años (1975), estando



desde esta fecha en estado de abandono. Los antiguos baños tenían dos piscinas y varias tinas. El agua no llevaba ningún tipo de tratamiento, sólo se calentaba, y la temporada era de Julio a Octubre.

En la actualidad la edificación del balneario está cerrada, y la sociedad "Aguas de Jabalcuz, S.A.", propietario del inmueble pretende la remodelación de todo el conjunto de Jabalcuz, no sólo del balneario, sino también aprovechar el manantial de Jerez, formando un nuevo complejo.

En resumen dentro del área del antiguo balneario existen dos manantiales. El manantial denominado La Cueva, relleno de una cavidad cárstica situada a 20 metros al Oeste del edificio de Las Termas de Jabalcuz, y su agua se utiliza en abastecimiento a la barriada del entorno, y el manantial termal, que en épocas de escasez de lluvia deja de aflorar, sin que en la actualidad se haga uso del agua, y el tercer manantial de Jerez, fuera del citado recinto, su agua se usa para pequeños regadíos, y que no llegó a utilizarse como balneario a pesar de haberse constituido para este fin.

## 2.- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL ENTORNO

El área de Jabalcuz, desde el punto de vista geológico se ubica dentro de la Unidad Jabalcuz-La Grana que se incluye en el dominio paleogeográfico denominado "Unidades Intermedias" (Busnardo 1964) caracterizado por su naturaleza litoestratigráfica y sedimentológica mixta entre las zonas subbética y prebética propiamente dichas, estando formada por una serie de materiales que abarcan desde el Jurásico al Cretáceo.

Los tramos estratigráficos que se pueden distinguir son los siguientes (Sanz de Galdeano 1973).

Los materiales más antiguos que afloran en la Unidad pertenecen al Trías-Keuper y aparecen en su típica litofacies de margas y arcillas con intercalaciones evaporíticas. Su posición inferior se sospecha ya que en ningún punto aparecen tales materiales en concordancia con otros suprayacentes sino a favor de accidentes estructurales.

- Dolomías de base y calizas hacia el techo. Las dolomías se encuentran muy tectonizadas debido a la naturaleza mecánica del contacto inferior. La potencia máxima es de unos 350 m y se le atribuye una edad de Lías Inferior.
- Margas y margocalizas gris-azuladas que progresivamente dan paso en niveles superiores a calizas de tonos amarillos. La potencia calculada es de 600 m y abarca desde el Lías medio-superior al Dogger.
- Calizas oolíticas con silex de tonos claros en capas de 10 cm de espesor que hacia el techo aumentan progresivamente su potencia, al mismo tiempo que pierde el silex. El espesor total oscila entre 150 a 300 m. Representan al Dogger.
- Calizas y localmente radiolaritas, de tonos grises en la base sobre las que descansan margas y margocalizas rojas. Datándose como Argoviense.
- Calizas de color gris y beig, con algo de margas grises. Hacia el techo aparecen calizas nodulosas con silex y brechas intraformacionales. La potencia máxima es de unos 800 m y su edad abarca desde el Oxfordense al Titonico. (Malm).

- Margas y margocalizas de tonos oscuros. Se localizan niveles de brechas intraformacionales y slumpings. La potencia es de 1.400 m y están dotadas como Cretáceo Inferior.
- Turbiditas, con intercalaciones de margas y margocalizas. Su espesor es de 1.300 m y la edad estimada es de Cretáceo Inferior y Medio.
- Margas y margocalizas micríticas de tonos claros con nódulos de pirita y niveles de arena. Se estima una potencia de 500 m y su edad es Cretáceo Medio.

En conjunto para la serie de Jabalcuz-La Grana se ha calculado una potencia total de unos 6.000 metros, constituyendo un macizo montañoso bien individualizado de unos 36 km<sup>2</sup> de extensión con dos relieves importantes Jabalcuz (1.614 m) y Sierra de La Grana (1.254 m).

Como depósitos recientes conviene destacar los depósitos de ladera, con cantos sueltos generalmente calcáreos, dentro de una matriz arcilloso-limosa más o menos abundante; y en el sector de Jabalcuz, resaltar la existencia de depósitos tobaceos (travertinos) cuya génesis está relacionada, de manera estrecha, con la presencia de las principales surgencias del entorno.

## 2.1.- TECTONICA

La estructura de cabalgamiento es el estilo tectónico generalizado en el área de estudio. La Unidad de Jabalcuz-La Grana, cabalga sobre la de Jaén, a su vez la Unidad de Jabalcuz-La Grana es cabalgada por la de Grajales-Pandera y Mentidero-Montesina. En tales contactos ha debido jugar un papel mecánico decisivo la formación triásica basal, con abundantes

evaporitas, de las correspondientes series cabalgantes, a manera de lámina de despegue.

Además de los contactos de cabalgamiento ya citados, existen otros accidentes estructurales, fundamentalmente de carácter distensivo que tienen un papel preponderante en el funcionamiento hidrogeológico de Jabalcuz. Así en el extremo oriental de la Unidad, aparece una familia de fallas normales con dirección N-S a N30E, de las cuales la más importante es la que pasa por el balneario de Jabalcuz, cuyo salto en la vertical puede superar ampliamente los 1.000 m. (Benavente y Pulido 1979).

Por lo demás, la estructura de la Unidad en el sector de Jabalcuz es sencilla, monoclinal con buzamiento muy constante hacia el Sur, con direcciones de estratificación entre E-O y N60E.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE MANANTIAL

El manantial termal del Balneario de Jabalcuz se encuentra situado en la zona de fractura entre los materiales carbonatados del Lías y las margas y margocalizas cretáceas de la Unidad de Jaén (falla de Jabalcuz).

Dentro de la Unidad Hidrogeológica de Jabalcuz se han descrito dos acuíferos con funcionamiento supuestamente independiente.

Las calizas y dolomías del Lías Inferior constituyen un acuífero debido a su grado de carstificación relativamente elevado. Afloran en una extensión reducida, del orden de 1,5 km<sup>2</sup> en el sector de Jabalcuz. El sustrato impermeable lo integran materiales arcillosos triásicos de la base de la Uni-

dad, así como las margas y margocalizas del Cretáceo Superior de la Unidad de Jaén, en contacto de cabalgamiento. El nivel piezométrico se sitúa a una cota aproximada a los 800 m (sondeo ITGE-1983), en el sector occidental. Hacia el Este las únicas referencias piezométricas vienen reflejas en las salidas por manantiales, drenaje natural del acuífero. Estas se realizan en el sector de Los Baños de Jabalcuz a cotas comprendidas entre los 620 m (El Prado) y 720 m, con una particular tipología de surgencia, se trata en realidad de varios manantiales termales, que indica, de manera general, un régimen de circulación en profundidad (acuífero cautivo) y un ascenso rápido de carácter sifonante, a favor de la importante fractura que atraviesa dicho entorno. En dicho sector la surgencia que muestra un carácter termal más marcado es el manantial del Balneario, que se localiza a la cota más elevada (720 m.s.n.m.).

El segundo acuífero de interés lo integran los materiales carbonatados del Dogger-Malm, de los cuales el Dogger es el que muestra evidencias de carstificación más intensa. Entre ambos tramos se intercala un paquete margoso de carácter impermeable con espesores entre 30 y 150 m (tramo radiolarítico) que puede dificultar o imposibilitar la conexión hidrogeológica entre los dos conjuntos. Es del orden de 25 km<sup>2</sup>. En este acuífero son muy escasos los puntos que permiten establecer la posición del nivel piezométrico, los cuales se encuentran además localizados en el extremo occidental del afloramiento (área de Martos). El principal punto de descarga visible lo constituye el manantial de La Maleza a una cota aproximada de 820 m.s.n.m.

La formación de margocalizas con niveles de margas y calizas del Lías Medio-Superior, que en conjunto presentan una permeabilidad baja, separan las unidades acuíferas defi-

nidas del Lías o acuífero inferior y Dogger-Malm o acuífero superior.

La alimentación a los tramos acuíferos procede fundamentalmente de las precipitaciones sobre los afloramientos que los integran, además de una percolación por escorrentía superficial.

El principal punto de drenaje visible que existe en la actualidad en la Unidad corresponde al manantial de El Prado. Esta surgencia se localiza a una cota aproximada de 620 m.s.n.m. en la parte basal de un afloramiento de travertinos, que a manera de lengua tiene su extremo en el sector del Balneario de Jabalcuz. Su caudal actual (Abril 1991) es del orden de 30 l/s, que se han medido caudales del orden de los 100 l/s (Benavente 1978).

En realidad existen varias surgencias, dispersas a lo largo de todo el travertino, citemos además del manantial del Prado, el manantial de Jerez con un caudal de 2-3 l/s (abril 1991) y cota de 710; el manantial del Balneario, a una cota de 720 m.s.n.m., de naturaleza netamente termal (temperatura media de 30°C, Benavente y Pulido 1979). Su caudal es muy variable, dependiendo de los regímenes de lluvia, con periodos secos, como el último registrado entre los meses de julio de 1990 a marzo de 1991. En abril de 1991 se midió 1 l/s, llegando a alcanzar en otras épocas entre 2,5 a 5 l/s.

Existen razones hidrodinámicas e hidroquímicas para admitir un régimen sifonante de circulación en profundidad en el acuífero liásico inferior, con ascenso rápido a favor de la mencionada "falla de Jabalcuz", existiendo una relación genética entre los distintos manantiales y los depósitos de travertinos, produciéndose mezcla con otros tipos de aguas,

lo que trae como consecuencia, entre otras la disminución en la temperatura de las aguas registrada en el manantial del Balneario.

El llamado manantial de La Cueva, situado tan sólo a unos metros del manantial termal del Balneario, tiene un comportamiento hidrogeológico diferente al esquema descrito más arriba. Corresponde a una cavidad cárstica, con desarrollo vertical, desarrollada en el seno de una intercalación caliza del Lías Medio-Superior. En el fondo de la cavidad existen tres pequeñas presas que almacenan el agua, aportada por fisuras, y que en épocas de aportaciones pluviométricas excepcionalmente intensas, el agua asciende hasta la boca de la cavidad y llega a verter caudales superiores a 500 l/s, los cuales se agotan rápidamente al cesar el impulso pluviométrico.

El manantial termal de Jabalcuz, arroja una facies desde el punto de vista químico, sulfatada cálcica con altas concentraciones salinas, según los análisis recogidos en publicaciones anteriores.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua sulfatada cálcica de mineralización elevada (2120  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), con valores en campo de pH y Eh de 6,96 y +94 mV respectivamente, y una temperatura elevada: 29°C.

Si bien la descripción geológica asocia el manantial con materiales básicamente de tipo carbonatado, el examen de las características hidroquímicas del agua -en particular su fuerte carácter sulfatado- pone de manifiesto la influencia de facies de tipo evaporítico. En efecto, los diagramas de saturación de la figura 1 indican que el agua se encuentra

sobresaturada en yeso y ligeramente subsaturada en anhidrita, mientras que existe sobresaturación respecto a calcita y dolomita. Estas consideraciones no invalidan la evidencia geológica acerca de la génesis del manantial en medio carbonatado, si bien ponen de manifiesto la influencia de otro tipo de litología -facies sulfatadas-, cuya elevada solubilidad deja en el agua el testimonio inequívoco de su presencia.

La elevada temperatura de salida del agua (29°C) puede justificarse en el presunto origen profundo del agua, y en base a este supuesto también podría aventurarse la hipótesis de que las facies evaporíticas del Keuper pudieran ser las responsables del carácter sulfatado del agua.

El contenido en flúor de la muestra es de 1,1 mg/l, valor del orden de los encontrados en aguas relacionadas con evaporitas. En lo que respecta a metales pesados, únicamente resultan dignos de mención los contenidos en Mn y Pb: 32 y 120 µg/l.

##### 5.- PROPUESTA DEL AREA DE PROTECCION

Para el grupo de manantiales de Jabalcuz se propone un área con una superficie aproximada de 6 km<sup>2</sup>, ubicada en la zona más oriental de la Sierra de Jabalcuz, y vendría definida al Norte y Este, por el contacto de cabalgamiento con la Unidad de Jaén, y por la falla de Jabalcuz, incluyendo el afloramiento de travertino existente en la zona de intersección de ambos contactos.

Hacia el Oeste y Sur, el límite es supuesto, ya que no se conoce la divisoría de agua subterránea con el sector más occidental, manantiales de la Maleza, Baños de la Salvadora, etc. En principio, el área por este sector alcanza el vértice



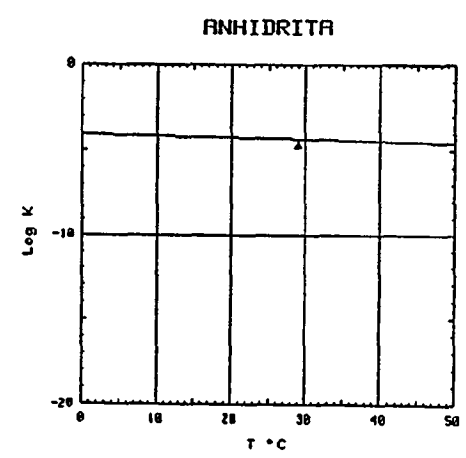
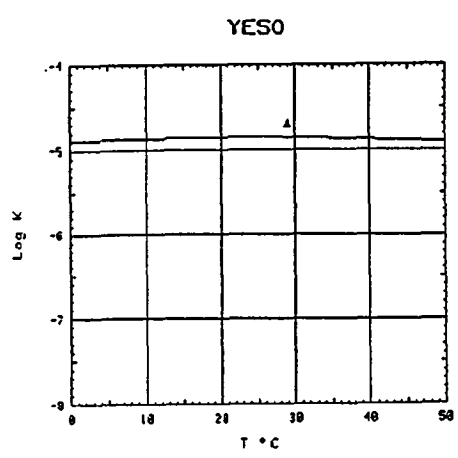
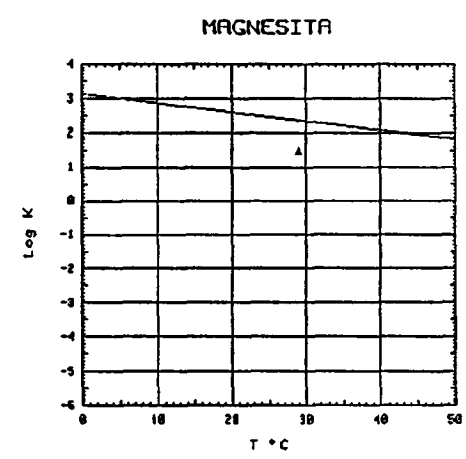
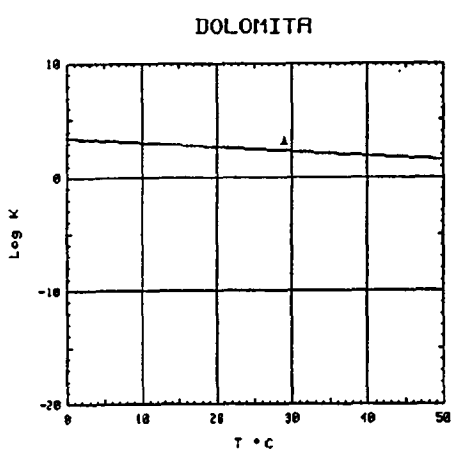
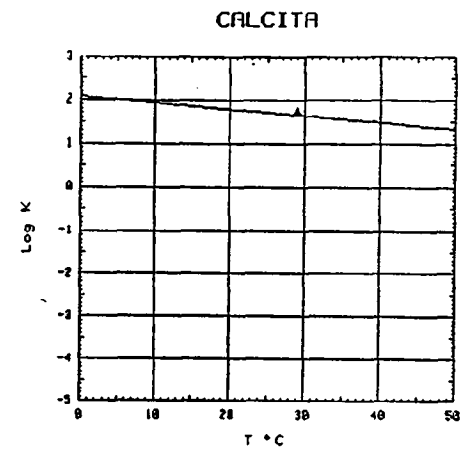
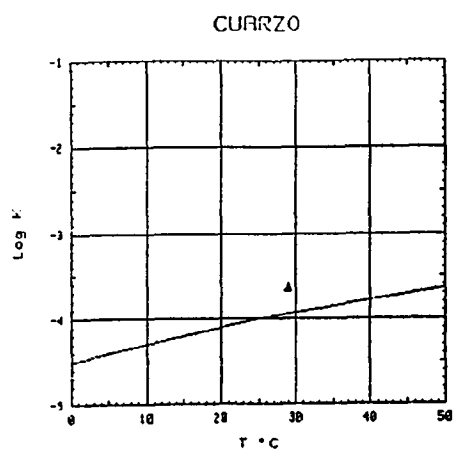


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION DEL BALNEARIO DE JABALCUZ

**ANALISIS QUIMICO**  
\*=====\*

DENOMINACION: BALNEARIO DE JABALCUZ  
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 29.0                      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 2120  
pH a 29°C: 6.96                              DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 1286  
pH a 18°C: 7.60                                Eh campo (mV): 94

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	214.00	3.507	3.507	13.09
CO3=	-	-	-	-
SO4=	1090.00	11.347	22.694	84.68
Cl-	18.00	.508	.508	1.89
F-	1.100	.058	.058	.22
NO3-	2.00	.032	.032	.12
SiO2(H4SiO4)	17.1	.285	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	1342.260	15.738	26.801	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	11.00	.479	.479	1.83
K+	1.00	.026	.026	.10
Ca++	341.00	8.508	17.016	65.08
Mg++	104.00	4.278	8.555	32.72
Fe++	.060	.001	.002	.01
Li+	.06	.009	.009	.03
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.21
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.031	.001	.001	0.00
Pb	.120	.001	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	457.881	13.321	26.146	

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

CLASIFICACION: SULFATADA -- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca = .206    Cl/Na = 1.061    (SO4\*Ca)^1/2 = 19.651  
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .137    Cl/(Na+K) = 1.007    (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.324  
((CO3H)^2\*Ca)^1/3 = 5.938    SO4/Ca = 1.334    Mg/Ca = .503  
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.025    SO4/(Ca+Mg) = .887    Cl/CO3H = .145

ARCHIVO EN DISCO: MMJ34 AMA3-34

	ppm
R.S. 110°C	1.491
D.Q.O.	0,5
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

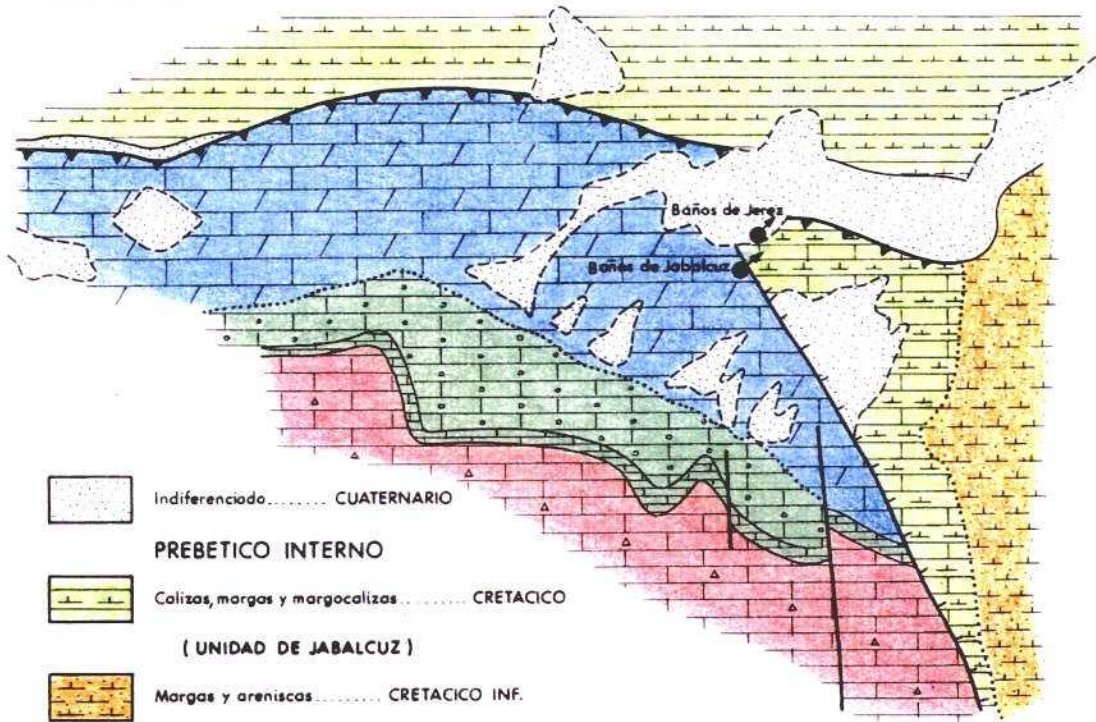
Jabalruz y la serie de barrancos, cuyas aguas superficiales desembocan en la zona de los Baños de Jabalruz, preservando así de cualquier foco de contaminación originado aguas arriba de este grupo de manantiales.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000, nº 947 (Jaén). MAGNA-ITGE.
- ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS Nº 30 Y 31 (provincias de JAEN, GRANADA Y CORDOBA). IGME, 1986.
- SOBRE EL ORIGEN DE LOS MANANTIALES TERMO-MINERALES DE JABALRUZ (PROVINCIA DE JAEN). J. Benavente Herrera y A. Pulido Bosch. II Simposio Nacional de Hidrogeología. Pamplona, 1979.
- ANALISIS DE LA FRACTURACION Y DEL FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO EN EL SISTEMA DE JABALRUZ-LA GRANA (provincia de JAEN). M<sup>a</sup> Luisa Calvache y J. Benavente Herrera. IV Simposio de Hidrogeología.
- ESTUDIO DE PROSPECCION GEOTERMICA DE ANDALUCIA OCCIDENTAL. IGME-ADARO, 1983.

# BALNEARIO DE JABALCUZ ( JAEN )

## PLANO GEOLOGICO



- Indiferenciado..... CUATERNARIO
- PREBETICO INTERNO**
- Calizas, margas y margocalizas ..... CRETACICO
- ( UNIDAD DE JABALCUZ )**
- Margas y areniscas..... CRETACICO INF.
- Margocalizas, margas y calizas ..... MALM - CRETACICO INF.
- Calizas, brechas y turbiditas ..... MALM
- Margas y margocalizas silíceas ..... MALM
- Calizas oolíticas..... DOGGER
- Calizas margosas tableadas y dolomias ..... LIAS - MEDIO SUP.

ESCALA - 1:50.000

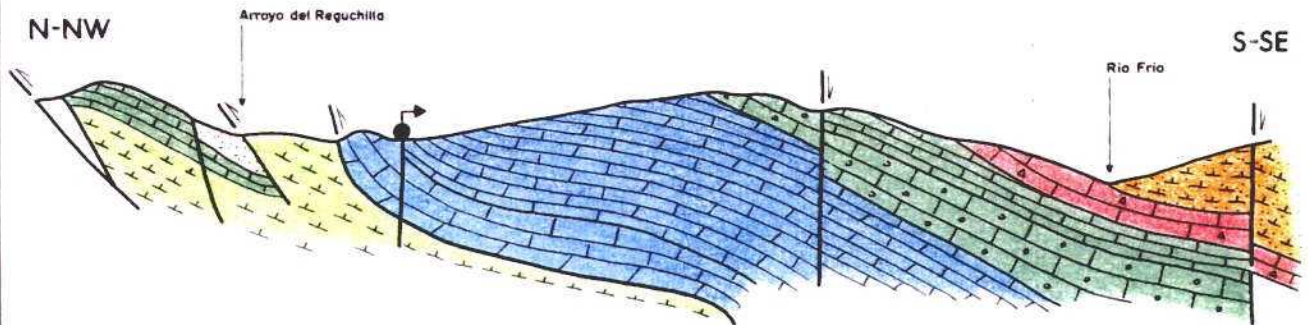
427.000

429.000

4.178.000

4.176.000

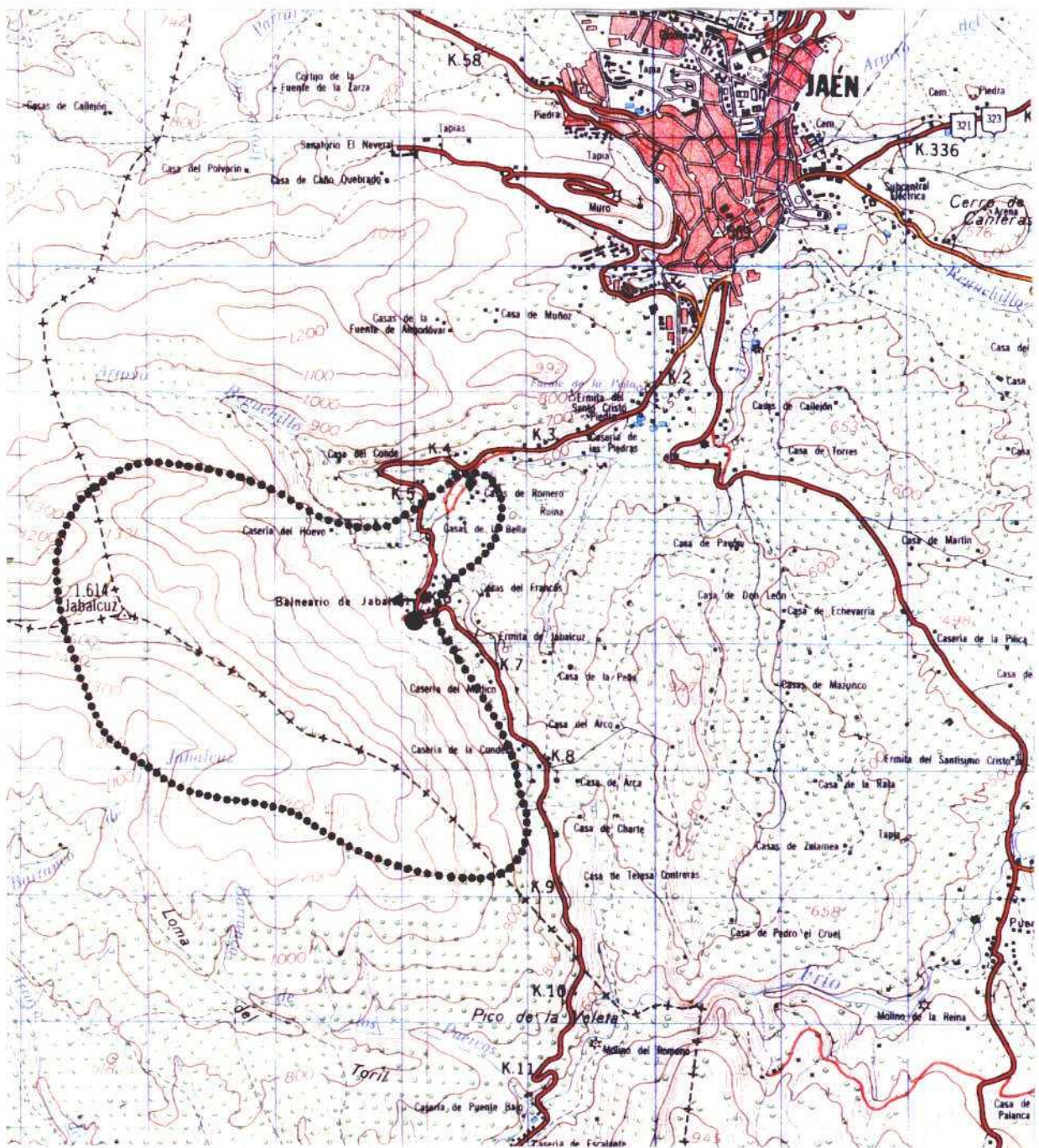
## CORTE GEOLOGICO



ESCALA - 1:50.000

# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## BALNEARIO DE JABALCUZ



ESCALA - 1: 50. 000

BAÑOS DE LA SALVADORA (JAMILENA)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Los Baños de La Salvadora se localizan en la inmediata proximidad del núcleo urbano de Jamilena, unos 300 m al Sur del mismo. El acceso es por un camino actualmente sin asfaltar aunque en buenas condiciones. Dista unos 16 km de Jaén capital. Término municipal de Jamilena.

Este manantial se encuentra al pie de la Sierra de La Grana (La Grana 1.254 m), concretamente a poco más de un kilómetro al Norte del vértice Peñablanca (1.191 m). La prolongación hacia el Este de la Sierra de La Grana constituye el macizo de Jabalcuz (1.614 m). Conviene señalar que en relación con esta alineación montañosa de Jabalcuz - La Grana se localizan también los balnearios de Jabalcuz y Martos, en sus extremos oriental y suroccidental, respectivamente. El relieve del área es, pues, relativamente abrupto al Sur de Jamilena, y suave al Norte de dicho núcleo que se prolonga hasta la campiña del Guadalquivir.

El manantial se ubica en la hoja topográfica, a escala 1:50.000, nº 18-38 (946, MARTOS) con las siguientes coordenadas UTM: X = 420025 e Y = 4177700. Su altitud estimada es de 760 m.

## 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

En la actualidad apenas existen indicios de instalaciones antiguas en relación con el manantial, pues el terreno se encuentra bastante modificado como consecuencia de la parcelación que se está haciendo del mismo con vistas a la construcción de viviendas.

El manantial está profundizado mediante un pozo, con objeto de poder disponer de caudal, por bombeo, en periodos secos en que el agua no surja por gravedad. A este respecto se sabe, por información del propietario, que en 1990 se realizó un aforo con caudal de 40 l/s y tubería de 12 cm de diámetro. El nivel de agua en el pozo se encontraba a 12 m de profundidad, aunque no se dispone de datos relativos al descenso producido por el bombeo.

El acondicionamiento del manantial se completa con una caseta. Con ocasión de la visita realizada a este punto el 5-04-91, y seguramente como consecuencia de unas precipitaciones relativamente importantes algunos días antes, el manantial arrojaba un caudal de unos 4 l/s que discurría superficialmente una decena de metros y luego se vertía hacia unos depósitos circulares, ahora al aire libre y rodeados de escombros, que debe ser el último testimonio de las instalaciones de Los Baños.

Este punto aparece en la relación de balnearios que el Ministerio de la Gobernación declaró en 1870 como de Utilidad Pública. También aparece referenciado en el listado de principales aguas minero medicinales de España del diccionario enciclopédico Espasa, donde se califican sus aguas como sulfurado-cálcicas y se les asigna una temperatura de 17°C,



siendo indicadas terapéuticamente en caso de enfermedades nutricionales y del sistema digestivo.

En el libro titulado "Elementos de Hidrología Médica" (E. Doz Gómez y A. Builla Alegre, 1887) se presentan datos analíticos de este manantial, al que se describe como de caudal "abundante" y de aguas clorurado-sódicas que se emplean en bebida y en baño. La temporada oficial era del 1 de Junio al 30 de Septiembre, siendo mayoría entre los concurrentes los enfermos de afecciones gastro-hepáticos.

Este manantial no aparece incluido en algunas relaciones de aguas minero-medicinales efectuadas por el Instituto Geológico y Minero de España en 1913 ni en 1947. Tampoco en el "inventario nacional de aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasadas" correspondiente a la Comunidad Autónoma de Andalucía (1986).

Existe, sin embargo, en los listados de entrada de análisis químicos del organismo antes citado (ahora Instituto Tecnológico Geominero de España: ITGE) una muestra de agua de este manantial con fecha de análisis 6-10-1965 y fecha de informe 8-11-1965, en que se especifica que se solicitaba para el agua en cuestión la declaración de minero-medicinal. También se hace la observación de que se trata de un agua sulfatada cálcica. Esta naturaleza se desprende, asimismo, de los resultados de algunos análisis efectuados a instancias del propietario (ver ficha de inventario) o llevados a cabo en el censo de estudios hidrogeológicos del área por parte de miembros de la Universidad de Granada.

El propietario del manantial informó acerca de la existencia de un anteproyecto para planta de embotellado, y suministró una copia del mismo, la cual se incluye en la fi-

cha de inventario. También consta en dicha documentación aneja una fotocopia del B.O.E. de fecha 5-01-78 donde aparece la solicitud de declaración minero-medicinal de las aguas del manantial, a instancias del actual propietario.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El manantial de Los Baños de La Salvadora se encuentra en el contacto entre dos importantes conjuntos paleogeográficos: las Unidades Intermedias -pertenecientes a las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas- y la Depresión del Guadalquivir.

A continuación se describen las principales características litoestratigráficas de los materiales pertenecientes a estos dos conjuntos.

### UNIDADES INTERMEDIAS

Corresponden a la unidad de Jabalcuz y, más concretamente, al sector de la Sierra de La Grana, en cuyo extremo septentrional se localiza el balneario. Dicha sierra la integran fundamentalmente materiales jurásicos; los cretácicos afloran más al Sur, en la ladera meridional de la citada zona montañosa, donde ocupan la mayoría del valle del río Eliche.

De muro a techo pueden distinguirse los siguientes tramos:

1. Dolomías y calizas. Su potencia máxima es de unos 300 m. Aparecen en un pequeño afloramiento al Este del manantial. Su edad es Lías inferior.

2. Calizas tableadas y calizas margosas, con intercalaciones de niveles margosos delgados. Su potencia es próxima a 600 m y aumenta hacia el Este. Su edad es Lias medio-superior.
3. Calizas oolíticas. Presentan abundantes nodulos de silex y textura de filamentos. Sus afloramientos dan los relieves más elevados de la alineación montañosa Jabalcuz-La Grana. Uno de tales vértices (Peñablanca: 1.191 m) se encuentra a poco más de 1 km al Sur del Balneario. Su potencia es del orden de 150 m. Se atribuyen al Dogger.
4. Margas y margocalizas ricas en radiolarios, en la base; calizas, brechas y turbiditas calcáreas hacia el techo. El tramo margoso-silíceo basal, aunque de potencia variable según los sectores, no sobrepasa los 50 m. El paquete calcáreo-turbidítico tiene también espesor variable, disminuyendo hacia el Oeste. En el sector que nos ocupa (borde septentrional de la Sierra de La Grana) llega a ser inferior a 100 m. La edad de este tramo es Malm.
5. Encima del tramo anterior comienzan los materiales cretácicos, que adquieren un gran desarrollo en la Unidad de Jabalcuz. Aunque existen sectores con intercalaciones areniscas turbidíticas, la componente litológica general es de margas y margo calizas. Esta es la naturaleza, concretamente, de los materiales del Cretácico inferior que constituyen la ladera meridional de la Sierra de La Grana hasta más al Sur del río Eliche, y cuyo espesor varía desde unos 1.000 m (extremo oriental de la Hoja) a casi 200 m en las cercanías de Martos. El resto de materiales cretácicos de la unidad representan espesores adicionales del orden de unos 600 m.

## MATERIALES NEOGENO-CUATERNARIOS (DEPRESION DEL GUADALQUIVIR)

Al Norte y Noroeste del manantial afloran profusamente materiales de facies de margas y limos margosos, ambos de tonos blancos. Corresponden, por el abundante contenido en diatomeas que a veces muestran las margas, a las facies de aspecto hojoso que aparecen nombradas en la literatura como "albarizas" o "moronitas". También se incluyen dentro de la denominada Unidad de Castro del Río (o detrítico-carbonatada) según la terminología empleada en la Hoja de Martos y en otras adyacentes. Su edad es Mioceno medio (superior?) y pueden superar los 100 m de espesor.

Hacia la base de la Unidad pueden aparecer facies de tipo calcarenitas y calizas de algas, como ocurre al Sur de Torredonjimeno, unos 4 km al Oeste del balneario. Aunque la potencia media observada para estas facies no supera los 60 m, un sondeo al Sur del citado núcleo atravesó 150 m de materiales carbonatados de este tipo sin alcanzar su base.

Por último, los alrededores del manantial se caracterizan por un recubrimiento relativamente extenso de derrubios de ladera cuaternarios, compuestos por cantos calcáreos bastante angulosos con escasa matriz rojiza de naturaleza limo-arcillosa.

### OTROS MATERIALES

El relieve que existe al Este de Jamilena (Cerro Fuente) está compuesto mayoritariamente por materiales carbonatados del Lías inferior del derrubio subbético. Se superpone tectónicamente (cabalgamiento) sobre materiales margosos del Mioceno medio.

## 2.1.- TECTONICA

La estructura de la Sierra de La Grana es bastante simple. Salvo un pequeño repliegue sinclinal con núcleo en materiales del Cretaceo inferior que aparece en su extremo NO, el resto de la serie registra buzamientos bastante uniformes (20-30°, por lo general) de componente Sur.

El cabalgamiento del Subbético sobre las Unidades Intermedias, del que el citado afloramiento de Cerro Fuente es un testigo, se produjo en el Mioceno medio. Asociada a esta etapa se sitúa también la formación de la Unidad Olistostrómica, cuyos afloramientos son asimismo bastante abundantes al Norte y Oeste del Sector que nos ocupa, bajo materiales asimilables a los de la Unidad de Castro del Río, antes descrita.

Otra etapa tectónica importante se registra en el Mioceno superior, donde el conjunto de Unidades Intermedias + Subbético se superpone al conjunto olistostrómico, produciéndose el plegamiento de éste con directriz E-O.

Materiales posteriores a esta última etapa pueden, no obstante ser postorogénicos, aparecen basculados. este es el caso de unos depósitos detríticos finipliocénicos próximos a Martos.

Todas las etapas tectónicas citadas tienen asociadas sistemas de fracturas normales. Las más frecuentes son las de dirección N30°E, N60-80°E y N-150°E. El manantial se encuentra precisamente sobre la traza (supuesta, debido a los derrubios de ladera que la recubren) de una de ellas, con dirección aproximada N70-80°E, subparalelas a la cual existen otras próximas, tanto al Norte como al Sur de la surgencia.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Dentro de los materiales que componen la serie de la Sierra de La Grana, en cuyo borde septentrional se localiza el manantial, dos son los tramos con mayor permeabilidad (en ambos casos por fisuración y carstificación): los carbonatos del Lías inferior y los del Dogger.

A la luz de la cartografía geológica, el tramo carbonatado liásico debe encontrarse a poca profundidad bajo el manantial, en el labio meridional de la falla en relación con la cual aparece. Este acuífero aflora más al Este, en la vertiente Norte del vértice Jabalcuz, y debe recargarse exclusivamente por las precipitaciones. Su drenaje se produce en las inmediaciones del Balneario de Jabalcuz, igualmente en relación con otra fractura a cotas comprendidas entre los 620 y los 720 m. Los sondeos de abastecimiento a Torredelcampo, localizados en el paraje de Cuesta Negra, al Sur de dicho núcleo, posiblemente captan también recursos correspondientes a este acuífero. La cota piezométrica está, en este caso, a una cota cercana a los 800 m, aproximadamente.

La cota a la que aparece el manantial que nos ocupa es congruente con un flujo subterráneo general de componente Oeste-Este a través del acuífero del Lías inferior. El sustrato de dicho acuífero correspondería a los materiales margosos-evaporíticos triásicos. De ser cierta la suposición de que la cota piezométrica de los sondeos de Cuesta Negra es representativa también de este acuífero, entonces habría que admitir una divisoria hidrogeológica que delimitase al menos dos sistemas de flujo dentro del acuífero: una hacia el Balneario Jabalcuz y otro hacia este punto.

Los otros materiales de permeabilidad verosimilmente elevada en la serie de la Sierra de La Grana son las calizas oolíticas del Dogger. También se recargan a partir de las precipitaciones en los afloramientos. El drenaje se produce hacia el entorno del núcleo de Martos, a una cota del orden de 820 m, mediante una surgencia actualmente regulada por un sondeo. Ello indica una componente general de circulación subterránea hacia el Oeste, al menos en este sector de la Sierra de La Grana.

Entre ambos acuíferos carbonatados existe, según ya ha sido comentado, un tramo relativamente potente, de edad Lías medio-superior, cuya permeabilidad no debe ser, aparentemente, muy alta debido a su componente margoso-calcárea, aunque tampoco parece responder a un comportamiento de conjunto totalmente impermeable. Es, pues, factible, que exista algo de recarga hacia esta formación, tanto procedente de las precipitaciones como lateralmente a partir del acuífero del Dogger que tiene a techo.

Precisamente estos últimos son los materiales con los que aparece cartográficamente relacionado el manantial. A las posibles fuentes de recarga que se acaban de apuntar habría que añadir, según los antes expuesto, la procedente del acuífero del Lías inferior que se encontraría, obviamente, a muro del tramo margoso-calcáreo. En este último caso, la circulación tendría una cierta componente ascensional a partir de la falla en cuya traza aparece el manantial. Todo ello, naturalmente, pendiente de confirmación con datos hidrogeológicos más precisos de los que actualmente se dispone.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua sulfatada cálcica de mineralización elevada (1752

$\mu\text{S/cm}$ ), con valores en campo de pH y Eh de 7,79 y +57 mV respectivamente, y una temperatura de 16°C.

Si bien la descripción geológica asocia el manantial con materiales básicamente de tipo carbonatado, el examen de las características hidroquímicas del agua -en particular su acentuado carácter sulfatado- pone de manifiesto la influencia de facies de tipo evaporítico. En efecto, los diagramas de saturación de la figura 1 indican que el agua se encuentra equilibrada respecto a yeso y ligeramente subsaturada en anhidrita, mientras que existe sobresaturación respecto a calcita y dolomita. Estas consideraciones no invalidan la evidencia geológica acerca de la génesis del manantial en medio carbonatado, si bien ponen de manifiesto la influencia de otro tipo de litología -facies sulfatadas-, cuya elevada solubilidad deja en el agua el testimonio inequívoco de su presencia.

El contenido en  $\text{NO}_3^-$  de la muestra es de 25 mg/l; si bien la concentración máxima admisible en un agua potable es de 50 mg/l, el nivel alcanzado es suficientemente elevado como para ser considerado un indicio de contaminación -probablemente de origen agrícola-, y evidencia asimismo el carácter vulnerable de la captación. En lo que respecta a metales pesados, las determinaciones realizadas indican concentraciones bajas.

##### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

De acuerdo con lo planteado en el apartado 3, el área de protección propuesta comprende buena parte del macizo de la Sierra de La Grana y engloba, en particular, los afloramientos jurásicos donde se encuentran los materiales más o



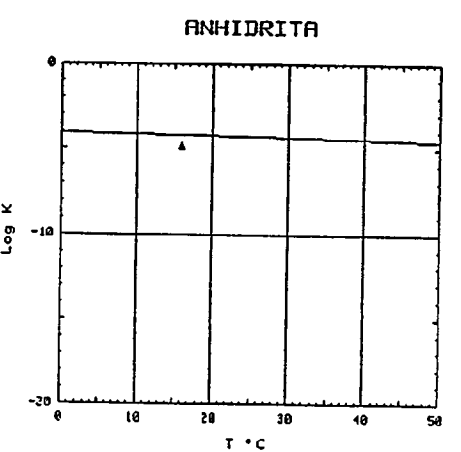
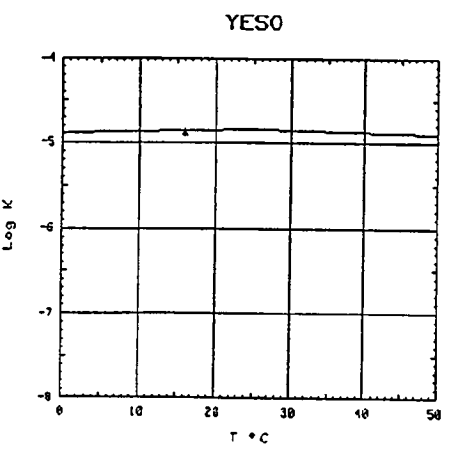
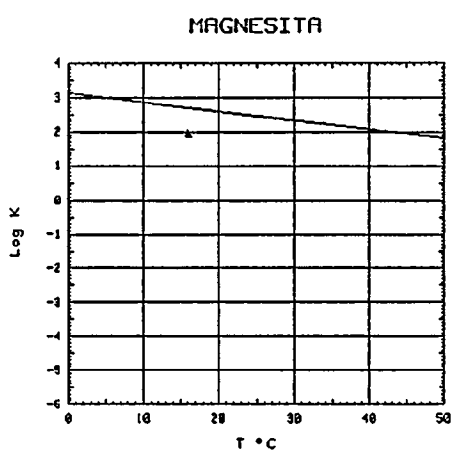
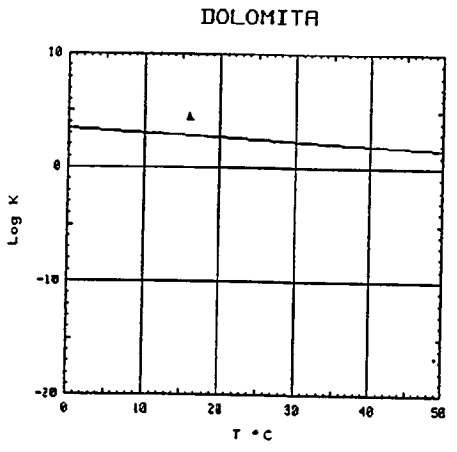
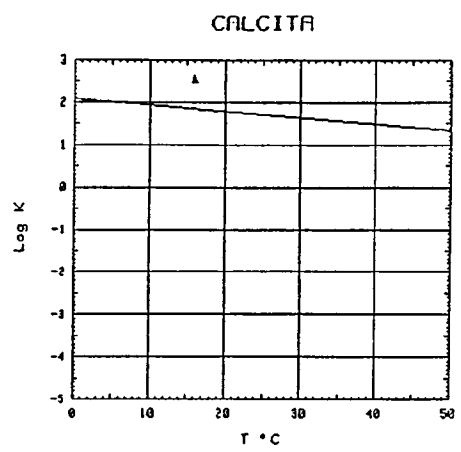
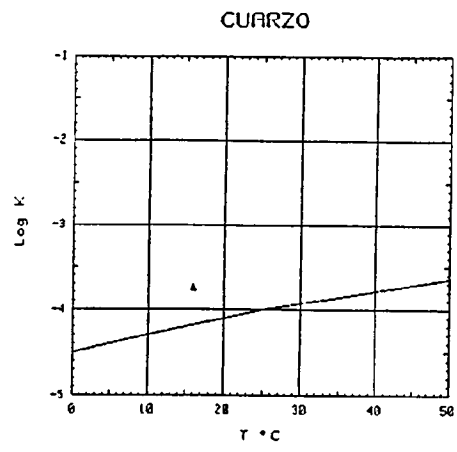


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE BAÑOS DE LA SALVADORA

**ANALISIS QUIMICO**

DENOMINACION: BAÑOS DE LA SALVADORA  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 16.0                      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 1752  
 pH a 16°C: 7.79                              DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 828  
 pH a 18°C: 7.50                              Eh campo (mV): 57

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	81.00	1.328	1.328	7.87
CO3=	-	-	-	-
SO4=	692.00	7.204	14.407	85.39
Cl-	25.00	.705	.705	4.18
F-	.500	.026	.026	.16
NO3-	25.00	.403	.403	2.39
SiO2(H4SiO4)	12.9	.215	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	836.460	9.882	16.872	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	11.00	.479	.479	2.79
K+	3.00	.077	.077	.45
Ca++	268.00	6.687	13.373	78.08
Mg++	38.00	1.563	3.126	18.25
Fe++	.020	0.000	.001	0.00
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.04
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.32
NH4+	.010	.001	.001	0.00
Mn++	.005	0.000	0.000	0.00
Pb	0.046	0.000	-	-
Zn++	.220	.003	.007	.04
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	320.901	8.836	17.127	

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

CLASIFICACION: SULFATADA -- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca = .099    Cl/Na = 1.474    (SO4\*Ca)^1/2 = 13.881  
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .080    Cl/(Na+K) = 1.270    (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.085  
 ((CO3H)^2\*Ca)^1/3 = 2.867    SO4/Ca = 1.077    Mg/Ca = .234  
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .954    SO4/(Ca+Mg) = .873    Cl/CO3H = .531

ARCHIVO EN DISCO: MMJ6 (AMA3-06)

	ppm
R.S. 110°C	1210
D.Q.O.	1,3
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

menos permeables que puedan descargar hacia el manantial, siempre según las hipótesis expuestas en el citado apartado.

Hay que volver a insistir en que los materiales que afloran en la Sierra de La Grana tienen una continuidad cartográfica casi perfecta hacia el sector de Jabalcuz, más al Este. La ausencia de datos piezométricos en puntos interiores de dicha alineación impide pronunciarse sobre la situación de eventuales divisorias de flujo subterráneo entre ambos sectores, si es que de hecho existen. Por ello se ha adoptado un límite oriental fundamentalmente hidrográfico, aproximadamente en relación con la línea de cumbres en la transversal del vértice Jabalcuz, de manera que al Este del mismo las aguas de superficie escurren hacia sectores próximos a ese balneario (cuenca del Arroyo Reguchillo).

Por lo demás, la situación topográfica de los afloramientos que se suponen receptores de la recarga del manantial los hace particularmente poco mineralizables a la contaminación de las aguas subterráneas (ausencia de asentamientos humanos, vías de comunicación de cierta entidad, agricultura y ganadería intensivas, etc.). A este respecto, las únicas actividades industriales que cabe reseñar son las canteras que existen a lo largo del borde septentrional de la Sierra de La Grana. Se ignora, sin embargo, con la información disponible, si un vertido contaminante accidental en tales huecos del terreno se podría incorporar al sistema o sistemas de flujo que en último término drenan por el manantial.

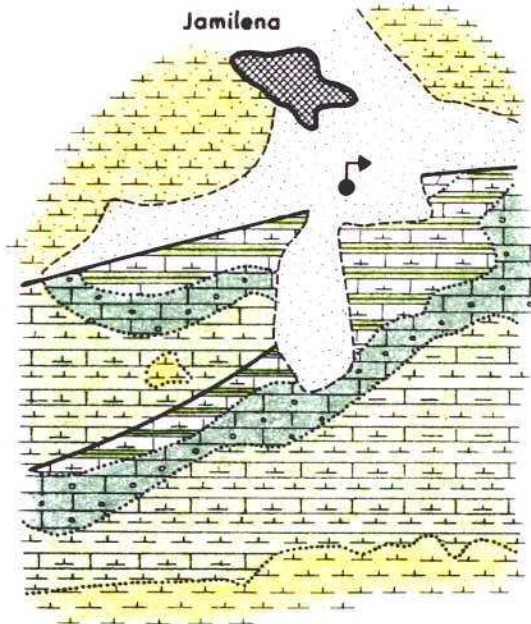
#### 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 18-38 (Martos). MAGNA-ITGE (en prensa).

- INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS 30 y 31 (provincias de Jaén, Granada y Córdoba): Unidad Jabalcuz - La Grana. Informe Inédito. ITGE.
- SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR (P.N.I.A.S.). Colección Informe, 126 págs. ITGE.
- ANALISIS DE LA FRACTURACION Y DEL FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO EN EL SISTEMA JABALCUZ - LA GRANA (provincia de Jaén). Hidrogeología y Recursos Hidráulicos, XII: 385-396. Palma de Mallorca. Calvache, M.C. y Benavente, J. (1987).

