

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

ESTUDIO DE DETALLE DE LA PROVINCIA DE CADIZ
TOMO 7

35747

I N D I C E

	<u>Págs.</u>
<u>INTRODUCCION</u>	1
<u>MANANTIAL LOS CONEJOS (VILLAMARTIN)</u>	3
<u>MANANTIAL "ARROYO DE LOS BAÑOS" (ALGODONALES)</u>	15
<u>MANANTIAL "EL JARAL" (EL GASTOR)</u>	26
<u>MANANTIAL LOS PEDERNALES (OLVERA)</u>	37
<u>MANANTIAL EL NACIMIENTO (GRAZALEMA)</u>	48
<u>MANANTIAL MULERA (UBRIQUE)</u>	64
<u>MANANTIAL CALERA (UBRIQUE)</u>	76
<u>MANANTIAL LECHO DEL MEDIO (UBRIQUE)</u>	87
<u>EL TEMPUL (JEREZ DE LA FRONTERA)</u>	98
<u>MANANTIAL DEL TORERO DE CURRO PEREZ (JEREZ DE LA F.)</u>	110
<u>BAÑOS DE GIGONZA (JEREZ DE LA FRONTERA)</u>	120

	<u>Págs.</u>
<u>FUENTE SANTA (PATERNA DE LA RIVERA)</u>	132
<u>FUENTE DE LOS CERRAJONES (PATERNA DE LA RIVERA)</u>	144
<u>LOS BAÑOS (PATERNA DE LA RIVERA)</u>	155
<u>FUENTE DEL VISILLO (MEDINA-SIDONIA)</u>	166
<u>POZO ENMEDIO (ALCALA DE LOS GAZULES)</u>	177
<u>MANANTIAL DEL CUERVO (MEDINA-SIDONIA)</u>	189
<u>MANANTIAL JINOGERA (CONIL DE LA FRONTERA)</u>	201
<u>BALNEARIO DE FUENTE AMARGA (CHICLANA DE LA FRONTERA)</u>	214
<u>POZO AMARGO (PUERTO SERRANO)</u>	226

INTRODUCCION

En la provincia de Cádiz se han reconocido 31 puntos de inventario, relacionados con el grupo de manantiales llamados minero-medicinales minerales naturales o de bebida envasada. Esta selección se llevó a cabo tras realizar una minuciosa recopilación bibliográfica consultando las distintas fuentes de documentación, como tratados de hidrología, listados oficiales, archivos en Jefatura de Minas y principalmente en publicaciones periódicas del propio ITGE para este tema.

De la relación del Archivo Nacional de Aguas Minero-Medicinales y de Bebida Envasada para la Comunidad Autónoma de Andalucía del ITGE, en la provincia de Cádiz, ya se conocían 17 puntos, aumentándose 14 nuevos puntos.

En cuanto a la naturaleza del total de estos 31 puntos, 28 son manantiales y 3 son pozos, y en cuanto a su utilización existe un balneario en funcionamiento (Balneario de Fuente Amarga de Chiclana), y 3 que actualmente no se usan, estando en ruinas (Pozo Amargo en Puerto Serrano, Baños de Gigonza en Jerez de la Frontera y Fuente Santa en Paterna de la Rivera).

Tan sólo está declarado de Utilidad Pública el Balneario de Fuente Amarga, los tres restantes citados anteriormente tienen petición de declaración de agua minero-medicinal, así como el manantial de Santa Rita (Algeciras).

El manantial el Torero de Curro Pérez (Jerez de la Frontera) tiene autorización de envasado y existen dos proyectos para envasar (El Nacimiento de Grazalema y El Tempul de Jerez de La Frontera), este último fue rechazado como agua mineral y la solicitud actual es de agua natural. Actualmente no existe en la provincia ninguna planta de envasado de agua.

Este volumen recoge los informes hidrogeológicos de los puntos seleccionados dentro del grupo de 31 inventariados y que ascienden a 20. En cada uno de ellos se describe su situación geográfica, utilización y datos históricos, marco geológico, características hidrogeológicas e hidroquímicas, propuesta de área de protección y bibliografía consultada.

Desde el punto de vista químico predominan grupos de facies bicarbonatadas cálcico-magnésicas y cloruradas sódicas.

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

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

MANANTIAL LOS CONEJOS (VILLAMARTIN)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial Los Conejos se encuentra situado al Norte de la provincia de Cádiz, en la ladera Este de la Sierra de Santa Lucía y muy cerca del cortijo de los Conejos, en el término municipal de Villamartín. Con unas coordenadas U.T.M. X=273900, Y=4083800 y a una altura de 200 m sobre el nivel del mar según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 Montellano (13-43) del Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por la carretera Jerez de la Frontera-Antequera, y en el km 65,500 se toma un carril hacia el Sur, hasta llegar al cortijo de los Conejos. Al pie del mismo y sobre el arroyo Comares se encuentra el manantial.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Según la bibliografía consultada la primera vez que aparece mencionado este manantial como punto de agua minero-medicinal es en el informe del Instituto Geológico, "Relación por provincias de aguas minero-medicinales de España" de 1913 que lo denomina como aguas de Algodonales. También aparece como manantial de aguas ferruginosas en los informes del I.G.M.E. de 1947 y de 1986, aunque lo sitúan en el

término municipal de Algodonales con su nombre actual, cuando realmente pertenece al término municipal de Villamartín.

Asimismo es citado en el "Inventario general de manifestaciones geotérmicas del Territorio Nacional" y en el informe de prospección geotérmica de Andalucía occidental de 1983, siendo este el único manantial considerado termal dentro de la provincia de Cádiz.

Al encontrarse el manantial sobre el arroyo Comares sus aguas se pierden durante casi todo el año; en verano el caudal de éste baja considerablemente y es utilizado terapéuticamente, tomando baños en la pequeña balsa que se forma. Es usado para problemas en la piel así como para dolores reumáticos y en menor cantidad, como bebida para problemas estomacales.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico la zona estudiada se encuentra situada en el extremo occidental de las Cordilleras Béticas, en las cuales se distinguen tradicionalmente las zonas Externas y las Internas, correspondiendo a las deformaciones de cobertera y zócalo respectivamente. Las zonas internas se dividen a su vez en Zona Circumbética y Zona Bética.

En las zonas Externas donde se encuentra el manantial se distingue el Prebético y el Subbético.

El manantial se encuentra en el Subbético sin poder precisar si es Interno, Medio o Externo pues se encuentra en el contacto entre las arcillas triásicas y unas calizas cretácicas, con un carácter alóctono fácilmente reconocible, por

la mezcla caótica de los elementos litológicos que forman el Triás.

Litológicamente las arcillas triásicas corresponden a las facies Germano-Andaluz y están constituídas por arcillas de colores variados, que engloban gran cantidad de yesos y paquetes de dolomías o calizas dolomíticas, con nódulos de azufre y pequeños afloramientos ofíticos.

Los materiales Cretácicos están constituídos por unas calizas arcillosas de color rojizo en bancos de 0,2 a 0,5 metros de espesor, con nódulos de sílex negro en la base y una potencia que no sobrepasa de 150 m.

Tectónicamente, la zona se trata de una masa de materiales triásicos con una disposición extremadamente caótica presentándose siempre discordante con los tramos competentes y en los que no se presentan direcciones estructurales y tectónicas dominantes.

Sobre estos materiales triásicos aparecen compartimentados en diferentes tramos la serie Mesozoica. En esta zona, las calizas arcillosas del Cretácico constituyen uno de estos tramos, siendo un olistostroma que ha mantenido su estructura interna.

El manantial se encuentra en el contacto mecánico entre ambos materiales si bien se encuentra algo tapado por los aluviones recientes del arroyo Comares.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial se encuentra en una zona donde la pluviometría oscila entre los 600 y 700 l/m² año, siendo este el

único aporte de agua. El manantial se encuentra en el contacto de unas calizas cretácicas y unas arcillas triásicas, actuando las primeras de acuífero y las segundas de base impermeable. La permeabilidad del acuífero se debe como siempre en el caso de los carbonatos por disolución y fracturación, aunque esta queda un poco reducida por tratarse de una caliza arcillosa.

La superficie sobre el mapa de este acuífero no sobrepasa los cuatro kilómetros cuadrados y se encuentra totalmente rodeado por materiales impermeables triásicos, por lo que podemos afirmar que se encuentra aislado de los demás acuíferos de la zona, en especial del cercano acuífero detrítico, denominado Llanos de Villamartín.

El manantial de los Conejos tiene un caudal de 0,4 l/sg y es tanto ferruginoso como sulfhídrico, debiendo estas características químicas al hecho de encontrarse en el contacto mecánico del Cretácico y del Triás donde puede haber concentración de hierro, mientras que el carácter sulfhídrico es debido, tanto a los nódulos de azufre como a los yesos que engloban las arcillas.

El manantial vierte sus aguas al arroyo Serrecin o Comares tributario del río Guadalete.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua clorurada sódica de elevada salinidad (141.900 μ S/cm), con valores de pH y Eh en campo de 7,36 y +75 mV respectivamente. Se aprecia un intenso olor a H_2S , así como abundantes precipitados salinos.

Obviamente la naturaleza hidroquímica del manantial es el resultado de un intenso proceso de disolución de facies evaporíticas. En tal sentido, los diagramas de saturación de la fig. 1 evidencian que el agua se halla en equilibrio con anhidrita, y en situación de sobresaturación respecto a yeso, calcita y dolomita. Pese al alto contenido en Cl^- y Na^+ , no se alcanza la saturación respecto a halita.

Según se observa en el análisis adjunto, el contenido en hierro de la muestra es relativamente elevado: 1,97 mg/l. Puesto que esta determinación es de laboratorio, es presumible que el valor de campo sea más elevado (la determinación in situ no fue posible debido a interferencias ocasionadas por la elevada salinidad del agua). También se detecta un alto contenido de plomo: 1,2 mg/l.

Por último, cabe señalar que la presencia de H_2S asociada a manantiales ricos en $\text{SO}_4^{=}$ es un fenómeno muy frecuente, que suele ir ligado a la actividad de bacterias sulfato-reductoras.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado en el contacto entre unas calizas cretácicas y unas arcillas triásicas. Las primeras que forman las zonas topográficamente más elevadas (Sierra de Santa Lucía), constituyen el acuífero drenado por el manantial y las arcillas hacen de base impermeable al acuífero carbonatado.

Los materiales cretácicos se encuentran completamente encima de las arcillas, y aislados de cualquier otro material con el que pueda haber circulación de agua; se trata pues de

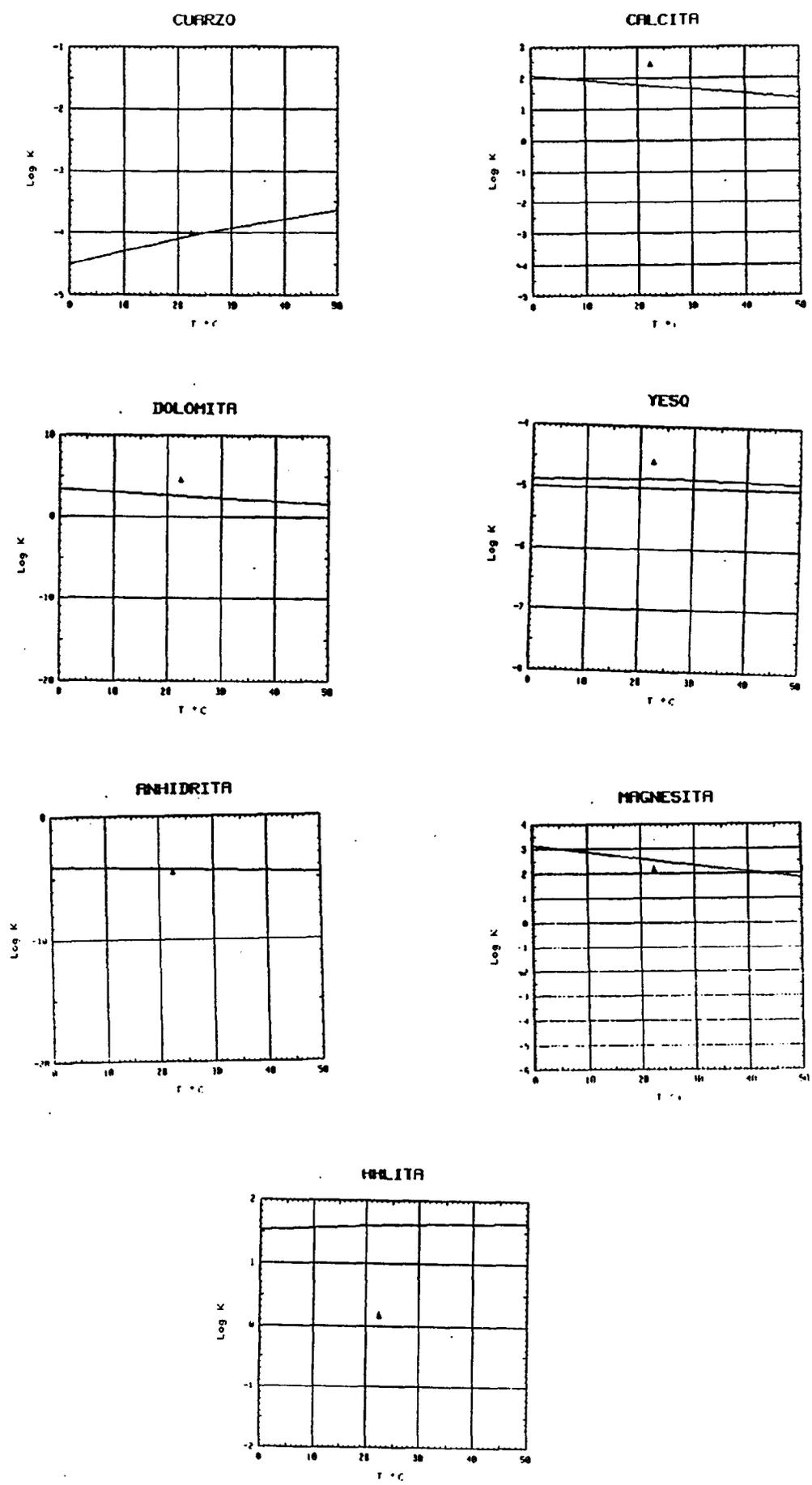


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL LOS CONEJOS

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: LOS CONEJOS
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 22.5 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 141900
 pH a 22°C: 7.36 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 6746
 pH a 18°C: 7.20 Eh campo (mV): 75

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	285.00	4.688	4.688	.23
CO3=	-	-	-	-
SO4=	2660.00	27.691	55.381	2.67
Cl-	71386.00	2013.799	2013.799	97.09
F-	<5.0E-1	.026	.026	0.00
NO3-	6.00	.097	.097	0.00
SiO2(H4SiO4)	7.7	.128	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	5.160	.112	.112	.01
P2O5	.040	0.000	.001	0.00
TOTAL....	74351.400	2046.541	2074.104	

CACIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	42290.00	1839.615	1839.615	93.07
K+	99.00	2.531	2.531	.13
Ca++	1940.00	48.403	96.806	4.90
Mg++	455.00	18.714	37.428	1.89
Fe++	1.970	.035	.071	0.00
Li+	.58	.084	.084	0.00
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	0.00
NH4+	.200	.011	.011	0.00
Mn++	.460	.008	.017	0.00
Pb	1.2	.006	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
Cu++	.340	.005	.011	0.00
TOTAL....	44789.300	1909.432	1976.631	

FORMULA ANIONICA : Cl- >SO4= >CO3+=HCO3- >NO2-
 FORMULA CATIONICA: Na+ >Ca++ >Mg++ >K+

CLASIFICACION: CLORURADA -- SODICA

$(CO3H+CO3)/Ca = .048$ $Cl/Na = 1.095$ $(SO4*Ca)^{1/2} = 73.220$
 $(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .035$ $Cl/(Na+K) = 1.095$ $(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.067$
 $(CO3H)^{1/2}*Ca^{1/3} = 12.061$ $SO4/Ca = .572$ $Mg/Ca = .387$
 $(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .447$ $SO4/(Ca+Mg) = .413$ $Cl/CO3H = 429.607$

ARCHIVO EN DISCO: MMC2 (AMA7-02)

	ppm
R.S. 110°C	135.128
D.Q.O.	10
CN-	-
Cd	0,390
Cr	0,033
As	-
Se	-
Hg	-

un pequeño acuífero carbonatado con una permeabilidad alta y totalmente independiente.

El manantial estudiado no es el único que lo drena, sino que a lo largo de todo el contacto con las arcillas existen una serie de manantiales, siendo la fuente de Santa Lucía, situada al Oeste del afloramiento de calizas la más importante.

El área propuesta para su protección, de unos cuatros kilómetro cuadrados, engloba a todo el afloramiento de calizas que constituyen el acuífero, y a un pequeño tramo del arroyo Comares sobre el que se encuentra el manantial y que de alguna forma puede afectar a su funcionamiento.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

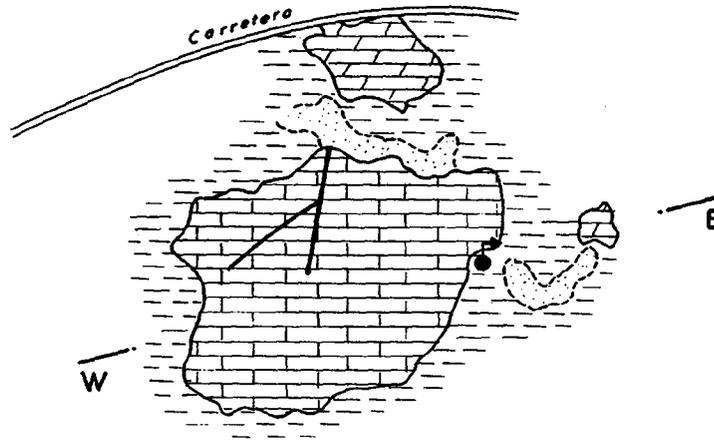
- I.G.M.E.-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.
- I.G.M.E. (1913) - Relación por provincias de aguas minero-medicinales de España.
- I.G.M.E. (1947) - Mapa con los puntos de agua minero-medicinales de España.
- I.G.M.E. (1975) - Inventario general de manifestaciones geotérmicas del territorio nacional.
- I.G.M.E. (1976) - "Hoja Geológica" MONTELLANO (13-43) E. 1:50.000 Plan Magna. Memoria y mapa.
- I.G.M.E. (1983) - Informe de prospección geotérmica de Andalucía Occidental.

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

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1990) - Hoja MONTELLANO
(13-43) E. 1:50.000.

