

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

ESTUDIO DE DETALLE DE LA PROVINCIA DE CORDOBA  
TOMO 5

35747

I N D I C E

	<u>Págs.</u>
<u>INTRODUCCION</u> .....	1
<u>MANANTIAL BAÑOS DE SAN JUAN (CABRA)</u> .....	3
<u>BALNEARIO DE FUENTE AGRIA (VILLAHARTA)</u> .....	16
<u>BALNEARIO DE PEÑAS BLANCAS (SANTA ELISA) - ESPIEL</u> ..	39
<u>BAÑOS DEL ARENOSILLO (MONTORO)</u> .....	60
<u>POZO SAN LORENZO (PUENTE-GENIL)</u> .....	75
<u>BAÑOS DEL HORCAJO (LUCENA)</u> .....	87
<u>LOS BAÑOS DE SANTAELLA (SANTAELLA)</u> .....	103
<u>POZO DE LA CUBERTILLA (FUENTE-TOJAR)</u> .....	117

## INTRODUCCIÓN

En la provincia de Córdoba se han contabilizado 22 puntos relacionados con el Inventario de Puntos de Agua Minero-Medicinal, de los que quince son manantiales, seis son pozos y un sondeo. En la lista del Archivo Nacional de puntos de agua minero-medicinal constaban solamente ocho puntos (uno de ellos no ha sido localizado, Villanueva de Cardenas) aumentándose actualmente quince nuevos puntos.

En cuanto a la situación administrativa hay cuatro puntos declarados de utilidad pública: El Horcajo de Lucena y Baños de Arenosillo de Montoro, según decreto de 1870; Fuente Agria de Villaharta y Santa Elisa de Espiel según decreto de 1928. Además existen siete peticiones de declaración de aguas minero-medicinales (Malos Pasos, Santa Elisa, San Rafael, Santa Rosa, La Gutierrez, San Lorenzo y El Rosal).

La provincia de Córdoba no cuenta actualmente con ningún balneario ni baños en uso. Existen dos balnearios en ruinas: Fuente Agria de Villaharta con los manantiales de Fuente Agria, San Elias, Malos Pasos, La Lastrilla y El Cordel y el balneario de Santa Elisa o Peñas Blancas con los manantiales de Santa Elisa, La Lastra, Fuente del Cura y San Rafael. Además existían los Baños del Horcajo, Santaella, Arenosillo y San Juan, este último en el municipio de Cabra.

No existe en esta provincia ninguna planta de agua envasada.

MANANTIAL BAÑOS DE SAN JUAN (CABRA)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- SITUACION GEOGRAFICA

El manantial denominado Baños de San Juan se encuentra al Sur de la provincia de Córdoba, en el término municipal de Cabra, dentro del casco urbano de esta localidad.

Los Baños tienen unas coordenadas U.T.M. según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 LUCENA (17-40) del Servicio Topográfico del Ejército: X=372000; Y=4148350, y una altura de 430 m sobre el nivel del mar, según la misma referencia topográfica.

Su acceso es fácil al encontrarse el manantial dentro de la ciudad, en la calle Baños de San Juan, a la que le da nombre.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Según la bibliografía consultada, los primeros datos del manantial denominado Baños de San Juan, son de 1887 y corresponde a la Hidrogeología Médica de Enrique Doz Gómez y Arturo Builla. Posteriormente aparece en la Relación por provincias de las aguas Minero-Medicinales de España, en el que se cita textualmente: "... Brota en el Jurásico un riquísimo manantial de aguas sulfurosas de las que se desconocen más

datos". Siendo ésta la única información del citado manantial.

También aparece en el informe del I.G.M.E. de 1947 (Mapa de España con los puntos de aguas Minero-Medicinales).

Los últimos datos de los que se tiene noticias del citado manantial es del "Inventario Nacional de Puntos de Aguas Minero-Medicinales y de Bebida Envasada, de la Comunidad Autónoma de Andalucía", en el que se cita el manantial de Cabra con aguas de características químicas sulfhídricas y de uso tópico.

En toda la bibliografía consultada no existe ningún tipo de análisis ni tampoco indicaciones para las que eran usadas sus aguas, los únicos datos obtenidos han sido el carácter sulfhídrico de las aguas y su uso tópico.

Tradicionalmente se han usado las aguas de este manantial como remedio para enfermedades de la piel, siendo también buena para problemas estomacales y para la piedra de riñón. Este uso medicinal se ha ido perdiendo con el tiempo y hasta hace un par de años el manantial ha sido usado como piscina municipal. Actualmente aunque conserva las instalaciones, ya no se usa como piscina pública, siendo su uso únicamente agrícola. Según información del dueño del manantial existe un proyecto de la creación de una sociedad con el fin de explotar adecuadamente las aguas del manantial.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Los Baños de San Juan se encuentran situados en una zona que se encuadra dentro de las Cordilleras Béticas, si consideramos a la Depresión del Guadalquivir dentro de ella,

aunque se encuentre fuera del ámbito estricto de las Béticas, ya que tiene unas características y génesis ligadas a éstas, de las que constituye una antefosa.

Tradicionalmente se han dividido a las Cordilleras Béticas en una serie de zonas a las que hay que añadir una serie de complejos y grandes unidades. Esquemáticamente son los siguientes:

- Zonas Internas
  
- Zonas Externas, que se dividen en:
  - . Cobertera Tabular
  - . Zona Prebética
  - . Dominio Intermedio
  - . Zona Subbética
  
- Neógeno-Cuaternario
  - . Depresión del Guadalquivir

Dentro de la zona Subbética, hay que añadir tres dominios paleogeográficos diferentes, S. Interno, S. Medio y S. Externo.

El área de estudio comprende una zona de contacto entre el Subbético Externo y los materiales Neógenos de la Depresión del Guadalquivir.

Los materiales Subbéticos se encuentran al Norte de la zona de estudio y están formados por una serie dolomítico-caliza perteneciente al Jurásico y que estructuralmente están constituídos por un conjunto de escamas que han utilizado la

plasticidad de los materiales triásicos de su base como superficies de deslizamiento.

Al Sur y al Oeste de estos afloramientos calcáreos aparecen los materiales Miocenos de la Depresión del Guadalquivir, sobre los que se encuentran los Baños de San Juan, que consisten en unas arenas de grano fino hasta grueso con intercalaciones lutíticas y unos conglomerados casi sin cementar.

Tanto los materiales Subbéticos como los de la Depresión del Guadalquivir, se encuentran sobre las facies del Trías Keuper, en los que según bibliografía se distinguen tres tipos diferentes, uno Prebético autóctono, otro Subbético alóctono y por último un Trías diapírico.

Para terminar hemos de mencionar los aluviones cuaternarios recientes pertenecientes al río de Cabra y que se encuentran en los márgenes del mismo.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS BAÑOS

El manantial se encuentra situado en una zona de pluviosidad media, y en la que geomorfológicamente se distinguen dos zonas distintas, por un lado los materiales calizos que dan un relieve abrupto y que están rodeados por los materiales neógenos de la Depresión del Guadalquivir con relieves suaves al igual que los materiales Triásicos.

El manantial se encuentra sobre los materiales detríticos pertenecientes a la depresión del Guadalquivir, altamente permeables, situados al borde de los materiales carbonatados de la Sierra de Cabra y rodeados de las arcillas impermeables triásicas, por lo que se puede considerar como un

solo acuífero. Este acuífero ha sido denominado en bibliografía Cabra-Alcaide, tiene una superficie de 105 km<sup>2</sup>, de los cuales la mayoría son materiales carbonatados situándose las zonas detríticas en los bordes.

La alimentación del acuífero es prácticamente en su totalidad debida al agua de lluvia, con una importante infiltración ya que los materiales detríticos son altamente permeables y los carbonatados presentan permeabilidad por karsificación.

La descarga del acuífero se produce por un gran número de manantiales, debido a la estructura en escamas del Subbético, a los contactos con los materiales menos permeables y a la fracturación de la zona. Estos manantiales incluido el de Baños de San Juan presentan variaciones estacionales de caudal, los desagües suelen ser rápidos, lo que nos indica la rápida circulación del agua dentro del acuífero.

El balance hídrico del acuífero Cabra-Alcaide según informe del I.G.M.E. y basándose en datos de seis años (1982-1987), es el siguiente: unas entradas de 40,50 hm<sup>3</sup>/año y unas salidas por manantiales de 40,30 hm<sup>3</sup>/año y por bombeo 0,20 hm<sup>3</sup>/año. No tiene salidas subterráneas importantes.

El manantial de Baños de San Juan con un caudal superior a 2,5 litros por segundo medidos el 20-11-1990 vierte sus aguas al río Cabra tributario del Genil perteneciente a la cuenca del Guadalquivir.

#### 4.- CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS

En el apartado 1.2 se hace referencia al presunto carácter sulfhídrico del manantial, al que se atribuyen algunas

de sus propiedades terapéuticas. En tal sentido es preciso señalar que durante la visita realizada con ocasión del muestreo no se apreció el característico olor a  $H_2S$ , detectable por vía organolopéptica aún a muy bajas concentraciones; por otra parte, aunque el citado parámetro no se ha determinado específicamente, las condiciones rédox (+129 mV) y el pH (7,56) no son compatibles con la presencia de  $H_2S$ .

El agua es de naturaleza sulfatada-bicarbonatada cálcica, con una conductividad moderada (774  $\mu S/cm$ ). Los diagramas de saturación de la figura 1 indican que se encuentra equilibrada respecto a calcita, ligeramente sobresaturada en dolomita y subsaturada respecto a minerales de origen evaporítico. Estas características apuntan pues a un acuífero carbonatado, tal como se indica en el estudio hidrogeológico.

El contenido en nitratos de la muestra es de 54 mg/l. Este valor supera la concentración máxima admisible fijada por la Reglamentación Técnico-Sanitaria para un agua potable, por lo que debe calificarse como no apta para el consumo. A efectos de diseñar un perímetro de protección sería importante determinar si tal presencia responde a un proceso de contaminación que afecta de forma generalizada al acuífero, o bien se limita a un problema local.

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

El manantial se encuentra situado sobre unas arenas miocenas, pertenecientes a la depresión del Guadalquivir, en continuidad con unos afloramientos carbonatados jurásicos.

El acuífero está constituido por las arenas y los carbonatos, entre los que existe una importante circulación de agua. El acuífero se denomina Cabra-Alcaide y tiene una su-

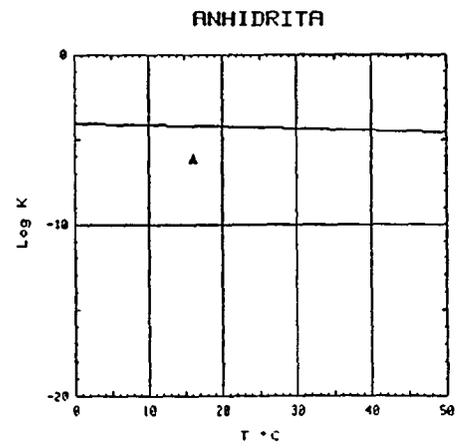
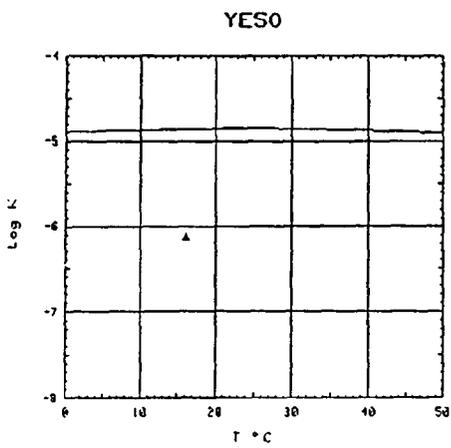
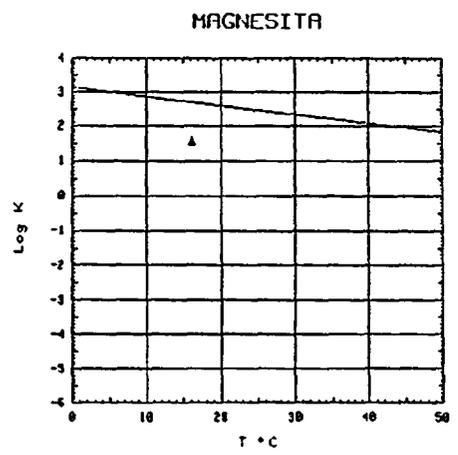
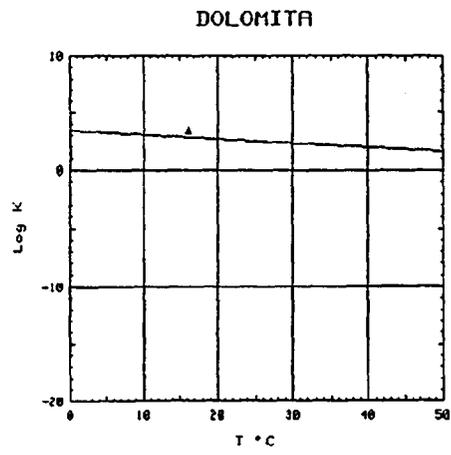
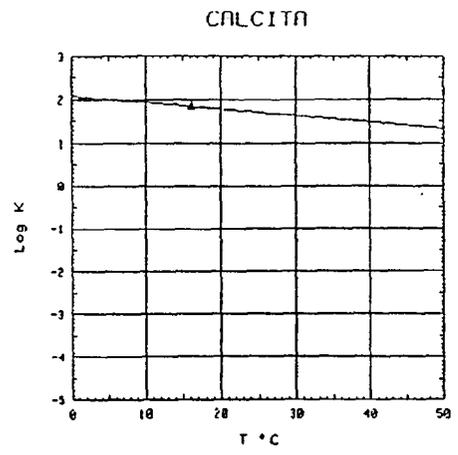
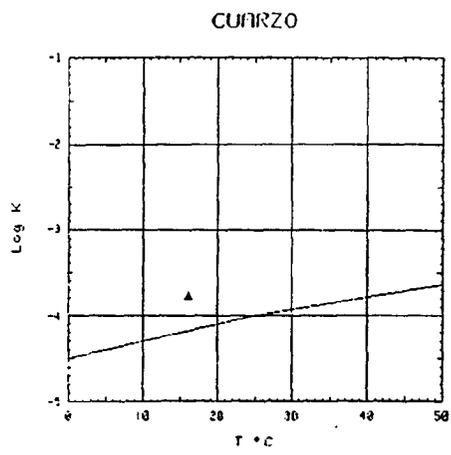


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL BAÑOS DE SAN JUAN

**ANÁLISIS QUÍMICO**

DENOMINACION: BAÑOS DE SAN JUAN  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 16.1      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 774  
 pH a 16°C: 7.56      DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 230  
 pH a 18°C: 8.10      Eh campo (mV): 129

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
HCO3-	73.00	1.196	1.196	22.86
CO3=	-	-	-	-
SO4=	102.00	1.062	2.124	40.57
Cl-	36.00	1.016	1.016	19.40
F-	<5.0E-1	.026	.026	.50
NO3-	54.00	.871	.871	16.64
SiO2(H4SiO4)	11.5	.191	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
F2O5	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL....	277.060	4.363	5.235	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
Na+	15.00	.653	.653	11.87
K+	8.00	.205	.205	3.72
Ca++	62.00	1.547	3.094	56.27
Mg++	18.00	.740	1.481	26.93
Fe++	.010	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.13
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.01
NH4+	.010	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	0.038	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.03
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL....	103.713	3.173	5.499	

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

CLASIFICACION: SULFATADA BICARBONATADA -- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.387	Cl/Na =	1.556	(SO4*Ca)^1/2 =	2.563
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.262	Cl/(Na+K) =	1.185	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.795
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	1.642	SO4/Ca =	.686	Mg/Ca =	.479
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.726	SO4/(Ca+Mg) =	.464	Cl/CO3H =	.849

ARCHIVO EN DISCO: MMCO2 (AMA4-02)

	ppm
R.S. 110°C	482
D.Q.O.	1,1
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	0,001
Hg	-

perficie de 105 km<sup>2</sup>, siendo fundamentalmente carbonatado, limitándose a los bordes las formaciones detríticas. La zona estudiada corresponde con la parte más occidental del acuífero, y está limitado por las arcillas triásicas impermeables.

El manantial se encuentra situado en el borde del acuífero, muy próximo a unas arcillas triásicas, y se encuentra relacionado con los manantiales que situados en este borde, drenan el acuífero.

Para la realización del área de protección se ha tenido en cuenta, los límites con los materiales impermeables y las características geomorfológicas de la zona, en la que los relieves coinciden con los materiales carbonatados y las depresiones con las arcillas impermeables, alargándose el área por el río Cabra, pues éste pasa muy cerca del manantial. El área propuesta tiene una superficie de unos 7 km<sup>2</sup> y engloba las arenas miocenas y los afloramientos carbonatados directamente relacionados con el manantial.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

DOZ Y BULLA (1987) - Hidrogeología Médica

I.G.M.E. (1913) - Relación por provincias de las aguas Minero-medicinales de España.

I.G.M.E. (1947) - Mapa de España con los puntos de aguas Minero-medicinales.

I.G.M.E. (1986) - Informe sobre las aguas Minero-medicinales, Minero-Industriales y de Bebida Envasada existentes en España.

I.G.M.E. (1989) - Contribución al conocimiento hidrogeológico

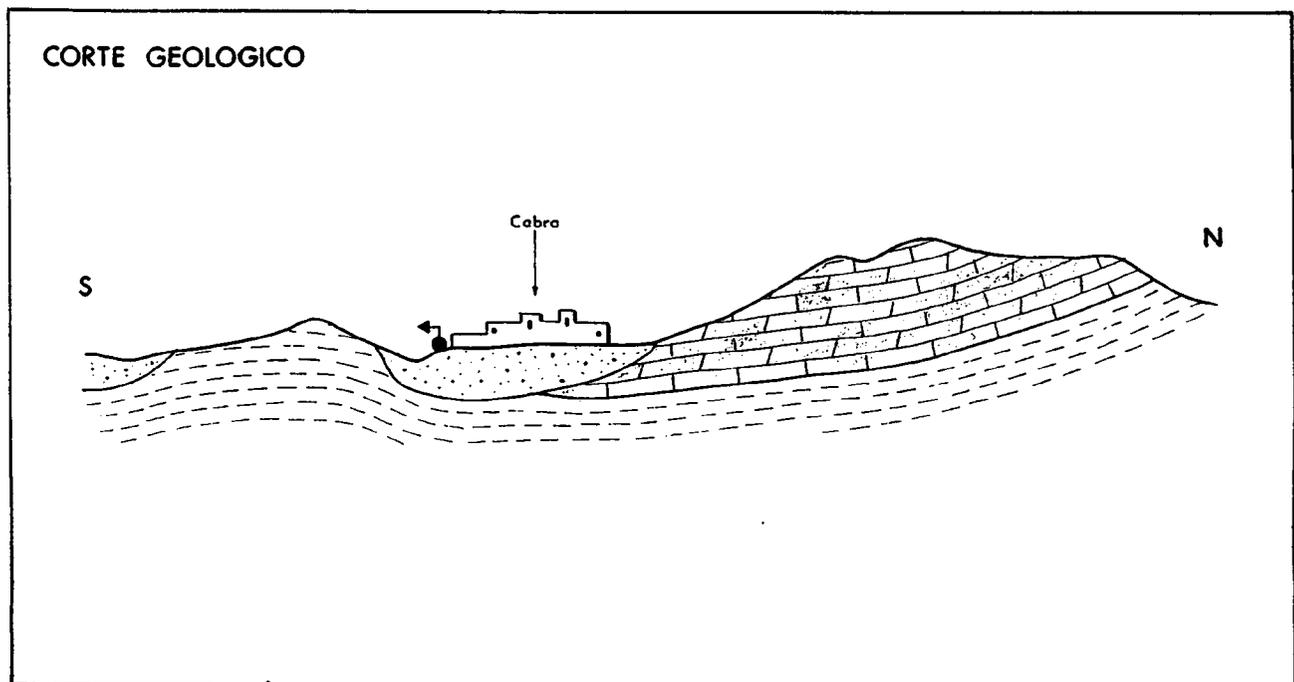
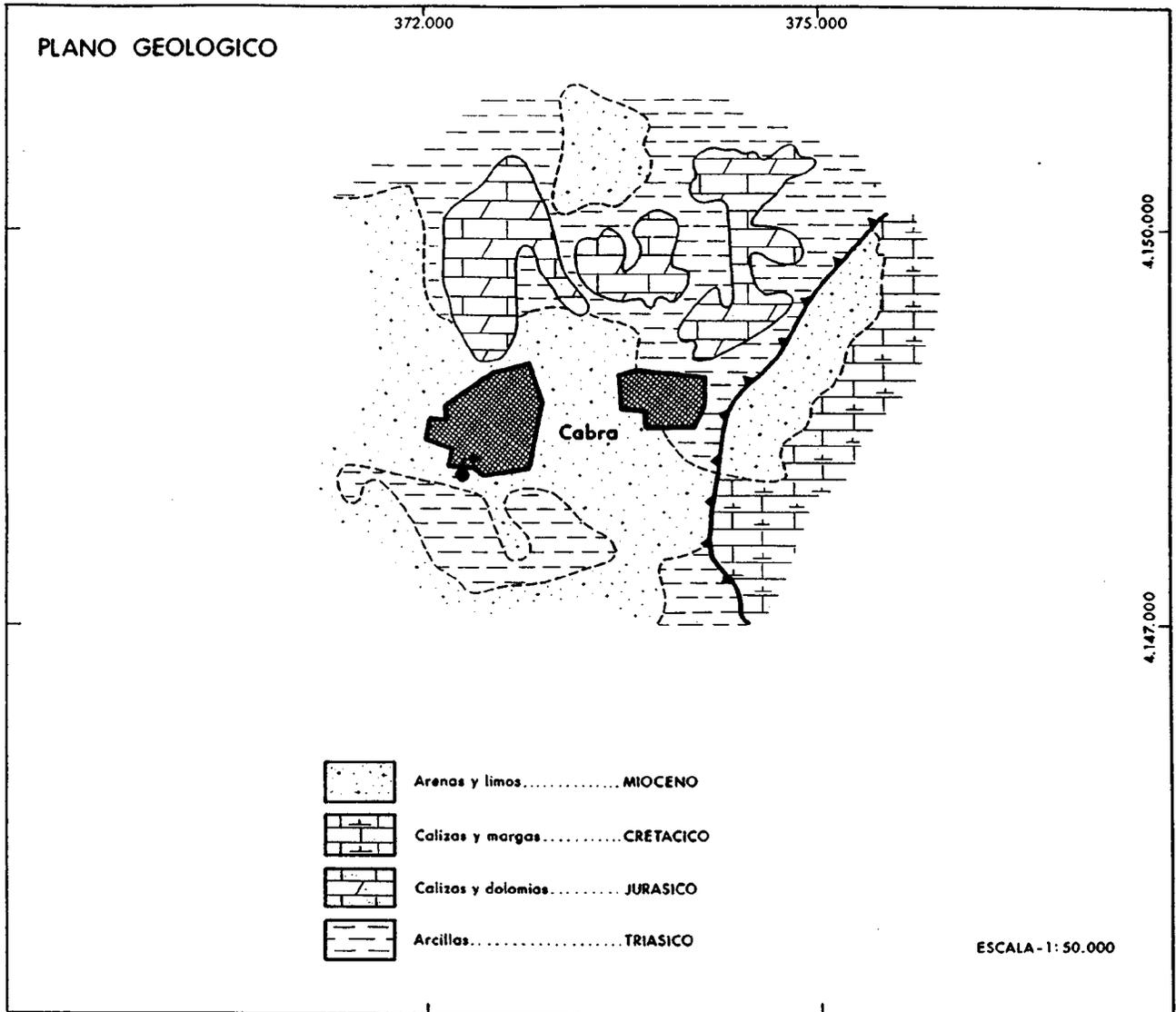
de las unidades carbonatadas Subbéticas del sector meridional de la provincia de Córdoba, Sierra de Rute-Horconera, Baena y Cabra-Alcaide.

JUNTA DE ANDALUCIA (1986) - Libro Blanco de la Minería Andaluza.

MOLINA CAMARA, J.M. (1986) - El Subbético Externo al Sur de Córdoba. Tesis Doctoral.

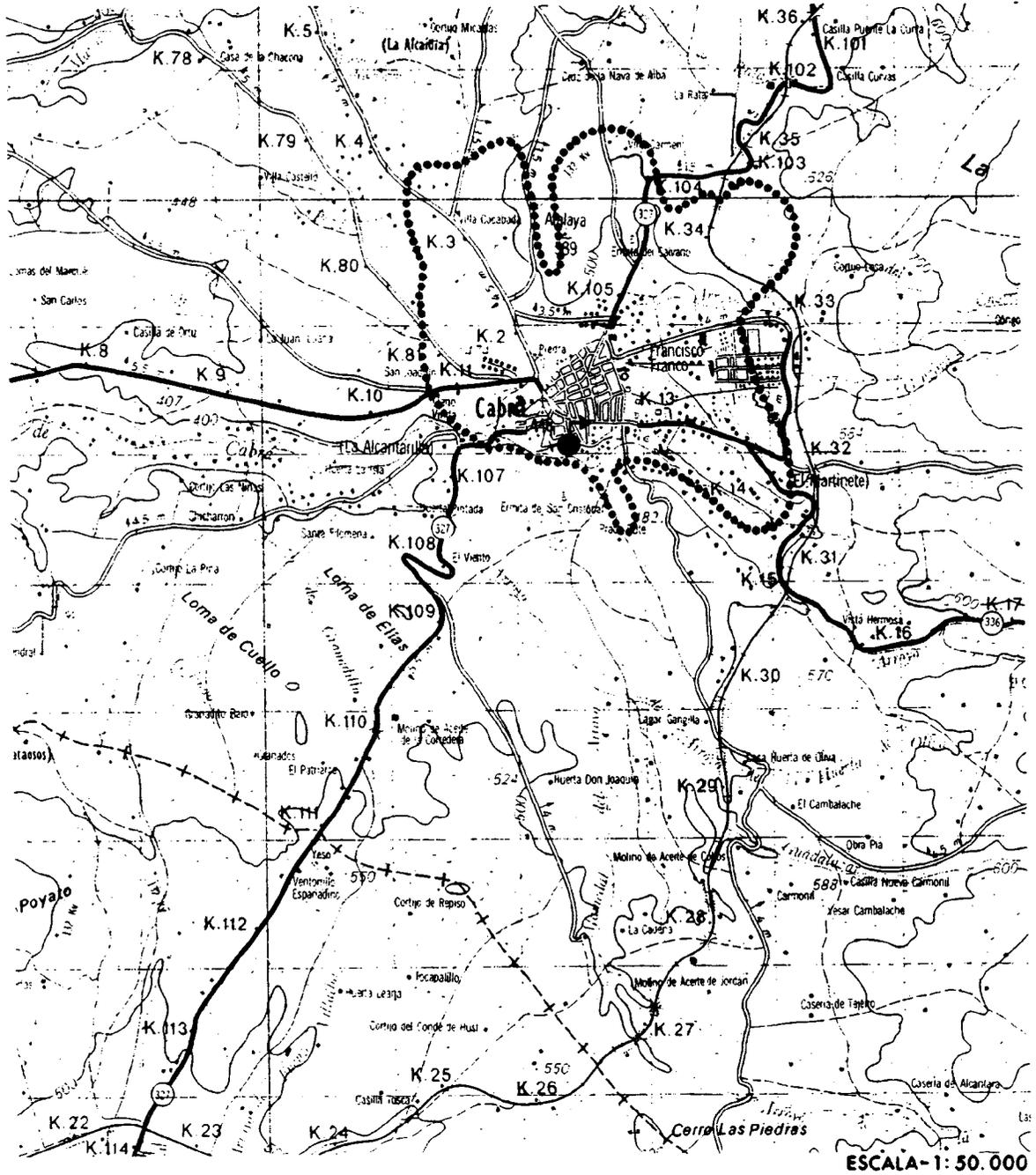
SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1981) - Hoja de Lucena (17-40) E 1:50.000.

# BAÑOS DE SAN JUAN (CABRA)



# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## BAÑOS DE SAN JUAN



BALNEARIO DE FUENTE AGRIA (VILLAHARTA)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- SITUACION GEOGRAFICA

El Balneario de Fuente Agria está compuesto por tres manantiales principales (Fuente Agria, San Elías y Malos Pasos) y por otros dos menos importantes (La Lastrilla y El Cordel). Se encuentran situados al Norte de la provincia de Córdoba, cuatro de ellos en el término municipal de Villaharta y el denominado La Lastrilla en el de Espiel.