# BAÑOS DE LA SALVADORA (JAMILENA)

## PLANO GEOLOGICO



-  Derumbios de ladera ..... CUATERNARIO
-  Margas y limos margosos ..... MIOCENO MEDIO
-  Margas y margocalizas ..... CRETACICO INF.
-  Margas y calizas con margas ..... MALM
-  Calizas oolíticas ..... DOGGER
-  Calizas margosas tableadas ..... LIAS MEDIO-SUPERIOR
-  Dolomias ..... LIAS INFERIOR

4.178.000

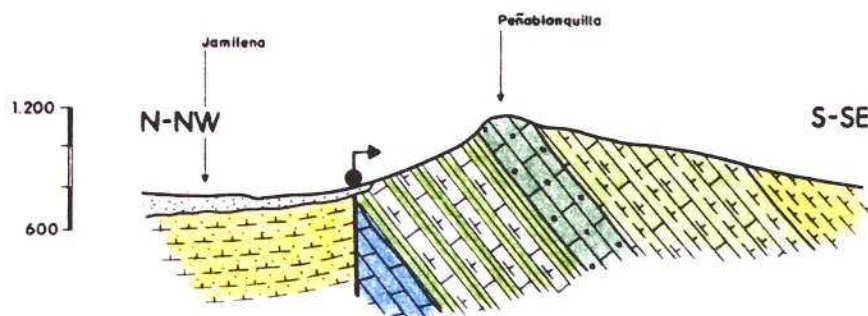
4.175.000

ESCALA-1:50.000

420.000

423.000

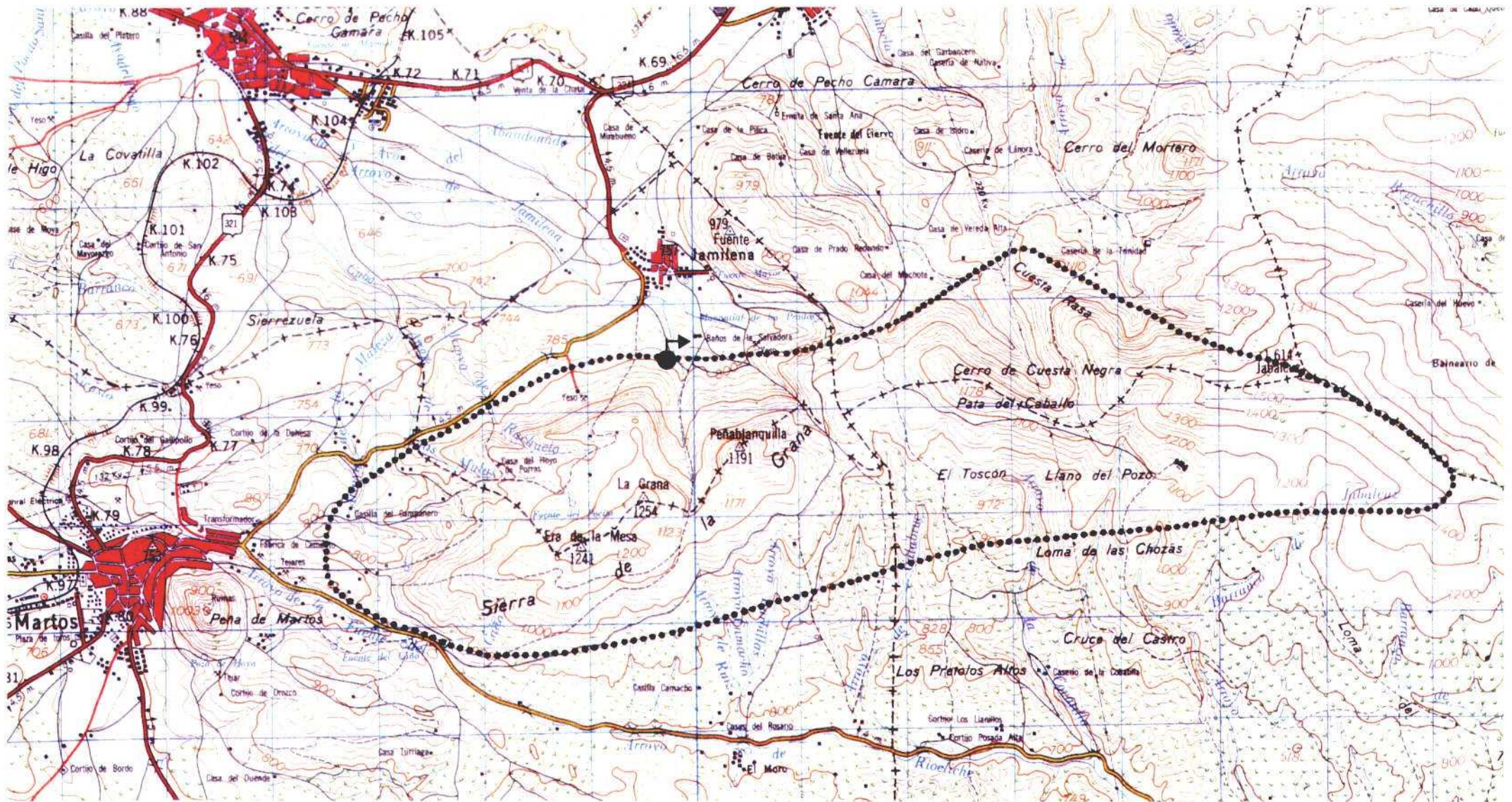
## CORTE GEOLOGICO



ESCALA-1:50.000

# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## LA SALVADORA



ESCALA 1:50.000

BAÑOS DE MONTESORDO (LA CAROLINA)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial Baños de Montesordo, se localiza en la vertiente Sur de Sierra Morena, en la finca denominada Montesordo, sita en el término municipal de La Carolina.

Para acceder a los Baños, se toma el camino que parte del matadero del pueblo de La Carolina, y a kilómetro y medio, y una vez en la margen derecha del río de la Campana, se coge el carril de la derecha, encontrándose los Baños más o menos, a un kilómetro de distancia.

Se ubica dentro de la hoja topográfica nº 884 (La Carolina), a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 445250 e Y = 4238675, siendo su cota de 480 m.s.n.m.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El manantial de los Baños de Montesordo se ha venido utilizando para fines terapéuticos desde tiempos inmemoriales. Este manantial se localiza en la finca denominada Montesordo, en el término municipal de La Carolina, y pertenece desde hace muchos años a la familia Ramos. En la actualidad los Baños están abiertos aunque pendientes de parte de la tramitación empezada en el año 1967 y que aún hoy día no ha concluído.



El 22-11-67 D. Vicente Ramos Moraleda pide la declaración de aguas minero medicinales para el manantial Baños de Montesordo sito en una finca de su propiedad.

El 26-12-77 se toma la primera muestra de agua para su posterior análisis. Un año más tarde, el 20-3-78, el Ministerio de Industria y Energía (IGME) da el visto bueno para proceder a la iniciación de la tramitación del expediente.

Una vez analizada el agua, el IGME la clasifica como aguas sulfatadas férricas, con bajo pH,. Fechando dichos análisis el 5-4-79.

Posteriormente, el Ayuntamiento de La Carolina, con fecha del 10-6-83, permite la reapertura de los Baños.

El 24-10-83 el Ministerio de Sanidad y Consumo clasifica las aguas como minero-medicinales, de mineralización media, sulfatada cálcica-ferruginosa.

Es el 28-6-84 cuando la Junta de Andalucía declara las aguas del manantial Baños de Montesordo como minero-medicinales.

El día 4-7-87 se solicita a la Delegación Provincial de Economía y Fomento, el permiso para el aprovechamiento del manantial para fines termales y para su ingestión.

Y por último y sin que hasta la fecha hayan sido contestados, el 22-3-88 se solicitó a la Consejería de Economía y Fomento de la Junta de Andalucía, el perímetro de protección para el manantial Baños de Montesordo.

El agua del manantial fluye por un pozo de unos 6 m de profundidad, para depositar sus aguas en un aljibe. A la base del pozo se supone que existen dos galerías con distinta dirección.

En la actualidad los Baños se abren de agosto a septiembre, y se utilizan como terapia para problemas de artritis, reumatoides, etc. Atendiendo las necesidades de los agüistas, y el mantenimiento de los baños, los distintos componentes de la familia Ramos.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Los Baños de Montesordo se encuentran en la parte oriental de Sierra Morena. Se corresponde con la zona más meridional de la Meseta en la que predominan los materiales paleozoicos.

Los sedimentos más antiguos que se encuentran en el entorno del manantial pertenecen al Ordovícico, datados paleontológicamente y están representados por una alternancia de areniscas, cuarcitas y pizarras. Henke (1928) denomina a la serie basal del Ordovícico Superior como Estratos Orthis. Se trata de una potente serie (150-170 m), pizarras arcillosas y areniscas más o menos cuarcíticas. Los distintos bancos de cuarcita rara vez superan un espesor de 50 cm. Hacia techo alternan bancos arenosos con pasadas enteramente ferruginosas y finisimas lumaquelas muy limonitizadas.

Termina la serie basal con un horizonte de calizas (caliza urbana). Se trata del único horizonte calcáreo de este Paleozoico, y se presenta de una forma discontinua, viendo como elemento de separación del resto de la serie ordovícica. Su potencia suele oscilar entre 8 y 10 m, y presen-

ta un elevado contenido en hierro, de allí su coloración parda bajo la acción meteórica.

Hacia techo se presenta una formación de pizarras de unos 120 m de potencia. Se compone de pizarras arcillosas gris oscuras, de coloración ligeramente azulada. A medida que se va subiendo en la serie aumenta el contenido en sílice, observándose una pizarrosidad muy marcada. A esta formación se le ha denominado Pizarra Castellar, y representan el final del Ordovícico Superior.

El tránsito al Silúrico está representado por una formación cuarcítica Cuarcita Castellar que reposa concordantemente sobre el techo arenoso de la formación anterior, observándose de muro a techo: bancos de cuarcita blanquecina de grano muy fino, del orden del metro de potencia pasando a cuarcita oscura de pátina gris o azulada y culminando con un término superior en el que se incrustan pizarras arenosas blandas. La Cuarcita Castellar dado su alto contenido en hierro da tonalidad rojiza. Su potencia varía entre los 6 a los 30 metros.

Sobre la formación anterior descansa concordantemente un tramo de pizarras de graptolites de unos 150 metros de potencia. Lo componen pizarras arcillosas, grafitosas de color negro y ricas en pirita.

Normalmente se encuentran transformadas en pizarra de quiastolita debido al metamorfismo de contacto producido por las intrusiones graníticas. Su edad es Silúrico Inferior, marcando el tránsito al Devónico Medio en este sector.

El Devónico constituye una faja estrecha que delimita el mar carbonífero y está formado esencialmente por materia-

les arcillosos con una cierta pizarrosidad de tonalidades verdosas y rojizas que alternan con pequeñas capas cuarcíticas de 2-3 cm de potencia o arenisca cuarcítica con un cierto contenido de mica y tonalidades rojizas: estos materiales presentan lentejones de cuarcitas masivas, a veces algo brechoides.

Su potencia no se conoce con exactitud. Son materiales muy replegados y tectonizados, por lo que se ha estimado un espesor entre 60 a 80 m. Los materiales devónicos presentan contactos discordantes tanto a la base como a techo de la formación.

El Carbonífero está representado por una serie basal caracterizado por la existencia de un conglomerado con pistas y huellas de reptación, moldes de reptación, etc. El resto del Carbonífero presenta una litología de areniscas alternando con pizarras en series más o menos ritmicas, con predominio de la fracción pizarra.

La gran mancha de materiales carboníferos aflorantes en la zona puede hacer pensar que la potencia del Carbonífero es muy importante, aunque la estructura en pliegues de pequeña amplitud es la causa de su extensión. Su potencia se ha estimado entre 300 y 400 m.

Dentro de esta formación se encuentra intercalada una serie de diques de varios kilómetros de extensión de diabasas, aplitas y de pórfidos graníticos.

El Trías siempre se encuentra en posición subhorizontal, discordante sobre el Carbonífero y en facies Bunt típica. Generalmente en la base aparece un conglomerado de cantos

silíceos de potencia variable y una formación de arcillas rojas y areniscas.

Los materiales miocenos se depositan transgresivamente sobre el zócalo paleozoico y los sedimentos triásicos. Comienzan con un conglomerado poco potente de tonos rojizos, de cantos cuarcíticos y restos fósiles y matriz arenoso-limosa. La potencia máxima de estos conglomerados es de 6-7 m. Sobre estos conglomerados se deposita una serie de areniscas, lutitas y calizas. Su potencia oscila entre 40 y 50 m datándose el Tortoniense Superior Andaluciense.

El Cuaternario está representado por los depósitos aluviales y coluviones.

Finalmente mencionemos al grupo de rocas intrusivas, representadas principalmente por rocas graníticas en el batolito de Santa Elena.

Se presentan en masas irregulares de color rosáceo o gris cuando no están alteradas, y aspecto granudo formado por cuarzo, feldespato potásico ligeramente caolinizado, plagioclasa y mica. En los bordes presentan, debido al enfriamiento más rápido, una textura porfídica con matriz subidiomórfica o alotriomórfica (granitos porfídicos).

La intrusión de la roca granítica produce un metamorfismo termal sobre la serie paleozoica originando una facies de corneanas en las zonas próximas y presencia de biotita en las zonas más retiradas.

## 2.1.- TECTONICA

Todos los materiales hasta el Carbonífero fueron ple-

gados en la orogenia Hercínica, imprimiendo el estilo tectónico dominante que, en su fase Astúrica, actuó con empujes de dirección N-S, siendo de tal intensidad que borró cualquier resto de plegamiento o discordancia anterior.

Este periodo compresivo dio lugar a:

- Pliegues casi perpendiculares entre sí, que se formaron en base a dos impulsos muy cercanos en el tiempo. Son pliegues volcados con vergencia N y dirección ONO-ESE y pliegues casi simétricos, con cabeceo unas veces al E y otras al O, con flancos con poca pendiente y muy amplios, y con dirección NNE-SSO. Posteriormente y en las últimas fases Hercínicas se produjo un plegamiento de menor intensidad dando pliegues en V o "kink-folds".
- Fracturas de tensión, longitudinales y transversales, relacionadas con esfuerzos tangenciales y fracturas oblicuas en general de gravedad.
- Emplazamiento de las rocas intrusivas.

También se observan fallas de dirección E-O y componente vertical siendo probablemente el resultado de la reactivación de fallas Hercínicas por movimientos alpinos (tectónica de bloques).

El esquema estructural de la zona, es un gran pliegue anticlinal debido a la primera fase de deformación. Este está plegado a su vez por el segundo impulso, que le produce abombamientos de diverso radio. Y por último, de un modo local, los movimientos tardíos, que originan los pliegues Kink, afectan a la magnitud de los buzamientos.

La transgresión del mar triásico formó una cuenca de ambiente continental depositándose los sedimentos en facies Bunt, y después de un amplio proceso erosivo durante todo el Mesozoico y parte del Terciario, se produce una nueva transgresión marina durante el Tortonense.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El pozo-galería, que da agua a los Baños de Montessoro, se localiza en el contacto por falla entre materiales devónicos. El drenaje de este punto, situado a la cota de 500 m, es escaso, dando un caudal mínimo de 80 l/min. Esto se debe a la poca permeabilidad que presentan los materiales paleozoicos, que a grandes rasgos se puede decir que están constituidos por una alternancia de areniscas y cuarcitas con pizarras. De estos, las pizarras son impermeables, siendo las areniscas las que tienen algo de interés hidrogeológico por su permeabilidad.

Tanto el agua almacenada en las areniscas, como el agua de lluvia que circula sobre la superficie del terreno y se infiltra hacia zonas más profundas a través de redes de diaclasas, fracturas, contactos mecánicos, etc., ascienden a favor de una fractura, una vez que el descenso se ve imposibilitado al encontrar materiales impermeables y/o áreas más cerradas a la base.

El agua, que dicha fractura drena a la superficie, presenta una cantidad de hierro muy elevada debido al paso de dicha agua por las zonas ferruginizadas y limonitizadas de los sedimentos paleozoicos.

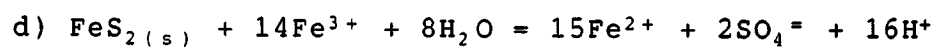
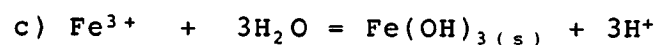
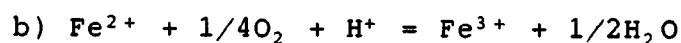
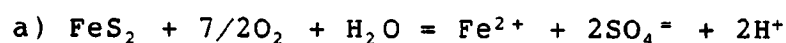
De todo ello se deduce, que el caudal del manantial, además de estar condicionado por la fracturación de la zona,

por los materiales y su poca permeabilidad, depende de la pluviometría, siendo en este área escasa.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Manantial de carácter reductor (-14 mV), con un pH fuertemente ácido (3,75 en campo) y una temperatura de 13,5°C. El agua es de carácter sulfatado magnésico, con una conductividad de 1210  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y abundantísima precipitación de hierro.

Las peculiares características de esta surgencia corresponden a las de aguas en contacto con mineralizaciones de sulfuros metálicos -obviamente muy ricas en hierro-, de cuya presencia se tiene constancia según se ha indicado en los apartados precedentes. Su alteración a través de procesos de oxidación del ión  $\text{S}^=$  a  $\text{SO}_4^=$ , es responsable del enriquecimiento del agua en este último ión, así como de la puesta en solución del  $\text{Fe}^{2+}$  y de la intensa acidificación que provoca la ausencia de  $\text{CO}_3^=$  y  $\text{HCO}_3^-$ . El siguiente ejemplo -oxidación de la pirita- muestra el tipo de reacciones involucradas:



La oxidación del sulfuro (pirita) a sulfato libera el Fe(II) en disolución así como iones  $\text{H}^+$  (reacción a), que elevan la acidez. A continuación, el Fe(II) se oxida a Fe(III) (reacción b) que se hidroliza para formar hidróxido férrico



insoluble (reacción c), incrementando también la acidez por liberación de iones H+. Asimismo, el Fe(III) puede ser reducido por la pirita en cuya reacción (d) el sulfuro es igualmente oxidado, se incrementa la acidez (liberación de H+) y el Fe(II) formado puede incorporarse de nuevo al ciclo de estas reacciones.

Además del hierro liberado en el proceso y que tiñe de un color ocre característico todas las superficies en contacto con el agua, ésta presenta también un elevado contenido en manganeso (6,19 y 0,68 mg/l de Fe<sup>2+</sup> y Mn respectivamente). Cabe citar también la concentración en cinc: 0,19 mg/l.

En lo que respecta al gas asociado a la surgencia, de acuerdo con el análisis realizado su composición resulta predominantemente nitrogenada (96%V N<sub>2</sub>), con un contenido en O<sub>2</sub> de 2,2%V. La génesis de este tipo de gases suele estar relacionada con los procesos de reducción que experimenta el aire atmosférico disuelto en el agua de recarga, que provocan una importante disminución en su contenido en oxígeno. Asimismo, durante el tránsito subterráneo se producen aportes de otros gases, que en el presente caso dan lugar a un enriquecimiento en H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> (0,0029, 0,018 y 1,5 %V respectivamente).

##### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El perímetro de protección se estima en base a la poca permeabilidad que presentan los materiales paleozoicos, por lo que sus zonas de debilidad ante la contaminación se centran en los contactos mecánicos, fracturas, etc.; y a la superficie del terreno directamente relacionada con la surgencia en la que los agentes externos junto con la acción del hombre puedan ocasionar variaciones tanto cualitativas como

**ANALISIS QUIMICO**  
 \*====\*

DENOMINACION: BALNEARIO DE MONTESORDO  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 13.5                      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 1210  
 pH a 13°C: 3.75                              DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 346  
 pH a 18°C: 3.00                              Eh campo (mV): -14

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
HCO3-	-	-	-	-
CO3=	-	-	-	-
SO4=	338.00	3.519	7.037	89.49
Cl-	28.00	.790	.790	10.05
F-	<5.0E-1	.026	.026	.33
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.10
SiO2(H4SiO4)	17.0	.283	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	384.060	4.626	7.863	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
Na+	12.00	.522	.522	6.75
K+	1.00	.026	.026	.33
Ca++	30.00	.749	1.497	19.37
Mg++	65.00	2.673	5.347	69.19
Fe++	6.190	.111	.222	2.87
Li+	.14	.020	.020	.26
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.72
NH4+	.120	.007	.007	.09
Mn++	.680	.012	.025	.32
Pb	0.034	0.000	-	-
Zn++	.190	.003	.006	.08
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	115.904	4.142	7.728	

FORMULA ANIONICA : SO4= >Cl- >F- >NO3-  
 FORMULA CATIONICA: Mg++ >Ca++ >Na+ >Fe++

CLASIFICACION: SULFATADA -- MAGNESICA

	Cl/Na =	1.513	(SO4*Ca)^1/2 =	3.246	
	Cl/(Na+K) =	1.443	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	3.828	
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.028	SO4/Ca =	4.701	Mg/Ca =	3.572
		SO4/(Ca+Mg) =	1.028		

ARCHIVO EN DISCO: MMJ15 (AMA3-15)

	ppm
R.S. 110°C	836
D.Q.O.	1,1
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO - C.S.I.C.  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AMBIENTAL  
JORGE GIRONA SALGADO, 18-26 08034 BARCELONA  
TELÉFONOS 204 06 00 - 205 00 63 TELEX: 97977

ANALISIS DE GASES .

MUESTRA: AMA3-15

	<u>%V</u>
He	<0,001
H <sub>2</sub>	0,0029
O <sub>2</sub>	2,2
N <sub>2</sub>	96
CH <sub>4</sub>	0,018
CO <sub>2</sub>	1,5

MUESTRA: BAÑOS DE MONTESORDO (LA CAROLINA)

cuantitativas del agua del manantial. Por lo que se propone un área de protección de 0,55 km<sup>2</sup>.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- EXPLORACION GEOLOGICO-MINERA DEL AREA LINARES-LA CAROLINA-SANTA ELENA (JAEN). Memoria. Diciembre 1983. ITGE
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 884 (La Carolina). MAGNA-ITGE.

# BALNEARIO DE MONTESORDO ( LA CAROLINA )

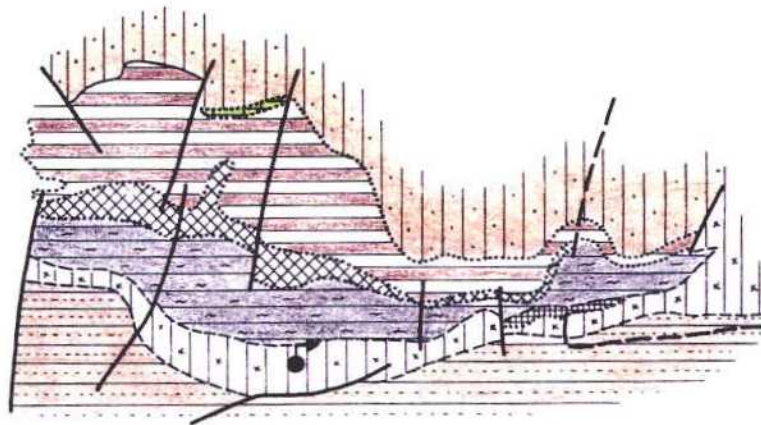
## PLANO GEOLOGICO

445.000

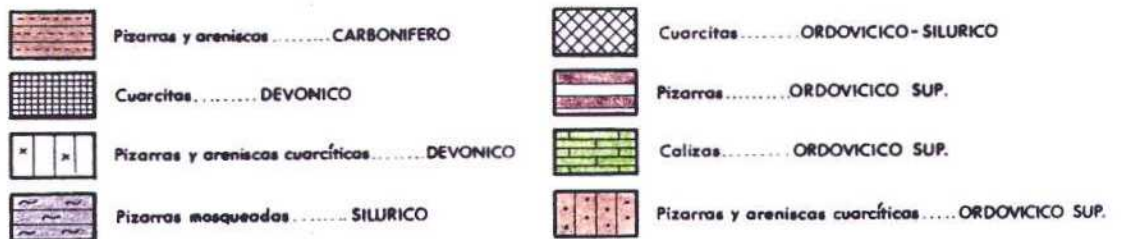
447.000

4.241.000

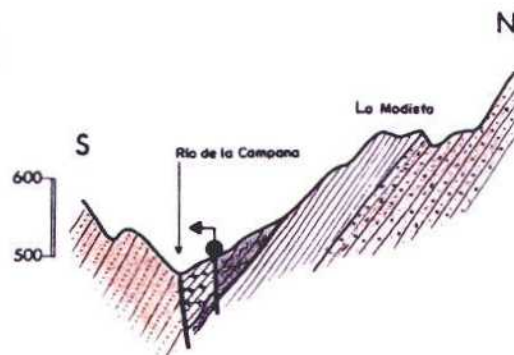
4.239.000



ESCALA-1: 50.000



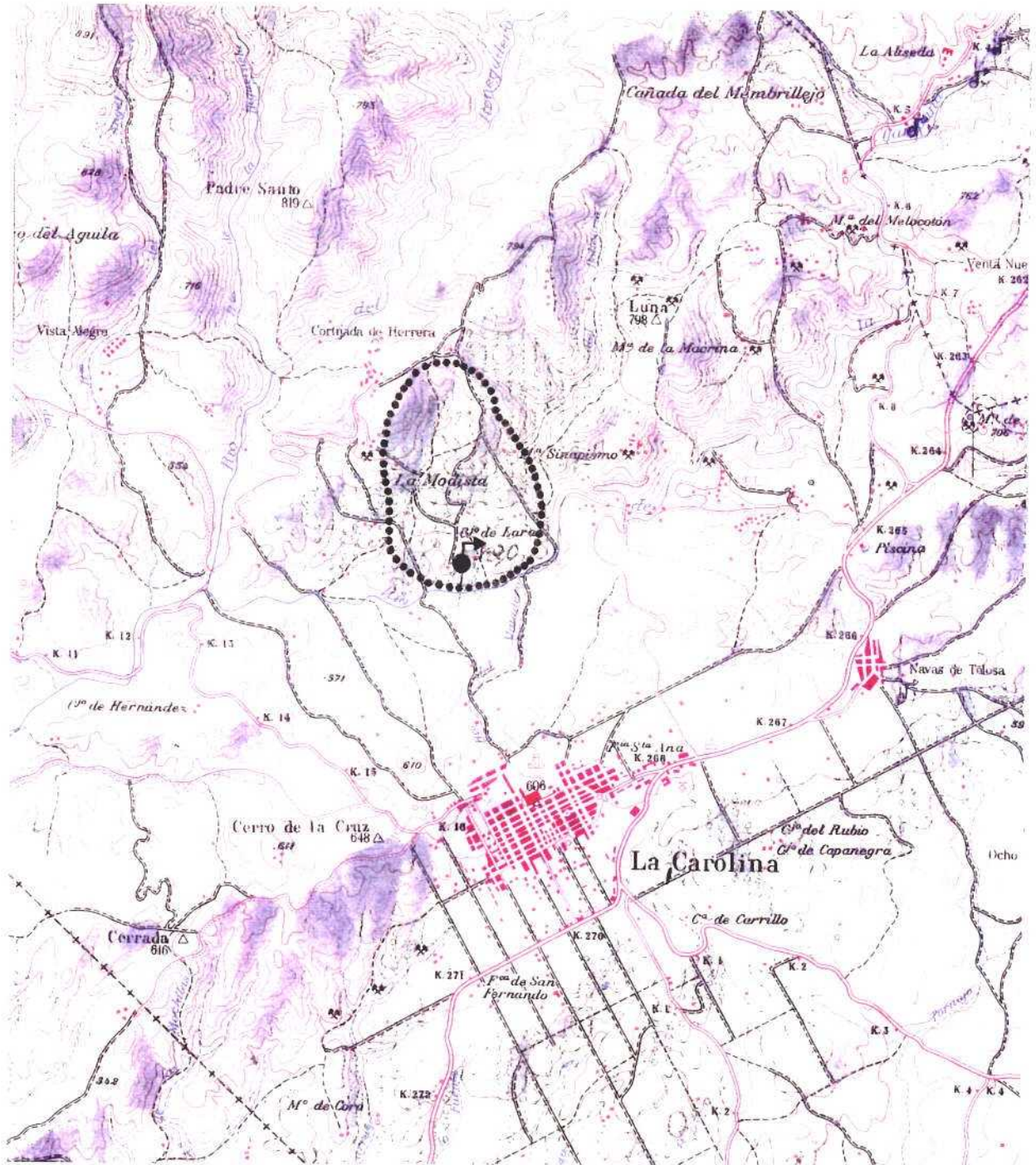
## CORTE GEOLOGICO



ESCALA-1: 50.000

# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## BALNEARIO DE MONTESORDO



ESCALA - 1:50.000

MANANTIALES GRUPO DE LA PANDERA (LOS VILLARES)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Bajo el nombre de "Grupo de La Pandera", se reúne a un total de 17 manantiales ubicados en la ladera Norte de Sierra de La Pandera, en el término municipal de Los Villares, y donde la sociedad Urbanizadora La Pandera ha proyectado la instalación de una planta embotelladora de agua.

La finca de La Pandera está situada a unos 6 kilómetros del núcleo de Los Villares y a 19 km de Jaén. Se accede por la carretera comarcal 3221, y entre los puntos kilométricos 18 y 19 se toma un camino asfaltado que conduce a la cima de la Sierra. Acoge a numerosas urbanizaciones de propiedad privada. Dentro de ella la Sociedad Urbanizadora La Pandera ocupa unos terrenos de 590 has. La zona cuenta con una inmensa riqueza paisajística y de flora y fauna, lo que llevó a la sociedad a realizar un consorcio con el IARA para la repoblación de más de 50.000 encinas y numerosos pinos.

Del grupo de 17 manantiales, los tres más representativos son los llamados Caño Gordo, Arroyo Cerezo y Fuente del Llorón. Se localizan dentro de la hoja topográfica nº 969 (Valdepeñas de Jaén) a escala 1/50.000, siendo las coordenadas UTM: de este último punto citado  $X = 429375$  e  $Y = 4167525$ , su cota de 1.080 m.s.n.m.



## 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

De la riqueza del agua en esta zona ya dan cuenta documentos de la época de los Reyes Católicos.

Es en Septiembre de 1986 cuando se encarga de forma privada al farmacéutico José Miguel Arias de Saavedra la elaboración de unos primeros informes microbiológicos que concluyeron que el agua analizada cumplía en todos los parámetros ensayados las especificaciones establecidas en el Real Decreto de 24 de Julio de 1981, para las aguas de manantial. Estos informes precisaron que se trata de un agua de mineralización débil, limpida, transparente, incolora e inodora con sabor agradable.

D. José Chamorro Campos anterior propietario de la finca, legalizó ante el Distrito Minero de la Provincia de Jaén, los 17 aprovechamientos de agua subterránea de su propiedad, en escrito de fecha 30 de septiembre de 1968.

En informe de 19 de Mayo de 1988, la Delegación Provincial de la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía, se modificó la titularidad correspondiente a 17 manantiales situados en la finca La Pandera, a nombre de D. José Fernández Galan, y cuya relación se expone a continuación. El Espinarillo, Fuente de Los Caballeros, Los Portezuelos, Fuente del Chalet, El Espinarillo nº 2, Arroyo del Cerezo (2), Arroyo del Cerezo (galería), La Sabuquera, Fuente Nueva, Fuente del Camino del Llorón, Caseria Vieja y El Borbotillo.

Es en noviembre de 1988 cuando se inicia una segunda fase de análisis por parte del itge en la fuente del llorón, realizándose durante un año 12 análisis, uno por cada mes,

efectuados el mismo día, declarándose por parte de este organismo como agua de manantial envasada. (Informe ITGE 24 febrero de 1989).

Una vez realizados estos trámites, se inició el expediente para la creación de una planta fabricadora de botellas y embotelladora de agua mineral "Sierra de Jaén". La Comisión Provincial de Urbanismo da su aprobación.

La sociedad promotora de esta planta "Sierra de Jaén" está compuesta por empresarios de Jaén (Fernando Jurado, Juan Antonio Fernández, etc.). El presupuesto de la inversión es del orden de 1.000 millones de pesetas y tendrá una capacidad de producción de 200.000 litros diarios.

La solicitud de declaración de condición de mineral natural de las aguas procedentes de fuente del Llorón, viene publicada en el BOJA nº 70, de fecha 1 de septiembre de 1989.

Posteriormente esta misma Sociedad solicita la declaración de la condición mineral natural de las aguas procedentes del manantial Fuente de Caño Gordo, solicitud que viene publicada en el Boletín Oficial de la provincia de 6 de marzo de 1991.

Un informe hidrogeológico emitido por la propia Sociedad solicita un perímetro de protección de 500 metros de radio para la fuente de Caño Gordo y de 1.000 metros para la fuente del Llorón.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

La Sierra de La Pandera, enclave donde se encuentran

ubicados los manantiales del estudio pertenece al dominio del Subbético Externo.

Los materiales presentes en el área de estudio son fundamentalmente de naturaleza carbonatada, pertenecientes a la Unidad tectónica denominada como Grajales-Mentidero, y cuya secuencia estratigráfica se describe como sigue de muro a techo.

- Arcillas y margas abigarradas con yeso. Forman un conjunto en el que predominan las arcillas versicolores con abundantes yesos, encontrándose de forma dispersa enclaves de roca subvolcánica (ofitas), materiales carbonatados y niveles de areniscas. Su potencia es muy difícil de calcular, pero podría ser de más de 1.000 m, asignándose gran parte de estos materiales a la facies Keuper del Triásico Superior. Su participación en la tectónica como elementos de despegue, implica que la mayor parte de los contactos con los materiales superiores se representan como mecánicos.
- Dolomías masivas. Esta Unidad está bien representada en la Sierra de La Pandera, constituyendo prácticamente todo el relieve carbonatado. La potencia máxima de esta unidad se alcanza también en este sector, observándose espesores de hasta 700-800 m.

El contacto inferior de la Unidad suele estar brechificado y muy alterado, presentando tonos rojizos con presencia de calizas y dolomías oquerosas muy recristalizadas. Por encima se sitúan dolomías de color gris que constituyen la mayor parte de la Unidad. Su aspecto es masivo, aunque en algunos afloramientos pueden observarse capas del orden de decimétrico a métrico, más frecuentes a techo de la unidad. En conjunto constituye un relieve cárstico, con la presen-

cia de abundantes dolinas y una elevada red de fracturación y fisuración, que es la responsable de la intensa circulación de las aguas subterráneas.

- Calizas tableadas de color beige y blanco. A techo de la Unidad anterior se encuentra una serie de calizas tableadas de tonos beig y blancos, diferenciándose un acusado cambio de color. Su potencia es muy variable puede alcanzar hasta 300 metros aunque en la zona de estudio, no pasa de varias decenas de metros.

Los metros finales de esta unidad suelen aparecer formados por calizas oolíticas, calizas de crinoides, niveles brechoides, etc. Se le atribuye una edad Sinemuriense. Toar-cense Inferior-Medio (Lias Superior).

Toda esta serie liásica culmina con un marcado "hard-ground" ferruginoso que presenta a veces pisolitos y niveles de fosfatos.

- Margocalizas y margas grises y amarillas. Representan los términos más altos en la estructura sinclinal en la Sierra de La Pandera, ocupando el núcleo de la misma. Su potencia es variable, aunque en este sector no sobrepasa los 20 metros, y su edad abarca desde el Domerense al Dogger.

El resto de la serie subbética no está representada en La Pandera. Conviene citar al grupo de materiales cretáceos formados por margocalizas y margas blancas; limolitas y arenas bioclásticas, que rodean a la Unidad de Pandera, que pertenecen a las llamadas Unidades Intermedias.

- Los depósitos cuaternarios en el área de estudio están representados por las brechas con matriz roja, compuesta de

megabloques jurásicos y a veces cretáceos, algo redondeados y empastados en una matriz arcillosa roja. Están relacionados con el desmantelamiento de los relieves desarrollados en los materiales más competentes, en casi todas las vertientes de la Sierra de La Pandera.

En la cabecera de Río Frío, en la ladera N-NE de la Sierra de La Pandera, se han desarrollado los depósitos cuaternarios recientes o Coluviones. Se trata de acumulaciones de cantos y bloques empastados en margas o arcillas, dependiendo de la zona donde se encuentran instalados dichos depósitos.

#### 2.1.- TECTONICA

La estructura interna de la unidad viene condicionada por un sinclinal de dirección N150E en cuyo núcleo llegan a aflorar materiales cretácicos, y por una falla inversa localizada en la zona central que superpone las dolomías liásicas al Cretácico.

El conjunto es una masa alóctona en cuya base frecuentemente se localizan afloramientos de margas y arcillas triásicas, que se dispone sobre margas y margocalizas cretácicas de las Unidades Intermedias. En su sector Noroccidental se encuentra cubierto por materiales impermeables del Mioceno medio, pertenecientes a la Depresión del Guadalquivir mientras que en el borde oriental lo está por una importante masa alóctona triásica. El resto de la Unidad se encuentra colgada aunque localmente se enraiza algo merced a fracturas normales.

Las direcciones preferenciales de fracturas, en la zona de La Pandera vienen dadas por N30-600, N10-30E y E-0.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

El acuífero que alimenta a los numerosos manantiales tanto de la vertiente Norte como Sur de la Sierra de La Pandera está constituido por los materiales carbonatados del Lias. En estos materiales debido a sus numerosas diaclasas y fracturas, se ha desarrollado una acentuada morfología cársica, testigo de ello son los ejemplares modelos de dolinas alojadas en las zonas altas de la Sierra, mientras que en toda la ladera Norte (área del nacimiento del grupo de manantiales de Pandera) se ha desarrollado un potente coluvión, impidiendo la visualización de las series estratigráficas y accidentes tectónicos.

Como se ha comentado en el capítulo anterior la Unidad de La Pandera es un alóctono en cuya base se localizan las margas y arcillas triásicas, estando afectada esta base impermeable por fracturas y flexuras que han originado la creación de umbrales así como de fasas. Uno de estos umbrales se sitúa en el borde oriental de la Sierra de La Pandera, a cotas superiores a la del nivel piezométrico, lo que ha condicionado la existencia de un sector con funcionamiento hidráulico independiente del resto de la Unidad.

La superficie total es de unos 75 km<sup>2</sup> de los que 70 km<sup>2</sup> corresponden a materiales permeables. Entre estos últimos, el sector de Sierra de La Pandera ocuparía de 13 a 15 km<sup>2</sup>. En su parte central es atravesada de Norte a Sur por el río Quebrajano, el cual se encuentra regulado por el embalse del mismo nombre.

La salida de la Unidad en el sector NE se centraliza en el manantial de Río Frío, con un caudal medio de 127 l/s y a una cota aproximada de 940 m.s.n.m. En parte se utiliza para el abastecimiento urbano de Jaén y Los Villares con 60 y 20 l/s respectivamente.

A cota entre 1.000 y 1.100 m.s.n.m. afloran el grupo de manantiales de La Pandera, principalmente Caño Gordo, Arroyo Cerezo y Fuente del Llorón, con caudales inferiores a 1 l/s hasta 3 l/s.

De Fuente Llorón se tienen los siguientes caudales en determinadas fechas:

-10-1988:	1,26	(l/s)
-11-1988:	1,18	"
28-08-1989:	0,77	"
08-11-1990:	1,50	"

El ITGE ha realizado una serie de hidrogramas con los datos de aforos en las principales salidas de la Unidad de La Pandera (Río Frío y Mingo) donde se observa que la respuesta a las precipitaciones está retardada en uno o dos meses y es poco significativo el incremento que sufre el caudal ante un mes aislado de elevadas precipitaciones. La curva de vaciado en la surgencia de Río Frío parece presentar dos tramos, uno de descenso brusco de caudal y otro más moderado. Estos dos tramos podrían indicar la existencia de dos esquemas circulatorios, uno de mayor velocidad que se produciría posiblemente por conductos bien definidos y otro más lento que lo haría a través de dioclado y/o fracturas poco desarrolladas.

El sector drenado por Río Frío ocupa una extensión de unos 13-15 km<sup>2</sup> en el que se estiman unas precipitaciones medias de 1.000 mm lo que implica una aportación de 13-15 Hm<sup>3</sup>.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Las muestras analizadas corresponden a los manantiales El Llorón, Arroyo Cerezo y Caño Gordo, cuyas características generales se resumen en la siguiente tabla:

	SURGENCIA	pH <sub>1</sub> *	T <sup>a</sup> . (°C)	Eh (mV)	Cond. (μS/cm)	NATURALEZA
A	EL LLORON	8,3	11,5	+121	294	Bic. Cálc.
B	ARROYO CEREZO	8,3	10,5	+149	271	Bic. Cálc.
C	CAÑO GORDO	8,3	10,2	+100	382	Bic. Cálc.

\* Determinaciones de laboratorio (no se pudieron realizar in situ por avería del electrodo)

De acuerdo con estos datos y según se observa en el diagrama de Schoeller-Berkaloff, las tres muestras presentan una composición muy semejante. Se trata en todos los casos de aguas bicarbonatadas cálcicas poco mineralizadas. Si bien el pH determinado en laboratorio es básico, es poco probable que su valor en campo sea el mismo, dado que dicho parámetro varía con el tiempo (fig. 1).

El predominio neto de los iones HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y Ca<sup>2+</sup> así como las bajas concentraciones de otras especies tales como SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y SiO<sub>2</sub>, apuntan hacia un acuífero fundamentalmente carbonatado, que como señala el estudio hidrogeológico correspondería a la formación carbonatada liásica. La circu-



lación de tipo kárstico que caracteriza a esta última sería la responsable del bajo nivel de mineralización del agua.

En la figura 2 se han recogido los diagramas de saturación correspondientes a una serie de minerales, en los que destaca la sobresaturación existente para la totalidad de las muestras. Conviene precisar no obstante que estos resultados no son totalmente fiables, dado que los pHs tomados como referencia para el cálculo son los de laboratorio.

Por último cabe destacar que las concentraciones en componentes minoritarios y traza se encuentran en niveles muy bajos, salvo en el caso de la muestra correspondiente a Arroyo Cerezo, en la que se han detectado indicios de nitritos: 0,07 mg/l. Este valor es inferior a la concentración máxima admisible fijada por la Reglamentación Técnico-Sanitaria (0,1 mg/l), pero debe ser tenido en cuenta de cara a las previsiones de embotellado del agua existentes.

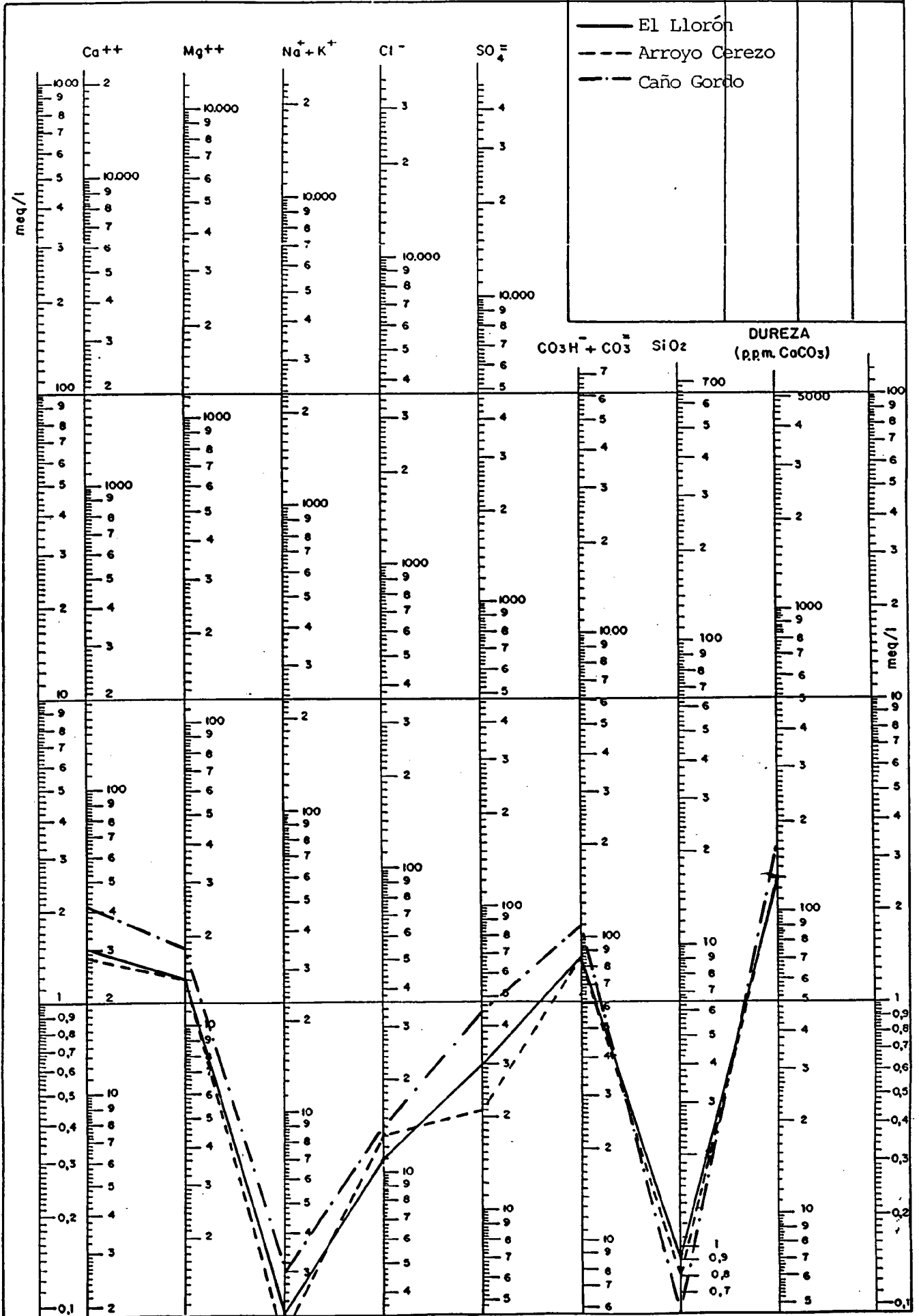
##### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Para el grupo de manantiales de La Pandera se propone un área con una superficie aproximada de 22 km<sup>2</sup> que abarca todo el sector occidental de la Sierra de la Pandera. Como se indicaba en el capítulo de Tectónica, esta sierra formada por un conjunto de materiales carbonatados con una estructura sinclinal cuyo eje principal tiene una dirección N150E, flotando sobre las margas cretáceas de la Unidad Intermedia, que le sirven de nivel impermeable.

El mayor número de surgencias se encuentran en la vertiente Norte de la Sierra, desarrollándose unos potentes depósitos recientes impidiendo ver claramente el contacto de las calizas con los materiales más blandos. El límite Sur lo

FIG. . - MANANTIALES GRUPO DE LA PANDERA

MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
— El Llorón			
- - - Arroyo Cerezo			
- · - Caño Gordo			



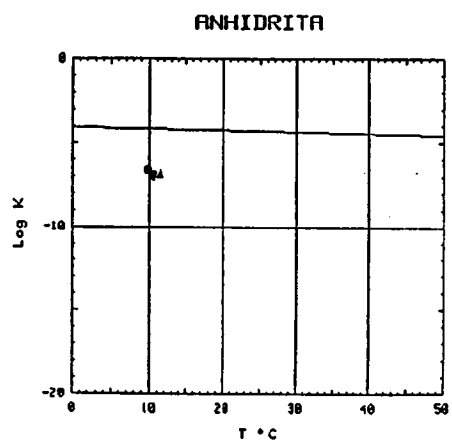
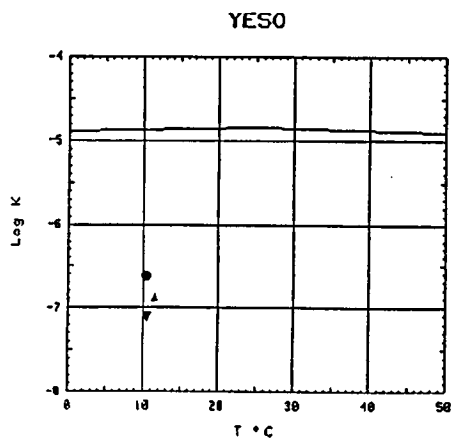
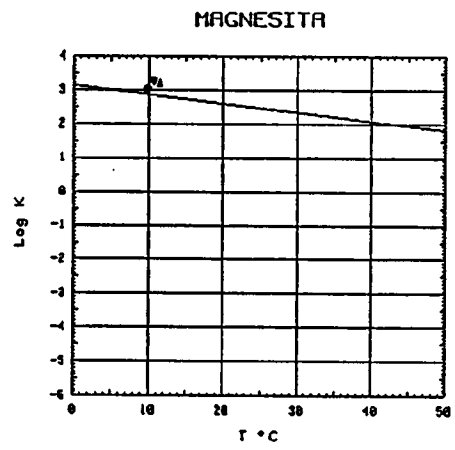
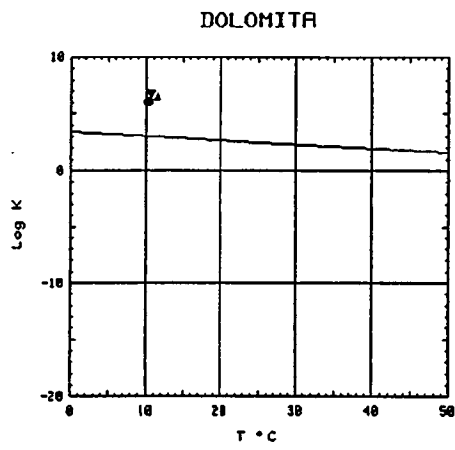
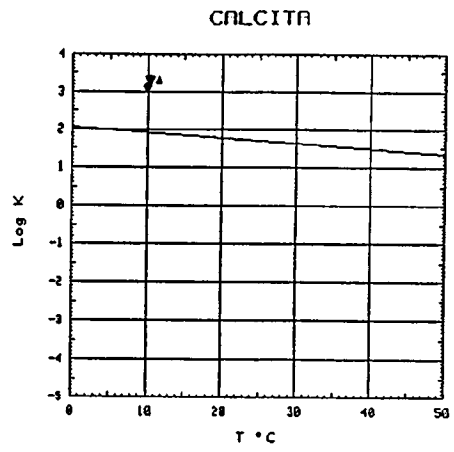
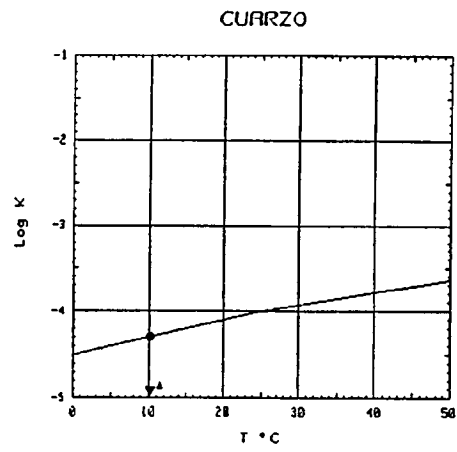


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE FUENTE DEL LLORON (▲), ARROYO CEREZO (▼) Y CAÑO GORDO (●).

# ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: FUENTE DEL LLORON  
 FECHA:

TEMPERATURA (°C): 11.5      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 294  
 pH a 11°C: \*      DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 133  
 pH a 18°C: 8.30      Eh campo (mV): 121

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	73.00	1.196	1.196	44.20
CO3=	14.00	.233	.467	17.24
SO4=	30.00	.312	.625	23.08
Cl-	11.00	.310	.310	11.46
F-	<5.0E-1	.026	.026	.97
NO3-	5.00	.081	.081	2.98
SiO2(H4SiO4)	.9	.015	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.06
TOTAL....	134.460	2.175	2.707	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	2.00	.087	.087	3.09
K+	<5.0E-1	.013	.013	.45
Ca++	30.00	.749	1.497	53.17
Mg++	14.00	.576	1.152	40.90
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.26
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.97
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.02
Mn++	.007	0.000	0.000	.01
Pb	.068	0.000	-	-
Zn++	.050	.001	.002	.05
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.06
TOTAL....	47.245	1.453	2.815	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.111	Cl/Na =	3.567	(SO4*Ca)^1/2 =	.967
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.628	Cl/(Na+K) =	3.110	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.585
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	1.289	SO4/Ca =	.417	Mg/Ca =	.769
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.864	SO4/(Ca+Mg) =	.236	Cl/CO3H =	.259

ARCHIVO EN DISCO: MMJ27 (AMA3-27)

	ppm
R.S. 110°C	185
D.Q.O.	1,0
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

## ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: ARROYO CEREZO  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C):	10.5	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	271
pH a 10°C:	*	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	128
pH a 18°C:	8.30	Eh campo (mV):	149

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	72.00	1.180	1.180	44.71
CO3=	16.00	.267	.533	20.20
SO4=	21.00	.219	.437	16.56
Cl-	14.00	.395	.395	14.96
F-	<5.0E-1	.026	.026	1.00
NO3-	4.00	.065	.065	2.44
SiO2(H4SiO4)	.8	.013	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	.070	.002	.002	.06
P205	<5.0E-2	.001	.002	.06
TOTAL....	128.420	2.166	2.639	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	1.00	.044	.044	1.63
K+	<5.0E-1	.013	.013	.48
Ca++	28.00	.699	1.397	52.29
Mg++	14.00	.576	1.152	43.10
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.27
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	2.08
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.02
Mn++	.006	0.000	0.000	.01
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.06
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.06
TOTAL....	44.186	1.359	2.672	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.226	Cl/Na =	9.079	(SO4*Ca)^1/2 =	.782
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.672	Cl/(Na+K) =	7.017	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.573
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	1.248	SO4/Ca =	.313	Mg/Ca =	.824
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.844	SO4/(Ca+Mg) =	.172	Cl/CO3H =	.335

ARCHIVO EN DISCO: MMJ28 (AMA3-28)

	ppm
R.S. 110°C	168
D.Q.O.	1,1
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

# ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: CAÑO GORDO  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 10.2      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 382  
 pH a 10°C: \*      DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 177  
 pH a 18°C: 8.30      Eh campo (mV): 100

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	109.00	1.787	1.787	51.19
CO3=	9.00	.150	.300	8.59
SO4=	44.00	.458	.916	26.25
Cl-	14.00	.395	.395	11.32
F-	<5.0E-1	.026	.026	.75
NO3-	4.00	.065	.065	1.85
SiO2 (H4SiO4)	.6	.010	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.05
TOTAL.....	181.160	2.891	3.490	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	2.00	.087	.087	2.35
K+	1.00	.026	.026	.69
Ca++	41.00	1.023	2.046	55.15
Mg++	18.00	.740	1.481	39.92
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.19
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.50
NH4+	.010	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	0.037	0.000	-	-
Zn++	.160	.002	.005	.13
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.04
TOTAL.....	62.822	1.906	3.710	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA

$(CO3H+CO3)/Ca = 1.020$      $Cl/Na = 4.540$      $(SO4*Ca)^{1/2} = 1.369$   
 $(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .592$      $Cl/(Na+K) = 3.508$      $(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .607$   
 $((CO3H)^2*Ca)^{1/3} = 1.869$      $SO4/Ca = .448$      $Mg/Ca = .724$   
 $(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .851$      $SO4/(Ca+Mg) = .260$      $Cl/CO3H = .221$

ARCHIVO EN DISCO: MMJ29 (AMA3-29)

	ppm
R.S. 110°C	220
D.Q.O.	1,1
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

constituye el contacto de los carbonatos con la cuña de materiales triásicos, desplazándose de la línea divisoria de aguas superficiales, ya que la disposición estructural de las capas permitirá un flujo de agua subterránea hacia el Norte.

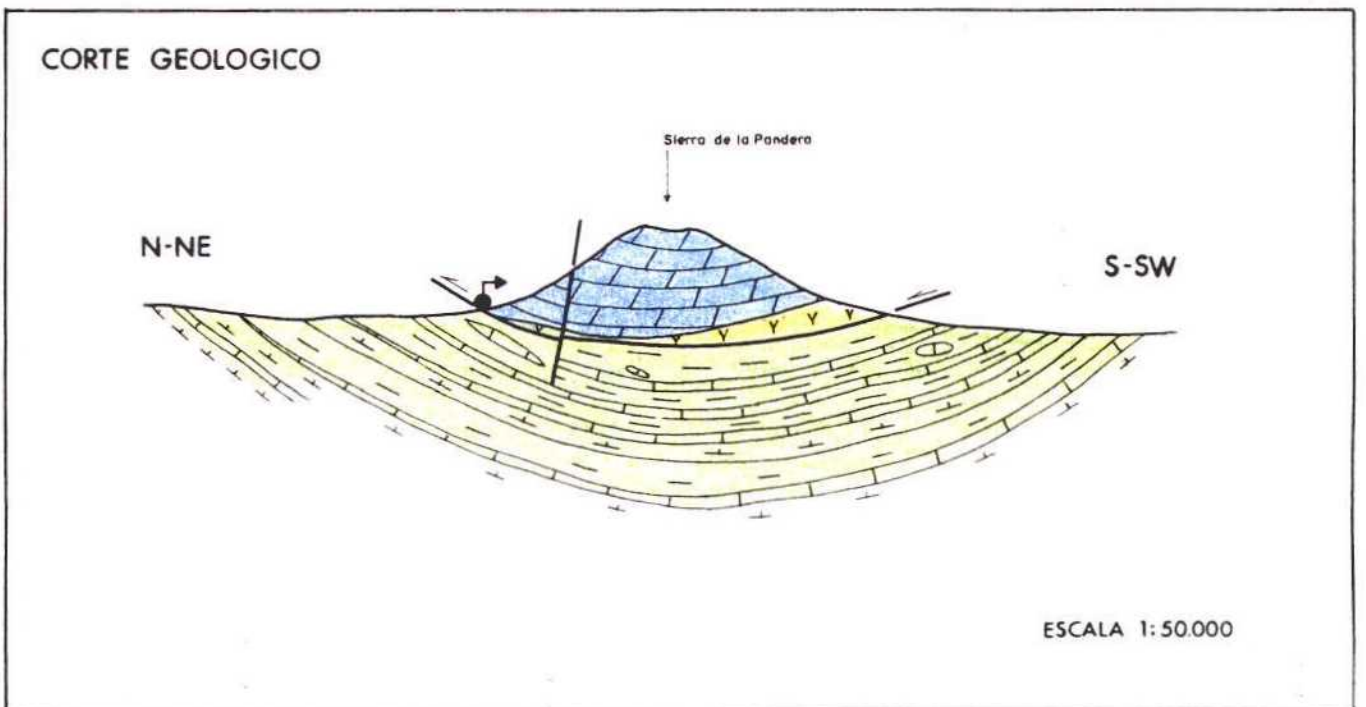
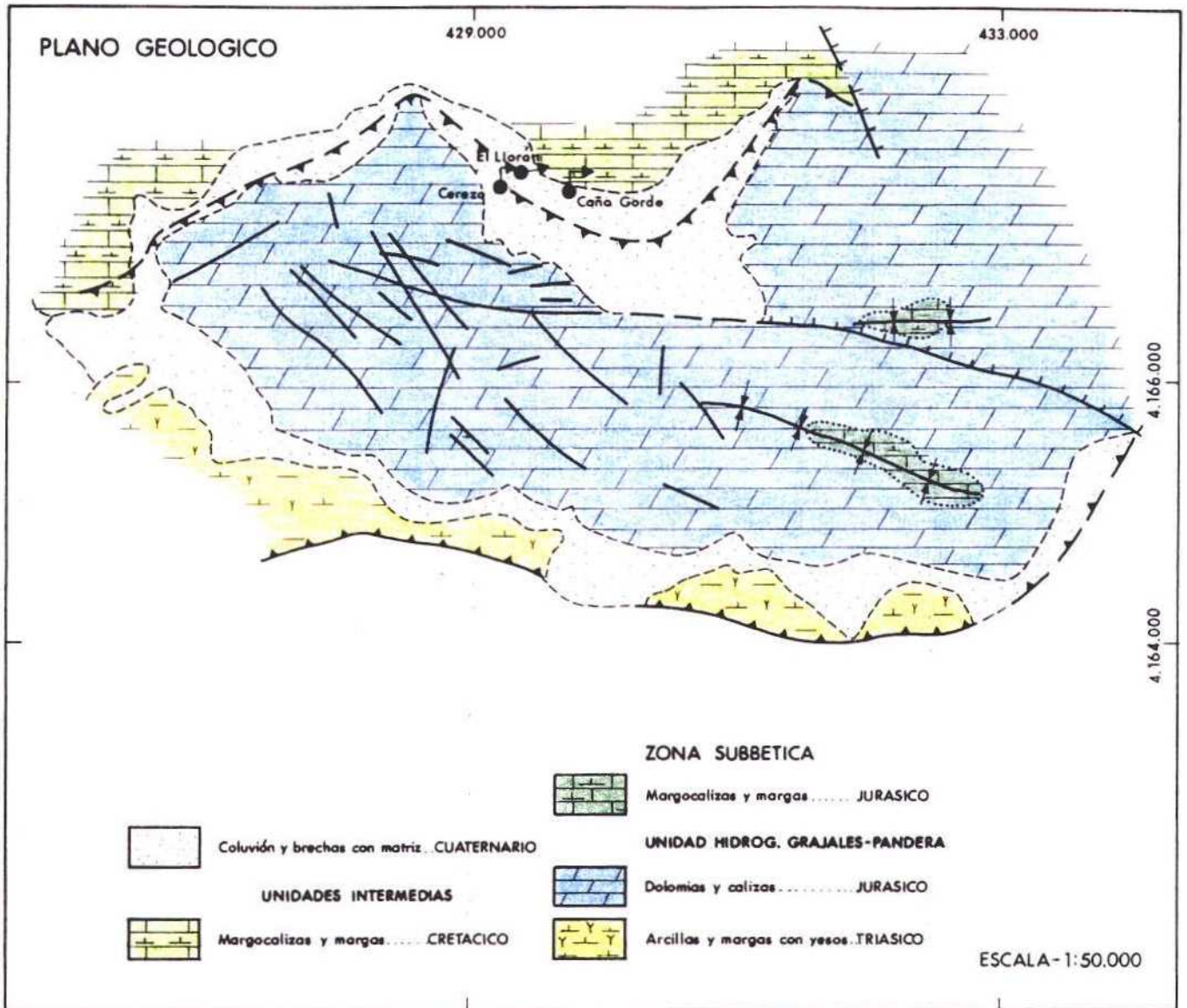
De esta manera también se protege a los distintos barrancos que canalizan las aguas superficiales hacia la zona de manantiales desde su cabecera, como es el caso de Rio Frío y arroyos laterales.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 969 (Valdepeñas de Jaén). MAGNA-ITGE.

# GRUPO LA PANDERA

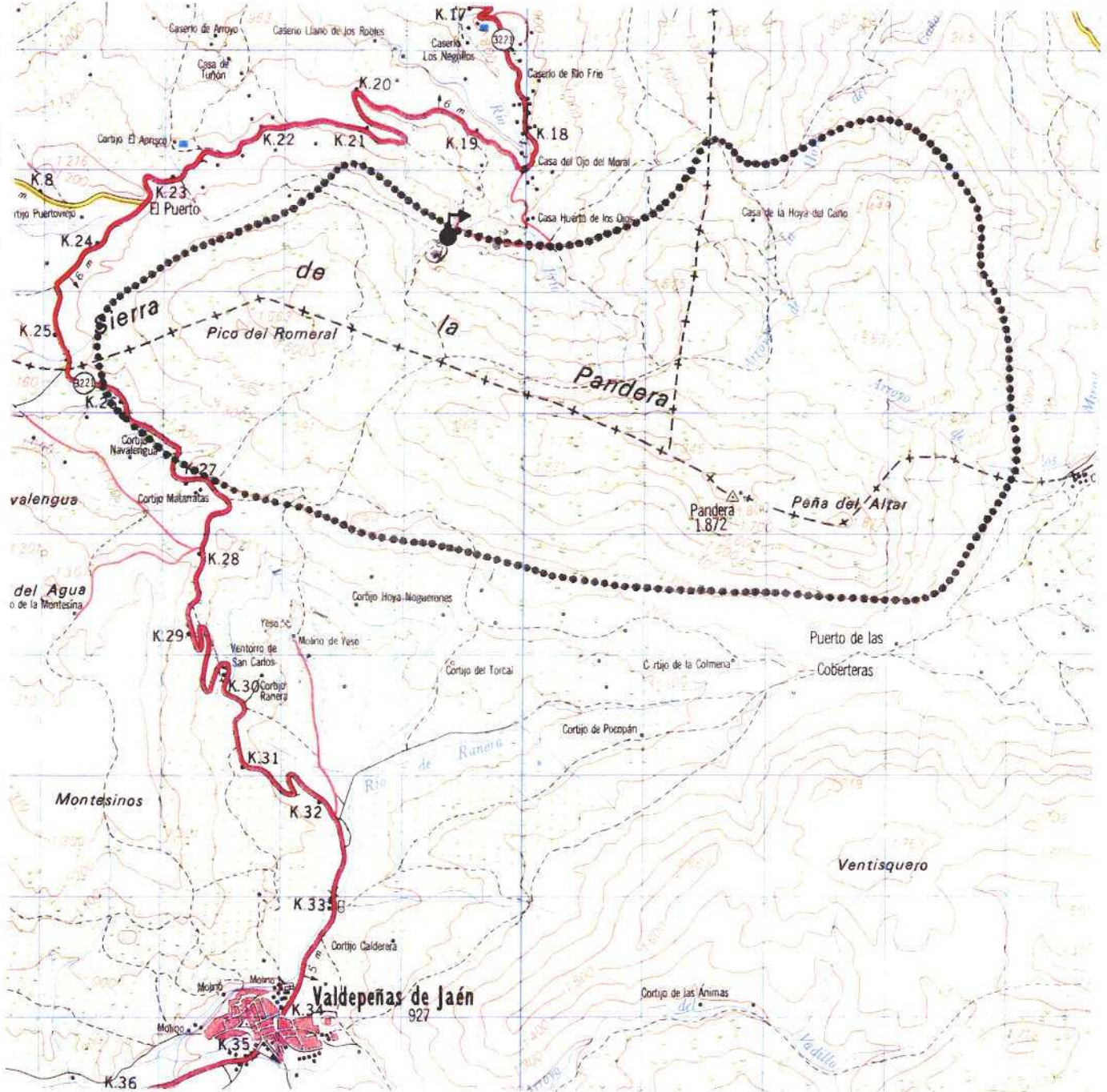
## (LOS VILARES)





# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## GRUPO DE LA PANDERA



ESCALA - 1:50.000

BALNEARIO DE MARMOLEJO (MARMOLEJO)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El Balneario de Marmolejo se localiza a unos 2,5 km de dicha población, en el margen derecho de la carretera que conduce hacia Cardeña y Puertollano, justo antes del puente que cruza el río Guadalquivir. De hecho, el Balneario se encuentra en la inmediata proximidad de dicho curso de agua, en su margen izquierda.

La distancia a Jaén capital, por Bailén, desde donde la mayor parte del trayecto (hasta después de Andújar) se realiza por autovía (la carretera Madrid-Cádiz) es de unos 70-80 km. Desde Jaén también puede accederse a Marmolejo vía Torredonjimeno-Arjona, en lo que constituye un trazado más directo aunque por una carretera de bastante menos calidad.

Además del Balneario propiamente dicho, existen otros puntos que se incluyen igualmente en esta descripción, distribuidos a lo largo de una extensión de algo más de 1 km<sup>2</sup>. Todos ellos se localizan en la margen derecha del río Guadalquivir. En dos casos (Fuente del Perro y Fuente de los Socialistas) el acceso no plantea inconvenientes, pues se encuentran al borde mismo de sendas carreteras (las que conducen a la Ermita de San José y a Cardeña-Puertollano, respectivamente). El acceso a los otros puntos del grupo descrito es por caminos sin asfaltar, que salen a la derecha de la citada

En la actualidad se está en trámites (BOJA nº 18, del 27-02-90) para conducir también a la planta embotelladora el agua procedente de los sondeos (nº 102 y nº 103) realizados en el entorno de los tres últimos manantiales citados.

Las aguas son embotelladas con la denominación "Agua mineral del Balneario Marmolejo", tanto "con gas" como "sin gas".

La empresa propietaria actual es "Luis Cases, S.A." que hasta hace poco también lo era del Gran Hotel Balneario, situado en el núcleo urbano. Dicho establecimiento ha pasado recientemente a su propiedad de la empresa "Confortel, S.A."; su categoría es tres estrellas.

En cuanto a referencias históricas, el Balneario de Marmolejo aparece ya en la relación de estos establecimientos declarados como de Utilidad Pública por el Ministerio de la Gobernación en 1870. También se incluye en una relación de balnearios publicada en 1928 en la Gaceta de Madrid (nº 117).

En el libro "Elementos de Hidrología Médica" (Doz Gómez y Bùilla Alegre, 1887) se cita al Balneario de Marmolejo. Tras comentar algunas características de los manantiales y de las aguas, así como de sus aplicaciones terapéuticas, se hace constar que "la instalación promete ser buena así que estén concluídas las obras que se están haciendo". También aparece referenciado en la lista de las principales aguas minero-medicinales de España que hace el Diccionario Enciclopédico Espasa.

Este balneario es citado también en dos relaciones de puntos minero-medicinales de España, confeccionados por el Instituto Geológico y Minero de España, en 1913 y 1947.

carretera de Cardeñoa-Puertollano. Nos remitimos a las coordenadas geográficas y a los croquis de situación en las fichas correspondientes de inventario para su localización más exacta.

Todos los puntos se encuentran dentro del término municipal de Marmolejo, y se localizan en la hoja topográfica, a escala 1:50.000, nº 17-36 (903, Montoro). Las coordenadas UTM para el Balneario propiamente dicho son: X = 345500 e Y = 4212750. La cota aproximada, igualmente para dicho enclave, es de 175 m; el resto de los puntos se ubican a cotas ligeramente superiores: hasta 205 m.

#### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El Balneario de Marmolejo tiene en la actualidad dos tipos de usos: tónico-ingestivo ("agüistas") y planta embotelladora.

El uso tónico se restringe a los manantiales denominados "Fuente Agria", "Buena Esperanza" y "San Luis", cuyas aguas se recogen en el Balneario propiamente dicho. La temporada de toma de aguas es del 1 de Mayo al 31 de Octubre. Las aguas están indicadas para enfermedades renales, hepáticas y del aparato digestivo, así como para anemias y trastornos metabólicos.

La planta embotelladora se nutre, además de los tres manantiales ya citados, de otros situados algo más lejos, a mayor altitud y en la margen opuesta del río Guadalquivir. Son los denominados "Arroyo Seco", "Arroyo Moyanico" y "Las Cañas".

En el "Inventario Nacional de Puntos de Aguas Mine-ro-Medicinales, Minero-Industriales y de Bebida Envasadas" correspondiente a la Comunidad Autónoma de Andalucía (Ins-tituto Geológico y Minero de España, 1986) se incluye también este balneario, cuyas aguas se caracterizan químicamente por ser, según dicha fuente, "bicarbonatadas sódicas, ferrugino-sas y litínicas". Aparece como de uso doble: bebida/tópico y en actividad.

Por último, en un ejemplar del "Noticiario Turístico" (nº 245, 1968: monográfico sobre "Balnearios y Aguas Minera-les Naturales de España", editado por la Dirección General de Promoción del Turismo) se incluyen, dentro de la información general sobre balnearios en explotación, algunos datos sobre este enclave. La temporada oficial entonces era del 15 de Abril al 15 de Junio, y del 1 de Septiembre al 31 de Octubre.

El Balneario de Aguas Minero Medicinales de Marmolejo, dispone de un perímetro de protección cuya designación fue publicada en el Boletín Oficial de la Provincia de Jaén con fecha 30 de noviembre de 1929.

La instalación de envasado figura inscrita en el Re-gistro Industrial con el nº 23/30168, con una capacidad de 6.000 l/h.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico, en el entorno del Balneario de Marmolejo existen materiales paleozoicos, triá-sicos, neógenos y cuaternarios.

Los materiales paleozoicos más extensamente represen-tados en la hoja a escala 1:50.000 de Montoro, y que son tam-

bién los que afloran en las inmediaciones del balneario, corresponden a pizarras y grauvacas del Carbonífero inferior (Viseense). Más al Norte existen intrusiones de rocas graníticas.

Los materiales triásicos, subhorizontales y discordantes sobre el Paleozoico, presentan un conglomerado basal de potencia variable: junto al balneario es de unos 8 m, pero aumenta hasta del orden de 50 m hacia el Oeste. Encima existe un tramo esencialmente arenoso, de color rojo, con espesores máximos - cerca del balneario - de unos 20 m. Se trata de una facies Buntsandstein bastante típica.

En cuanto al Neógeno, horizontal y discordante sobre el Triás, comienza con un conglomerado cuyo espesor no supera los 6 m. A continuación se dispone un tramo de arenas, areniscas y calcarenitas, con margas a techo. La edad de estos materiales es Mioceno superior, y su potencia mínima, en la Hoja de Montoro, del orden de 25 m.

A parte de formaciones superficiales (derrubios de ladera, conos de deyección, etc.) los materiales cuaternarios corresponden esencialmente a depósitos fluviales, entre los que se identifican varios niveles de terrazas en relación con el río Guadalquivir.

## 2.1.- TECTONICA

La principal orogenia ha sido la herciniana, concretamente en su fase Astúrica, que ha originado en la región un plegamiento de dirección entre ONO-ESE y O-E, con vergencia S.

En relación con dicha fase también se generan las series de fallas rumbo-deslizantes, con direcciones NNE-SSO y NNO-SSE, siendo mucho más frecuentes las primeras.

La orogenia Alpina no ha afectado a los sedimentos triásicos ni neógenos, que aparecen horizontales. Sólo se originan fracturas de componente vertical, por lo que la mecánica de formación debe responder a un basculamiento de bloques. Concretamente, en el entorno del balneario, de entre las fracturas que afectan a los materiales neógenos, son frecuentes las de dirección E-O y ENE-OSO.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

Los tres manantiales del Balneario propiamente dicho (Agria, San Luis y Buena Esperanza) aparecen como cavidades en el terreno (pizarras carboníferas), separadas de 10 a 15 m, dentro del mismo edificio, cerradas por tapas metálicas y equipadas con motores eléctricos de 0,25 CV con entubación de PVC para la extracción del agua.

El edificio en que se encuentran estos manantiales tiene un grueso muro de cemento cuyo objetivo es aislarlos del río Guadalquivir. El nivel del agua se mantiene normalmente unos 2 m por debajo del piso del edificio y 0,5 m bajo el nivel del río. En periodos de crecidas, si el nivel del río asciende demasiado, las aguas fluviales se desbordan por el piso del edificio.

Los caudales de los manantiales son bastante semejantes: entre 7 y 10 l/min., según aforo oficial en Agosto de 1968.



Aunque el nivel del agua de los manantiales sigue sensiblemente las evoluciones del río, se mantiene siempre limpia, transparente y con iguales propiedades. Durante el prolongado estiaje de 1945, al excavar un pozo en la roca de fondo, el caudal de Fuente Agría se duplicó (\*).

Desde el punto de vista regional, el único acuífero de cierta entidad corresponde a los materiales aluviales del Guadalquivir (IGME, 1983). El resto de los materiales aflorantes presentan una permeabilidad baja en un conjunto (Paleozoico, Trías) o con eventuales intercalaciones algo más permeables que sólo le confieren un interés hidrogeológico local (Mioceno).

El balneario, como ya se ha citado, aparece en relación con materiales paleozóicos. Puede pensarse en incrementos locales de la permeabilidad en estos materiales, como consecuencia de fracturas y diaclasas, además de que pueden existir también niveles areniscosos y carbonatados en el seno del conjunto pelítico, de manera que el agua infiltrada tenga una circulación subterránea descendente y luego asciende a favor de una falla. A este respecto, las temperaturas de equilibrio obtenidas en los manantiales mediante el geotermómetro  $\text{CH}_4\text{-H}_2\text{-CO}_2\text{-H}_2\text{S}$  oscilan entre 45 y 70°C (\*\*).

Los manantiales de Arroyo Seco, Arroyo Moyanico y Las Cañas aparecen en determinados puntos de cauces fluviales cuyas cuencas están, en su mayor parte, sobre materiales

(\*).- Informe del Ingeniero Jefe Provincial de Minas al Presidente del Consejo de la Minería (fotocopia en fichas de inventario).

(\*\*).- IGME: Prospección Geotérmica en Andalucía Oriental.

triásicos. Esta tipología de surgencia es característica de materiales de escasa permeabilidad. El trazado de los propios cauces de los arroyos es, en muchos casos, reflejo de la presencia de fracturas de cierta entidad que, a su vez, suponen un cierto incremento en la permeabilidad.

Lo mismo puede decirse respecto a las características hidrogeológicas del manantial de la Fuente del Perro (sin uso), situado en la margen opuesta del Balneario, y de la Fuente de los Socialistas, que abastece una pequeña área de recreo a la orilla del río, también en la margen derecha de éste, aguas abajo del Balneario. En todos los casos, pues, la fracturación, de más o menos entidad, debe ser el factor condicionante, sobre todo en relación con los niveles areniscosos (grauvacas) carboníferos, pues los materiales triásicos tienen una potencia bastante reducida.

En contexto hidrogeológico similar se encuentran los sondeos nº 102 y nº 103, de 140 m y 102 m de profundidad, respectivamente, y situados también en el paraje del Arroyo Moyanico.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Se han analizado 3 de las surgencias que componen el grupo de Marmolejo: Fuente Agría, Arroyo Moyanico y Fuente de los Socialistas, cuyas características generales se recogen en la siguiente tabla:

	SURGENCIA	pH <sub>c</sub>	T <sup>a</sup> . (°C)	Eh (mV)	Cond. (μS/cm)	NATURALEZA
A	FTE.AGRIA	6,20	12,3	+173	2.530	Sulf-clor sód.
B	MOYANICO	6,39	13,1	+103	1.751	Bic. sód.
C	SOCIALISTAS	6,62	14,6	+87	3.980	Bic. sód.

Estos resultados y particularmente los perfiles hidroquímicos del diagrama de Schoeller-Berkaloff (fig. 1), ponen de manifiesto la disparidad existente entre las 3 muestras en cuestión (entre los escasos rasgos comunes pueden citarse el pH -ácido en todas ellas- y su carácter ferruginoso). Estas diferencias hidroquímicas contrastan con la presunta génesis común de los manantiales señalada en la descripción hidrogeológica precedente. Esta circunstancia pone de relieve el interés de abordar un estudio de mayor detalle que el presente, al menos en lo que respecta a la caracterización hidroquímica de las surgencias, que debería extenderse a la totalidad de las existentes en el entorno del Balneario, y que en su caso habría de incluir una recopilación de información analítica preexistente.

Puesto que se tiene constancia de que las variaciones de caudal del río Guadalquivir inciden sobre el nivel del agua de los manantiales, es preciso considerar también la posibilidad de que la composición química del agua subterránea pueda estar condicionada por el aquél, factor que habría de sumarse a los de índole litológica. Para lograr una interpretación satisfactoria se requiere pues de mayor información que la aquí disponible, no sólo por la complejidad que en principio sugiere el modelo, sino por el rigor que exige el hecho de que estos manantiales sean explotados en la actualidad por una planta embotelladora, además de los usos propios del Balneario. En tales circunstancias la presente exposición se limita a poner de manifiesto las características fundamentales de las surgencias analizadas, en base a los datos actualmente disponibles.

De acuerdo con los análisis adjuntos, el contenido en  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$  e iones alcalinos resulta dispar entre las diferentes muestras, si bien alcanza valores suficientemente eleva-

dos como para suponer que el agua pudiera haber estado en contacto con evaporitas en algún punto de su recorrido. Sin embargo esta presunta influencia no constituye el único factor diferencial entre las muestras, puesto que el rango de concentraciones en  $\text{HCO}_3^-$  es también muy amplio: 285, 434 y 1452 mg/l en A, B y C respectivamente. Como se aprecia en la siguiente tabla, existe un fuerte contraste de estos valores con el notable empobrecimiento en calcio de las muestras, particularmente en B y C. En lo que respecta al elevado contenido en bicarbonatos de estas últimas, cabe apuntar la posibilidad de que pudiera estar relacionado con aportes de  $\text{CO}_2$ .

	SURGENCIA	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$
A	FTE.AGRIA	285	30	99
B	ARROYO MOYANICO	434	8	52
C	FTE.SOCIALISTA	1452	4	75

Los diagramas de saturación de la figura 2 revelan la ausencia de equilibrio del agua respecto a los minerales allí representados. En mayor o menor medida, todas las muestras aparecen subsaturadas en calcita, dolomita, magnesita, yeso y anhidrita.

Entre los compuestos minoritarios y traza se detectan algunas concentraciones apreciables, particularmente en el caso de la muestra C (Fuente de los Socialistas). En este punto el contenido en  $\text{NH}_4^+$  es de 0,25 mg/l, y las concentraciones de Pb,  $\text{Li}^+$ , Mn y Cd alcanzan respectivamente 592, 450, 86 y 3  $\mu\text{g}/\text{l}$ . La concentración máxima admisible para plomo y manganeso en un agua potable según la Reglamentación Técni-

co-Sanitaria vigente es en ambos casos de 50  $\mu\text{g}/\text{l}$ , valor superado ampliamente en la muestra en cuestión. En estas circunstancias cabe considerar la posibilidad de que el río, como se indicó anteriormente, pudiése estar actuando como elemento perturbador de la calidad del agua subterránea. Por otra parte conviene señalar que los análisis de las surgencias A y B (ambas se embotellan) sí cumplen los requisitos de potabilidad.

La composición del gas asociado al agua se ha determinado concretamente en las surgencias Fuente Agria y Fuente de San Luis. Ambos análisis ofrecen resultados muy similares: predominio neto del  $\text{CO}_2$  sobre los restantes componentes, con concentraciones para cada uno de dichos manantiales de 98,1 y 99,7 %V respectivamente. El  $\text{CO}_2$  actúa como gas de dilución, de modo que los restantes componentes presentan contenidos muy bajos.

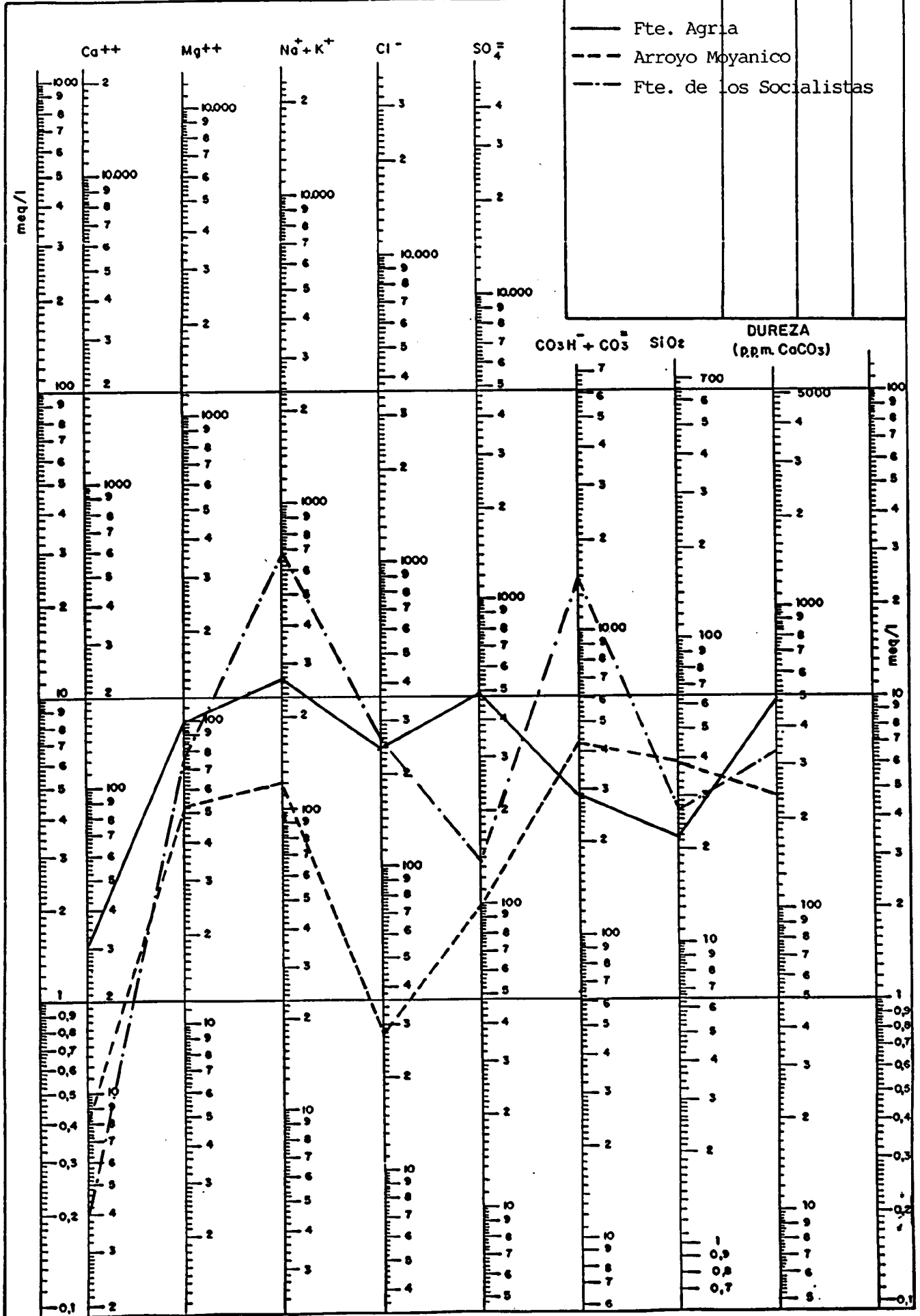
##### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Como consecuencia de un estudio realizado en 1929 por los Ingenieros del IGME y de la Jefatura Provincial de Minas, Sres. Alvarado y Gómez Izquierdo, respectivamente, se delimitó un perímetro de protección rectangular, de 104 ha de superficie, uno de cuyos vértices corresponde a Fuente Agria (ver documentación en fichas de inventario).

Por las razones apuntadas en el apartado 3, acerca de la escasa permeabilidad en conjunto de los materiales y del notable control de la fracturación en dicha propiedad, es difícil establecer un perímetro de protección basado en criterios hidrogeológicos con los datos disponibles.

FIG. -- BALNEARIO DE MARMOLEJO

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—	Fte. Agría		
- - -	Arroyo Moyanico		
- · - ·	Fte. de los Socialistas		



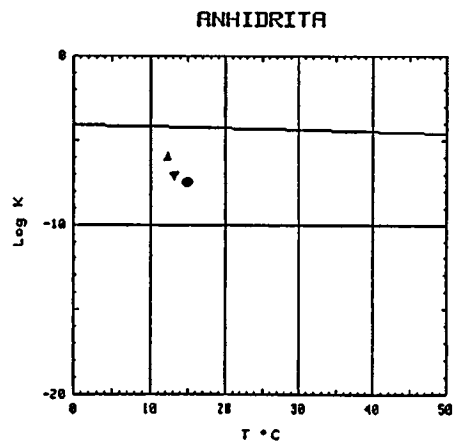
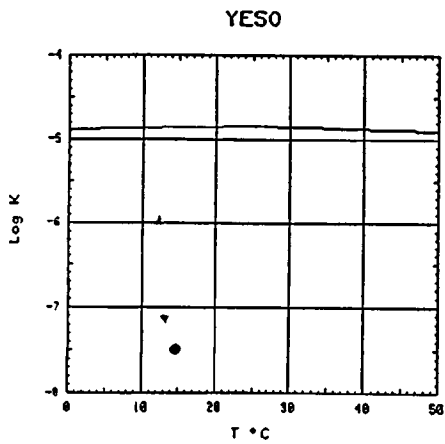
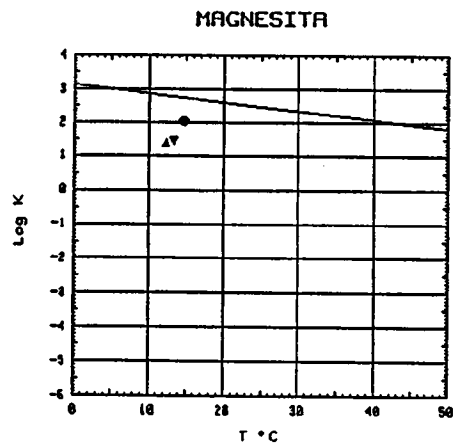
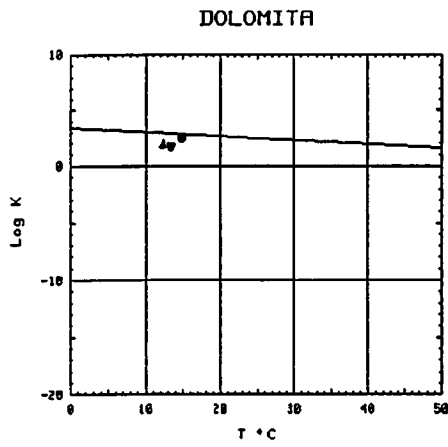
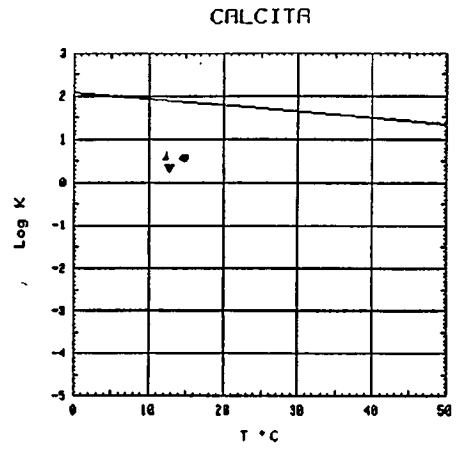
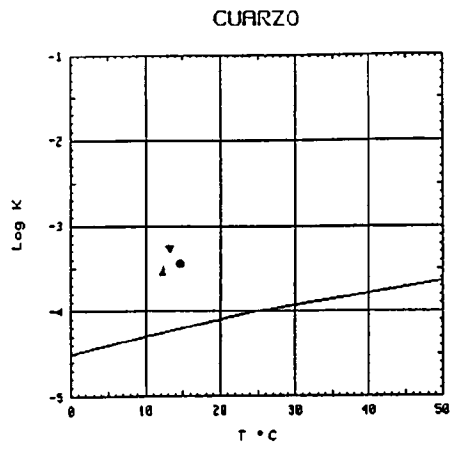


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE FUENTE AGRIA DE MARMOLEJO (▲), ARROYO MOYANICO (▼) Y FTE. DE LOS SOCIALISTAS (●).

**ANALISIS QUIMICO**

DENOMINACION: FUENTE AGRIA DE MARMOLEJO  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 12.3                      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 2530  
 pH a 12°C: 6.20                              DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 487  
 pH a 18°C: 6.50                              Eh campo (mV): 173

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	285.00	4.671	4.671	21.54
CO3=	-	-	-	-
SO4=	498.00	5.184	10.368	47.81
Cl-	234.00	6.601	6.601	30.44
F-	<5.0E-1	.026	.026	.12
NO3-	1.00	.016	.016	.07
SiO2(H4SiO4)	21.6	.359	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	1040.160	16.859	21.685	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	254.00	11.049	11.049	52.37
K+	12.00	.307	.307	1.45
Ca++	30.00	.749	1.497	7.10
Mg++	99.00	4.072	8.144	38.60
Fe++	.010	0.000	0.000	0.00
Li+	.26	.037	.037	.18
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.26
NH4+	.060	.003	.003	.02
Mn++	.009	0.000	0.000	0.00
Pb	0.035	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	395.974	16.238	21.097	

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

CLASIFICACION: SULFATADA CLORURADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca = 3.120    Cl/Na = .597    (SO4\*Ca)^1/2 = 3.940  
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .485    Cl/(Na+k) = .581    (Cl+SO4)/(Ca+k+Na) = 1.320  
 ((CO3H)^2\*Ca)^1/3 = 3.197    SO4/Ca = 6.926    Mg/Ca = 5.440  
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.560    SO4/(Ca+Mg) = 1.075    Cl/CO3H = 1.413

ARCHIVO EN DISCO: MMJ7 (AMA3-07)

	ppm
R.S. 110°C	1865
D.Q.O.	1,9
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-



**ANALISIS QUIMICO**

DENOMINACION: ARROYO MOYANICO  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 13.1                      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 1751  
 pH a 13°C: 6.39                              DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 237  
 pH a 18°C: 6.50                              Eh campo (mV): 103

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	434.00	7.113	7.113	71.07
CO3=	-	-	-	-
SO4=	99.00	1.031	2.061	20.59
Cl-	28.00	.790	.790	7.89
F-	<5.0E-1	.026	.026	.26
NO3-	1.00	.016	.016	.16
SiO2(H4SiO4)	39.0	.649	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	601.560	9.626	10.009	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	115.00	5.003	5.003	50.61
K+	5.00	.128	.128	1.29
Ca++	8.00	.200	.399	4.04
Mg++	52.00	2.139	4.278	43.27
Fe++	.020	0.000	.001	.01
Li+	.12	.017	.017	.17
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.56
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.009	0.000	0.000	0.00
Pb	0.042	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	180.801	7.507	9.885	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca = 17.819    Cl/Na = .158    (SO4\*Ca)^1/2 = .907  
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = 1.521    Cl/(Na+K) = .154    (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .516  
 ((CO3H)^2\*Ca)^1/3 = 2.723    SO4/Ca = 5.163    Mg/Ca = 10.715  
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.962    SO4/(Ca+Mg) = .441    Cl/CO3H = .111

ARCHIVO EN DISCO: MMJ8 (AMA3-08)

	ppm
R.S. 110°C	1252
D.Q.O.	0,9
CN <sup>-</sup>	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

**ANALISIS QUIMICO**

DENOMINACION: FUENTE DE LOS SOCIALISTAS  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 14.6      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 3980  
 pH a 14°C: 6.62      DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 323  
 pH a 18°C: 6.90      Eh campo (mV): 87

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	1452.00	23.798	23.798	70.28
CO3=	-	-	-	-
SO4=	135.00	1.405	2.811	8.30
Cl-	255.00	7.194	7.194	21.24
F-	<5.0E-1	.026	.026	.08
NO3-	2.00	.032	.032	.10
SiO2(H4SiO4)	27.8	.463	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	1872.360	32.919	33.863	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	655.00	28.493	28.493	80.23
K+	20.00	.511	.511	1.44
Ca++	4.00	.100	.200	.56
Mg++	75.00	3.085	6.170	17.37
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Li+	.45	.065	.065	.18
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.16
NH4+	.250	.014	.014	.04
Mn++	.086	.002	.003	.01
Pb	.592	.003	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	755.988	32.292	35.514	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca = 119.230    Cl/Na = .252    (SO4\*Ca)^1/2 = .749  
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = 3.737    Cl/(Na+K) = .248    (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .343  
 ((CO3H)^2\*Ca)^1/3 = 4.835    SO4/Ca = 14.082    Mg/Ca = 30.909  
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 4.178    SO4/(Ca+Mg) = .441    Cl/CO3H = .302

ARCHIVO EN DISCO: MMJ9 (AMA3-09)

	ppm
R.S. 110°C	2624
D.Q.O.	1,3
CN-	-
Cd	0,003
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO - C.S.I.C.  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AMBIENTAL  
JORGE GIRONA SALGADO, 18-26 08034 BARCELONA  
TELÉFONOS 204 06 00 - 205 00 63 TELEX: 97977

ANALISIS DE GASES .

MUESTRA: AMA3-7

	<u>%V</u>
He	<0,001
H <sub>2</sub>	<0,001
O <sub>2</sub>	0,39
N <sub>2</sub>	1,47
CH <sub>4</sub>	0,021
CO <sub>2</sub>	98,1

MUESTRA: FUENTE AGRIA (MARMOLEJO)



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO - C.S.I.C.  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AMBIENTAL  
JORGE GIRONA SALGADO, 18-26 08034 BARCELONA  
TELÉFONOS 204 06 00 - 205 00 63 TELEX: 97977

ANALISIS DE GASES .

MUESTRA: AMA3-7a

	<u>%V</u>
He	<0,001
H <sub>2</sub>	<0,001
O <sub>2</sub>	0,07
N <sub>2</sub>	0,23
CH <sub>4</sub>	<0,001
CO <sub>2</sub>	99,7

MUESTRA: FUENTE SAN LUIS (MARMOLEJO)

Dado que en materiales homogéneos de permeabilidad media-baja las divisorias hidrogeológicas suelen coincidir con las hidrográficas, y que la infiltración de la escorrentía eventual se favorece por el hecho de que las zonas de mayor permeabilidad local corresponden a los cauces de los arroyos, pensamos que, a falta de otras informaciones, una delimitación basada fundamentalmente en las vertientes hidrográficas hacia los puntos de agua puede ser suficiente, tal y como se ha hecho.

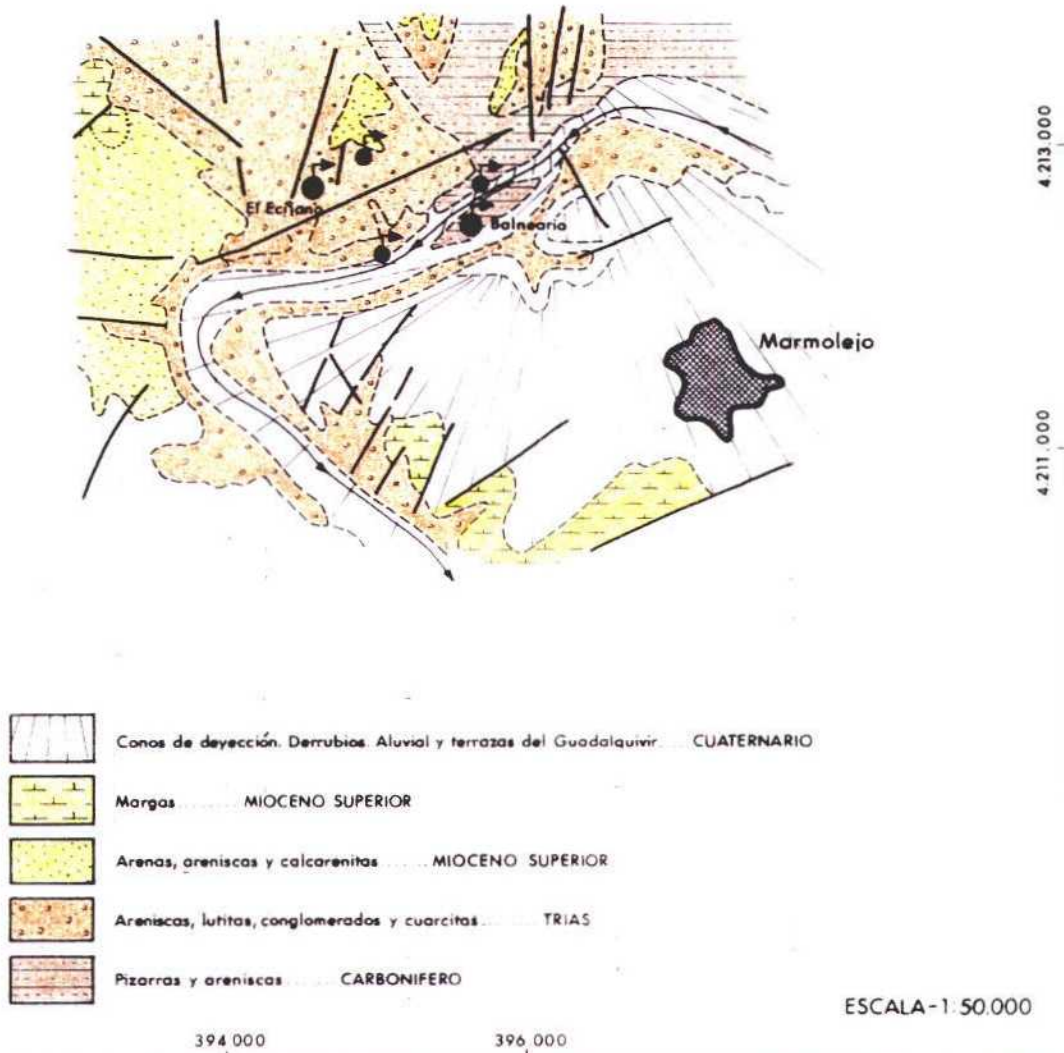
Por lo demás, cabe recordar el aspecto antes mencionado de la influencia del propio río en los manantiales del Balneario. No sería extraño que una eventual contaminación química de dicho curso pudiera afectar a las surgencias, además de los problemas de mezcla que pueden presentarse en periodos de crecidas importantes.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

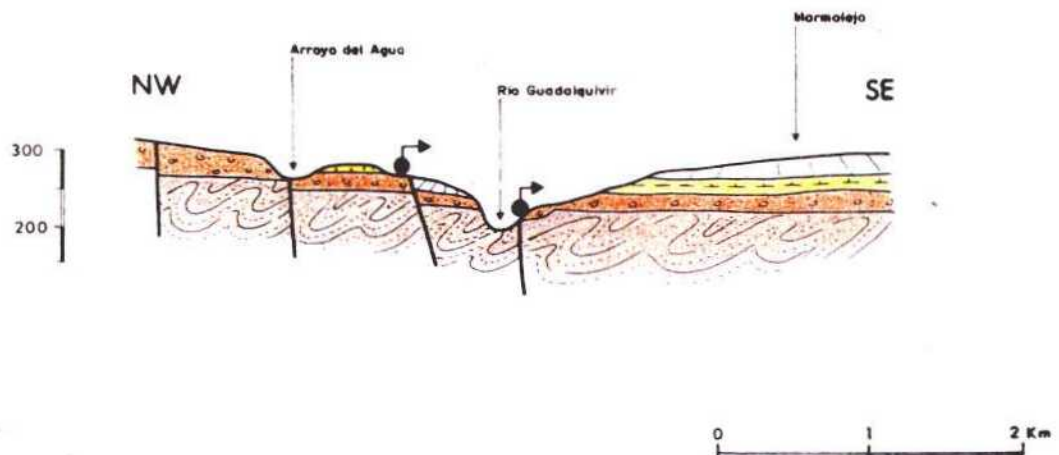
- CARTOGRAFIA GEOLOGICA Y MEMORIA EXPLICATIVA. Hoja a escala 1:50.000 nº 17-36 (Montoro). ITGE-MAGNA (1973).
- SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR (P.N.I.A.S.). Colección Informe, 126 págs. ITGE (1983).
- ESTUDIO GEOLOGICO-HIDROGEOLOGICO DE LA ZONA DE ANDUJAR (Jaén). ENRESA-ADARO (1987).