MANANTIAL LOS CONEJOS (VILLAMARTIN)

PLANO GEOLOGICO



-  Aluvial CUATERNARIO
-  Calizas CRETACICO
-  Arcillas TRIASICO
-  Dolomías TRIASICO

ESCALA - 1 : 50.000

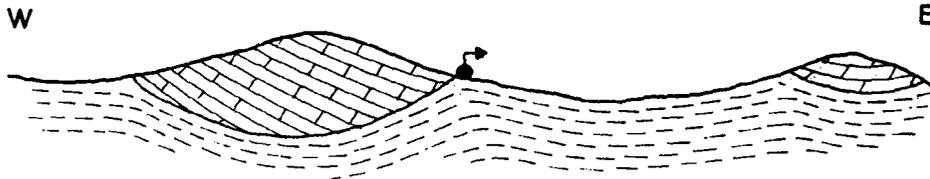
273.000

275.000

4.085.000

4.083.000

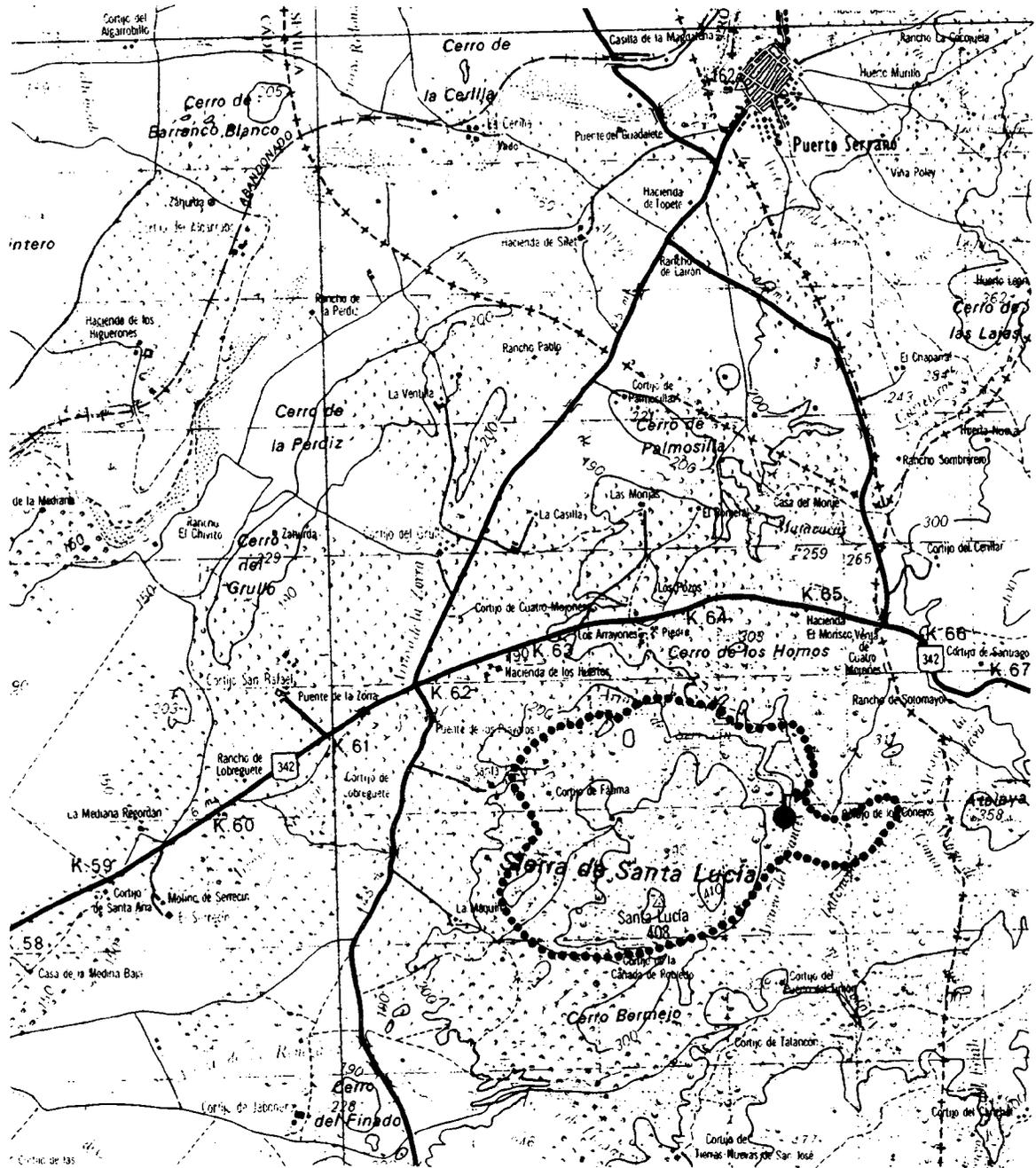
CORTE GEOLOGICO



ESCALA - 1 : 25.000

PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

LOS CONEJOS



ESCALA - 1: 50.000

MANANTIAL "ARROYO DE LOS BAÑOS" (ALGODONALES)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial se encuentra situado al Norte de la provincia de Cádiz, al Sur de la Sierra de la Lapa, en el término municipal de Algodonales y en el margen izquierdo del arroyo de los Baños. Aparece con unas coordenadas U.T.M.: X=276500; Y=4084300 y a una altura sobre el nivel del mar de 300 m, según el mapa de Olvera (14-43) a escala 1:50.000 publicado por el Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza desde la carretera N-342 (Jerez-Cartagena). En el km 69,500 se toma un camino desde el cortijo de la Lapa y a unos dos km al sur se encuentra el manantial.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

La primera referencia sobre este manantial según bibliografía consultada es en "La relación por provincias de las aguas minero-medicinales de Andalucía" publicada por el Instituto Geológico en Madrid en 1913, en la que hace referencia a un manantial de aguas sulfurosas en la dehesa del Serrillar.

También es citado dicho manantial en los informes del I.G.M.E. de 1947 y en el de 1986 así como en "La lista de

puntos existentes en el archivo nacional de puntos de aguas minero-medicinales y de bebidas envasadas para la Comunidad Autónoma de Andalucía".

Actualmente se encuentra abandonado y se utiliza para dar de beber al ganado en época de escasez de agua. Esporádicamente es utilizado por los habitantes del lugar por sus propiedades curativas sobre todo para enfermedades de la piel, siendo más importante el uso en animales, que en personas.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

La zona de estudio se encuentra dentro del denominado Trías indiferenciado en el cual se pueden distinguir tres tipos de materiales; en primer lugar las facies típicamente Keuper, que están constituídas por margas y arcillas abigarradas de colores irisados, con intercalaciones areniscosas y con niveles de 10 cm como máximo de calizas y yesos (estos pueden estar más extensamente representados según las zonas incluso presentarse de forma masiva siendo posible su explotación como en Coripe y Pruna). En estas facies pueden aparecer pequeños bancos dolomíticos de aspecto carniolar y son también frecuentes los afloramientos de rocas volcánicas de textura ofítica, pero que no aparecen en la zona de estudio.

El segundo tipo de materiales está formado por unas calizas-dolomíticas, que en corte fresco tienen color negro y en afloramiento aspecto rosado; son las facies típicas del Muschelkalk que se presentan como grandes losas poco deformadas sobre las arcillas de las facies Keuper y acomodándose perfectamente a la tectónica.

En tercer lugar se distinguen un conjunto de materiales de aspecto caótico y brechoide donde se encuentran cantos de dolomías, calizas del Lías, calizas del Muschelkalk y ofitas, siendo los materiales más modernos de este conjunto de edad liásica. En la zona de estudio no aparecen estos materiales.

El manantial se encuentra situado en el contacto mecánico entre las facies Keuper y el Muschelkalk.

Estructuralmente destaca la gran desorganización dentro de las arcillas que tienen un aspecto brechoide y cuyas estructuras internas son difíciles de observar. En las calizas debido a su mayor rigidez se pueden observar algunas estructuras, plegamientos y fracturas con una dirección N 40°E.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

En la zona estudiada el único aporte importante de agua es el de lluvia con una precipitación anual media de 600-700 l/m².

El manantial se encuentra entre dos importantes acuíferos, el de la sierra de Grazalema y el denominado Llanos de Villamartín, sin comunicación con ninguno de ellos ya que se encuentra aislado por materiales impermeables y las fracturas son de carácter local.

Las calizas del Muschelkalk que se encuentran altamente tectonizadas, en las que la permeabilidad es por fracturación y disolución, constituyen un pequeño acuífero. El manantial se encuentra en el contacto de estas calizas con las margas y arcillas del Trías Keuper que constituyen el zócalo impermeable.

No es este el único acuífero de estas características que existe en la zona, pues cada afloramiento de las calizas del Muschelkalk puede constituir un pequeño acuífero independiente al no estar comunicados entre sí.

El manantial de Algodonales con un caudal de 1 l/seg, medidos el día 26 de febrero de 1990, se encuentra sobre una fractura que comunica dos de estos pequeños acuíferos y sirve de contacto con el Trías Keuper.

Las características químicas de sus aguas se debe posiblemente a la gran cantidad de yesos que contienen.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

El agua presenta un grado apreciable de mineralización (2570 $\mu\text{S}/\text{cm}$), carácter reductor (-237 mV) y un pH campo de 6,8. Su naturaleza sulfatada cálcica es consecuencia de la disolución de las evaporitas del Keuper, en particular yeso o anhidrita. En efecto, los diagramas de saturación (fig. 1) indican que el agua se encuentra en equilibrio con este último mineral, y en condiciones de sobresaturación respecto al yeso. Calcita y dolomita reflejan una situación de ligera sobresaturación.

En el entorno del manantial se aprecia un intenso olor a sulfhídrico. La presencia de este gas es frecuente en aguas de alto contenido en sulfatos; su génesis está ligada a la actividad de bacterias sulfatorreductoras.

El análisis indica una concentración apreciable de flúor: 1,2 mg/l, producto de la influencia evaporítica.

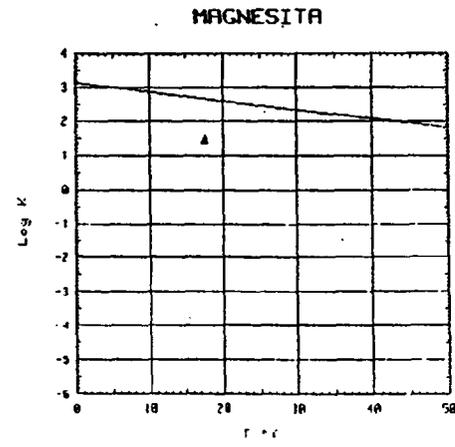
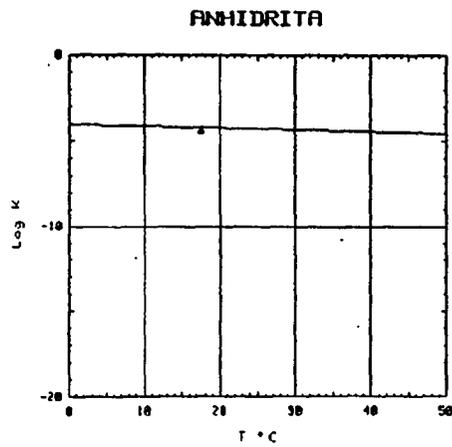
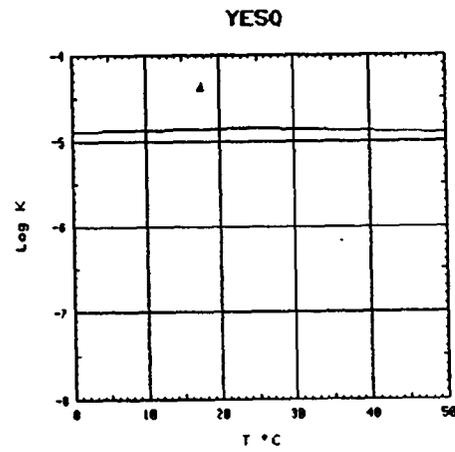
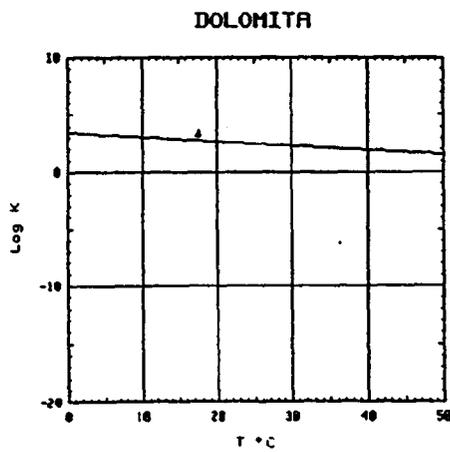
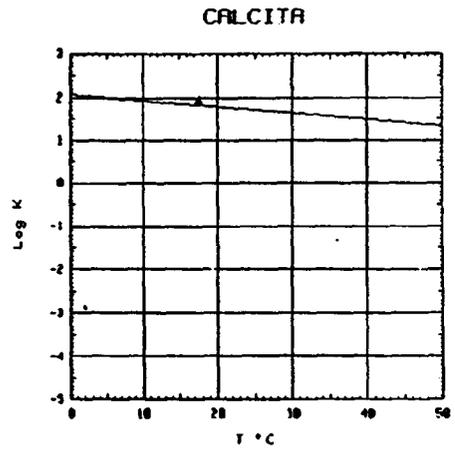
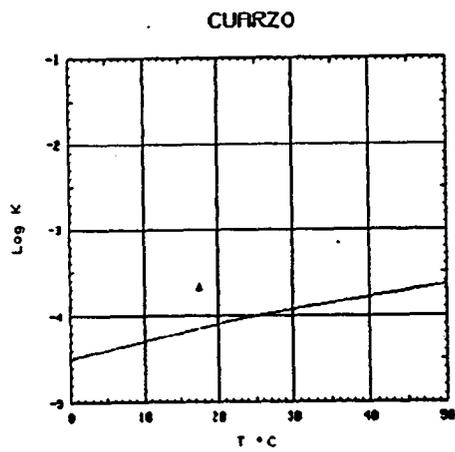


FIG. 1 .- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL ALGODONALES

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: ALGODONALES
FECHA :

 TEMPERATURA (°C): 17.5 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 2570
 pH a 17°C: 6.60 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 1884
 pH a 18°C: 7.20 Eh campo (mV): -237

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	311.00	5.097	5.097	12.15
CO3=	-	-	-	-
SO4=	1666.00	17.343	34.686	82.70
Cl-	74.00	2.088	2.088	4.98
F-	1.200	.063	.063	.15
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.02
SiO2(H4SiO4)	16.3	.271	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.060	.001	.002	0.00
TOTAL.....	2069.070	24.871	41.944	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	89.00	3.872	3.872	9.33
K+	2.00	.051	.051	.12
Ca++	582.00	14.521	29.042	69.96
Mg++	103.00	4.236	8.473	20.41
Fe++	.020	0.000	.001	0.00
Li+	.08	.012	.012	.03
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.13
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.099	.002	.004	.01
Pb	0.028	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL.....	776.837	22.714	41.512	

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

CLASIFICACION: SULFATADA -- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca = .176 Cl/Na = .539 (SO4+Ca)^{1/2} = 31.739
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .136 Cl/(Na+K) = .532 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.116
 (CO3H+2*Ca)^{1/3} = 9.104 SO4/Ca = 1.194 Mg/Ca = .292
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.060 SO4/(Ca+Mg) = .925 Cl/CO3H = .410

ARCHIVO EN DISCO: NMC (AMA7-03)

	ppm
R.S. 110°C	2471
D.Q.O.	0,6
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,042
As	-
Se	-
Hg	-

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado al pie de un pequeño afloramiento de calizas del Muschelkalk, que constituye el acuífero y en contacto con unas arcillas del Keuper, que constituyen el zócalo impermeable.

Las calizas no aparecen como un afloramiento único, sino que son una serie de pequeños afloramientos muy tectonizados y contactados entre sí por una serie de fracturas que existen en la zona, pudiéndose considerar como un solo acuífero y desconectado de cualquier otro, al encontrarse totalmente aislado por las arcillas impermeables del Trías.

El manantial estudiado es el único que drena este pequeño acuífero, pues no existe ningún otro cerca de estos afloramientos, al menos de una forma continua.

El área propuesta, con una superficie de unos dos kilómetros cuadrados, englobaría a todos estos pequeños afloramientos y a las fracturas que los conectan.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

IGME-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

INSTITUTO GEOLOGICO (1913) - Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España.

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

I.G.M.E. (1986) - Informe sobre las aguas minero-medicinales,

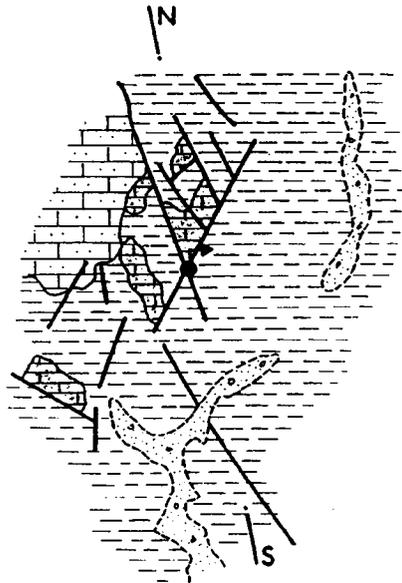
minero-industriales y de bebida envasada
existentes en España.

I.G.M.E. (1990) - "Hoja geológica" OLVERA (14-43) E. 1:50.000
Plan Magna. Mapa y Memoria. (inédito).

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1975) - HOJA OLVERA (14-43)
E. 1:50.000.

MANANTIAL ARROYO LOS BAÑOS (ALGODONALES)

PLANO GEOLOGICO



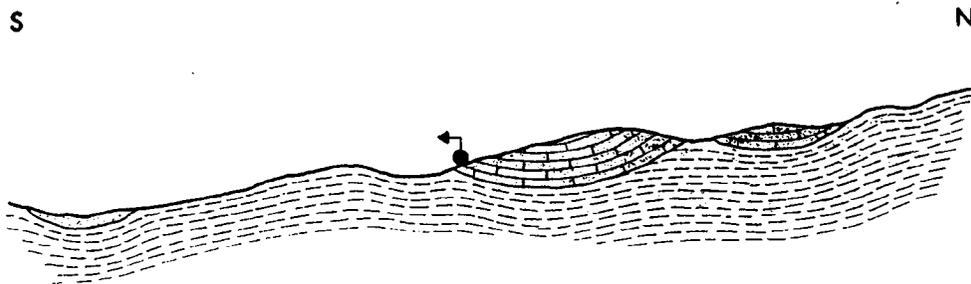
-  Aluvión CUATERNARIO
-  Calcarenitas PALEOCENO
-  Celizas TRIAS
-  Arcillas TRIAS

ESCALA - 1: 50.000

276.000

278.000

CORTE GEOLOGICO



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

MANANTIAL "EL JARAL" (EL GASTOR)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial denominado el Jaral se encuentra situado al Noreste de la provincia de Cádiz, en la vertiente Norte de la Sierra de Lagarines, en el paraje denominado el Jaral y que pertenece al término municipal de El Gastor, a una altitud de 560 m sobre el nivel del mar y con unas coordenadas U.T.M. X=291800; Y=4082300 según el mapa topográfico E. 1:50.000 Olvera (14-43) del Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por la carretera local El Gastor-Montecorto y a un km de El Gastor, a la derecha de la carretera, sale un camino hacia el Oeste que conduce al paraje El Jaral.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Los primeros datos de los que disponemos, según la bibliografía consultada, se encuentran en el estudio realizado por el Instituto Geológico en 1913, denominado "Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España" y en el que aparece como "Aguas de El Gastor" y se hace referencia al carácter ferruginoso de sus aguas y a la no existencia de más datos.