Las coordenadas U.T.M. y las alturas sobre el nivel del mar, según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 VILLAVICIOSA DE CORDOBA (17-40) del Servicio Geográfico del Ejército son las siguientes:

	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>Cota</u>
Fuente Agria	334.000	4.221.350	510
San Elías	333.950	4.221.700	510
Malos Pasos	334.450	4.221.400	510
El Cordel	334.400	4.220.600	540
La Lastrilla	336.600	4.220.900	540

Su acceso se realiza por la carretera nacional 432 de Córdoba a Badajoz. Debe tomarse en el km 235 un carril que sale hacia el Este de la carretera y que conduce a los manantiales de Fuente Agria, San Elías, Malos Pasos y el Cordel.

En la misma carretera y en el km 235,5, el carril que sale hacia el Sur conduce al manantial de La Lastrilla.

#### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Los primeros conocimientos sobre estos manantiales según la bibliografía consultada, data del 1870 en "La Hidrología Médica" de Marcial Taboada, que cita a Fuente Agria como manantial Minero-medicinal importante aunque no declarado de utilidad pública (es posible que dentro de esta denominación se incluyera también la fuente de San Elías e incluso la de Malos Pasos).

Los primeros análisis obtenidos provienen de "La Reseña de los principales balnearios de España" por los médicos de balnearios de baños y data de 1903, en el que además de análisis nos da información de características físicas, indicaciones y estadísticas del año 1902. Estos datos son los siguientes:

##### Fuente Agria

Acido carbónico .....	1,0510
"    sulfúrico .....	0,0014
Cloro .....	0,0114
Bicarbonato sódico .....	0,0440
"    cálcico .....	0,0808
"    magnésico .....	indeterminado
Sexquióxido férrico .....	0,0630
Amoniaco .....	indicios
Potasa .....	"
Materia orgánica .....	"

### San Elías

Acido carbónico .....	0,23
Bicarbonato sódico .....	0,226
"    potásico .....	0,014
"    cálcico .....	0,087
"    magnésico .....	0,299
Oxido férrico .....	0,008
Cloruro sódico .....	0,063
Sílice .....	0,050
Alúmina .....	0,034
Cloro .....	0,038
Acido sulfúrico .....	0,057

Las indicaciones para estos manantiales son los siguientes:

Para Fuente Agria "clorosis, anemia, hemorragias pasivas, neuralgias, metrorragias, dismenorrea, hidropesía, infartos viscerales, desarreglos menstruales, cálculos de riñón, dispepsias gástricas, digestiones penosas (diarreas), diabetes varias, espermatorreas, debilidad de los órganos genitales, linfatismo y escrofalismo".

Para San Elías "dispepsias", gastralgias, desarreglos menstruales, diatesis úrica, matriz, gota, cálculos hepáticos y de vejiga (cólicos nefríticos) y diabetes sacárica.

Las estadísticas a que se refiere este artículo no especifican el manantial en concreto, pero posiblemente se refiera al conjunto de fuentes que componen el balneario.

En lo referente a las instalaciones, el balneario contaba con cinco baños particulares, casa para la calefacción

del agua, duchas y chorros variados para el tratamiento de varias enfermedades.

Por otro lado, el artículo nos aporta datos de la venta de agua envasada, que se servía por pedidos personales y existían botellas de un litro y de medio litro, cerradas con tapón de porcelana y corcho, siempre precintados.

Los siguientes datos bibliográficos referidos a este manantial, proceden del informe del I.G.M.E. de 1913 sobre "Aguas Minero-medicinales de España" en el que se hace referencia a los Baños de Fuente Agria de Villaharta, también llamado de Peñas Blancas, en el término municipal de Espiel y en el que incluye cuatro manantiales: Fuente de Malos Pasos, Fuente de La Lastra, Fuente del Cura y Fuente de Santa Elisa.

Existe un error en la denominación de este informe, pues existen dos balnearios distintos, uno de ellos de Fuente Agria de Villaharta y el otro de Peñas Blancas o de Santa Elisa. De los cuatro manantiales señalados, el de Malos Pasos pertenece al primero y los otros tres al segundo. La relación entre ellos y de donde puede proceder el error es que los cuatro manantiales pertenecen al mismo dueño.

A pesar de esto, este informe nos incluye el análisis de las aguas de la fuente de Malos Pasos y que es el siguiente:

Acido Carbónico libre	1 gr 732103
" " combinado	0 " 202947
" " total	1 " 935050
Bicarbonato Sódico	0.02100
" Cálcico	0.06782

"	Magnésico	0.06396
"	Ferroso	0.19129
"	Manganeso	indeterminado
Sulfato	Cálcico	0.01739
Cloruro	Sódico	0.04300
"	Potásico	0.00660
Sílice		0.01200
Alúmina		0.00450
Materia Orgánica		0.00500
	Total	<hr/> 0.43256

Con una temperatura de 20°C a una temperatura ambiental de 31°C, una densidad de 1.0004086, y Residuo seco a 120°C = 0 gr. 376.

Fuente Agria de Villaharta fue declarada de utilidad pública en la Gaceta de Madrid del 26 de Abril de 1928 (nº 117).

En el informe del I.G.M.E. de 1947 también se incluye a Fuente Agria de Villaharta como punto de agua Minero-medicinal (posiblemente bajo este nombre se incluían a los principales manantiales de esta zona).

En el estudio de Prospección Geotérmica de Andalucía Occidental se la incluye como Termal de baja temperatura y la clasifica como Bicarbonatada Cálcico-Magnésica.

También aparece en el informe del I.G.M.E. de 1986, en la que clasifica sus aguas como Bicarbonatadas-Ferruginosas e indica que su uso es tópico.

Por último cabe decir que aparece en el artículo de Balnearios y Aguas Minero-medicinales de la enciclopedia Espasa-Calpe en la que la considera como Acidúlas, con una temperatura de 15°C y que están indicadas para enfermedades de la nutrición y circulatorias.

El Balneario de Fuente Agria de Villaharta no constituye en la actualidad un balneario en uso (que si lo fue hasta 1936); en la actualidad sus aguas (Fuente Agria, San Elías) se siguen tomando con fines terapéuticos, fundamentalmente para enfermedades relacionadas con el aparato digestivo, cólicos nefríticos y anemias. De las instalaciones sólo queda un kiosco con una pileta para tomar las aguas, una pequeña pensión y unos apartamentos que se alquilan. La Fuente de Malos Pasos tiene sus instalaciones en ruinas y el agua se pierde en un pequeño arroyo, aunque siguen siendo tomadas. Las fuentes de La Lastrilla y el Cordel carecen de instalaciones y sus aguas sólo son conocidas por los habitantes del lugar.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El área de estudio se encuentra situada dentro de la zona de Ossa-Morena, posiblemente la zona más complicada del Macizo Ibérico, debido a su compartimentación en dominios (y/o unidades estructurales), que se diferencian entre sí, por su estratigrafía, petrología y tectónica y que están separados por importantes fracturas o por intrusiones ígneas.

En la actualidad existen varias divisiones que afectan a la totalidad de Ossa-Morena (en su parte española) y que difieren unas de otras, nosotros vamos a distinguir los siguientes dominios:

- Obejo-Valdesquillo-Puebla de la Reina
- Valencina de las Torres-Cerro Muriano
- Sierra de Albarrana
- Zafra-Alanis
- Olivenza-Monesterio
- Elvas-Cumbres Mayores
- Sierra de Aracena

También aparecen materiales de edad Carbonífera que se depositaron en cuencas homogéneas y que constituyen dominios aparte, los principales en esta zona son los siguientes:

- Cuenca del Valle de los Pedroches
- Cuenca del Guadiato
- Cuenca de Benajafe

De estos siete dominios en la zona estudiada aparecen dos de ellos, Obejo-Valdesquillo-Puebla de la Reina y Sierra Albarrana, y entre ellos afloran materiales Carboníferos de la Cuenca del Guadiato.

El Dominio Obejo-Valdesquillo-Puebla de la Reina, está constituido según observaciones recientes por dos unidades tectónicamente diferentes, la unidad autóctona de afinidad Centro-Ibérica y la unidad Obejo-Espiel (alóctona) constituida por materiales metamórficos en su mayor parte vulcano-sedimentarios.

Al Sur de Villaharta y al Norte de la zona estudiada afloran unas pizarras y grauvacas con algunas intercalaciones de cuarcitas feldespáticas y calizas, de una edad Paleozoica indiferenciada y que pertenecen a la unidad autóctona. Sus límites son mecánicos y en el campo estos materiales aparecen

en lechos centimétricos y varía la componente arenosa respecto de la lutítica, y a veces son ferruginosos.

Sobre la localidad de Villaharta y una estrecha banda al Sur de la unidad autóctona, afloran unos esquistos y cuarzo-esquistos pertenecientes a la unidad alóctona, que tienen unas intercalaciones de gneises que procedían, por tanto, de una secuencia detrítica con frecuentes episodios volcánicos.

Al Sur de la zona estudiada y correspondiendo a las cotas más elevadas topográficamente aparecen unos micaesquistos y cuarzoesquistos con intercalaciones de cuarcitas, que pertenecen a la unidad de Sierra Albarrana. Estos materiales procedían de un sedimento lutítico arenoso, en el que la fracción arena constituye las cuarcitas actuales. Su potencia, aunque no precisada sobrepasa los 300 m.

Entre estos dos dominios afloran los materiales Carboníferos de la Cuenca del Guadiato (sobre los que brotan los cinco manantiales pertenecientes al balneario de Fuente Agría de Villaharta), estos materiales se extienden por una banda de 1-2 km de ancho y de 15 de larga, si bien los manantiales se encuentran situados en una extensión que no supera los 3 km<sup>2</sup>, al Sureste de Villaharta.

Estos materiales están constituídos por unas areniscas y lutitas en alternancia rítmica; los niveles arenosos suelen estar intensamente bioturbados y presentan estructuras de ordenamiento interno. Entre las lutitas aparecen intercalaciones de calizas micríticas y oolíticas, que en esta zona son de muy poca importancia y no han sido diferenciadas cartográficamente. Su edad es Carbonífero inferior y tienen una potencia superior a los 900 metros.

Sus límites son siempre tectónicos, al Norte con una importante fractura que los separa del Dominio Obejo, y al Sur con una falla inversa (cabalgamiento) de los materiales metamórficos de Sierra Albarrana que oculta parte de los materiales carboníferos.

Relacionados con fracturas aparecen en la zona unos diques básicos, diabasas, de composición diorítica.

Tectónicamente estos materiales han sufrido una serie de procesos relacionados con varias etapas orogénicas (hay datos de una Precámbrica y otra Hercínica). Las fracturas responden a un comportamiento rígido durante los últimos momentos de la evolución hercínica, las direcciones más importantes son: N110-130E; N70-85E; N45-55E; N130-150E.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS BAÑOS

Los manantiales estudiados se encuentran en una zona de pluviosidad media alta, en la que el agua de lluvia es prácticamente el único aporte. Geomorfológicamente esta zona está caracterizada por un relieve fuerte aunque con contornos suavizados.

Los cinco manantiales se encuentran situados sobre unas areniscas y lutitas (pizarras) con intercalaciones calizas (éstas insignificantes) que pertenecen al Carbonífero de la cuenca del Guadiato, y que constituyen una banda de 2 kilómetros de ancha por 15 de larga y con una dirección NW-SE, siendo en su extremo Sur, donde existen gran cantidad de manantiales con estas características (próximos a estos cinco que componen el balneario de Villaharta, existen otros cuatro del Balneario de Peñas Blancas). Estos materiales carboníferos son por sí mismos poco permeables y constituyen un

acuífero malo, por eso todos los manantiales están situados sobre importantes fracturas, zonas en las que aumenta considerablemente la circulación del agua.

Según el estudio de prospección geotérmica de Andalucía Occidental, refiriéndose al manantial de Fuente Agria y que nosotros, a falta de datos, extrapolamos a los demás manantiales, existe un acuífero profundo de aguas con un termalismo de grado bajo, el cual está en comunicación por medio de estas grandes fracturas con otro más superficial, y según el grado de mezcla de aguas, varía las condiciones químicas y termales tanto de los distintos manantiales como las variaciones existentes en un mismo manantial.

Los caudales de los cinco manantiales en ningún caso llegan a los 0,2 l/seg. pero ninguno de ellos está seco. No obstante, durante los meses de verano y debido a un sondeo reciente de abastecimiento a unos chalets cercanos al balneario, disminuye notablemente el caudal de Fuente Agria y de San Elías.

Las aguas de los manantiales van a parar al arroyo de las Navas de Molero, que pertenece a la cuenca del río Guadiato, perteneciente a la del Guadalquivir.

#### 4.- CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS

De las cinco surgencias que integran el grupo se han analizado tres, concretamente Fuente Agria, San Elías y Malos Pasos. La tabla siguiente recoge sus características generales:

	SURGENCIA	pH <sub>c</sub>	T <sup>a</sup> . (°C)	Eh (mV)	Cond. (μS/cm)	NATURALEZA
A	FTE.AGRIA	5,76	13,1	-2	795	Bic. mag.
B	SAN ELIAS	6,24	8,8	+77	1.598	Sulf-bic. sód-mag.
C	MALOS PASOS	5,9	9,3	+160	496	Bic. cal- mag.

Estos resultados indican que si bien las tres muestras responden al modelo de manantial carbónico ferruginoso ácido y frío, su naturaleza, mineralización y potencial rédox no resultan coincidentes; el diagrama de Schoeller-Berkaloff (fig. 1) ilustra claramente las diferencias existentes entre sus respectivos perfiles hidroquímicos, producto de la complejidad del modelo geológico en que se inscriben los manantiales.

Como corresponde al bajo pH de las muestras, en los tres casos el agua se encuentra subsaturada en carbonatos (ver fig. 2). En lo que respecta a los contenidos en hierro y manganeso, su concentración varía en razón inversa al valor del Eh, como se observa en la tabla siguiente (las concentraciones en hierro son las determinadas en campo):

	SURGENCIA	Eh (mV)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
A	FTE.AGRIA	+173	10	0,547
B	SAN ELIAS	+103	3	0,356
C	MALOS PASOS	+87	1	0,01

El manantial San Elías es el que presenta mayores diferencias de composición respecto a los restantes, que se reflejan fundamentalmente en su mayor contenido en  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , así como en un notable empobrecimiento en calcio. También la concentración en compuestos nitrogenados ofrece discrepancias:

	SURGENCIA	$\text{NO}_3^-$ (mg/l)	$\text{NO}_2^-$ (mg/l)	$\text{NH}_4^+$ (mg/l)
A	FTE.AGRÍA	1	<0,01	<0,01
B	SAN ELIAS	1	0,1	0,02
C	MALOS PASOS	1	<0,01	<0,01

El contenido en  $\text{NO}_2^-$  de la muestra en cuestión coincide con la concentración máxima admisible fijada por la Reglamentación Técnico-Sanitaria para un agua potable de consumo público.

En el manantial Fuente Agría se recogió una muestra de gas, cuyo análisis indica que el  $\text{CO}_2$  es el componente predominante (99,2%V), como cabía esperar de acuerdo con las características hidroquímicas observadas. Entre los restantes gases analizados únicamente el  $\text{O}_2$  y el  $\text{N}_2$  superan los respectivos límites de detección, con 0,03 y 0,05 %V respectivamente.

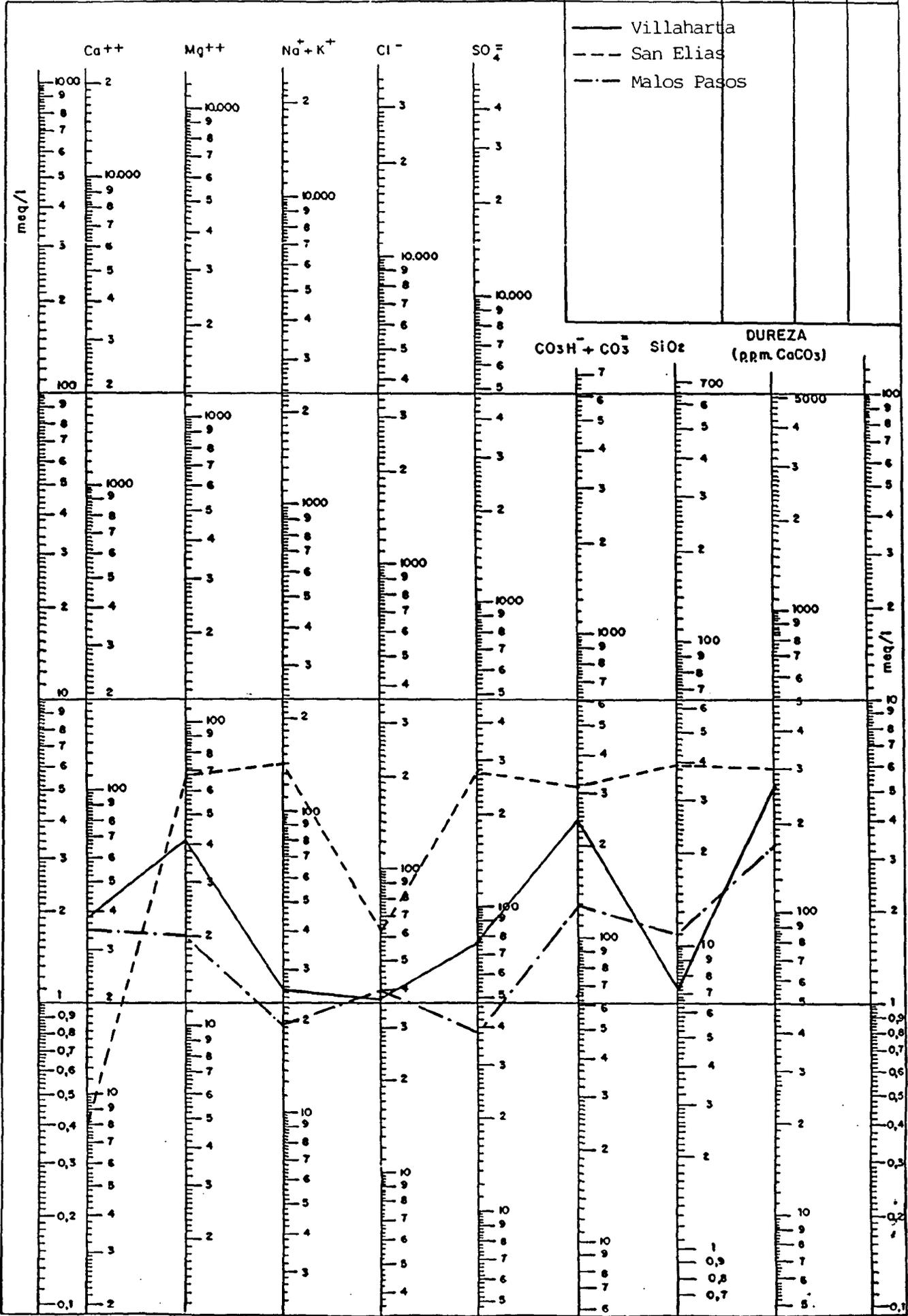
##### 5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

Los manantiales se encuentran situados sobre las areniscas y lutitas que constituyen la cuenca carbonífera del Guadiato, estos materiales están fracturados y en dichas fracturas suelen existir intrusiones en diabasas.

FIG. . - BALNEARIO DE FUENTE AGRIA (VILLAHARTA)

LEYENDA

MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
— Villaharta			
- - - San Elias			
- · - · Malos Pasos			



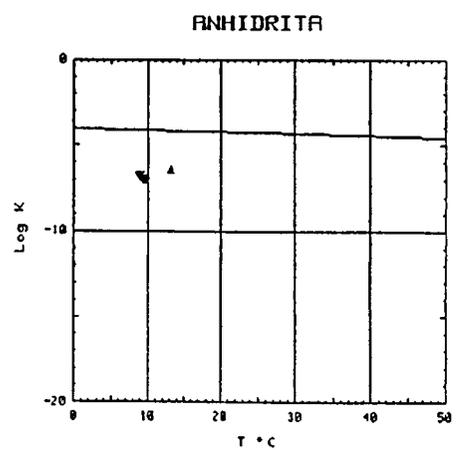
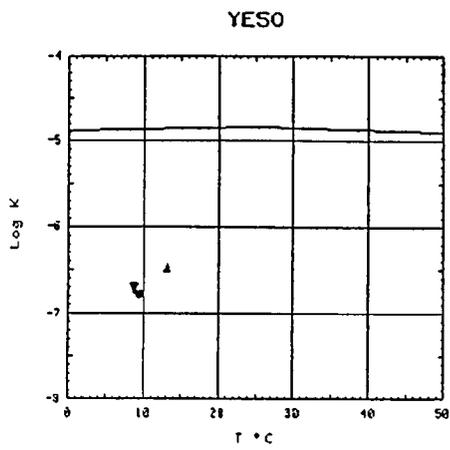
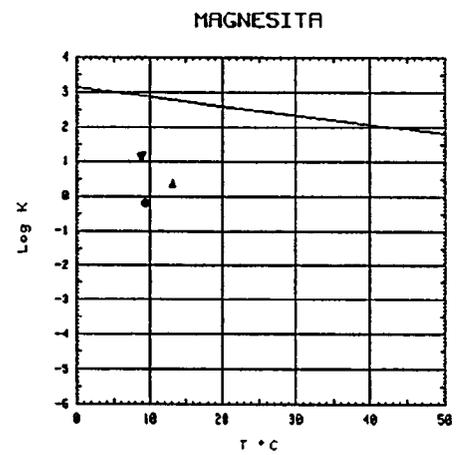
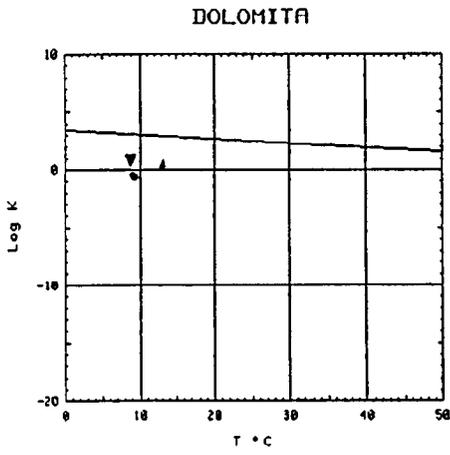
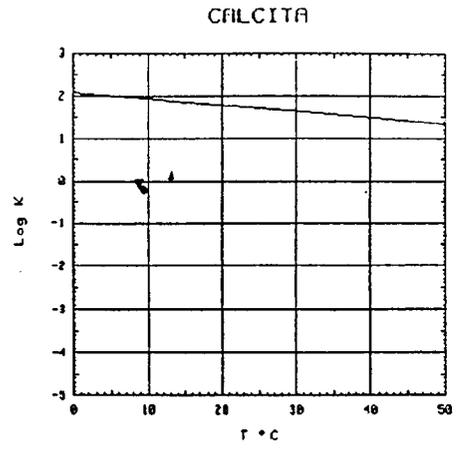
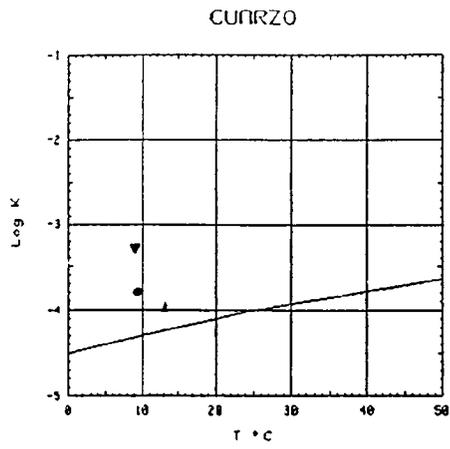


FIG. -- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE FUENTE AGRIA DE VILLAHARTA (▲),  
SAN ELIAS (▼) Y MALOS PASOS (●).

ANÁLISIS QUÍMICO

---

DE NOMENCLATURA: FUENTE AGRIA DE VILLAHARTA  
FECHA: ;

---

TEMPERATURA (°C):	13.1	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	795
pH a 13°C:	5.76	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	266
pH a 18°C:	8.10	Eh campo (mV):	-2

---

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	243.00	3.983	3.983	59.86
CO3=	-	-	-	-
SO4=	76.00	.791	1.582	23.78
Cl-	37.00	1.044	1.044	15.69
F-	<5.0E-1	.026	.026	.40
NO3-	1.00	.016	.016	.24
SiO2(H4SiO4)	7.3	.121	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	364.860	5.982	6.653	-

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	21.00	.914	.914	14.30
K+	4.00	.102	.102	1.60
Ca++	38.00	.948	1.896	29.67
Mg++	41.00	1.686	3.373	52.78
Fe++	.050	.001	.002	.03
Li+	.17	.024	.024	.38
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.87
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.547	.010	.020	.31
Pb	0.035	0.000	-	-
Zn++	.050	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	105.412	3.706	6.390	-

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA --- MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	2.100	Cl/Na =	1.143	(SO4*Ca)^1/2 =	1.732
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.756	Cl/(Na+K) =	1.028	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.902
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	3.110	SO4/Ca =	.834	Mg/Ca =	1.779
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.056	SO4/(Ca+Mg) =	.300	Cl/CO3H =	.262

ARCHIVO EN DISCO: MNC06 (AMA4-06)

	ppm
R.S. 110°C	574
D.Q.O.	0,8
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: FUENTE DE SAN ELIAS  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 8.8                      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 1598  
 pH a 8°C: 6.24                              DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 299  
 pH a 18°C: 8.00                              Eh campo (mV): 77

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	307.00	5.032	5.032	40.09
CO3=	-	-	-	-
SO4=	274.00	2.352	5.705	45.45
Cl-	63.00	1.777	1.777	14.16
F-	<5.0E-1	.026	.026	.21
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.06
SiO2 (H4SiO4)	38.8	.646	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	.100	.002	.002	.02
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	683.950	10.344	12.552	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	133.00	5.786	5.786	48.32
K+	7.00	.179	.179	1.50
Ca++	8.00	.200	.399	3.33
Mg++	67.00	2.756	5.511	46.03
Fe++	.010	0.000	0.000	0.00
Li+	.14	.020	.020	.17
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.46
NH4+	.020	.001	.001	.01
Mn++	.356	.006	.013	.11
Pb	.124	.001	-	-
Zn++	.180	.003	.006	.05
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	216.380	8.970	11.972	

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

CLASIFICACION: SULFATADA BICARBONATADA -- SODICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca = 12.605      Cl/Na = .307      (SO4\*Ca)^1/2 = 1.509  
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .851      Cl/(Na+K) = .298      (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.176  
 ((CO3H)^2\*Ca)^1/3 = 2.162      SO4/Ca = 14.290      Mg/Ca = 13.806  
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.816      SO4/(Ca+Mg) = .965      Cl/CO3H = .353

ARCHIVO EN DISCO: MM007 (AMA4-07)

	ppm
R.S. 110°C	920
D.Q.O.	1,1
CN-	-
Cd	0,004
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

ANÁLISIS DE AGUAS

IDENTIFICACION: MALOS PASOS  
FECHA:

TEMPERATURA (°C): 9.3 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 496  
pH a 9.°C: 5.90 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 168  
pH a 18°C: 8.00 Eh campo (mV): 160

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	127.00	2.082	2.082	51.56
CO3=	-	-	-	-
SO4=	38.00	.396	.791	19.60
Cl-	40.00	1.128	1.128	27.95
F-	<5.0E-1	.026	.026	.65
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.20
SiO2(H4SiO4)	10.7	.178	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.04
TOTAL....	216.760	3.819	4.037	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	18.00	.783	.783	18.56
K+	1.00	.026	.026	.61
Ca++	34.00	.848	1.697	40.21
Mg++	20.00	.823	1.645	38.99
Fe++	.020	0.000	.001	.02
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.17
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.32
NH4+	.010	.001	.001	.01
Mn++	.010	0.000	0.000	.01
Pb	.064	0.000	-	-
Zn++	.090	.001	.003	.07
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.04
TOTAL....	73.791	2.509	4.219	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.227	Cl/Na =	1.441	(SO4*Ca)^1/2 =	1.159
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.623	Cl/(Na+K) =	1.396	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.766
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	1.944	SO4/Ca =	.466	Mg/Ca =	.970
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.860	SO4/(Ca+Mg) =	.237	Cl/CO3H =	.542

ARCHIVO EN DISCO: MMCO8 (AMA4-08)

	ppm
R.S. 110°C	330
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: AMA4-6

	<u>%V</u>
He	<0,001
H <sub>2</sub>	<0,001
O <sub>2</sub>	0,03
N <sub>2</sub>	0,05
CH <sub>4</sub>	<0,001
CO <sub>2</sub>	99,2

MUESTRA: BALNEARIO FUENTE AGRIA (VILLAHARTA)

El acuífero lo constituyen estas areniscas que están limitadas al Norte, por una banda de esquistos precámbricos y separados de ellos por una importante fractura; al Sur por otros esquistos de edad paleozoica que constituyen la base de las areniscas. Las areniscas que forman el acuífero, no son muy permeables, aunque su permeabilidad es superior a la de los esquistos que la rodean, favorecida por las fracturas que existen en ellas.