# BALNEARIO DE MARMOLEJO (MARMOLEJO)

## PLANO GEOLOGICO

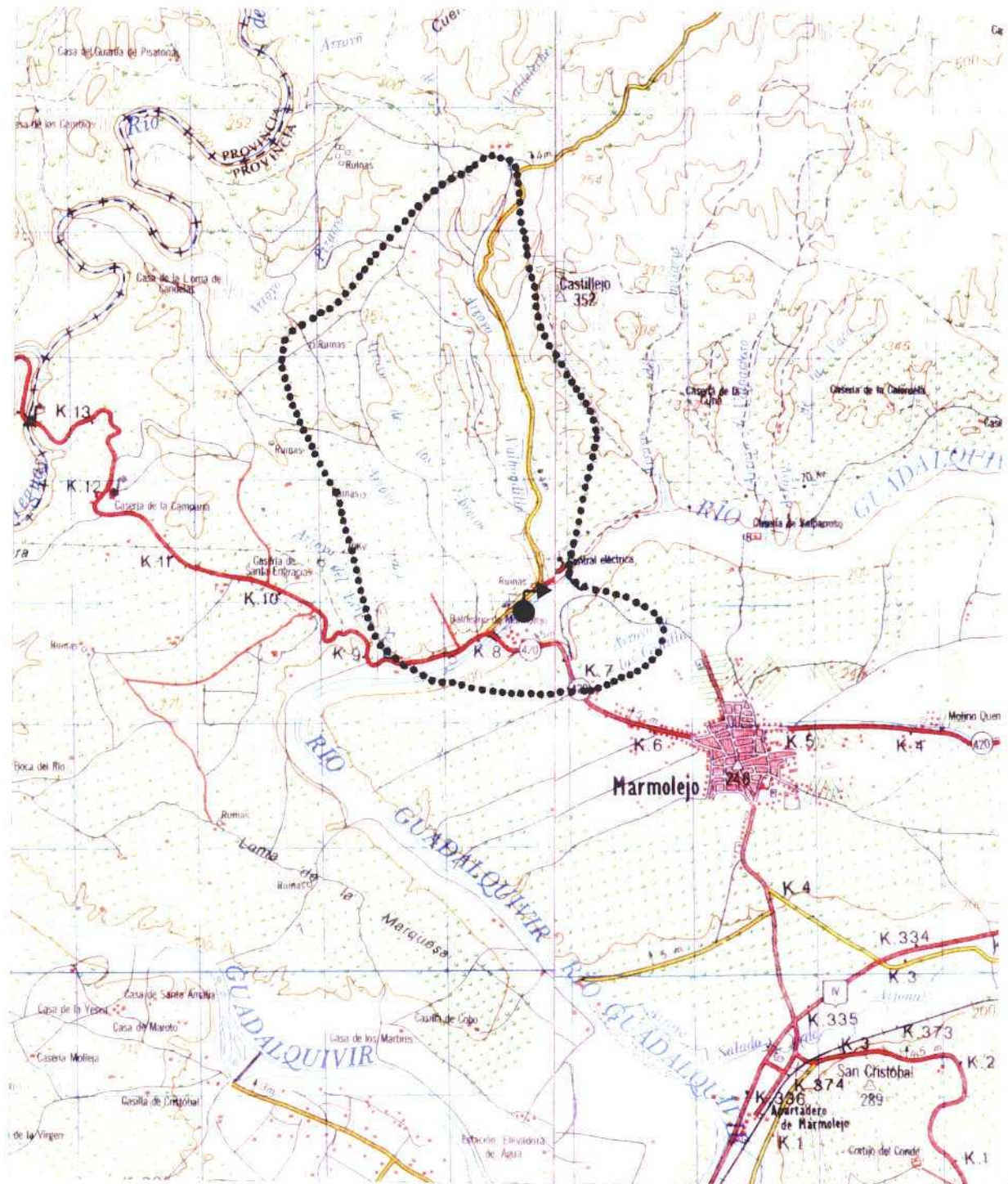


## CORTE GEOLOGICO



# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## BALNEARIO DE MARMOLEJO



ESCALA 1:50.000

MANANTIAL LA PAZ O EL ECIJANO (MARMOLEJO)



## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de El Ecijano se encuentra en el paraje de "Cerrada" rodeado de una finca de olivar, conocida también con el nombre de San Eufrasio, en el arroyo de El Ecijano, y muy próximo al arroyo del Agua, margen derecha del río Guadalquivir, y término municipal de Marmolejo.

Su acceso se realiza desde la carretera comarcal Andújar - Cardeña, con desvío a la altura del km 10, por un carril sin asfaltar de unos 300 metros hasta el citado manantial, que abastece a la planta de envasado ubicada junto al manantial.

La distancia al Balneario de Marmolejo es de tan sólo 2 km, siguiendo la mencionada carretera de Andújar - Cardeña, encontrándose el núcleo de Marmolejo a unos 5 km. La distancia a Jaén capital, por Bailén es de unos 80 km.

El punto se encuentra dentro de la hoja topográfica a escala 1:50.000 nº 17-36 (903 Montoro), siendo sus coordenadas UTM: X = 394025 e Y = 4213325. La cota aproximada es de 240 m.s.n.m.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

La primera documentación que se tiene de este manan-

tial está fechada el 27 de octubre de 1964, referente a un informe del Instituto Geológico y Minero de España, sobre los resultados de la analítica del agua, del manantial, petición solicitada por Industrial y Minera Trinidad, S.A. de Marmolejo.

Posteriormente fue declarado el manantial como agua minero-medicinal por la Dirección General de Minas el 23 de febrero de 1966 (BOE 18-4-66) a nombre de Industrial y Minera Trinidad, S.A.

En 1976, el propietario de la finca D. José Perales, solicita la explotación del manantial, adjuntando un proyecto titulado "Trabajos e instalaciones para explotar el agua minero-medicinal del manantial "El Ecijano".

En este informe se refleja un análisis químico realizado por el IGME, la planificación de las obras necesarias para la explotación del manantial y la resolución de la sentencia del Tribunal Supremo de fecha 23 de enero de 1975 donde se adjudica la concesión y explotación de dichas aguas al propietario del terreno D. José Perales Jurado.

Después de realizar diversas obras en el manantial, tales como construcción de un pozo y su protección con una caseta cubierta, el agua rebosa del brocal del pozo y sale al exterior donde se utiliza.

Para un mejor aprovechamiento y su mejor comercialización se proyectó y fue aprobado por la Sección de Minas de la Delegación Provincial del Ministerio de Industria (24 febrero 1977), un proyecto de planta embotelladora con su correspondiente tendido de línea eléctrica en alta tensión y central transformadora.

La embotelladora marca VICMAN, tiene una capacidad de 2.700 botellas/hora, con su correspondiente etiquetadora. Como término medio se envasan unos 20.000 litros/día, además se usan unos 6.000 l/día para lavado, existiendo dos motores en el pozo, uno impulsa el agua de envasado y el segundo impulsa el agua de lavado. Durante el año existen periodos de inactividad, correspondiendo la mayor producción entre los meses de Abril a Septiembre. Se comenzó a envasar en 1979.

En 1981 cambia la titularidad de la finca pasando a ser el titular Juan Lozano Flores, nombre que figura en las actuales etiquetas de los envases, cambiando también el nombre comercial que figura en el etiquetado de las botellas "Nuestra Sra. de la Paz" y no el de "El Ecijano" que fue con el que se tramitó el oportuno expediente.

Generalmente cuando no envasan existe sobrante de agua en el pozo, siendo conducida al exterior de la planta y es aprovechada por la gente del lugar para consumo, mediante llenado de garrafas, etc. El caudal medido en este punto fue de 1 l/s (7 de abril de 1991).

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico, en el entorno del manantial El Ecijano existen materiales paleozóicos, triásicos, neógenos y cuaternarios.

Los materiales paleozóicos más extensamente representados en la hoja a escala 1:50.000 de Montoro, corresponden a pizarras y grauvacas del Carbonífero inferior (Viseiense). Más al Norte existen intrusiones de rocas graníticas.

Los materiales triásicos, subhorizontales y discordantes sobre el Paleozoico afloran en las inmediaciones del manantial, presentan un conglomerado basal de potencia variable desde unos 8 metros, aumentando hacia el Oeste del manantial hasta alcanzar un espesor de 50 metros. Encima existe un tramo esencialmente arenoso de color rojo, con espesores máximos de unos 20 m. Se trata de una facies Buntsandstein bastante típica.

En cuanto al Neógeno, horizontal y discordante sobre el Trias, comienza con un conglomerado cuyo espesor no supera los 6 m. A continuación se dispone un tramo de arenas, areniscas y calcarenitas, con margas a techo. La edad de estos materiales es Mioceno Superior, y su potencia mínima, en la Hoja de Montoro, del orden de 25 m.

A parte de formaciones superficiales (derrubios de ladera, conos de deyección, etc) los materiales cuaternarios corresponden esencialmente a depósitos fluviales, entre los que se identifican varios niveles de terrazas en relación con el río Guadalquivir.

## 2.1.- TECTONICA

La principal orogenia ha sido la herciniana, concretamente en su fase Astúrica, que ha originado en la región un plegamiento de dirección entre ONO-ESE y O-E, con vergencia S.

En relación con dicha fase también se generan las series de fallas rumbo-deslizantes, con direcciones NNE-SSO y NNO-SSE, siendo mucho más frecuentes las primeras.

La orogenia Alpina no ha afectado a los sedimentos triásicos ni neógenos, que aparecen horizontales. Sólo se originan fracturas de componente vertical, por lo que la mecánica de formación debe responder a un basculamiento de bloques. Concretamente, en el entorno del manantial, de entre las fracturas que afectan a los materiales neógenos, son frecuentes las de dirección E-O y ENE-OSO.

### 3. - CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial del Ecijano aparece ligado, en principio, a los materiales triásicos de facies Bunt, formados fundamentalmente por conglomerados, areniscas y arcillas, que se depositan discordantemente sobre el sustrato plegado paleozoico, y generalmente se presentan en posición subhorizontal.

El conglomerado presenta cantos cuarcíticos muy desgastados, cementados por una matriz arenoso-limosa. Su potencia es variable desde unos pocos metros en las inmediaciones del manantial, hasta 50 metros en áreas más al Oeste, mientras que las areniscas rojas superiores mantienen un espesor alrededor de los 20 metros en las inmediaciones del manantial.

En conjunto el Trias (Bunt) se comporta como un acuífero de baja permeabilidad, en donde la presencia de manantiales se puede originar debido a intercalaciones de niveles areniscos más permeables, sellados por niveles arcillosos, o también como es el caso que nos ocupa, el manantial de El Ecijano se debe a la circulación de agua a través de una fractura de dirección NO-SE, que es aprovechada por el propio cauce del arroyo. Este hecho se repite a nivel local, ya que en el Arroyo del Agua, y Arroyo Seco, situados a unos 500 y 1.000 metros respectivamente, al Este del arroyo El Ecijano,

se sitúan el grupo de manantiales, que abastecen a la planta de envasado del Balneario de Marmolejo, y son Arroyo Seco, Moyanico y Las Cañas; donde sus cuencas están en su mayor parte sobre materiales triásicos.

Puede ocurrir, además que debido a la escasa potencia del Trias en este sector, esta serie de fracturas alcancen el paleozoico, captando el agua de circulación a través de los materiales pizarrosos, y que debido a la pendiente en la ladera de la falda Sur de la Sierra, origine una cierta carga en estos puntos de captación, tal como ocurre en el pozo de El Ecijano.

Un aforo realizado en la conducción exterior del pozo, en una fecha en donde no se envasaba, arrojó un caudal de 1 l/s (8 abril 1991).

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

La descripción hidrogeológica precedente asocia esta surgencia con el cercano grupo de manantiales de Marmolejo. Por este motivo se ha considerado oportuno establecer inicialmente una comparación de su composición con la de las tres muestras analizadas pertenecientes al citado grupo, empleando para ello el diagrama de Schoeller-Berkaloff. Tal como se aprecia en la figura 1, tampoco El Ecijano presenta analogías con las restantes surgencias, introduciendo aún mayor disparidad en el conjunto.

El manantial en cuestión es de naturaleza bicarbonatada cálcica,  $\text{pH}_{\text{campo}} = 6,82$  y conductividad moderada (581  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Los diagramas de saturación indican que el agua se encuentra ligeramente subsaturada respecto a calcita y dolomita, así como en yeso y anhidrita. A este respecto es muy

importante destacar que a diferencia de las surgencias de Marmolejo, no se aprecian en la muestra indicios de influencia evaporítica, circunstancia que ha de ser valorada desde el punto de vista hidrogeoquímico, de cara a posibles estudios de caracterización más exhaustivos.

El contenido en compuestos minoritarios y elementos traza tampoco guarda relación con los manantiales de Marmolejo. Las concentraciones son en todos los casos bajas a excepción del ión  $\text{NO}_3^-$ , que alcanza 20 mg/l. Si bien este valor se mantiene por debajo del nivel guía fijado en la Reglamentación Técnico-Sanitaria (25 mg/l), es superior al que podría considerarse como contenido de origen natural, constituyendo un indicio de contaminación probablemente de origen agrícola. Puesto que el agua del manantial se consume embotellada, es importante someter este parámetro a un seguimiento analítico periódico.

#### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

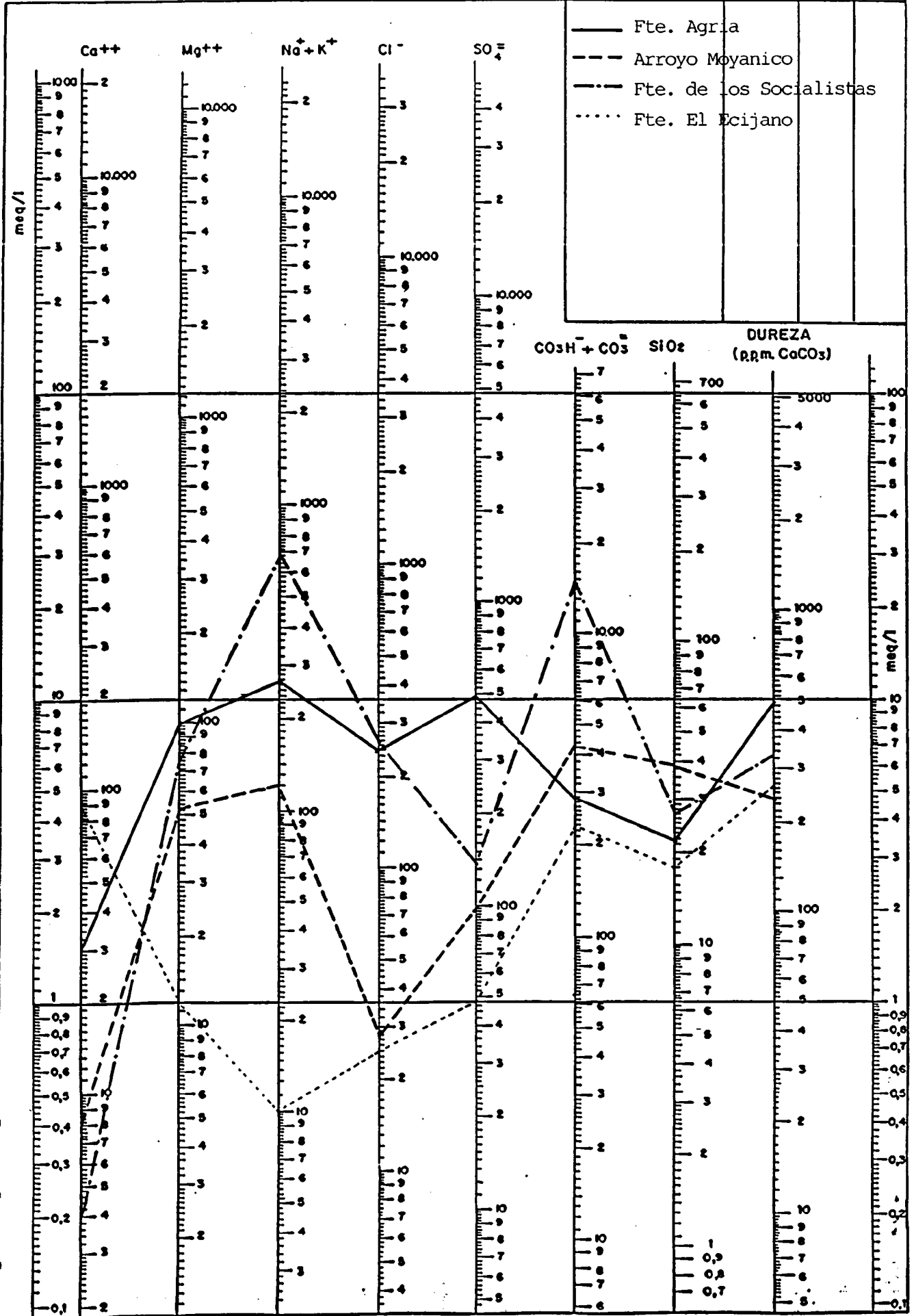
Para el manantial El Ecijano se propone un área de protección que vendrá condicionada a los afloramientos de materiales triásicos que ocupan el sector más oriental de la Hoja de Montoro, delimitando una zona de unos 7 km<sup>2</sup>.

Para evitar cualquier tipo de contaminación superficial se ha recogido a su vez el entorno a las pequeñas cuencas que originan los arroyos El Ecijano, del Agua y Seco.

Conviene señalar además que por su proximidad al grupo de manantiales y sondeos pertenecientes a la planta de envasado del Balneario de Marmolejo, existe una zona común de protección para ambos titulares.

FIG. -- FUENTE EL ECIJANO

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
—	Fte. Agricola		
- - -	Arroyo Moyanico		
- · - · -	Fte. de los Socialistas		
· · · · ·	Fte. El Ecijano		





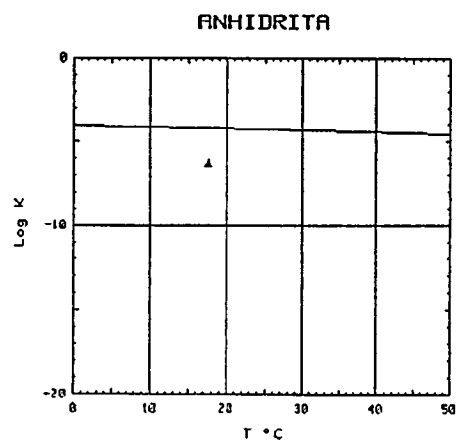
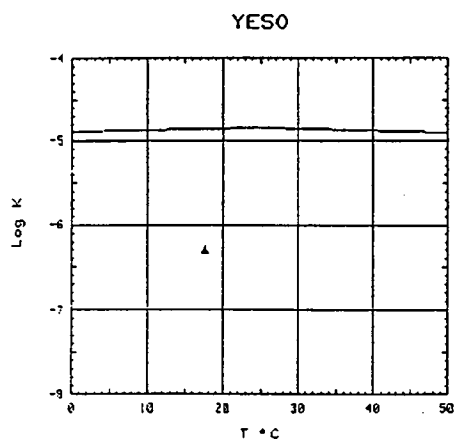
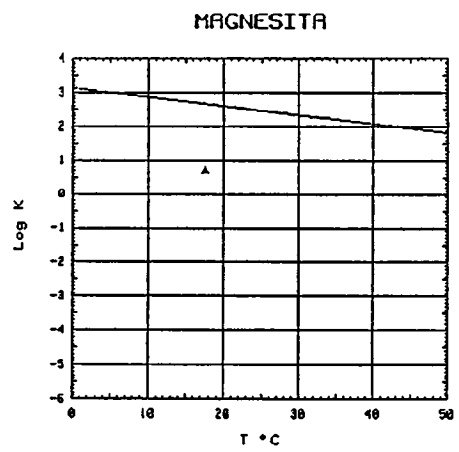
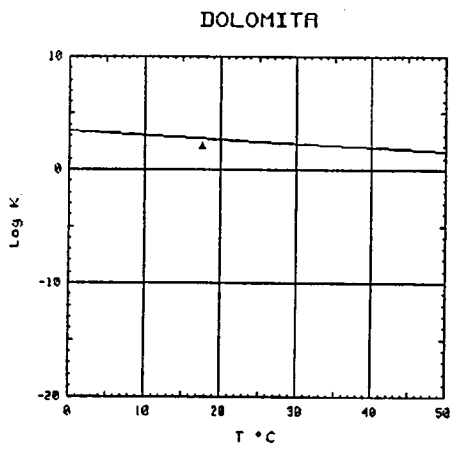
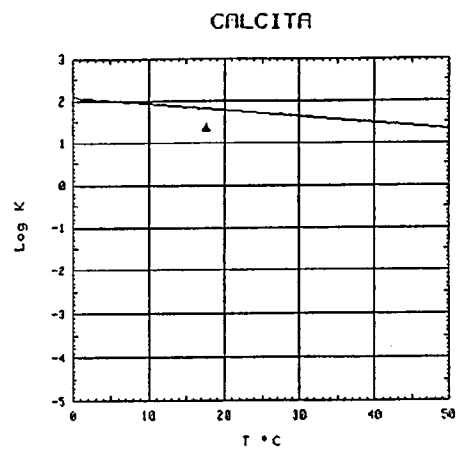
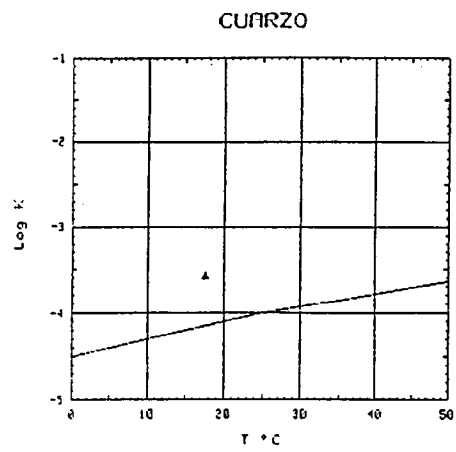


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE FUENTE DE LA PAZ O EL ECIJANO

**ANALISIS QUIMICO**

DENOMINACION: FUENTE DE LA PAZ O EL ECIJANO  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C):	17.6	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	581
pH a 17°C:	6.82	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	268
pH a 18°C:	6.90	Eh campo (mV):	183

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
HCO3-	229.00	3.753	3.753	64.62
CO3=	--	--	--	--
SO4=	48.00	.500	.999	17.20
Cl-	25.00	.705	.705	12.14
F-	<5.0E-1	.026	.026	.45
NO3-	20.00	.323	.323	5.55
SiO2(H4SiO4)	17.9	.298	--	--
B	--	--	--	--
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
F2O5	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL....	340.460	5.606	5.809	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
Na+	9.00	.392	.392	6.74
K+	1.00	.026	.026	.44
Ca++	87.00	2.171	4.341	74.69
Mg++	12.00	.494	.987	16.98
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.12
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.96
NH4+	.010	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	0.041	0.000	--	--
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.03
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL....	109.686	3.109	5.812	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.865	Cl/Na =	1.801	(SO4*Ca)^1/2 =	2.083
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.704	Cl/(Na+K) =	1.691	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.358
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	3.940	SO4/Ca =	.230	Mg/Ca =	.227
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.892	SO4/(Ca+Mg) =	.188	Cl/CO3H =	.188

ARCHIVO EN DISCO: MMJ10 (AMA3-10)

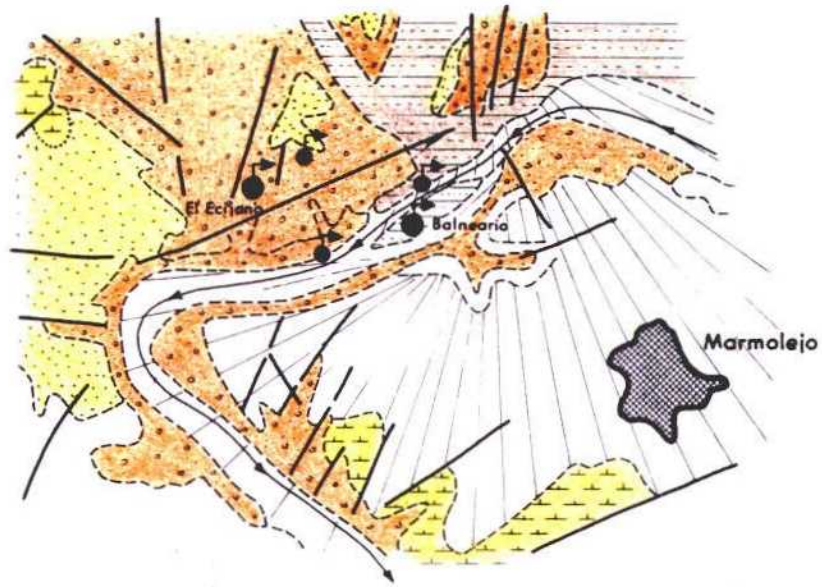
	ppm
R.S. 110°C	358
D.Q.O.	1,1
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CARTOGRAFIA GEOLOGICA Y MEMORIA EXPLICATIVA. Hoja a escala 1/50.000 nº 17-36 (MONTORO). ITGE-MAGNA, 1973.
- SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR (PNIAS). Colección Informe, 126 págs. ITGE 1983.
- ESTUDIO GEOLOGICO HIDROGEOLOGICO DE LA ZONA DE ANDUJAR (JAEN). ENRESA-ADARO, 1987.

# FUENTE LA PAZ O EL ECIJANO (MARMOLEJO)

## PLANO GEOLOGICO



- Conos de deyección. Derrubios. Aluvial y terrazas del Guadalquivir..... CUATERNARIO
- Margas..... MIOCENO SUPERIOR
- Arenas, areniscas y calcarenitas..... MIOCENO SUPERIOR
- Areniscas, lutitas, conglomerados y cuarcitas..... TRIAS
- Pizarras y areniscas..... CARBONIFERO

ESCALA-1:50.000

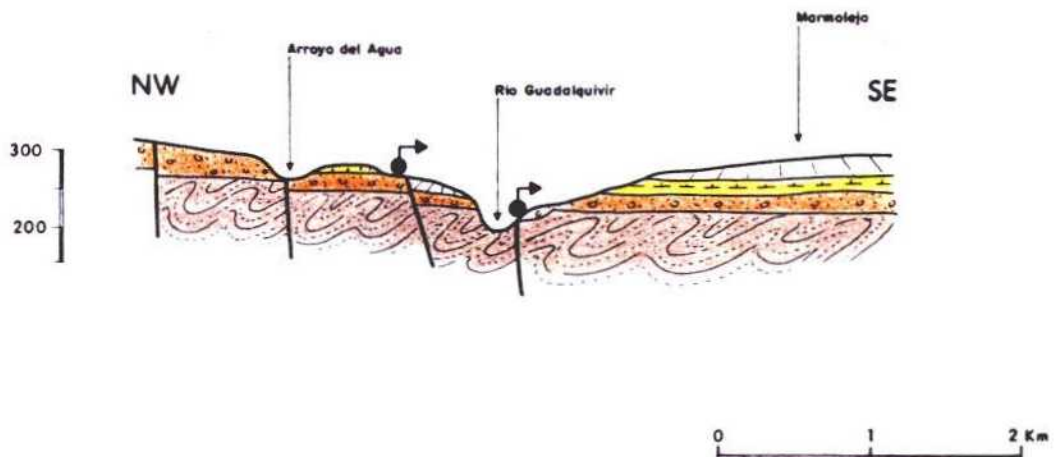
394.000

396.000

4.213.000

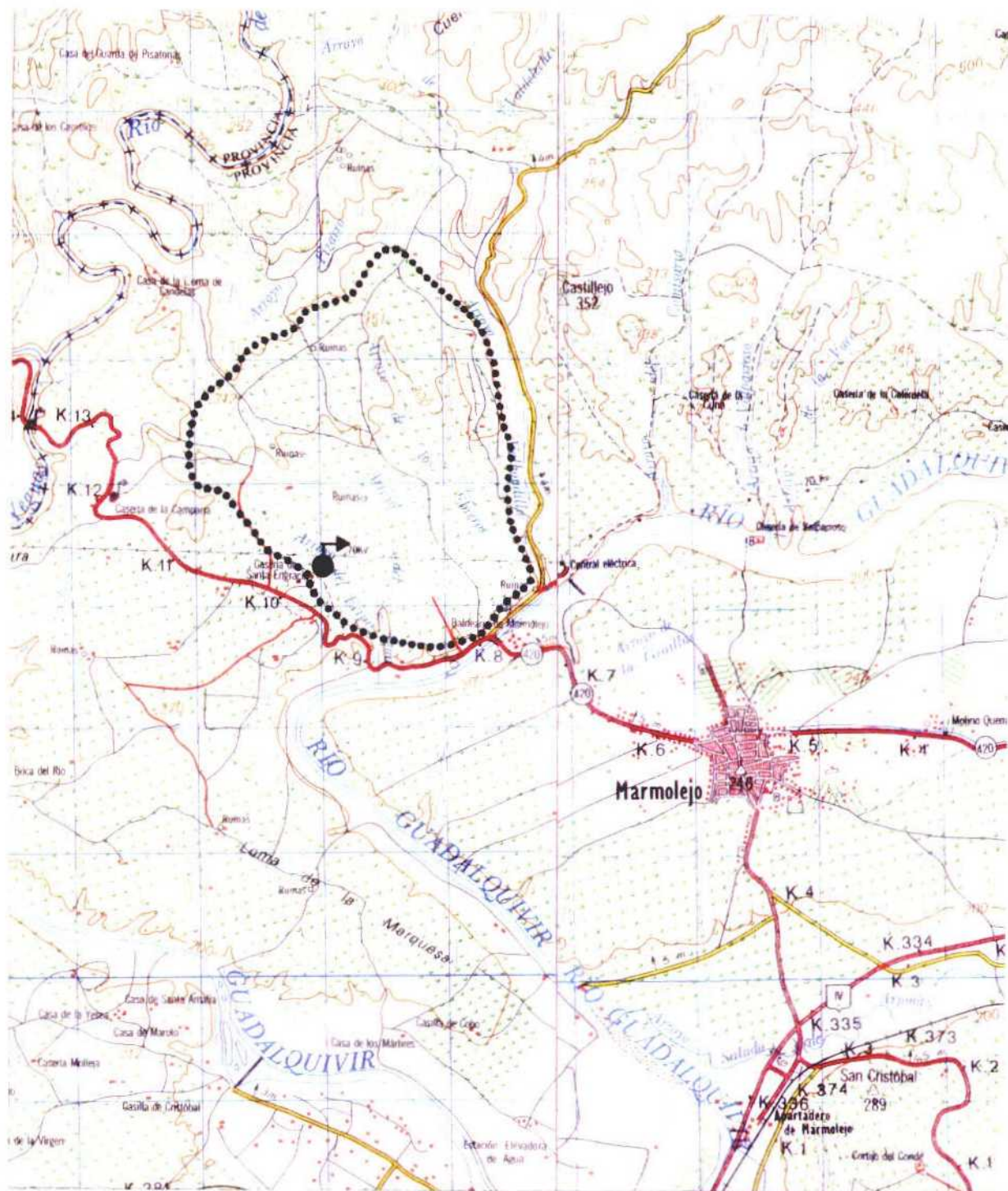
4.211.000

## CORTE GEOLOGICO



# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## EL ECIJANO



ESCALA 1:50.000

BAÑOS DE MARTOS (MARTOS)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Los Baños de Martos, también denominados "Baños del Agua Hedionda", se localizan a unos 5 km al Sur de dicha población, a cuyo término municipal pertenece. El acceso es por la carretera de Martos a Fuensanta de Martos, en el kilómetro 3 de la cual existe una desviación a la izquierda que conduce directamente al balneario. Aunque este último tramo de camino es estrecho, las condiciones de accesibilidad son buenas. La distancia a Jaén capital, vía Torredonjimeno y Torredelcampo, es de 25-30 km.

En el entorno de Los Baños el relieve es suave; corresponde a la terminación suroccidental de la Sierra de La Grana (La Grana: 1.254 m) que, a su vez, es prolongación hacia el Oeste del macizo de Jabalcuz (Jabalcuz: 1.614 m). En relación con la alineación montañosa Jabalcuz-La Grana existen otros dos baños: los de Jabalcuz, al Este, y los de la Salvadora (Jamilena) al Norte.

Los Baños de Martos se ubican en la hoja topográfica a escala 1:50.000 nº 18-38 (946, Martos); las coordenadas UTM: son X = 416750 e Y = 4171800. Su cota estimada es de 700 m.

## 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

En el balneario existen dos manantiales, separados por alguna decena de metros, denominados según las características del agua: "Fuerte" y "Floja", de acuerdo en la percepción organoléptica de la cantidad de gas sulfhídrico presente en cada uno de ellos.

El agua "Fuerte" aparece acondicionada por una pequeña poza dentro de una caseta. El nivel del agua está menos de un metro bajo el suelo; es apreciable un ligero burbujeo de gases, acompañado de un olor intenso a huevos podridos.

El agua "Floja" mana de una entubación con caudal muy reducido (inferior a 0,1 l/s) y vierte a un depósito de escasa capacidad.

Muy próximo a estos dos puntos se encuentra el Balneario (Hotel) propiamente dicho. Todo el conjunto está actualmente fuera de uso y bastante abandonado. El estado de semi-destrucción en que aparece fue en gran parte consecuencia de una tormenta. Aún se conservan cuatro bañeras de mármol de una pieza.

De acuerdo con la información suministrada por el actual propietario, el máximo esplendor del balneario corresponde al periodo de finales del siglo pasado y principios de éste, cuando se reunían durante los veranos unas 50 familias para curas de piel.

Hacia 1925 fue médico del balneario D. Tomás de Benito, Catedrático de la Universidad de Madrid, que escribió acerca del mismo en alguno de sus textos sobre este tipo de



instalaciones, aunque no ha sido posible disponer de tal referencia bibliográfica.

Durante la guerra civil de 1936-1939 fue convertido en Hospital. En esta etapa desapareció toda la documentación que se conservaba en el balneario.

Este balneario aparece incluido en la relación de establecimientos declarados como de Utilidad Pública por el Ministerio de la Gobernación en 1870.

En el libro "Elementos de Hidrología Médica" (E. Doz Gómez y A. Builla Alegre, 1870) aparece descrito el balneario. Se cita la temperatura de las aguas (20°C) y su caudal: 5 l/min la "Fuerte" y 40 l/min la "Floja". No se dispone de análisis cuantitativo, aunque el cualitativo revela la presencia de ácidos sulfhídrico y carbónico, cloruro sódico y magnésico, sulfatos cálcico y magnésico, carbonatos de las mismas bases, azufre puro, alúmina, ácido silícico y materias orgánicas. La temporada era de 10 de Junio a 10 de Octubre.

En el diccionario enciclopédico Espasa, dentro de la relación de principales aguas minero-medicinales de España, se alude a este balneario citando una naturaleza sulfurado-cálcica y una temperatura de 19°C para sus aguas, que son, según dicha fuente, especialmente indicadas para enfermedades del aparato sexual femenino.

El balneario aparece referenciado en la relación de estas instalaciones que, a nivel nacional, publica la Gaceta de Madrid en 1928 (nº 117). También en diferentes listados al respecto del Instituto Geológico y Minero de España (1913, 1947 y 1986). En la última de estas tres fechas aparece ya "sin uso"; tampoco se incluye, por análogas razones, en la

información general que sobre balnearios en explotación publicó la Dirección General de Promoción del Turismo en 1968.

Por último, a efectos de investigación geotérmica, existen datos de las concentraciones volumétricas de gases en el agua "Fuerte" de este balneario, en el estudio que sobre este tema se realizó en Andalucía Occidental en 1983, junto con la interpretación geotermométrica de los resultados obtenidos: temperaturas de equilibrio entre 100 y 115°C, según los métodos empleados.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico, el balneario de Martos se localiza dentro de las Unidades Intermedias (Zonas Externas de las Cordilleras Béticas), concretamente en el extremo occidental de la Unidad de Jabalcuz, próximo al contacto con los materiales de relleno de la Depresión del Guadalquivir.

La Unidad de Jabalcuz comprende materiales con edades desde el Jurásico inferior al Cretácico superior, aunque en el entorno del balneario sólo afloran depósitos cretácicos; los materiales jurásicos afloran unos 5 km al Noreste, donde constituyen el macizo de la Sierra de La Grana.

### UNIDADES INTERMEDIAS

De muro a techo, en la Unidad de Jabalcuz pueden distinguirse los siguientes tramos litoestratigráficos:

1. Dolomías y calizas. Su potencia máxima es de unos 300 m. Las dolomías basales pueden representar algo más de la

mitad de dicho espesor en el sector de Jabalcuz. Su edad es Lías inferior.

2. Calizas tableadas y calizas margosas, con intercalaciones de niveles margosos delgados. Su potencia es próxima a 600 m en el sector de la Sierra de La Grana, y aumenta hacia el Este. Su edad es Lías medio-superior.
3. Calizas oolíticas. Presentan texturas con filamentos y también nódulos de sílex. Su espesor es del orden de 150 m y se atribuyen al Dogger. Constituyen las principales elevaciones del área (La Grana, Jabalcuz).
4. Margas y margocalizas ricas en radiolarios, en la base; calizas, brechas y turbiditas calcáreas hacia el techo. El paquete basal, aunque de potencia variable según los sectores, no sobrepasa los 50 m. El paquete calcáreo-turbidítico tiene también espesor variable, disminuyendo hacia el Oeste: desde cerca de 300 m en el extremo de la Hoja a menos de 100 m en el borde septentrional de la Sierra de La Grana. La edad de este tramo es Malm.
5. Se trata de un tramo que agrupa varios paquetes de distintas etapas dentro del Cretácico, aunque todos ellos con predominio de facies margosas y margo calcáreas. Hacia la parte central y superior del tramo son frecuentes las intercalaciones areniscosas, de carácter turbidítico. Al igual que precedía para los materiales del Jurásico superior, el espesor de este tramo disminuye hacia el Oeste: desde unos 1.700 m en el extremo oriental de la Hoja, hasta del orden de 700 m en el otro extremo del afloramiento. Conviene reseñar que asociados con este tramo existen niveles de olistolitos; concretamente, un paquete de brechas calcáreas de unos 5 m de espesor que aflora unos centena-

res de metros al Noreste del balneario tiene este origen. También de carácter olistostrómico es el paquete carbonatado que constituye la Peña de Martos, asociados con el cual aparecen materiales de componente triásica. Estos vertidos olistostrómicos se emplazan dentro de materiales de edad Cretácico inferior.

#### MATERIALES NEOGENO-CUATERNARIOS

Ya se ha citado anteriormente que al Oeste del balneario comienzan a aflorar profusamente materiales de la Depresión del Guadalquivir. En este conjunto cabe distinguir tres tramos:

1. Unidad Olistostrómica se dispone sobre los materiales cretácicos de la Unidad de Jabalcuz, en el entorno del balneario. Agrupa materiales de naturaleza y procedencia variada: Trias en facies germano-andaluza, cretácico -con facies tanto subbéticas como prebéticas e intermedias- y Terciario, con facies generalmente de margas y margo calizas. Estos materiales aparecen como una mezcla caótica, donde eventualmente pueden reconocerse olistolitos poco deformados aunque de tamaño muy variable. En el entorno del balneario, y asimilables a esta unidad, predominan los olistolitos de dolomías triásicas. No se dispone de datos precisos respecto al espesor de esta unidad, aunque puede ser de algunos centenares de metros. Se ha datado esta unidad como Mioceno medio.
2. Unidad de Porcuna. Aparece en las proximidades del balneario discordantemente sobre materiales de la Unidad Olistostrómica. La litología dominante corresponde a margas con frecuentes pasadas arenolimosas, aunque, en determinados sectores, afloran en la base unas calcarenitas,

como ocurre al Sur del balneario. La potencia máxima observada es de 70 m. Su edad es Mioceno Superior y representan, en la superficie correspondiente a la Hoja de Martos, los últimos depósitos marinos asociados a la Depresión del Guadalquivir.

3. Materiales pliocuaternarios. Discordantes sobre materiales anteriores. Cabe señalar, en primer lugar, unas secuencias de conglomerados con niveles de limos, cuya potencia suele ser de una decena de metros, aunque cerca de Martos pueden alcanzar los 100 m.

Por último, existen formaciones cuaternarias de diferente naturaleza: glaciares (coluvial), derrubios de ladera y aluviales, en general de espesor bastante reducido.

#### 2.1.- TECTONICA

En cuanto a las características tectónicas del entorno del balneario, hay que indicar, en primer lugar, la estructura sencilla que presentan los materiales de la Unidad de Jabalcuz. Se trata de una serie con buzamientos bastante uniformes (de unos 20-30°, generalmente) hacia el Sur, con ligeras inflexiones que determinan pliegues muy poco pronunciados. Pocos kilómetros al Sureste del balneario la Unidad de Jabalcuz es cabalgada por materiales carbonatados liásicos del dominio Subbético Externo. La edad de este cabalgamiento es Langhiense superior - Serravalliense inferior (Mioceno medio) y está asociado con la formación de la Unidad Olistostromica.

En el Mioceno superior (intra-Tortonense) se registra otra importante etapa tectónica, donde el conjunto de unida-

des Intermedias + Subbético se superpone al conjunto olistostromico, produciéndose su plegamiento con directriz E-O.

Aunque los materiales depositados con posterioridad a esta última etapa tectónica pueden considerarse como postorogénicos, existe actividad tectónica en el Plioceno puesta de manifiesto por el basculamiento de los sedimentos pliocuaternarios próximos a Martos.

Todas las etapas tectónicas citadas tienen asociadas sistemas de fracturas normales. Las más frecuentes son las de dirección N30°E, N60-80°E y N-150°E.

El propio balneario se ubica en la traza de una fractura de dirección próxima a la N30°E. En su entorno existe otra subparalela a ésta, y una tercera -supuesta en la mayor parte de su trazado al estar recubierta por depósitos cuaternarios- de dirección cercana a la N150°E.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Este manantial aparece en un contexto de materiales de baja permeabilidad en general, fundamentalmente de edad Cretácico. No obstante, su ubicación sobre la traza de una fractura sugiere una posible relación con acuíferos confinados a cierta profundidad. Bien es cierto que, de acuerdo con su traducción cartográfica, la entidad de dicha fractura no parece ser de carácter regional.

Subyacentes bajo los materiales margosos cretácicos se localizan materiales carbonatados del Dogger-Malm. Es posible que bajo el manantial se encuentren a una profundidad, tal vez superior a los 1.000 m, aunque este aspecto puede verse

modificado en función del juego de ciertas fracturas, como la que determina su aparición según ya ha sido citado.

Dentro de los materiales carbonatados que se acaban de reseñar, cabe distinguir entre dos tramos: las calizas oolíticas del Dogger y la sucesión de calizas, brechas y turbiditas calcáreas del Malm; el primero aparece bastante carstificado, mientras que dentro del segundo existen niveles de margocalizas intercaladas. La permeabilidad debe ser, pues, relativamente elevada para los materiales del Dogger, y media baja en su conjunto para los del Malm. Entre ambos existe un paquete de margas con radiolarios, verosimilmente impermeable, que puede implicar la desconexión hidráulica entre los conjuntos carbonatados, aunque su espesor (bastante reducido) unido a la existencia de fracturas puede ser también un argumento opuesto a la citada desconexión.

La recarga de los materiales carbonatados procede de la infiltración de las precipitaciones sobre los afloramientos. Su descarga se produce, en el sector de la sierra de la Grana, en las inmediaciones de Martos, a una cota aproximada de 820 m, en un manantial que actualmente se encuentra regulado.

A menos de 1 km al N de los Villares se perforaron por el I.N.C., a finales de los años cincuenta, dos sondeos con profundidades de 610 y 350 m. tras atravesar unos 100 m de materiales margosos del Cretácico basal, penetraron en la sucesión carbonatada del Malm. ambos sondeos resultaron artesianos con un caudal surgente conjunto de unos 2 l/s. la cota piezométrica que resultaba era algo inferior a 650 m. es, pues, una situación que, con las reservas oportunas, puede invocarse también para explicar el manantial que nos ocupa, aunque en este último caso el ascenso del agua se produciría

a favor de una fractura. precisamente a unos 2 km al Oeste de los Villares existe una surgencia también en materiales cretácicos, relacionada con una fractura y con evidencias de artesianismo; su cota es próxima a los 700 m. aunque las características físico-químicas de las aguas son muy diferentes, es de resaltar la semejanza en las condiciones hidrogeológicas de surgencia de este manantial y el del balneario.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

De acuerdo con los análisis realizados y según se aprecia en el diagrama de Schoeller de la figura 1, las muestras correspondientes a los manantiales Fuerte y Flojo (en adelante A y B respectivamente) resultan químicamente similares. Los antecedentes históricos anteriormente expuestos atribuyen esta nomenclatura a diferencias en el contenido de  $H_2S$  -apreciado por vía organolopéptica- de ambas surgencias, hecho no corroborable al no disponerse de análisis químico de este compuesto, pero tampoco de gran trascendencia en el presente contexto.

El agua es de naturaleza clorurada sódica, con una mineralización muy elevada (más de 4500  $\mu S/cm$  en ambas muestras) y fuerte carácter reductor\*. El  $pH_{c_{amp}} o$  es de 7,1 para el punto A y 7,52 para el B.

---

\* El Eh del manantial Fuerte (-396 mV) es superior al del manantial Flojo (-202 mV), hecho en principio coherente con el presunto mayor contenido de  $H_2S$  del primero respecto al segundo.



Si bien la descripción hidrogeológica previa sugiere una asociación de las surgencias con materiales de tipo carbonatado, el carácter clorurado sódico del agua así como su alto contenido salino constituyen evidencias claras de un proceso de disolución de evaporitas, que obviamente han de estar presentes en alguna de las formaciones que constituyen el acuífero. Los diagramas de saturación de la figura 2 reflejan situaciones similares para ambas muestras: subsaturación en halita, ligera subsaturación en yeso y anhidrita, y situación próxima al equilibrio respecto a calcita y dolomita (ligera sobresaturación).

Las concentraciones de  $F^-$  son idénticas en ambas muestras: 1,6 mg/l. En lo que respecta a los compuestos nitrogenados es importante destacar que mientras en el caso A los contenidos son muy bajos, B presenta una concentración muy elevada en nitritos: 2 mg/l, que obviamente excluye toda la posibilidad de uso como agua potable. Finalmente, entre los metales pesados conviene señalar la presencia de plomo: 115  $\mu g/l$  en A y 90  $\mu g/l$  en B (concentración máxima admisible según la Reglamentación Técnico-Sanitaria: 50  $\mu g/l$ ).

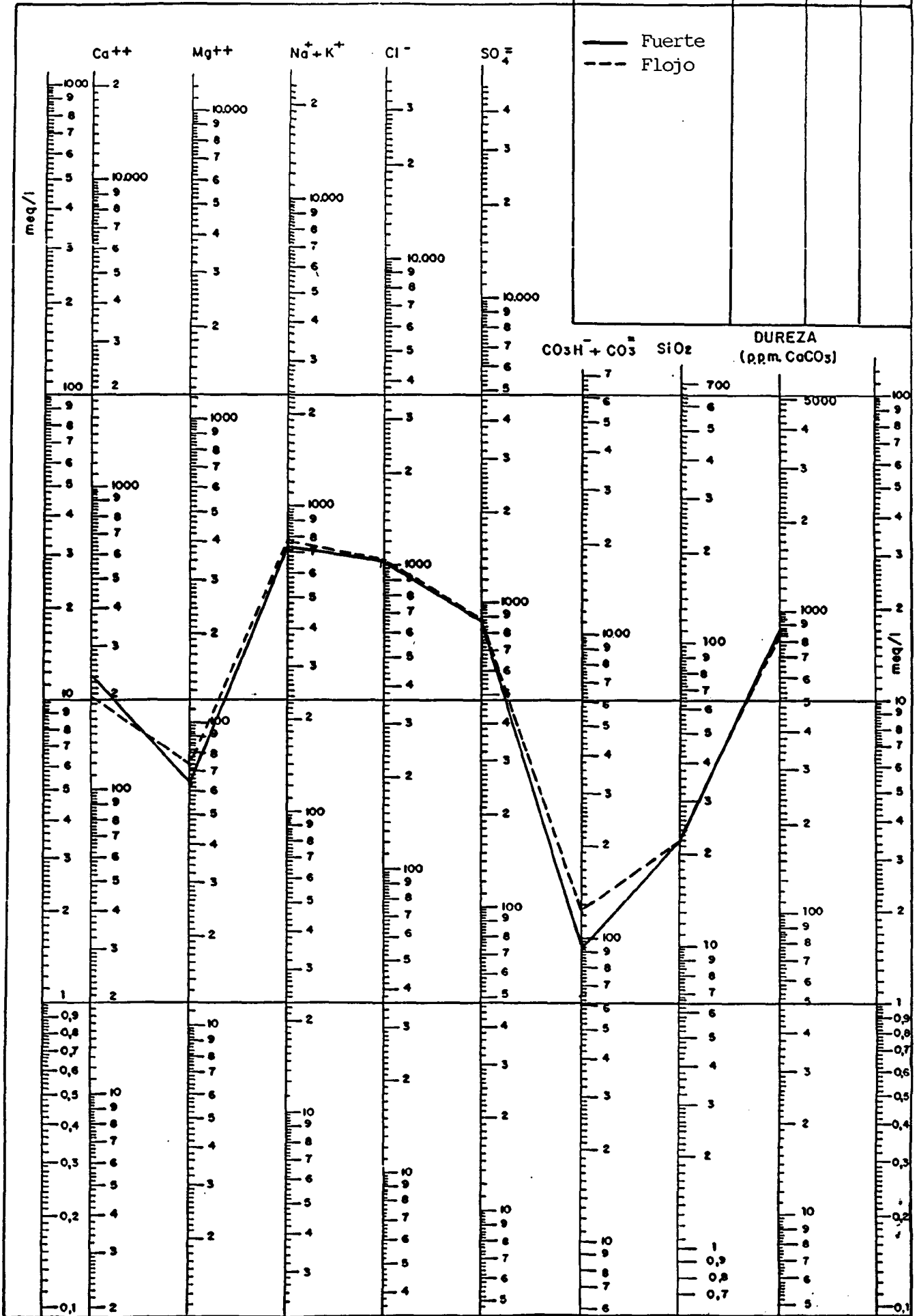
##### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

De acuerdo con lo expuesto en el apartado 3, el perímetro de protección que se propone para esta surgencia corresponde a aquél que comprende los afloramientos de materiales del Dogger-Malm del macizo de la Sierra de la Grana.