Este manantial vuelve a ser nombrado en los informe del I.G.M.E. de 1947 y de 1986, y aparece en "La lista de puntos existentes en el archivo nacional de puntos de aguas minero-medicinales y de bebidas envasadas para la Comunidad Autónoma de Andalucía".

El uso de este manantial ha sido siempre de uso doméstico del cortijo de El Jaral así como para riego de una pequeña huerta y de abrevadero de animales, aunque esporádicamente era usado por los vecinos de El Gastor por sus propiedades medicinales para problemas estomacales y para casos de inapetencia.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El manantial se encuentra en una zona en la que existen diversas teorías en cuanto a la procedencia de los materiales, desde autóctonos (las teorías más antiguas), hasta alóctonos (las más modernas) y a las que nosotros nos vamos a referir.

La zona está representada por una unidad tipo Flysch que forman estructuras sinformes de dirección N 40° E concordantes con las direcciones de plegamiento regional. Estos materiales se presentan aflorando en frecuentes isleos sobre el Trías y están constituidos por areniscas del Aljibe. El conjunto está formado por materiales areniscosos de colores blancos, amarillentos, ferruginoso localmente, dando tonos marrones, que se presentan en bancos cuyo espesor es variable, llegando hasta niveles del orden de 4-5 m; el tamaño de grano es grande y formado exclusivamente por cuarzo y con un aspecto masivo. Entre estos bancos se presentan niveles de margo-arenisca.

En cuanto a su edad, según la fauna encontrada, se le ha determinado el Aquitaniense Inferior-medio. En algunos lugares se aprecian espesores del orden de 250 m.

La otra unidad presente en la zona constituye el denominado Trías Subbético indiferenciado y se puede distinguir claramente unas facies típicamente Keuper, constituídas por margas abigarradas y colores irisados y donde se intercalan niveles de areniscas, calizas oscuras y yesos. Las facies calcáreo-dolomíticas de color rosado-negro típicas del Muschelkalk son poco frecuentes en esta zona y no llegan en ningún momento a afectar al funcionamiento del manantial el cual se encuentra en el contacto mecánico de las areniscas del Aljibe y las margas del Trías Keuper.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial se encuentra situado en una zona en la que la pluviosidad oscila entre 700-800 mm año, siendo el agua de lluvia el único medio de alimentación del acuífero que está constituido por las poco permeables areniscas del Aljibe, las cuales se encuentran totalmente aisladas en medio de las impermeables margas del Trías Keuper que constituye el zócalo de este pequeño acuífero.

La permeabilidad en las areniscas del Aljibe se debe tanto a porosidad como a fracturación siendo la infiltración muy pequeña, del orden de 3-5% o inferior.

El manantial surge en el contacto mecánico de tipo falla inversa entre ambas formaciones, y al ser esta una zona de circulación de fluidos se ve favorecido el desagüe natural del acuífero.

El manantial de el Jaral de aguas ferruginosas y con un caudal de 0,2 l/seg, medidos el 27 de febrero de 1990, y constante a lo largo de casi todo el año, debe las características químicas de sus aguas a pequeños bancos ferruginosos dentro de las areniscas del Aljibe y/o a mineralizaciones en el contacto mecánico en donde surge el manantial. A unos 200 m al Este y a la misma cota existe otro manantial surgente sólo en época de lluvias cuyas aguas tienen las mismas características químicas que el manantial estudiado, situado éste también sobre el mismo contacto mecánico.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de pH ligeramente ácido (6,73 en campo), carácter reductor (-38 mV) y naturaleza bicarbonatada-clorurada sódica-magnésica, con un nivel de conductividad moderado-bajo (432 μ S/cm).

Según lo expuesto en el apartado precedente, el agua surge en el contacto del Trías impermeable con las areniscas miocenas. Este esquema de funcionamiento, similar al de otros manantiales minero-medicinales de la provincia de Cádiz, da lugar a aguas cuya naturaleza y contenido en sales dependerá del grado de influencia de las evaporitas presentes en la formación triásica. En el presente caso dicha influencia se limita a una pequeña aportación de Cl^- , Na^+ y posiblemente también de Mg^{2+} .

Los diagramas de saturación representados en la fig. 1 indican que el agua no alcanza el equilibrio con ninguno de los minerales considerados. En el caso del cuarzo se observa una situación de sobresaturación (el contenido en SiO_2 es elevado: 55,8 mg/l) mientras que en todos los restantes diagramas las condiciones son de subsaturación.

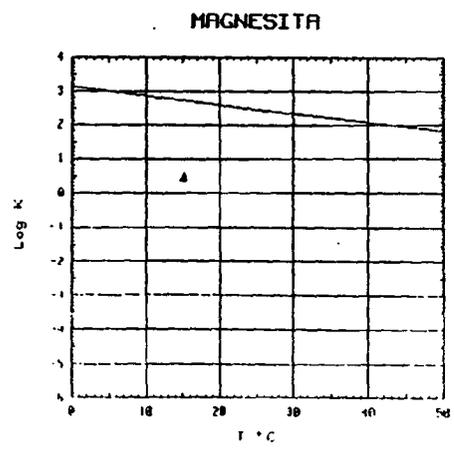
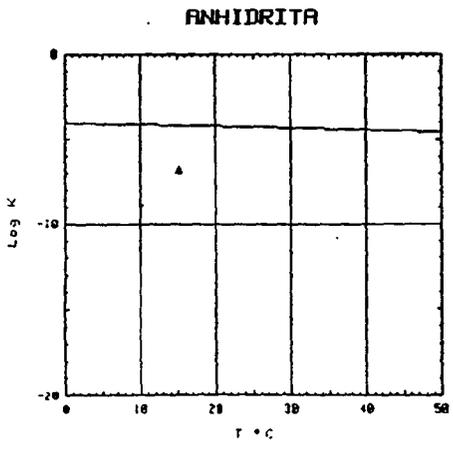
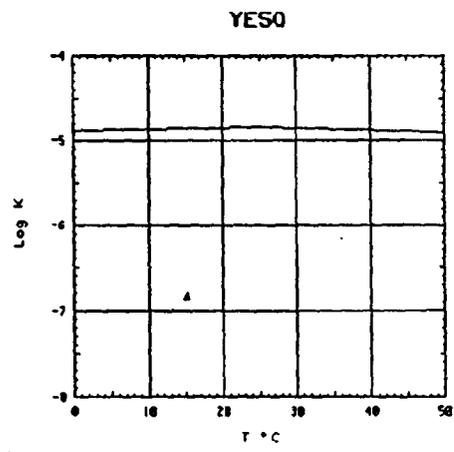
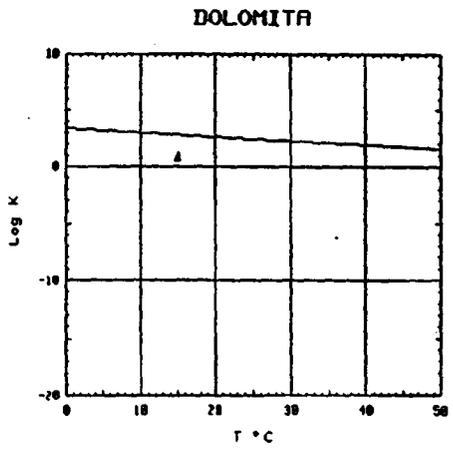
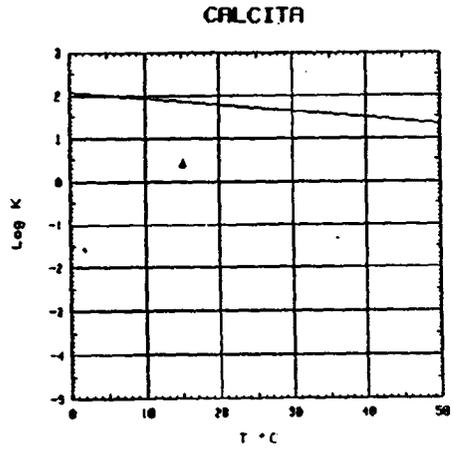
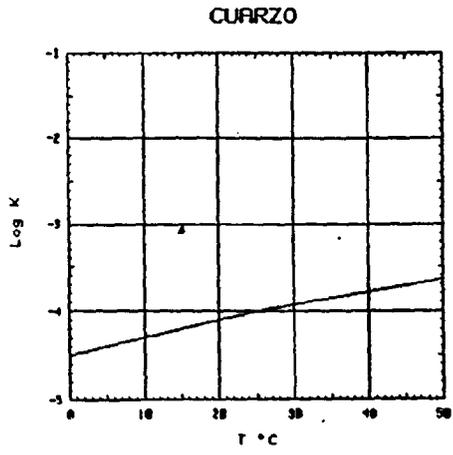


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL EL JARAL

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: MANANTIAL EL JARAL
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 15.1 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 432
pH a 15°C: 6.73 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 138
pH a 18°C: 7.10 Eh campo (mV): -38

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	139.00	2.278	2.278	48.82
CO3=	-	-	-	-
SO4=	37.00	.385	.770	16.51
Cl-	56.00	1.580	1.580	33.85
F-	<5.0E-1	.026	.026	.56
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.17
SiO2(H4SiO4)	55.8	.929	-	-
E	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.120	.001	.004	.08
TOTAL.....	288.930	5.208	4.667	

CACIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	38.00	1.653	1.653	33.42
K+	3.00	.077	.077	1.55
Ca++	30.00	.749	1.497	30.26
Mg++	20.00	.823	1.645	33.26
Fe++	.020	0.000	.001	.01
Li+	.10	.014	.014	.29
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.12
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.03
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL.....	91.745	3.336	4.946	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA CLORURADA -- SODICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca = 1.522 Cl/Na = .936 (SO4*Ca)^(1/2) = 1.074
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .725 Cl/(Na+K) = .213 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .728
(CO3H)^(2*Ca)^(1/3) = 1.981 SO4/Ca = .515 Mg/Ca = 1.097
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .970 SO4/(Ca+Mg) = .245 Cl/CO3H = .693

ARCHIVO EN DISCO: RND4 (AMA7-04)

	ppm
R.S. 110°C	364
D.Q.O.	0,5
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,022
As	-
Se	-
Hg	-

La concentración de Fe^{2+} determinada en campo es de 1,7 mg/l, lo que confirma el carácter ferruginoso del manantial al que se hace referencia en los antecedentes históricos.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial estudiado se encuentra situado en el contacto entre unas areniscas miocenas y unas arcillas triásicas. Las areniscas aunque tengan una permeabilidad baja, es muy superior a la que tienen las arcillas y constituyen el acuífero que drena este manantial.

Las areniscas constituyen las formas topográficamente más elevadas, y aunque tienen continuidad hacia el Oeste, debido a su baja permeabilidad, vamos a considerar como un acuífero único, solo el relieve que se encuentra más al Este y separado por una falla, del resto del acuífero.

El manantial no es el único que drena el acuífero, sino que al igual que en todos los de baja permeabilidad, existen gran número de pequeños manantiales, generalmente de poca importancia.

El área de protección propuesta tiene una superficie de unos cuatro kilómetros cuadrados y abarca el afloramiento de areniscas que constituyen las zonas más elevadas y que se encuentra parcialmente aislado del resto de las areniscas, como se ha indicado antes.

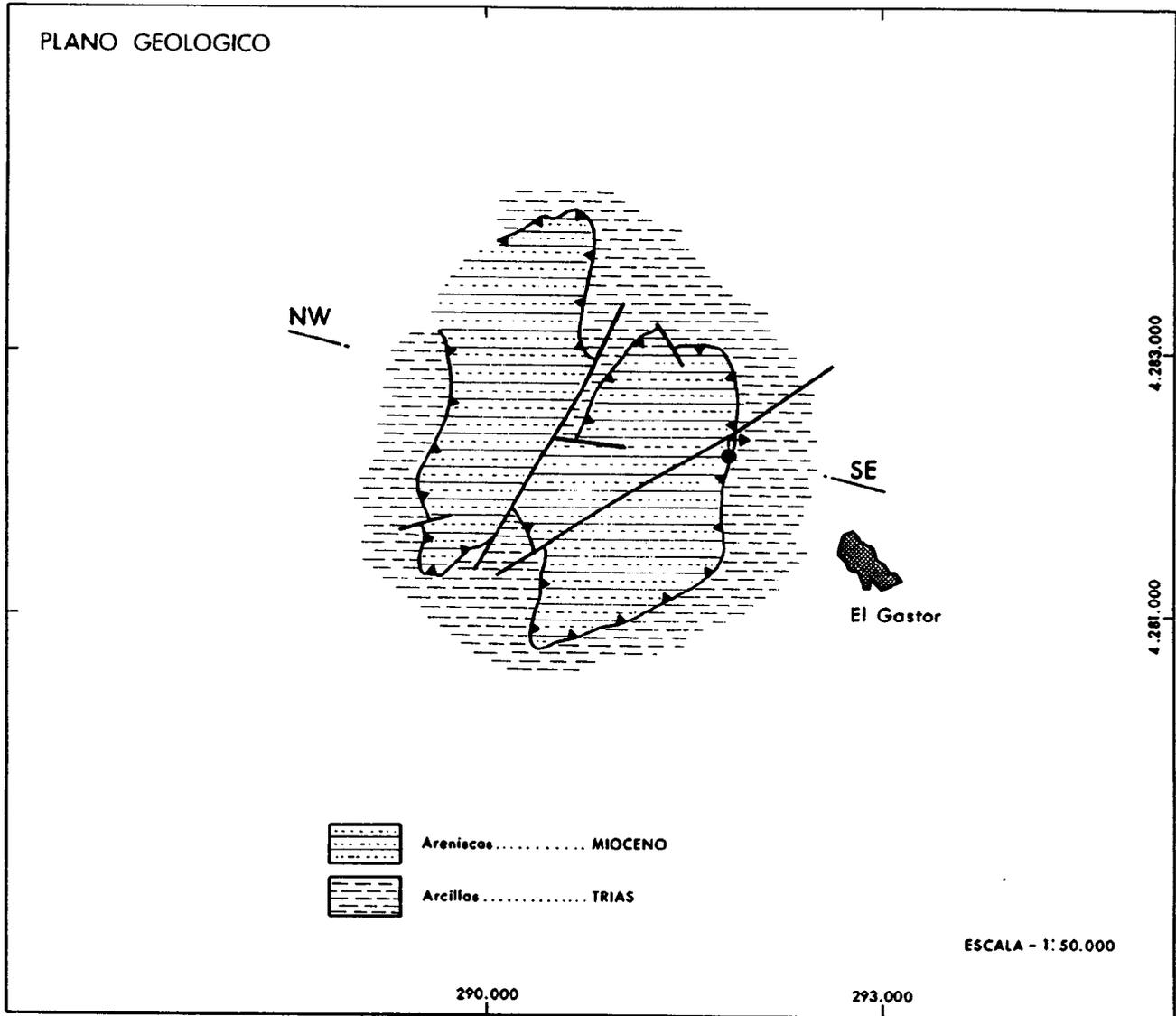
6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

IGME-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

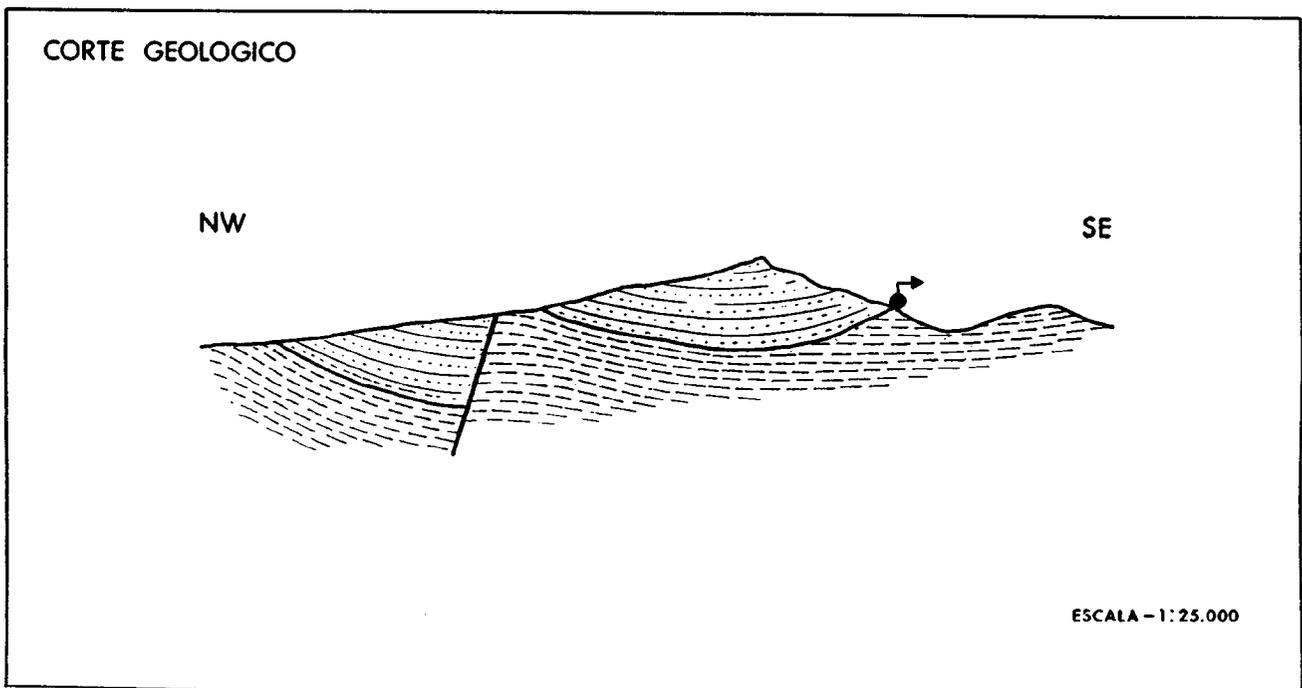
- I.G.M.E. (1913) - Relación por provincias de las aguas mine-
ro-medicinales de España.
- I.G.M.E. (1947) - Mapa con los puntos de aguas minero-medici-
nales de España.
- I.G.M.E. (1986) - Informe sobre las aguas minero-medicinales,
minero-industriales y de bebida envasada
existentes en España.
- I.G.M.E. (1990) - "Hoja geológica" OLVERA (14-43) E.
1:50.000. Plan Magna. Mapa y memoria
(Inédito).
- I.G.M.E. - Informe hidrológico de abastecimiento a El
Gastor.
- SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1975) - Hoja OLVERA (14-43)
E. 1:50.000.