Los cinco manantiales que forman este estudio están situados en una zona de aproximadamente un km<sup>2</sup> y muy probablemente tengan una estrecha relación.

El área propuesta para su protección tiene una superficie inferior a los 4 km<sup>2</sup>, está limitada al Norte y al Sur por esquistos precámbricos y paleozoicos. Al Este y al Oeste la limitación es geomorfológica y viene marcada por la topografía, sirviendo de límite las cumbres y alargándose el área por los pequeños arroyos que la atraviesan.

Al igual que en el grupo de Peñas Blancas, en este caso el límite Oeste no está bien definido por las posibilidades de conexión que existen entre ambos grupos de manantiales.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

DOZ Y BUILLA (1887) - Hidrología Médica

ESPASA-CALPE - Artículo sobre aguas Minero-medicinales.

I.G.M.E. (1913) - Relación por provincias de las aguas Minero-medicinales de España.

I.G.M.E. (1947) - Mapa de España con los puntos de aguas Minero-medicinales.

I.G.M.E. (1983) - Prospección Geotérmica de Andalucía Occidental.

I.G.M.E. (1985) - "Hoja Geológica" Villaviciosa de Córdoba (15-36) E. 1:50.000. Plan Magna. Mapa y memoria.

I.G.M.E. (1986) - Informe sobre las aguas Minero-medicinales, Minero-industriales y de Bebida envasada en España.

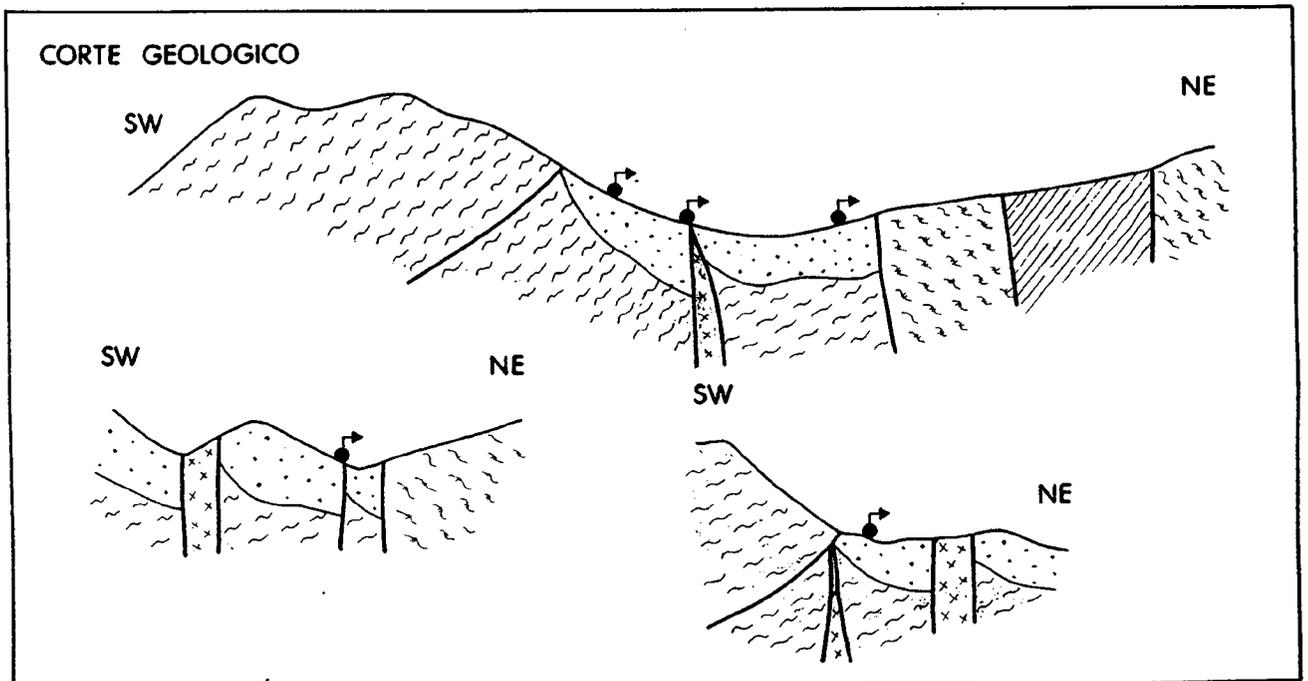
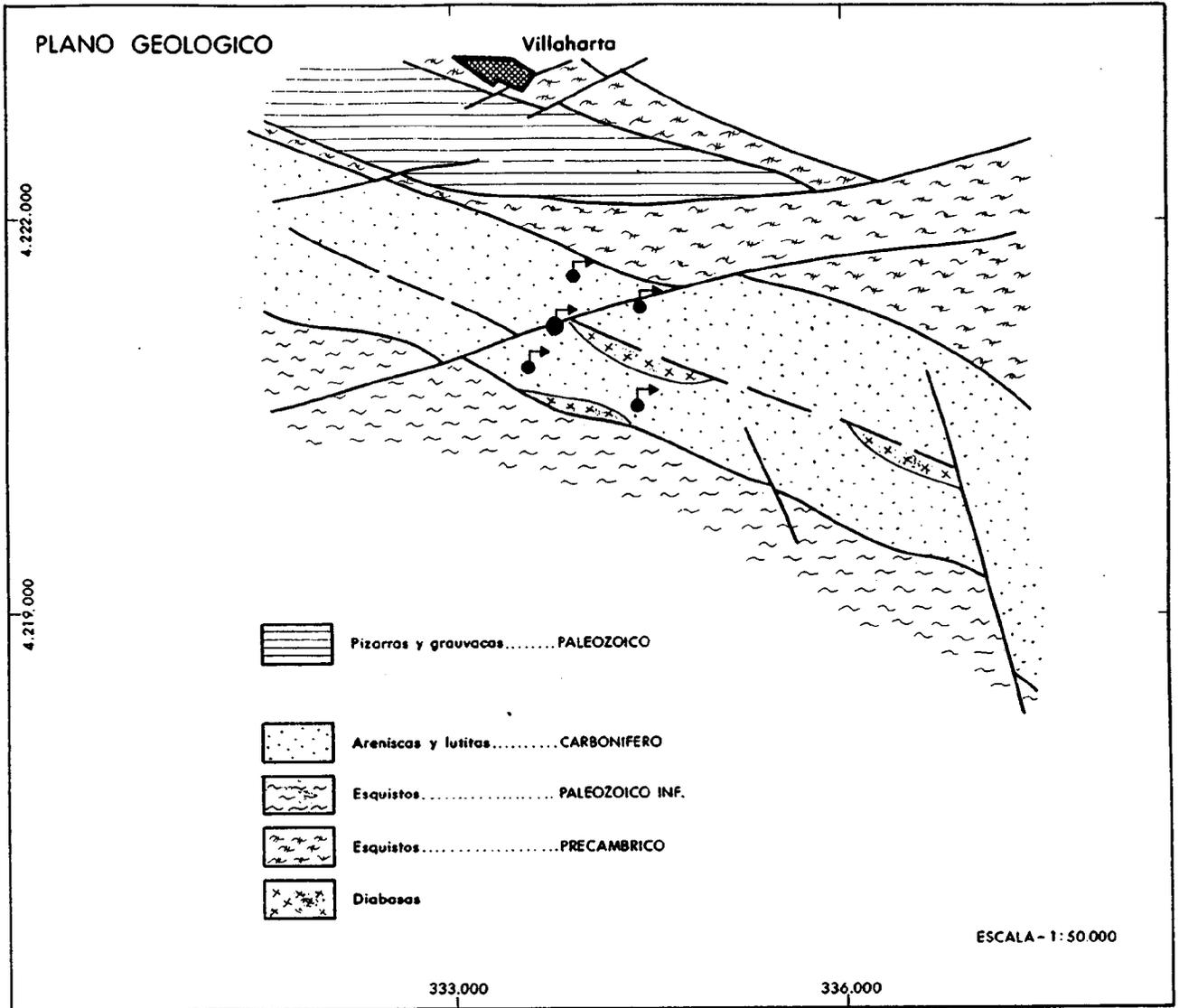
JUNTA DE ANDALUCIA (1986) - Libro Blanco de la Minería Andaluza.

MEDICOS DE BALNEARIOS DE BAÑOS (1903) - Villaharta

MINISTERIO DE SANIDAD (1928) - Caceta de Madrid nº 117

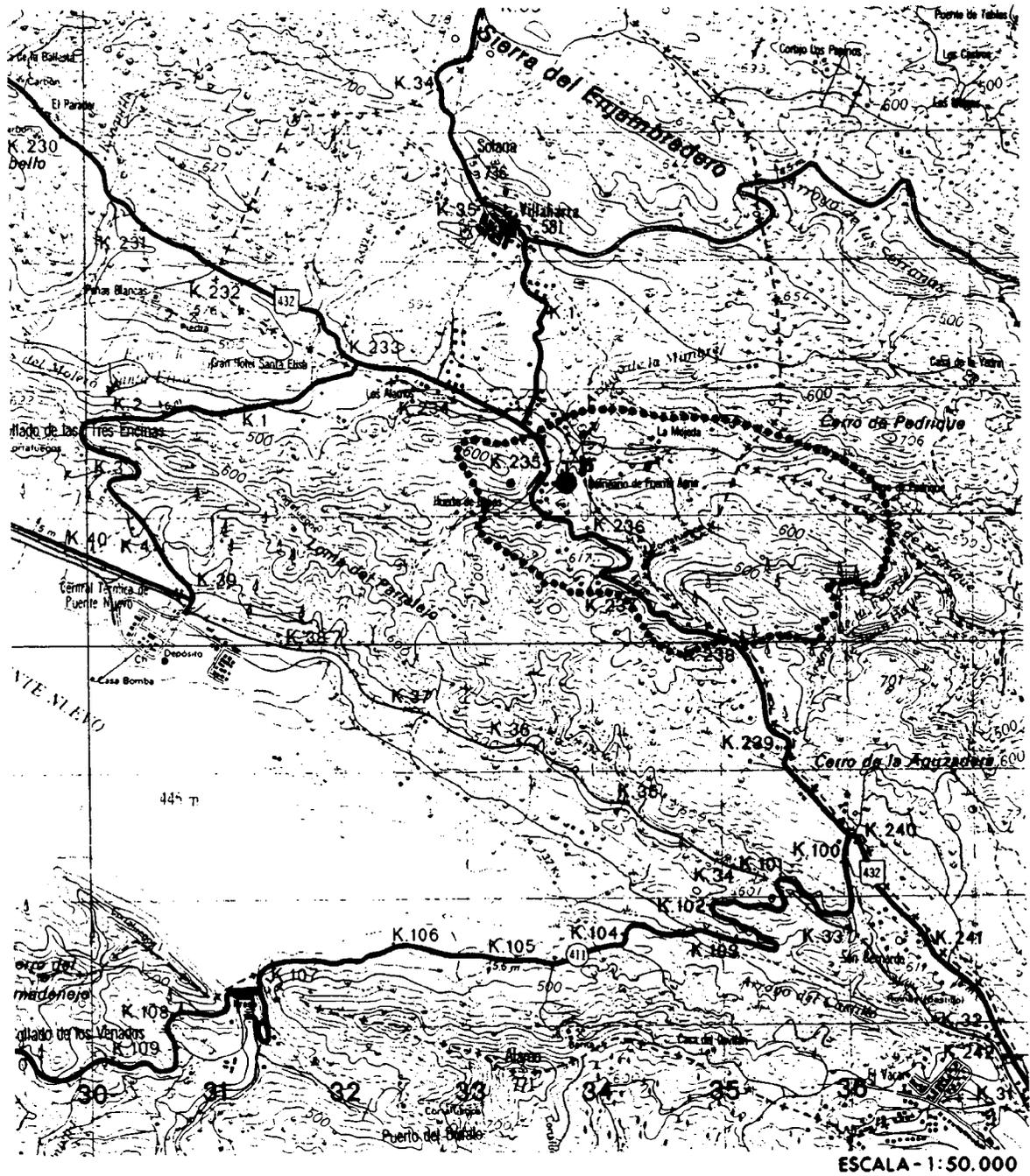
SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1988) - Hoja Villaviciosa de Córdoba (15-36) E. 1:50.000.

# BALNEARIO DE FUENTE AGRIA (VILLAHARTA)



# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## BALNEARIO FUENTE AGRIA



BALNEARIO DE PEÑAS BLANCAS (SANTA ELISA) - ESPIEL

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- SITUACION GEOGRAFICA

El Balneario de Peñas Blancas, también llamado de Santa Elisa, está constituido por cuatro manantiales: Fuente de Santa Elisa, La Lastra, Fuente del Cura y San Rafael. Se encuentra situado al Norte de la provincia de Córdoba, estando todos los manantiales en el término municipal de Espiel.

Las coordenadas U.T.M. y las alturas sobre el nivel del mar, según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 VILLAVICIOSA DE CORDOBA (17-40) del Servicio Geográfico del Ejército, son las siguientes:

	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>Cota</u>
F. Santa Elisa	330.150	4.222.000	480
F. La Lastra	332.050	4.221.650	490
F. del Cura	331.050	4.221.900	500
F. San Rafael	331.750	4.221.750	470

Su acceso se realiza por la carretera nacional 342 de Córdoba a Badajoz, tomando en el kilómetro 233 la carretera local hacia Puente Nuevo, y a 300 m de la carretera se encuentran las ruinas del Gran Hotel Peñas Blancas. Desde este edificio sale un camino hacia el Oeste que conduce a la Fuente de Santa Elisa; enfrente del hotel y al otro lado de la

carretera se encuentran las ruinas del kiosco de la Fuente de San Rafael, y de aquí sale un camino hacia el Este que conduce al manantial de La Lastra. En el kilómetro 1,200 de esta carretera local y a la izquierda de la misma, se encuentran las ruinas del kiosco de la Fuente del Cura.

#### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El primer informe sobre este balneario del que se tiene conocimiento según la bibliografía consultada es "La relación por provincias de aguas Minero-medicinales de España" del I.G.M.E. de 1913. En el que textualmente se cita "Fuente Agría de Villaharta (Baños de). Este balneario también denominado de Peñas Blancas, ...", Como vemos existe una confusión entre el balneario de Peñas Blancas y el de Fuente Agría de Villaharta, en él se incluyen cuatro manantiales: F. de Santa Elisa, F. de La Lastra, F. del Cura y F. Malos Pasos. Solamente los tres primeros pertenecen a Peñas Blancas y el último a Fuente Agría de Villaharta.

En el citado informe se tienen análisis de estos tres manantiales. Son los siguientes:

#### FUENTE DE SANTA ELISA

A. Carbónico libre	1,56998
" " combinado	1,87950
" " total	3,44948
 Bicarbonato Sódico	 1,2509
" Cálculo	1,15093
" Magnésico	0,49645
" Ferroso	0,17804

" Manganoso	indeterminado
Sulfato Cálcico	0,02043
Cloruro Sódico	0,09624
" Potásico	0,00976
Sílice	0,02430
A. Fosfórico	indicios
Alúmina	0,02000
Materia Orgánica	0,00325
	<hr/>
Total	3,24949
Temperatura del agua	20,5°C
Temperatura del aire	29°C
Densidad	1,00336335
Residuo seco a 120°C	2 gr. 230

FUENTE DE LA LASTRA

A. Carbónico libre	1,069096
" " combinado	0,139224
" " total	1,258320
Bicarbonato sódico	0,00888
" cálcico	0,04472
" magnésico	0,05984
" ferroso	0,21006
" manganoso	indeterminado
Sulfato cálcico	0,00875
Cloruro sódico	0,01018
" potásico	0,00056
Sílice	0,00650
A. Fosfórico	indicios

Alúmina	0,00400
Materia Orgánica	0,00300
	<hr/>
Total	0,35649
Temperatura del agua	19°C
Temperatura del aire	26°C
Densidad	1,000385
Residuo seco a 20°C	0 gf 236

FUENTE DEL CURA

A. Carbónico libre	1,544157
" " combinado	0,207651
" " total	1,751808
Bicarbonato sódico	0,04841
" cálcico	0,05914
" magnésico	0,06111
" ferroso	0,18380
" manganoso	indeterminado
Sulfato cálcico	0,01458
Cloruro sódico	0,01087
" potásico	0,00015
Sílice	0,00360
A. Fosfórico	indicios
Alúmina	0,02100
Materia Orgánica	0,00260
	<hr/>
Total	0,40526 gr.
Temperatura del agua	20°C
Temperatura del aire	26°C

Densidad	1,000268
Residuo seco a 120°C	0 gr. 260

El balneario de Peñas Blancas aparece declarado como de utilidad pública en la Gaceta de Madrid del 26 de Abril de 1928 (nº 117).

No aparece citado en el informe del I.G.M.E. de 1947 y de 1986, aunque sí aparece F. Agria de Villaharta, y es muy posible que bajo este nombre y debido a la confusión de 1913, se engloben todos los manantiales de esta zona.

También aparece el balneario de Peñas Blancas en el artículo de Espasa-Calpe sobre aguas Minero-medicinales y las clasifica como Ferruginosas-bicarbonatadas que manan a una temperatura de 19 grados y están indicadas para enfermedades relacionadas con la nutrición, inapetencia y órganos sexuales femeninos.

Por último, hemos de decir que los manantiales de San Rafael, La Lastra y Santa Elisa tienen realizada una petición de declaración de aguas Minero-medicinales en 1970.

Actualmente ya no existe el balneario como tal, desde que en 1936 fue usado como hospital durante la guerra; desde entonces y debido a su abandono ha ido quedando reducido a ruina, si bien las aguas de sus manantiales se han seguido usando con carácter medicinal, siendo las enfermedades de inapetencia y nutrición para las que más indicadas son sus aguas; también se utilizan para combatir los cálculos tanto de riñón como de vejiga.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El área de estudio se encuentra situada dentro de la zona de Ossa-Morena, posiblemente la zona más complicada del Macizo Ibérico, debido a su compartimentación en dominios (y/o unidades estructurales), que se diferencian entre sí por su estratigrafía, petrología y tectónica y que están separados por importantes fracturas o por intrusiones ígneas.

En la actualidad existen varias divisiones que afectan a la totalidad de Ossa-Morena (en su parte española) y que difieren unas de otras, nosotros vamos a distinguir los siguientes dominios:

- Obejo-Valdesquillo-Puebla de la Reina
- Valencia de las Torres-Cerro Muriano
- Sierra de Albarrana
- Zafra-Alanis
- Olivenza-Monesterio
- Elvas-Cumbres Mayores
- Sierra de Aracena

También aparecen materiales de edad Carbonífera que se depositaron en cuencas homogéneas y que constituyen dominios aparte, los principales en esta zona son los siguientes:

- Cuenca del Valle de los Pedroches
- Cuenca del Guadiato
- Cuenca de Benajarafe

De estos siete dominios en la zona estudiada aparecen dos de ellos, Obejo-Valdesquillo-Puebla de la Reina y Sierra Albarrana, y entre ellos afloran materiales Carboníferos de la cuenca del Guadiato.

El dominio Obejo-Valdesquillo-Puebla de la Reina, está constituido según observaciones recientes por dos unidades tectónicamente diferentes: la unidad autóctona de afinidad Centro-Ibérica y la unidad Obejo-Espiel (alóctona) constituida por materiales metamórficos en su mayor parte vulcano-sedimentarios.

Al Sur de Villaharta y al Norte de la zona estudiada afloran unas pizarras y grauvacas con algunas intercalaciones de cuarcitas feldespáticas y calizas, de una edad Paleozoica indiferenciada y que pertenecen a la unidad autóctona. Sus límites son mecánicos y en el campo estos materiales aparecen en lechos centimétricos y varía la componente arenosa respecto de la lutítica y a veces son ferruginosos.

Sobre la localidad de Villaharta y una estrecha banda al Sur de la unidad autóctona, afloran unos esquistos y cuarzo-esquistos pertenecientes a la unidad alóctona, que tienen unas intercalaciones de gneis, que procedían por tanto, de una secuencia detrítica con frecuentes episodios volcánicos.

Al Sur de la zona estudiada y correspondiendo a las cotas más elevadas topográficamente aparecen unos micaesquistos y cuarzoesquistos con intercalaciones de cuarcitas, que pertenecen a la unidad de Sierra Albarrana. Estos materiales procedían de un sedimento lutítico arenoso, en el que la fracción arena constituyen las cuarcitas actuales. Su potencia aunque no precisada sobrepasa los 300 metros.

Entre estos dos dominios afloran los materiales carbóníferos de la Cuenca del Guadiato (sobre los que brotan los cuatro manantiales pertenecientes al balneario de Peñas Blancas) estos materiales se extienden por una banda de 1-2 km de

ancho y 15 de largo, encontrándose los manantiales al Sur de Villaharta.

Estos materiales están constituidos por unas areniscas y lutitas en alternancia rítmica; los niveles arenosos suelen estar intensamente bioturbados y presentan estructuras de ordenamiento interno. Entre las lutitas aparecen grandes intercalaciones de calizas, que a diferencia de las que se encuentran más al Este, tienen cierta importancia y son distinguibles cartográficamente. Estos bancos calizos aumentan su potencia hacia el Noroeste, llegando a existir canteras de calizas que se llaman de Peñas Blancas y es de donde tomó el nombre el balneario.

La edad de este paquete de materiales, como hemos indicado es Carbonífero y su potencia supera los 900 m; los límites con las unidades de Obejo y Sierra Albarrana son siempre tectónicos, con los últimos mediante un cabalgamiento que oculta parte de los términos carboníferos. En esta zona no existen diques básicos como ocurre más al Este.

Tectónicamente estos materiales han sufrido una serie de procesos relacionados con varias etapas orogénicas (hay datos de una precámbrica y otra hercínica). Las fracturas responden a un comportamiento rígido durante los últimos momentos de la evolución hercínica. Las direcciones más importantes son: N110-130E; N70-85E; N45-55E; N130-150E.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS BAÑOS

Los manantiales que forman el balneario de Peñas Blancas, se encuentran situados en una zona en la que el agua de lluvia es el único aporte a los acuíferos de la zona. Geomor-

fológicamente este área está caracterizada por un relieve fuerte aunque con contornos suavizados; los manantiales se encuentran situados en las zonas topográficamente más deprimidas.

Los cuatro manantiales brotan de las areniscas y lutitas con intercalaciones calizas pertenecientes a la cuenca carbonífera del Guadiato, que constituye una banda de dirección NW-SE, situadas en el extremo Sur de la misma en donde existen gran cantidad de manantiales con las mismas características (muy próximos se encuentran los manantiales pertenecientes al balneario de Fuente Agria de Villaharta).

Estos materiales por sí solos son poco permeables y constituyen un mal acuífero, no obstante los manantiales excepto San Rafael, están situados sobre importantes fracturas, zonas en las que aumenta notablemente la circulación del agua.

Por otro lado y extrapolando datos del balneario de Fuente Agria de Villaharta, es muy posible que exista un acuífero profundo que está en comunicación con otro más superficial, haciendo que varíen las características del agua.

Los caudales de estos manantiales son muy escasos, mientras que Santa Elisa, La Lastra y San Rafael tienen un caudal que en ningún caso sobrepasa los 0,2 litros por segundo.

Las aguas de estos puntos Minero-medicinales van a parar al cercano pantano de Puente Nuevo, del río Guadiato perteneciente a la cuenca del río Guadalquivir.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

De los cuatro manantiales que integran el grupo se han analizado dos: San Rafael y Santa Elisa. La tabla siguiente recoge sus características generales:

	SURGENCIA	pH <sub>c</sub>	T <sup>a</sup> . (°C)	Eh (mV)	Cond. (μS/cm)	NATURALEZA
A	SAN RAFAEL	6,45	7,4	+46	2.100	Bic. sód-mag
B	SANTA ELISA	6,61	7,3	+65	3.230	Bic. sód.

Como se observa en el diagrama de Scheller (fig. 1), si bien ambas muestras se encuentran geográficamente próximas, su composición no resulta similar, apreciándose diferencias tanto en iones mayoritarios como en componentes minoritarios. Al igual que en el caso de los manantiales del cercano Balneario de Villaharta, se trata de surgencias carbónicas ferruginosas ácidas y frías. La presencia de CO<sub>2</sub> se traduce en un elevado contenido en bicarbonatos, que en el caso de Santa Elisa alcanza 1.521 mg/l. En estas condiciones el agua se encuentra en situación de subsaturación respecto a carbonatos, como se observa en la figura 2.

El elevado contenido salino de ambas muestras es consecuencia no sólo del incremento de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> vía CO<sub>2</sub>, sino también de la mayor agresividad del agua que supone la presencia de este gas.

La concentración en compuestos nitrogenados en el agua es muy reducida, con contenidos en NO<sub>2</sub><sup>-</sup> y NH<sub>4</sub><sup>+</sup> inferiores al límite de detección, y una concentración máxima en NO<sub>3</sub><sup>-</sup> de 5

mg/l. Por último, otras especies dignas de mención se reflejan en la tabla siguiente:

	SURGENCIA	Eh (mV)	Fe <sup>*</sup>	Mn	Zn	Cd	Li
A	SAN RAFAEL	+173	1000	48	80	2	320
B	SANTA ELISA	+103	1500	48	<50	<1	500

\*Determinación en campo

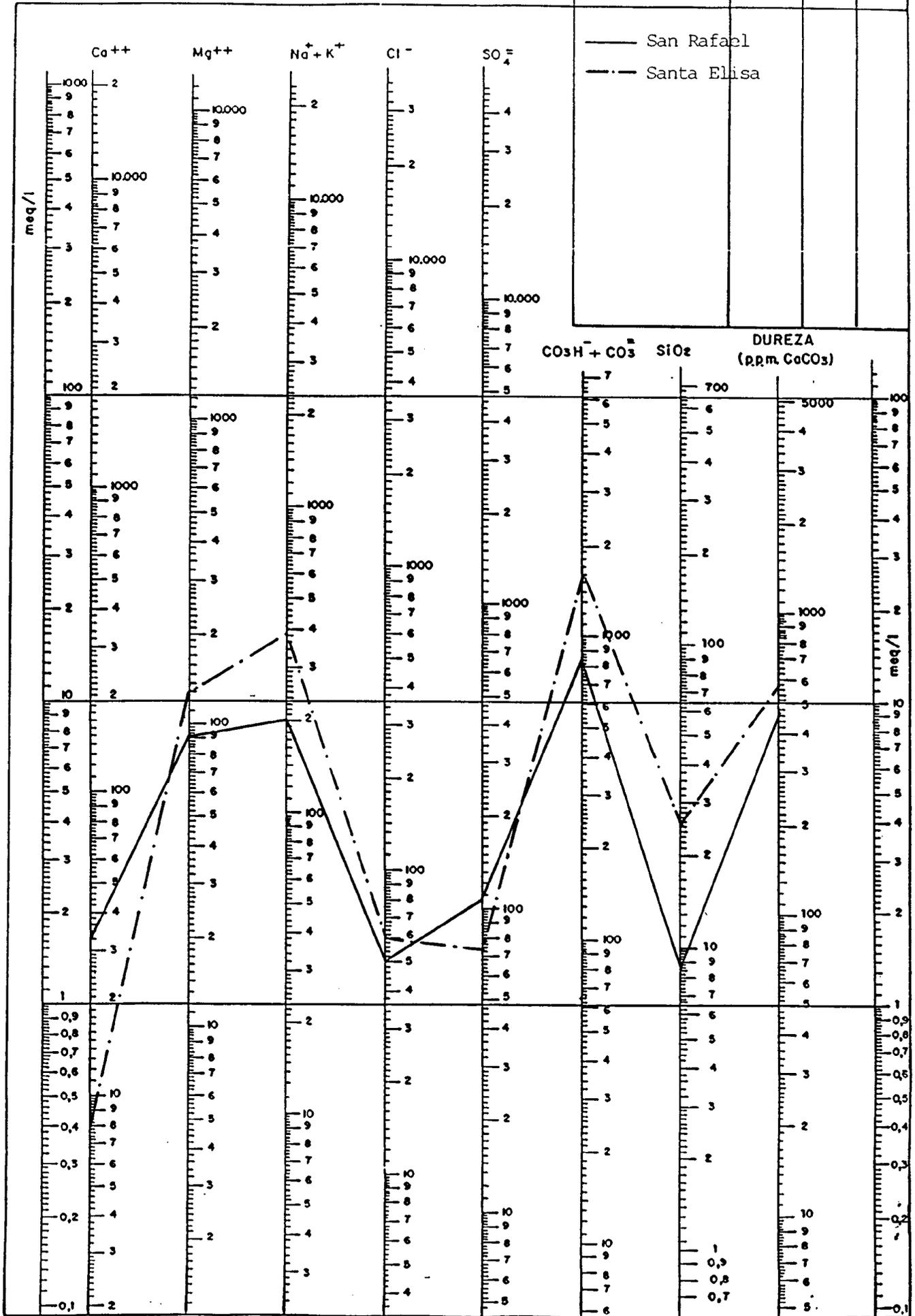
Con el fin de conocer la composición del gas asociado al agua, se procedió a realizar el correspondiente muestreo concretamente en el manantial San Rafael. El bajo pH del agua así como la característica sensación picante que ofrece al saborearla, con rasgos típicos de aguas carbónicas. La determinación de CO<sub>2</sub> realizada in situ confirma estas observaciones, con una concentración obtenida para este gas de 98%V. Debido a problemas relacionados con la instrumentación de medida en laboratorio (que afectaron a 2 muestras de la campaña), el resultado ofrecido por éste (42%V) es inferior al valor de campo. En tal sentido, una vez realizada la pertinente corrección, la composición resultante indica que los únicos componentes apreciables son el O<sub>2</sub> y el N<sub>2</sub>, con 0,22 y 0,93%V respectivamente (el CO<sub>2</sub> actúa como gas de dilución).