Desde el punto de vista topográfico, el área de protección propuesta corresponde a una franja de dirección aproximada E-O, que comprende el sector de cumbres del citado macizo montañoso y parte de su ladera meridional, aproximadamente hasta la altura del río ELICHE.

FIG. .- BAÑOS DE MARTOS

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



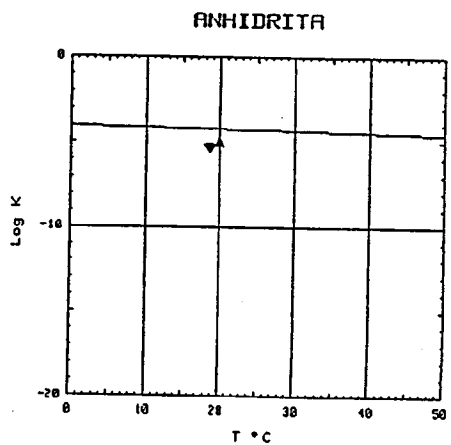
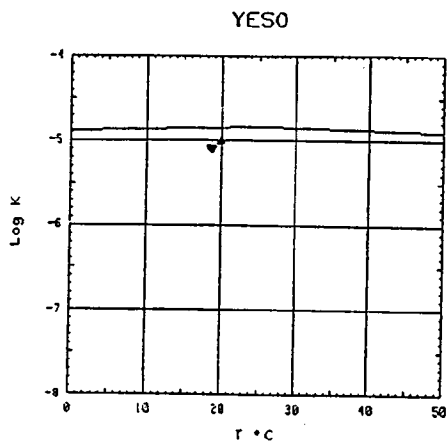
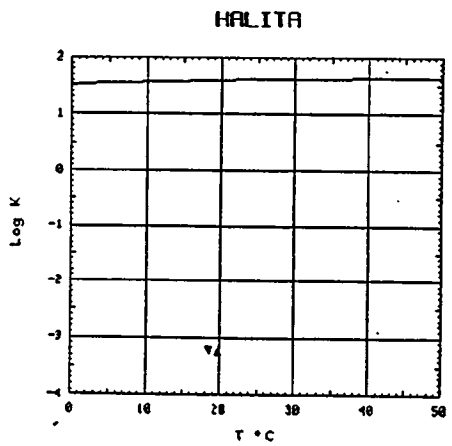
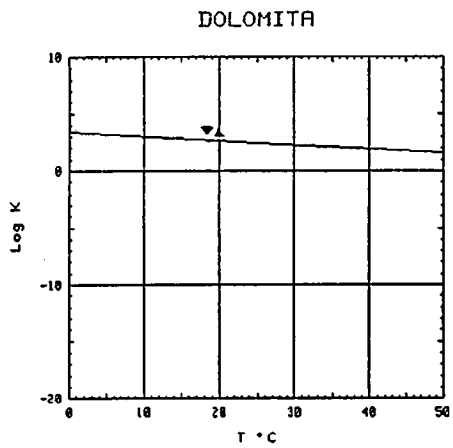
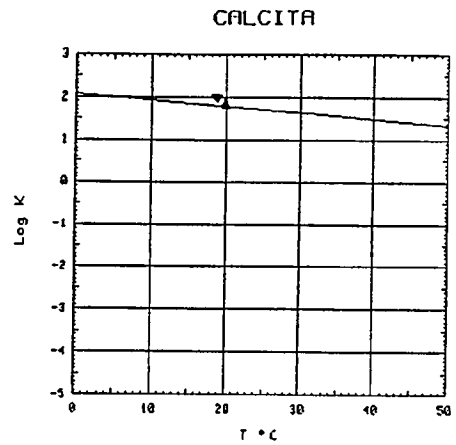
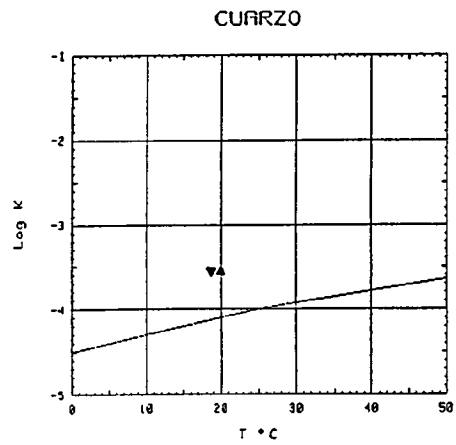


FIG. -- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE BAÑOS DE MARTOS FUERTE (▲) Y FLOJO (▼)

**ANALISIS QUIMICO**

---

DENOMINACION: BAÑOS DE MARTOS FUERTE  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 19.8                      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 4750  
 pH a 19°C: 7.10                              DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 863  
 pH a 18°C: 7.20                              Eh campo (mV): -396

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
HCO3-	94.00	1.541	1.541	3.18
CO3=	-	-	-	-
SO4=	867.00	9.025	18.051	37.20
Cl-	1022.00	28.831	28.831	59.41
F-	1.600	.084	.084	.17
NO3-	1.00	.016	.016	.03
SiO2(H4SiO4)	21.4	.356	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	2007.060	39.854	48.524	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
Na+	733.00	31.886	31.886	64.54
K+	11.00	.281	.281	.57
Ca++	240.00	5.988	11.976	24.24
Mg++	63.00	2.591	5.182	10.49
Fe++	.010	0.000	0.000	0.00
Li+	.13	.019	.019	.04
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.11
NH4+	.010	.001	.001	0.00
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	.145	.001	-	-
Zn++	.050	.001	.002	0.00
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	1047.870	40.786	49.404	

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

CLASIFICACION: CLORURADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca = .129    Cl/Na = .904    (SO4\*Ca)^1/2 = 14.703  
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .090    Cl/(Na+K) = .896    (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.062  
 ((CO3H)^2\*Ca)^1/3 = 3.052    SO4/Ca = 1.507    Mg/Ca = .433  
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.142    SO4/(Ca+Mg) = 1.052    Cl/CO3H = 18.713

ARCHIVO EN DISCO: MMJ4 (AMA3-04)

	ppm
R.S. 110°C	3250
D.Q.O.	1,8
CN-	-
Cd	0,003
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

**ANALISIS QUIMICO**

---

DENOMINACION: BAÑOS DE MARTOS FLOJO  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 18.5 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 4680  
 pH a 18°C: 7.52 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 821  
 pH a 18°C: 7.20 En campo (mV): -202

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	121.00	1.983	1.983	4.05
CO3=	-	-	-	-
SO4=	867.00	9.025	18.051	36.82
Cl-	1022.00	28.831	28.831	58.81
F-	1.600	.084	.084	.17
NO3-	2.00	.032	.032	.07
SiO2(H4SiO4)	21.1	.351	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	2.000	.043	.043	.09
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	2036.750	40.351	49.026	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	751.00	32.669	32.669	66.24
K+	10.00	.256	.256	.52
Ca++	205.00	5.115	10.230	20.74
Mg++	74.00	3.044	6.087	12.34
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Li+	.14	.020	.020	.04
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.11
NH4+	.030	.002	.002	0.00
Mn++	.006	0.000	0.000	0.00
Pb	.090	0.000	-	-
Zn++	.050	.001	.002	0.00
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	1040.876	41.125	49.322	

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

CLASIFICACION: CLORURADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca = .194 Cl/Na = .883 (SO4\*Ca)^1/2 = 13.589  
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .122 Cl/(Na+K) = .876 (Cl+SO4)/(Ca+k+Na) = 1.086  
 ((CO3H)^2\*Ca)^1/3 = 3.427 SO4/Ca = 1.765 Mg/Ca = .595  
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.228 SO4/(Ca+Mg) = 1.106 Cl/CO3H = 14.537

ARCHIVO EN DISCO: MMJ5 (AMA3-05)

	ppm
R.S. 110°C	3109
D.Q.O.	2,3
CN-	-
Cd	0,002
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

El límite oriental del perímetro de protección responde al hecho de que, aún existiendo continuidad litoestratigráfica y estructural entre los macizos de La Grana y Jabalcuz, desde el punto de vista hidrogeológico existen indicios que apuntan a la existencia de sistemas de flujo diferenciados para cada uno, aunque de hecho es muy poco lo que se conoce acerca de los mismos. De ahí que con el trazado de dicho límite se ha pretendido, únicamente, seguir la división topográfica ente ambos macizos, que tampoco es, de hecho, bastante marcada.

Como se ha comentado en el apartado 1.2, buena parte del deterioro actual del balneario tiene que ver con los efectos de una avenida. A este respecto, hay que hacer notar que el balneario se localiza en las inmediaciones de un arroyo (innominado en el mapa topográfico a escala 1:50.000) cuya cuenca vertiente es de aproximadamente 1 km<sup>2</sup>.

En base a ello se ha delimitado también dicha cuenca como "perímetro de protección", en el bien entendido de que sería frente a aportes superficiales, ya sea naturales o antrópicos.

Dicha cuenca está integrada por materiales impermeables y la infiltración allí no debe ser significativa. El origen de las aguas del balneario, como ya ha sido discutido, es relativamente profundo. Es por ello que pueden considerarse dos niveles de protección: "hidrogeológico" (con las reservas ya planteadas en relación con el desconocimiento de los sistemas de flujo) e "hidrográfico" (éste fácil de delimitar).

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

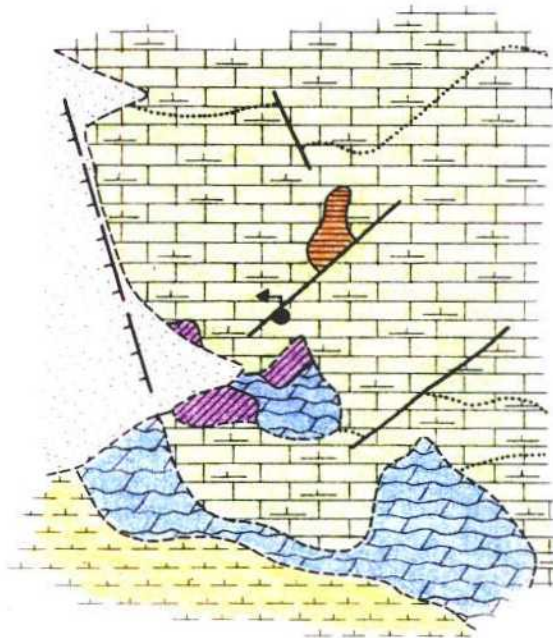
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, escala 1:50.000 nº 18-38 (Martos). MAGNA-ITGE (en prensa).
- INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS 30 y 31 (provincias de Jaén, Granada y Córdoba): Unidad Jabalcuz - La Grana. Informe inédito. ITGE.
- SINTESIS HIDROGEOLOGICA DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR (P.N.I.A.S.). Colección Informe, 126 págs. ITGE, 1983.
- ANALISIS DE LA FRACTURACION Y DEL FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO EN EL SISTEMA JABALCUZ - LA GRANA (Provincia de Jaén). Hidrogeología y Recursos Hidráulicos, XII: 385-396. CALVACHE, M.L. y BENAVENTE, J. (1987).

# BAÑOS DE MARTOS (MARTOS)

## PLANO GEOLOGICO

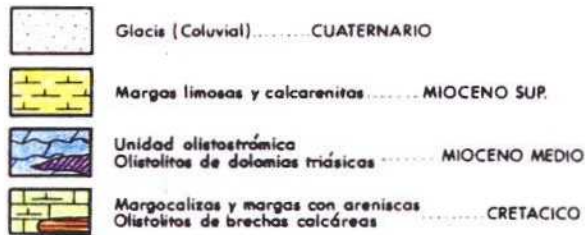
416.000

418.000



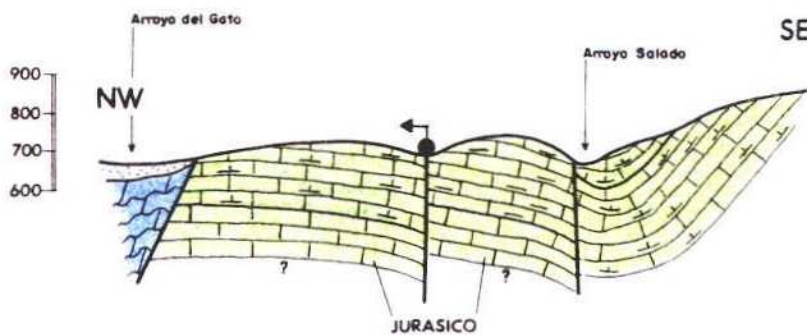
4.173.000

4.171.000



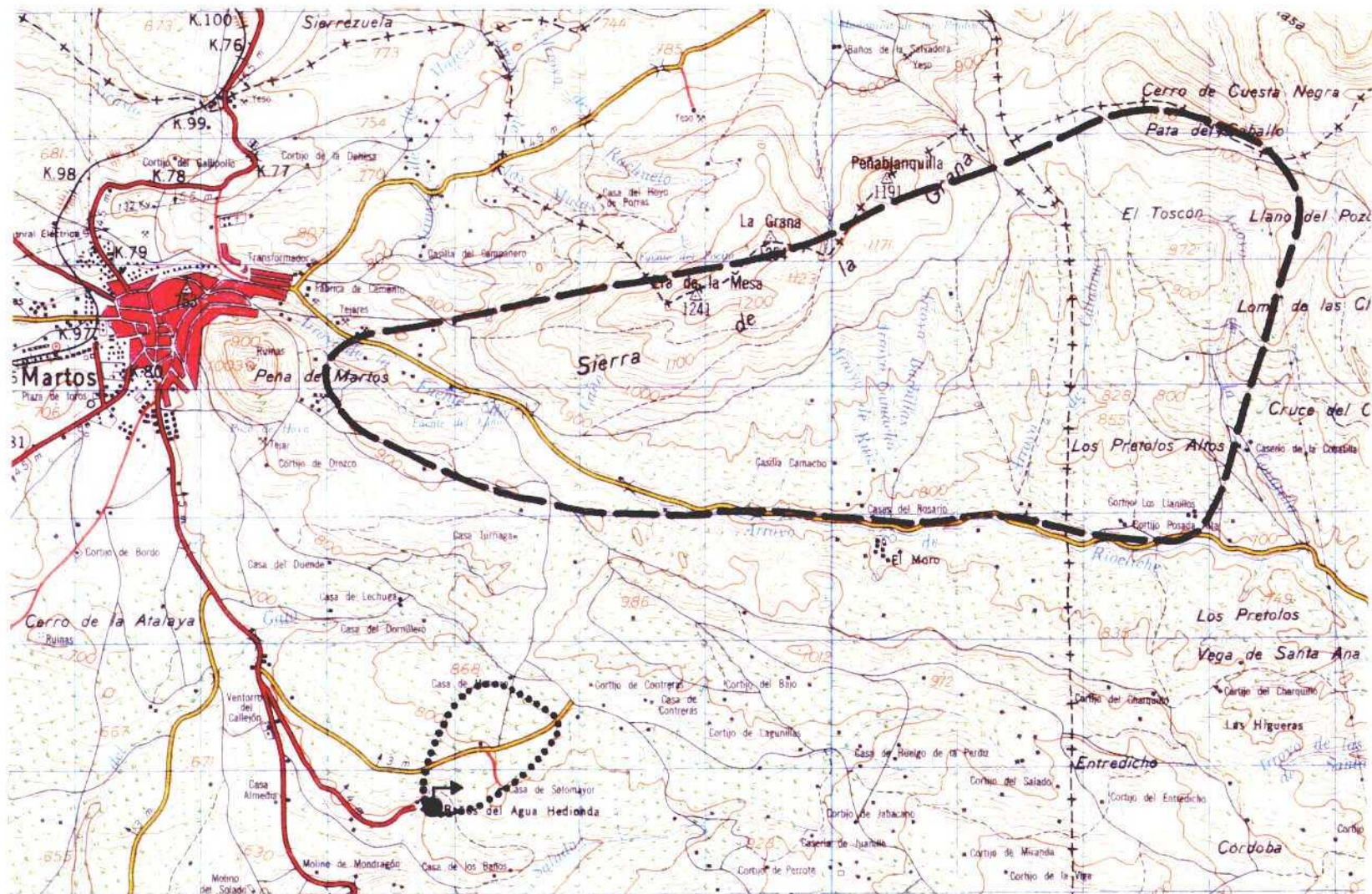
ESCALA - 1: 50.000

## CORTE GEOLOGICO





# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION BAÑOS DE MARTOS



ESCALA 1: 50.000

 Hidrogeológico

 De posible afección superficial

MANANTIAL LA HERRUMBROSA -LA ALISEDA- (SANTA ELENA)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de La Herrumbrosa se sitúa en el paraje de La Aliseda, dentro del término municipal de Santa Elena, y a unos 4 km de este núcleo, en la margen izquierda del río Campana, que atraviesa toda la zona de La Aliseda de Norte a Sur. Para acceder a este punto, desde el núcleo de Santa Elena, se toma la carretera comarcal a La Aliseda, que continua hacia La Carolina.

El entorno del manantial lo constituye una zona de pinares, dando lugar a un área de recreo, recientemente acondicionada por el IARA.

En su proximidad se encuentran los manantiales de San José y La Salud, que dieron lugar al balneario de La Aliseda, hoy completamente destruido, del que se ha realizado su correspondiente informe.

El manantial se localiza dentro de la hoja topográfica nº 884 de La Carolina, a escala 1/50.000 con coordenadas UTM: X = 449350 e Y = 4242575, siendo su cota topográfica de 650 m.s.n.m.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El manantial de La Herrumbrosa de carácter ferruginoso

está ligado a la historia y evolución del antiguo balneario de La Aliseda, aunque, como se dice en el informe correspondiente, los manantiales más renombrados eran los de La Salud y San José.

En la relación por provincias de las Aguas Minero Medicinales de España del IGME 1913, se cita al establecimiento hidrotermal de La Aliseda con más de veinte manantiales, algunos de sabor picante y herrumbroso, correspondiendo a aguas ferruginosas-bicarbonatadas.

Posteriormente se vuelve a citar en las relaciones publicadas en 1947 y 1986, también del IGME.

Tradicionalmente este manantial, por su sabor y contenido en hierro se ha utilizado de forma local para usos medicinales, como bebida, en aplicaciones a estómago, anemias, etc.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El grupo de manantiales de La Aliseda se encuentran en la parte oriental de Sierra Morena. Se corresponde con la zona más meridional de la Meseta en la que predominan los materiales paleozoicos.

Los sedimentos más antiguos que se encuentran en el entorno del manantial pertenecen al Ordovícico datados paleontológicamente y están representados por una alternancia de areniscas, cuarcitas y pizarras. Henke (1928) denomina a la serie basal del Ordovícico superior como Estratos Orthis. Se trata de una potente serie (150-170 m), pizarras arcillosas y areniscas más o menos cuarcíticas. Los distintos bancos de cuarcita rara vez superan un espesor de 50 cm. Hacia techo

alternan bancos arenosos con pasadas enteramente ferruginosas y finísimas lumaquelas muy limonitizadas.

Termina la serie basal con un horizonte de calizas (caliza urbana). Se trata del único horizonte calcáreo de este Paleozoico, y se presenta de una forma discontinua, sirviendo como elemento de separación del resto de la serie ordovícica. Su potencia suele oscilar entre 8 y 10 m, y presenta un elevado contenido en hierro, de allí su coloración parda bajo la acción meteórica.

Hacia techo se presenta una formación de pizarras de unos 120 m de potencia. Se compone de pizarras arcillosas gris oscuras, de coloración ligeramente azulada. A medida que se va subiendo en la serie aumenta el contenido en sílice, observándose una pizarrosidad muy marcada. A esta formación se le ha denominado Pizarra Castellar, y representan el final del Ordovícico Superior.

El tránsito al Silúrico está representado por una formación cuarcítica, Cuarcita Catellar, que reposa concordantemente sobre el techo arenoso de la formación anterior, observándose de muro a techo: bancos de cuarcita blanquecina de grano muy fino, del orden del metro de potencia pasando a cuarcita oscura de pátina gris o azulada y culminando con un término superior en el que se incrustan pizarras arenosas blandas. La Cuarcita Castellar dado su alto contenido en hierro da tonalidad rojiza. Su potencia varía entre los 6 a los 30 metros.

Sobre la formación anterior descansa concordantemente un tramo de pizarras de graptolites de unos 150 metros de potencia. Lo componen pizarras arcillosas, grafitosas de color negro y ricas en pirita.

Normalmente se encuentran transformadas en pizarra de quiastolita debido al metamorfismo de contacto producido por las intrusiones graníticas. Su edad es Silúrico Inferior, marcando el tránsito al Devónico Medio en este sector.

El Devónico constituye una faja estrecha que delimita el mar carbonífero y está formado esencialmente por materiales arcillosos con una cierta pizarrosidad de tonalidades verdosas y rojizas que alternan con pequeñas capas cuarcíticas de 2-3 cm de potencia o arenisca cuarcítica con un cierto contenido de mica y tonalidades rojizas: estos materiales presentan lentejones de cuarcitas masivas, a veces algo brechoides.

Su potencia no se conoce con exactitud. Son materiales muy replegados y tectonizados, por lo que se ha estimado un espesor entre 60 a 80 m. Los materiales devónicos presentan contactos discordantes tanto a la base como a techo de la formación.

El Carbonífero está representado por una serie basal caracterizado por la existencia de un conglomerado con pistas y huellas de reptación, moldes de reptación, etc. El resto del Carbonífero presenta una litología de areniscas alternando con pizarras en series más o menos ritmicas, con predominio de la fracción pizarra.

La gran mancha de materiales carboníferos aflorantes en la zona puede hacer pensar que la potencia del Carbonífero es muy importante, aunque la estructura en pliegues de pequeña amplitud es la causa de su extensión. Su potencia se ha estimado entre 300 y 400 m.

Dentro de esta formación se encuentra intercalada una serie de diques de varios kilómetros de extensión de diabasas, aplitas y de pórfidos graníticos.

El Triás siempre se encuentra en posición subhorizontal, discordante sobre el Carbonífero y en facies Bunt típica. Generalmente en la base aparece un conglomerado de cantos silíceos de potencia variable y mínima una formación de arcillas rojas y areniscas.

Los materiales miocenos se depositan transgresivamente sobre el zócalo paleozoico y los sedimentos triásicos. Comienzan con un conglomerado poco potente de tonos rojizos, de cantos cuarcíticos y restos fósiles y matriz arenoso-limosa. La potencia máxima de estos conglomerados es de 6-7 m. Sobre estos conglomerados se deposita una serie de areniscas, lutitas y calizas. Su potencia oscila entre 40 y 50 m datándose el Tortoniense Superior-Andaluciense.

El Cuaternario está representado por los depósitos aluviales y coluviones.

Finalmente mencionemos al grupo de rocas intrusivas, representadas principalmente por rocas graníticas en el batolito de Santa Elena.

Se presentan en masas irregulares de color rosáceo o gris cuando no están alteradas, y aspecto granudo formado por cuarzo, feldespatos potásicos ligeramente caolinizados, plagioclasa y mica. En los bordes presentan, debido al enfriamiento más rápido, una textura porfídica con matriz subidiomórfica o alotriomórfica (granitos porfídicos).

La intrusión de la roca granítica produce un metamorfismo termal sobre la serie paleozoica originando una facies de corneanas en las zonas próximas y presencia de biotita en las zonas más retiradas.

## 2.1.- TECTONICA

Todos los materiales hasta el Carbonífero fueron plegados en la orogenia Hercínica, imprimiendo el estilo tectónico dominante que, en su fase Astúrica, actuó con empujes de dirección N-S, siendo de tal intensidad que borró cualquier resto de plegamiento o discordancia anterior.

Este periodo compresivo dio lugar a:

- Pliegues casi perpendiculares entre sí, que se formaron en base a dos impulsos muy cercanos en el tiempo. Son pliegues volcados con vergencia N y dirección ONO-ESE y pliegues casi simétricos, con cabeceo unas veces al E y otras al O, con flancos con poca pendiente y muy amplios, y con dirección NNE-SSO. Posteriormente y en las últimas fases Hercínicas se produjo un plegamiento de menor intensidad dando pliegues en V o "kink-folds".
- Fracturas de tensión, longitudinales y transversales, relacionadas con esfuerzos tangenciales y fracturas oblicuas en general de gravedad.
- Emplazamiento de las rocas intrusivas.

También se observan fallas de dirección E-O y componente vertical siendo probablemente el resultado de la reactivación de fallas Hercínicas por movimientos alpinos (tectónica de bloques).



El esquema estructural de la zona, es un gran pliegue anticlinal debido a la primera fase de deformación. Este está plegado a su vez por el segundo impulso, que le produce abombamientos de diverso radio. Y por último, de un modo local, los movimientos tardíos, que originan los pliegues Kink, afectan a la magnitud de los buzamientos.

La transgresión del mar triásico formó una cuenca de ambiente continental depositándose los sedimentos en facies Bunt, y después de un amplio proceso erosivo durante todo el Mesozoico y parte del Terciario, se produce una nueva transgresión marina durante el Tortonense.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial de La Herrumbrosa, al igual que el grupo de manantiales de La Aliseda, se localiza dentro del área de metamorfismo de contacto generado por la intrusión granítica de Santa Elena sobre la serie paleozoica.

Se trata de materiales que en conjunto se comportan como materiales de baja permeabilidad, por ser series "apizarradas" no dejando almacenar agua en su contexto, solamente la presencia de niveles areniscosos, lentejones cuarcíticos, diques, etc., aparte de una mayor fracturación, diaclasamiento o alteración de estas series, permitiendo la circulación de agua según unas direcciones preferentes originando estos tipos de surgencias o captaciones.

Por otro lado el desarrollo de suelos sobre la superficie de estas series pizarrosas y la acumulación de materiales sueltos en el fondo de valles, pueden originar reservas de mayor o menor magnitud, dando lugar a pequeños acuíferos

que pueden ser captados en los puntos de más baja cota, dependiendo además de su cuenca de recepción.

El manantial de La Herrumbrosa, de caudal variable, puede alcanzar hasta valores de 1 l/s, es un agua ferruginosa, de muy baja conductividad. El aporte de hierro posiblemente provenga de la circulación de agua a través de los niveles areniscos de las series ordovícicas, que como se comentó en el capítulo de geología son series ricas en mineralización de hierro.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua sulfatada magnésica-cálcica de mineralización muy baja (141  $\mu$ S/cm), con valores de pH y Eh en campo de 6,31 y -18 mV respectivamente. Al igual que en el caso de los manantiales próximos de San José y Salto del Fraile, estas características evidencian un tiempo de residencia muy corto, insuficiente para que el agua alcance el equilibrio con alguna de las fases minerales del medio (ver diagramas de saturación en la figura 1).

Los compuestos mayoritarios presentan concentraciones muy bajas. En el caso de los minoritarios y traza, el análisis indica cierta presencia de Fe, Mn y Zn, si bien las concentraciones no alcanzan niveles importantes. En conclusión, estos resultados son coherentes con el modelo hidrogeológico propuesto, en el que se señala la escasa entidad de los acuíferos que alimentan la surgencia.

#### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área única de protección para el conjunto de los principales manantiales de La Aliseda, Herrumbrosa,

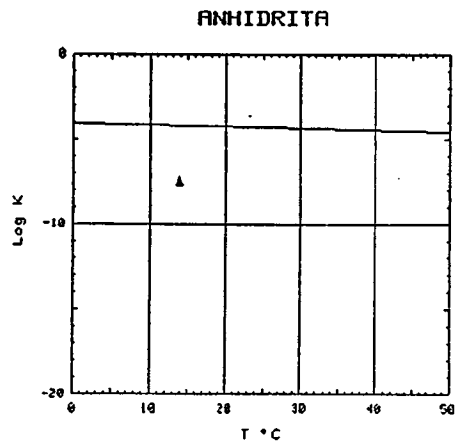
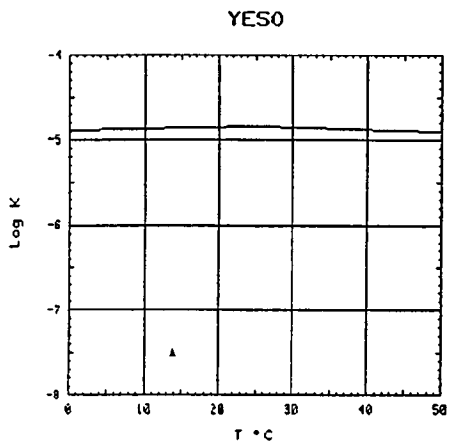
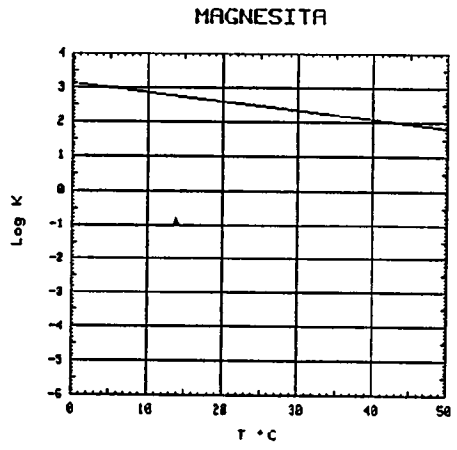
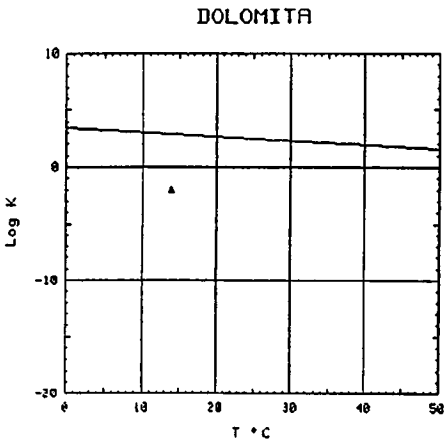
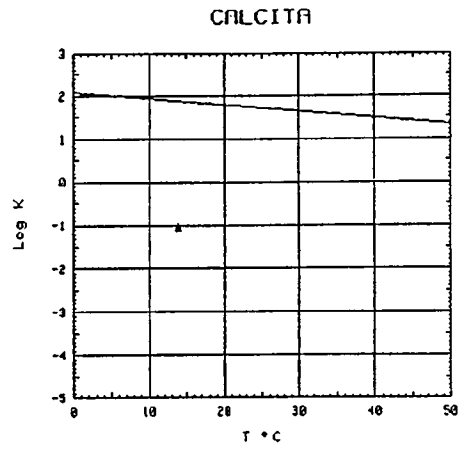
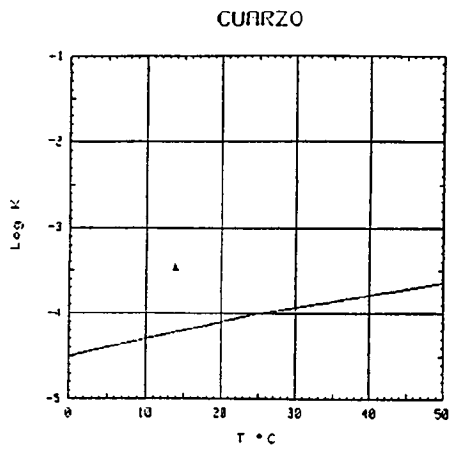


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE FUENTE LA HERRUMBROSA

# ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: FUENTE DE LA HERRUMBROSA  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 13.9                      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 141  
 pH a 13°C: 6.31                              DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 36  
 pH a 18°C: 7.30                              Eh campo (mV): -18

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	13.00	.213	.213	20.99
CO3=	-	-	-	-
SO4=	30.00	.312	.625	61.54
Cl-	5.00	.141	.141	13.90
F-	<5.0E-1	.026	.026	2.59
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.79
SiO2 (H4SiO4)	22.2	.369	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.02
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.16
TOTAL.....	71.260	1.071	1.015	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	5.00	.218	.218	20.19
K+	3.00	.077	.077	7.12
Ca++	6.00	.150	.299	27.79
Mg++	5.00	.206	.411	38.18
Fe++	.010	0.000	0.000	.03
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.67
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	5.16
NH4+	.010	.001	.001	.05
Mn++	.049	.001	.002	.17
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	.170	.003	.005	.48
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.15
TOTAL.....	19.849	.680	1.077	

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

CLASIFICACION: SULFATADA -- MAGNESICA CALCICA

CO3H+CO3)/Ca =	.712	Cl/Na =	.649	(SO4*Ca)^1/2 =	.432
CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.300	Cl/(Na+K) =	.479	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.290
(CO3H)^2*Ca)^1/3 =	.239	SO4/Ca =	2.086	Mg/Ca =	1.374
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.179	SO4/(Ca+Mg) =	.879	Cl/CO3H =	.662

ARCHIVO EN DISCO: MMJ18 (AMA3-18)

	ppm
R.S. 110°C	99
D.Q.O.	1,0
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

San José y Salud, que vendrá condicionada a la distribución y morfología de los cursos de agua superficial que incidirán de una manera prioritaria en la alimentación de dichos manantiales, y según se muestra en la figura se ha pretendido envolver el entorno de los arroyos que desde cabecera discurren por los materiales pizarrosos, englobando también el contacto intrusivo occidental del granito con la serie paleozoica.

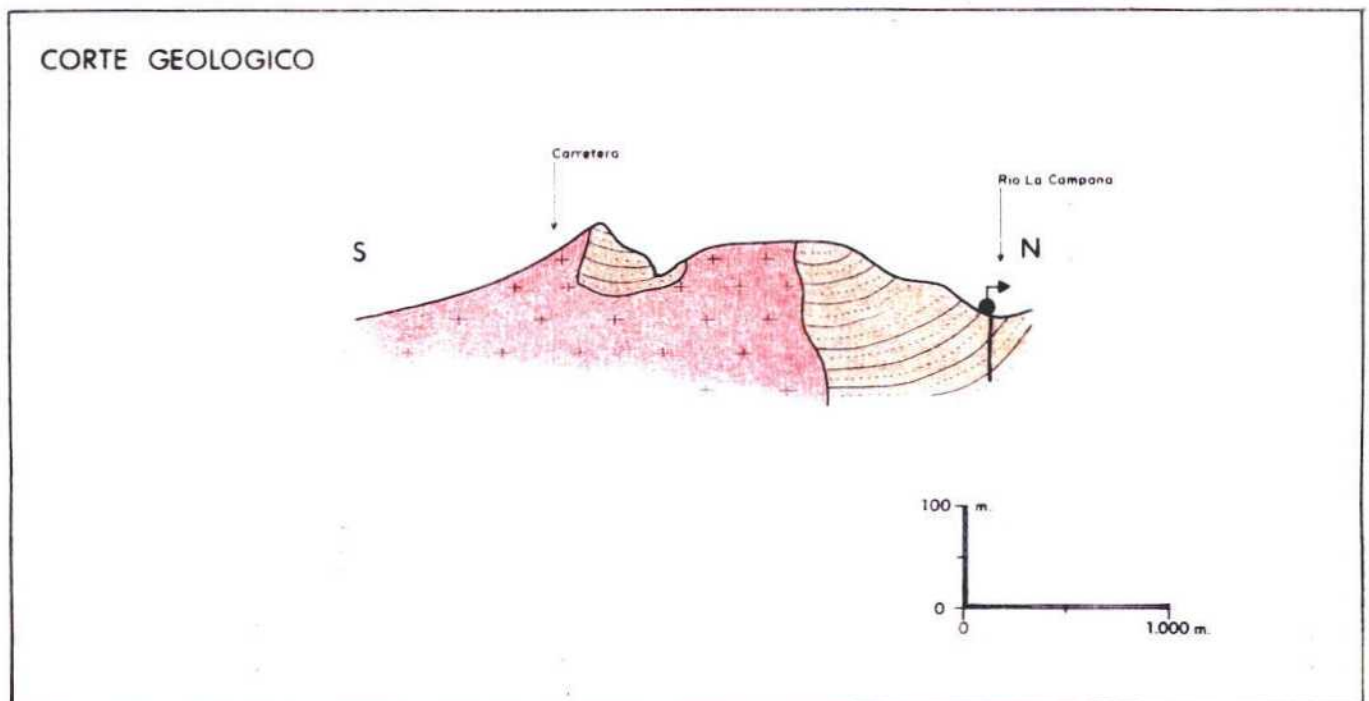
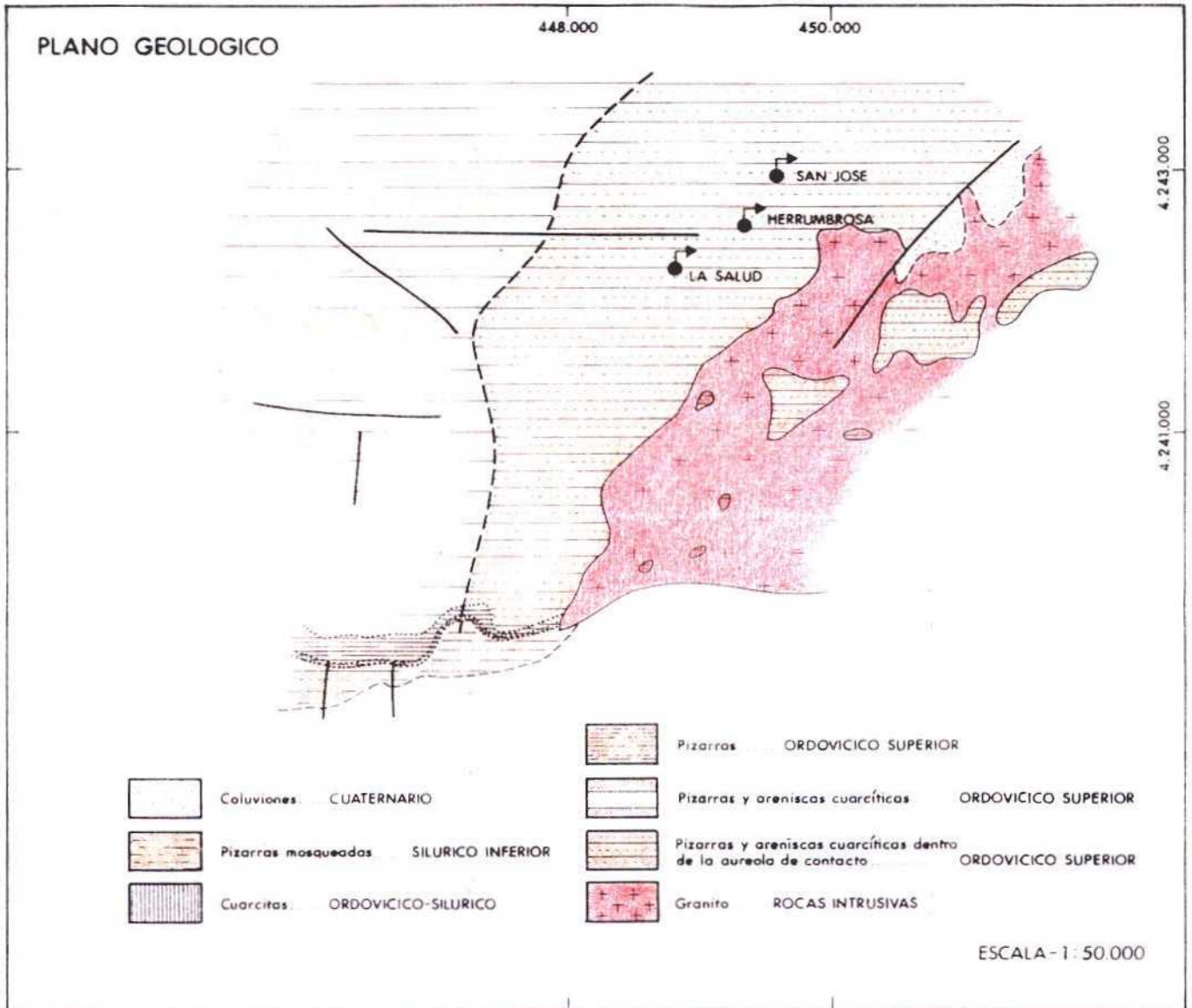
6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 884 (La Carolina). MAGNA-ITGE.

# "LA ALISEDA"

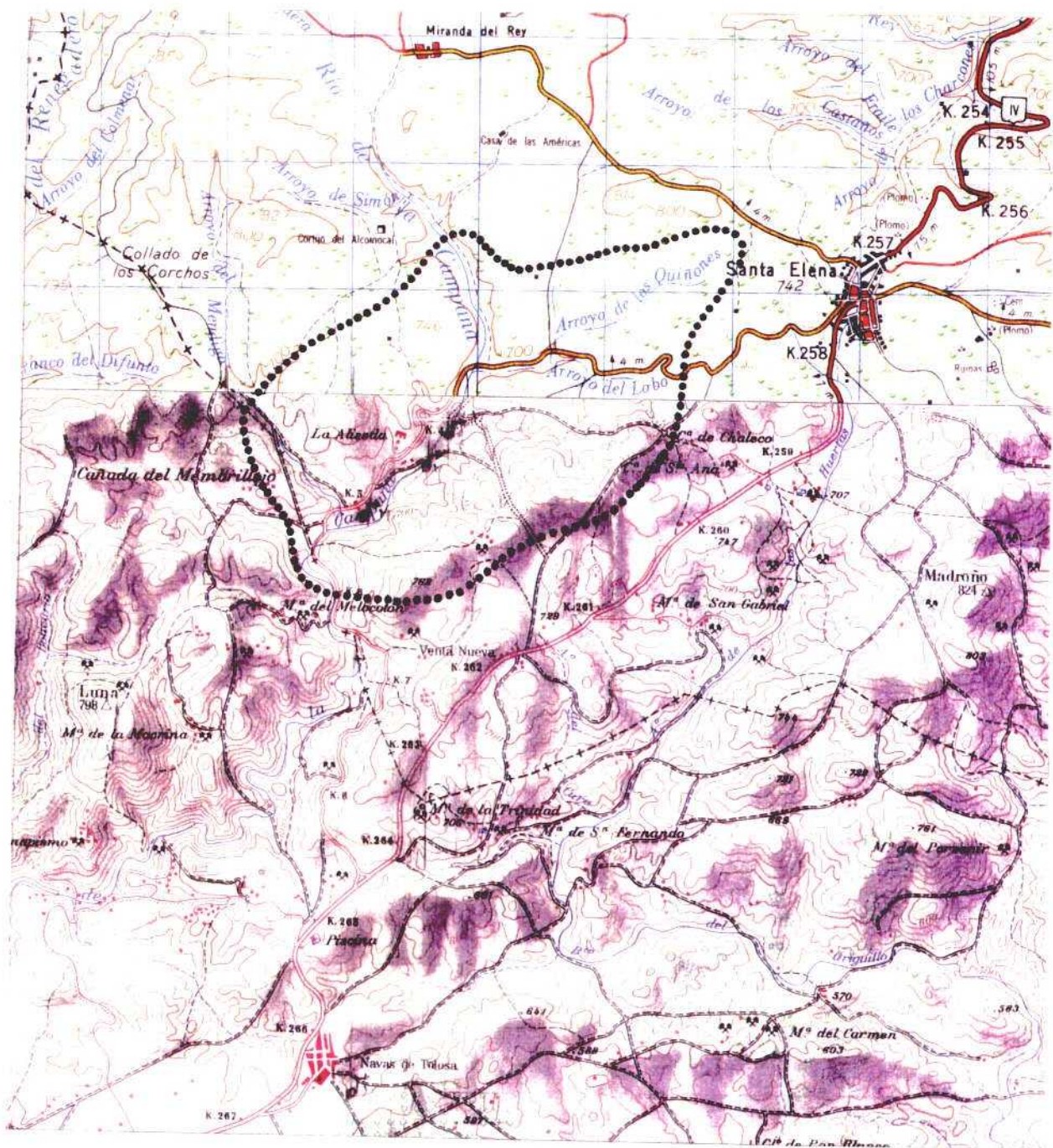
## FUENTE LA HERRUMBROSA

### (SANTA ELENA)



# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## MANANTIALES DE LA ALISEDA



ESCALA - 1:50.000

FUENTE DE SAN JOSE - LA ALISEDA- (SANTA ELENA)



## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Con la denominación de Fuente de San José se nombra a un único manantial sito en el paraje conocido por La Aliseda, en el término municipal de Santa Elena.

Para acceder a este manantial desde el núcleo urbano de Santa Elena se toma la carretera que va a La Aliseda y en el km 4 parte el camino situado a la izquierda, encontrándose la arqueta del manantial a unos 100 m una vez pasado el puente del río de La Campana.

Este manantial se localiza dentro de la hoja topográfica nº 884, de La Carolina, a escala 1/50.000 de coordenadas UTM: X = 449500 e Y = 4242850. Siendo la cota topográfica de 670 m.s.n.m.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Tanto la Fuente de San José como la de la Salud, sitas en el paraje denominado La Aliseda, se usaban con fines terapéuticos en los antiguos Baños de La Aliseda, ya desaparecidos y de los que sólo quedan algunos restos del hotel y fotos antiguas.

Desde el siglo XVIII se tienen noticias históricas de la utilización de estas aguas. Así en el primer registro de defunciones de la Venta de Linares del 1770 consta que una señora murió al ir a tomar las aguas a La Aliseda.

También se mencionan en la "Memoria del Ultimo Intendente de La Carolina" de Pedro Polo de Alcoce (Memoria histórica de los nuevos poblados de Sierra Morena y Andalucía, 1833), menciona que el terreno donde se sitúan los manantiales eran propiedad en el siglo XVIII del Marqués de la Rambla, siendo sus aguas medicinales. "Santa Elena, dos leguas al E de esta capital sobre el arrecife que forma la garganta de Despeñaperros. Las aldeas que de ella depende son: la del Portazgo, Correderas, Venta Nueva sobre la carretera general, la de Miranda y Magañas al NW dentro de la Sierra, con diversos caseríos y entre ellos el de La Aliseda perteneciente al Marqués de la Rambla, donde nacen las aguas "minerales que hacen bellos efectos en las enfermedades de estómago".

También se sabe que otro propietario de los terrenos donde se localizan los manantiales fue D. José Salmerón Amat.

Estos dos manantiales aparecen en el Espasa y en la relación del ITGE de 1913, 1947 y 1986 de aguas minero-medicinales. Además aparecen en una relación de Balnearios que se explotaron en otras épocas y que en la actualidad están inactivos (Consejería de Fomento y Trabajo, Junta de Andalucía).

Estas aguas se usaban tanto para bebida como para baño. Sabiéndose que desde el siglo XIX hasta principio del XX funcionaban los baños y que en 1936 ya no se usaban.

En la actualidad la Fuente de San José, da agua a una zona recreativa, situada a unos 400 m, cuidada por el IARA. El manantial se encuentra tapado con una arqueta.

El alcalde de Santa Elena está muy interesado en la zona con vistas a la construcción del hogar del jubilado y áreas recreativas.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El grupo de manantiales de La Aliseda se encuentran en la parte oriental de Sierra Morena. Se corresponde con la zona más meridional de la Meseta en la que predominan los materiales paleozoicos.

Los sedimentos más antiguos que se encuentran en el entorno del manantial pertenecen al Ordovícico datados paleontológicamente y están representados por una alternancia de areniscas, cuarcitas y pizarras. Henke (1928) denomina a la serie basal del Ordovícico superior como Estratos Orthis. Se trata de una potente serie (150-170 m), pizarras arcillosas y areniscas más o menos cuarcíticas. Los distintos bancos de cuarcita rara vez superan un espesor de 50 cm. Hacia techo alternan bancos arenosos con pasadas enteramente ferruginosas y finísimas lumaquelas muy limonitizadas.

Termina la serie basal con un horizonte de calizas (caliza urbana). Se trata del único horizonte calcáreo de este Paleozoico, y se presenta de una forma discontinua, sirviendo como elemento de separación del resto de la serie ordovícica. Su potencia suele oscilar entre 8 y 10 m, y presenta un elevado contenido en hierro, de allí su coloración parda bajo la acción meteórica.

Hacia techo se presenta una formación de pizarras de unos 120 m de potencia. Se compone de pizarras arcillosas gris oscuras, de coloración ligeramente azulada. A medida que se va subiendo en la serie aumenta el contenido en sílice, observándose una pizarrosidad muy marcada. A esta formación se le ha denominado Pizarra Castellar, y representan el final del Ordovícico Superior.

El tránsito al Silúrico está representado por una formación cuarcítica, Cuarcita Catellar, que reposa concordantemente sobre el techo arenoso de la formación anterior, observándose de muro a techo: bancos de cuarcita blanquecina de grano muy fino, del orden del metro de potencia pasando a cuarcita oscura de pátina gris o azulada y culminando con un término superior en el que se incrustan pizarras arenosas blandas. La Cuarcita Castellar dado su alto contenido en hierro da tonalidad rojiza. Su potencia varía entre los 6 a los 30 metros.

Sobre la formación anterior descansa concordantemente un tramo de pizarras de graptolites de unos 150 metros de potencia. Lo componen pizarras arcillosas, grafitosas de color negro y ricas en pirita.

Normalmente se encuentran transformadas en pizarra de quiastolita debido al metamorfismo de contacto producido por las intrusiones graníticas. Su edad es Silúrico Inferior, marcando el tránsito al Devónico Medio en este sector.

El Devónico constituye una faja estrecha que delimita el mar carbonífero y está formado esencialmente por materiales arcillosos con una cierta pizarrosidad de tonalidades verdosas y rojizas que alternan con pequeñas capas cuarcíticas de 2-3 cm de potencia o arenisca cuarcítica con un cierto

contenido de mica y tonalidades rojizas: estos materiales presentan lentejones de cuarcitas masivas, a veces algo brechoides.

Su potencia no se conoce con exactitud. Son materiales muy replegados y tectonizados, por lo que se ha estimado un espesor entre 60 a 80 m. Los materiales devónicos presentan contactos discordantes tanto a la base como a techo de la formación.

El Carbonífero está representado por una serie basal caracterizado por la existencia de un conglomerado con pistas y huellas de reptación, moldes de reptación, etc. El resto del Carbonífero presenta una litología de areniscas alternando con pizarras en series más o menos ritmica, con predominio de la fracción pizarra.

La gran mancha de materiales carboníferos aflorantes en la zona puede hacer pensar que la potencia del Carbonífero es muy importante, aunque la estructura en pliegues de pequeña amplitud es la causa de su extensión. Su potencia se ha estimado entre 300 y 400 m.