MANANTIAL EL JARAL (EL GASTOR)

PLANO GEOLOGICO



CORTE GEOLOGICO



MANANTIAL LOS PEDERNALES (OLVERA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial Los Pedernales de Olvera se encuentra al Noreste de la provincia de Cádiz, en la margen izquierda del Arroyo de Alfonso, término municipal de Olvera y al Suroeste de la misma. Con unas coordenadas U.T.M.: X=295300, Y=408550 y a una altura de 410 m sobre el nivel del mar según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 de Olvera (14-43) publicado por el Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por la carretera nacional de Jerez de la Frontera-Antequera. En el kilómetro 93 se debe tomar un camino que sale hacia el Sur a unos 200 m de la carretera y en un pequeño barranco, se encuentra situado el manantial.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

La primera referencia que se tiene del citado manantial data de 1913 del informe "Relación por provincias de agua minero-medicinales de España" publicado por el Instituto Geológico, el cual habla de un manantial a 500 m de la población de Olvera denominado Baño de la Sarna el cual ya no existe o no ha podido ser encontrado. También menciona textualmente: "al sureste de la población hay otro manantial muy escaso, llamado Salinilla de los Remedios, el agua es clara,

de olor y sabor a huevos podridos". Es posible que se trate del manantial estudiado.

A partir de aquí aparece en todos los informes del Instituto Geológico (1947-1986) de aguas minero-medicinales, así como en el Archivo Nacional de aguas minero-medicinales.

Antiguamente se usaba sobre todo para problemas de piel y heridas en animales, actualmente no tiene ningún uso y sus aguas se pierden en el cercano arroyo.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

En la zona de estudio se encuentran dos unidades, que tanto tectónica como estratigráficamente son totalmente diferentes, por un lado los materiales de la unidad Flysch Circumbético y por otro lado el Trías Keuper del Subbético indiferenciado.

Los materiales del Flysch cabalgan en una primera fase sobre los materiales del Subbético, posteriormente todo el conjunto ha sido retrocabalgado por el Trías Subbético. En consecuencia estos materiales afloran en frecuentes ventanas tectónicas. Posteriormente todo el conjunto se pliega con lo que la superficie de cabalgamiento es muy irregular.

Los materiales tipo Flysch pertenecen a la unidad del Aljibe y en la zona están representado por dos tipos de materiales, por un lado unas arcillas verdes y rojas con niveles de calcarenitas y pequeñas láminas calizas con foraminíferos, las cuales constituyen el tramo basal de la formación y pertenecen al Cretácico Superior y por otro materiales areniscos, en bancos de espesor hasta de 5 m, constituídos por areniscas de grano grueso, exclusivamente cuarcíticas y de as-

pecto masivo, y entre estos bancos se presentan unas margas verdosas. Se les atribuye una edad Oligoceno Superior. La potencia es del orden de 250 m.

La otra unidad tectosedimentaria la constituye el Triás del Subbético indiferenciado, que está constituido casi exclusivamente por Triás Keuper, arcillas y margas abigarradas de colores irisados, con niveles de areniscas de escasos centímetros y yesos que pueden alcanzar grandes potencias.

En la zona estudiada están ausentes las facies Muschelkalk, que son frecuentes en zonas más occidentales.

Sobre ambas unidades se disponen discordantemente los materiales cuaternarios depositados por los arroyos que atraviesan la zona, que nunca llegan a tener potencias superiores a los 4 m siendo además aislados y poco constantes.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial se encuentra en una zona en la que el único aporte de agua lo constituye las precipitaciones, que tienen un valor del orden de 700 mm año, y sobre unos materiales cuyo comportamiento hidrogeológico no es muy favorable para el desarrollo de grandes acuíferos. Los materiales no tienen la suficiente continuidad, y son de baja permeabilidad como las arenas compactas de la Unidad del Aljibe o prácticamente impermeables como las arcillas triásicas.

La zona de contacto de ambos materiales es de tipo mecánico (cabalgamiento), que a su vez se ha vuelto a plegar y a facturar, siendo estas zonas lugares propicios para la circulación de fluidos. El manantial que estudiamos se encuentra en materiales triásicos y sobre una de estas frac-

turas que afecta al contacto, lo que hace pensar que el agua procede de las cercanas areniscas del Aljibe algo más permeables que las arcillas triásicas.

El manantial, con un caudal de 0,3 l/seg. medido el 27 de febrero de 1990, nace en un pequeño barranco y sus aguas se vierten al cercano arroyo de Alfonso perteneciente a la cuenca del Guadalete.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua sulfatada cálcica de conductividad elevada (3160 $\mu\text{S}/\text{cm}$), carácter reductor (-15 mV) y pH campo de 6,86. Se aprecia un intenso olor a H_2S en el entorno de la surgencia.

Los altos contenidos en $\text{SO}_4^{=}$, Cl^- , Na^+ y Ca_2^+ de la muestra evidencian la influencia de facies evaporíticas, presentes en la formación triásica. Si bien la conductividad es elevada, no alcanza los valores de varias decenas de mS característicos de las surgencias emplazadas directamente sobre dichos materiales. Este hecho es coherente con la hipótesis formulada en el apartado precedente, según la cual el agua provendría de las areniscas miocenas.

Los diagramas de saturación de la fig. 1 ponen de manifiesto que el agua se encuentra en equilibrio con anhidrita y sobresaturada en yeso. Se observa también una ligera sobresaturación respecto a calcita y dolomita.

Debido probablemente a la influencia evaporítica, algunos metales como el cromo, plomo, cinc, etc. presentan concentraciones superiores a sus respectivos límites de detección.

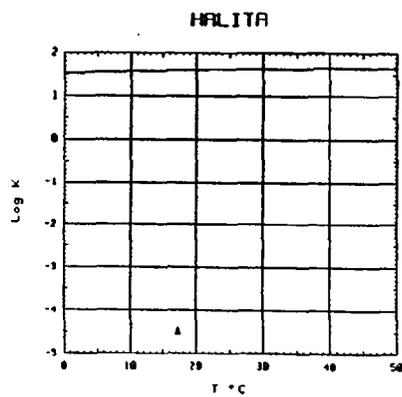
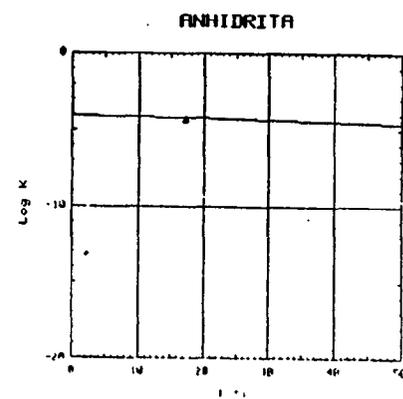
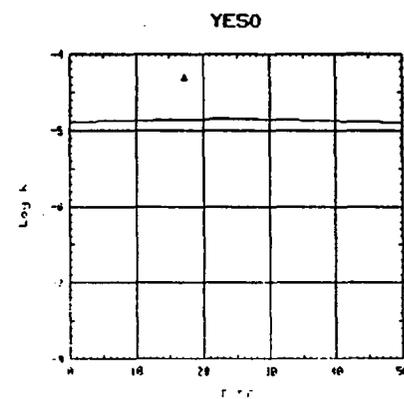
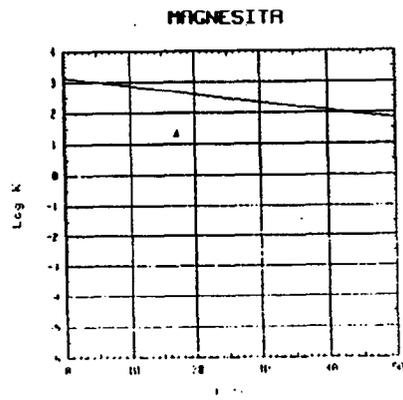
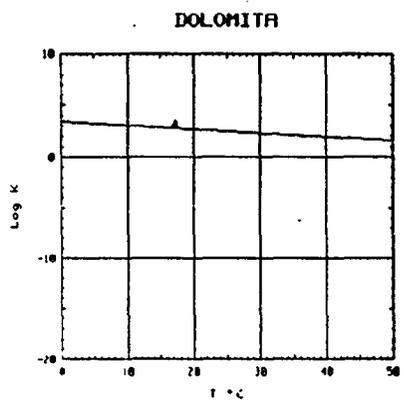
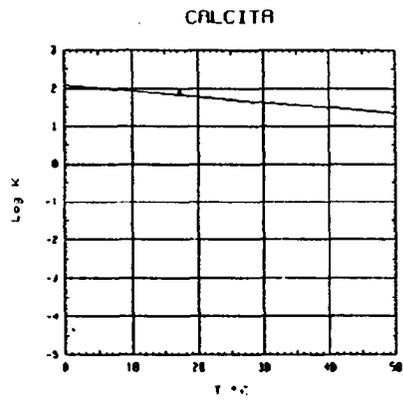
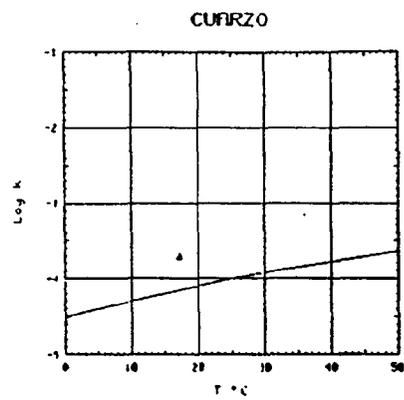


FIG. 4 .- DIAGRAMAS DE SATURACION DEL MANANTIAL DE OLVERA

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: MANANTIAL DE OLVERA
FECHA:

TEMPERATURA (°C): 17.2 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 3160
pH a 17°C: 6.86 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 2085
pH a 15°C: 7.40 Eh campo (mV): -15

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	270.00	4.425	4.425	8.74
CO3=	-	-	-	-
SO4=	1880.00	19.571	39.142	77.32
Cl-	248.00	6.976	6.976	13.82
F-	<5.0E-1	.026	.026	.05
NO3-	2.00	.032	.032	.06
SiO2(H4SiO4)	15.1	.251	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
F2O5	.070	.001	.002	0.00
TOTAL.....	2415.680	31.303	50.624	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	191.00	8.309	8.309	16.59
K+	6.00	.153	.153	.31
Ca++	664.00	16.567	33.134	66.18
Mg++	102.00	4.175	8.391	16.76
Fe++	.030	.001	.001	0.00
Li+	.15	.022	.022	.04
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.11
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.020	0.000	.001	0.00
Pb	.1	0.000	-	-
Zn++	.050	.001	.002	0.00
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL.....	963.950	29.203	50.670	

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

CLASIFICACION: DE FATADA - CALCICA

Ca (mg/l) / (Ca + Mg) = 1134 / 1174 = 96.6% 842 (SO4) / 1172 = 71.9%
 Ca (mg/l) / (Ca + Mg) = 1107 / 1174 = 94.3% (Cl + SO4) / (Cl + SO4 + Na) = 71.1%
 Ca (mg/l) / (Ca + Mg) = 830 / 1174 = 70.7% (Cl + SO4) / (Cl + SO4 + Na) = 71.1%
 Ca (mg/l) / (Ca + Mg) = 1040 / 1174 = 88.6% (Cl + SO4) / (Cl + SO4 + Na) = 71.1%

ADICION DE DIOSIN: 303 (AMA7-01)

	ppm
R.S. 110°C	3.148
D.Q.O.	1,0
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,045
As	-
Se	-
Hg	-

Por último cabe señalar que la presencia de H_2S asociada a manantiales ricos en $SO_4^{=}$ es un fenómeno muy frecuente, que suele ir ligado a actividad bacteriana (bacterias sulfatorreductoras).

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado sobre unas arcillas triásicas, más concretamente sobre una fractura que comunica estas arcillas con unas areniscas miocenas, siendo estas últimas las que constituyen el acuífero que drena el manantial.

Las areniscas constituyen un afloramiento de unos tres kilómetros cuadrados que ha cabalgado sobre las arcillas y tiene en sus bordes gran cantidad de fracturas (en una de las cuales se encuentra el manantial), quedando totalmente aislado dentro de la masa de arcillas triásicas, siendo pues un acuífero independiente.

El manantial no es el unico que drena el acuífero, sino que bordeando al mismo existen otros siempre de poca importancia. Cabe resaltar el pozo que existe unos trescientos metros al Sur y cuyas aguas tienen el mismo origen y similares características químicas que el estudiado.

El área propuesta tiene una superficie inferior a los cuatro kilómetros cuadrados e incluye tanto al afloramiento de areniscas como a las pequeñas fracturas de sus bordes.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

IGME-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrológico de la provincia de Cádiz.

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

I.G.M.E. (1947) - Mapa con los puntos de aguas minero-medici-
nales de España.

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

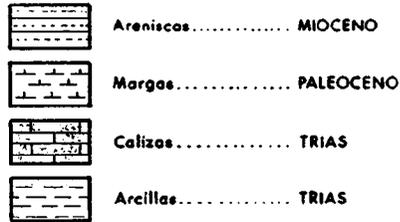
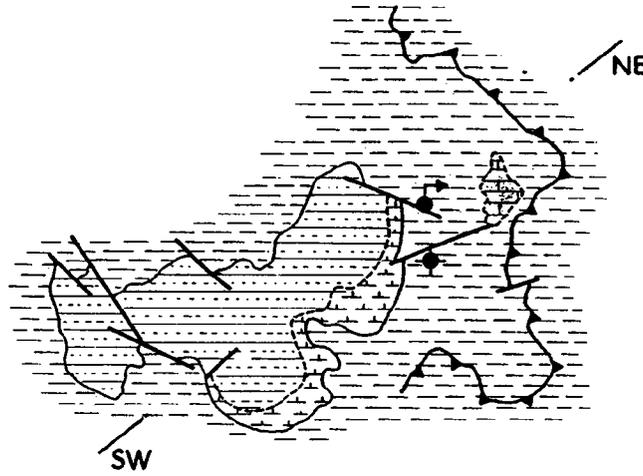
I.G.M.E. (1990) - "Hoja geológica" OLVERA (14-43) E.
1:50.000. Plan Magna. Mapa y memoria
(Inédito).

I.G.M.E. - Informe hidrológico de abastecimiento a El
Gastor.

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1975) - Hoja OLVERA (14-43)
E. 1:50.000.

MANANTIAL LOS PEDERNALES (OLVERA)

PLANO GEOLOGICO

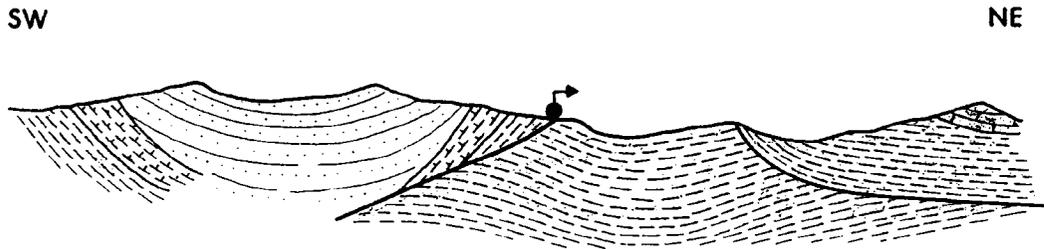


ESCALA - 1:50.000

294.000

296.000

CORTE GEOLOGICO



ESCALA - 1: 25.000

MANANTIAL EL NACIMIENTO (GRAZALEMA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de "El Nacimiento" se encuentra situado al Este de la provincia de Cádiz, en la aldea de Benamahoma, en la confluencia de las tres sierras más elevadas de la provincia: Sierra de Zafalgar, Sierra del Pinar y Sierra del Labradillo, en el término municipal de Grazalema y con unas coordenadas U.T.M.: X=280400; Y=4072100 y a una altura de 520 m sobre el nivel del mar según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 de Ubrique (14-44) del Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por la carretera local de El Bosque a Grazalema. En el km 37 se debe tomar el desvío hacia Benamahoma y una vez atravesado el pueblo, en la misma carretera se encuentra el manantial.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Según la bibliografía consultada, el único antecedente que se tiene de este manantial, es la declaración de agua minero-medicinal, para el Ministerio de Industria (Dirección General de Minas), con fecha 9 de Enero de 1971. Posteriormente es presentada en la Delegación Provincial de la Conse-

jería de Fomento y Trabajo de la provincia de Cádiz, una solicitud de concesión de explotación, la cual se describe a continuación.

"EL NACIMIENTO"

Perteneciente al término municipal de Grazalema (Cádiz). Aguas minero-medicinales.

El concurso para la concesión de la citada explotación fue publicado en el B.O.J.A. n° 78 de fecha 7 de octubre de 1988; B.O.E. n° 263 del 2 de noviembre de 1988 y en el B.O. provincia de Cádiz n° 262 del 12 de noviembre de 1988. Existe también petición en el Instituto Tecnológico Geominero de España.

Actualmente el citado manantial es utilizado para consumo de la población de Benamahoma y sus aguas alimentan la piscifactoría truchera situada en la población, no teniendo ni habiendo tenido nunca uso terapéutico alguno.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

La zona de estudio se encuentra en un área de gran complejidad geológica, situada dentro del sector occidental de la cadena Bética y dentro de las unidades Subbéticas.

El Subbético se divide en Subbético Interno, Subbético Medio y las unidades denominadas Circumbéticas (equivalentes al Penibético, Subbético y Ultrapenibético según los autores alemanes y franceses).

En esta zona afloran unidades tectosedimentarias del Subbético y del Circumbético que configuran un mosaico geo-

lógico con relaciones tectónicas complejas. En la zona afloran los siguientes conjuntos:

- Trías Keuper o Germano-Andaluz
 - Subbético Medio
 - Unidad del Pinar
 - Escamas del Corredor de Boyar
- ┌
|
> Circumbético
|
└

Los materiales triásicos, independientes de las demás unidades, corresponden al Trías Keuper o Germano-andaluz considerado por algunos autores (Cruz Sanjulian, 1974) como de procedencia ultrainterna y que según las últimas interpretaciones es un Trías Subbético indiferenciado, que se ha despegado y jugado tectónicamente de forma independiente con respecto a su cobertera.

Al Subbético Medio pertenecen en la zona las unidades de Sierra de Zafalgar, Sierra de Albarracin y Sierra Margarita y se encuentra retrocabalgado sobre la unidad de la Sierra del Pinar habiendo servido el Trías como unidad de despegue, poniéndose en contacto directo al Sur de Benamahoma el Jurásico carbonatado de la Sierra de Albarracin, las calizas con apticus de la Sierra del Pinar y con los materiales del Corredor de Boyar.

Básicamente el Subbético está formado por una serie carbonatada Jurásica (dolomías en la base, calizas con sílex y nodulosas) y un Cretácico cada vez más margoso terminando con una secuencia turbidítica en la que alternan calcarenitas y margas rojas y blancas.

Los materiales de la zona Circumbética se sitúan entre el Subbético Medio y el Interno, que no aflora en la zona sino que lo hace más al Sur. Estos materiales han sido atribuidos a un medio paleogeográfico más al Sur y algunos autores los denominan Ultrainternos.

Litológicamente la serie de la unidad del Pinar es semejante al Subbético medio con un Jurásico carbonatado y un Cretácico representado por dos conjuntos flyschoides desconectados entre sí.