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

Los manantiales estudiados se encuentran situados sobre la cuenca carbonífera del Guadiato, que en esta zona además de las areniscas y lutitas, empiezan a aparecer grandes lentejones de calizas, que desaparecen hacia el Este y aumentan al Oeste.

FIG. .- BALNEARIO DE PEÑAS BLANCAS

LEYENDA			
MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
— San Rafael			
- - - Santa Elisa			



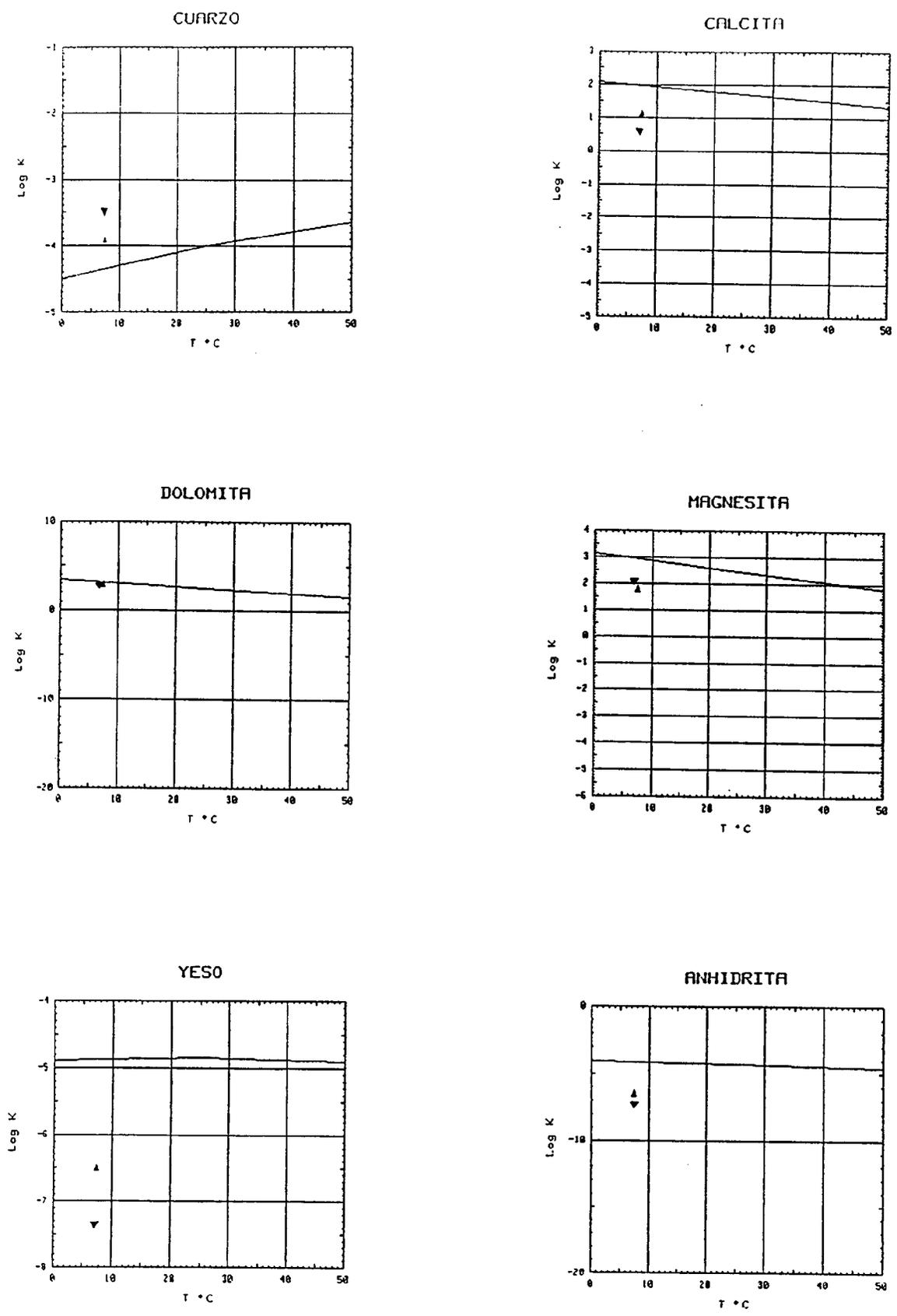


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DEL MANANTIAL SAN RAFAEL (▲) Y SANTA ELISA (▼).

ANÁLISIS QUÍMICO

DE NOMINACION: SANTA ELISA  
 FECHA: ;

TEMPERATURA (°C):	7.3	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	3230
pH a 7°C:	6.61	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	583
pH a 18°C:	6.00	En campo (mV):	65

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	1521.00	24.929	24.929	88.24
CO3=	-	-	-	-
SO4=	73.00	.760	1.520	5.38
Cl-	60.00	1.693	1.693	5.99
F-	<5.0E-1	.026	.026	.09
NO3-	5.00	.081	.081	.29
SiO2 (H4SiO4)	25.6	.426	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	1685.160	27.915	28.250	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	370.00	16.095	16.095	57.19
K+	16.00	.409	.409	1.45
Ca++	8.00	.200	.399	1.42
Mg++	135.00	5.553	11.105	39.46
Fe++	.020	0.000	.001	0.00
Li+	.50	.072	.072	.26
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.20
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.048	.001	.002	.01
Pb	0.032	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	530.210	22.350	28.142	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA --- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	62.448	Cl/Na =	.105	(SO4*Ca)^1/2 =	.779
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	2.167	Cl/(Na+k) =	.103	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.190
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	6.284	SO4/Ca =	3.807	Mg/Ca =	27.618
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	2.299	SO4/(Ca+Mg) =	.132	Cl/CO3H =	.068

ARCHIVO EN DISCO: MMCC10 (AMA4-10)

	ppm
R.S. 110°C	2254
D.Q.O.	2,2
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

ANÁLISIS QUÍMICO

DENOMINACION: SAN RAFAEL  
FECHA:

TEMPERATURA (°C): 7.4 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 2100  
pH a 7°C: 6.45 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 464  
pH a 18°C: 8.00 Eh campo (mV): 46

ANIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	850.00	13.932	13.932	78.93
CO3=	-	-	-	-
SO4=	108.00	1.124	2.249	12.74
Cl-	50.00	1.411	1.411	7.99
F-	<5.0E-1	.026	.026	.15
NO3-	7.00	.032	.032	.18
SiO2(H4SiO4)	6.5	.141	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
F2O5	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	1019.060	16.667	17.651	

CATIONES	ppm	mmol/l	meq/l	% meq/l
Na+	193.00	8.396	8.396	46.92
K+	8.00	.205	.205	1.14
Ca++	34.00	.848	1.697	9.48
Mg++	91.00	3.743	7.486	41.84
Fe++	.030	.001	.001	.01
Li+	.32	.046	.046	.26
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.31
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.048	.001	.002	.01
Pb	.066	0.000	-	-
Zn++	.080	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	327.104	13.260	17.891	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- SODICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca = 8.211 Cl/Na = .168 (SO4\*Ca)^1/2 = 1.953  
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = 1.517 Cl/(Na+K) = .164 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .355  
((CO3H)^2\*Ca)^1/3 = 6.905 SO4/Ca = 1.325 Mg/Ca = 4.412  
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.762 SO4/(Ca+Mg) = .245 Cl/CO3H = .101

ARCHIVO EN DISCO: MMCO9 (AMA4-09)

	ppm
R.S. 110°C	1359
D.Q.O.	1,1
CN-	-
Cd	0,002
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

ANÁLISIS DE GASES .

MUESTRA: AMA4-9

	<u>%V</u>	<u>%V *</u>
He	<0,001	<0,001
H <sub>2</sub>	0,0026	<0,001
O <sub>2</sub>	11	0,22
N <sub>2</sub>	46	0,93
CH <sub>4</sub>	0,001	<0,001
CO <sub>2</sub>	42	98

MUESTRA: SAN RAFAEL (ESPIEL)

\* Corregido con el CO<sub>2</sub> campo.

El acuífero, constituido por las areniscas y lutitas con las intercalaciones de calizas, constituye una banda de dirección Este-Oeste, entre uno y dos km de ancho y de más de 15 km de largo. Está limitado al Norte por una estrecha banda de esquistos precámbricos y al Sur cabalgados por otros esquistos de edad paleozoica indiferenciada, que constituyen los límites impermeables del acuífero. La permeabilidad de estos materiales no es muy alta, aunque sí superior a la de los esquistos, y se ve favorecida por la gran cantidad de fracturas, así como por las intercalaciones de calizas frecuentes en esta zona.

El área de protección propuesta, tiene una superficie de unos 4 km<sup>2</sup> y está limitada al Norte y al Sur por los esquistos impermeables, mientras que al Este y Oeste por los límites geomorfológicos de las crestas de la Sierra, que coincidirán muy posiblemente con la dirección de flujos de aguas subterráneas. Los límites alargan un poco los pequeños arroyos que atraviesan la zona, pues estos pueden afectar de alguna forma el funcionamiento de los manantiales.

El límite Este del área de protección del conjunto de estos manantiales no está bien definido, pues ya hemos indicado la posibilidad que existe de relación entre ellos y el flujo de Fuente Agria de Villaharta.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ESPASA-CALPE - Artículo sobre aguas Minero-medicinales.

I.G.M.E. (1913) - Relación por provincias de las aguas Minero-medicinales de España.

I.G.M.E. (1947) - Mapa de España con los puntos de aguas Minero-medicinales.

I.G.M.E. (1985) - "Hoja Geológica" Villaviciosa de Córdoba (15-36) E. 1:50.000. Plan Magna. Mapa y memoria.

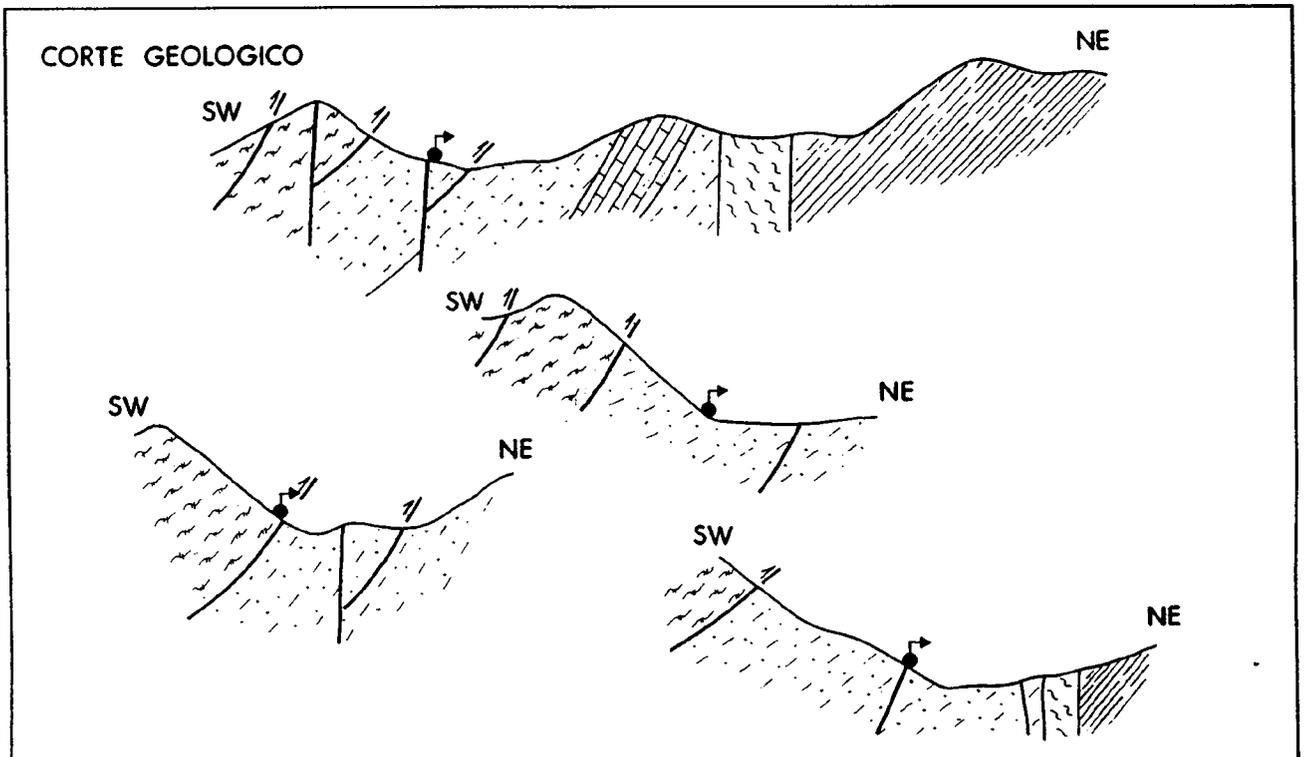
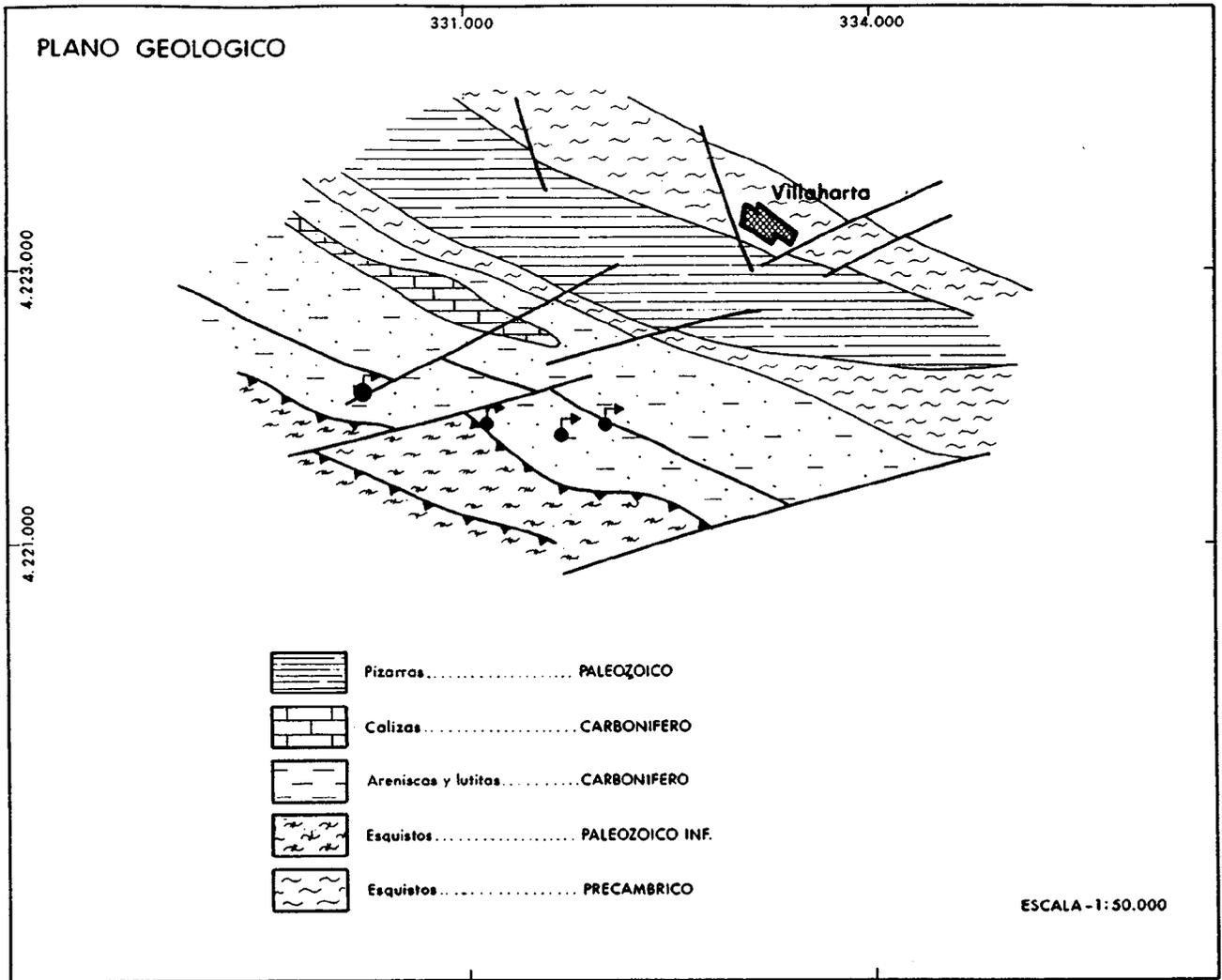
I.G.M.E. (1986) - Informe sobre las aguas Minero-medicinales, Minero-industriales y de Bebida envasada existentes en España.

JUNTA DE ANDALUCIA (1986) - Libro Blanco de la Minería Andaluza.

MINISTERIO DE SANIDAD (1928) - Gaceta de Madrid nº 117

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1988) - Hoja Villaviciosa de Córdoba (15-36) E. 1:50.000.

# BALNEARIO DE PEÑAS BLANCAS (ÉSPIEL)





BAÑOS DEL ARENOSILLO (MONTORO)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- SITUACION GEOGRAFICA

El manantial denominado Baños del Arenosillo se encuentra situado al Este de la provincia de Córdoba en el término municipal de Montoro y sobre el lecho del río Arenosillo, de donde toma el nombre; está compuesto por dos surgencias muy próximas la una de la otra (a escasos metros), y ha sido considerado como un solo manantial.

Tiene una coordenadas U.T.M. según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 MONTORO (17-36) del Servicio Geográfico del Ejército:

X= 376300; Y= 4213750

Y a una altitud de 190 metros sobre el nivel del mar según la misma referencia topográfica.

Su acceso se realiza por la carretera local de Montoro a Cardeña, en el kilómetro 2,5 tomando a la izquierda la carretera local que conduce a los Baños del Arenosillo.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Según la bibliografía consultada, los Baños del Arenosillo fueron declarados de utilidad pública en 1870, según

estadísticas oficiales del Ministerio de la Gobernación, Dirección General de Sanidad. Estos datos han sido recogidos del "Anuario de la Hidrología Médica Española" de Marcial Taboada del año 1870.

También aparece en la Hidrología Médica de Enrique Doz Gómez y Arturo Builla, publicada en Oviedo en 1887, en la que sus aguas eran indicadas para afecciones de piel, neuralgias funcionales y trastornos gástricos. Se usaban tanto en bebida como en baños.

El informe del I.G.M.E. de 1913 (relación por provincias de aguas Minero-medicinales de España) nos proporciona unos análisis de sus aguas, que son los siguientes.

Un litro de agua contiene:

Ac. hidrosulfúrico	150 gr
Ac. carbónico	75 gr
Hydroclorato de Sosa	125 gr
" de Magnesio	100 gr
" de Cal	50 gr
Oxido de Silicio	75 gr
Pérdida	100 gr

También nos indica el citado informe que el agua brota con escaso caudal en terreno Cambriano, siendo esta clara, transparente, de sabor salado, olor sulfuroso y que desprende burbujas.

No aparece en la relación de 1928 de balnearios declarados de utilidad pública, en la Gaceta de Madrid de 26 de Abril.

Los Baños del Arenosillo también aparecen en el informe del I.G.M.E. de 1947 (mapa de España con la relación de puntos de aguas Minero-medicinales).

En el informe de Prospección Geotérmica de Andalucía Occidental se considera este manantial como termal de baja temperatura y clasifica sus aguas como "bicarbonatada sódico-cálcico-magnésica" y como "mixta clorurada-bicarbonatada-sódica". Geológicamente la encuadra dentro de la zona de contacto entre la Meseta y el Valle del Guadalquivir en el área Oriental (Córdoba-Jaén). En la ficha de este manantial anexa a este informe, encontramos los siguientes datos:

	<u>meq.</u>	<u>ppm.</u>
Ca	2,43	48,7
Mg	3,02	13,4
Na	7,86	108,8
K	0,15	5,9
Co	-	-
COH	5,60	341,6
SO	0,19	9
Cl	5,61	898,8
SiO	-	19
F	-	0,35
B	-	0,62
NH	-	0,33

Temperatura del agua 22°C; PH<sub>+</sub> 8,5; Caudal 60 l/min.  
Temperatura del aire 20°C; Conductividad = 950 mhos/cm  
Residuos secto a 150°C = 660,35 ng/l

Estos baños también aparecen en el informe de aguas Minero-medicinales del I.G.M.E. de 1986 en las que se clasifican como sulhídricas y tienen un uso tópico.

Por último, este manantial es mencionado en el artículo de aguas Minero-medicinales de Espasa-Calpe, en el que son consideradas como cloruro-sódico-sulfatadas, que manan a una temperatura de 23°C y que están indicadas para enfermedades del aparato sexual femenino.

Los Baños del Arenosillo de Montoro, después de haber estado en ruinas durante mucho tiempo, han sido restaurados recientemente por el Ayuntamiento de Montoro, consistiendo sus instalaciones en dos baños y dos piletas de las que se puede tomar agua. Estos baños sólo son usados esporádicamente por los habitantes del lugar, siendo muy conocidos en la cercana localidad de Montoro. Su uso principal es para trastornos gástricos (bebida) y para enfermedades de la piel (baños).

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

La zona estudiada se encuentra dentro del Macizo Hespérico, en la zona de Ossa-Morena, que posiblemente sea la zona más complicada de todo el Macizo, debido a su compartimentación en dominios y/o unidades litoestratigráficas, estando separadas por importantes fracturas o por grandes intrusiones ígneas. En Ossa-Morena se distinguen siete dominios:

- Obejo Valdesquillo
- Valencina de las Torres - Cerro Muriano
- Sierra Albarrana
- Zafra-Alanis

- Olivenza-Monesterio
- Elvas-Cumbres Mayores
- Sierra de Aracena

El área estudiada se encuentra en el dominio de Obejo-Valdesquillo muy cerca de los materiales Post-Orogénicos de la cuenca del Guadalquivir.

El manantial se encuentra situado en una zona de contacto entre unos materiales Devónicos y otros Carboníferos, contacto a su vez complicado por una pequeña intrusión ígnea, que se extiende al Oeste del manantial. En las cotas más altas y extendiéndose hacia el Sur afloran unos materiales Triásicos, que se encuentran en posición horizontal o subhorizontal y es el denominado Trías tabular y se supone se encuentra en posición original.

Los materiales más antiguos que afloran en la zona lo constituyen unos conglomerados con intercalaciones de cuarcitas; los fragmentos de estos conglomerados oscilan entre dos y quince milímetros y están cementados por una matriz arcillosa con fragmentos de pizarras y de areniscas. La edad de este paquete basal es Devónico Inferior. Sobre ellos afloran unas pizarras de color verdoso que alternan con pequeñas capas cuarcíticas, su edad es Devónico Medio. El contacto entre estos dos devónicos en esta zona concreta está complicado con una pequeña intrusión ígnea de origen preorogénica (cuarzodorita).

Al Norte de los anteriores afloran los materiales carboníferos y en el contacto entre ambos es donde se encuentra el manantial. En la parte basal de este carbonífero (y presentes en los Baños del Arenosillo) afloran unos lentejones calizos que alternan con un conglomerado de fragmentos de

pizarras, cuarcitas y calizas, sobre ellos aparece una potente serie de pizarras y grauwacas que se extiende ininterrumpidamente hacia el Norte.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LOS BAÑOS

Los baños del Arenosillo están situados en una zona en la que el agua de lluvia es el único aporte a los posibles acuíferos, siendo la pluviosidad baja. Geomorfológicamente es una zona escarpada, de difícil acceso y sin apenas zonas de cultivo.

Los materiales de la zona debido a su naturaleza no constituyen buenos acuíferos, sólo las grauwacas carboníferas al ser permeables podrían constituirlos, pero al presentarse en bancos alternantes de poca potencia con pizarras impermeables, no llegan a constituir verdaderos acuíferos, excepto en las zonas de contactos mecánicos o/y intensa fracturación. El Devónico, tanto los conglomerados como las areniscas, son algo permeables y dan lugar a acuíferos de poca importancia siendo explotados por pozos de pocos metros y escaso caudal que normalmente se secan en verano.

Las aguas de los Baños del Arenosillo según el informe del I.G.M.E. "Prospección Geotérmica de Andalucía Occidental" están consideradas como Bicarbonatadas-cálcicas-magnésicas, y consideradas como termales de baja temperatura. Pertenecientes posiblemente a un pequeño acuífero profundo cuya temperatura interior oscilaría, según los distintos indicadores geotérmicos, entre los sesenta y ochenta y cinco grados centígrados.

El agua ascendería por las fracturas y por los contactos entre los materiales devónicos y carboníferos, producién-

dose una mezcla con los pequeños acuíferos superficiales haciendo que existan variaciones según la cantidad de mezcla que se produzca y explicando la pequeña variación entre las dos surgencias.

Los Baños presentan un caudal total de 0,4 l/seg. medidos el 4 de Noviembre de 1990 (0,2 l/seg. Según ficha del I.G.M.E. del 3-10-67). Sus aguas van a parar al arroyo del Arenosillo perteneciente a la cuenca del río Guadalquivir.

#### 4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua clorurada sódica de mineralización moderada-alta (1269  $\mu\text{S/cm}$ ), con un  $\text{pH}_{\text{campo}}$  de 7,89 y un  $\text{Eh} = +57$  mV. La temperatura de salida es de 18,9°C.

En la figura 1 se representa un conjunto de diagramas de saturación correspondientes al cuarzo, calcita y a una serie de minerales que presumiblemente podrían estar presentes en los materiales que forman el acuífero, si bien al no disponer de datos al respecto han de ser considerados con cierta reserva. En ningún caso se observa que el agua alcance una situación de equilibrio. Esta circunstancia probablemente sea la consecuencia de los fenómenos de mezcla entre aguas profundas y acuíferos someros, a los que se hizo referencia en el apartado precedente. Esta podría ser también la causa de que según los datos actuales el agua sea clorurada sódica, mientras que en el informe del IGME Prospección Geotérmica de Andalucía Occidental se clasifica como bicarbonatada cálcica-magnésica.

Las concentraciones en  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$  son bajas; por el contrario el contenido en  $\text{NO}_2^-$  es de 0,4 mg/l, valor elevado considerando que la concentración máxima admisible según la

Reglamentación Técnico-Sanitaria está fijada en 0,1 mg/l. Según este criterio habría de considerarse pues como agua no potable.

El análisis del gas asociado al agua indica que el N<sub>2</sub> es el componente predominante, con un 91,9%V. Es probable por tanto que se trate de aire disuelto que una vez incorporado al circuito subterráneo, pierde una parte considerable de su contenido en O<sub>2</sub> por procesos de reducción (3,75%V O<sub>2</sub>), enriqueciéndose a su vez en otros gases tales como el CO<sub>2</sub> y el CH<sub>4</sub> (1,03 y 3,273%V respectivamente).

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

El manantial se encuentra situado en el contacto entre las pizarras carboníferas y unos conglomerados con cuarcitas pertenecientes al Devónico inferior.

El acuífero que drena el manantial es muy posiblemente un acuífero profundo, del que no se tienen datos de los materiales que lo constituyen; el agua descendería por las fracturas y se mezcla con la de pequeños acuíferos superficiales constituídos por los conglomerados devónico y por lentejones de grauwacas que existen en las pizarras.

El manantial, con un caudal relativamente importante, 0,4 l/seg., no parece estar relacionado con ningún otro de la zona, que por otra parte son escasos y corresponden a materiales triásicos, independientes de los de la zona estudiada.