Dentro de esta formación se encuentra intercalada una serie de diques de varios kilómetros de extensión de diabasas, aplitas y de pórfidos graníticos.

El Trías siempre se encuentra en posición subhorizontal, discordante sobre el Carbonífero y en facies Bunt típica. Generalmente en la base aparece un conglomerado de cantos silíceos de potencia variable y una formación de arcillas rojas y areniscas.

Los materiales miocenos se depositan transgresivamente sobre el zócalo paleozoico y los sedimentos triásicos. Comienzan con un conglomerado poco potente de tonos rojizos, de cantos cuarcíticos y restos fósiles y matriz arenoso-limosa. La potencia máxima de estos conglomerados es de 6-7 m. Sobre estos conglomerados se deposita una serie de areniscas, lutitas y calizas. Su potencia oscila entre 40 y 50 m datándose el Tortoniense Superior-Andaluciense.

El Cuaternario está representado por los depósitos aluviales y coluviones.

Finalmente mencionemos al grupo de rocas intrusivas, representadas principalmente por rocas graníticas en el batolito de Santa Elena.

Se presentan en masas irregulares de color rosáceo o gris cuando no están alteradas, y aspecto granudo formado por cuarzo, feldespatos potásicos ligeramente caolinizados, plagioclasa y mica. En los bordes presentan, debido al enfriamiento más rápido, una textura porfídica con matriz subidiomórfica o alotriomórfica (granitos porfídicos).

La intrusión de la roca granítica produce un metamorfismo termal sobre la serie paleozoica originando una facies de corneanas en las zonas próximas y presencia de biotita en las zonas más retiradas.

## 2.1.- TECTONICA

Todos los materiales hasta el Carbonífero fueron plegados en la orogenia Hercínica, imprimiendo el estilo tectónico dominante que, en su fase Astúrica, actuó con empujes de

dirección N-S, siendo de tal intensidad que borró cualquier resto de plegamiento o discordancia anterior.

Este periodo compresivo dio lugar a:

- Pliegues casi perpendiculares entre sí, que se formaron en base a dos impulsos muy cercanos en el tiempo. Son pliegues volcados con vergencia N y dirección ONO-ESE y pliegues casi simétricos, con cabeceo unas veces al E y otras al O, con flancos con poca pendiente y muy amplios, y con dirección NNE-SSO. Posteriormente y en las últimas fases Hercínicas se produjo un plegamiento de menor intensidad dando pliegues en V o "kink-folds".
- Fracturas de tensión, longitudinales y transversales, relacionadas con esfuerzos tangenciales y fracturas oblicuas en general de gravedad.
- Emplazamiento de las rocas intrusivas.

También se observan fallas de dirección E-O y componente vertical siendo probablemente el resultado de la reactivación de fallas Hercínicas por movimientos alpinos (tectónica de bloques).

El esquema estructural de la zona, es un gran pliegue anticlinal debido a la primera fase de deformación. Este está plegado a su vez por el segundo impulso, que le produce abombamientos de diverso radio. Y por último, de un modo local, los movimientos tardíos, que originan los pliegues Kink, afectan a la magnitud de los buzamientos.

La transgresión del mar triásico formó una cuenca de ambiente continental depositándose los sedimentos en facies

Bunt, y después de un amplio proceso erosivo durante todo el Mesozoico y parte del Terciario, se produce una nueva transgresión marina durante el Tortoniense.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial de San José se localiza dentro del área de metamorfismo de contacto generado por la intrusión granítica sobre la serie paleozoica que a grandes rasgos se puede decir que está constituida por una alternancia de areniscas y pizarras. Las pizarras tienen un comportamiento poco permeable, siendo las areniscas por su grado de permeabilidad relativa las que podrían tener un interés hidrogeológico, pero la poca potencia de sus niveles hace que la presencia de agua en el terreno esté fundamentalmente relacionada con zonas de debilidad.

Así el agua de lluvia al circular sobre la superficie del terreno se infiltra a favor de fracturas, redes de diaclasas, discontinuidades, etc., hacia zonas más profundas hasta encontrar áreas más cerradas que impiden su paso tanto lateral como verticalmente, permitiendo su drenaje al exterior siempre que las condiciones topográficas sean favorables.

El caudal de este punto situado a la cota de 670 m es escaso debido a la falta de un verdadero acuífero y a la escasez de lluvias en la zona. Así para el mes de noviembre de 1990 el manantial de San José tenía un caudal de 0,2 l/s, el de La Herrumbrosa, a unos 500 m del anterior, de 1 l/s e inapreciable el de La Salud, a 1 kilómetro del primero.



#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua sulfatada cálcica-magnésica fría (5,7°C) de contenido salino considerablemente bajo (111  $\mu$ S/cm), con valores de pH y Eh en campo de 7,93 y +179 mV respectivamente. Estas características evidencian un tiempo de residencia muy corto, insuficiente para que el agua alcance el equilibrio con alguna de las fases minerales del medio (ver diagramas de saturación en la figura 1).

Los compuestos mayoritarios presentan concentraciones muy bajas, y en el caso de los minoritarios y traza no superan el límite de detección. En tales condiciones sólo cabe añadir la coherencia de estas características con el modelo hidrogeológico planteado en el capítulo precedente.

#### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Se propone un área única de protección para el conjunto de los principales manantiales de La Aliseda, Herrumbrosa, San José y Salud, que vendrá condicionada a la distribución y morfología de los cursos de agua superficial que incidirán de una manera prioritaria en la alimentación de dichos manantiales, y según se muestra en la figura se ha pretendido envolver el entorno de los arroyos que desde cabecera discurren por los materiales pizarrosos, englobando también el contacto intrusivo occidental del granito con la serie paleozoica.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 884 (La Carolina). MAGNA-ITGE.

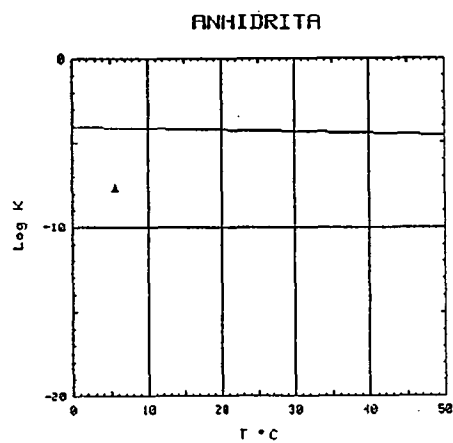
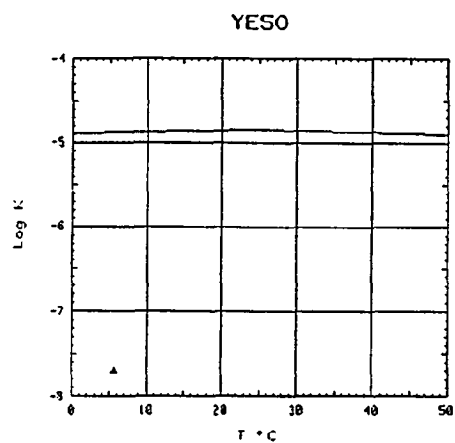
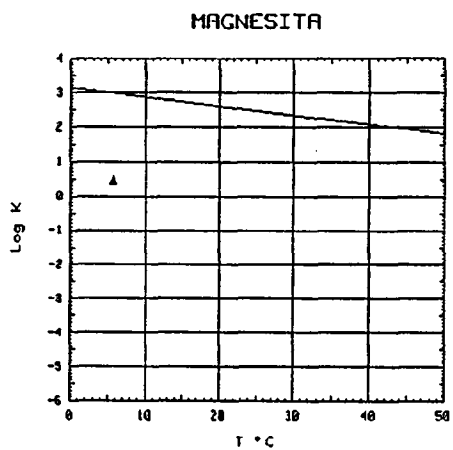
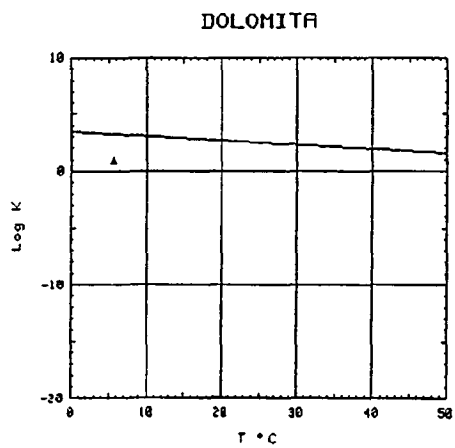
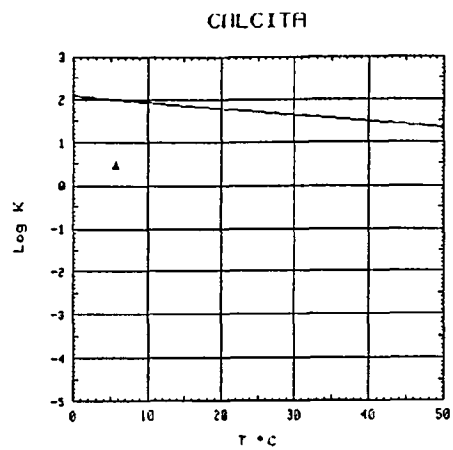
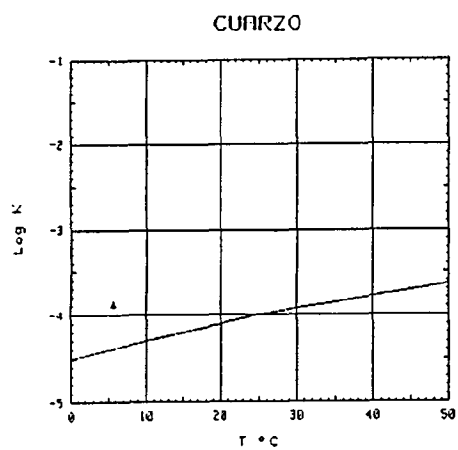


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE FUENTE SAN JOSE

**ANALISIS QUIMICO**

DENOMINACION: FUENTE SAN JOSE  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 5.7                      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 111  
 pH a 5.°C: 7.93                              DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 25  
 pH a 18°C: 7.70                              Eh campo (mV): 179

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
HCO3-	11.00	.180	.180	22.11
CO3=	-	-	-	-
SO4=	22.00	.229	.458	56.16
Cl-	5.00	.141	.141	17.29
F-	<5.0E-1	.026	.026	3.23
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.99
SiO2(H4SiO4)	8.6	.143	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.03
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.19
TOTAL....	47.660	.729	.816	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
Na+	5.00	.218	.218	26.97
K+	1.00	.026	.026	3.17
Ca++	5.00	.125	.250	30.94
Mg++	3.00	.123	.247	30.60
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	.04
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.89
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	6.89
NH4+	.010	.001	.001	.07
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	.02
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.19
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.20
TOTAL....	14.685	.519	.806	

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

CLASIFICACION: SULFATADA -- CALCICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.723	Cl/Na =	.649	(SO4*Ca)^1/2 =	.338
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.363	Cl/(Na+K) =	.580	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.216
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	.201	SO4/Ca =	1.836	Mg/Ca =	.989
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.286	SO4/(Ca+Mg) =	.923	Cl/CO3H =	.782

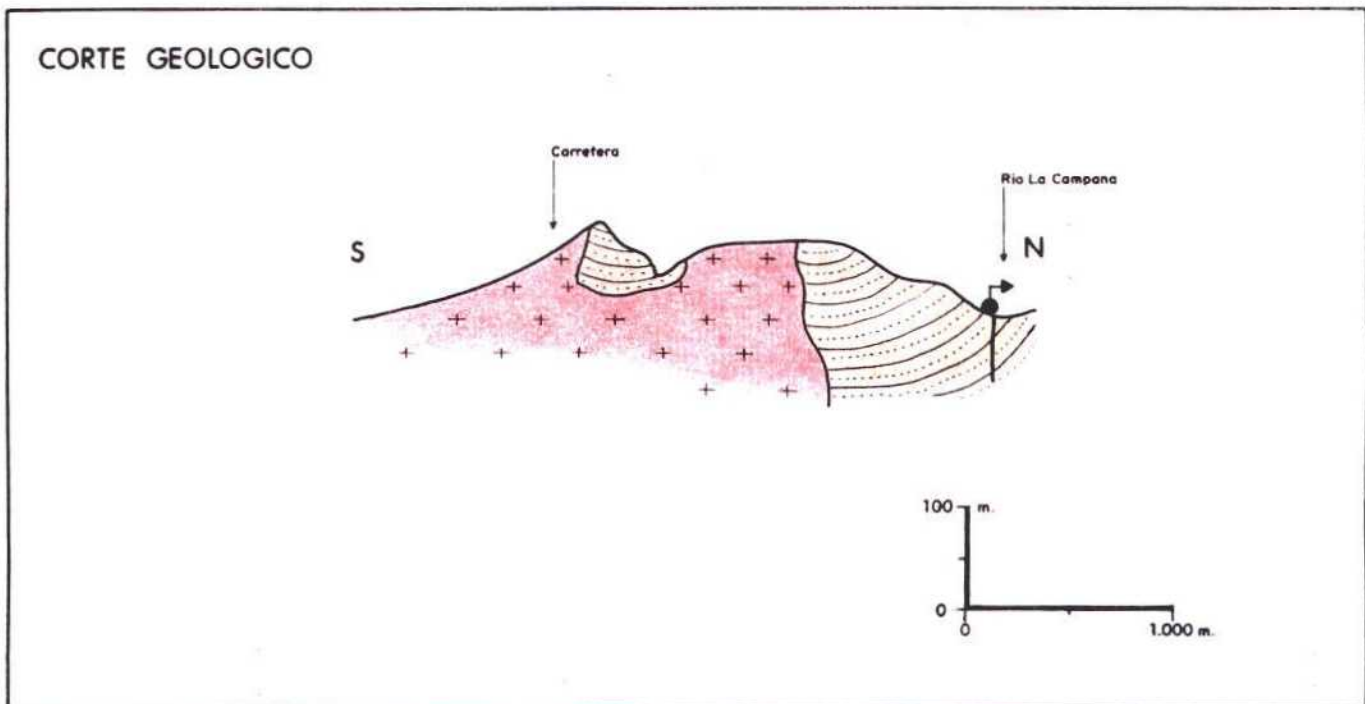
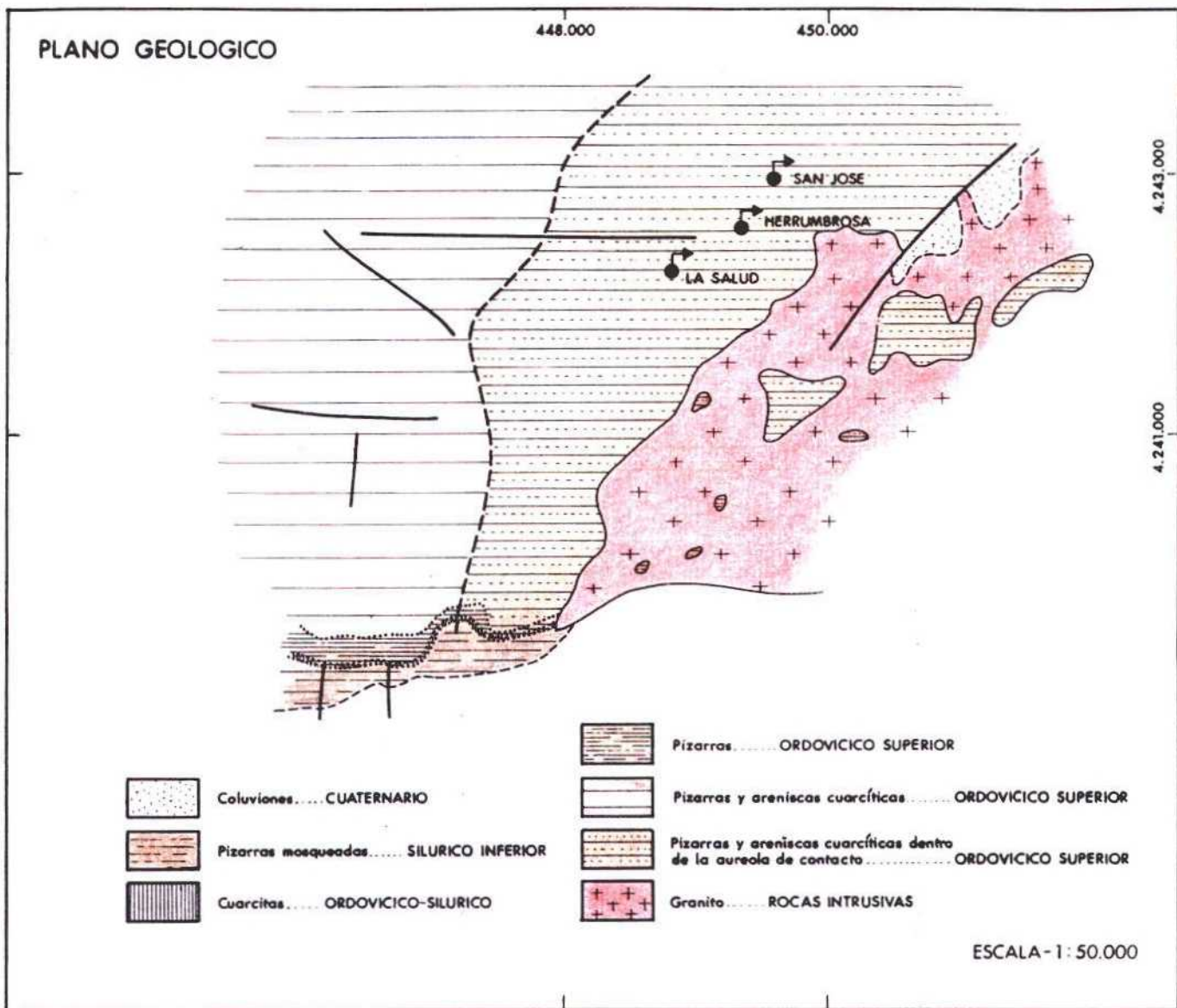
ARCHIVO EN DISCO: MMJ17 (AMA3-17)

	ppm
R.S. 110°C	62
D.Q.O.	1,0
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

# "LA ALISEDA"

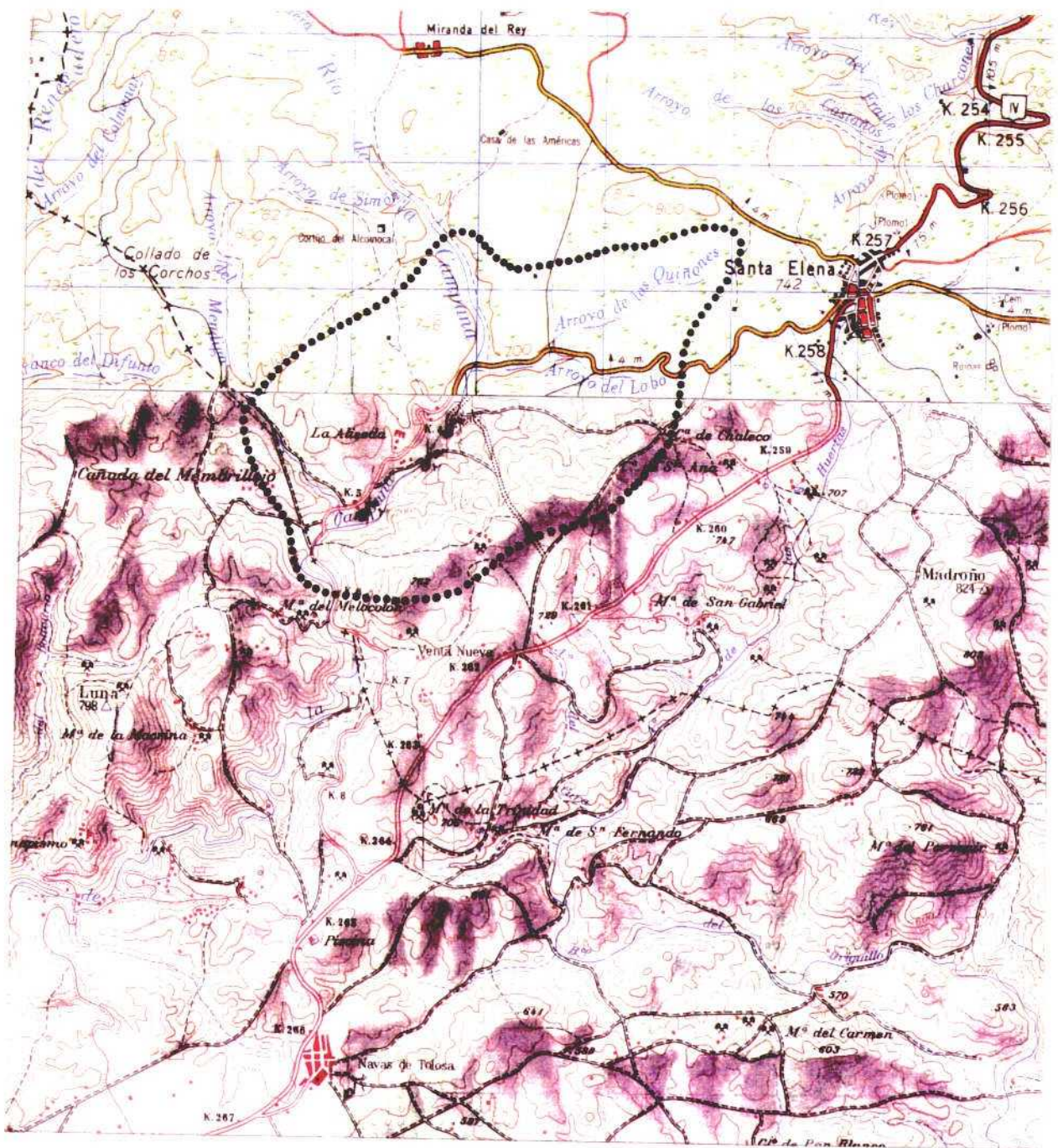
## FUENTE DE SAN JOSE

(SANTA ELENA)



# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## MANANTIALES DE LA ALISEDA



ESCALA - 1:50.000

MANANTIALES DE SALTO DEL FRAILE (SANTA ELENA)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Con la denominación de Salto del Fraile se nombra a unos seis manantiales muy próximos entre sí, sitios en el paraje que da nombre a los manantiales. Dicho paraje se encuentra en Despeñaperros, término municipal de Santa Elena.

Para acceder a estos manantiales, desde el núcleo urbano de Santa Elena, se toma la carretera de Miranda del Rey desde donde parte el camino que va a la Casa del Hornillo. Una vez pasada la Casa se toma el camino de la derecha hasta acceder al paraje Salto del Fraile.

Estos manantiales se localizan dentro de la hoja topográfica nº 862, de Santa Elena, a escala 1/50.000 de coordenadas UTM: X = 449200 e Y = 4249000. Siendo la cota topográfica de 820 m.s.n.m.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Los seis manantiales de Salto del Fraile, se ubican en Despeñaperros, término municipal de Santa Elena, y sus aguas son aprovechadas por el pueblo de La Carolina para su abastecimiento.

La Carolina se abastece fundamentalmente de un embalse próximo, al núcleo urbano usándose los manantiales de Salto del Fraile, y de Salto de Padilla para surtir a las fuentes del pueblo. Antiguamente también se usaban los manantiales de Salto de Calderones, pero al ser su caudal muy pequeño se dejaron de utilizar.

Los seis manantiales de Salto del Fraile están cubiertos con casetas y sus aguas se conducen por medio de tuberías de uralita a un depósito y de éste pasa a La Carolina. En la actualidad es la empresa GESTAGUA (La Carolina) la que se encarga del mantenimiento de tuberías y depósitos.

El ITGE realizó con fecha del 12-6-72 un análisis químico del agua de dichos manantiales.

El área de Despañaperros constituye una reserva natural, de flora y fauna, donde el AMA, se encarga de su cuidado y protección, teniendo que pedir el correspondiente permiso para transitar a través de la mencionada área.

## 2.- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL ENTORNO

Los manantiales de Salto del Fraile se localizan en los materiales paleozoicos correspondientes a la zona más meridional de la Meseta Castellana y más concretamente en la parte oriental de Sierra Morena.

Estos manantiales se encuentran ubicados en un paquete muy potente, aproximadamente de unos 300 m, de cuarcita de edad Arenigiense (Ordovícico inferior).

Los cien primeros metros de la serie son unas cuarcitas masivas, blanquecinas, de tamaño de grano variable, pre-



sentando en general en las fracturas impregnaciones de hierro. En los tramos intermedios las cuarcitas se hacen más tableadas y aparecen pizarras arcillosas con moscovita. A techo las cuarcitas van siendo más tableadas y cada vez la alternancia con pizarras arcillosas va siendo mayor, hasta que desaparece la cuarcita. Siendo este tramo la transición del Arenigiense al Llandeiliense.

En el Llandeiliense existen unas pizarras concordantes con las anteriores, de grano fino, abundancia de mica blanca, muy laminadas y negras en fractura fresca, debido probablemente a la acción conjunta de materia orgánica y óxido de hierro sobre los minerales que lo forman.

El Ordovícico Superior lo forma una potente serie de pizarras arcillosas, y areniscas más o menos cuarcíticas de 150 a 170 m de espesor (Estratos Orthis, Henke 1978). Hacia techo un horizonte carbonatado (caliza urbana) muy irregular, su potencia suele oscilar entre 8 y 10 metros y presenta un elevado contenido en hierro, de aquí su coloración parda bajo la acción meteórica.

Corona la serie ordovícica una formación de pizarras grises oscuras de unos 120 m de potencia, denominada como pizarra Castellar.

El tránsito al Silúrico está representado por una formación cuarcítica, Cuarcita Castellar, que reposa concordantemente sobre el techo arenoso de la formación anterior. Su potencia oscila entre 6 y 30 metros y presenta un alto contenido en hierro, dando tonalidades rojizas.

Sobre la formación anterior descansa concordantemente un tramo de pizarras de graptolites de unos 150 m de potencia marcando el tránsito al Devónico.

El Devónico está formado esencialmente por materiales arcillosos con una cierta pizarrosidad de tonalidades verdosas y rojizas, con alternancia de areniscas cuarcíticas. Su espesor estimado es de 80 m.

El Carbonífero está representado por una serie de areniscas y pizarras, y en su base aparece un conglomerado con pistas y moldes de reptación. Su potencia es de 300-400 metros.

Finalmente mencionamos al grupo de rocas intrusivas representadas principalmente por rocas graníticas en el batolito de Santa Elena, cuya composición mineralógica corresponde a cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y mica.

## 2.1.- TECTONICA

La orogenia Hercínica, en su fase Astúrica, actuó con empujes de dirección N-S, siendo de tal intensidad que borró cualquier resto de plegamiento o discordancia anterior.

Este periodo compresivo dio lugar a:

- Pliegues casi perpendiculares entre sí, que se formaron en base a dos impulsos muy cercanos en el tiempo. Son pliegues volcados con vergencia N y dirección ONO-ESE y pliegues casi simétricos, con cabeceo unas veces al E y otras al O, con flancos con poca pendiente y muy amplios, y con dirección NNE-SSO. Posteriormente y en las últimas fases Hercí-

nicas se produjo un plegamiento de menor intensidad dando pliegues en V o "kink-folds".

- Fracturas de tensión, longitudinales y transversales, relacionadas con esfuerzos tangenciales y fracturas oblicuas en general de gravedad.
- Emplazamiento de las rocas intrusivas.

También se observan fallas de dirección E-O y componente vertical siendo probablemente el resultado de la reactivación de fallas Hercínicas por movimientos alpinos (tectónica de bloques).

El esquema estructural de la zona, es un gran pliegue anticlinal debido a la primera fase de deformación. Este está plegado a su vez por el segundo impulso, que le produce abombamientos de diverso radio. Y por último, de un modo local, los movimientos tardíos, que originan los pliegues Kink, afectan a la magnitud de los buzamientos.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Los manantiales Salto del Fraile se ubican en unos terrenos paleozoicos, cuarcíticos, impermeables (a priori). La existencia de estos manantiales es debida a la infiltración del agua de lluvia a través de fracturas, diaclasas, etc., en el paquete cuarcítico, aflorando cuando la topografía corta a estas zonas de debilidad (barranco del Rey).

La infiltración no sólo se ve afectada por la naturaleza de los materiales, sino por la pluviometría, escasa en la región, y por la topografía, siendo en esta zona favorecida la escorrentía superficial por lo abrupto del terreno.

Por todo ello (impermeabilidad, lluvias escasas y estacionales e infiltración baja) los drenajes de los manantiales son pequeños y variables a lo largo del año. Así se tiene que en invierno el caudal de los seis veneros es de 5,7 l/s y en verano de 3,5 l/s, localizándose a una cota de 820 m.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua bicarbonatada-clorurada sódica magnésica de bajísima mineralización ( $29 \mu\text{S}/\text{cm}$ ), con valores de pH y Eh en campo de 6,0 y 260 mV respectivamente. Al igual que en el caso de los manantiales próximos de San José y La Herrumbrosa, estas características corresponden a un agua de lluvia de infiltración muy reciente, cuyo escaso tiempo de residencia limita considerablemente la incorporación de sales (la figura 1 evidencia condiciones de subsaturación). Entre estas reducidas aportaciones cabe señalar las concentraciones detectadas de Zn y Pb (70 y 19 mg/l respectivamente). En conclusión, estos resultados son coherentes con el modelo hidrogeológico propuesto, en el que se señala la escasa entidad de los acuíferos que alimentan la surgencia.

#### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

La estimación del perímetro de protección tiene por objeto la prevención de una posible contaminación y de una excesiva explotación hídrica de la zona. Por lo que se ha tenido en cuenta:

- La naturaleza de los materiales donde se localiza el manantial. Al ser ésta impermeable, las zonas de debilidad se centran en los contactos mecánicos, fracturas, redes de diaclasas, etc.

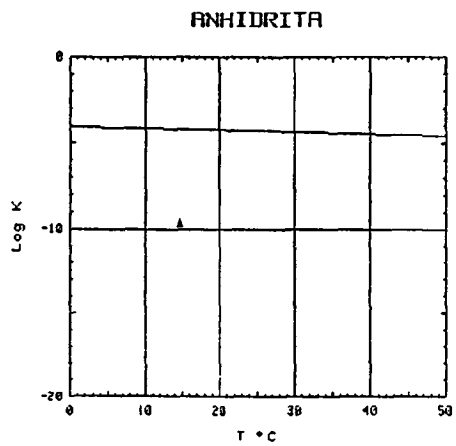
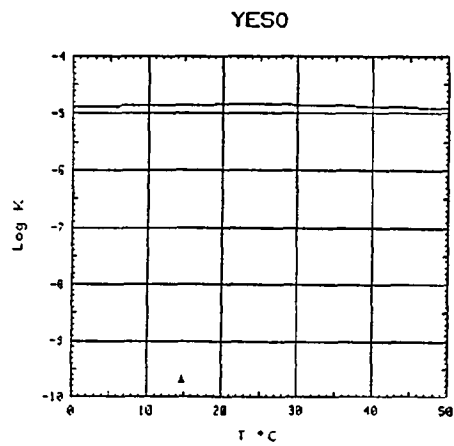
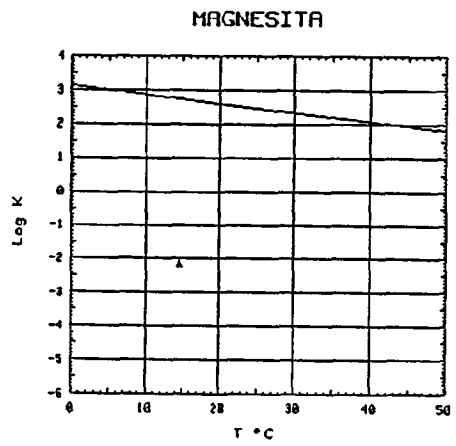
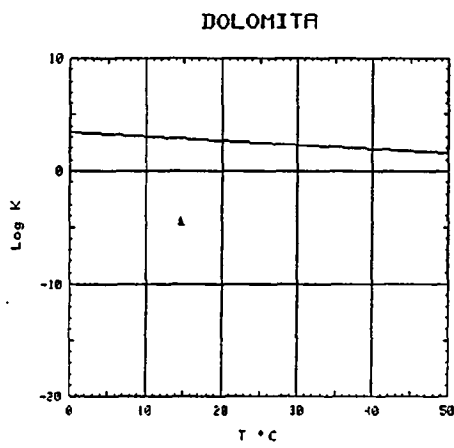
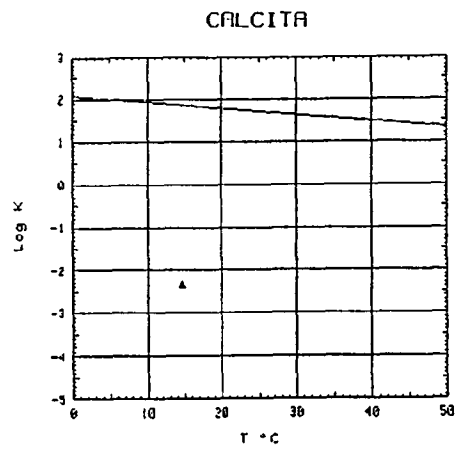
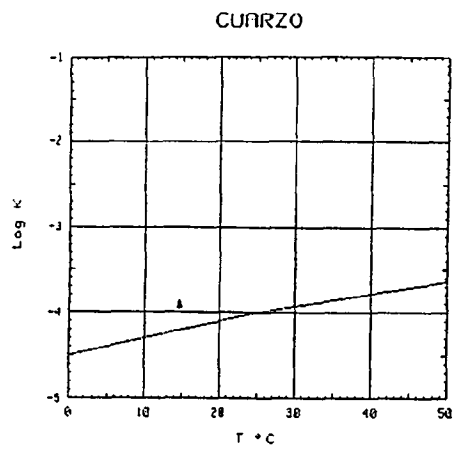


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DEL MANANTIAL SALTO DEL FRAILE

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: SALTO DEL FRAILE  
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 14.7      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 29  
pH a 14°C: 6.00      DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 7  
pH a 18°C: 7.00      Eh campo (mV): 260

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	6.00	.098	.098	40.93
CO3=	-	-	-	-
SO4=	1.00	.010	.021	8.66
Cl-	3.00	.085	.085	35.22
F-	<5.0E-1	.026	.026	10.95
NO3--	<5.0E-1	.008	.008	3.36
SiO2(H4SiO4)	7.7	.128	-	-
B	-	-	-	-
NO2--	<1.0E-2	0.000	0.000	.09
P2O5	.060	.001	.002	.79
TOTAL....	18.770	.357	.240	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	2.00	.087	.087	28.99
K+	<5.0E-1	.013	.013	4.26
Ca++	1.00	.025	.050	16.63
Mg++	1.00	.041	.082	27.41
Fe++	.010	0.000	0.000	.12
Li+	<5.0E-2	.007	.007	2.40
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	18.52
NH4+	.020	.001	.001	.37
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	.06
Pb	0.049	0.000	-	-
Zn++	.070	.001	.002	.71
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.52
TOTAL....	5.224	.195	.300	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA CLORURADA -- SODICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.971	Cl/Na =	.973	(SO4*Ca)^1/2 =	.032
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.744	Cl/(Na+K) =	.848	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.704
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	.078	SO4/Ca =	.417	Mg/Ca =	1.648
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.902	SO4/(Ca+Mg) =	.158	Cl/CO3H =	.861

ARCHIVO EN DISCO: MMJ19 (AMA3-19)

	ppm
R.S. 110°C	12
D.Q.O.	1,1
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

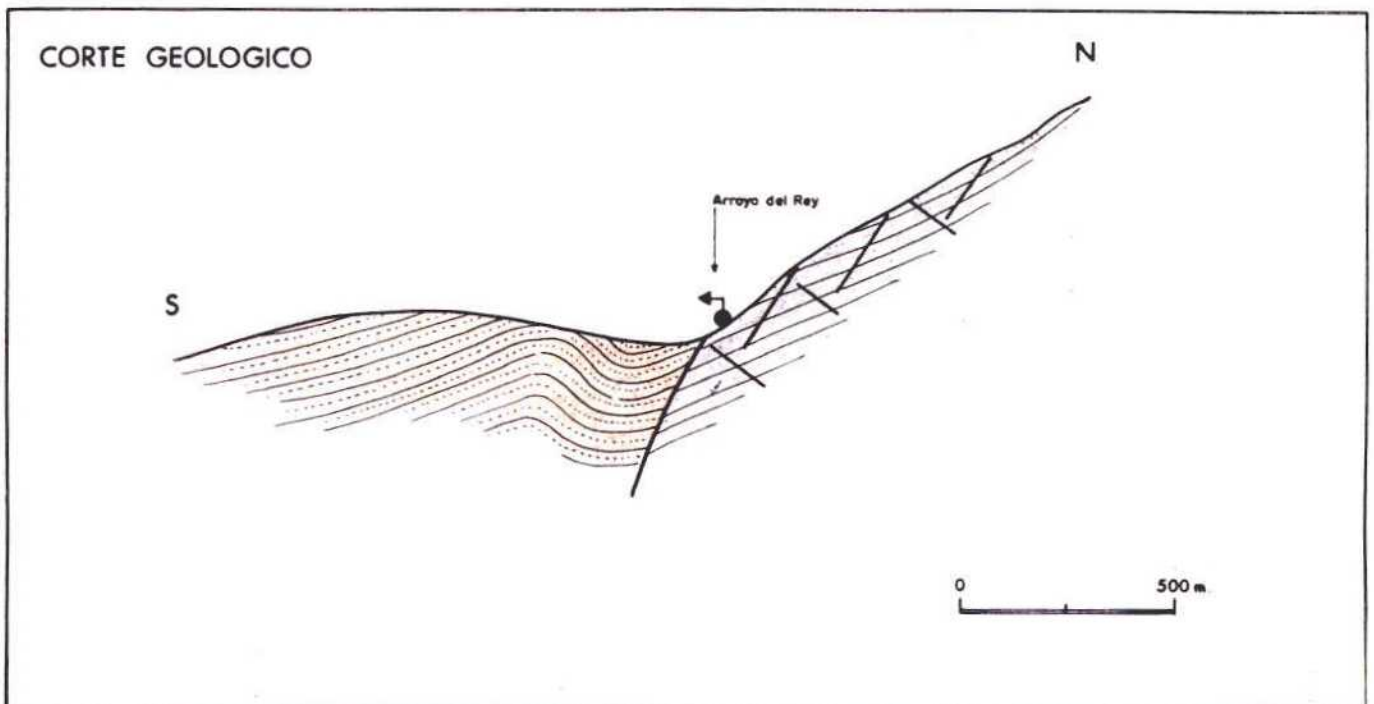
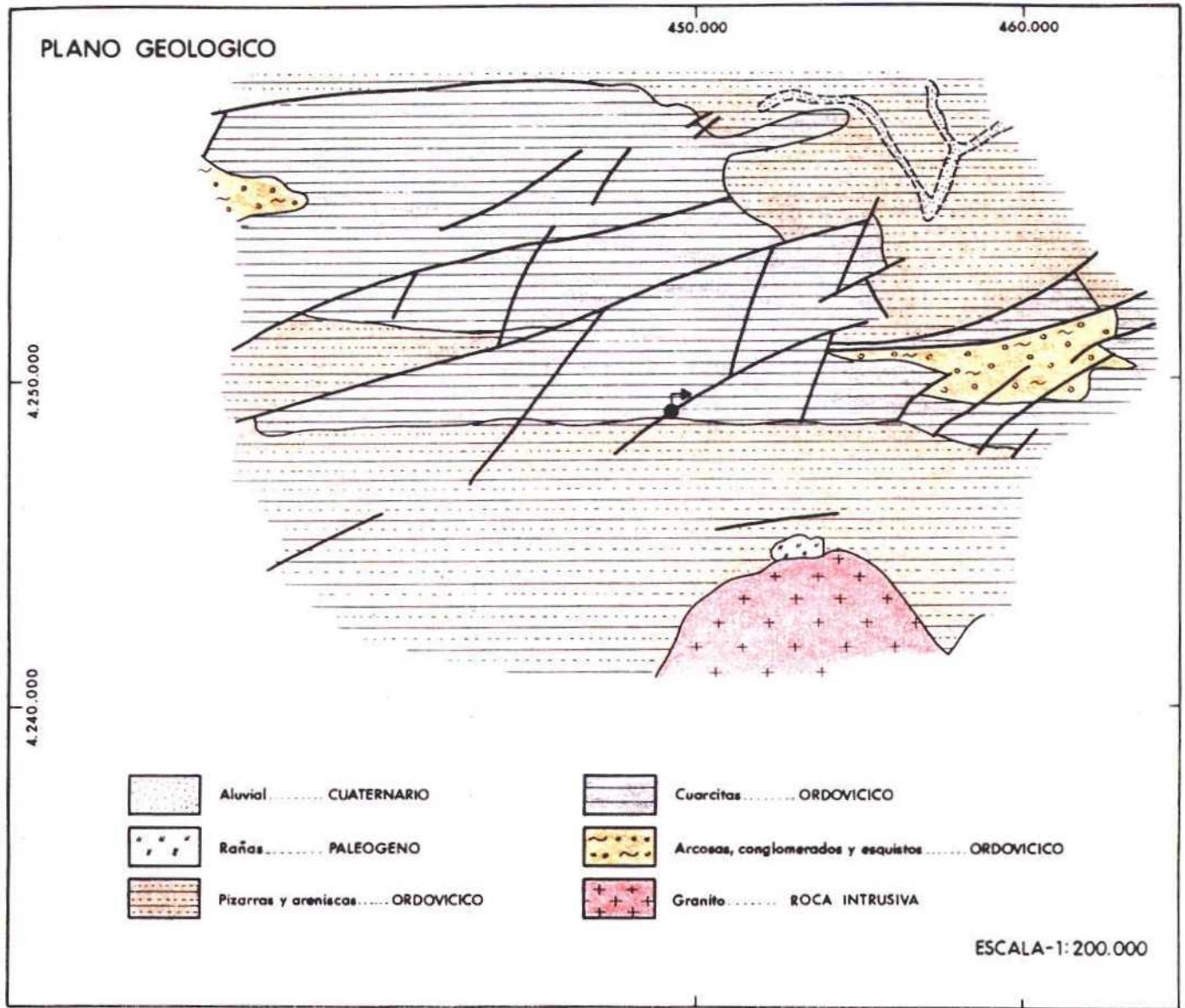
- En la superficie del terreno directamente relacionada con el punto de agua, en la que los agentes externos como la acción del hombre le puedan afectar.

Por todo ello se propone un área de protección de unos 3,5 km<sup>2</sup>.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- EXPLORACION GEOLOGICO-MINERA DEL AREA LINARES-LA CAROLINA-SANTA ELENA (Jaén). Memoria. Diciembre, 1983. ITGE.
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 884 (La Carolina). MAGNA-ITGE.
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/200.000 nº 70 (Linares). MAGNA-ITGE.

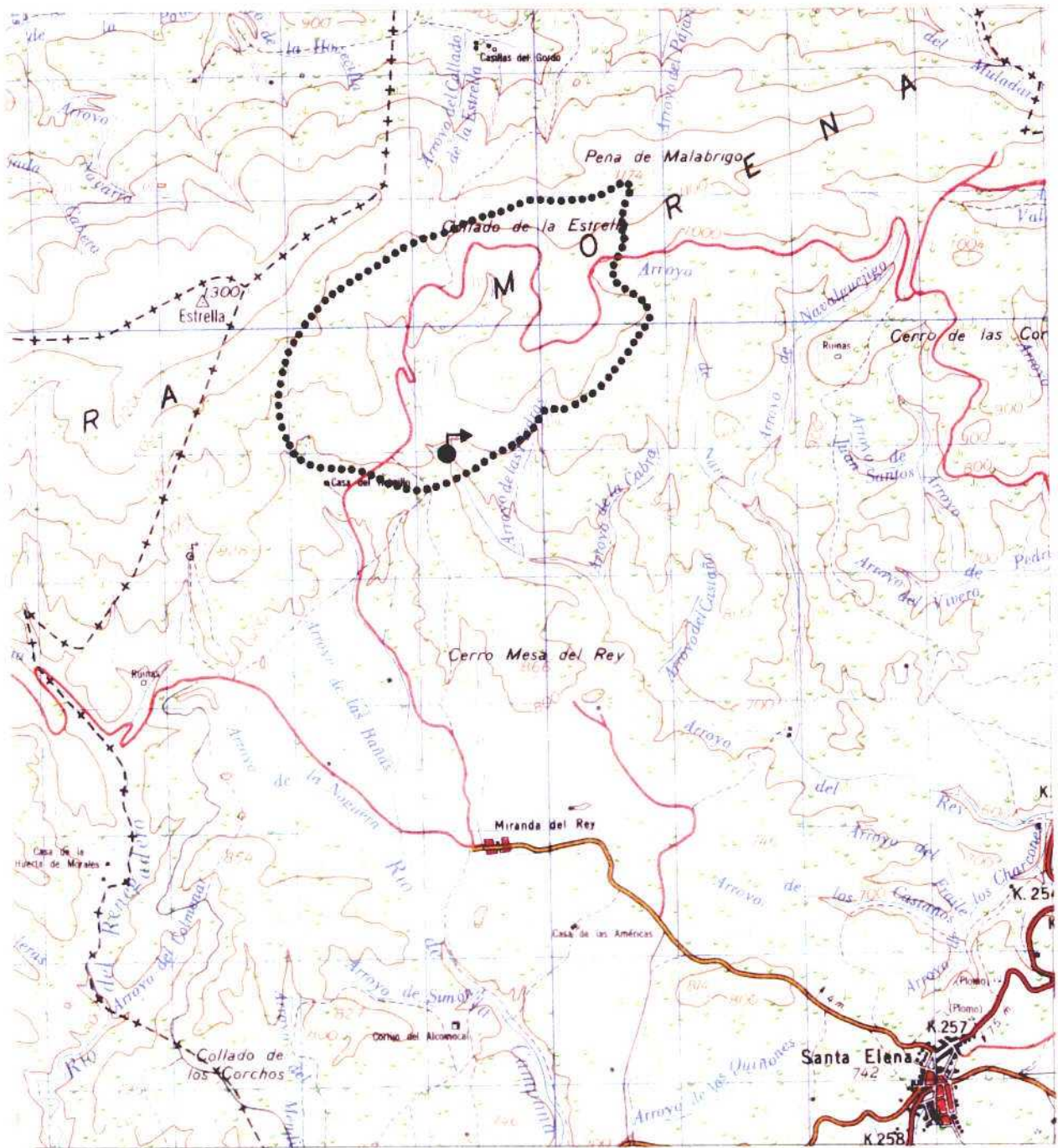
# MANANTIAL SALTO DEL FRAILE (SANTA ELENA)





# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## MANANTIAL SALTO DEL FRAILE



ESCALA - 1:50.000

BAÑOS DE NUESTRA SEÑORA DEL COLLADO (SANTISTEBAN DEL PUERTO)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Con la denominación de Baños de Nuestra Señora del Collado se nombra a tres pozos que están situados en el paraje conocido por Dehesa de la Cacería de San Luis, en el término municipal de Santisteban del Puerto que dan lugar a los referidos baños.

Para acceder a estos baños se toma el camino que sale desde Santisteban del Puerto hacia el Norte. Una vez pasado el Río de Montizón y como a algo menos de 1 km se encuentran los Baños de Nuestra Señora del Collado.

Estos pozos se localizan dentro de la hoja topográfica nº 885, de Santisteban del Puerto, a escala 1/50.000 de coordenadas UTM: X = 482600 e Y = 4238025. Siendo la cota topográfica de 640 m.s.n.m.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

La finca Nuestra Señora del Collado empezó a funcionar como baños a partir del año 1950 siendo su propietario D. Domingo Romero Alvarez.

Aparece como tal en una relación de balnearios que se explotaron en otras épocas y que actualmente están inactivos

(Consejería de Fomento y Trabajo, Delegación Provincial de Jaén, Junta de Andalucía), siendo esta afirmación no del todo exacta al no haber dejado de funcionar aunque de una manera muy limitada y prácticamente a nivel de agüistas "tradicionales".

En la actualidad los dueños de estos baños rústicos son los descendientes del Sr. Romero.

La finca se abastece de tres pozos, utilizándolos principalmente para riego y para el abastecimiento de la casa. En menor medida el agua se emplea para llenar las dos bañeras que existen en los baños, con el objeto de atender a una media de unos siete agüistas por día durante los meses de Septiembre a Noviembre. Cada persona necesita de siete a nueve baños por tratamiento, siendo el precio del tratamiento en 1990 de unas 3.150 pesetas. Son los miembros de la familia los que se encargan de calentar y de echar al agua, romero, eucalipto, etc, sirviendo como terapia para el reuma.

Las características de los pozos son:

- El nº 1, es un pozo de ocho metros de profundidad y dos metros y medio de diámetro. Está revestido de piedra y el agua se usa para beber, sacándose por medio de un cubo.
- El 2º pozo se denomina La Noria. Tiene una profundidad de dieciseis metros y un diámetro de tres metros. Tiene un motor de gasoil de 4 CV, agotando el pozo en 4-5 horas. El agua de este pozo se calienta en un horno de leña antes de pasar a las bañeras donde se le añaden las plantas aromáticas.

Estos dos pozos tienen caudales insignificantes y después de un periodo de lluvias (05/04/91) el nivel del agua se encuentra en la superficie del terreno. También D. Luis Higuera Cátedra (farmacéutico de Santisteban) realizó en Mayo de 1972 a cada pozo un análisis químico de sus aguas.

<u>Análisis</u>	<u>Pozo 1</u>	<u>Pozo 2</u>
Reacción	Neutra, ligeramente alcalina	Idem
Dureza	12 blanda	15
Cloruros	0,29 mg por mil	36 mg por mil
Ca	88 mg por mil	40 mg por mil
Mg	48 mg por mil	36 mg por mil
Sulfatos	37 mg por mil	-
Amoniaco	0	No
Nitrato	0	No
M.O.	-	No
Bacteriológico	-	No

Características organolépticas: transparente, incolora, inodora, de buen sabor.

- El nº 3 es un pozo artesiano. Se realizó en el año 1990: profundidad cuarenta metros, diámetro dieciseis centímetros, caudal 1,5 litros por segundo, variable a lo largo del año. Su uso es para regadío.

## 2.- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL ENTORNO

Los baños de Nuestra Señora del Collado se encuentran

en la zona más meridional de la Meseta Castellana, desde el punto de vista geológico.

Se ubican dentro de la serie del Carbonífero inferior dispuesta en discordancia erosiva sobre el Devónico medio.

Dicha serie presenta una potencia de unos 300-400 m y está formada por una alternancia de pizarras, metaareniscas y metagrauwacas que presentan un ligero metamorfismo regional.