Las escamas del Corredor de Boyar ocupan el estrecho pasillo que forman la Sierra del Pinar y la Sierra del Endriñal, superponiéndose unas escamas a otras en la mitad meridional de dicho pasillo; en la mitad septentrional aflora el Flysch Cretácico. Las series constituyentes a dichas escamas son análogas a las descritas en la Unidad del Pinapero con un adelgazamiento considerable debido al alargamiento tectónico.

El manantial se encuentra entre las dolomías blancas y grises que constituyen la base liásica del Subbético Medio y las margas del Trías Keuper y que constituye la base de todas las series.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial de El Nacimiento de Benamahoma se encuentra situado en la Sierra de Grazalema, una zona con una pluviometría que oscila desde los 1.200 l/m² año en Benamahoma hasta los 2.000 en Grazalema siendo un aporte importante de agua a la citada Sierra.

El manantial drena agua del acuífero carbonatado denominado genéricamente Sierra de Grazalema, el cual está forma-

do por ocho unidades distintas que constituyen otros tantos acuíferos con características propias y que son los siguientes:

- Zafalgar-Labradillo
- El Bosque
- Sierra del Pinar
- La Silla
- Sierra Alta
- Endrinal
- Ubrique
- Montejaque-Cortes

(según el Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz).

En dicha publicación se explica la comunicación entre las tres primeras unidades que corresponden con tres unidades tectosedimentarias que, como vimos en el apartado anterior, estaban en contacto debido a un retrocabalgamiento y desconectadas del resto por los materiales más margosos del corredor de Boyar.

Describimos brevemente estas unidades:

- Unidad Zafalgar-Labradillo, situada en la diagonal Zahara-El Bosque. Es la más septentrional y tiene una superficie de 46 km², formados por materiales carbonatados Jurásicos con una potencia de 700 m y su base de margas triásicas y cretácicas constituyen el zócalo impermeable. Los recursos propios de esta unidad se estiman en 10,8 Hm³/año. Su descarga natural es por el Este y por el Sur.

- Unidad El Bosque, que se sitúa al Este de esta localidad, con una superficie de 16 km², corresponde con la uni-

dad geológica que hemos denominado Sierra de Albarracín más concretamente con sus materiales carbonatados Jurásicos; tiene la misma base impermeable que la unidad anterior. Sus recursos se estiman en 4,8 Hm³/año y tiene su descarga en el Norte (Bocaleones).

- Unidad Sierra del Pinar, se encuentra al Norte y al Este de Grazalema y tiene una superficie de 37 km². Está constituida por las calizas y dolomías del Jurásico de la unidad del Subbético Ultrainterno, limita al Sur con las margas del Corredor de Boyar y al Norte por Trías y por la unidad de Zafalgar y al Sur con la unidad El Bosque.

Tiene su descarga tanto por el Noreste (Arroyomolinos) como por el Suroeste (Benamahoma). Tiene unos recursos estimados de 14,1 Hm³/año.

Estas tres unidades se encuentran hidrogeológicamente independizadas del resto de las unidades del acuífero de Grazalema, el cual descarga tanto a la cuenca del río Majaceite como directamente al río Guadalete.

El manantial de El Nacimiento de Benamahoma es una de las descargas naturales de la Unidad el Bosque y El Pinar ambas en comunicación en esta zona con la unidad Zafalgar-Labradillo.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua bicarbonatada cálcica de baja mineralización (289 μ S/cm), pH campo= 7,52 y Eh= +137 mV.

La composición química se ajusta al modelo característico de aguas asociadas a facies carbonatadas, cuyo tiempo de

tránsito es presumiblemente corto considerando la escasa mineralización de la muestra. En efecto, los diagramas de saturación de la fig. 1 indican que el agua se encuentra prácticamente en condiciones de equilibrio respecto a calcita y dolomita, y obviamente en situación de subsaturación para los minerales de origen evaporítico allí representados.

Salvo los componentes típicamente mayoritarios -HCO_3^- , $\text{SO}_4^{=}$, CA^{2+} , Mg_{2+} , etc., las restantes especies resultan en la mayor parte de los casos inferiores a sus respectivos límites de detección. En resumen, de acuerdo con el análisis realizado se concluye que el agua resulta apta para el uso a que actualmente se destina: abastecimiento urbano.

Por último, el diagrama de Schoeller-Berkaloff (fig. 2) refleja los perfiles hidroquímicos del agua según los dos análisis disponibles -1980 y 1990-, de los que se deduce una ausencia de estabilidad temporal en su composición. No obstante sería necesaria mayor información para obtener conclusiones definitivas al respecto.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado en el contacto de unas dolomías liásicas y unas arcillas triásicas, constituyendo las primeras el acuífero drenado y las segundas el zócalo impermeable.

Estas dolomías están en contacto con toda la serie carbonatada liásica-cretácica que forma el Subbético en esta zona y que constituye el acuífero denominado Sierra de Grazalema. Este acuífero con una superficie total de 245 km², está dividido en ocho unidades que no tienen por qué estar unidas

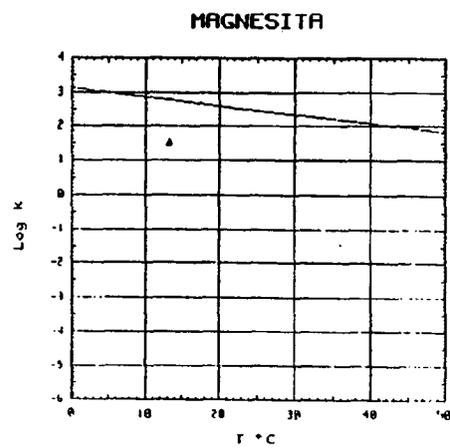
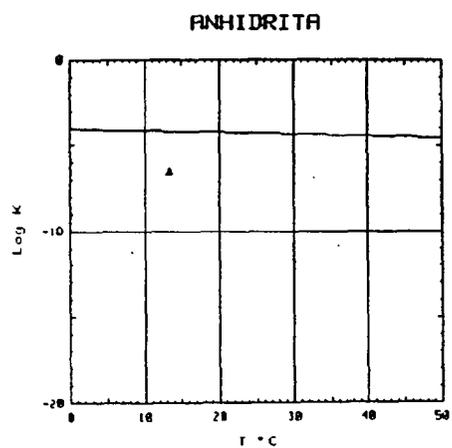
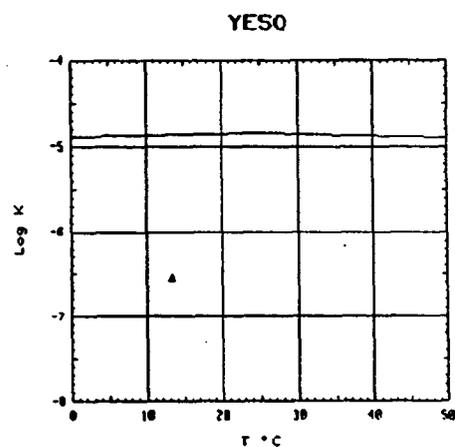
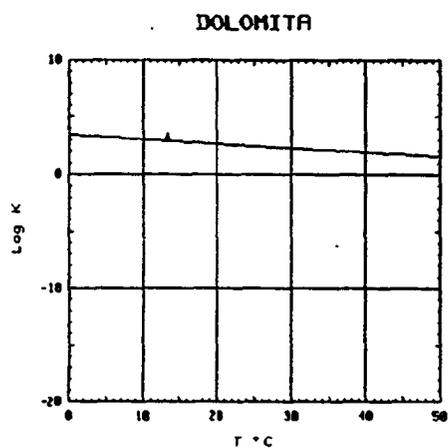
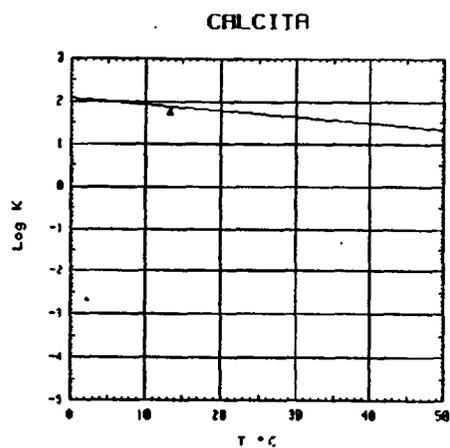
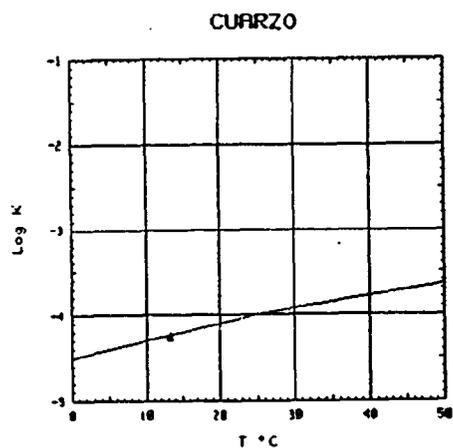
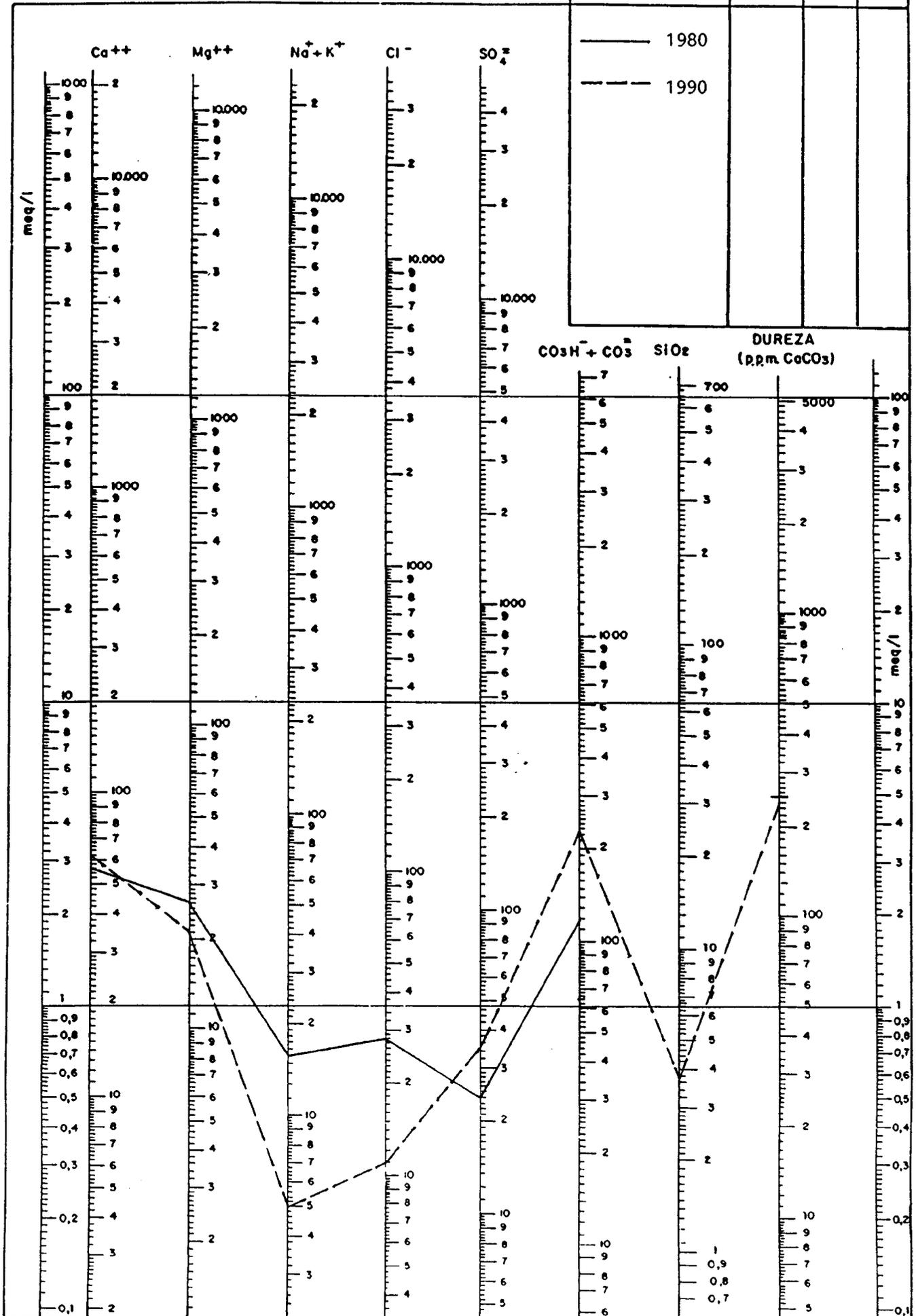


FIG. 4.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL EL NACIMIENTO

FIG. 2.- MANANTIAL EL NACIMIENTO

MUESTRA	C μ S/cm	pH	Eh
— 1980			
- - - 1990			



ANALISIS QUIMICO
=====

DENOMINACION: MANANTIAL EL NACIMIENTO
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 13.3 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 289
pH a 13°C: 7.52 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 242
pH a 18°C: 7.80 Eh campo (mV): 137

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	229.00	3.753	3.753	77.34
CO3=	-	-	-	-
SO4=	35.00	.364	.729	15.02
Cl-	11.00	.310	.310	6.39
F-	<5.0E-1	.026	.026	.54
NO3-	2.00	.032	.032	.66
SiO2(H4SiO4)	3.7	.062	-	-
F	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.060	.001	.002	.04
TOTAL.....	281.270	4.549	4.853	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	5.00	.218	.218	4.26
K+	-	-	-	-
Ca++	62.00	1.547	3.094	60.59
Mg++	21.00	.864	1.727	33.83
Fe++	.010	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.14
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.09
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.03
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL.....	88.685	2.656	5.106	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca = 1.213 Cl/Na = 1.427 (SO4*Ca)^{1/2} = 1.501
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .778 Cl/(Na+K) = 1.427 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .314
(CO3H)²*Ca)^{1/3} = 3.519 SO4/Ca = .236 Mg/Ca = .558
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .930 SO4/(Ca+Mg) = .151 Cl/CO3H = .088

ARCHIVO EN DISCO: MMC5 (AMA7-05)

	ppm
R.S. 110°C	185
D.Q.O.	0,6
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,026
As	-
Se	-
Hg	-

entre sí, por el contrario, una sola de ellas o varias unidades, actúan como acuíferos independientes.

El manantial estudiado drena el acuífero que forman dos de estas unidades (U. El Bosque y U. Pinar), situándose justo en el límite establecido para ambas formaciones. Su superficie conjunta es de 53 km² y son independientes del resto de las unidades, de las que están separadas por materiales impermeables tanto triásicos como cretácicos.

La descarga de este acuífero se realiza alrededor de todo su borde por importantes manantiales (Quejigo, Vihuelo, Arroyomolinos, Nacimiento, etc.), existiendo una serie de flujos subterráneos que alimentan estos manantiales principales.

Para la proposición de área de protección, con el fin de no abarcar todo el acuífero (lo que nos parece excesivo), se han tenido en cuenta los siguientes criterios: Primero el contacto con los materiales impermeables, segundo la dirección de los flujos de las aguas subterráneas (obtenida del Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz) y tercero la topografía del terreno. El área resultante es una banda de entre uno y dos km de ancho y de unos seis km de longitud, con una dirección SW-NE y cuyo límite Norte son las arcillas impermeables triásicas, que lo separan de la unidad Zafalgar.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

IGME-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

I.G.M.E.-F.A.O. (1968) - Ficha técnica del manantial. Plan Guadalquivir.

I.G.M.E. (1990) - "Hoja geológica" UBRIQUE (14-44) E.
1:50.000 Plan Magna y memoria. (Inédito).

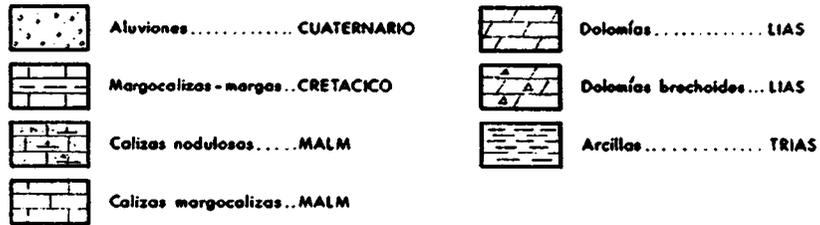
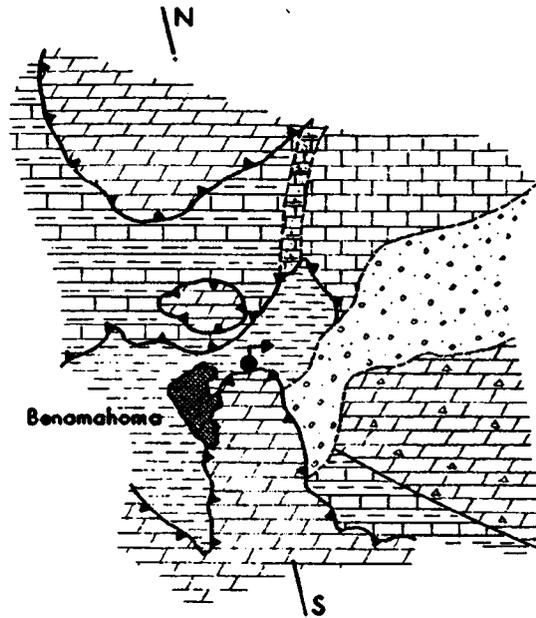
SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1984) - Hoja UBRIQUE E.
1:50.000.

SPADEL (1988) - Informe hidrogeológico Benamahoma.

MANANTIAL EL NACIMIENTO

(GRAZALEMA)

PLANO GEOLOGICO

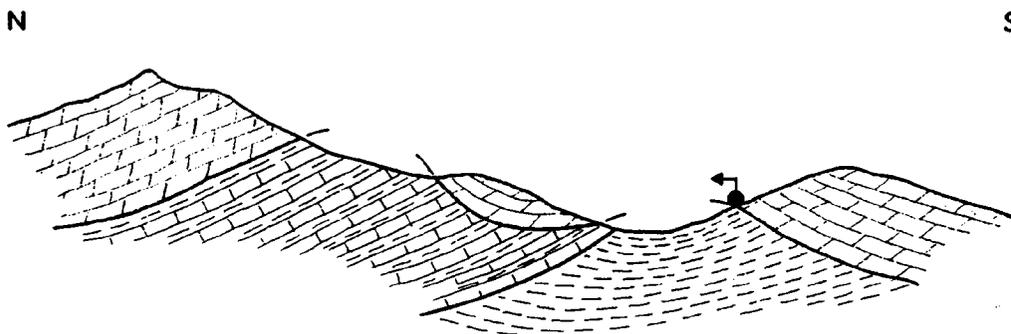


ESCALA - 1:50.000

279,000

281,000

CORTE GEOLOGICO



ESCALA - 1:25.000

MANANTIAL MULERA (UBRIQUE)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial se encuentra situado al Noreste de la provincia de Cádiz, en la ladera Norte del Peñón de Merino, dentro del término municipal de Ubrique. Con unas coordenadas U.T.M. X=277100, Y=14059100 y a una altura de 480 m según el mapa a escala 1:50.000 de Cortes de la Frontera (14-45) del Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por la carretera local de Ubrique al pantano de los Hurones. Al llegar al pantano se cruza el puente hacia el Sur en dirección Mulera-Calera. El manantial se encuentra detrás del cortijo Mulera.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Según la bibliografía consultada, la primera vez que aparece citado este manantial es en el informe del Instituto Geológico de 1913, en el que se cita textualmente: "UBRIQUE (aguas de). En el apartado judicial de Grazalema, y en las inmediaciones de la villa de Ubrique, existe en terrenos Jurásicos tres manantiales, dos de ellos de aguas sulfurosas y el otro de aguas ferruginosas, de los cuales se desconocen más datos".