El área propuesta para la protección del manantial, con una superficie de unos dos km<sup>2</sup>, abarcaría los afloramientos de conglomerados y una pequeña parte de las pizarras (en las que existen intercalaciones de grauwacas) y se alargaría

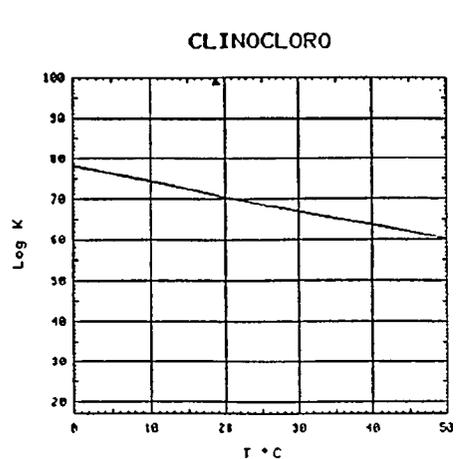
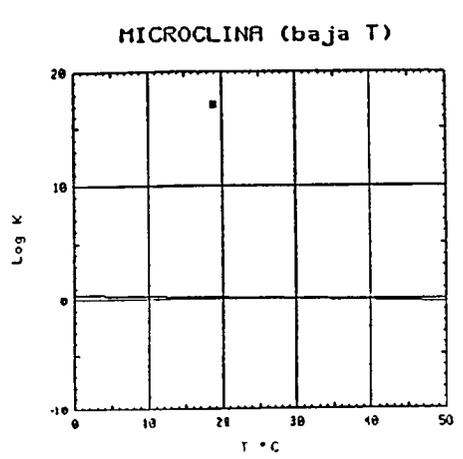
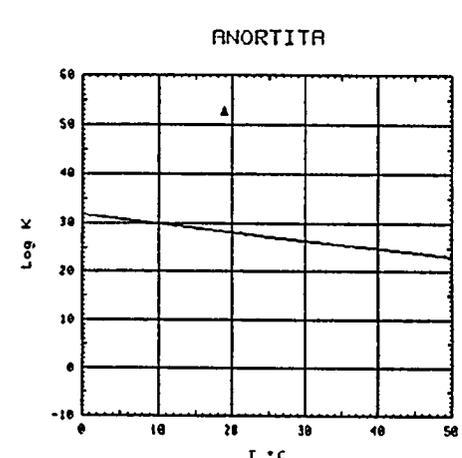
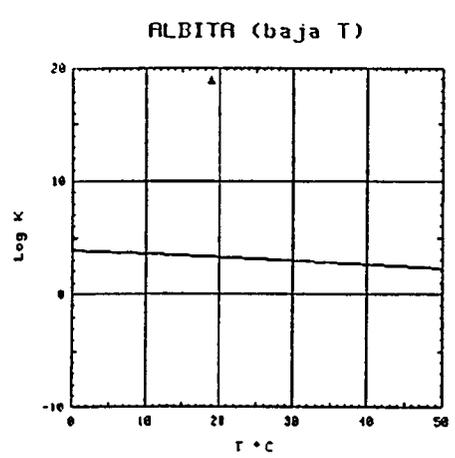
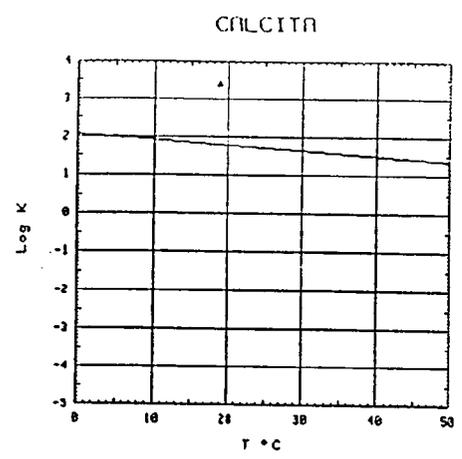
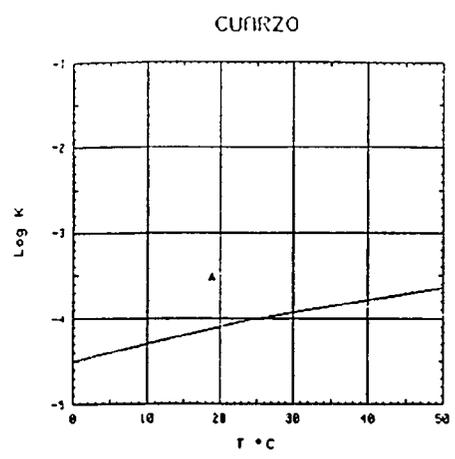


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE BAÑOS DE ARENOSILLO

**ANÁLISIS QUÍMICO**

DENOMINACION: BAÑOS DE ARENOSILLO  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 18.9      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 1269  
 pH a 18°C: 7.89      DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 163  
 pH a 18°C: 8.60      Eh campo (mV): 57

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
HCO3-	216.00	3.540	3.540	31.40
CO3=	21.00	.350	.700	6.21
SO4=	9.00	.094	.187	1.66
Cl-	241.00	6.799	6.799	60.29
F-	.600	.032	.032	.28
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.07
SiO2(H4SiO4)	21.0	.349	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	.400	.009	.009	.08
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	509.550	11.181	11.276	

CACIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
Na+	184.00	8.004	6.004	69.99
K+	5.00	.128	.128	1.12
Ca++	35.00	.873	1.747	15.27
Mg++	18.00	.740	1.481	12.95
Fe++	.020	0.000	.001	.01
Li+	.11	.016	.016	.14
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.49
NH4+	.010	.001	.001	0.00
Mn++	.021	0.000	.001	.01
Pb	0.046	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	242.777	9.783	11.436	

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

CLASIFICACION: CLORURADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	2.428	Cl/Na =	.849	(SO4*Ca)^1/2 =	.572
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	1.314	Cl/(Na+K) =	.836	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.707
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	2.797	SO4/Ca =	.107	Mg/Ca =	.848
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.372	SO4/(Ca+Mg) =	.058	Cl/CO3H =	1.920

ARCHIVO EN DISCO: MMCO11 (AMA4-11)

	ppm
R.S. 110°C	798
D.Q.O.	1,6
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

ANÁLISIS DE GASES .

MUESTRA: AMA4-11

	<u>%V</u>
He	0,057
H <sub>2</sub>	<0,001
O <sub>2</sub>	3,75
N <sub>2</sub>	91,9
CH <sub>4</sub>	3,273
CO <sub>2</sub>	1,03

MUESTRA: BAÑOS DEL ARENOSILLO (MONTORO)

un poco por el arroyo del Arenosillo, pues al encontrarse el manantial en su margen, puede afectar el funcionamiento del mismo.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

DIRECCION GENERAL DE SANIDAD (1870) - Declaración de utilidad pública.

DOZ Y BULLA (1887) - Hidrología Médica.

ESPASA-CALPE - Artículo sobre aguas Minero-medicinales.

I.G.M.E. (1913) - Relación por provincias de las aguas Minero-medicinales de España.

I.G.M.E. (1947) - Mapa de España con los puntos de aguas Minero-medicinales.

I.G.M.E. (1973) - "Hoja Geológica" MONTORO (17-36) E. 1:50.000. Plan Magna. Mapa y memoria.

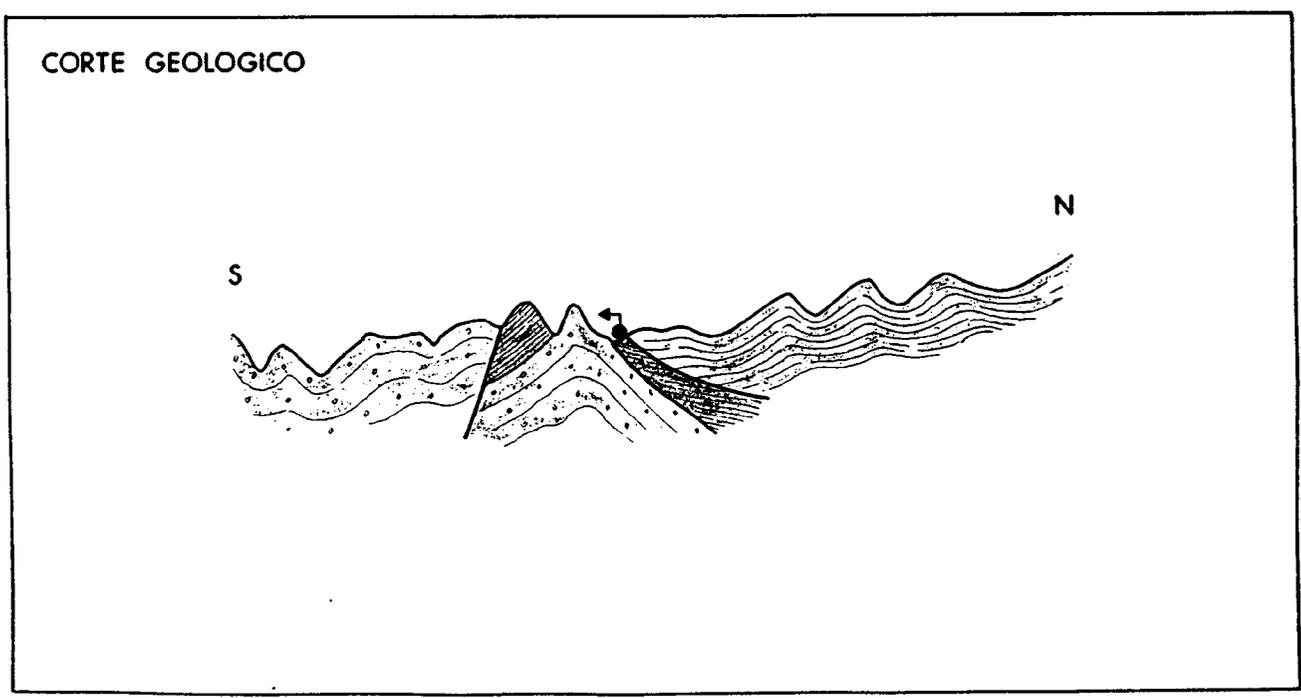
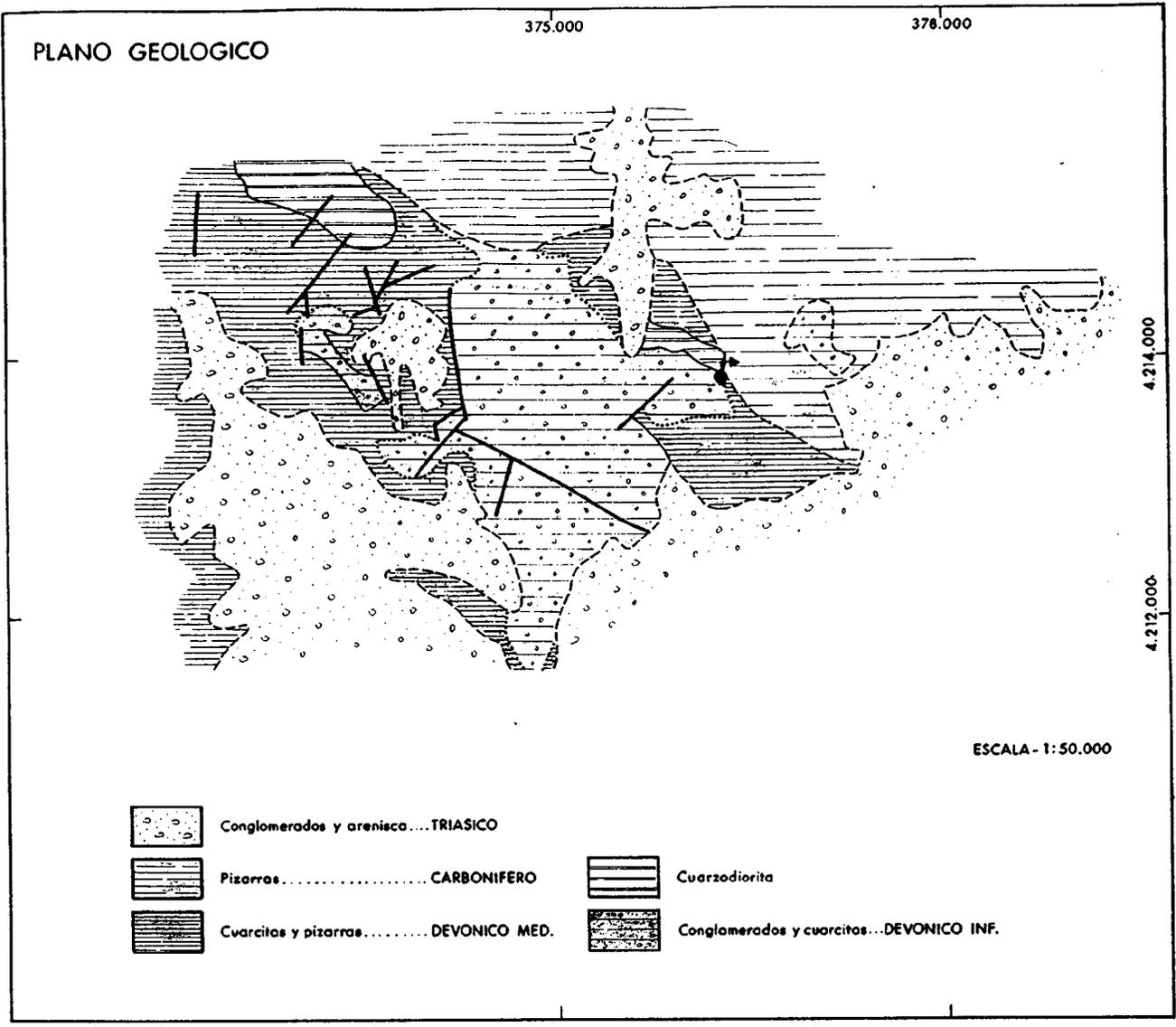
I.G.M.E. (1986) - Informe sobre las aguas Minero-medicinales, Minero-industriales y de Bebida envasada existentes en España.

JUNTA DE ANDALUCIA (1986) - Libro Blanco de la Minería Andaluza.

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1981) - Hoja Montoro (17-36) E. 1:50.000.

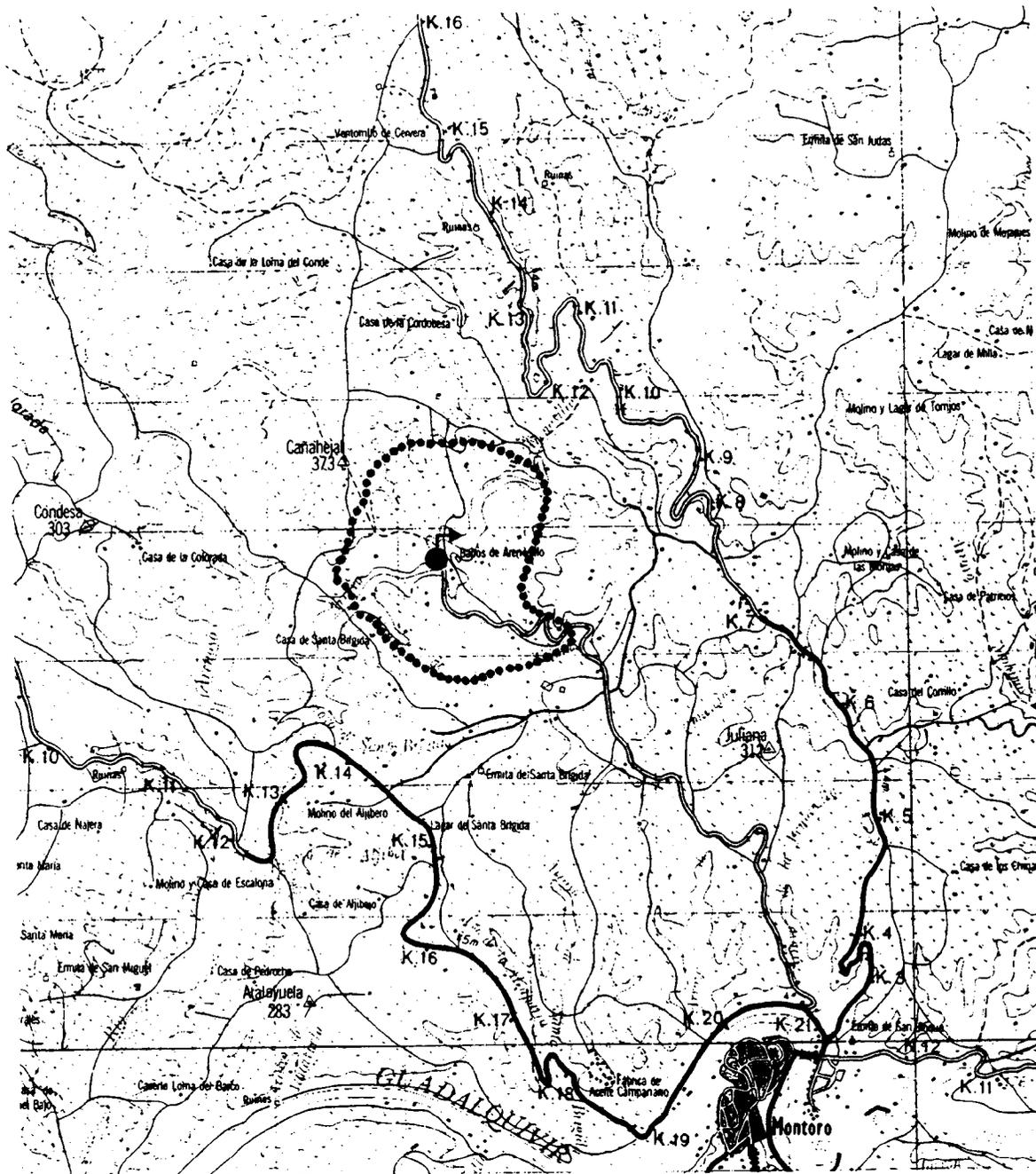
TABOADA, M. (1870) - Elementos de Hidrología Médica.

# BAÑOS DEL ARENOSILLO (MONTORO)



# PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

## BAÑOS DEL ARENOSILLO



ESCALA - 1:50.000

POZO SAN LORENZO (PUENTE-GENIL)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- SITUACION GEOGRAFICA

El pozo de San Lorenzo se encuentra situado al Sur de la provincia de Córdoba, en término municipal de Puente-Genil, al Sur de la citada población y muy cerca de la aldea de la Mina.

El pozo tiene unas coordenadas U.T.M. según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 PUENTE-GENIL (16-40), del Servicio Geográfico del Ejército: X=342100; Y=4134350.

Y está situado a una altitud de 270 m sobre el nivel del mar, según la misma referencia topográfica.

Su acceso se realiza por la carretera local de Puente-Genil La Roda de Andalucía, a cuatro km de Puente-Genil y al Sur de la Aldea de la Mina se encuentra el pozo.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El pozo de San Lorenzo, aunque conocido y usado tanto para riego como para consumo humano, sus aguas no habían sido nunca consideradas como Minero-medicinales, según la bibliografía consultada. La inclusión en este estudio se debe a la petición de declaración de Minero-medicinal realizada por sus propietarios en el año 1969, según archivos I.T.G.E., en los

cuales se cita como observaciones declaradas como bicarbonatadas cálcicas, según análisis del 29.3.69.

La utilización actual es casi exclusivamente para riego de una plantación de membrillos y otras huertas cercanas, aunque éste sea el uso más corriente, en la cercana aldea de la Mina, el agua es usada para problemas estomacales, teniendo fama de ser muy digestiva.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS

La zona estudiada se encuentra situada en el borde SE de la Depresión del Guadalquivir, cerca del contacto con la zona occidental de las Cordilleras Béticas.

A la Depresión del Guadalquivir originada por fenómenos distensivos durante el Mioceno superior, van a parar muchas unidades alóctonas, dando lugar a grandes masas olitotrómicas. Estas masas deslizadas provienen del Sur y están constituídas por materiales de distintas edades, desde triásicos hasta miocenos superiores. Durante estos procesos se produce una mezcla entre materiales alóctonos antiguos y autóctonos modernos.

Al final del Mioceno (Messiniense) debido al levantamiento de la cuenca y a la gran cantidad de materiales aportados a la misma, el mar empieza a retirarse y a depositarse una serie de facies autóctonas más someras.

Durante el Plioceno, empieza a instalarse la red fluvial, produciéndose distintos cambios del nivel base, lo que origina una complicada trama de terrazas.

Como se verá a continuación, en la zona estudiada solamente afloran materiales pertenecientes a las formaciones autóctonas, las cuales se sitúan directamente sobre las formaciones alóctonas. También están representados los materiales cuaternarios.

Los materiales más antiguos son unos conglomerados y arenas de edad miocena terminal, que constituyen un cuerpo de naturaleza lentejónar, cuya potencia máxima puede alcanzar los 120 m. Corresponden a unas facies de "fan-delta" con una secuencia grano-creciente, apareciendo en la parte más alta arena gruesa y lentejones de conglomerados.

De la misma edad que los anteriores y debido a un cambio lateral de facies, afloran unas arenas con limos y margas amarillas, litológicamente están constituídos por una alternancia de arenas con niveles de limos y arcillas. La potencia que puede alcanzar es de unos 50 m.

Sobre los materiales anteriores se forman unas costras arcillosas hojosas y masivas de unos tres metros de potencia máxima y que pueden corresponder a antiguas superficies erosivas, son de edad pleistoceno inferior y medio.

Los materiales más modernos corresponden a los aluviones correspondientes a la red fluvial.

Tectónicamente lo más destacable es que los sedimentos autóctonos, que son los que afloran en la zona, no han sufrido desplazamiento, pero están suavemente plegados debido a los reajustes tectónicos y a procesos diapíricos de los materiales triásicos. No existiendo fracturas importantes que afecten a los materiales que afloran en la zona.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

El pozo de San Lorenzo se encuentra situado en una zona donde las precipitaciones medias anuales oscilan alrededor de los 500 mm, medidos en la cercana localidad de Puente-Genil, existiendo una larga estación seca entre los meses de Junio y Septiembre. Geomorfológicamente, el relieve está representado por áreas de meseta, más o menos regulares que corresponden con un substrato de arenas y conglomerados, sobre los que se desarrolla una costra arcillosa o calcárea.

El acuífero lo constituyen tanto las arenas con limos, que se encuentran bajo la costra de arcillas, como los conglomerados y arenas que se encuentran bajo estos. La base impermeable de este acuífero está constituida por unas margas gris-azuladas de edad miocena que no afloran en esta zona, pero que pueden verse al Norte de la población de Puente Genil.

La poca potencia de los materiales permeables, no sobrepasan los 50 m, hace que este acuífero no sea importante a escala regional, pero si se tiene en cuenta la gran permeabilidad de los mismos y la extensión de los afloramientos, a escala local sí tienen entidad como acuíferos libres.

El pozo de San Lorenzo se encuentra relacionado con los pozos y sondeos que explotan el mismo acuífero, y que se utilizan para regar las huertas cercanas. La recarga del acuífero se realiza casi exclusivamente por agua de lluvia, y en menor proporción de la de riego. Su descarga natural se produce por los manantiales que existen en las proximidades del río Genil.

El acuífero, aunque su funcionamiento es independiente en algunos puntos, puede estar en continuidad con los materiales aluviales de la cuenca del Genil, por lo que para su denominación se va a incluir en el "Aluvial Cuenca baja del Genil".

#### 4.- CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS

Agua de naturaleza clorurada-sulfatada cálcica, con una conductividad de 1140  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y un  $\text{pH}_{\text{campo}}$  de 7,4. La temperatura de salida es de 13,5°C, con un  $\text{Eh} = +152 \text{ mV}$ .

A efectos de un posible aprovechamiento del agua procedente de esta captación, es importante poner de relieve uno de sus rasgos más característicos: una concentración de 120 mg/l de nitratos. Probablemente su "fama de ser muy digestiva" entre la población local (ver apartado 1.2) proviene de épocas en las que el abonado intensivo con fertilizantes inorgánicos aún no había repercutido sensiblemente en la calidad del agua subterránea; es posible incluso que el año en que se realizó la petición de declaración de agua minero-medicinal para este pozo -1969- aún fuese satisfactoria. Indudablemente en la actualidad incumple los requerimientos de calidad fijados por la Reglamentación Técnico-Sanitaria para un agua potable de consumo público, en la que se fija una concentración máxima admisible para el ión  $\text{NO}_3^-$  de 50 mg/l. Por otra parte en el agua se detectan trazas de cadmio (1  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) y un contenido en cinc de 410  $\mu\text{g}/\text{l}$ .

El predominio de los iones  $\text{SO}_4^{=}$  y  $\text{Cl}^-$  sugiere, en principio, un proceso de disolución de facies evaporíticas, No obstante y sin perjuicio de esta consideración, es preciso tener en cuenta que el elevado contenido en nitratos es indi-

cativo de que existe un retorno del riego capaz de inducir un enriquecimiento progresivo e importante en el ión  $\text{NO}_3^-$ , y que a su vez también podría provocar un aumento en el contenido de otras sales como las ya citadas. Los diagramas de saturación de la fig. 1 indican que el agua se encuentra en situación de equilibrio respecto a facies de tipo carbonatado, y en condiciones de subsaturación para el yeso, anhidrita y magnesita.

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

El acuífero explotado por el pozo de San Lorenzo, lo constituyen las arenas y conglomerados junto con unas arenas con limos y margas que se encuentran encima.

La circulación del agua está más restringida en la parte superior, pues las intercalaciones margosas actúan como capas impermeables, estas capas de arenas con limos y margas se extienden y aumentan de potencia y hacia el Este pasando gradualmente a arenas con conglomerados.

La extensión del acuífero es muy difícil de determinar, pues en la mayoría de los casos los materiales se encuentran tapados por las costras cuaternarias; y hacia el Noreste los materiales que constituyen el acuífero quedan aislados por margas o arcillas impermeables, estimándose la superficie en la zona del pozo estudiado de más de 30 km<sup>2</sup>.

El área propuesta para su protección, teniendo en cuenta las características del acuífero y la situación geomorfológica del pozo, sería una superficie de unos 5 km<sup>2</sup>, en cuyo centro se situaría el pozo de San Lorenzo.