A techo aparece en discordancia erosiva la serie triásica del Buntsandstein, formada en la base por una costra fuertemente limonítica que engloba numerosos granos de cuarzo y feldespatos. Este nivel puede corresponder a un paleosuelo que rellena y recubre las discontinuidades del zócalo pizarroso, pudiendo alcanzar más de un metro de espesor. Sobre este nivel, la serie presenta una alternancia de microconglomerados, areniscas gruesas con cantos fundamentalmente de cuarzo y en menor medida de pizarras y dos o tres pasadas arcillosas muy delgadas. El espesor medio de estos materiales triásicos es de 10-15 m.

Los materiales del Buntsandstein pueden presentarse excesivamente cementados, probablemente por procesos de recristalización secundaria a causa de circulación hidrotermal como consecuencia de estar próximo a una fractura, o totalmente sueltos, en este último caso se trata de cantos en una matriz arcillosa parda sobre los materiales del Carbonífero.

## 2.1.- TECTONICA

En la orogenia Hercínica en su fase Astúrica se distinguen principalmente dos fases de plegamiento: la primera de dirección ONO-ESE, en general de pliegues asimétricos con

vergencia N. La segunda produce pliegues de dirección NNE-SSO de formas algo más abiertas.

La fase Astúrica no sólo generó pliegues sino también distintos tipos de fracturas:

- De dirección ONO-ESE (las de tipo longitudinal).
- Y de dirección aproximada N-S (en general son fallas normales con alguna componente de desgarre).

En la zona de estudio, la orogenia Hercínica actuó en los materiales paleozoicos del Carbonífero inferior, mientras que los depósitos del Trías reaccionaron durante la orogenia alpina con un estilo clásico semitabular, pudiéndose observar fallas (de largo recorrido, pequeño salto y labio hundido al S) y suaves flexiones. Este estilo es debido a la rigidez y proximidad del zócalo y al débil espesor de la cobertera postpaleozoica. Así en los bordes de la Meseta, el zócalo es el que rige, con su nueva movilización alpina, las deformaciones en la delgada cobertera. Sólo cuando aumentan la profundidad del mismo y el espesor de los sedimentos alpinos, es posible hablar de dos niveles tectónicos: un profundo desconocido y otro complejo de despegue en superficie.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El grupo de pozos de Los Baños de Nuestra Señora del Collado, como se comenta en el capítulo anterior, se ubican en los materiales paleozoicos del Carbonífero Inferior.

Se trata de materiales que en conjunto se comportan como materiales de baja permeabilidad, por ser series "apizarradas" no dejando almacenar agua en su contexto, solamente

la presencia de niveles areniscosos, lentejones cuarcíticos, diques, etc., aparte de una mayor fracturación, diaclasamiento o alteración de estas series, permiten la circulación de agua según unas direcciones preferentes originando estos tipos de surgencias o captaciones.

Por otro lado, el desarrollo de un suelo sobre la superficie de estas series pizarrosas y la acumulación de materiales sueltos en el fondo del valle pueden originar reservas de mayor o menor magnitud, dando lugar a pequeños acuíferos que pueden ser captados en los puntos de más baja cota, dependiendo además de su cuenca de recepción.

De los tres pozos existentes, el más profundo, es el denominado pozo nº 3, presenta una profundidad de 40 metros y 160 mmφ. Es un pozo artesiano con un caudal de 1,5 l/s, variable a lo largo del año, dependiendo del periodo de lluvia.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Al igual que en muchas otras muestras pertenecientes al surgencias de la provincia asociadas a Paleozoico, el agua presenta un bajo nivel de mineralización (366  $\mu$ S/cm); su naturaleza es bicarbonatada cálcica-magnésica, con un Eh de +32 mV y pH básico (7,78).

La limitada capacidad para constituir acuíferos de los materiales a los que se encuentran asociados los pozos en cuestión (ver apartado anterior), así como probablemente una circulación somera, son responsables del escaso contenido salino del agua. Las formaciones triásicas situadas en las proximidades de estas captaciones podrían estar ejerciendo alguna influencia sobre la composición del agua, si bien para



concentraciones tan bajas es difícil determinarlo con exactitud. Obviamente existe subsaturación respecto a especies como el yeso o la anhidrita (fig. 1), mientras que para las facies carbonatadas se observan condiciones de sobresaturación (el pH es elevado).

Tanto los compuestos nitrogenados como los restantes componentes minoritarios y traza presentan concentraciones muy bajas, por lo que a efectos de Reglamentación Técnico-Sanitaria la calidad del agua resulta satisfactoria.

#### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El perímetro de protección se ha estimado en unos 4 km<sup>2</sup>, en base a la naturaleza de los materiales que afectan directamente a los puntos de agua.

La contaminación del agua se puede producir a favor de las zonas de debilidad que presenta el terreno, como pueden ser por fallas, diaclasas, etc., y por la existencia de un pequeño acuífero relacionado con un suelo.

También la alteración de las características del agua se pueden deber a procesos externos directamente relacionados con la escorrentía superficial por lo que se tiende a proteger todo lo más posible los cursos de agua intentando llegar a sus cabeceras.

Estos dos tipos de contaminación, superficial y subterránea, se deben a procesos naturales pero no se puede olvidar la posible acción del hombre, en cuanto a cantidad y calidad.

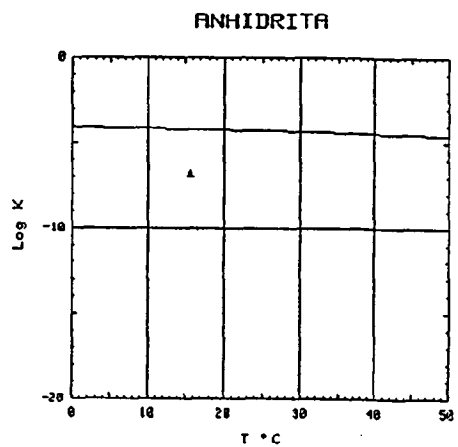
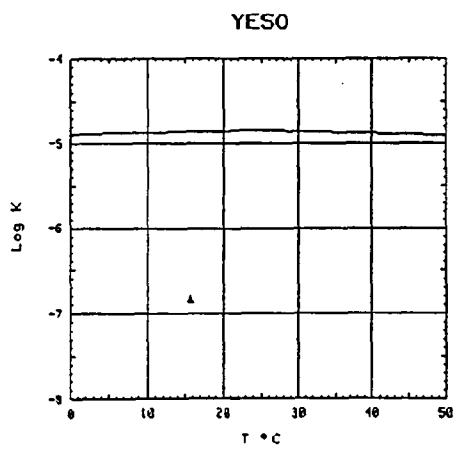
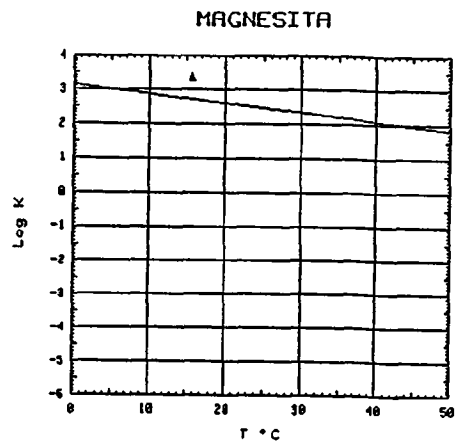
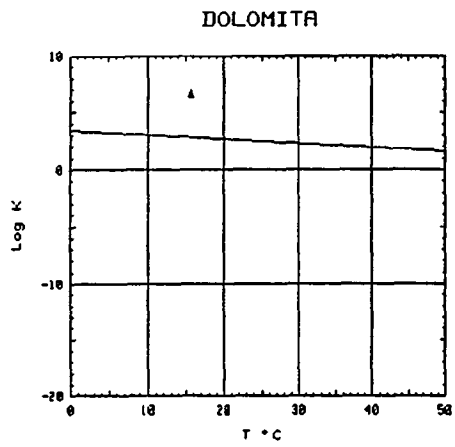
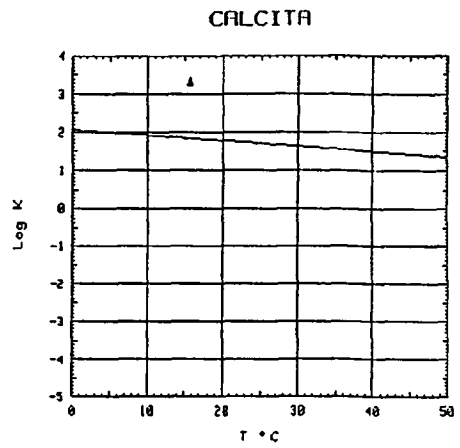
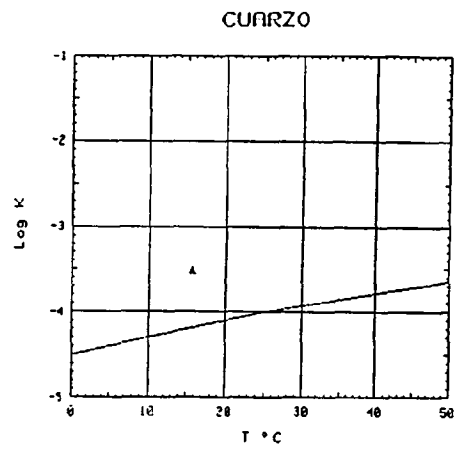


FIG. . . . - DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE BAÑOS DE NTRA. SRA. DEL COLIADO

# ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: BAÑOS DE NTRA. SRA. DEL COLLADO  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 15.7      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 366  
 pH a 15°C: 7.78      DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 150  
 pH a 18°C: 8.20      Eh campo (mV): 32

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	90.00	1.475	1.475	43.56
CO3=	16.00	.267	.533	15.75
SO4=	36.00	.375	.750	22.13
Cl-	21.00	.592	.592	17.49
F-	<5.0E-1	.026	.026	.78
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.24
SiO2(H4SiO4)	20.1	.334	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.05
TOTAL....	184.160	3.078	3.386	

CACIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	11.00	.479	.479	13.48
K+	1.00	.026	.026	.72
Ca++	30.00	.749	1.497	42.18
Mg++	18.00	.740	1.481	41.72
Fe++	.010	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.20
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.57
NH4+	.020	.001	.001	.03
Mn++	.008	0.000	0.000	.01
Pb	.064	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.04
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.04
TOTAL....	60.749	2.022	3.549	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca = 1.342    Cl/Na = 1.238    (SO4+Ca)^1/2 = 1.059  
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .674    Cl/(Na+K) = 1.175    (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .671  
 ((CO3H)^2\*Ca)^1/3 = 1.482    SO4/Ca = .501    Mg/Ca = .989  
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .926    SO4/(Ca+Mg) = .252    Cl/CO3H = .402

ARCHIVO EN DISCO: MMJ26 (AMA3-26)

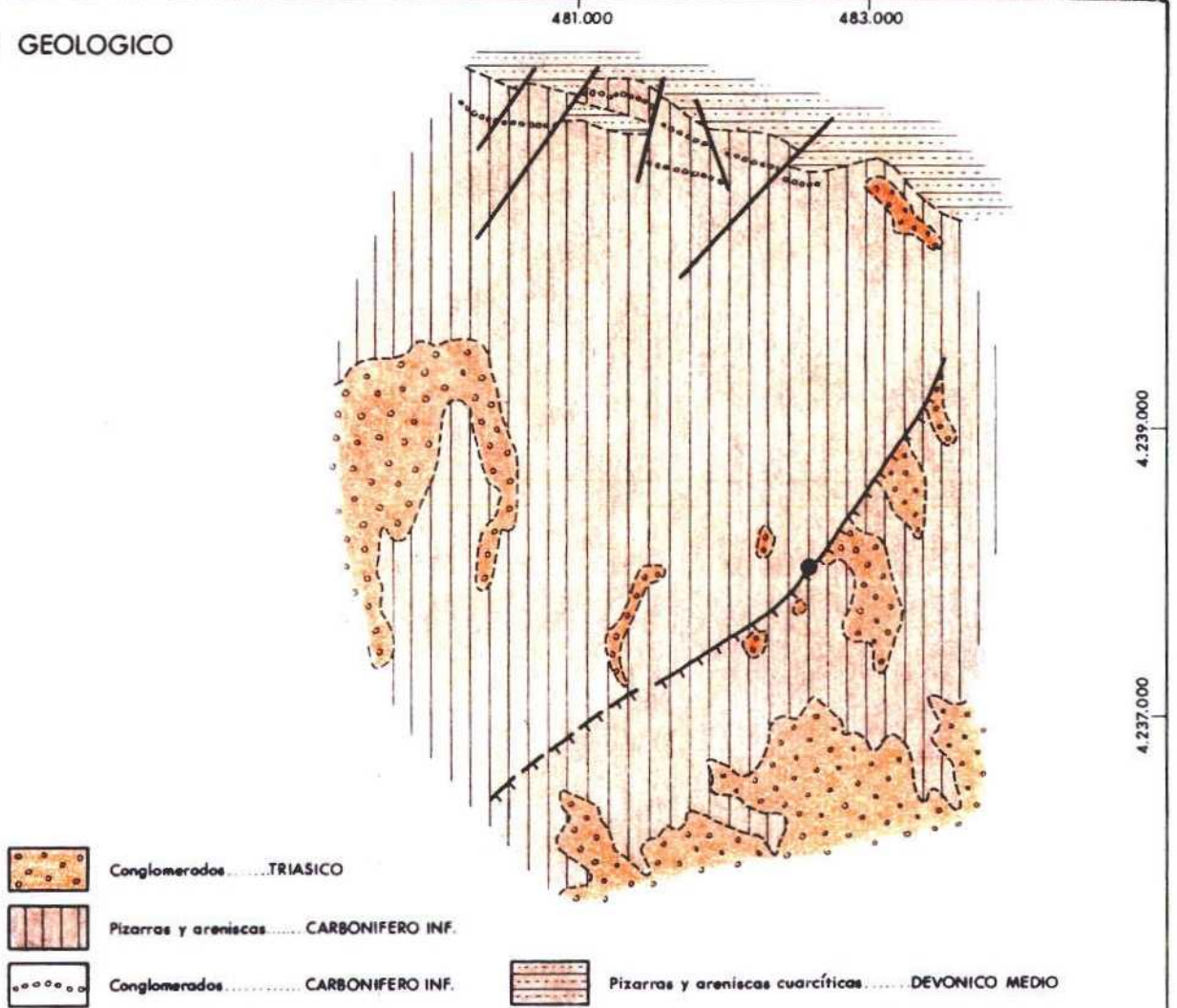
	ppm
R.S. 110°C	232
D.Q.O.	1,2
CN-	-
Cd	0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	0,003
Hg	-

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- EXPLORACION GEOLOGICO-MINERA DEL AREA LINARES-LA CAROLINA-SANTA ELENA (Jaén). Memoria. ITGE, Diciembre 1983.
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA A ESCALA 1/50.000 nº 885 (Santisteban del Puerto). MAGNA-ITGE.

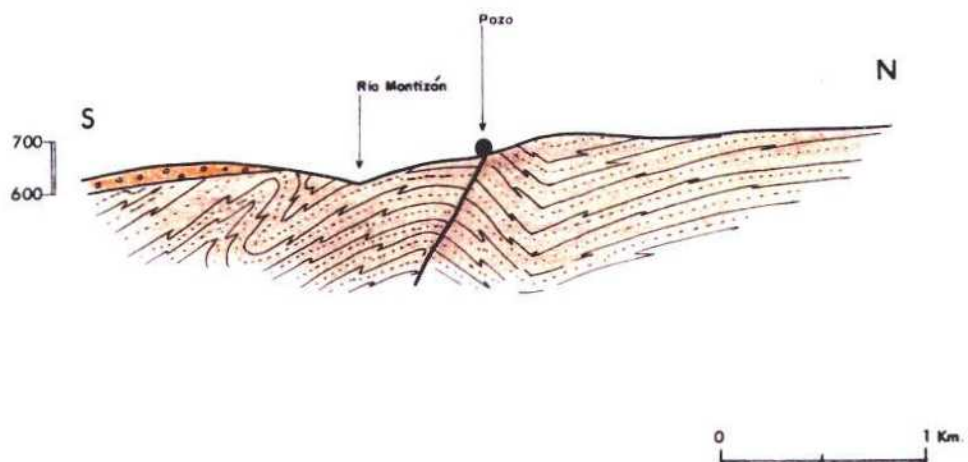
# BAÑOS DE NTRA. SRA. DEL COLLADO (SANTISTEBAN DEL PUERTO)

## PLANO GEOLOGICO



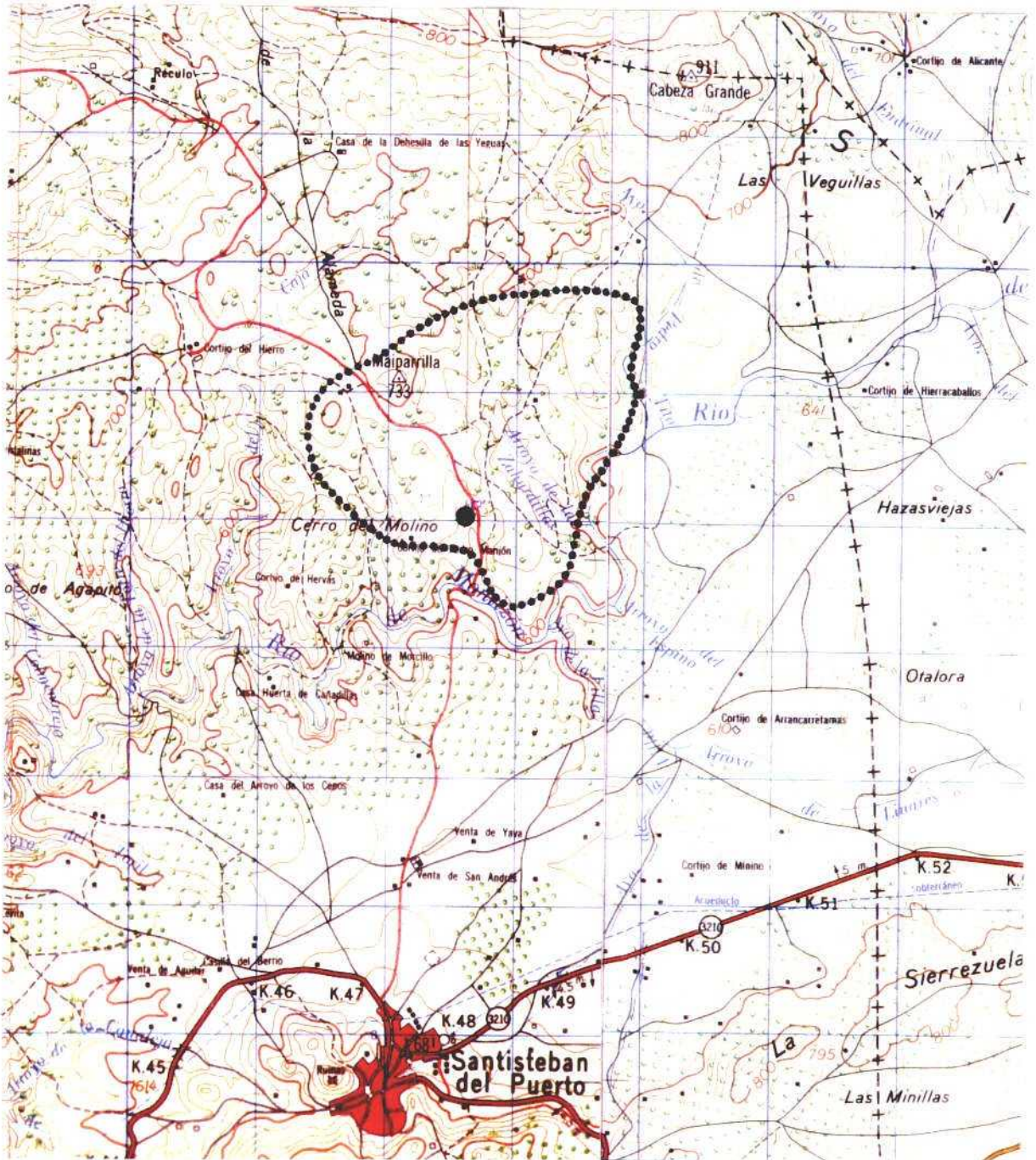
ESCALA-1: 50.000

## CORTE GEOLOGICO



# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## BAÑOS DE NUESTRA SRA. DEL COLLADO



ESCALA - 1: 50.000

BAÑOS DE CABEZA GRANDE (SANTISTEBAN DEL PUERTO)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Los antiguos Baños de Cabeza Grande, situados en el paraje del mismo nombre, en el término municipal de Santisteban del Puerto, se surtían de una galería próxima a la caseta de las bañeras, y que actualmente se encuentra prácticamente seca.

Para acceder a estos baños se parte del núcleo urbano de Aldeahermosa y se toma un camino que lleva al Cortijo de Alicante. Una vez en él se sigue el camino que lleva al cerro denominado Cabeza Grande.

Los Baños se localizan dentro de la hoja topográfica nº 886, de Beas de Segura, a escala 1/50.000 de coordenadas UTM: X = 484725 e Y = 4241150. Siendo la cota topográfica de 790 m.s.n.m.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Los terrenos de los antiguos Baños de Cabeza Grande, pertenecen a los hermanos Roa y al Sr. Piña Chinchilla residentes en Santisteban del Puerto.

Estos Baños aparecen en la relación de balnearios que se explotaron en otras épocas y que actualmente están inacti-



vos (Consejería de Fomento y Trabajo de la Junta de Andalucía).

En un principio, los Baños pertenecían a varios de los hermanos Roa, pero una vez abandonados, uno de ellos vendió su parte al Sr. Piña. Los Srs. Roa dejaron de explotar los baños en 1983. Estaban abiertos del 15 de mayo al 15 de septiembre, dándose unos diez baños diarios para un total aproximadamente de 30 personas, siendo los gastos completos de hospedaje, alimentación y sesión de baños por persona y día de 600 pts. Algunas de las bañeras eran de cemento, siendo las condiciones de habitabilidad malas, produciéndose acinamiento y falta de higiene.

El terreno de los antiguos baños comprende 7 Ha donde se encuentran la casa de hospedaje y la caseta con las bañeras, estando ambas abandonadas y en ruinas. Junto al edificio de las bañeras se puede apreciar un horno de leña, donde calentaban el agua, y muy próximo a él se encuentra la galería, antigua mina de hierro y plomo, de donde manaba el agua, sirviendo para los agüistas una vez calentada y aromatizada con plantas silvestres.

En la actualidad estas aguas ferruginosas no se usan encontrándose la galería abandonada y llena de zarzas, no pudiéndose apreciar su caudal.

## 2.- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL ENTORNO

Los Baños de Cabeza Grande se encuentran desde el punto de vista geológico en la zona más meridional de la Meseta Castellana y se localian en los materiales de edad devónica.

En el ámbito de estudio, dentro de la serie Paleozoica, el Devónico constituye una faja estrecha que delimita por el Sur toda la secuencia carbonífera, y está formado esencialmente por materiales arcillosos con una cierta pizarrosidad de tonalidades verdosas y rojizas que alternan con pequeñas capas cuarcíticas de 2 a 3 cm de potencia o areniscas cuarcíticas con un cierto contenido de mica y tonalidades rojizas. Estos materiales presentan lentejones de cuarcita masivas, a veces algo brechoides. Su potencia no se conoce con exactitud. Son materiales muy replegados y tectonizados, por lo que se ha estimado un espesor entre 60-80 m. Los materiales devónicos presentan contactos discordantes tanto a base como a techo de la formación. La dirección de las capas es de N-850 con un buzamiento variable de 30-40° al S.

#### 2.1.- TECTONICA

En la orogenia Hercínica actuaron dos impulsos de tal intensidad que borraron cualquier vestigio de plegamientos o discordancias anteriores. Dichos impulsos aparecen muy próximos en el tiempo aunque no son coetáneos, siendo de edad posterior al Viseniense y probablemente se correspondan con la fase Astúrica.

El primer impulso originó pliegues con dirección ONO-ESE o casi E-O. En general, son pliegues asimétricos con vergencia N, algunos concéntricos, aunque predominan los pliegues volcados.

Esta misma fase Astúrica, pero en su segundo impulso, provocó pliegues transversales de dirección NNE-SSO de formas algo más abiertas, aunque muy escasos. Presentando cabeceo unas veces al E y otras al O.

Ya en las últimas fases Hercínicas se formaron los pliegues en V o "kink-folds". Estos episodios orogénicos no tuvieron la suficiente intensidad como para marcar un estilo tectónico propio.

La fase Astúrica no sólo generó pliegues sino también distintos tipos de fracturas.

a) Longitudinales: ONO-ESE a E-O

Coinciden con las directrices hercínicas, y son debidas a la compresión de las fases orogénicas sirviendo de reajuste a la deformación originada por el plegamiento.

b) Transversales: NE-SO

En general han funcionado como desgarres sinestrosos y también como fallas normales y diaclasas. Son debidas a fracturas de tensión relacionadas con esfuerzos tangenciales.

c) De dirección aproximada N-S

Son las últimas en desarrollarse, al afectar a todas las demás. Estas fracturas responden a esfuerzos de tensión. Generalmente son fallas normales y diaclasas, aunque algunas tienen componentes de desgarre.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

Los Baños de Cabeza Grande se encuentran a la cota de 790 m, en la ladera Sur y en el extremo más oriental de una lineación montañosa de dirección aproximada E-O. Lo abrupto del terreno condiciona desfavorablemente la infiltración del

agua de lluvia, siendo la infiltración escasa debido tanto a la acusada topografía como a las bajas precipitaciones que de un modo estacional presenta la zona. Dicha infiltración se ve condicionada a su vez por la naturaleza de los materiales del terreno que en general son impermeables presentando tan sólo pequeños niveles permeables de areniscas. El agua de lluvia, por tanto, pasará al sustrato, a través de redes de diaclasas, fracturas, contactos mecánicos, etc.

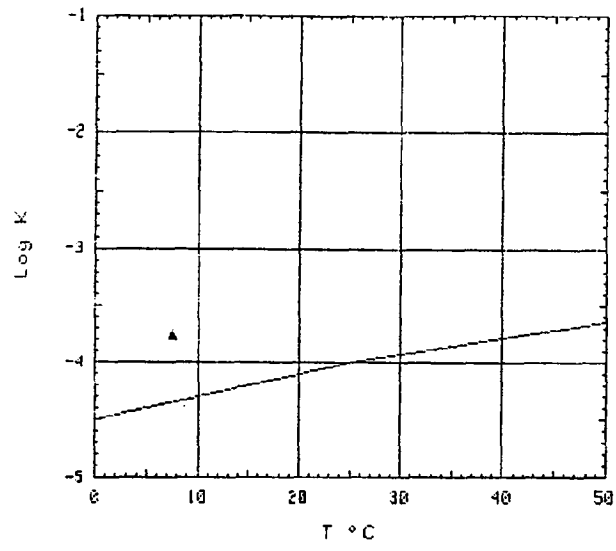
La galería que abastecía a los Baños se ubica en el contacto entre pizarras y cuarcitas, de dirección aproximada E-O, siguiendo una mineralización de hierro. Esta labor minera recogía el agua de infiltración de lluvia siendo drenada a través de la labor principal a la superficie, enriqueciéndose a su paso en minerales de hierro. Actualmente se encuentra seca e inaccesible, no conociéndose datos históricos de la evolución del caudal.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

El agua presenta un nivel de mineralización muy bajo ( $216 \mu\text{S}/\text{cm}$ ), naturaleza clorurada-sulfatada cálcica-magnésica y un  $\text{pH}_{\text{campo}} = 8,43$ . Tanto su bajo contenido salino como la temperatura en el punto de surgencia ( $7,5^{\circ}\text{C}$ ), son evidencias del origen somero del agua, que corroboran lo expuesto al respecto en el estudio hidrogeológico. En tales circunstancias el tiempo de residencia del agua es insuficiente para que pueda alcanzarse una situación de equilibrio en el sistema agua-roca (fig. 1).

En lo que respecta a componentes minoritarios y traza, en la mayor parte de los casos sus concentraciones resultan inferiores a los respectivos límites de detección.

### CUARZO



### CALCITA

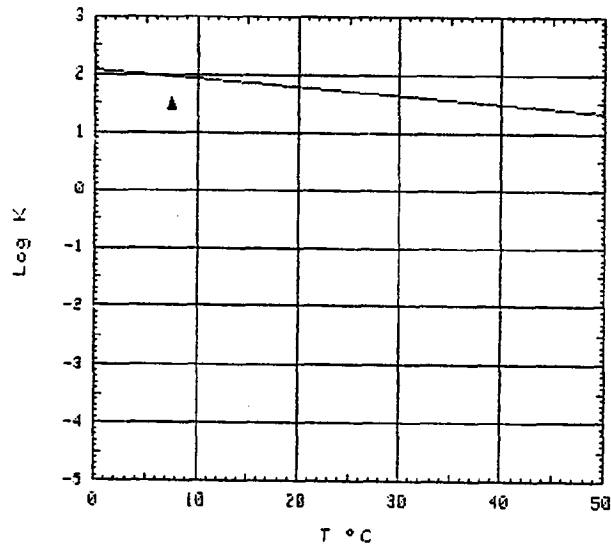


FIG. .-. DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE BAÑOS DE CABEZA GRANDE

**ANALISIS QUIMICO**

DENOMINACION: BAÑOS DE CABEZA GRANDE  
 FECHA :

-----  
 TEMPERATURA (°C): 7.5 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 216  
 pH a 7°C: 8.43 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 93  
 pH a 18°C: 7.90 Eh campo (mV): 117  
 -----

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	29.00	.475	.475	20.56
CO3=	--	--	--	--
SO4=	35.00	.364	.729	31.52
Cl-	38.00	1.072	1.072	46.36
F-	<5.0E-1	.026	.026	1.14
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.35
SiO2(H4SiO4)	11.4	.190	--	--
B	--	--	--	--
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.07
TOTAL....	114.460	2.136	2.312	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	6.00	.261	.261	11.69
K+	2.00	.051	.051	2.29
Ca++	19.00	.474	.948	42.47
Mg++	11.00	.452	.905	40.54
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	.02
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.32
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	2.49
NH4+	.010	.001	.001	.02
Mn++	.007	0.000	0.000	.01
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.07
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.07
TOTAL....	38.687	1.267	2.232	

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

CLASIFICACION: CLORURADA SULFATADA -- CALCICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.501	Cl/Na =	4.107	(SO4*Ca)^1/2 =	.831
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.257	Cl/(Na+K) =	3.434	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.429
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	.598	SO4/Ca =	.769	Mg/Ca =	.954
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.650	SO4/(Ca+Mg) =	.393	Cl/CO3H =	2.255

ARCHIVO EN DISCO: MMJ25 (AMA3-25)

	ppm
R.S. 110°C	148
D.Q.O.	1,3
CN <sup>-</sup>	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

## 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El perímetro de protección se ha estimado en unos 3 km<sup>2</sup>, en base a la naturaleza de los materiales que afectan directamente al punto de agua. La contaminación del agua se puede producir a favor de las zonas de debilidad que presenta el terreno, como pueden ser: fallas, diaclasas, etc.

Las características del agua también pueden ser alteradas por procesos externos directamente relacionados con la escorrentía superficial por lo que se tiende a proteger desde la zona de cumbres toda la ladera directamente relacionada con el punto de agua.

Estos dos tipos de contaminación, superficial y subterránea, se deben a procesos naturales pero no se puede olvidar la posible acción del hombre. Este actúa tanto variando la calidad como la cantidad del agua del subsuelo por lo que el área de protección también intenta neutralizar dicha acción en relación al punto de agua estudiado.

## 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- EXPLORACION GEOLOGICO-MINERA DEL AREA LINARES-LA CAROLINA-SANTA ELENA (Jaén). Memoria. ITGE, Diciembre 1983.
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 885 (Santisteban del Puerto). MAGNA-ITGE.

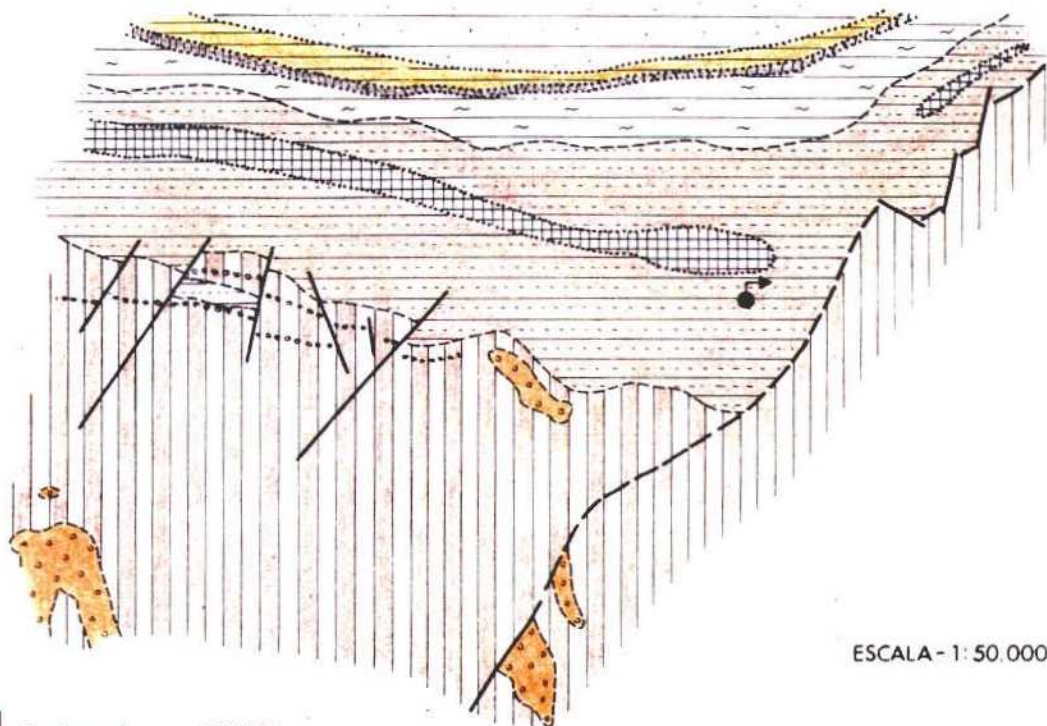
# BAÑOS DE CABEZA GRANDE

## SANTISTEBAN DEL PUERTO

### PLANO GEOLOGICO

483.000

485.000



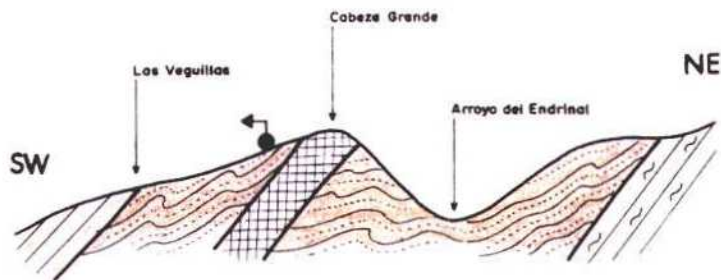
4.242.000

4.240.000

ESCALA - 1:50.000

- |  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  | Conglomerados..... TRIASICO                          |  | Pizarras mosqueadas..... SILURICO INF.                |
|  | Pizarras y areniscas... CARBONIFERO INF.             |  | Cuarcitas..... ORDOVICICO-SILURICO                    |
|  | Conglomerados..... CARBONIFERO INF.                  |  | Pizarras..... ORDOVICICO SUP.                         |
|  | Pizarras y areniscas cuarcificas..... DEVONICO MEDIO |  | Pizarras y areniscas cuarcificas..... ORDOVICICO SUP. |
|  | Cuarcitas..... DEVONICO MEDIO                        |  |   |

### CORTE GEOLOGICO

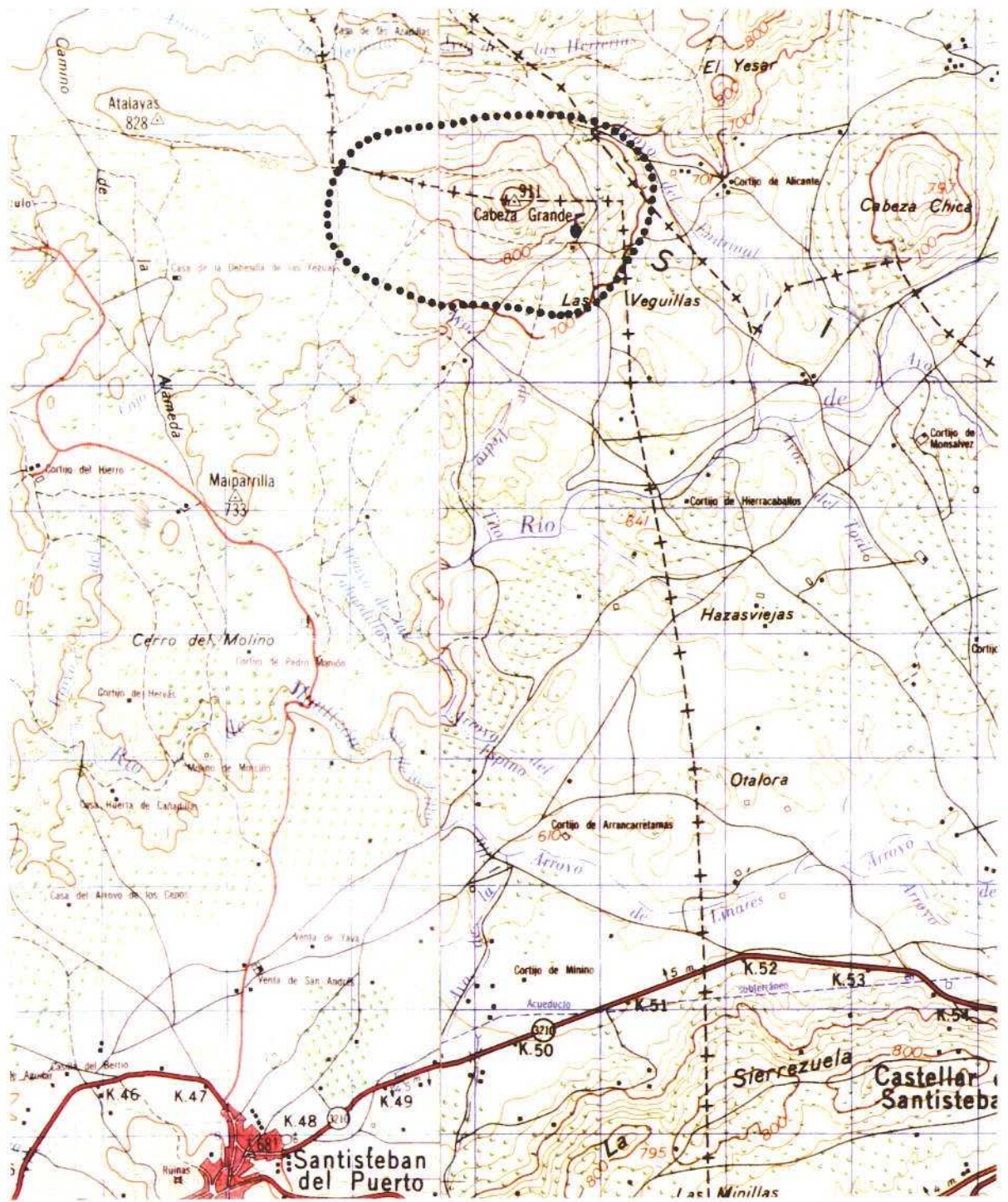


0 500 m.



# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## BAÑOS DE CABEZA GRANDE



ESCALA - 1 : 50.000

MANANTIALES: VIRGEN DE LAS ANGUSTIAS, VIRGEN DE LA  
PRESENTACION Y VIRGEN DE LA ESPERANZA  
(SORIHUELA DE GUADALIMAR Y VILLANUEVA DEL ARZOBISPO)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Con la denominación de Virgen de las Angustias, Virgen de la Presentación y Virgen de la Esperanza, se nombra a tres manantiales que están situados en el paraje conocido como Finca Natao Bajo y Raso Gil perteneciente a los términos municipales de Sorihuela de Guadalimar y Villanueva del Arzobispo.

Para acceder a estos manantiales se toma la carretera que va de Villanueva del Arzobispo a el Tranco. A unos 7,6 km de El Tranco y una vez superado el Arroyo del Natao se toma el primer camino a la derecha hasta llegar al paraje Finca Natao Bajo y Raso Gil.

Estos manantiales se localizan dentro de la hoja topográfica nº 886, de Beas de Segura, a escala 1/50.000 de coordenadas UTM: X = 512025 e Y = 4228350. Siendo la cota topográfica de 680 m.s.n.m.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Explotaciones Acuíferas Internacionales, S.A., cuyo representante es Don Jacobo Gallego Trabalón, vecino de Linares, propietario de la finca Natao Bajo y Raso Gil, donde existen tres manantiales con los nombres de Virgen de las

Angustias, Virgen de la Presentación y Virgen de la Esperanza en los términos municipales de Villanueva del Arzobispo y Sorihuela de Guadalimar, solicita con fecha de marzo de 1990: la declaración de aguas de Manantial-Natural; la autorización del expediente de Envasado de Aguas de Manantial-Natural y la inscripción en el Registro Industrial de la instalación de la Industria dedicada al envasado de dichas aguas, en la finca de su propiedad.

Con el objeto de la posible declaración como aguas de Manantial-Natural la Consejería de Fomento y Trabajo a través de la Delegación Provincial de Jaén realizó el día 14/05/90 una visita a los manantiales para la toma de agua. Siendo mandada al ITGE para su posterior análisis (16/10/90). Resultando las aguas del manantial Virgen de la Esperanza con un contenido en Magnesio superior a lo establecido, por lo que necesitarán un seguimiento periódico antes de poder ser declarada como Agua de Manantial.

En la actualidad, el agua de los tres manantiales, que afloran por caños y que se hayan protegidos por casetas de obra con puertas con cerradura, no tiene ningún uso.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Los manantiales sitos en la finca Nato Bajo y Raso Gil se localizan dentro de la Unidad de la Sierra de Cazorla. Banda de dirección NNE-SSO, limitada al Oeste por la Unidad de Beas de Segura y al Este por la Formación de Hornos-Siles.

La Unidad de la Sierra de Cazorla descansa sobre los materiales de la Formación de Hornos-Siles, formada por una alternancia de niveles detríticos (arcillas predominantemente y areniscas) y calizas fosilíferas de edad Triásica.

Sobre estos materiales y ya en la Unidad de la Sierra de Cazorla se tiene de base a techo y en la zona de estudio la siguiente litología:

- Dolomías azoicas que hacia la base se presentan tableadas y con delgadas intercalaciones de margas dolomíticas verdosas, mientras que hacia la parte superior son de aspecto masivo y sin margas. Se les supone una potencia de 300 m y una edad Lías-Dogger.
- Calizas oolíticas de color crema o blanco variando su potencia de 2 a 20 m al presentar el contacto inferior una superficie irregular de dolomitización no pudiéndolo diferenciar en algunas ocasiones del tramo inferior. Se le supone una edad Dogger-Oxfordiense.
- Facies detrítica constituída por margas verdes y amarillentas, y algunas arenas.

Hacia el Oeste de la Unidad de la Sierra de Cazorla esta facies se encuentra discordante sobre los materiales más antiguos, existiendo en la base un "hard-ground" con abundantes pisolitos ferruginosos. En algunos puntos estos depósitos pueden ser del Trías al ser arrastrados por las escamas hasta su posición actual, coronando la serie jurásica.

#### 2.1.- TECTONICA

Durante el Mioceno medio se produce una etapa compresiva, en sentido aproximado Este-Oeste que produce en la zona de estudio un estilo tectónico que viene marcado por el gran número de fallas inversas que con vergencia hacia el Oeste dan lugar a una tectónica de escamas. Las fallas inversas comenzarían localizándose a nivel del Trías para inmediata-

mente después alcanzar el segundo nivel de despegue: las arcillas y margas del Kimmeridgiense. Ante los esfuerzos, el paquete dolomítico de edad Lías-Dogger se fractura y cuando la superficie de fractura alcanza el nivel plástico se desliza sobre él casi paralelamente a la estratificación; por lo que se produce un despegue y traslación sucesiva hacia el Oeste de una parte de la cobertera (desde el Trías más superior) sobre una base solidaria con el zócalo (Trías más inferior). El acortamiento producido por cada escama es del orden de 1 km.

Dichas fallas inversas presentan una dirección NNE-SSO y sus superficies presentan un buzamiento general de 45° hacia el Este, sensiblemente paralela a la estratificación. Cortando a las anteriores se observan fallas transversas que se agrupan en dos lotes de direcciones N600 y N850, siendo principalmente de desgarre, existiendo algunas, sobre todo de dirección N850, con importante componente normal. Las fallas de desgarre presentan las superficies de fracturas verticales o subverticales, debiendo actuar en distintas épocas. Alteran las direcciones de las estructuras. Se las supone producto de esfuerzos por cizalla que se originarían por desplazamientos de grandes bloques del zócalo en la etapa de compresión.

Las fallas transversales son posteriores a las fallas inversas, al afectar aquellas a éstas y no a la inversa.

Las fallas normales se generaron en la etapa de descompresión ocurriendo aún en el Plioceno.

Los materiales más modernos implicados en la tectónica de escamas son del Mioceno (Tortonense), por lo tanto dicha tectónica se desarrolló durante y/o posterior al Tortonense.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

En la zona de estudio los manantiales se encuentran ligados a numerosas fallas inversas que ponen en contacto materiales carbonatados del Lías-Dogger, permeables, con arcillas del Kimmeridgiense inferior que hacen de nivel impermeable.

Si además se tiene en cuenta que estos materiales calizo-dolomíticos presentan fenómenos de karstificación debido al desarrollo de fracturas, la circulación y almacenamiento del agua en el subsuelo se ve favorecida.

El agua almacenada en el acuífero proviene de las escasas precipitaciones que se dan en la zona, favoreciendo lo abrupto del terreno una mayor escorrentía superficial en relación a la infiltración. Siendo ésta por tanto escasa. Por lo que los caudales de los manantiales son pequeños dando unos valores para el 4-5-90 de:

	<u>Caudales</u>	<u>Temperatura</u>
Virgen de las Angustias	1,05 l/s	9°C
Virgen de la Presentación	0,543 l/s	12°C
Virgen de la Esperanza	2,03 l/s	12°C

Encuanto a los resultados de los análisis físico-químicos realizados por el ITGE el 24-10-90 da un agua, para los tres manantiales, bicarbonatada cálcico magnésica, sobrepasando el manantial Virgen de la Esperanza en 2 mg/l el límite establecido para el magnesio.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Los análisis químicos de los tres manantiales -Virgen de las Angustias, de la Presentación y de la Esperanza- ofrecen resultados muy similares, en particular el segundo y tercero de los mismos (diagrama de Schoeller-Berkaloff de la figura 1), que sugieren un origen común. En los tres casos se trata de aguas bicarbonatadas magnésicas, cuyas características generales se reflejan en la tabla siguiente:

	SURGENCIA	pH <sub>c</sub>	T <sup>a</sup> . (°C)	Eh (mV)	Cond. (μS/cm)	NATURALEZA
A	V.ANGUSTIAS	7,05	10,8	+76	546	Bicar. mag.
B	V.PRESENTACION	7,79	16,0	+112	626	Bicar. mag.
C	V.ESPERANZA	8,25	15,0	+40	554	Bicar. mag.

Se trata pues de aguas claramente ligadas a ambientes carbonatados, con un nivel de mineralización discreto probablemente como consecuencia de una circulación de tipo kárstico. El carácter magnésico del agua apunta hacia facies de tipo dolomítico, que de acuerdo con la descripción hidrogeológica precedente corresponderían al paquete calizo-dolomítico jurásico del que surge el manantial. Asimismo conviene destacar el hecho de que no se aprecian en el agua indicios de disolución de evaporitas, luego los niveles de Keuper en contacto con la citada formación (ver corte geológico) no parecen tener influencia sobre su composición química.

En la figura 2 se representan los diagramas de saturación para una serie de minerales, según los cuales el agua se encuentra sobresaturada en calcita y dolomita, y subsaturada en yeso y anhidrita. El bajo contenido en sílice, consecuen-



cia del carácter netamente carbonatado del acuífero, se traduce en una situación de subsaturación respecto a cuarzo.

Con referencia al "excesivo" contenido en magnesio citado en apartados anteriores, los análisis realizados en la presente campaña reflejan en los tres manantiales concentraciones de dicho elemento inferiores al límite de 50 mg/l fijado por la Reglamentación Técnico-Sanitaria (entre 33 y 39 mg/l  $Mg^{2+}$ ). No obstante, el régimen kárstico de estos manantiales aconseja un seguimiento analítico periódico con objeto de evaluar el posible rango de variaciones, especialmente si se pretende su aprovechamiento como agua embotellada. Respecto a los restantes parámetros, todos ellos se mantienen también dentro de los márgenes señalados por esta normativa.

#### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

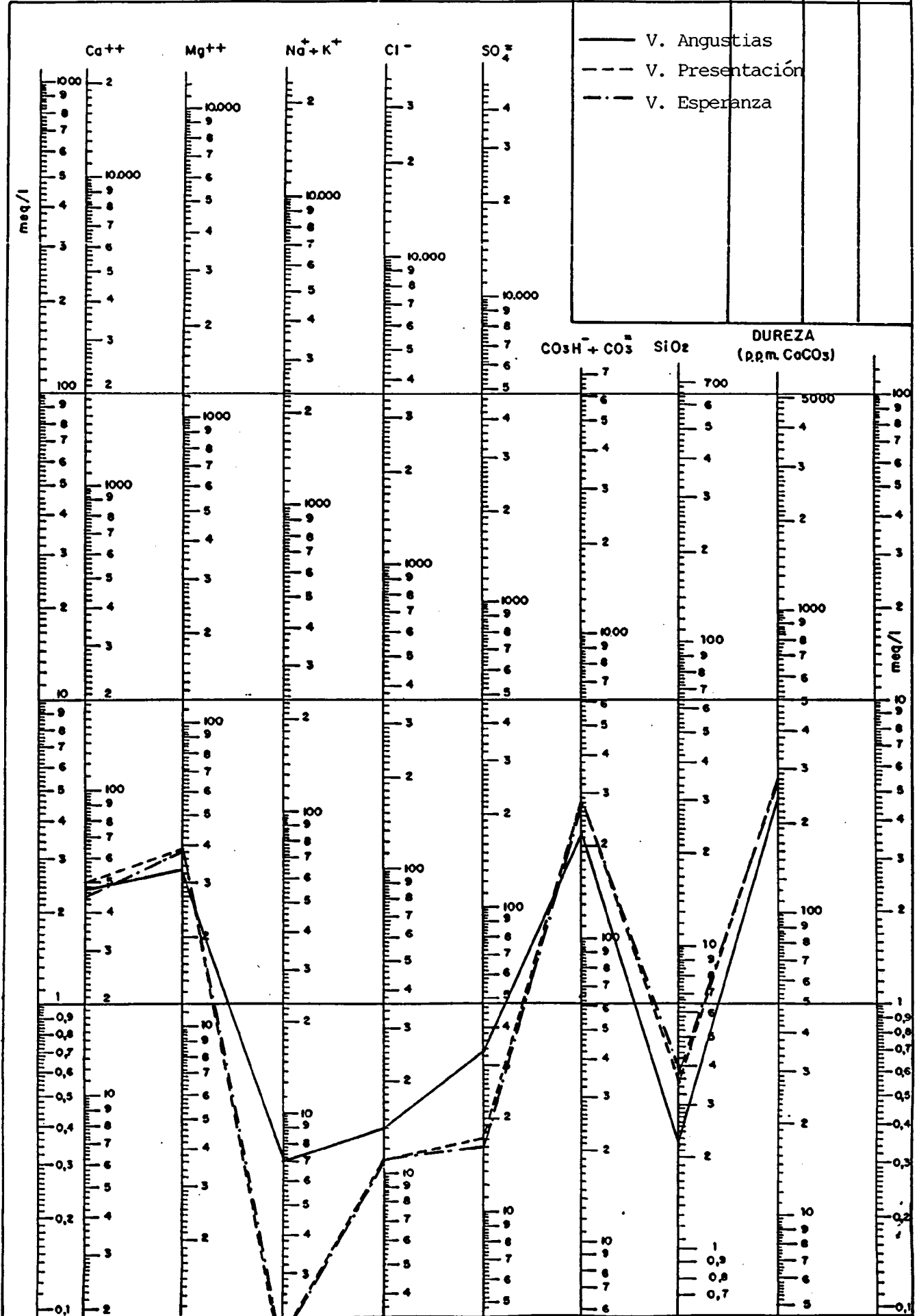
El perímetro de protección propuesto es de unos 11,5 km<sup>2</sup> y comprende toda aquella superficie en la que la acción de la lluvia, del hombre, etc., pueda ocasionar un deterioro de la calidad química del agua, abarcando desde la zona de cumbre toda la ladera directamente relacionada con la surgencia. También abarca la zona en la que se encuentran los materiales acuíferos que tienen relación con el almacenamiento y drenaje de los manantiales estudiados. Esto permite proteger el acuífero de una posible variación en el nivel de saturación, por efecto de cualquier captación.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- GEOLOGIA DE LA ZONA PREBETICA, AL NE DE LA PROVINCIA DE JAEN. López-Garrido A.C. Tesis doctoral de la Universidad de Granada, 1971.

FIG. .- MANANTIAL VIRGEN DE LAS ANGUSTIAS

MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
— V. Angustias			
- - - V. Presentación			
- · - V. Esperanza			



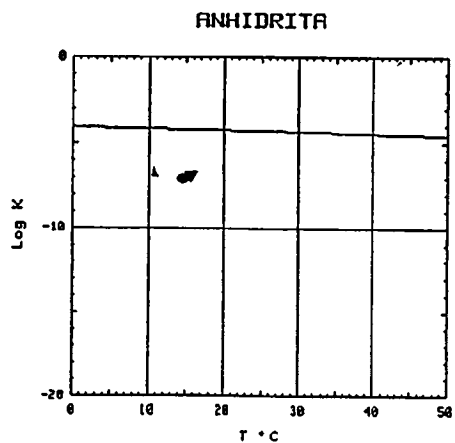
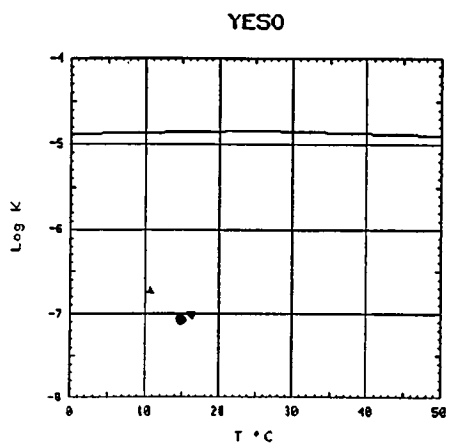
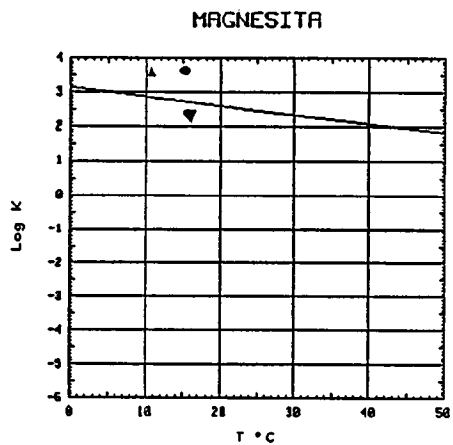
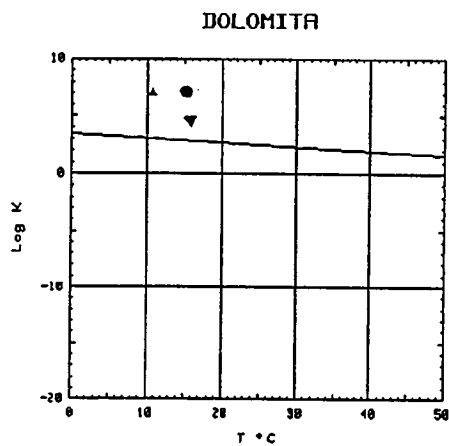
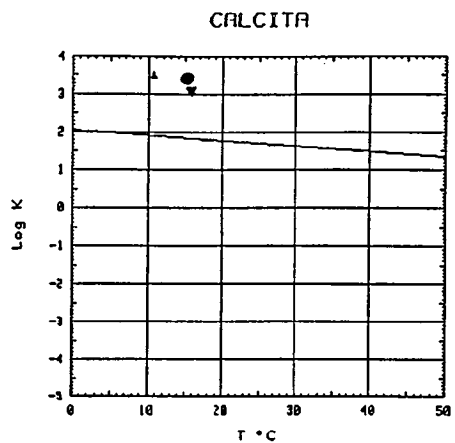
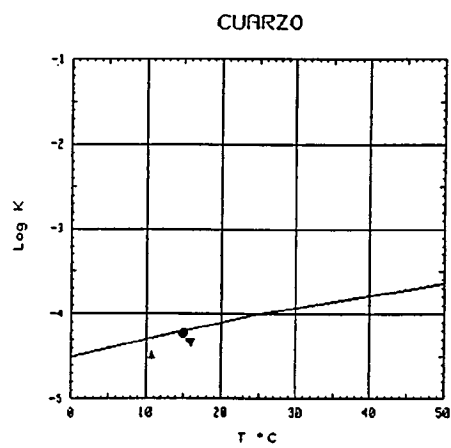


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DEL MANANTIAL VIRGEN DE LAS ANGUSTIAS (▲), VIRGEN DE LA PRESENTACION (▼) Y VIRGEN DE LA ESPERANZA (●).

**ANALISIS QUIMICO**

DENOMINACION: VIRGEN DE LAS ANGUSTIAS  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 10.8                      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 546  
 pH a 10°C: 7.05                              DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 255  
 pH a 18°C: 8.40                              Eh campo (mV): 76

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	201.00	3.294	3.294	65.42
CO3=	17.00	.283	.567	11.25
SO4=	33.00	.344	.687	13.64
Cl-	14.00	.395	.395	7.84
F-	<5.0E-1	.026	.026	.52
NO3-	4.00	.065	.065	1.28
SiO2 (H4SiO4)	2.2	.037	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL....	271.760	4.444	5.036	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	2.00	.087	.087	1.66
K+	<5.0E-1	.013	.013	.24
Ca++	47.00	1.173	2.345	44.85
Mg++	33.00	1.357	2.715	51.91
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.14
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.06
NH4+	.010	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	0.034	0.000	-	-
Zn++	.150	.002	.005	.09
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL....	83.306	2.660	5.230	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- MAGNESICA

CO3H+CO3)/Ca =	1.646	Cl/Na =	4.540	(SO4*Ca)^1/2 =	1.269
CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.763	Cl/(Na+K) =	3.958	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.443
(CO3H)^2*Ca)^1/3 =	2.942	SO4/Ca =	.293	Mg/Ca =	1.157
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.879	SO4/(Ca+Mg) =	.136	Cl/CO3H =	.120

ARCHIVO EN DISCO: MMJ21 (AMA3-21)

	ppm
R.S. 110°C	338
D.Q.O.	1,5
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

**ANALISIS QUIMICO**  
 \*-----\*

DENOMINACION: VIRGEN DE LA PRESENTACION  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 16.0                      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 626  
 pH a 16°C: 7.79                              DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 288  
 pH a 18°C: 8.10                              Eh campo (mV): 112

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	288.00	4.720	4.720	85.93
CO3=	-	-	-	-
SO4=	17.00	.177	.354	6.44
Cl-	11.00	.310	.310	5.65
F-	<5.0E-1	.026	.026	.48
NO3-	5.00	.081	.081	1.47
SiO2 (H4SiO4)	3.5	.058	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
F2O5	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL....	325.060	5.374	5.493	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	1.00	.044	.044	.75
K+	<5.0E-1	.013	.013	.22
Ca++	50.00	1.248	2.495	42.82
Mg++	39.00	1.604	3.208	55.05
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.12
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.95
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	0.028	0.000	-	-
Zn++	.080	.001	.002	.04
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL....	91.233	2.937	5.827	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca = 1.892    Cl/Na = 7.134    (SO4\*Ca)^1/2 = .940  
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .828    Cl/(Na+K) = 5.513    (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .260  
 ((CO3H)^2\*Ca)^1/3 = 3.817    SO4/Ca = .142    Mg/Ca = 1.286  
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .890    SO4/(Ca+Mg) = .062    Cl/CO3H = .066

ARCHIVO EN DISCO: MMJ22 (AMA3-22)

	ppm
R.S. 110°C	423
D.Q.O.	0,8
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

**ANALISIS QUIMICO**  
\*=====\*

DENOMINACION: VIRGEN DE LA ESPERANZA  
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 15.0                      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 554  
pH a 15°C: 8.25                              DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 271  
pH a 18°C: 8.20                              Eh campo (mV): 40

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	263.00	4.311	4.311	76.12
CO3=	18.00	.300	.600	10.59
SO4=	16.00	.167	.333	5.88
Cl-	11.00	.310	.310	5.48
F-	<5.0E-1	.026	.026	.46
NO3-	5.00	.081	.081	1.42
SiO2 (H4SiO4)	3.9	.065	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P205	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL.....	317.460	5.260	5.663	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	1.00	.044	.044	.79
K+	<5.0E-1	.013	.013	.23
Ca++	45.00	1.123	2.246	40.87
Mg++	38.00	1.563	3.126	56.89
Fe++	.010	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.13
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.01
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	0.049	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.03
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL.....	85.194	2.770	5.495	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	2.187	Cl/Na =	7.134	(SO4*Ca)^1/2 =	.865
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.914	Cl/(Na+K) =	5.513	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.280
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	3.468	SO4/Ca =	.148	Mg/Ca =	1.392
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.976	SO4/(Ca+Mg) =	.062	Cl/CO3H =	.072

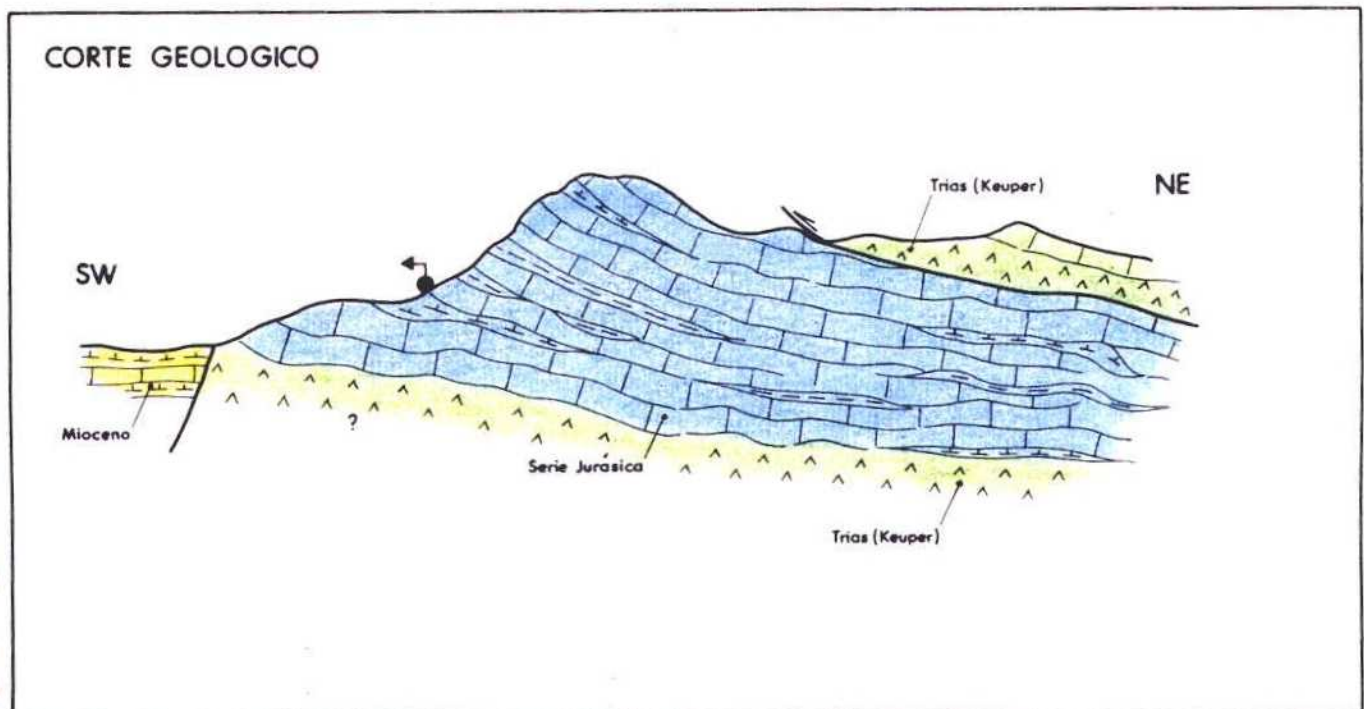
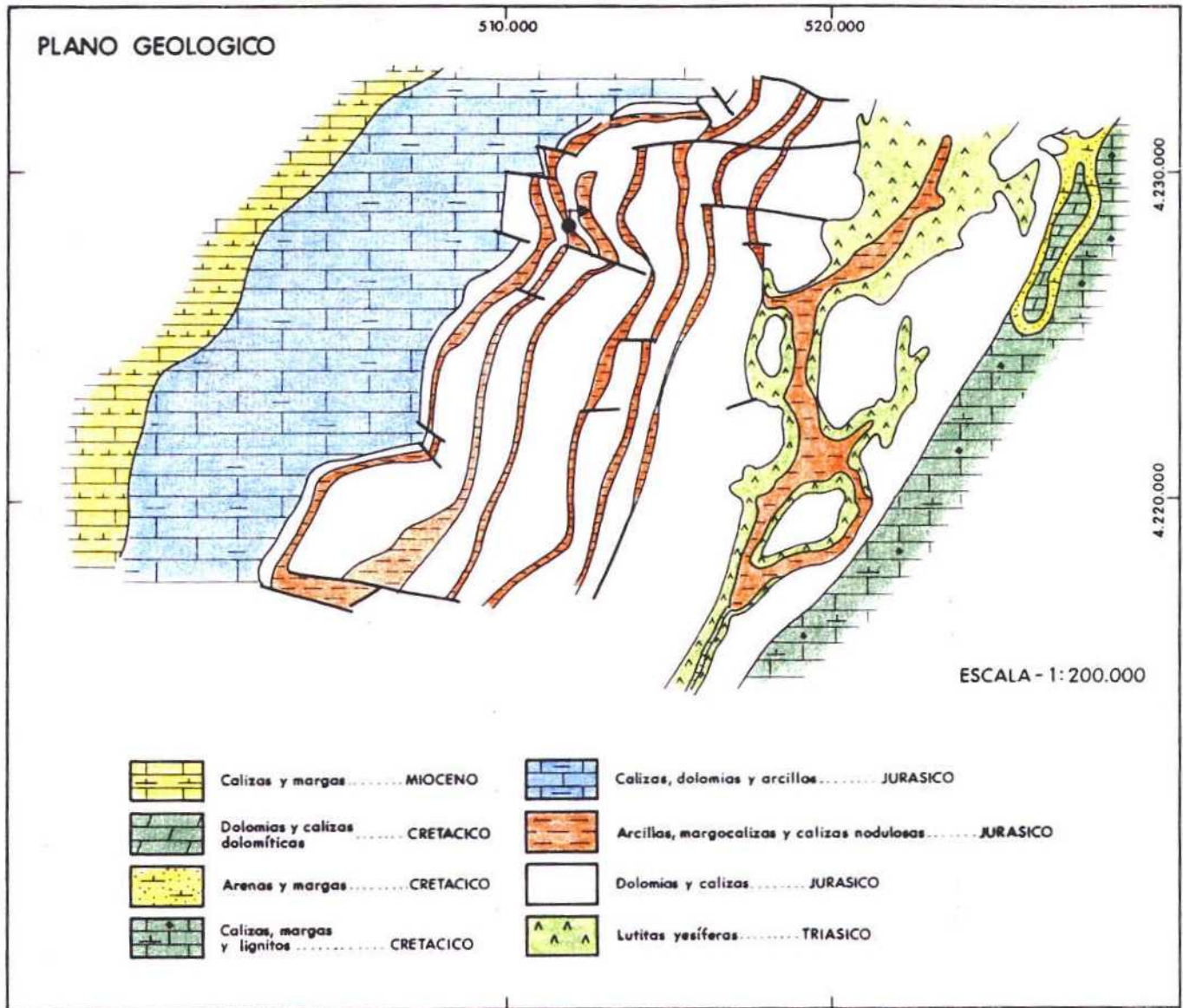
ARCHIVO EN DISCO: MMJ23 (AMA3-23)

	ppm
R.S. 110°C	381
D.Q.O.	0,7
CN <sup>-</sup>	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

- GEOLOGIA DEL SECTOR DEL ALTO SEGURA (ZONA PREBETICA). Tomo I y II. Dabrio González. C. Tesis doctoral de la Universidad de Granada, 1973.
  
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA a escala 1/50.000 nº 887 (Orcera). MAGNA-ITGE.

# MANANTIALES VIRGEN DE LAS ANGUSTIAS, DE LA PRESENTACION Y DE LA ESPERANZA

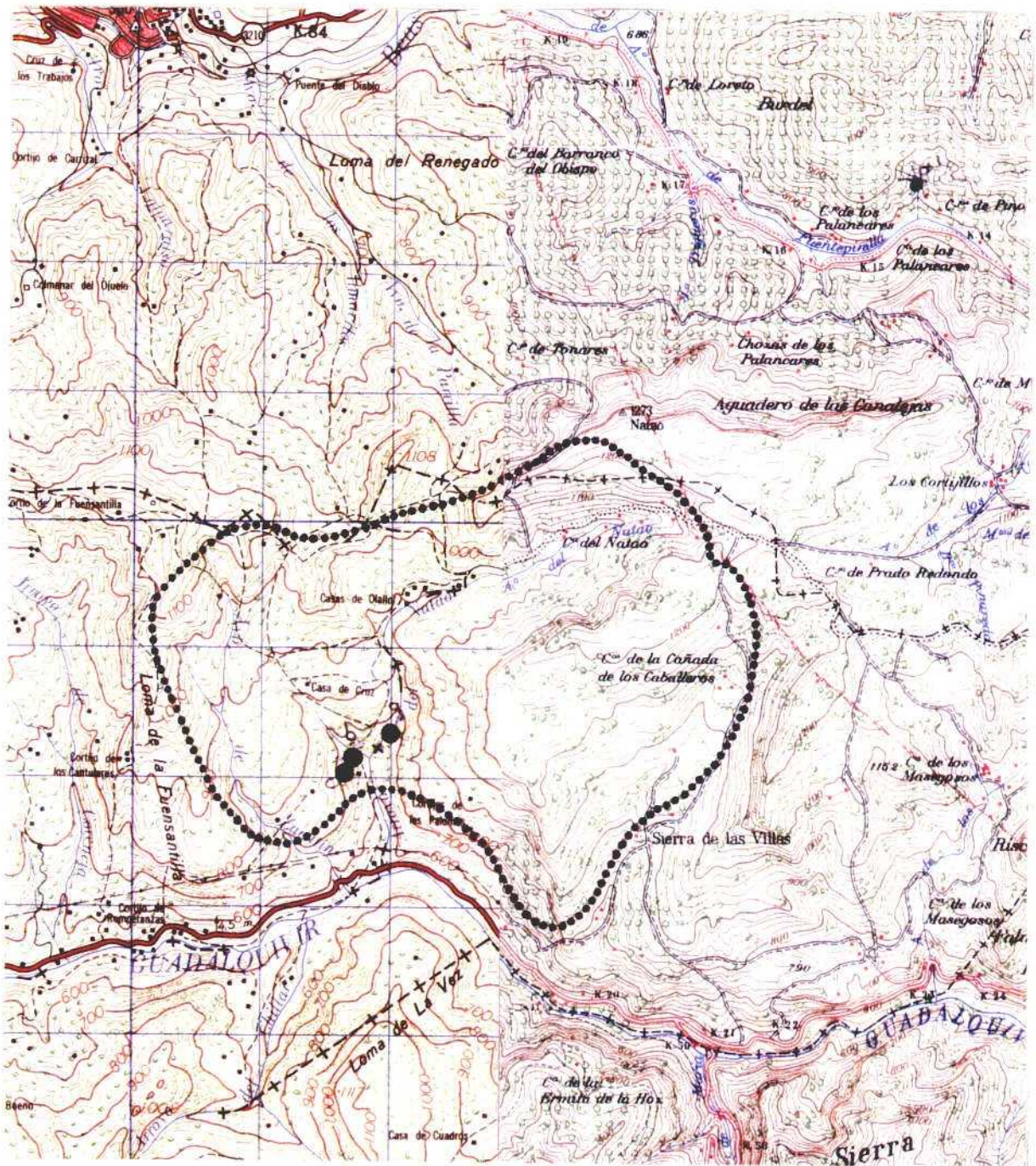
(SORIHUELA DE GUADALIMAR Y VILLANUEVA DEL ARZOBISPO)





# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

MANANTIALES VIRGEN DE LAS ANGIUSTIAS,  
DE LA PRESENTACION Y DE LA ESPERANZA



ESCALA - 1: 50.000

BAÑOS DEL SALADILLO (VILLACARRILLO)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Con la denominación de Nuestra Señora del Buen Consejo se nombra al manantial que está situado en el paraje conocido por Baños del Saladillo, en el término municipal de Villacarrillo.

Para acceder a estos antiguos baños, desde el núcleo urbano de Villacarrillo, se toma la carretera que va a la aldea de Mogón y de aquí se continua la carretera que sigue el trazado del Arroyo de las Aguacebas durante unos 2 km. A continuación se toma un camino a la derecha que cruza el arroyo hasta llegar al manantial de los antiguos baños.

Este manantial se localiza dentro de la hoja topográfica nº 907, de Villacarrillo, a escala 1/50.000 de coordenadas UTM: X = 499050 e Y = 4213900. Siendo la cota topográfica de 480 m.s.n.m.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Las propiedades minero-medicinales del manantial de los antiguos baños del Saladillo se conocen de forma escrita desde el siglo pasado apareciendo en "Elementos de Hidrología Médica" de Doz y Builla de 1887. También se nombran en la relación de puntos de agua minero-medicinales del ITGE lleva-

dos a cabo en los años 1913, 1947, 1986, y en una relación de Balnearios que se explotaron en otras épocas y que actualmente están inactivos (Consejería de Fomento y Trabajo, Junta de Andalucía).

Con motivo de la solicitud de Utilidad Pública del manantial, por parte del propietario, se realizaron en el año 50 dos visitas al manantial. En cuyos informes, el inspector de sanidad habla de: "Las indicaciones terapéuticas". No suelen usarse en bebidas porque su olor y sabor sulfuroso las hace poco apetecibles, sin embargo tomadas en pequeña cantidad, se observa, que aumenta el apetito y las secreciones digestivas; si la cantidad se aumenta se observa por el contrario inapetencia, pereza digestiva, desarrollo de gases y plenitud gástrica, desapareciendo estos fenómenos al dejar de ingerirla. Su aplicación es principalmente en forma de baños, que producen efectos sedantes, estimulantes resolutivos, según la temperatura y duración con que se apliquen.

Son especialmente utilizadas en el tratamiento del herpetismo, eccemas en ciertos periodos, acné, úlceras atónicas y sobre todo en las dermatosis de origen parasitario.

En baños con dichas aguas calentadas a temperatura de 30 a 36° ejercen efecto muy beneficioso en el reumatismo muscular y articular, en general en todas las Algias de dicha índole.

La Dirección General de Sanidad con fecha de 22-1-52, en base a un informe en relación al manantial del Saladillo, "se refiere a un agua sulfurada sódica, empleada en baños contra el herpetismo y dermatosis de origen parasitario; en el análisis bacteriológico aparece sólo un agua y en el químico, dos: una sulfhídrica y otra bicarbonatada cálcico mag-

nésica", pide que se especifique a cual de las dos o si es para las dos, se refiere la solicitud de Utilidad Pública.

Por lo que el propietario especifica, el 31-1-52, que es para las aguas sulfuradas sódicas.

No se usan como baños por lo menos desde 1950, aunque en la actualidad aún se conserva lo que fue el antiguo hotel, con unas 50 habitaciones y capacidad para unas 25 familias siendo hoy día vivienda, y el edificio de los baños, que contenía 8 bañeras y 2 calentadores dando también cabida a la vivienda de los guardas, estando en la actualidad abandonada.

El propietario del manantial D. Antonio Machado Balsano con domicilio en Linares, hizo referencia a que en las huertas, por debajo del Saladillo, se descubrieron unas antiguas conducciones de piedra, donde se supone que se encontraban los primitivos baños, cerca de Mogón, y estas conducciones hoy destruidas posiblemente fueran romanas.

En la actualidad el CSIC de Granada lleva un estudio sobre el manantial. Existiendo del año 1948 y 1950 análisis químicos de las aguas.

Hace algunos años se produjeron unas fuertes lluvias que arrastraron gran cantidad de troncos de árboles, suelo, etc., que produjo el enterramiento del manantial un metro por debajo del nivel actual del suelo, por lo que se profundizó un metro el terreno, hasta llegar al manadero y se le dió un ancho de 1,5 m por cada lado.

En la actualidad la utilización del agua con fines terapéuticos es esporádica, siendo usada como agua de bebida

por la gente del lugar y para baños de carácter privado elevando el agua hasta un depósito y por medio de un motor eléctrico de 1/2 CV y a través de tuberías de PVC conducen el agua hasta la vivienda.

## 2.- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL ENTORNO

Los Baños del Saladillo se encuentran en la unidad denominada de Beas de Segura, formando sus materiales una banda de dirección NNE-SSO, limitada al Oeste por la Cobertura Tabular y la Depresión del Guadalquivir y al Este por la Unidad de Sierra de Cazorla.

La Unidad de Beas de Segura está formada por una serie de arcillas, dolomías y/o calizas con una disposición monoclinal y con un buzamiento constante hacia el Este. La potencia de esta unidad es difícil de calcular al presentar contactos mecánicos o erosivos que imposibilitan una lectura total de la serie, suponiéndose el espesor en 200 m. La unidad en general es azoica estimándose una edad jurásica (Lías).

Se pueden diferenciar dos tramos:

- El inferior, con una potencia de 70-80 m. Formado por tres gruesas barras de dolomías, muy tableadas. Las barras están separadas por dos tramos de margas dolomíticas, dolomías margosas y arcillas verdes, rojas y violáceas, apareciendo yesos en estos niveles.
- El superior, en el que se produce un aumento progresivo de los tramos blandos y una reducción de espesor de las barras dolomíticas. En el techo aparece un banco de calizas blancas de 5 m de espesor.

En la base de la Unidad de Beas de Segura se encuentran unos materiales plásticos del Trías que van a tener importancia en los fenómenos tectónicos de la zona. Esta serie detrítica en ocasiones presenta yesos y arcillas (facies Keuper) y en otras aparecen arenas y arcillas (facies Buttsandstein). Su espesor máximo es de 90 m, presentando un nivel característico de unos 20 m de potencia, en el que aparecen las facies evaporíticas alternando en capas centimétricas y bien estratificadas con arcillitas verdes y rojas.

## 2.1.- TECTONICA

Durante el Jurásico la región se ve afectada por una tectónica de bloques fracturados, etapa de distensión, en el que se producen fallas normales en el zócalo. La dirección de estos accidentes de zócalo es N20E en la que la parte occidental se eleva y la oriental se hunde. Este hundimiento hacia el SE produce en esta dirección un aumento de espesores que recaen en las formaciones triásicas. Encontrándose la Unidad de Beas de Segura apilada al pie del frente de la Sierra de Cazorla provocando por la expulsión de los materiales plásticos bajo la presión y arrastre de la cobertera calcárea (Unidad de la Sierra de Cazorla). Este hecho provocaría la compartimentación de la zona por fallas inversas que comenzarían localizándose a nivel del Trías, para inmediatamente después alcanzar las arcillas rojas como segundo nivel de despegue. El estilo tectónico generado por el gran número de fallas inversas da lugar a una tectónica de escamas.

Esta tectónica en escamas, etapa compresiva alpina, se desarrolló durante y/o posterior al Tortoniense (Mioceno), al verse implicados materiales de dicha edad.

La dirección dominante de las fallas inversas es NNE-SSO, mostrando las escamas vergencia de componente O.

Estas fallas inversas se ven afectadas por fallas que se agrupan en dos sistemas de direcciones comprendidas entre N45-N85O y N50E-N65E, son de edad reciente, al afectar a depósitos neógenos postorogénicos de las depresiones internas.

La alternancia de niveles detríticos y carbonatados se puede explicar de un modo estratigráfico resultado de procesos reiterativos en el periodo de sedimentación, pero cuando se da la presencia de materiales miocenos se pone de manifiesto la existencia de repeticiones tectónicas en los que los materiales jurásicos montan sobre los del Mioceno. Por lo tanto en esta unidad existe tanto alternancias estratigráficas como repeticiones tectónicas.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

La Unidad de Beas de Segura está formada por unos sedimentos impermeables de margas y arcillas que alternan con una serie permeable de materiales carbonatados. Estos presentan fenómenos de carstificación debido a una relativa porosidad y fracturación de las dolomías.

El agua de lluvia caída sobre la superficie del terreno se infiltra a través tanto de los materiales permeables como de fracturas, contactos mecánicos, etc., dando lugar en los Baños del Saladillo a dos tipos de aguas, una bicarbonatada cálcica magnésica y otra sulfhídrica. La primera es el resultado de un agua de infiltración que a su paso por el acuífero carbonatado se va enriqueciendo en Ca, Mg, etc., aflorando a la superficie del terreno en el contacto de los materiales acuíferos con el sustrato impermeable.



El manantial sulfhídrico tiene un origen más profundo, prototermal, manando sus aguas a 15°C. El agua infiltrada alcanza los niveles de yesos enriqueciéndose a su paso en azufre, ascendiendo a través de una falla inversa cuando el agua ya no puede descender más.

Así el agua sulfhídrica de los Baños del Saladillo presenta olor y sabor a huevos podridos y un caudal variable y escaso, debido a lo estacional y reducido de las precipitaciones, siendo éste, en el periodo seco de 1950, de 32 l. al día.

El 22 de Septiembre de 1948 el IGME llevó a cabo un análisis químico del manantial de los baños, dando como resultado:

Residuos a 120°	5,657 gr en l
Residuos en rojo sombra	4,998 "
Cloro	2,708 "
Anhídrico sulfúrico	0,458 "
Acido sulfhídrico	0,025 "
Cal	0,363 "
Magnesia	0,199 "
Sodio	1,897 "
Potasio	0,038 "
Amoniaco libre dest.	0,002 "
Amoniaco albuminoide	0,0004 "
Sílice	0,022 "
Hierro	0,006 "
Aluminio	indicios "
Dureza total grados	108
Dureza permanente	80

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

De las surgencias existentes, la muestra recogida corresponde a la de carácter sulfhídrico, fuertemente reductora (-276 mV), con un  $pH_{campo} = 7,72$  y naturaleza clorurada sódica. Esta última característica así como la elevada mineralización del agua ( $11.970 \mu S/cm$ ), evidencian claramente la influencia de facies evaporíticas puesta de manifiesto en anteriores apartados.

Los diagramas de saturación de la figura 1 indican que el agua se encuentra próxima al equilibrio con yeso y anhídrita, sobresaturada en calcita y dolomita y subsaturada respecto a halita (la elevada solubilidad del NaCl hace difícil que llegue a alcanzarse el nivel de saturación).

La presencia de  $H_2S$  se atribuye a procesos de reducción bacteriana del ión  $SO_4^{2-}$ , fenómeno muy frecuente en aguas asociadas a evaporitas ricas en sulfatos.

Entre los componentes minoritarios y traza presentes en el agua hay que destacar el elevado contenido en litio (1,8 mg/l), y muy especialmente las altas concentraciones en plomo, arsénico y cadmio: 673, 60 y 13  $\mu g/l$  respectivamente. Estas últimas superan ampliamente los límites establecidos por la Reglamentación Técnico.-Sanitaria para aguas potables, por lo que obviamente es desaconsejable su ingestión.

#### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El perímetro de protección propuesto es de unos 8 km<sup>2</sup> y comprende toda aquella superficie en la que la acción de la lluvia, del hombre, etc., pueda ocasionar un deterioro de la

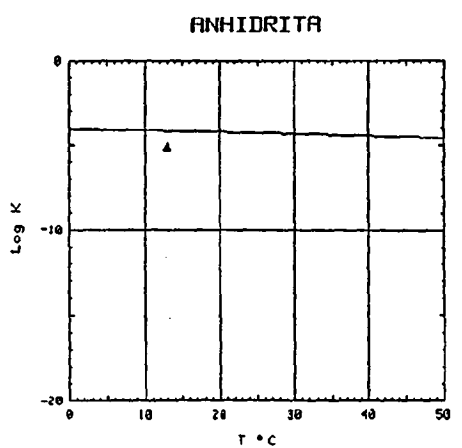
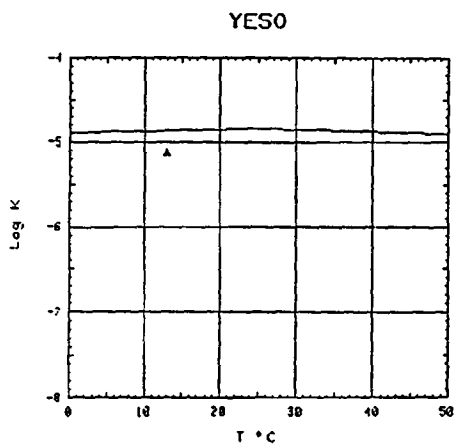
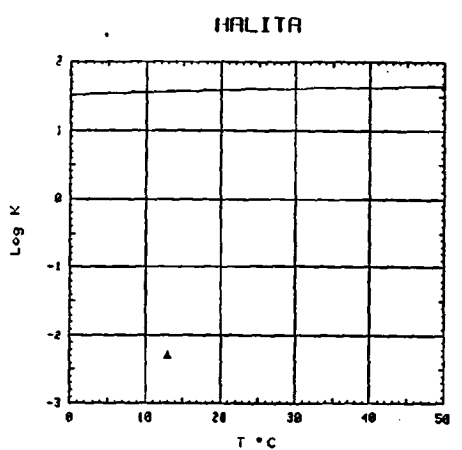
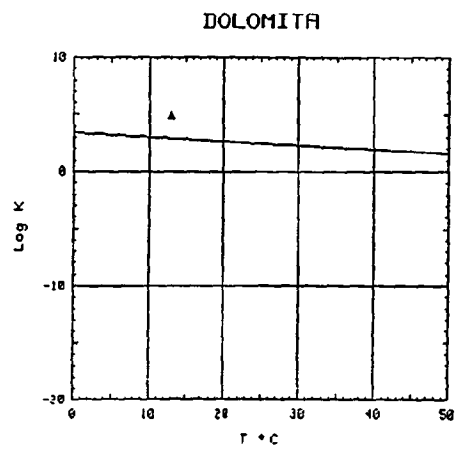
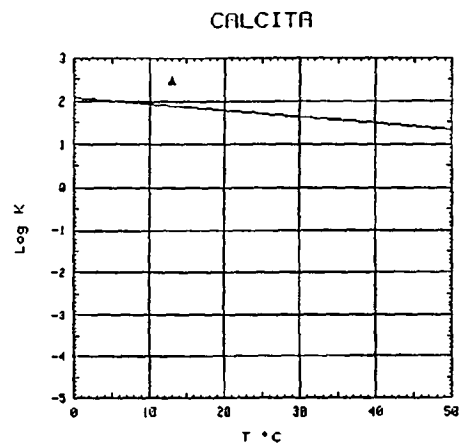
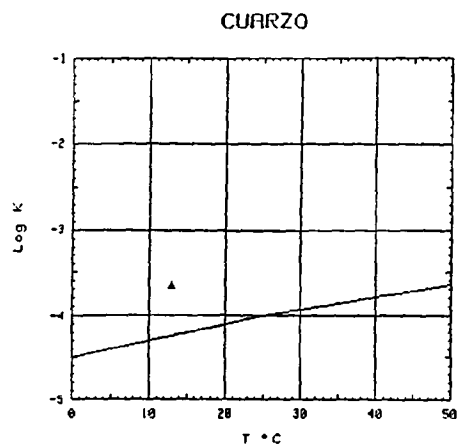


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE BAÑOS DEL SALADILLO

# ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: BAÑOS DE SALADILLO  
FECHA :

TEMPERATURA (°C):	13.0	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	11970
pH a 13°C:	7.72	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	1271
pH a 18°C:	7.40	Eh campo (mV):	-276

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	157.00	2.573	2.573	2.12
CO3=	-	-	-	-
SO4=	910.00	9.473	18.946	15.59
Cl-	3540.00	99.863	99.863	82.20
F-	<5.0E-1	.026	.026	.02
NO3-	5.00	.081	.081	.07
SiO2(H4SiO4)	18.3	.305	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.100	.001	.003	0.00
TOTAL....	4630.910	112.322	121.493	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	2195.00	95.483	95.483	78.46
K+	25.00	.639	.639	.53
Ca++	280.00	6.986	13.972	11.48
Mg++	137.00	5.635	11.270	9.26
Fe++	.410	.007	.015	.01
Li+	1.80	.259	.259	.21
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.05
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	.673	.003	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	2640.498	109.033	121.697	

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

CLASIFICACION: CLORURADA -- SODICA

CO3H+CO3)/Ca =	.184	Cl/Na =	1.046	(SO4*Ca)^1/2 =	16.270
CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.102	Cl/(Na+K) =	1.039	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na)=	1.079
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	4.523	SO4/Ca =	1.356	Mg/Ca =	.807
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg)=	.853	SO4/(Ca+Mg)=	.751	Cl/CO3H =	38.809

ARCHIVO EN DISCO: MMJ20 (AMA3-20)

	ppm
R.S. 110°C	8166
D.Q.O.	-
CN-	-
Cd	0,013
Cr	<0,005
As	0,060
Se	-
Hg	-

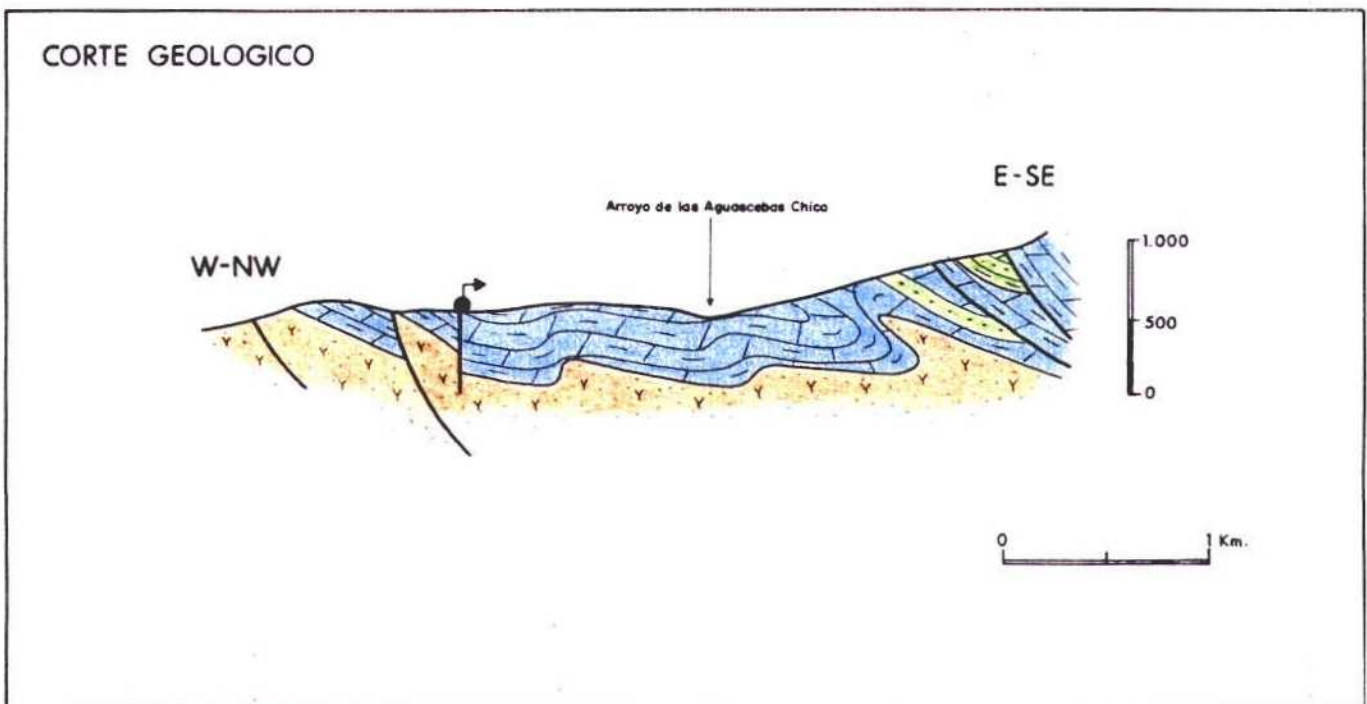
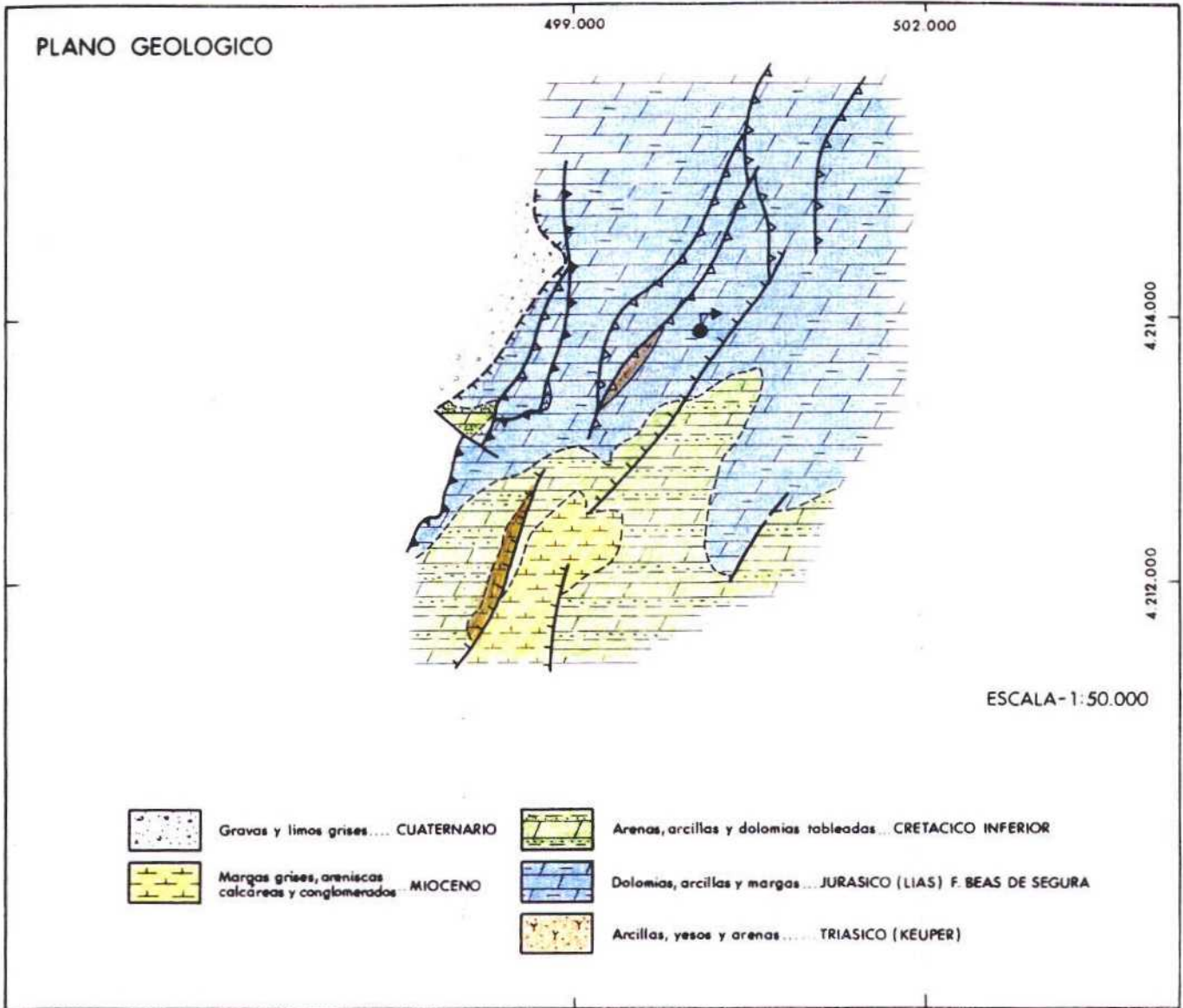
calidad química del agua, abarcando desde la zona de cumbre toda la ladera directamente relacionada con la surgencia.

El área de protección también comprende aquella zona de almacenamiento que alimenta al manantial y que es susceptible de sufrir variaciones cuantitativas del agua almacenada por efecto de cualquier captación. Encontrándose delimitada tanto por contactos mecánicos como por materiales arcillosos impermeables.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

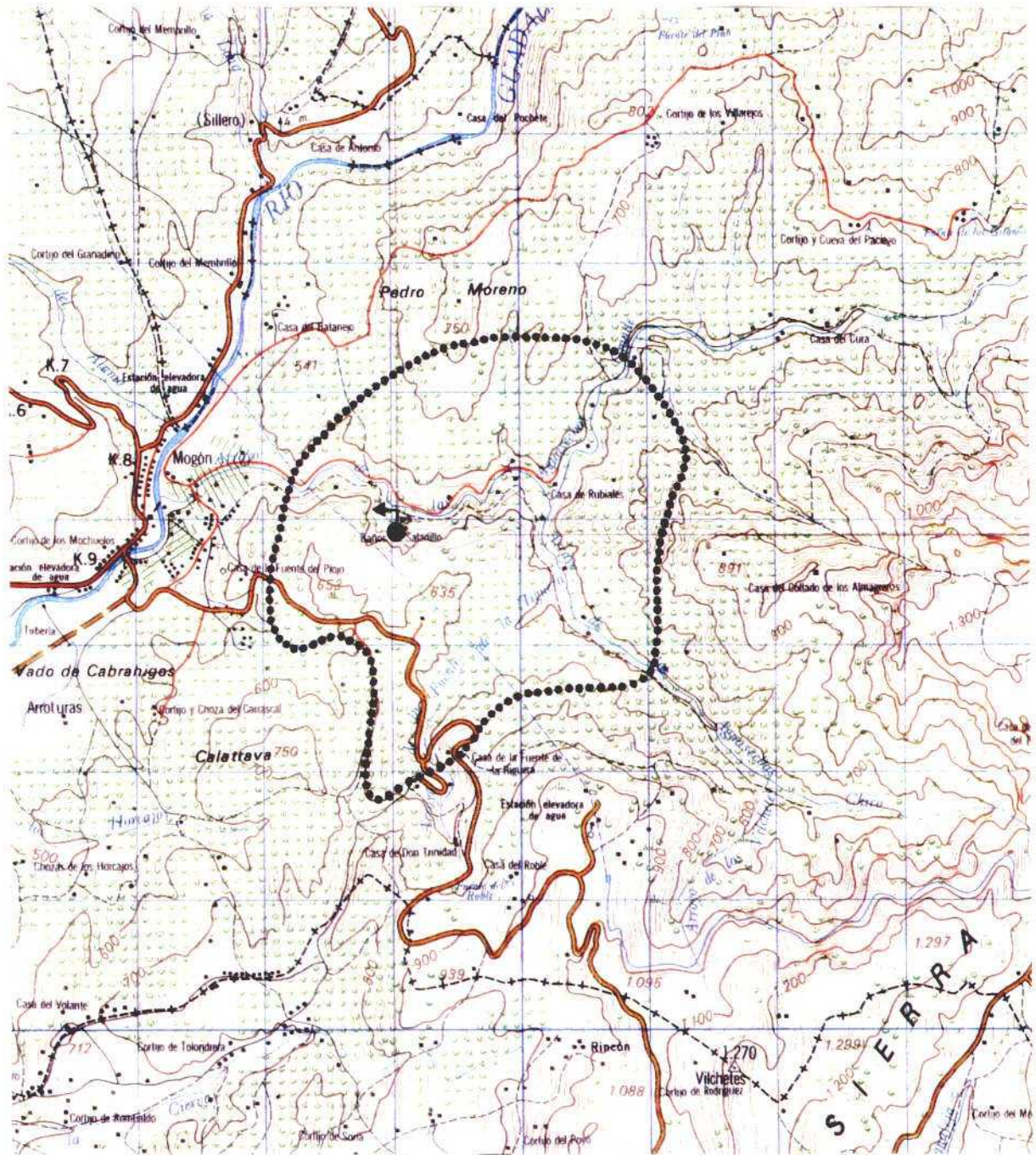
- "GEOLOGIA DE LA ZONA PREBETICA, AL NE DE LA PROVINCIA DE JAEN". López-Garrido. A.C. Tesis doctoral de la Universidad de Granada, 1971.
- "GEOLOGIA DEL SECTOR DEL ALTO SEGURA (ZONA PREBETICA)". Tomo I y II. Dabrio González. C. Tesis doctoral de la Universidad de Granada, 1973.
- MEMORIA Y HOJA GEOLOGICA, a escala 1/50.000 nº 907 (Villacarrillo). MAGNA-ITGE.

# BAÑOS DEL SALADILLO (VILLACARRILLO)



# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## BAÑOS DEL SALADILLO



ESCALA - 1:50.000