En las inmediaciones de Ubrique se han localizado varios manantiales ferruginosos, siendo éste uno de ellos.

En el informe del I.G.M.E. de 1947 y en el de 1986 se cita un manantial de aguas ferruginosas en el término de Ubrique, sin especificar más características del mismo.

El agua del manantial se utilizaba para consumo en el cortijo de la Mulera con una tubería que conduce el agua, aunque las características químicas del agua ocasionaban que se taponara con mucha frecuencia por lo que ha caído en desuso y se utiliza actualmente como abrevadero de animales.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Geológicamente la zona de estudio se encuentra situada en el extremo occidental de las Cordilleras Béticas, en las cuales se distinguen las Zonas Internas y las Zonas Externas, correspondientes a las deformaciones de zócalo y cobertera respectivamente.

Las Zonas Externas se dividen a su vez en Prebético y Subbético que aflora al Norte de la zona de estudio pero que no afecta al funcionamiento del manantial. La Zona Interna también se divide en Zona Circumbética y la Zona Bética; el manantial se encuentra en la primera y es a la que nos vamos a referir.

Se trata de unos materiales que en principio se situaban en la Zona Externa Ibérica y en la Zona Externa Africana ocupando un amplio surco que se fue estructurando desde el Liásico y que en su base se depositan radiolaritas. A partir del Jurásico Superior y hasta el Mioceno Inferior se depositan potentes formaciones turbidíticas; a partir del Eoceno al

ser invadido por la Zona Bética se produce una serie de cabalgamientos de las Zonas Internas hacia las Externas.

El manantial Mulera se encuentra en las areniscas del Aljibe que litológicamente son unas areniscas de color blanco, con tintes rojizos debido a las oxidaciones de hierro, con más del 90% de la roca de fracción arenosa. Su edad es Mioceno Inferior. Morfológicamente forman grandes desniveles produciéndose deslizamientos de laderas aprovechando los pequeños lechos de arcillas que separan los potentes bancos de areniscas. Sobre uno de estos deslizamientos se encuentra el manantial.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial se encuentra en una zona donde la pluviometría media oscila entre los 1.000 y 1.200 l/m² año, siendo éste el único aporte de agua de las areniscas que constituyen el acuífero, que drena el manantial.

Pese a las cantidades de agua y debido a la baja permeabilidad de los materiales y a lo abrupto del terreno, este acuífero es de poca importancia y siempre de carácter local.

La infiltración en estas arenas es muy pequeña (inferior al 5%) produciéndose por el contrario una importante escorrentía, dándose la salida del agua por muchos puntos siendo éste uno de ellos.

El manantial de Mulera no está relacionado aparentemente con ninguna fractura dentro de las areniscas, aunque si se encuentra en el borde de un deslizamiento. Tiene un caudal de 0,1 l/seg, medidos el 5 de Marzo de 1990, siendo constante

durante todo el año sin estar afectado por variaciones estacionales.

Las características químicas de sus aguas son debidas a los óxidos de hierro que suelen tener las areniscas del Aljibe. El manantial vierte directamente sus aguas al pantano de los Hurones, perteneciente a la cuenca del río Guadalete.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de mineralización baja (305 $\mu\text{S}/\text{cm}$), $\text{pH}_{\text{campo}}=6,59$, carácter reductor (-2 mV) y naturaleza bicarbonatada cálcica-magnésica. Estas características sugieren un tiempo de residencia corto, insuficiente para el establecimiento del equilibrio agua-roca tal como sugieren los diagramas de saturación (fig. 1). Estos últimos indican condiciones de subsaturación respecto a todos los minerales considerados a excepción del cuarzo. Respecto a este último conviene señalar que al igual que en otros manantiales también asociados a las areniscas de la Unidad del Aljibe, se observa un contenido en SiO_2 ligeramente alto en relación con la escasa mineralización del agua (29,4 mg/l en el presente caso).

El manantial presenta abundantes precipitados de hierro en su entorno (2,2 mg/l Fe_2^+ determinados en campo). En el apartado precedente se hace referencia a la existencia de óxidos de este elemento en las areniscas del Aljibe.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado sobre unas areniscas miocenas, las cuales limitan al Sur con unas arcillas triásicas que actúan de zócalo impermeable al acuífero que constituyen las areniscas.

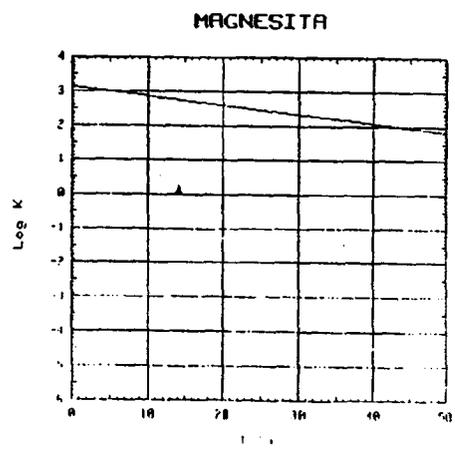
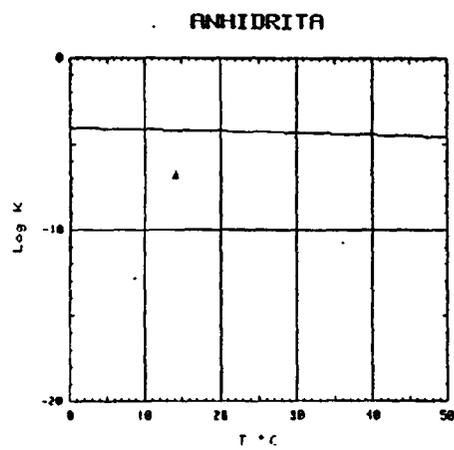
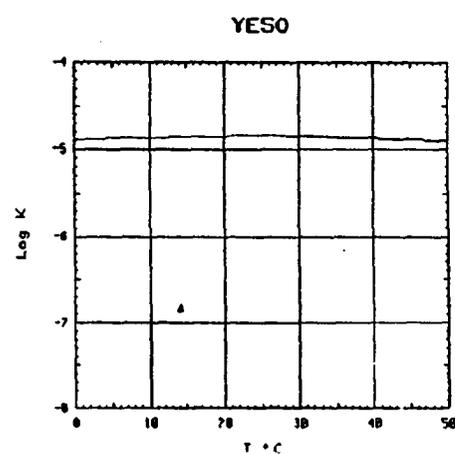
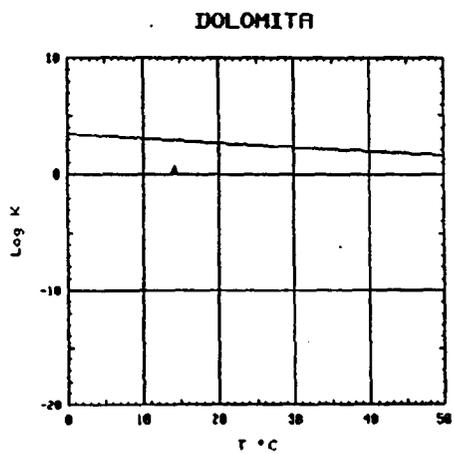
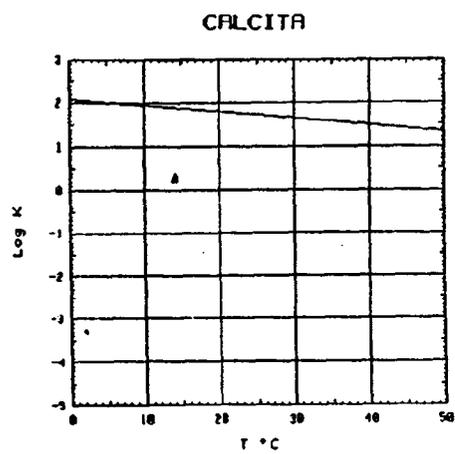
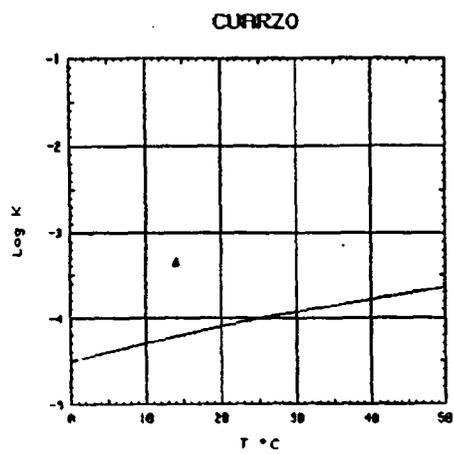


FIG. 1 .- DIAGRAMAS DE SATURACION DEL MANANTIAL MULERA

ANALISIS QUIMICO
=====

DENOMINACION: MULERA
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 14.1 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 305
pH a 14°C: 6.59 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 122
pH a 18°C: 6.80 Eh campo (mV): -2

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	122.00	2.000	2.000	61.57
CO3=	-	-	-	-
SO4=	35.00	.364	.729	22.44
Cl-	17.00	.480	.480	14.77
F-	<5.0E-1	.026	.026	.81
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.25
SiO2(H4SiO4)	29.4	.489	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	.170	.002	.005	.17
TOTAL.....	204.580	3.369	3.248	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	19.00	.827	.827	24.38
K+	2.00	.051	.051	1.51
Ca++	29.00	.724	1.447	42.69
Mg++	12.00	.494	.987	29.12
Fe++	.040	.001	.001	.04
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.21
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.64
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.02
Mn++	.280	.005	.010	.30
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.05
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.05
TOTAL.....	62.990	2.128	3.390	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.382	Cl/Na =	.580	(SO4*Ca)^1/2 =	1.027
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.821	Cl/(Na+K) =	.546	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.520
(CO3H)^2*Ca)^1/3 =	1.795	SO4/Ca =	.504	Mg/Ca =	.682
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.121	SO4/(Ca+Mg) =	.299	Cl/CO3H =	.240

ARCHIVO EN DISCO: MMC12 (AMA7-12)

	ppm
R.S. 110°C	234
D.Q.O.	0,5
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,009
As	-
Se	-
Hg	-

Estos materiales no forman un buen acuífero, pues su permeabilidad no es alta y esto trae como consecuencia que sea drenado por gran cantidad de manantiales y que normalmente no sean muy importantes. Los manantiales de Mulera y de Calera son dos de ellos, el primero surge al aprovechar un plano de deslizamiento y el segundo surge de una pequeña fractura.

Se ha propuesto un área común para la protección de estos manantiales, que con una superficie de unos tres kilómetros cuadrados, está limitada al Norte por las arcillas triásicas y al Sur por la divisoria de aguas, lo que nos parece suficiente debido a la pequeña infiltración del acuífero.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

IGME-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

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

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

I.G.M.E. (1982) - Informe hidrogeológico de abastecimiento a la población de Ubrique.

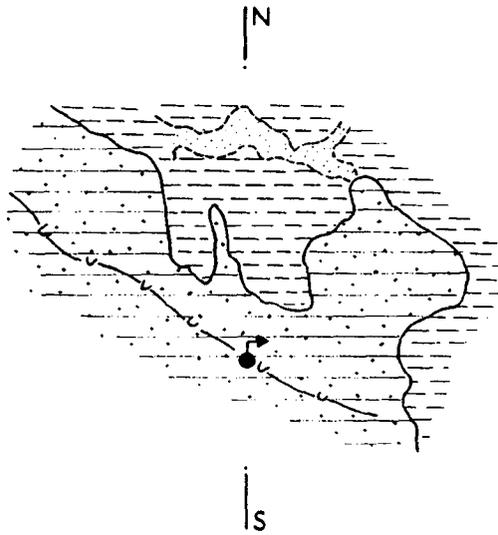
I.G.M.E. (1986) - Informe sobre las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasada existentes en España.

I.G.M.E. (1987) - "Hoja geológica" CORTES DE LA FRONTERA E.
1:50.000 Plan Magna. Mapa y memoria.

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1985) - Hoja CORTES DE
FRONTERA (14-45) E. 1:50.000.

MANANTIAL MULERA (UBRIQUE)

PLANO GEOLOGICO



-  Areniscos..... MIOCENO
-  Arcillas..... TRIASICO
-  Deslizamiento

ESCALA - 1:50.000

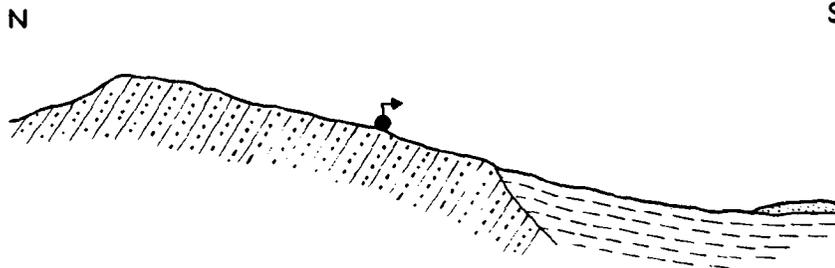
276.000

278.000

4.060.000

4.058.000

CORTE GEOLOGICO



ESCALA - 1:25.000

MANANTIAL CALERA (UBRIQUE)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial se encuentra situado al Noreste de la provincia de Cádiz, en la ladera Norte del Peñón de Merino en el término municipal de Ubrique. Con unas coordenadas U.T.M. X=1276400, Y=4059600 y a una altura de 420 m sobre el nivel del mar, según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 de Cortes de la Frontera (14-45) del Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por la carretera local de Ubrique al pantano de los Hurones y al llegar al pantano se cruza el puente hacia el Sur, en dirección al puerto de los Negros y a la izquierda del camino, se encuentra el manantial.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

La primera vez que aparece citado este manantial según la bibliografía consultada, es en el informe del Instituto Geológico de 1913, en el que se cita textualmente: "Ubrique (aguas de). En el partido judicial de Grazalema y en las inmediaciones de la villa de Ubrique, existen en terrenos Jurásicos tres manantiales dos de ellos sulfurosos y otro de aguas ferruginosas, de los cuales se desconocen más datos". En las inmediaciones de Ubrique se han localizado varios ma-

nantiales ferruginosos siendo el manantial Calera uno de ellos.

En los informes sobre aguas minero-medicinales del I.G.M.E. de 1947 y de 1986 se hace referencia a un manantial de aguas ferruginosas en el término de Ubrique, sin especificar más características del mismo.

El uso de este manantial es exclusivamente para consumo de ganado, teniendo una pequeña instalación para que se utilice como abrevadero, su uso medicinal ha quedado completamente olvidado (se utilizaba para problemas estomacales y de inapetencia).

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Geológicamente la zona de estudio se encuentra situada en el extremo occidental de las Cordilleras Béticas, en las cuales se distinguen tradicionalmente Zonas Internas y Zonas Externas correspondientes a las deformaciones de Zócalo y cobertera respectivamente.

La Zona Externa se divide a su vez en Prebético y Subbético y aflora al norte de la zona estudiada pero sin afectar al funcionamiento del manantial. La Zona Interna está formada por una Zona Circumbética y una Zona Bética; el manantial se encuentra en la primera y es a la que nos vamos a referir.

Se trata de unos materiales que en principio se situaban en la zona externa Ibérica y en la Zona Externa Africana, ocupando un amplio surco que se fue estructurando desde el Liásico y en su parte basal se depositaron radiolaritas. A partir del Jurásico Superior y hasta el Mioceno Inferior se

depositan potentes formaciones turbidíticas; a partir del Eoceno al ser invadido por la Zona Bética se producen una serie de cabalgamientos de las Zonas Internas hacia las más Externas. El manantial Calera se encuentra situado sobre las areniscas del Aljibe, que litológicamente son unas areniscas de color blanco, con tintes rojizos debido a las oxidaciones de hierro, y más del 90% de la roca es fracción arenosa. Su edad es Mioceno Inferior correspondiendo a la zona más elevada (más moderna) de la Zona Circumbética. Morfológicamente forma grandes desniveles aprovechando los pequeños lechos arcillosos que separan los potentes bancos de areniscas, y pequeñas fracturas locales, sobre una de las cuales se encuentra el manantial.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial se encuentra en una zona con una pluviometría media comprendida entre 1.000 y 1.200 l/m² año. Siendo el único aporte de agua de las areniscas que constituyen el acuífero que drena el manantial, pese a esta gran cantidad de agua y debido a la poca permeabilidad de los materiales y de lo abrupto del terreno, el acuífero es de poca importancia y de carácter local.

La infiltración en estas arenas es muy pequeña, inferior al 5%, produciendo por el contrario una importante escorrentía superficial. El drenaje del acuífero se produce por muchos puntos siendo Calera uno de ellos.

El manantial se encuentra relacionado con una pequeña fractura producida posiblemente por uno de los deslizamientos de laderas de las areniscas. Tiene un caudal de 0,1 l/seg., medido el 5 de Marzo de 1990, siendo constante durante todo el año sin ser afectado por variaciones estacionales.

Las características químicas de sus aguas son debidas a los óxidos de hierro que suelen tener las areniscas del Aljibe. El manantial vierte su agua directamente al pantano de los Hurones perteneciente a la cuenca del río Guadalete.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

El manantial Calera constituye un excelente ejemplo de la tipología de aguas características de las surgencias asociadas directamente a las areniscas del Aljibe: mineralización moderada-baja (400 μ D/cm), pH ácido (6,31), carácter reductor (-10 mV) y predominio de los iones HCO_3^- y Ca^{2+} .

Se trata de aguas cuyo tiempo de tránsito es presumiblemente corto, sobresaturadas en cuarzo (33,8 mg/l SiO_2) y subsaturadas en calcita, dolomita, yeso, anhidrita, magnesita y halita (ver fig. 1). Poseen carácter ferruginoso (1,6 mg/l en campo, con abundantes precipitados en el entorno del manantial), cuyo origen se atribuye a la presencia en las areniscas de óxidos de este metal.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado sobre unas areniscas miocenas, las cuales limitan al Sur con unas arcillas triásicas que actúan de zócalo impermeable al acuífero que constituyen las areniscas.