ANÁLISIS QUÍMICO

DENOMINACION: POZO SAN LORENZO  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 13.5      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 1140  
 pH a 13°C: 7.40      DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 358  
 pH a 18°C: 8.10      Eh campo (mV): 152

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	57.00	.934	.934	10.40
CO3=	-	-	-	-
SO4=	139.00	1.447	2.894	32.23
Cl-	113.00	3.188	3.188	35.50
F-	<5.0E-1	.026	.026	.29
NO3-	120.00	1.936	1.936	21.56
SiO2(H4SiO4)	14.1	.235	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL.....	443.660	7.766	8.980	

CACIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	49.00	2.132	2.132	22.73
K+	1.00	.026	.026	.27
Ca++	125.00	3.119	6.238	66.51
Mg++	11.00	.452	.905	9.65
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.08
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.59
NH4+	.010	.001	.001	.01
Mn++	.009	0.000	0.000	0.00
Pb	0.044	0.000	-	-
Zn++	.410	.006	.013	.13
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL.....	187.083	5.762	9.378	

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

CLASIFICACION: CLORURADA SULFATADA --- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca = .150      Cl/Na = 1.496      (SO4\*Ca)^1/2 = 4.249  
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .131      Cl/(Na+K) = 1.478      (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .724  
 ((CO3H)^2\*Ca)^1/3 = 1.759      SO4/Ca = .464      Mg/Ca = .145  
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .536      SO4/(Ca+Mg) = .405      Cl/CO3H = 3.412

ARCHIVO EN DISCO: MMCO4 (AMA4-04)

	ppm
R.S. 110°C	748
D.Q.O.	2,0
CN-	-
Cd	0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

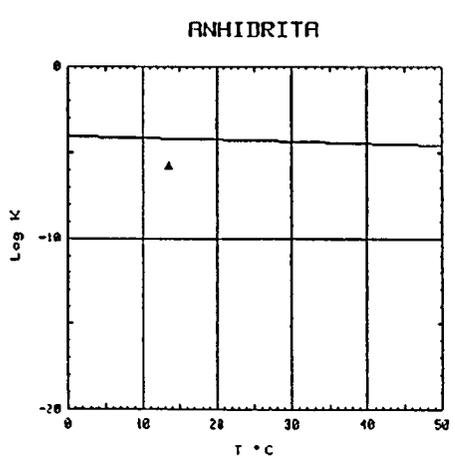
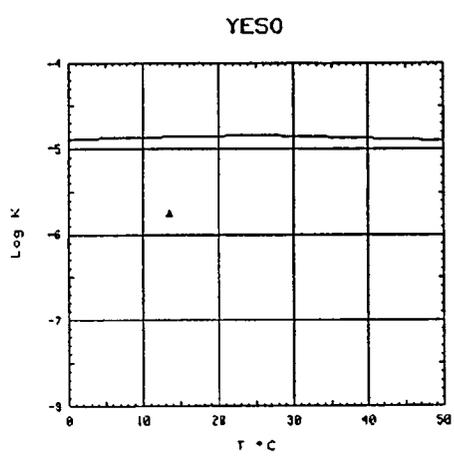
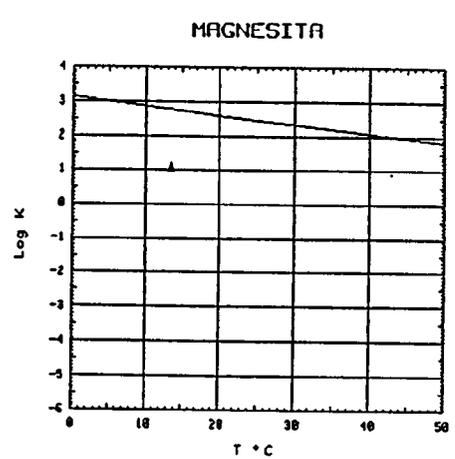
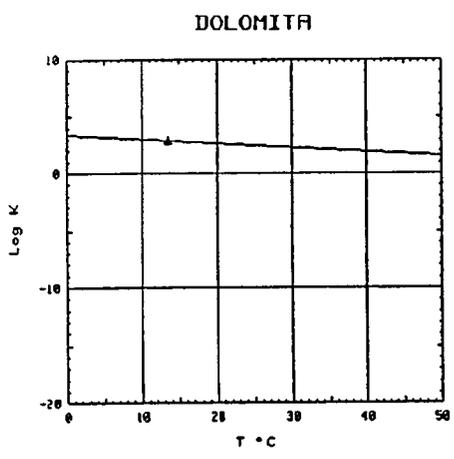
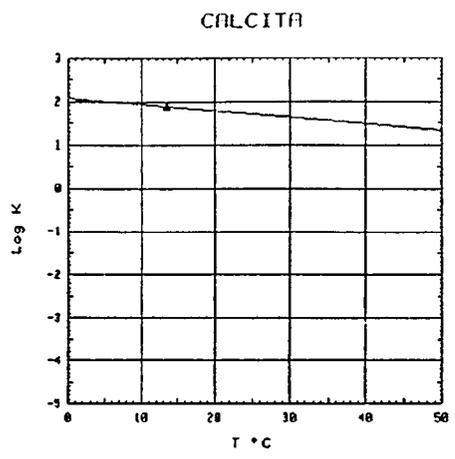
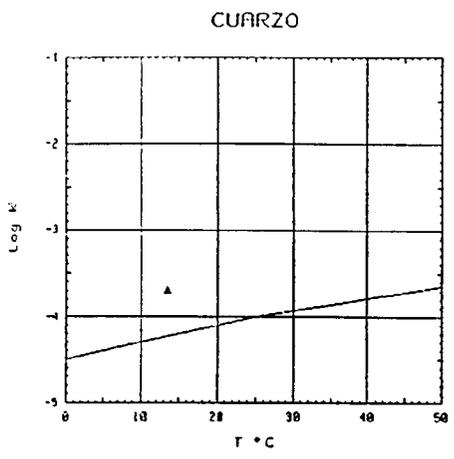


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DEL POZO SAN LORENZO

6.- BIBLIOGRAFIA

I.G.M.E. (1969) - "Archivo Nacional". Solicitud de declaración de Minero-medicinal.

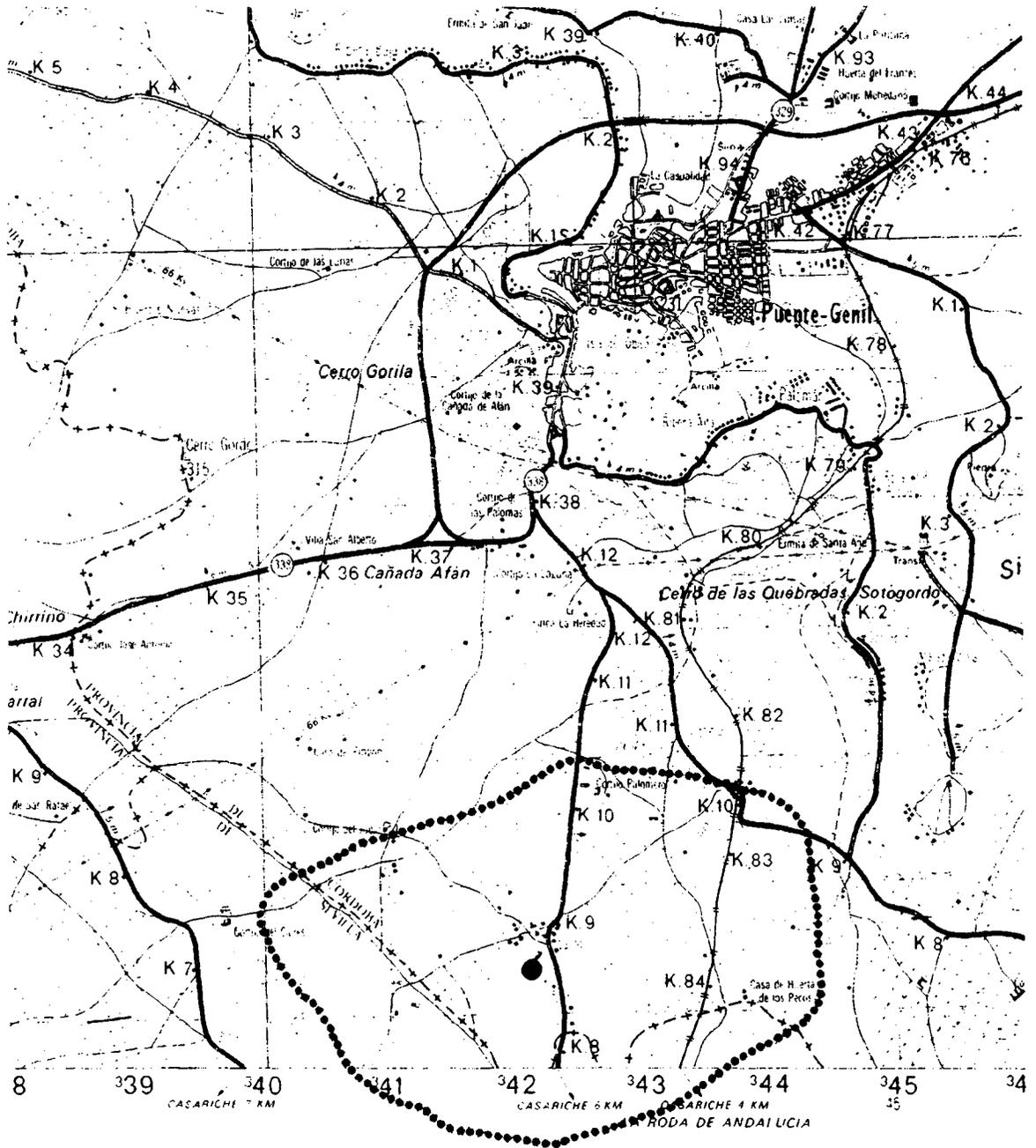
I.G.M.E. (1988) - "Hoja geológica" Puente-Genil (16-40) E. 1:50.000 Plan Magna. Mapa y memoria.

JUNTA DE ANDALUCIA (1986) - "Libro blanco de la minería andaluza.

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1981) - Hoja topográfica Puente Genil (16-40) E. 1:50.000.



# PROPUESTA AREA DE PROTECCION (SAN LORENZO)



ESCALA - 1 : 50.000

BAÑOS DEL HORCAJO (LUCENA)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- SITUACION GEOGRAFICA

Los baños denominados Horcajo de Lucena, de los cuales sólo queda el pozo, se encuentran situados al Sur de la provincia de Córdoba, en el término municipal de Lucena, al Oeste de la citada localidad y en el margen derecho del arroyo El Horcajo y del cual toma el nombre.

El pozo tiene unas coordenadas U.T.M. según referencias topográficas del mapa a escala 1:50.000 PUENTE GENIL (16-40) del Servicio Geográfico del Ejército: X=361400; Y=4142200.

El pozo se encuentra a una altitud de 350 m sobre el nivel del mar según la misma referencia topográfica.

Su acceso se realiza por la carretera local de Lucena a Moriles, situado al margen de la carretera y a unos 10 km de Lucena.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Según la bibliografía consultada, los primeros datos de los denominados Baños del Horcajo, datan de 1845 del Diccionario Geográfico-Histórico-Estadístico de Pascual Madoz, recopilados en la Tesis de Licenciatura de Dolores del Carmen

Pineda Dorado de 1986. En él se habla de la sustitución del estanque de construcción romana por un albercón de argamasa (de donde se deduce que los baños eran ya conocidos y explotados en la época romana). También da los primeros datos sobre las características y composición del agua, en donde se menciona textualmente: "Su agua es diáfana y transparente y está cubierta por una telilla irisada. Tiene olor a azufre y sabor dulce y cenagoso. ... Sus aguas están indicadas en toda clase de erupciones cutáneas y arreglo de las catanemias".

Los análisis químicos que proporciona son los siguientes. Cada libra contiene:

Sulfato Cálcico .....	556
Cloruro de Sosa .....	733
Cloruro de Potasa .....	710
Cloruro de Magnesio .....	400
Carbonato de Magnesio ....	617
Carbonato de Calcio .....	20
Oxígeno .....	910
Materia Orgánica .....	305

Los siguientes datos que se tienen de estos baños, son de Marcial Taboada en su Anuario de Hidrología Médica Española de 1870, en el que se menciona que está declarado de utilidad pública.

La Hidrología Médica de Doz Gómez y Builla Alegre proporciona los siguientes datos: "El salino". Conteniendo en un litro cantidad indeterminada de ácido sulfhídrico, cloruro sódico 0,776 gr., idem de potásico 0,752 gr., carbonato de magnesia 0,711 gr., sulfato de cal 0,536 gr., materia orgánica 0,021 gr. Se clasifica provisionalmente entre las cloruro-sódicas-sulfurosas. La mayoría de la concurrencia la for-

man pacientes con afecciones cutáneas y catarros útero-vaginales. Constituyen las medicaciones: etiocráticas antiescrofulosa y antiherpética. Se usa en bebida y baño, siendo la instalación mala. La temporada es de 16 de junio a 30 de septiembre.

Los siguientes datos de los baños del Horcajo de Luceña pertenecen a la Relación por Provincias de las Aguas Minero-medicinales de España, del Instituto Geológico. En él se dice que está situado sobre materiales eocenos, que el agua sale a una temperatura de 18,5°C y las clasifica como aguas cloruradas-sódico-sulfurosas. Manantial de caudal importante, con agua clara, transparente, de olor fétido y sabor salino.

Los análisis que proporciona son los siguientes:

Un litro de agua contiene:

Acido sulfúrico .....	31,634 gr.
Cloro .....	1,050 gr.
Acido carbónico .....	1,009 gr.
"    cálcico .....	0,234 gr.
"    de magnesia .....	0,500 gr.
"    de potasio .....	0,500 gr.
"    de sodio .....	0,400 gr.
Oxígeno .....	0,910 gr.
Sulfato cálcico .....	0,556 gr.
Cloruro de sosa .....	0,733 gr.
"    de potasa .....	0,710 gr.
"    de magnesia .....	0,400 gr.
"    de carb <sup>o</sup> de magnesia ...	0,671 gr.
"    de calc <sup>o</sup> en suspensión .	0,020 gr.
Materia extracta vegetal .....	0,305 gr.

El gas hidrógeno que despide el venero en 24 horas, son 363 pulgadas cúbicas.

El pozo del Horcajo también aparece en la relación anexa al mapa de España con los principales puntos de aguas Minero-medicinales, del I.G.M.E. (1947).

El informe del I.G.M.E. de 1986 clasifica las aguas del pozo como sulfhídricas, cloruradas sódicas y que son de uso tópico.

En la tesis de licenciatura de Dolores del Carmen Pineda Dorado, 1986, habla de los Baños del Horcajo como suficientemente importantes como para ser reconstruidos.

La enciclopedia Espasa-Calpe, en su artículo sobre aguas Minero-medicinales, menciona el Horcajo, indicando una temperatura del agua de 19°C, las clasifica igual que el informe del I.G.M.E. de 1986, señalando que están indicadas para enfermedades digestivas, apetito y del aparato sexual femenino.

Actualmente ya no existen baños, ni ningún tipo de instalaciones relacionadas con los baños, sólo queda el pozo. Sus aguas son usadas fundamentalmente para el riego de unas huertas cercanas, aunque esporádicamente las aguas son tomadas con carácter medicinal por los habitantes de Lucena y los pueblos cercanos, siendo fundamentalmente usadas para problemas de piel y trastornos digestivos.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS

La zona estudiada se encuentra situada en el borde

Sureste de la Depresión del Guadalquivir, en la zona de contacto de dicha depresión con las Cordilleras Béticas.

Tradicionalmente se han dividido a las Cordilleras Béticas en una serie de zonas, a las que hay que añadir una serie de complejos y grandes unidades. Esquemáticamente son los siguientes:

- Zonas Internas

- . Complejo Nevado-Filábride
- . Complejo Alpujárride
- . Complejo Maláguide

- Zonas Externas

- . Cobertera Tabular
- . Zona Prebética
- . Dominio Intermedio
- . Zona Subbética

- Neógeno

- . Depresión del Guadalquivir

- Cuaternarios

Dentro de la zona estudiada, según este esquema, están representados, la Zona Subbética, el Neógeno y materiales pertenecientes al Cuaternario.

El Subbético a su vez, se divide en tres dominios, que son: El Interno, El Medio y el Externo. Los materiales que afloran en este sector, pertenecen al Subbético Externo.

Estos materiales Subbéticos después de su depósito sufren una serie de desplazamientos horizontales, hasta alcanzar su situación actual, sobre ellos se depositan directamente los materiales autóctonos que rellenan la depresión del Guadalquivir y los Cuaternarios que afloran en la zona.

A continuación se describen brevemente los materiales aflorantes en la zona estudiada.

- Arcillas y margas de diversos colores, con yesos e intercalaciones de calizas de edad triásica y que pertenecen a las facies Keuper. Normalmente se presentan de forma caótica. Su potencia no es posible medirla, al no encontrarse el muro.

- Margas blancas y grises con tramos arenosos, potente serie que puede alcanzar hasta los 200 m de potencia y que son las llamadas "albarizas", tienen una edad miocena superior.

Tanto las arcillas como las margas que se han visto hasta ahora pertenecen al Subbético Externo. Los que siguen a continuación pertenecen a la Depresión del Guadalquivir.

- Margas grises azuladas, las cuales se depositan sobre las "albarizas", tienen una potencia que no supera los 50 m y tiene una edad Mioceno superior.

- Arenas y limos con intercalaciones margosas, con una potencia que no llega a los 40 m, tienen una edad Mioceno superior-Plioceno.

- Aluviones y pequeños pies de montes que se desarrollan a lo largo del Arroyo Horcajo de edad cuaternaria, sobre los que se encuentra el pozo.

Tectónicamente, lo más importante a destacar es que los materiales triásicos forman parte del olitrostroma que rellena la depresión del Guadalquivir. Mientras que las margas blancas "albarizas" se encuentran sobre las arcillas plegadas en suaves sinclinales y anticlinales de dirección Este-Oeste. No existen en la zona fracturas importantes que afecten a los materiales. Los baños se encuentran en el flanco Norte de uno de estos sinclinales, muy cerca del eje del mismo.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

Los Baños del Horcajo de Lucena se encuentran situados en una zona en la que las precipitaciones están próximas a los 500 mm anuales. Geomorfológicamente está constituida por un conjunto de formas suaves, formando pequeñas alineaciones simétricas.

El pozo se encuentra situado sobre aluvión cuaternario y al pie de un cono de deyección, que por sí constituirían un buen acuífero, pero la escasa potencia de estos materiales, no sobrepasando en muchos casos los 4 m, hace que este pequeño acuífero superficial no sea suficiente para explicar el caudal del pozo, que aunque pequeño, se mantiene casi constante durante todo el año, a pesar de la larga estación de estiaje.

El pozo se encuentra situado en el centro de un sinclinal, que forman las "albarizas" las cuales, constituidas fundamentalmente por margas, son prácticamente impermeables,

constituyendo un acuitardo de pocas posibilidades, con las excepciones locales, de las intercalaciones arenosas que presentan estas margas, que incluso en profundidad, podrían funcionar como acuíferos confinados. La existencia de estas arenas queda de manifiesto en la zona estudiada, por los resaltes morfológicos que originan estas arenas.

El acuífero que alimenta este pozo, está pues constituido por los materiales cuaternarios del aluvión y de los conos sobre los que se encuentra y por los bancos de arenas que existen en las margas.

La base impermeable podría estar formada por una capa continua de margas lo suficientemente potente, pero también por las arcillas impermeables sobre las que se encuentran las margas, y teniendo en cuenta las características químicas del agua, es más probable que sean las arcillas las que hacen de base impermeable y las causantes de las características del agua.

El acuífero está alimentado casi exclusivamente por el agua de lluvia, aunque una pequeña porción puede deberse a las reducidas zonas de regadío que existen en los alrededores. El acuífero descarga el agua por los pequeños manantiales que puedan existir en las zonas topográficamente más bajas, yendo a parar las aguas a los pequeños arroyos, pertenecientes a la subcuenca del Genil que pertenece a la del Guadalquivir.

#### 4.- CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS

Agua clorurada sódica de alto contenido salino (3.270  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), con un  $\text{pH}_{\text{campo}}$  de 7,33 y un  $\text{Eh} = +85 \text{ mV}$ . La temperatura de salida es de  $16,8^\circ\text{C}$ .

Los estudios de caracterización hidrogeológica recién expuestos hacen referencia al hecho de que el aluvión cuaternario sobre el que se sitúa el manantial y así como un cono de deyección próximo, contribuirían sólo de forma parcial a la alimentación del manantial. La composición del agua confirma esta hipótesis, puesto que su carácter clorurado sódico y elevada mineralización no corresponden con dichos materiales, sino por el contrario sugieren un proceso de disolución de materiales evaporíticos, particularmente halita, que podrían estar asociados a la formación triásica subyacente.

Los diagramas de saturación de la fig. 1 indican que el agua se encuentra próxima al equilibrio con calcita y dolomita, y en situación de subsaturación respecto a yeso, anhidrita, magnesita y halita. Como suele ser frecuente en aguas asociadas a evaporitas, los contenidos en flúor y litio resultan apreciables: 1,1 y 0,21 mg/l respectivamente.

Las concentraciones en  $\text{NO}_2^-$  y  $\text{NH}_4^+$  se encuentran por debajo de los respectivos límites de detección. Por el contrario, el contenido en  $\text{NO}_3^-$  es de 13 mg/l. Si bien este valor no compromete la calidad del agua, sugiere la existencia de un proceso incipiente de contaminación, que ha de ser objeto de vigilancia de cara a posibles aprovechamientos.

El análisis de componentes minoritarios y traza, excluidos los ya citados, pone de manifiesto concentraciones bajas salvo en el caso del selenio, que alcanza 30  $\mu\text{g/l}$ . En el marco de la presente investigación de aguas minero-medicinales no existe otro punto con un contenido tan elevado (3  $\mu\text{g/l}$  es el valor más alto). En tal sentido con los datos disponibles no es posible hacer más precisiones acerca de su origen, lo que sin duda resultaría de gran interés teniendo

en cuenta que la citada concentración triplica el máximo admisible (10  $\mu\text{g/l}$ ) fijado por la Reglamentación Técnico-Sanitaria (la mayor parte de los componentes mayoritarios supera también los límites fijados por esta última).

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

El pozo se encuentra situado sobre los aluviones cuaternarios del arroyo del Horcajo, que se sitúan sobre las margas con arenas del Mioceno y éstas a su vez, sobre las arcillas triásicas, como puede verse al SE y al NW del pozo.

El acuífero está constituido por los materiales cuaternarios y por las intercalaciones de arenas que existen en las margas. Estructuralmente, las margas (con arenas) forman un sinclinal, en cuyo centro se encuentra el pozo, y que morfológicamente coincide con un valle, este hecho favorece que el agua subterránea de las arenas y la poca de las margas, circule hacia el centro del sinclinal, donde se encuentra situado el pozo.

En la zona no existen ni manantiales ni pozos importantes que puedan estar relacionados con el punto estudiado, solamente hay algún pequeño pozo, que se sitúa en la misma zona topográfica y estructural.

El área propuesta para su protección, tiene unos 5 km<sup>2</sup> de superficie, sus límites tanto Norte como Sur, vienen definidos por la topografía y por la disposición de las capas, el área se extiende un poco más hacia el Este y el Oeste, que es la dirección que tienen los aluviones y que coinciden con la del arroyo del Horcajo.

# ANÁLISIS QUÍMICO

DENOMINACION: HORCAJO  
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 16.8      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 5270  
 pH a 16°C: 7.33      DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 531  
 pH a 18°C: 7.90      Eh campo (mV): 85

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	220.00	3.606	3.606	11.46
CO3=	--	--	--	--
SO4=	267.00	2.779	5.559	17.67
Cl-	781.00	22.032	22.032	70.02
F-	1.100	.058	.058	.18
NO3-	13.00	.210	.210	.67
SiO2(H4SiO4)	34.9	.581	--	--
B	--	--	--	--
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	1317.060	29.266	31.466	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	469.00	20.402	20.402	64.72
K+	20.00	.511	.511	1.62
Ca++	74.00	1.846	3.693	11.71
Mg++	83.00	3.414	6.828	21.66
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Li+	.21	.030	.030	.10
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.18
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.007	0.000	0.000	0.00
Pb	0.042	0.000	--	--
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	646.879	26.224	31.523	

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

CLASIFICACION: CLORURADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	.976	Cl/Na =	1.080	(SO4*Ca)^1/2 =	4.531
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.343	Cl/(Na+K) =	1.054	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.121
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	3.635	SO4/Ca =	1.505	Mg/Ca =	1.849
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.871	SO4/(Ca+Mg) =	.528	Cl/CO3H =	6.110

ARCHIVO EN DISCO: MMC03 (AMA4-03)

	ppm
R.S. 110°C	2313
D.Q.O.	2,1
CN-	--
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	--
Se	0,030
Hg	--

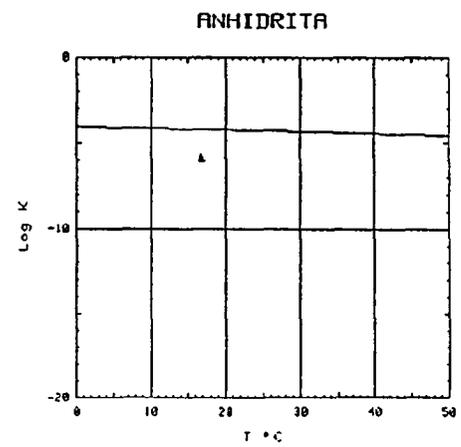
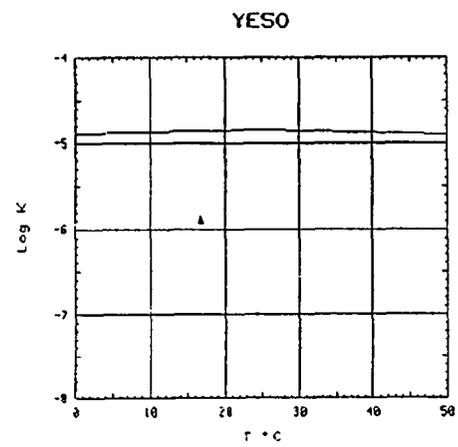
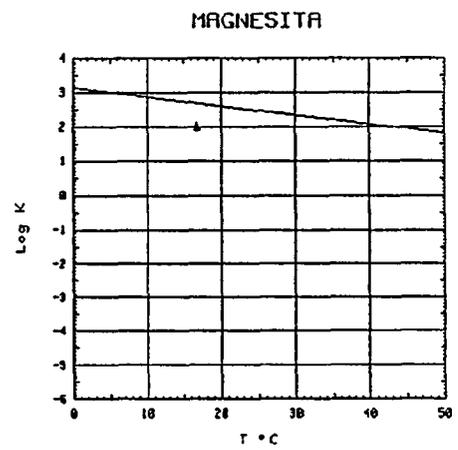
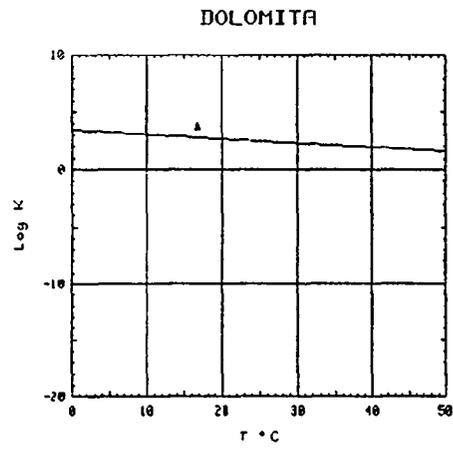
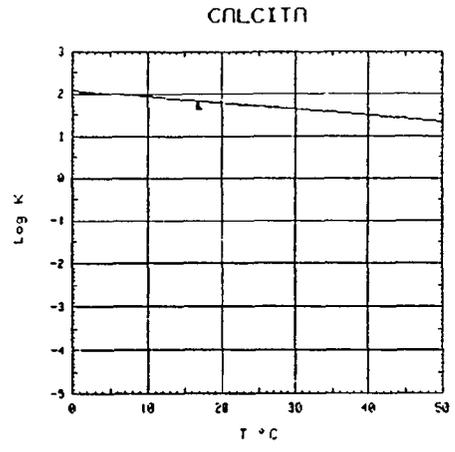
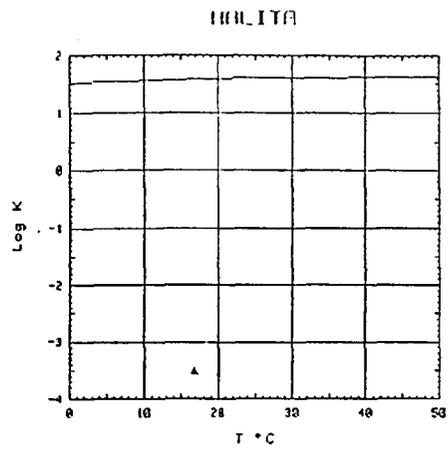


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DEL MANANTIAL HORCAJO

6.- BIBLIOGRAFIA

DOZ Y BUILLA (1887) - Hidrología Médica.

ESPASA CALPE - Artículo de aguas Minero-medicinales

I.G.M.E. (1913) - Relación por provincias de las aguas Minero-medicinales de España.

I.G.M.E. (1947) - Mapa de España con los puntos de aguas Minero-medicinales.

I.G.M.E. (1986) - Informe de las aguas Minero-medicinales, Minero-industriales y de bebida envasada existentes en España.

I.G.M.E. (1988) - "Hoja Geológica" Puente Genil (16-40) E. 1:50.000 Plan Magna. Mapa y memoria.

JUNTA DE ANDALUCIA (1986) - Libro blanco de la minería andaluza.