Estos materiales no forman un buen acuífero, pues su permeabilidad no es alta, esto trae como consecuencia que sea drenado por gran cantidad de manantiales y que normalmente no sean muy importantes. Los manantiales de Mulera y de Calera son dos de ellos, el primero surge al aprovechar un plano de deslizamiento y el segundo surge de una pequeña fractura.

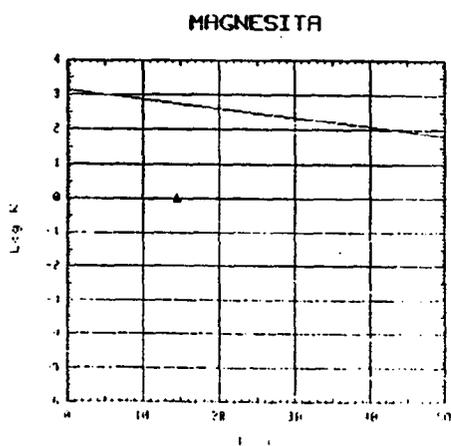
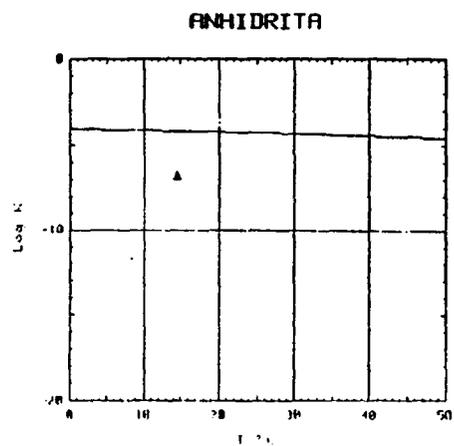
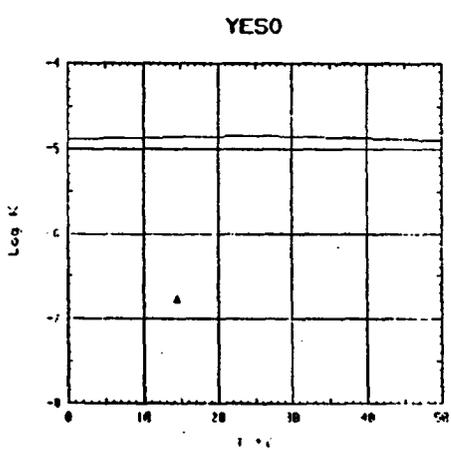
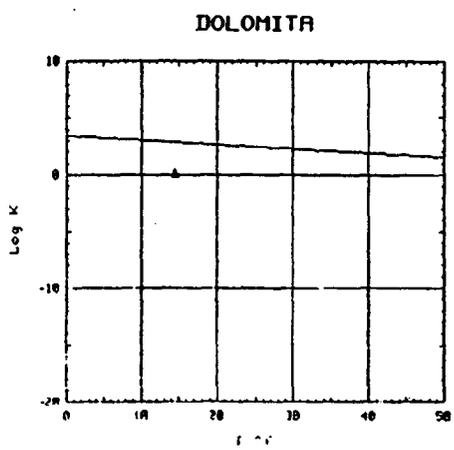
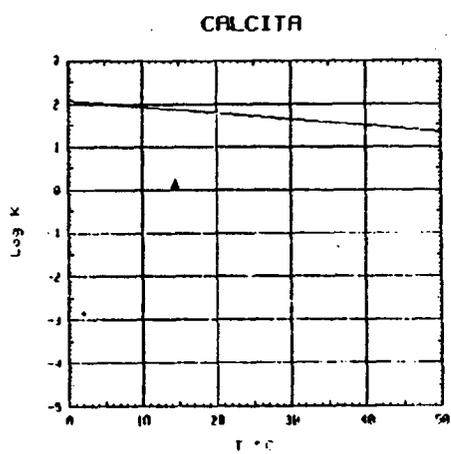
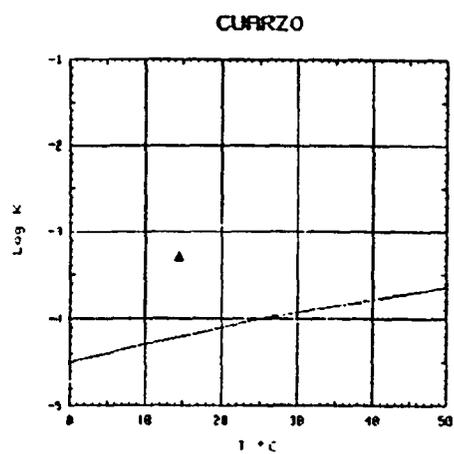


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION DEL MANANTIAL CALERA

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

DENOTACION: CALERA
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 14.5 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 400
pH a 14°C: 6.31 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 150
pH a 18°C: 6.70 Eh campo (mV): -10

ANIONES =====	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	134.00	2.196	2.196	54.82
CO3=	-	-	-	-
SO4=	35.00	.364	.729	18.19
Cl-	36.00	1.016	1.016	25.35
F-	<5.0E-1	.026	.026	.66
NO3-	2.00	.032	.032	.81
SiO2 (H4SiO4)	33.6	.562	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	.210	.002	.007	.17
TOTAL.....	241.520	4.200	4.006	

CATIONES =====	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	30.00	1.305	1.305	29.43
K+	3.00	.077	.077	1.73
Ca++	35.00	.873	1.747	39.38
Mg++	15.00	.617	1.234	27.83
Fe++	.030	.001	.001	.02
Li+	.06	.009	.009	.19
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.25
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.034	.001	.001	.03
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	.120	.002	.004	.08
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.04
TOTAL.....	83.814	2.604	4.404	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA SODICA

(Cl+H+CO3) / Ca =	1.258	Cl/Na =	.778	(SO4*Ca) ^{1/2} =	1.128
(CO3H+CO3) / (Ca+Mg) =	.737	Cl / (Na+K) =	.735	(Cl+SO4) / (Ca+K+Na) =	.558
(CO3H) ² *(Ca) ^{1/2} =	2.035	SO4/Ca =	.417	Mg/Ca =	.706
(CO3H+CO3+SO4) / (Ca+Mg) =	.981	SO4 / (Ca+Mg) =	.244	Cl/CO3H =	.462

ARCHIVO EN DISCO: MNC13 (AMA7-13)

	ppm
R.S. 110°C	222
D.Q.O.	0,8
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,009
As	-
Se	-
Hg	-

Se ha propuesto un área común para la protección de estos manantiales, que con una superficie de unos tres kilómetros cuadrados, está limitada al Norte por las arcillas triásicas y al Sur por la divisoria de aguas, lo que nos parece suficiente debido a la pequeña infiltración del acuífero.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

IGME-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

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

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

I.G.M.E. (1982) - Informe hidrogeológico de abastecimiento a la población de Ubrique.

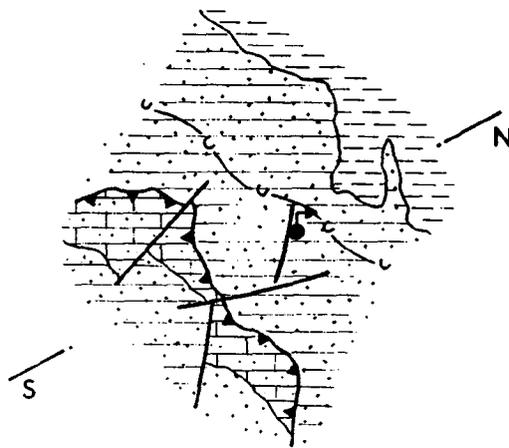
I.G.M.E. (1986) - Informe sobre las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasada existentes en España.

I.G.M.E. (1987) - "Hoja geológica" CORTES DE LA FRONTERA E. 1:50.000 Plan Magna. Mapa y memoria.

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1985) - Hoja CORTES DE FRONTERA (14-45) E. 1:50.000.

MANANTIAL CALERA (UBRIQUE)

PLANO GEOLOGICO

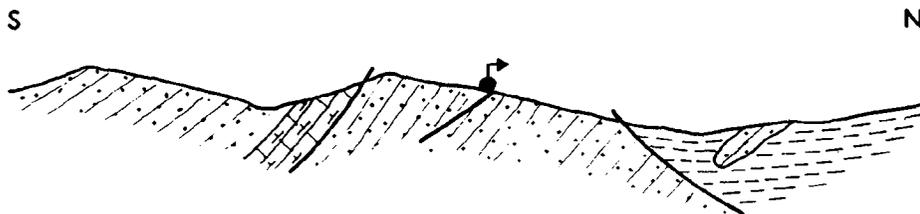


ESCALA - 1: 50.000

276.000

278.000

CORTE GEOLOGICO



ESCALA - 1: 25.000

MANANTIAL LECHO DEL MEDIO (UBRIQUE)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Lecho del Medio se encuentra situado en el Noreste de la provincia de Cádiz, en el término municipal de Ubrique y en el paraje denominado Casa del Lecho del Medio. Tiene unas coordenadas U.T.M. X=282400, Y=4057200 y una altura de 480 m sobre el nivel del mar, según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 de Cortes de la Frontera (14-45) del Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por la carretera comarcal de Ubrique a Cortes de la Frontera en el kilómetro 27,400, tomando un camino que sale hacia el Este y a la izquierda de la carretera en dirección a Cortes; a unos dos kilómetros y detrás de la casa Lecho del Medio, se encuentra el manantial.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

La primera vez que aparece citado este manantial, según la bibliografía consultada, es en el informe del Instituto Geológico de 1913, en el que se cita textualmente: "Ubrique (aguas de). En el partido judicial de Grazalema y en las inmediaciones de la villa de Ubrique, existen en terrenos Jurásicos tres manantiales, dos de ellos de aguas sulfurosas y el otro de aguas ferruginosas, de los cuales se desconocen más datos". En las inmediaciones de Ubrique se han localizado varios manantiales ferruginosos, siendo este uno de ellos.

En el informe del I.G.M.E. de 1947 se menciona un manantial de aguas minero-medicinales sin especificar las características del mismo. En el informe del mismo Instituto de 1986 se hace mención a un manantial de aguas ferruginosas en Ubrique.

El uso del manantial es casi exclusivamente agrícola sirviendo de abrevadero para el ganado en verano, pues se mantiene su caudal durante todo el año. Ocasionalmente es usado para trastornos estomacales así como para problemas de inapetencia por los habitantes del lugar.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Geológicamente la zona de estudio se encuentra situada en el extremo occidental de las Cordilleras Béticas, en las cuales se distinguen las Zonas Internas y las Zonas Externas, correspondiendo a las deformaciones de zócalo y cobertera respectivamente.

La Zona Externa se subdivide a su vez en Prebético y Subbético que aflora al Norte de la zona de estudio pero no afectan al funcionamiento del manantial. La Zona Interna está representada por la Zona Circumbética y la Zona Bética. El manantial se encuentra en la primera zona y es a la que nos vamos a referir.

Se trata de una zona que en un principio se situaría entre la Zona Externa Ibérica y la Zona Externa Africana ocupando un amplio surco que se fue estructurando desde el Liásico, que en su parte más profunda se depositaron radiolarietas, y a partir del Jurásico Superior y hasta el Mioceno Inferior, se forman potentes formaciones turbidíticas. A partir del Eoceno fue invadido por la zona Bética, produciendo una

serie de cabalgamientos desde las Zonas Internas hacia las Externas.

El manantial Lecho del Medio se encuentra en el contacto entre las areniscas del Aljibe con las calcarenitas de la serie de base de la formación Beneiza, contacto mecánico afectado por fracturas posteriores, en las cuales se pueden observar algunas mineralizaciones de hierro.

Litológicamente las areniscas del Aljibe son de color blanco con tintes rojizos, debido a las oxidaciones de hierro y constituidas por un 90% de fracción arenosa. Su edad es Mioceno Inferior. Las calcarenitas están constituidas por unas calizas detríticas organógenas con intercalaciones de niveles margosos.

Tectónicamente se caracteriza por la disposición de la unidad en grandes escamas, algunas de las cuales reciben nombres especiales. El límite de las escamas viene señalado por su serie base, en este caso las calcarenitas de la formación Beneiza.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial estudiado se encuentra en una zona con una elevada pluviosidad, con una media comprendida entre los 1.400 y 1.600 l/m² año, siendo este el único aporte de agua a los materiales que constituyen el acuífero. Pese a la gran cantidad de agua que esto supone y debido a la poca porosidad de los materiales, así como a lo abrupto de su topografía, son escasos los recursos de aguas subterráneas en estos materiales no carbonatados.

El acuífero principal lo constituyen las calcarenitas con intercalaciones margosas de la formación Beneiza, sirviendo de base las areniscas del Aljibe. Estos materiales no constituyen por su baja permeabilidad un acuífero medianamente importante, si bien en las zonas de contacto entre ambos, al ser casi siempre mecánicos y a su vez afectados por fracturas más o menos perpendiculares, aumenta la posibilidad de circulación del agua siendo el caso de este manantial. Sus características químicas se deben a las mineralizaciones de hierro que se concentran en las zonas de fractura.

Las aguas del manantial corren hacia la garganta del Berrueco que pertenece a la cuenca hidrográfica del río Guadalete. El manantial se encuentra cerca del importante acuífero de Sierra de Grazalema y más concretamente de la unidad Ubrique, pudiendo existir una alimentación desde éste hacia las margocalizas que dan lugar al manantial.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de mineralización moderada-baja (470 μ S/cm) y naturaleza bicarbonatada cálcica-sódica, con pH campo (6,42) y carácter reductor (-62 mV).

Los diagramas de saturación de la fig. 1 ponen de manifiesto la ausencia de condiciones de equilibrio respecto a los minerales allí representados. A excepción del cuarzo, todos los restantes indican un estado de subsaturación.

El contenido en hierro según el análisis de campo es de 1,6 mg/l (se aprecian abundantes precipitados en el entorno de la surgencia). El bajo potencial redox del agua así como su pH ácido favorecen la removilización de este elemento, que según lo expuesto en el apartado precedente aparece

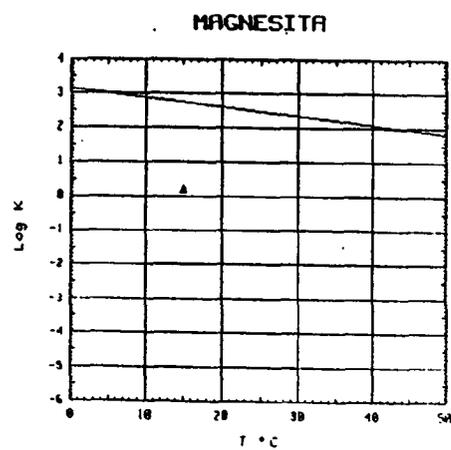
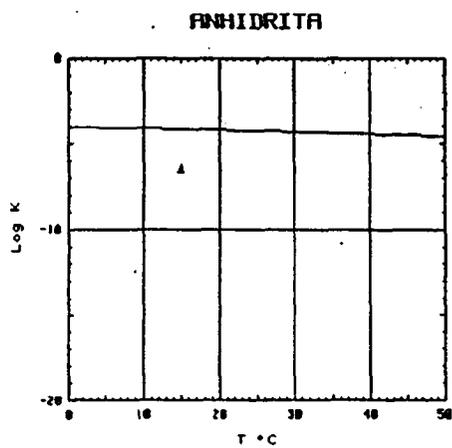
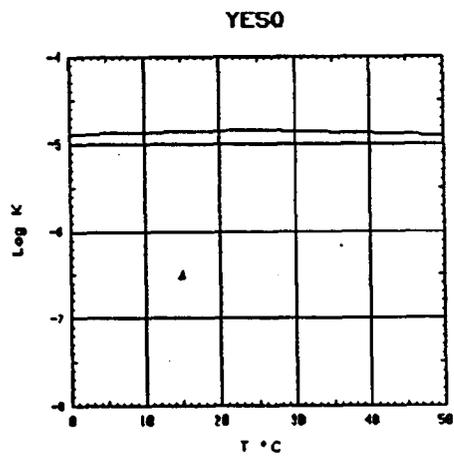
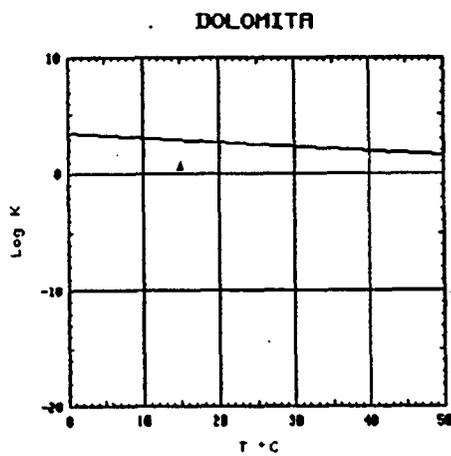
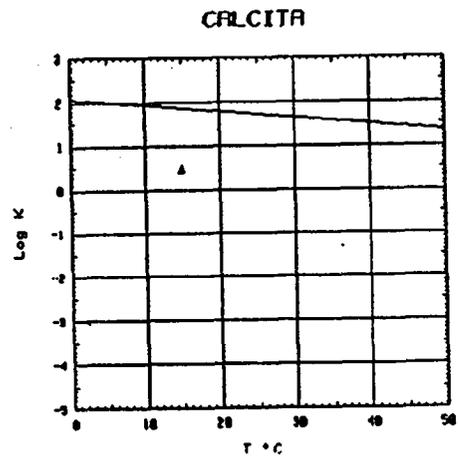
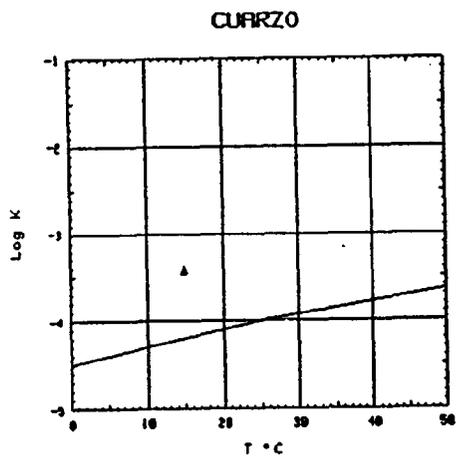


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL LECHO DEL MEDIO

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: LECHO DEL MEDIO
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 14.9 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 470
pH a 14°C: 6.42 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 182
pH a 18°C: 6.90 Eh campo (mV): -62

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	196.00	3.212	3.212	59.55
CO3=	-	-	-	-
SO4=	51.00	.531	1.062	19.68
Cl-	38.00	1.072	1.072	19.87
F-	<5.0E-1	.026	.026	.49
NO3-	1.00	.016	.016	.30
SiO2 (H4SiO4)	24.9	.414	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.180	.002	.006	.11
TOTAL....	311.590	5.274	5.395	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	46.00	2.001	2.001	34.60
K+	3.00	.077	.077	1.33
Ca++	48.00	1.198	2.395	41.42
Mg++	15.00	.617	1.234	21.34
Fe++	.020	0.000	.001	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.12
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.96
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.246	.004	.009	.15
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.03
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL....	112.936	3.925	5.783	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.341	Cl/Na =	.536	(SO4*Ca)^(1/2) =	1.595
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.895	Cl/(Na+K) =	.516	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.477
(CO3H)^(2)*Ca)^(1/2) =	2.913	SO4/Ca =	.443	Mg/Ca =	.515
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.178	SO4/(Ca+Mg) =	.293	Cl/CO3H =	.334

ARCHIVO EN DISCO: MNO3 (AMA7-06)

	ppm
R.S. 110°C	301
D.Q.O.	0,5
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,018
As	-
Se	-
Hg	-

en forma de mineralizaciones en la zonas de fractura. También en relación con el carácter reductor del agua, se detecta cierto contenido de manganeso en la muestra (0,246 mg/l).