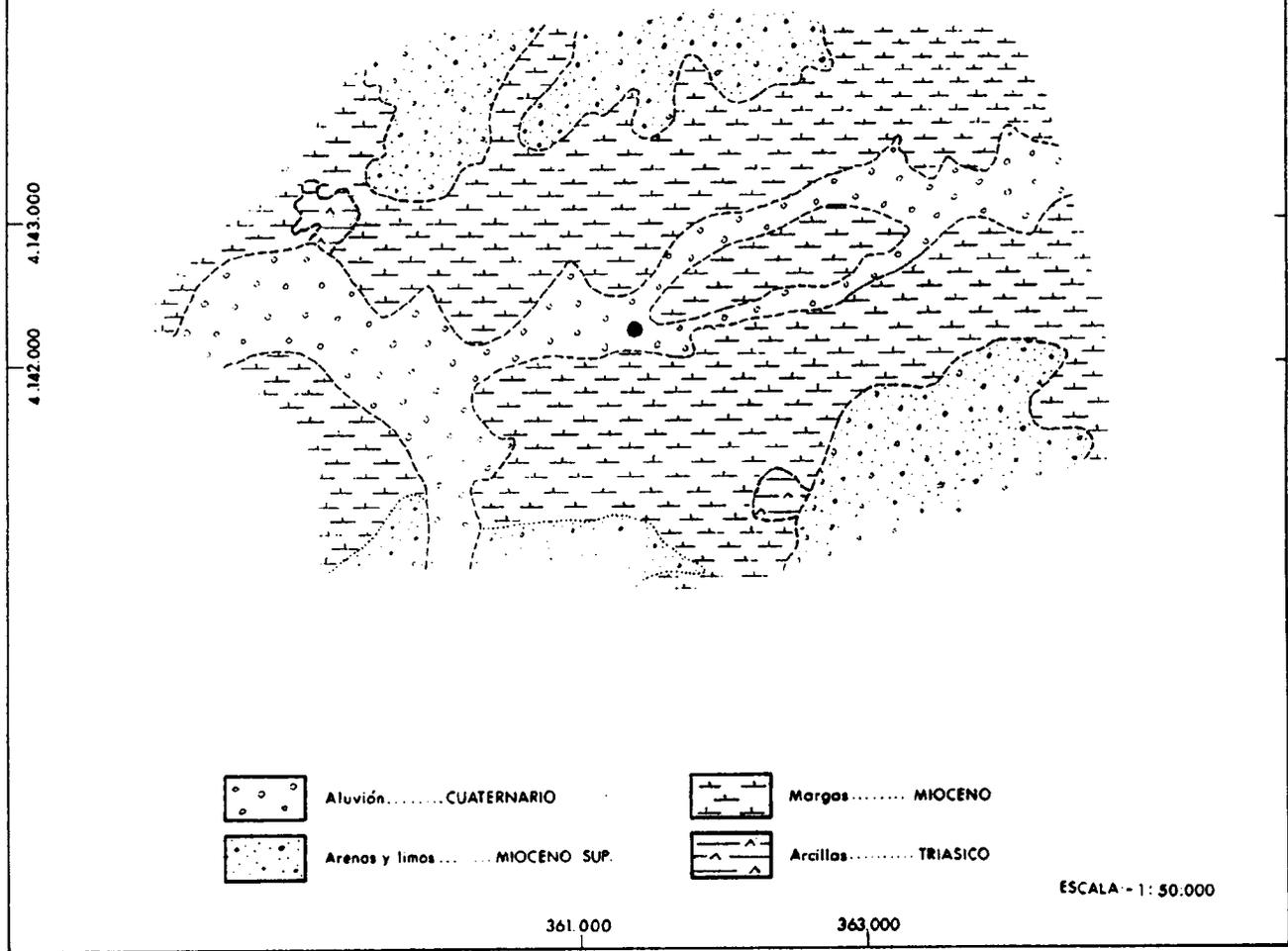
PASCUAL MADRIZ (1845) - Diccionario geográfico-histórico-estadístico de España.

PINEDA DORADO (1986) - Tesis de licenciatura

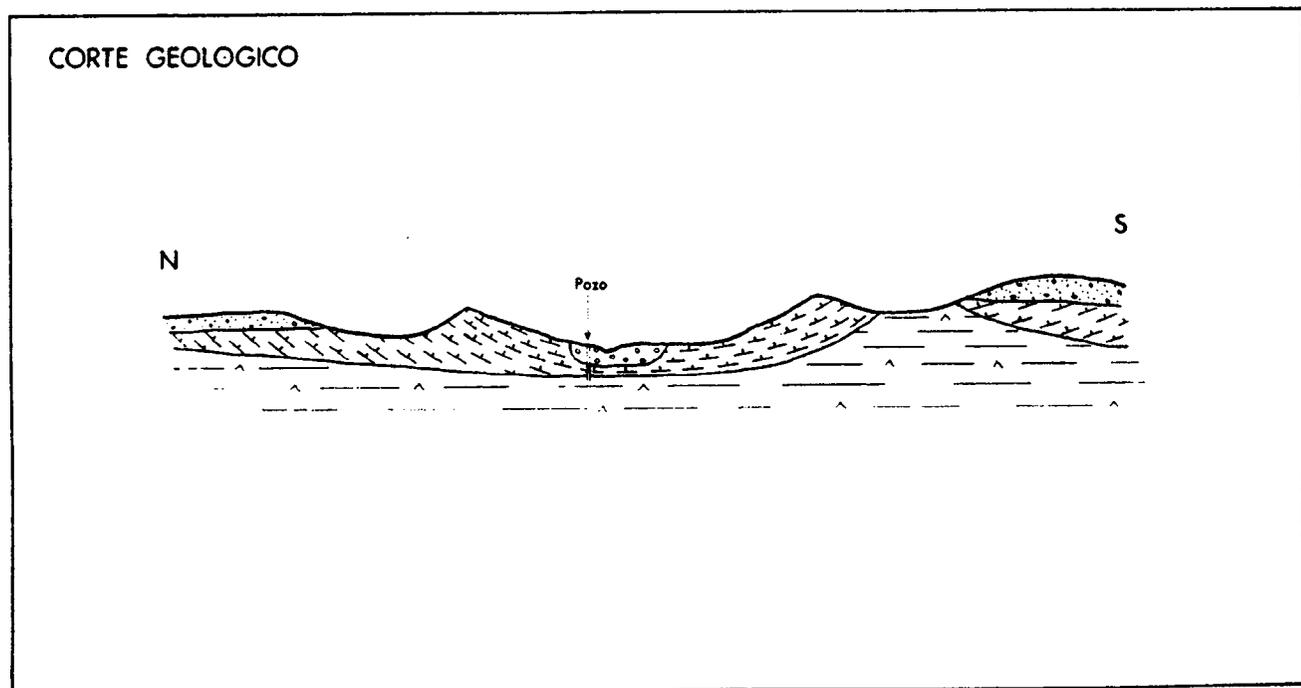
SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1981) - Hoja Puente Genil (16-40) E. 1:50.000.

# EL HORCAJO (LUCENA)

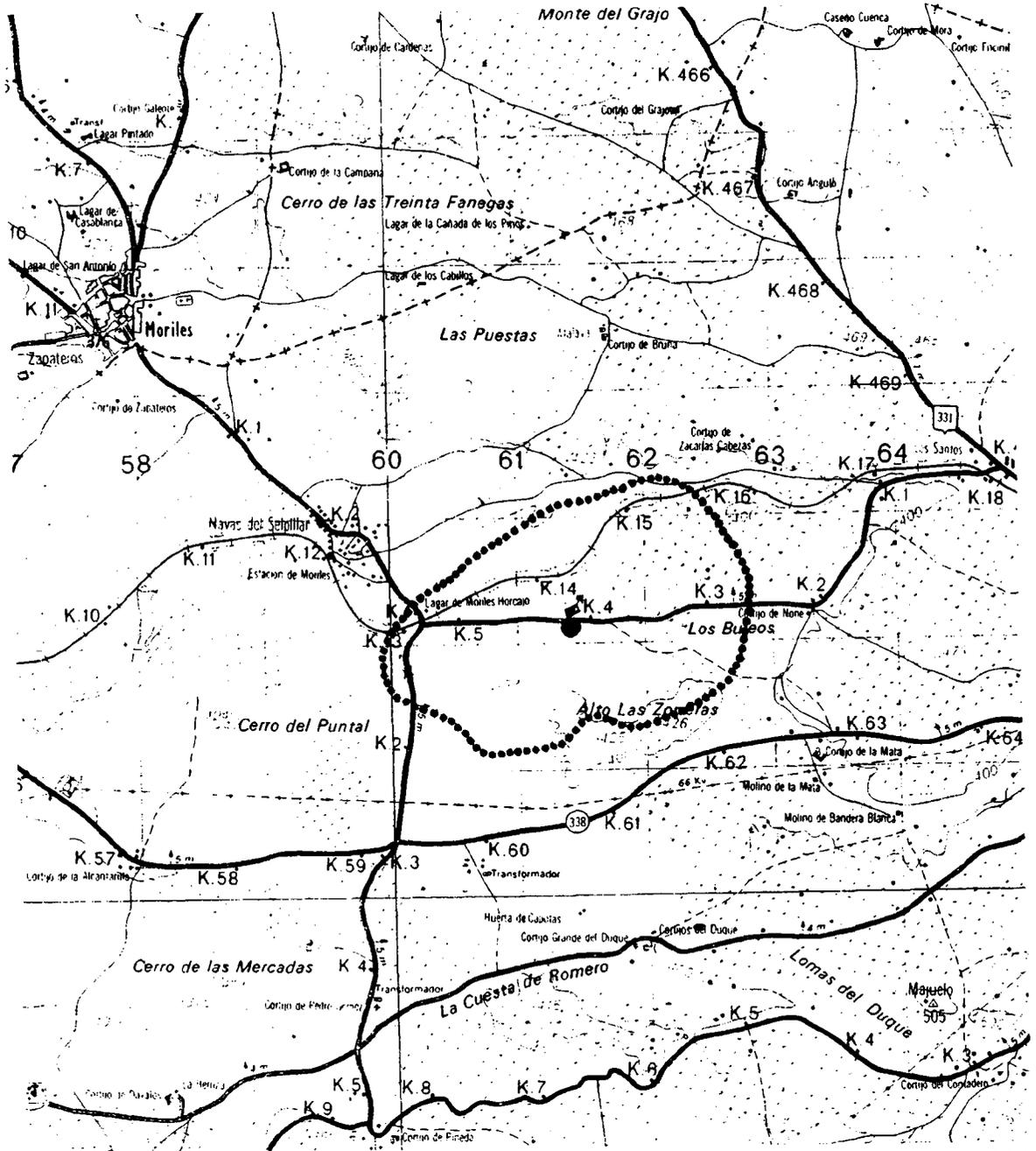
## PLANO GEOLOGICO



## CORTE GEOLOGICO



# PROPUESTA AREA DE PROTECCION (HORCAJO)



ESCALA - 1 : 50.000

LOS BAÑOS DE SANTAELLA (SANTAELLA)

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- SITUACION GEOGRAFICA

Los Baños de Santaella están situados al Sur de la provincia de Córdoba, en el término municipal de Santaella, a unos dos km al Oeste de la población.

Los baños tienen unas coordenadas U.T.M., según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 AGUILAR DE LA FRONTERA (15-39) del Servicio Geográfico del Ejército:

X=336000; Y=4161250

Se encuentran a una altitud de 150 m sobre el nivel del mar según la misma referencia topográfica.

Su acceso se realiza por la carretera comarcal Ecija-Aguilar de la Frontera, los baños se encuentran un km antes de llegar al cruce con la carretera que conduce a Santaella.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Según la bibliografía consultada, los primeros antecedentes de los Baños de Santaella, datan de 1845, del Diccionario Geográfico-Histórico-Estadístico de Pascual Madoz, recopilado en la tesis de licenciatura de Dolores del Carmen

Pineda Dorado de 1986. En el que los únicos datos que aportan son que sus aguas fueron descubiertas en 1828, y que son de muy buenos efectos.

También aparece en la Hidrología Médica de Marcial Taboada de 1870, como importante fuente de agua Minero-medicinal, no declarada de utilidad pública en el decreto del año 1870.

En 1887 también es citada por E. Doz y Builla, en su "Elementos de Hidrología Médica", en éste es clasificada como aguas sulfhídricas, cloruradas sódicas, pero no hace una descripción de detalle de los baños.

Estos baños vuelven a aparecer en el informe del Instituto Geológico de 1913 "Relación por provincias de las aguas Minero-medicinales de España", los únicos datos que nos aporta son: que se trata de aguas claras y transparentes, que tienen olor a huevos podridos, que son de sabor salado y que su temperatura es de 20°C.

Nuevamente aparece en la relación anexa al mapa de España con los puntos de aguas Minero-medicinales perteneciente al informe del I.G.M.E. de 1947, en el que no se aporta ningún dato.

El informe del I.G.M.E. de 1986 sobre "Las aguas Minero-medicinales, Minero-industriales y de bebida envasada existentes en España", lo único que se dice es que se trata de un manantial de aguas sulfhídricas de uso tópico.

Por último se ha de indicar que también los baños de Santaella, en el artículo sobre aguas Minero-medicinales de la Enciclopedia Espasa-Calpe en la que se clasifican sus

aguas como sulfurosas, con una temperatura de 22-20°C y que estaban indicadas para enfermedades de la piel.

Actualmente los baños se encuentran en ruinas y su agua es aprovechada para regar huertas cercanas, no obstante sigue siendo usada por los habitantes de las localidades cercanas, por las condiciones medicinales de las mismas, siendo las indicaciones actuales las mismas que por tradición fueron usadas, enfermedades de la piel y escrofularia. También se ha de señalar que actualmente el barro que originan estas aguas se emplea para evitar la caída del pelo.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS

La zona estudiada se encuentra situada en el borde suroriental de la depresión del Guadalquivir, en la que se pueden encontrar dos tipos de materiales de origen distinto, unos alóctonos, emplazados en la situación actual por deslizamientos en masa (olitostromas), provenientes del Sur, acaecidos durante el Mioceno. El segundo tipo lo constituyen los materiales autóctonos, depositados desde el Mioceno superior hasta la actualidad.

Esta diferenciación no siempre es clara, los deslizamientos no se producen de una vez, sino en diversos momentos, a la vez se estaba produciendo la sedimentación autóctona de la cuenca, lo que da lugar a una continua mezcla de los distintos tipos de materiales.

Por otra parte, en las últimas etapas de los deslizamientos hay materiales que han sufrido muy poco desplazamiento, siendo difícil de encuadrarlos dentro de cualquiera de los dos tipos descritos.

En la zona estudiada afloran tanto materiales alóctonos, como autóctonos y siendo en algún caso difícil de distinguir entre estos dos tipos.

Dentro de los sedimentos alóctonos se diferencia claramente un conjunto de arcillas y margas de colores oscuros y que pueden incluir fragmentos de calizas y dolomías y en el que se pueden datar materiales de muy diversas edades, desde triásicos hasta miocenos superiores, aunque es la masa triásica la que aparece en mayor cantidad. Estos materiales afloran al Sur del manantial y constituyen la base de los demás materiales que vamos a describir a continuación.

En el borde del olitostroma aparecen unas margas de color blanco, que corresponden a los últimos materiales depositados sobre el olitostroma y han sufrido una traslación de muy poco valor, su edad es Mioceno superior y se le calcula una potencia de 40-50 m. Estos materiales se encuentran a unos 300 m al Sur del manantial.

El manantial se encuentra sobre unas margas azuladas que son ya de carácter claramente autóctono, tienen una edad Mioceno superior siendo más antigua hacia el Sur y más moderna hacia el Norte. Su potencia máxima es de unos 700 m, aunque el manantial se encuentra en el borde y en ese punto la potencia es mucho menor.

Sobre los materiales anteriores se depositan unas arenas y areniscas margosas con niveles de conglomerados, corresponden al techo del Mioceno y tienen una potencia de 30-40 m.

Por último cabe citar los materiales cuaternarios, que aunque los vamos a englobar en un solo paquete, existen dos

tipos diferenciados, por una parte las antiguas terrazas aluviales y por otra los aluviones recientes. Todos son de edad cuaternaria y tienen una potencia variable, aunque siempre escasa.

Tectónicamente la zona está caracterizada por ser el borde de los deslizamientos olitostromicos. Esta tectónica de deslizamiento da estructuras caóticas en determinados materiales que pueden englobar a otros no deformados. Sobre estos paquetes deformados se depositan otros, que se encuentran en su posición original y que no han sufrido deslizamientos.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

Los baños de Santaella se encuentran localizados en una zona en la que las precipitaciones oscilan alrededor de los 500 mm anuales, según datos de la estación El Privilegio de la cercana localidad de La Rambla. Geomorfológicamente la zona estudiada está formada por lomas individualizadas y pequeñas alineaciones simétricas, correspondiendo a un substrato de materiales margosos.

El manantial se encuentra situado sobre unas margas azules muy próximas a su contacto con las arenas que se depositan sobre ellas, estas margas constituyen un acuífero de escasa permeabilidad, no existiendo ningún manantial ni pozo que tenga un caudal aceptable y los pocos que existen son de poco caudal y de aguas de poca calidad.

Al encontrarse el manantial muy próximo al contacto con las arenas (más o menos margosas) con las que se encuentra en continuidad estratigráfica y tener tan poca potencia, hace pensar que el origen del agua puede estar relacionado con las arenas, las cuales sí constituyen un acuífero con una

permeabilidad mayor, aunque no llega a ser de gran importancia, debido a la del afloramiento.

Las características químicas del agua, se deben muy posiblemente a las arcillas y margas con yesos triásicos, que constituyen la base de los materiales sobre los que brota el manantial y que en esta zona tienen poca potencia.

Los baños de Santaella están constituídos por tres pequeñas surgencias, muy próximas unas de otras (menos de 10 m), tienen un caudal de unos 12 l/min, sus aguas van al cercano arroyo del Salado que pertenece a la subcuenca del Genil tributario del Guadalquivir.

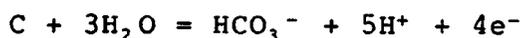
#### 4.- CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS

Como corresponde al carácter sulfhídrico del manantial, el Eh de la muestra presenta un valor muy bajo: -270 mV. El agua es de naturaleza clorurada-sódica, con un elevado contenido salino ( $3.830 \mu\text{S/cm}$ ) y un  $\text{pH}_{\text{c.a.m.p.}}$  de 7,73.

Como se sugiere en el apartado 3, la composición del agua indica que existe un proceso de disolución de formaciones evaporíticas, fundamentalmente de facies tipo halita. Dada la elevada solubilidad de estos materiales, el agua no llega a alcanzar la saturación respecto a los mismos, como se observa en la fig. 1.

La presencia de  $\text{H}_2\text{S}$  es un hecho frecuente en aguas de alto contenido salino, debido al desarrollo de procesos de reducción bacteriana de sulfatos. Por ejemplo, las bacterias del tipo *Sporovibrio rubenskicki* utilizan para su metabolismo el carbono orgánico presente en el medio, el cual reacciona

con el oxígeno tomado del  $\text{SO}_4^{=}$  a través de procesos como el que, de forma simplificada, se describe a continuación:



Entre los compuestos nitrogenados destaca el alto contenido en  $\text{NO}_2^{-}$  del agua: 1 mg/l, el cual sin duda está relacionado con el fuerte carácter reductor del agua (la Reglamentación Técnico-Sanitaria admite una concentración máxima para este ión de 0,1 mg/l).

Los contenidos en flúor y litio presentan valores de 1 y 0,14 mg/l (las aguas asociadas a evaporitas suelen estar enriquecidas en estos elementos). Asimismo el análisis pone de manifiesto la existencia de traza de cadmio (1  $\mu\text{g/l}$ ).

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

Los baños de Santaella se encuentran sobre unas margas miocenas cerca del contacto con unas arenas, tanto las arenas como la zona de contacto de las margas, son las que constituyen el acuífero que drena este manantial.

Las arenas constituyen geomorfológicamente las zonas más elevadas, mientras que las margas forman depresiones y relieves muy suaves, lo que favorece que la descarga de las primeras sea hacia las margas, en cuyos bordes se sitúan los únicos manantiales de la zona, y que sin duda están relacionados con el estudiado.

La zona que se propone está condicionada por los afloramientos de las arenas y se alarga un poco en la dirección

# ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: BAÑOS DE SANTAELLA  
 FECHA:

TEMPERATURA (°C):	15.9	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	38.50
pH a 15°C:	7.73	DUREZA TOTAL (ppm CaCl2):	178
pH a 18°C:	8.00	En campo (mV):	-270

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	343.00	5.622	5.622	15.17
CO3=	-	-	-	-
SO4=	93.00	.968	1.936	5.23
Cl-	1037.00	29.254	29.254	78.96
F-	1.000	.053	.053	.14
NO3-	10.00	.161	.161	.44
SiO2 (H4SiO4)	21.8	.363	-	-
H	-	-	-	-
NO2-	1.000	.022	.022	.06
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	0.00
<b>TOTAL.....</b>	<b>1506.850</b>	<b>36.443</b>	<b>37.049</b>	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	749.00	32.582	32.582	89.19
K+	13.00	.332	.332	.91
Ca++	28.00	.699	1.397	3.82
Mg++	26.00	1.069	2.139	5.85
Fe++	.010	0.000	0.000	0.00
Li+	.14	.020	.020	.06
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.15
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	.051	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
<b>TOTAL.....</b>	<b>816.816</b>	<b>34.723</b>	<b>36.530</b>	

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

CLASIFICACION: CLORURADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	4.024	Cl/Na =	.898	(SO4*Ca) <sup>1/2</sup> =	1.645
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	1.590	Cl/(Na+K) =	.889	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.909
((CO3H) <sup>2</sup> *Ca) <sup>1/3</sup> =	3.535	SO4/Ca =	1.386	Mg/Ca =	1.531
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	2.137	SO4/(Ca+Mg) =	.548	Cl/CO3H =	5.204

ARCHIVO EN DISCO: MMC05 (AMA4-05)

	ppm
R.S. 110°C	2787
D.Q.O.	3,0
CN <sup>-</sup>	-
Cd	0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

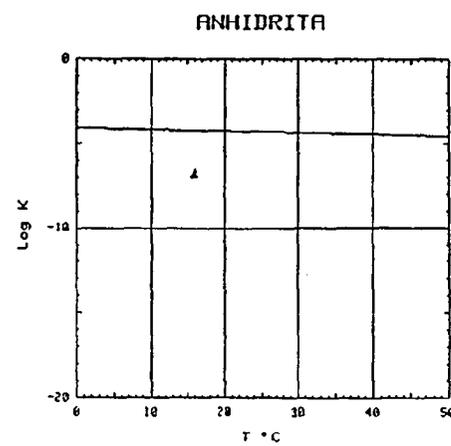
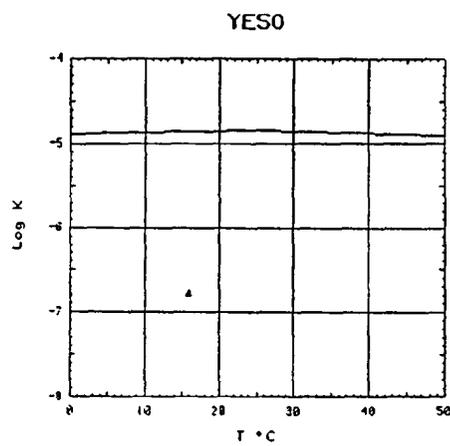
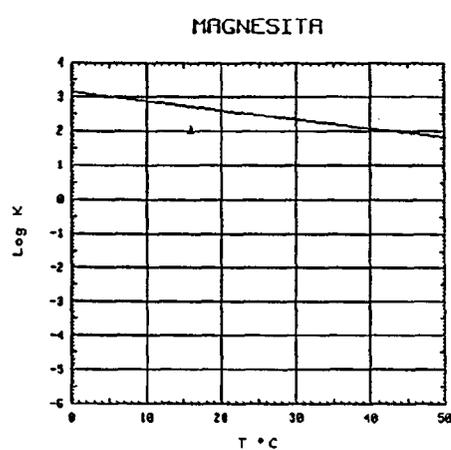
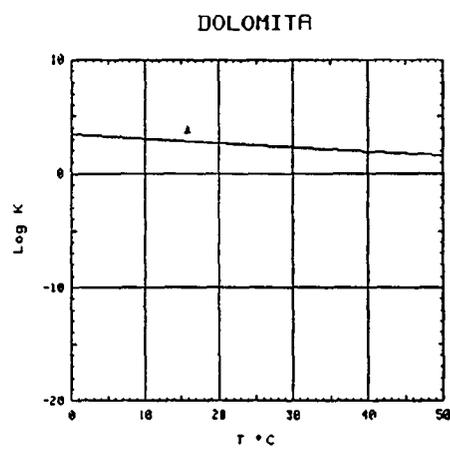
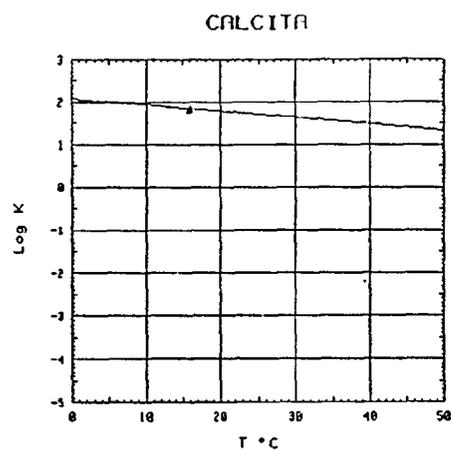
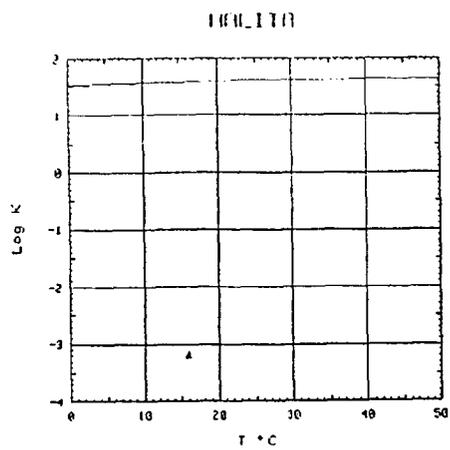


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DE BAÑOS DE SANTAELLA

del Arroyo del Salado que la atraviesa. Al Sur-Oeste del manantial afloran unas terrazas cuaternarias que constituyen un pequeño acuífero, pero este se encuentra independizado del estudiado.

El área propuesta tiene una superficie de unos 4 km<sup>2</sup>, sus límites vienen marcados tanto por la naturaleza de los materiales, como por la disposición geomorfológica de los mismos.

#### 6.- BIBLIOGRAFIA

DOZ Y BULLA (1887) - Hidrología Médica

ESPASA-CALPE - Artículo de aguas Minero-medicinales.

I.G.M.E. (1913) - Relación por provincias de las aguas Minero-medicinales de España.

I.G.M.E. (1947) - Mapa de España con los puntos de aguas Minero-medicinales.

I.G.M.E. (1975) - "Hoja Geológica" ECIJA (15-39). E. 1:50.000 Plan Magna. Mapa y memoria.

I.G.M.E. (1986) - Relación por provincias de las aguas Minero-medicinales, Minero-industriales y de bebida envasada existentes en España.

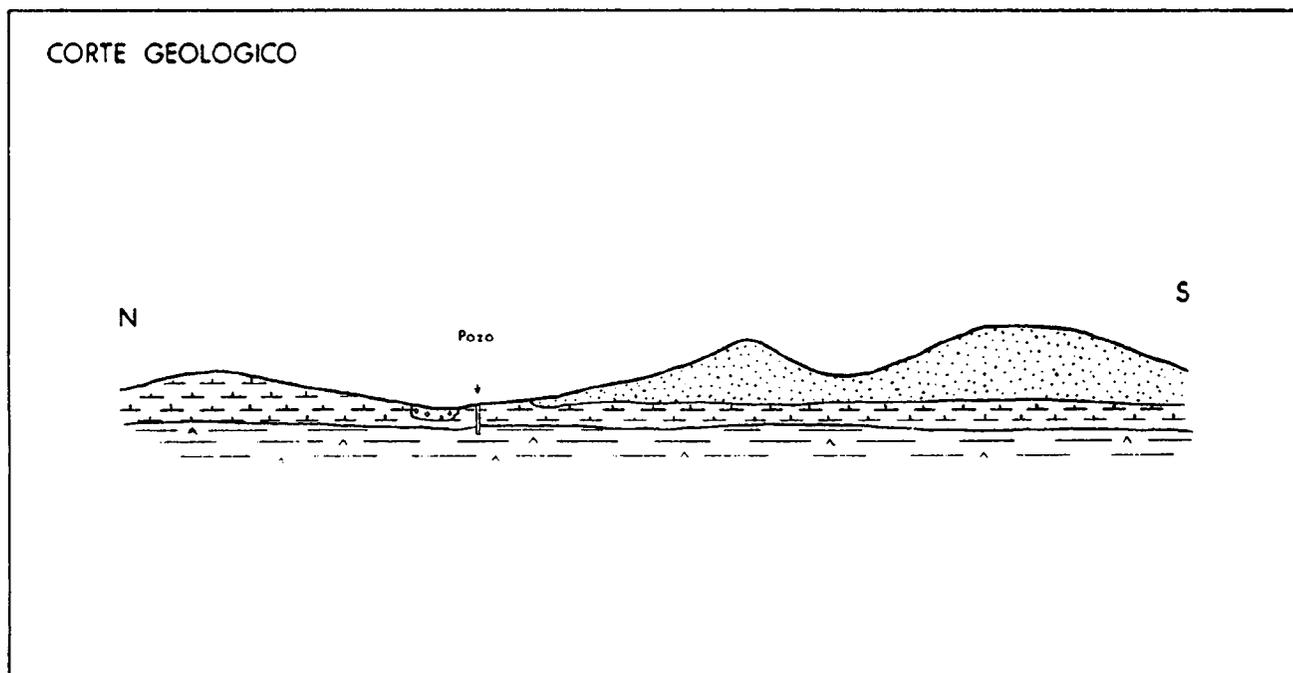
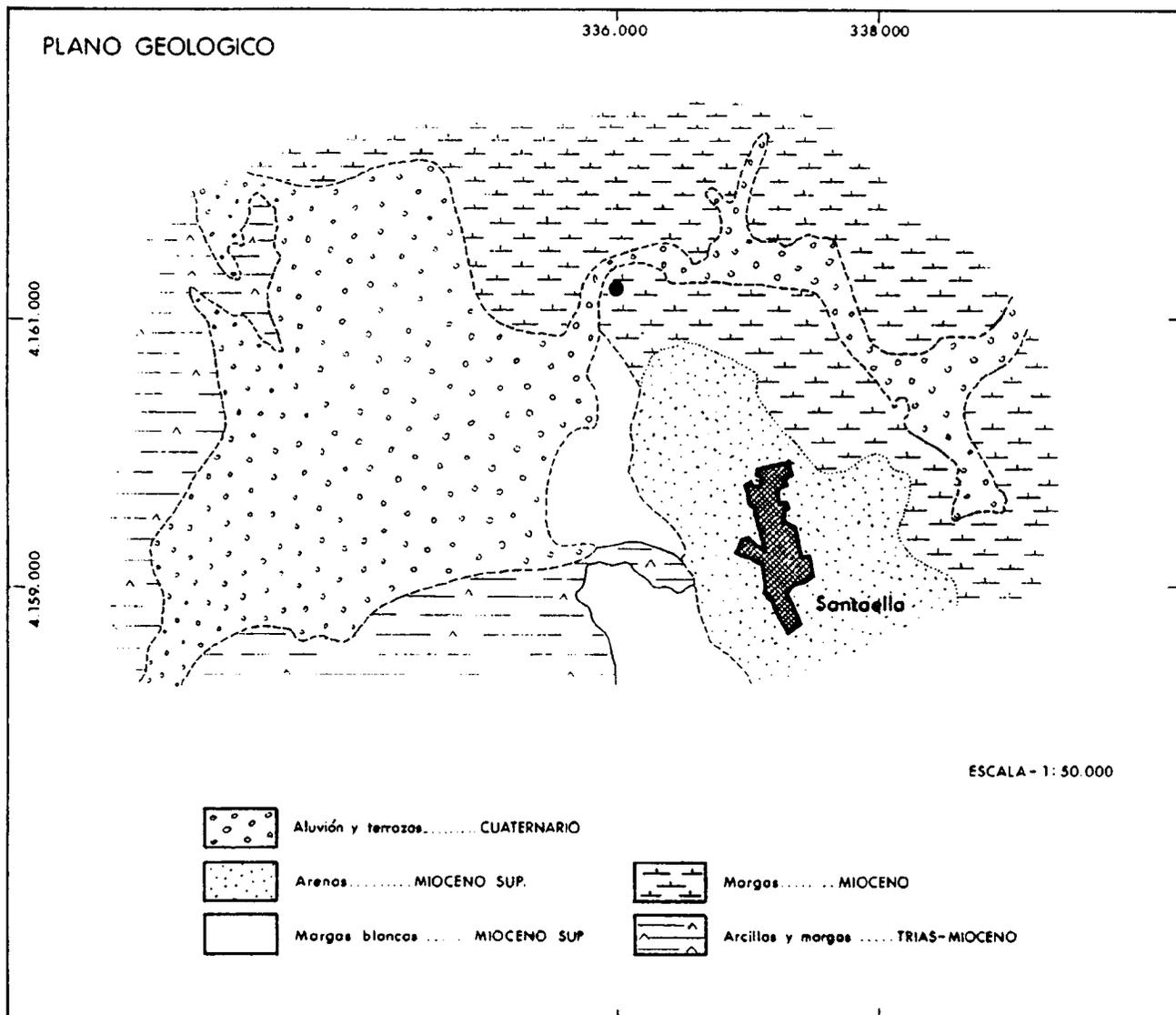
JUNTA DE ANDALUCIA (1986) - Libro blanco de la minería andaluza.

PASCUAL MADDOZ (1845) - Diccionario geográfico-histórico-estadístico de España.

PINEDA DORADO (1986) - Tesis de licenciatura.

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1981) - Hoja ECIJA (15-39)  
E. 1:50.000.

# BAÑOS DE SANTAELLA (SANTAELLA)





## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- SITUACION GEOGRAFICA

El pozo se encuentra situado al Sureste de la provincia de Córdoba, en el término municipal de Fuente-Tójar, al Este de la citada localidad, cerca de la aldea de la Cubertilla, de la que toma el nombre.

El pozo tiene unas coordenadas U.T.M. según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 ALCAUDETE (18-39) del Servicio Geográfico del Ejército:

X=401900, Y=4152100

Y a una altitud de 560 m sobre el nivel del mar, según la misma referencia topográfica.

Su acceso se realiza por la carretera local Fuente-Tójar Todosaires, a cuatro km de Fuente-Tójar se toma un desvío hacia la Cubertilla, a un km del cruce y a la izquierda de la carretera se encuentra el pozo.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Según la bibliografía consultada, los primeros datos que se tienen de la existencia de un punto de agua Minero-me-

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- SITUACION GEOGRAFICA

El pozo se encuentra situado al Sureste de la provincia de Córdoba, en el término municipal de Fuente-Tójar, al Este de la citada localidad, cerca de la aldea de la Cubertilla, de la que toma el nombre.

El pozo tiene unas coordenadas U.T.M. según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 ALCAUDETE (18-39) del Servicio Geográfico del Ejército:

X=401900, Y=4152100

Y a una altitud de 560 m sobre el nivel del mar, según la misma referencia topográfica.

Su acceso se realiza por la carretera local Fuente-Tójar Todosaires, a cuatro km de Fuente-Tójar se toma un desvío hacia la Cubertilla, a un km del cruce y a la izquierda de la carretera se encuentra el pozo.

### 1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Según la bibliografía consultada, los primeros datos que se tienen de la existencia de un punto de agua Minero-me-

dicinal en el término municipal de Fuente Tójar, corresponden a la Relación por Provincias de las aguas Minero-medicinales de España, correspondiente a un informe del Instituto Geológico de 1913, en el que lo único que se dice es: que en un lugar llamado la Cubertilla, brota en un pequeño manchón mioceno, una fuente de agua mineral sulfurosa. No dando más datos.

También aparece en la relación anexa al Mapa de España con los puntos de aguas Minero-medicinales, no aportando ningún dato.

Por último es mencionada en el informe del I.G.M.E. (1986): Las aguas Minero-medicinales, Minero-industriales y de bebida envasada existentes en España. En el que el único dato que se tiene es que se trata de un manantial de aguas sulfhídricas, no dando datos ni de su estado ni de su uso.

Según la bibliografía consultada, no se ha encontrado ningún tipo de análisis de las aguas del pozo de la Cubertilla.

La utilización actual del pozo (aunque en bibliografía aparezca alguna vez como manantial, se trata de un pozo surgente) se ha reducido a carácter agrícola, regándose con sus aguas las huertas cercanas.

Se han construído en sus inmediaciones unos lavaderos, que se encuentran en buen estado, pero que no son actualmente utilizados. Los habitantes de Fuente Tójar y de la Cubertilla utilizan su agua para hervir las legumbres y para el consumo doméstico, pues afirman que son buenas para el estómago y para la piedra de riñón.

## 2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS

El área estudiada se encuentra situada en el borde de la zona Subbética muy cerca de los materiales pertenecientes a la Depresión del Guadalquivir.

Los materiales que en ella afloran pertenecen en su mayoría a los depósitos de "albarizas" o "moronitas", cuyo origen está relacionado con los reajustes isostáticos post-orogénicos, pudiéndose considerar como formaciones tecto-sedimentarias. Estos materiales aparecen en la zona directamente sobre materiales triásicos.

Las albarizas están formadas por unas margas blancas calcáreas con diatomeas, que en determinados sectores son unas margas arenosas, que hasta pueden presentar estructuras sedimentarias, son de una edad Mioceno superior (Tortonense) y llegan a tener una potencia hasta 300 m según bibliografía. Es en estos materiales donde se encuentra el pozo.

Intercalado en los materiales anteriormente descritos afloran unas calcarenitas, que tienen una potencia inferior a los siete metros, algunos de estos afloramientos se encuentran muy cerca del pozo, el cual puede que corte a una de estas intercalaciones.

Sobre las margas blancas (albarizas) y discordantes con ellas, aparecen unas calizas con algas que se presentan en bancos de 1 m a 20 cm y que llegan a tener en este sector una potencia de 30 m.

Los materiales más modernos de la zona lo constituyen los aluviones cuaternarios del río Guadajoz.

Tectónicamente lo más destacable de la zona es el origen olitostromico de las margas blancas con diatomeas. En la zona existen dos fracturas de dirección N80E y otra de N350E, muy posiblemente el pozo se encuentra sobre una fractura con esta última dirección.

### 3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

El pozo de la Cubertilla se encuentra situado en una zona en la que las precipitaciones medias anuales oscilarían entre 370 y 500 mm según las estaciones de las cercanas localidades de Baena y Alcaudete. Geomorfológicamente esta zona se caracteriza por una serie de formas suaves correspondientes a las margas; intercalados pueden verse unos escarpes que corresponden a las intercalaciones de calcarenitas; sobre este conjunto destacan los afloramientos más escarpados de calizas.

Las margas no constituyen un acuífero lo suficientemente importante como para explicar el caudal del pozo. Pero si se tiene en cuenta: a) que éste se encuentra sobre un pequeño barranco que forman las margas, que muy posiblemente se trate de una pequeña fractura; b) que muy cerca del mismo aflora una pequeña mancha de calcarenitas; c) que las margas sobre las que se encuentra el pozo tienen una proporción importante de arenas (puntualmente se trataría de unas margas arenosas o arenas margosas). Estas condiciones favorecen la circulación del agua, originando un pequeño acuífero de carácter local, que es el que drena el pozo de la Cubertilla.

En este pequeño acuífero la circulación del agua se produce tanto por porosidad como por fracturación, la base impermeable la pueden constituir niveles de margas sin arenas

o las cercanas arcillas del triás, lo cual podría explicar las características químicas del agua.

El pozo de la Cubertilla tiene un caudal de 1,8 l/seg, medidos el 15 de Mayo de 1991, sus aguas van al cercano río Guadajoz que es tributario del Guadalquivir.

#### 4.- CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS

Agua bicarbonatada-sódica de mineralización elevada (1652  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), con  $\text{pH}_{\text{campo}} = 8,36$  y  $\text{Eh} = +117$  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 los contenidos en  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{HCO}_3^-$  de la muestra: 14 y 528 mg/l respectivamente, con una relación  $r\text{HCO}_3^- + r\text{CO}_3^{--} / r\text{Ca}^{2+} = 13,2$  (la concentración en magnesio también es baja -13 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) Aportes 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 siguiente argumentación: el agua en contacto con arcillas ricas en sodio (¿Keuper?) cede iones  $\text{Na}^+$  y absorbe iones  $\text{Ca}^{2+}$ , lo que supone una perturbación del equilibrio que tiende a corregirse 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 muestra en cuestión. Asimismo, la figura 1 refleja la sobresaturación respecto a la calcita derivada de estas condiciones de pH.

$\text{HCO}_3^-$	.....	528 mg/l
$\text{Na}^+$	.....	326 mg/l
$\text{Ca}^{2+}$	.....	14 mg/l
pHcampo	.....	8,36

Los contenidos en sulfatos, flúor, litio e incluso sílice (160, 1, 0,34 y 57,2 mg/l respectivamente) son relativamente elevados, pudiendo constituir en el presente contexto indicios de cierta influencia evaporítica. En lo que respecta a compuestos nitrogenados, sus concentraciones son en todos los casos muy bajas.

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

El pozo se encuentra sobre una fractura que corta las albarizas, las cuales debido a las características locales forman un pequeño acuífero.

Este acuífero está constituido por la parte más arenosa de las margas y por las cercanas calcarenitas, las cuales tienen un buzamiento que favorece la circulación del agua hacia el pozo. Estos dos tipos de materiales están cortados por la fractura, la cual aumenta la permeabilidad (por frac-

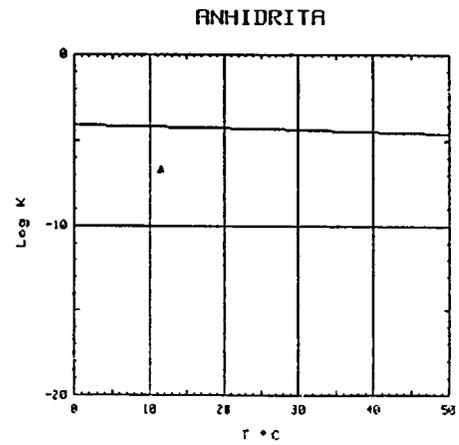
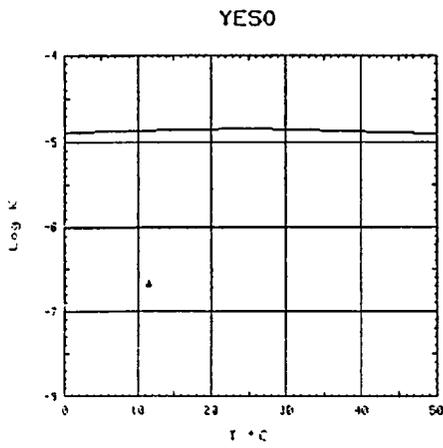
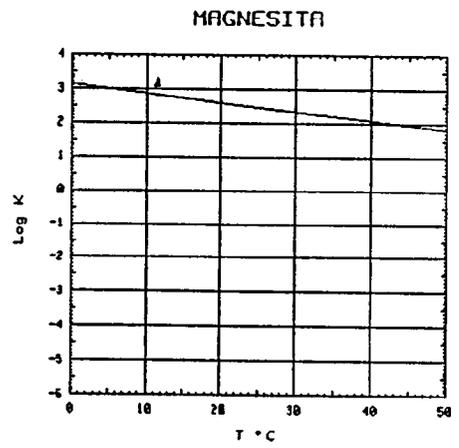
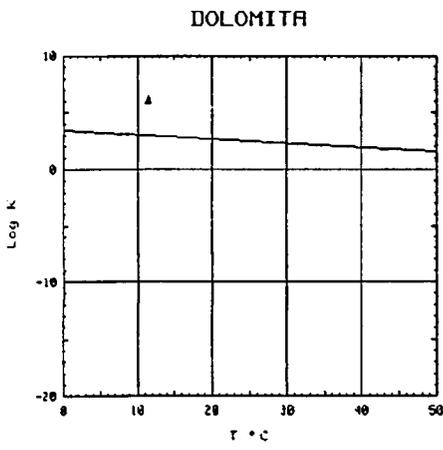
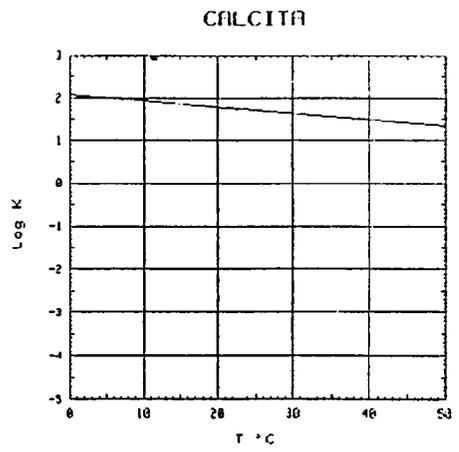
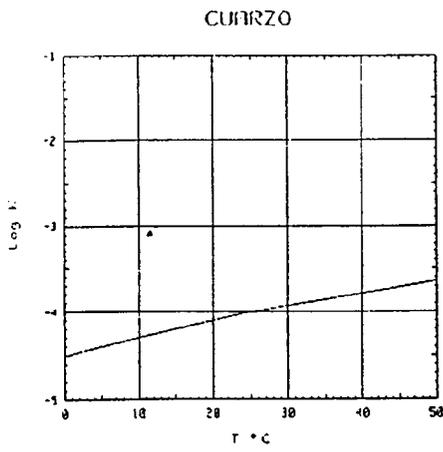


FIG. .- DIAGRAMAS DE SATURACION MINERAL DEL POZO DE LA CUBERTILLA

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

DENOMINACION: POZO DE LA CUBERTILLA  
 FELBA :

-----  
 TEMPERATURA (°C): 11.5      CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 1452  
 pH a 11°C: 8.36      DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 89  
 pH a 15°C: 8.40      Eh campo (mV): 117  
 -----

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	528.00	8.654	8.654	52.26
CO3=	18.00	.300	.600	3.62
SO4=	160.00	1.666	3.331	20.12
Cl-	135.00	3.808	3.808	23.00
F-	1.000	.053	.053	.32
NO3-	7.00	.113	.113	.68
SiO2(H4SiO4)	57.2	.952	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	906.260	15.546	16.561	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	326.00	14.181	14.181	87.20
K+	8.00	.205	.205	1.26
Ca++	14.00	.349	.699	4.30
Mg++	13.00	.535	1.069	6.58
Fe++	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Li+	.34	.049	.049	.30
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.34
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.008	0.000	0.000	0.00
Pb	.058	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	362.026	15.340	16.262	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	13.246	Cl/Na =	.269	(SO4*Ca)^1/2 =	1.526
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	5.234	Cl/(Na+K) =	.265	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.473
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	3.740	SO4/Ca =	4.768	Mg/Ca =	1.531
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	7.118	SO4/(Ca+Mg) =	1.884	Cl/CO3H =	.440

ARCHIVO EN DISCO: MMCO1 (AMA4-01)

	ppm
R.S. 110°C	1130
D.Q.O.	1,8
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	0,001
Hg	-

turación) y hace que exista una circulación del agua entre ellos.

En la zona estudiada no existen ni manantiales ni pozos relacionados con el acuífero estudiado. Los manantiales más cercanos son los existentes en el contacto entre las calizas con algas (que ocupan las zonas topográficamente más elevadas) y las margas, pero el origen de estos es totalmente independiente del estudiado.

El área propuesta para su protección tiene una superficie de unos 4 km<sup>2</sup> y abarca a los materiales que forman el acuífero y a la fractura que los atraviesa.

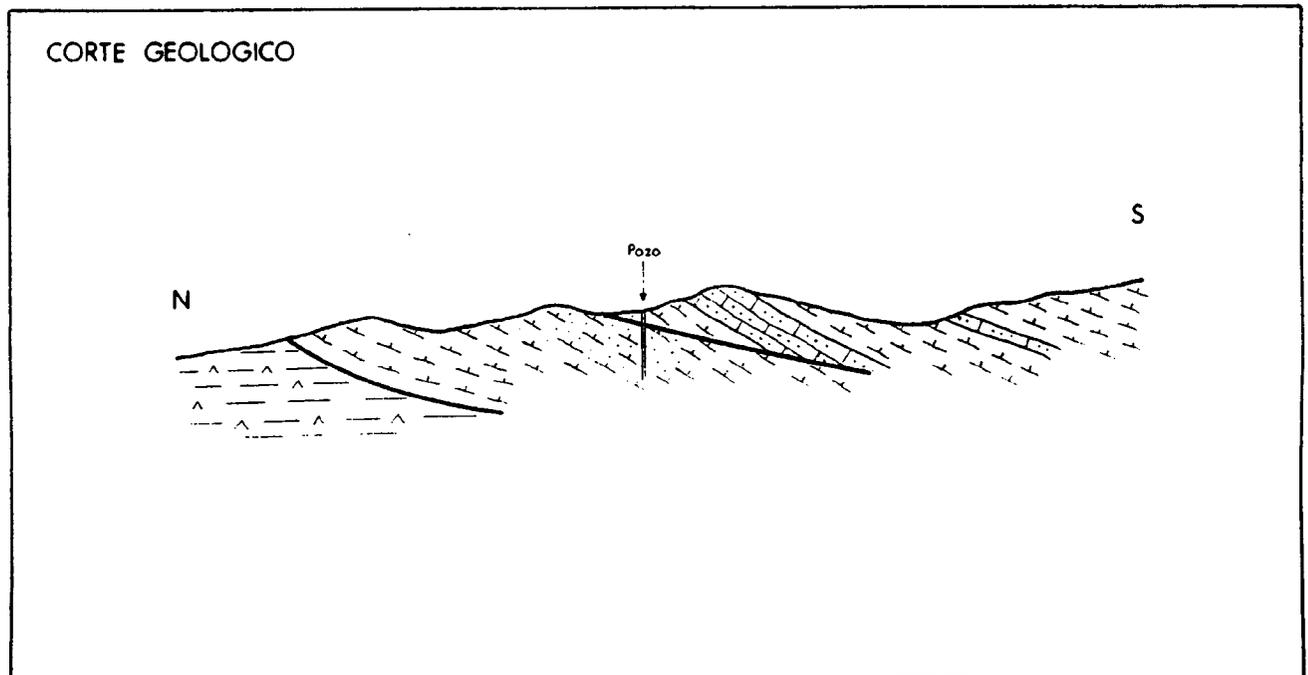
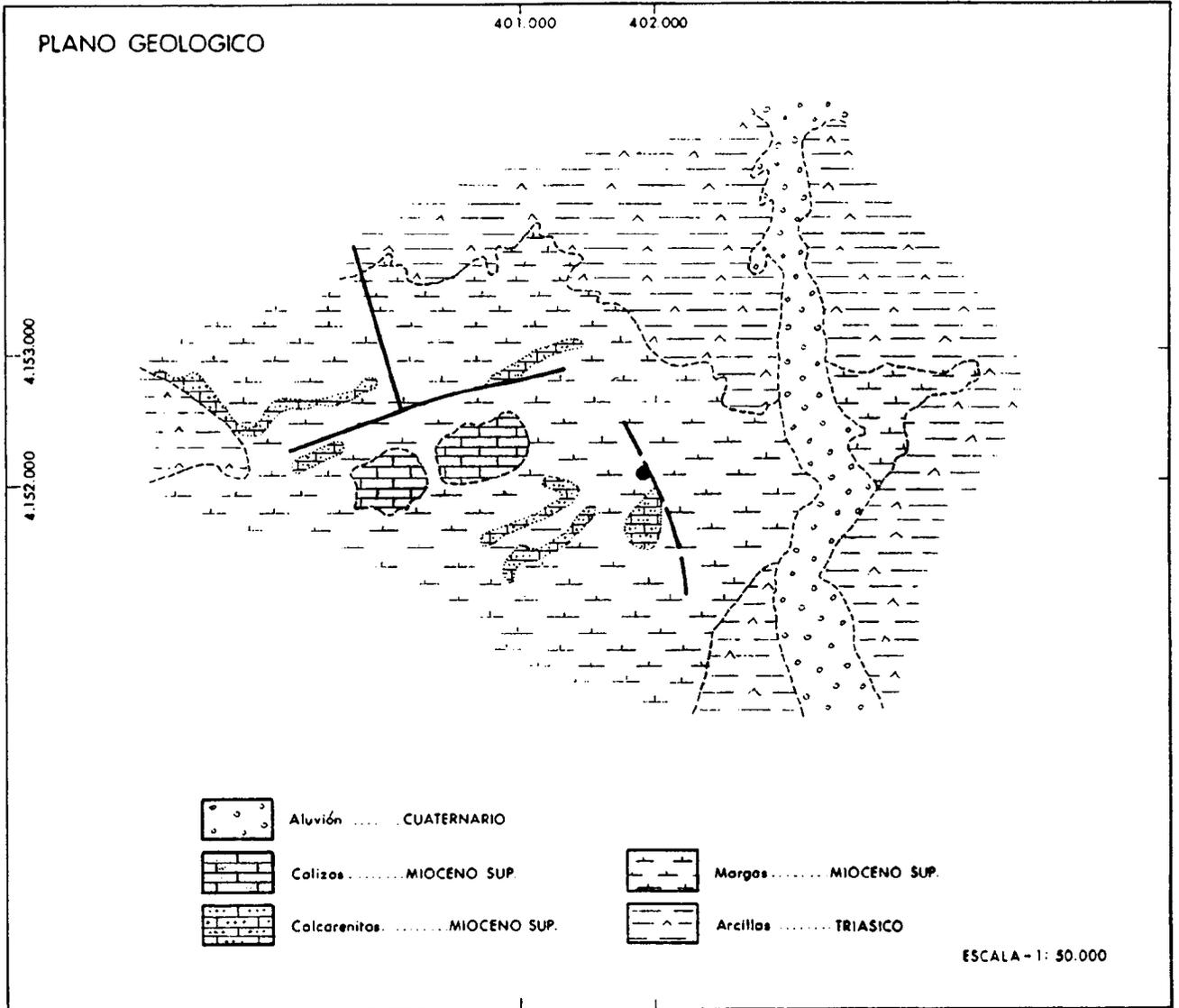
#### 6.- BIBLIOGRAFIA

- I.G.M.E. (1913) - Relación por provincias de las aguas Minero-medicinales de España.
- I.G.M.E. (1947) - Mapa de España con los puntos de aguas Minero-medicinales.
- I.G.M.E. (1986) - Informe de las aguas Minero-medicinales, Minero-industriales y de bebida envasada existentes en España.
- I.G.M.E. (1991) - "Hoja Geológica" ALCAUDETE (18-39) E. 1:50.000 Plan Magna. Mapa y memoria. (Inédito).
- JUNTA DE ANDALUCIA (1986) - Libro blanco de la minería andaluza.

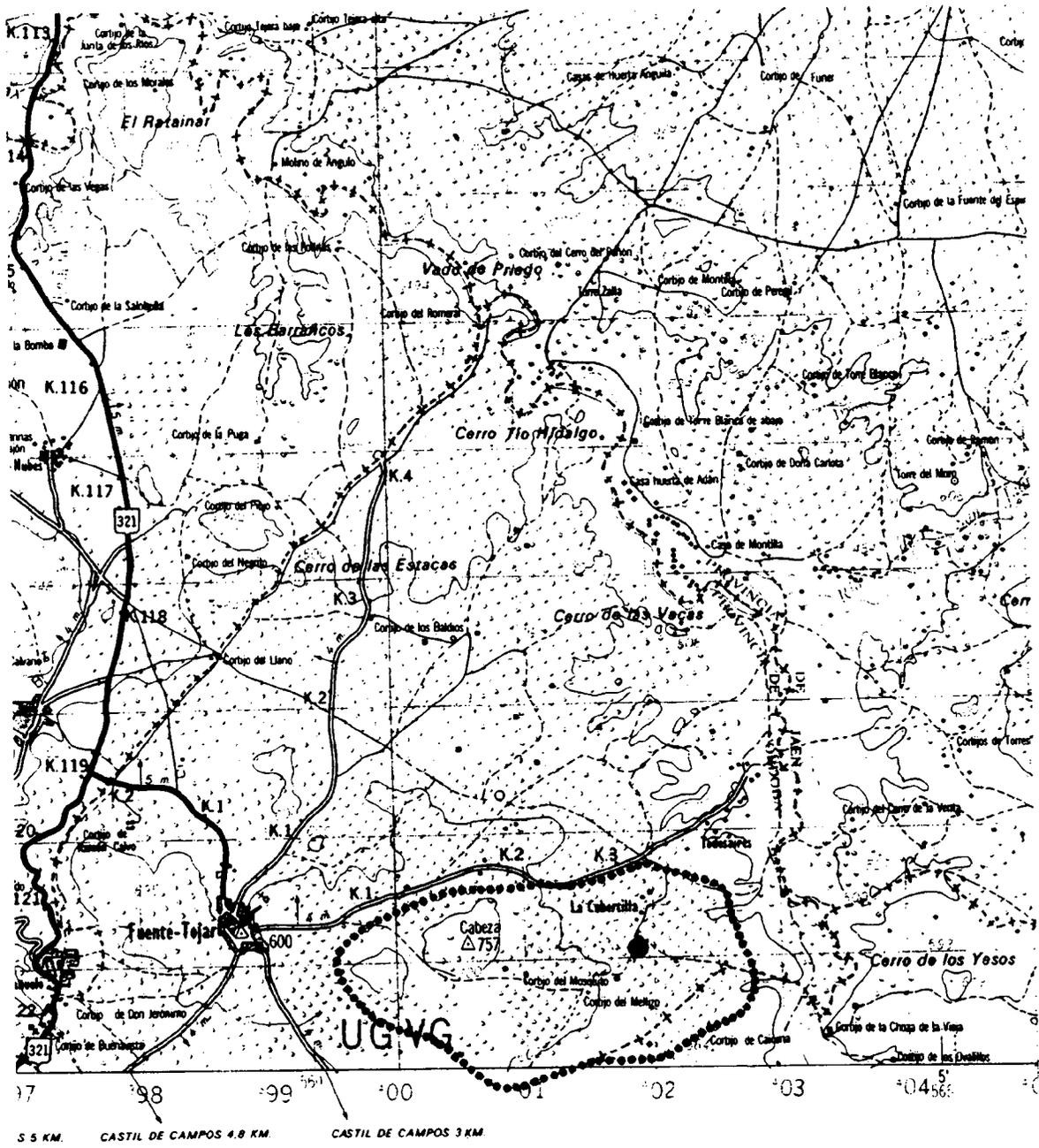
SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO - Hoja ALCAUDETE (18-39) E.  
1:50.000.

# LA CUBERTILLA

## (FUENTE TOJAR)



# PROPUESTA AREA DE PROTECCION (LA CUBERTILLA)



ESCALA - 1 : 50.000