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado sobre el contacto entre unas calcarenitas y unas areniscas, este es un contacto mecánico y a su vez fracturado, brotando el manantial en una de estas fracturas.

El acuífero, de poca permeabilidad, lo constituyen las calcarenitas, que se encuentran topográficamente por encima de las areniscas siendo estas la base impermeable del mismo. El afloramiento de calcarenitas se encuentra limitado al Oeste por unas margas y al Este por las areniscas y se acuña hacia el Sur, encontrándose aislados de otros de la zona, siendo el más importante el acuífero de la Unidad de Ubrique sirviendo las referidas areniscas de sustrato impermeable.

En la zona no existen otros manantiales que estén relacionados con el estudiado, al menos de cierta importancia y que sean algo constantes.

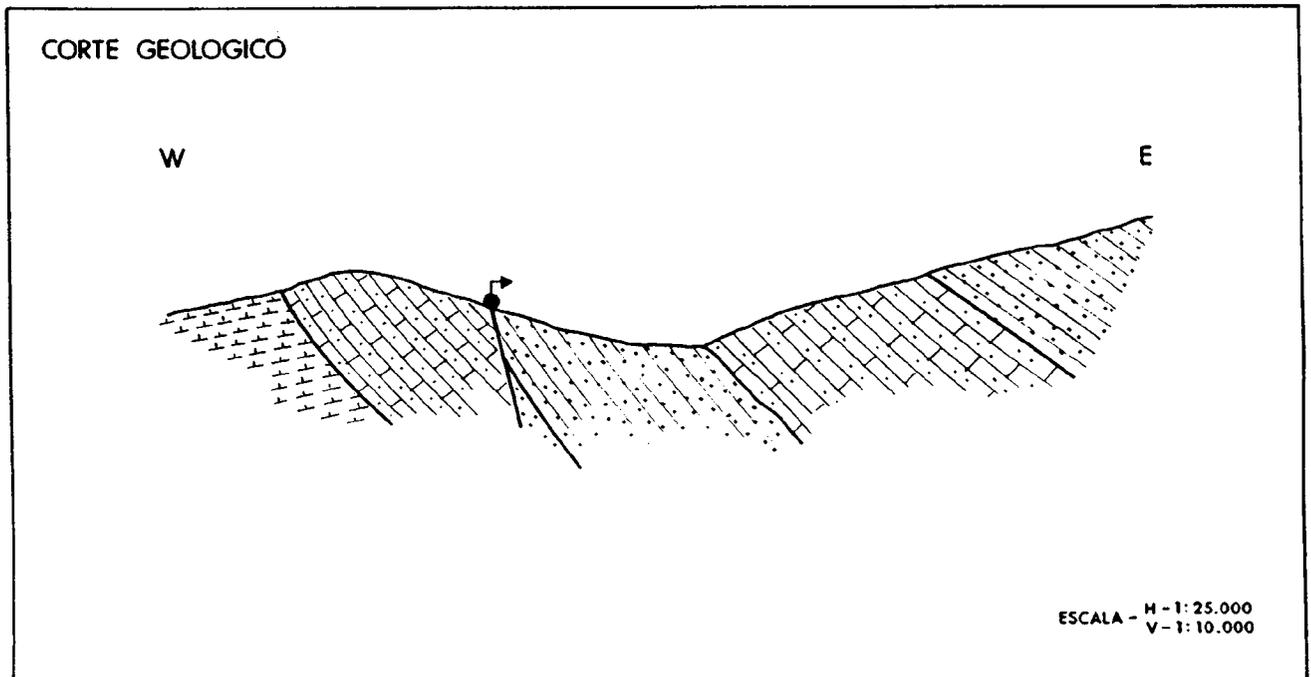
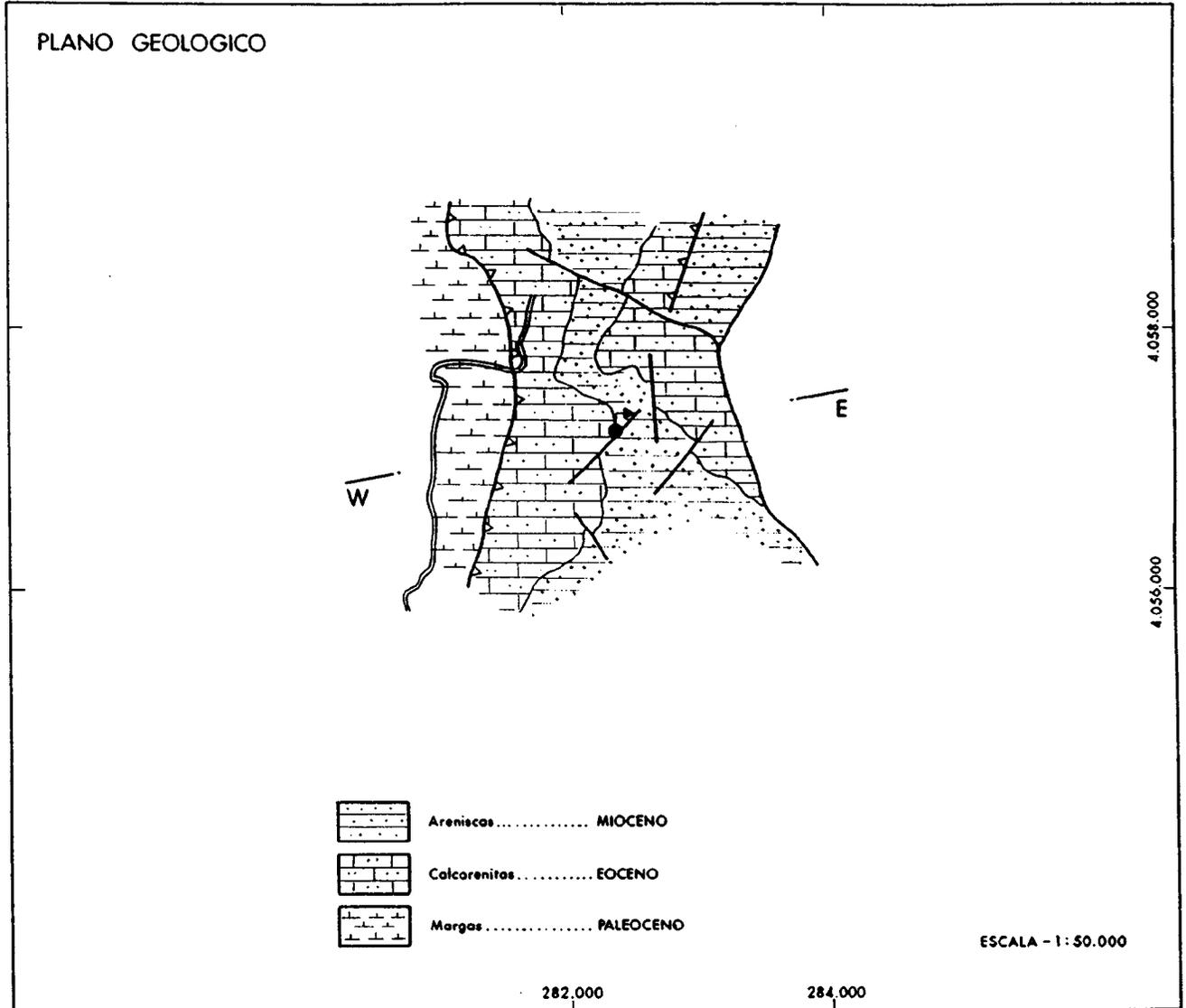
El área propuesta, con una superficie de unos tres kilómetros cuadrados, engloba todo el acuífero, teniendo como límites los mismos que el afloramiento de calcarenitas.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

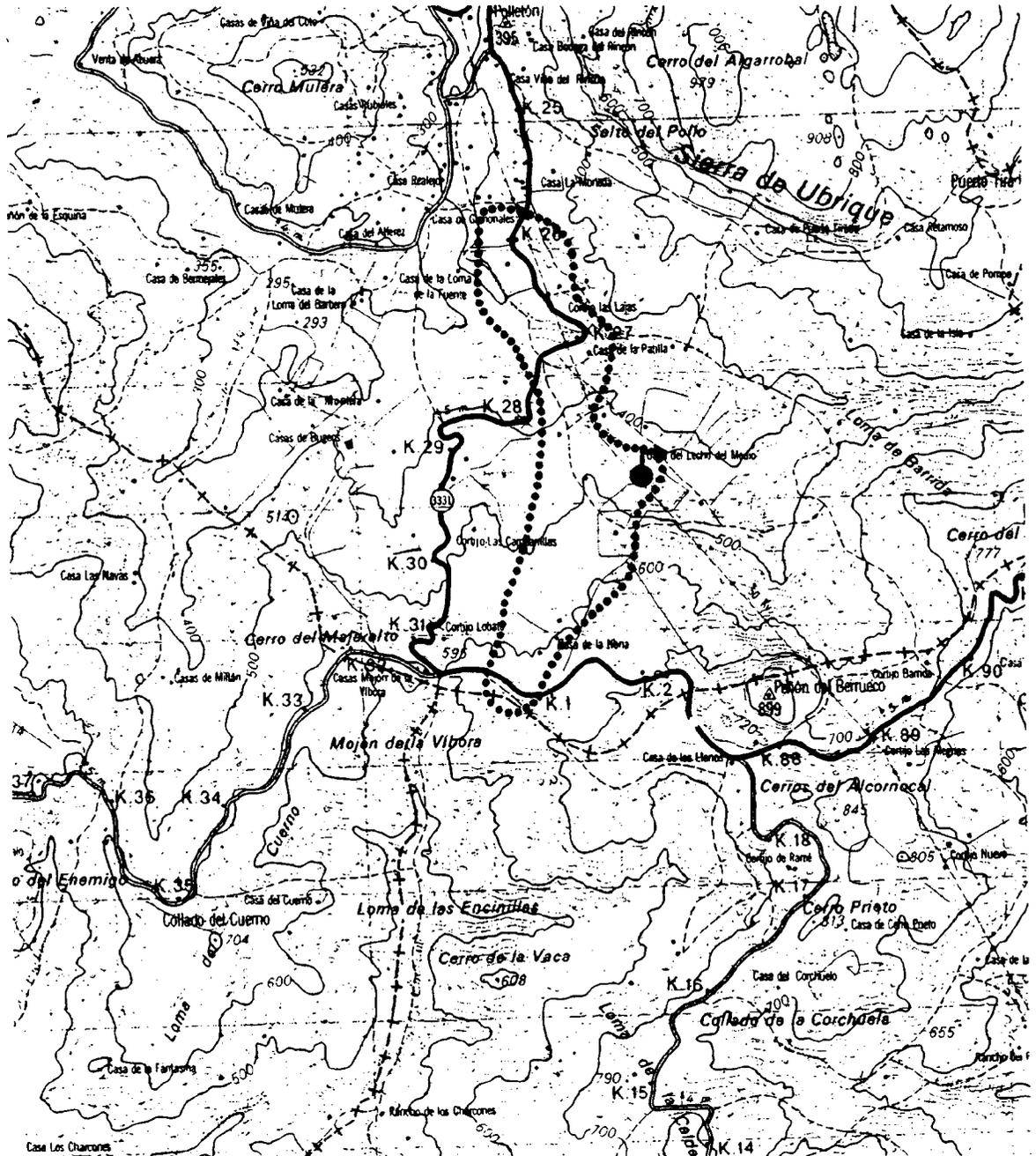
IGME-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

- I.G.M.E. (1913) - Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España.
- I.G.M.E. (1947) - Mapa con los puntos de aguas minero-medicinales de España.
- I.G.M.E. (1982) - Informe hidrogeológico de abastecimiento a la población de Ubrique.
- I.G.M.E. (1986) - Informe sobre las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasada existentes en España.
- I.G.M.E. (1987) - "Hoja geológica" CORTES DE LA FRONTERA E. 1:50.000 Plan Magna. Mapa y memoria.
- SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1985) - Hoja CORTES DE FRONTERA (14-45) E. 1:50.000.

MANANTIAL LECHO DEL MEDIO (UBRIQUE)



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION LECHO DEL MEDIO



EL TEMPUL (JEREZ DE LA FRONTERA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial del Tempul se encuentra situado en la provincia de Cádiz en la Sierra de las Cabras en el término municipal de Jerez de la Frontera y más concretamente al Norte de la loma del Tempul.

Con unas coordenadas U.T.M. X=260900; Y=4059100 y a una altura de 140 m sobre el nivel del mar, según referencia del mapa topográfico ALGAR (13-45) a escala 1:50.000 del Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por la carretera local de Algar a San José del Valle, en el km 48 y al sur de la carretera, se encuentra señalado.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

No existen antecedentes del uso de las aguas de este manantial como minero-medicinal según la bibliografía consultada ni existe un uso terapéutico tradicional por los habitantes de la zona. El hecho de incluir el manantial del Tempul como posible manantial de aguas minero-medicinales, es la solicitud de declaración de este manantial como aguas "minero-medicinales" por parte del Ayuntamiento de Jerez de la Frontera (número de registro 1231989) para la instalación

de una planta embotelladora con la intención de comercializar el agua por parte de "Aguas de Jerez, Empresa Municipal, S.A.". En dicha solicitud se incluye un informe con una propuesta de perímetro de protección delimitado por los siguientes puntos:

A	X=5° 41' 40"	Y=36° 38' 30"
B	X=5° 40' 00"	Y=36° 38' 30"
C	X=5° 40' 00"	Y=36° 37' 20"
D	X=5° 41' 40"	Y=36° 37' 20"

según meridiano de Greenwich. Al ser rechazada la petición como agua de características minero-medicinales, recientemente la solicitan como agua natural.

El agua del manantial es usado en la actualidad para consumo humano, siendo uno de los puntos de abastecimiento de Jerez de la Frontera así como de la cercana aldea del Tempul. El resto del agua se pierde en el cercano río Majaceite.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El manantial se encuentra situado en las Béticas occidentales, dentro de las unidades Subbéticas, y más concretamente en el Subbético Medio. Está ubicado en el flanco Norte de la estructura anticlinal que forma la Sierra de las Cabras constituida por una serie Jurásica totalmente caliza.

Estructuralmente formada por unos pliegues kilométricos muy abiertos y sin una vergencia definida, normalmente pliegues concéntricos y en el flanco Norte un retrocabalgamiento. La estructura en arco que forma la Sierra de las Cabras y de la Sal se debe a una fase posterior a la formación

del anticlinal, en las que se producen movimientos relativos con una componente horizontal importante, de esta manera las estructuras de la fase anterior de dirección E-W experimentan un giro hacia la derecha.

La estratigrafía de la zona es la siguiente:

- Arcillas y yesos triásicos que forman las facies del Trías Germano-andaluz constituídas por arcillas abigarradas con yesos rosas y blancos, pequeños cuarzos y nódulos de azufre y que pueden incluir bloques de rocas efusivas básicas (ofitas).

- Jurásico, está representado por un paquete carbonatado que comienza por unas dolomías blancas a continuación unas calizas laminadas liásicas, le sigue unas calizas oolíticas y de filamentos de 80 m de potencia del Dogger, termina con unas calizas tableadas con restos de ammonites.

- Cretácico, formado por una serie alternante de calizas y margas blancas que nos indican un ambiente de plataforma.

- El Mioceno aparece representado por un conjunto de biocalcarenitas de grano grueso a muy grueso con niveles de conglomerados.

3.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

La zona de estudio se encuentra en la Sierra de las Cabras que junto a la Sierra de la Sal constituyen el acuífero carbonatado más occidental de la provincia de Cádiz. La pluviometría de la zona oscila entre 900 y 1.000 l/m² año.

Regionalmente los acuíferos más cercanos son por el Oeste, el aluvial del Guadalete, y por el Sur el Cuaternario de la Janda y del Barbate.

El acuífero aflora en 28 km² y está formado por un paquete de materiales carbonatados que forman una estructura anticlinal con el eje plegado hacia el SW, con una permeabilidad alta por fracturación y disolución como todos los acuíferos carbonatados. Las arcillas triásicas junto con las margas cretácicas hacen de zócalo impermeable del acuífero.

Desconectado del acuífero principal existe otro de pequeñas dimensiones, también carbonatado y es el que forma la Sierra de Dos Hermanas.

El manantial del Tempul se encuentra en la ladera Norte de las lomas del mismo nombre, que constituye un pequeño afloramiento calizo sobre arcillas triásicas por el Norte, pero en continuidad con el acuífero principal por el Sur, mediante una estructura sinclinal-anticlinal.

La descarga de este acuífero se realiza por el Sur hacia la cuenca del río Barbate y al Norte por el manantial del Tempul hacia el río Majaceite. Los recursos medios del acuífero se han cifrado en 5,5 hm³, siendo el drenaje a través del Tempul de 5 Hm³/año.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua bicarbonatada cálcica poco mineralizada (361 μ S/cm), de pH básico (7,91) y Eh= +111 mV).

La composición química de la muestra responde satisfactoriamente al modelo de acuífero carbonatado propuesto en

el apartado precedente. A este respecto conviene señalar que la proximidad del Trías no tiene reflejo en dicha composición, puesto que el contenido en iones tales como Cl^- o $\text{SO}_4^{=}$ no alcanza valores apreciables.

Los diagramas de saturación de la fig. 1 evidencian condiciones de sobresaturación para el cuarzo y las formas carbonatadas calcita y dolomita. Por el contrario, el agua se encuentra subsaturada en yeso y anhidrita.

A excepción del cromo (0,015 mg/l), todos los metales pesados analizados se encuentran por debajo de sus respectivos límites de detección. El análisis en su conjunto posee condiciones aptas para el abastecimiento urbano, uso al que actualmente se halla destinado.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado sobre un pequeño afloramiento calizo al Norte de la Sierra de las Cabras, justo en el contacto con unas arcillas impermeables triásicas.

Las calizas constituyen el acuífero que drena este manantial y aunque aparentemente se encuentran separadas de los carbonatos de la Sierra de las Cabras por unas margas cretácicas impermeables, estas son poco potentes y existe una clara continuidad por debajo de ellas, explicándose de esta manera el gran caudal de este manantial.

El acuífero carbonatado de la Sierra de las Cabras tiene una superficie total de 28 km², con una estructura de anticlinal curvado, en el que en el flanco Norte está representada la mayor parte de la serie carbonatada, mientras que en el flanco Sur con un buzamiento mayor, muchos de estos

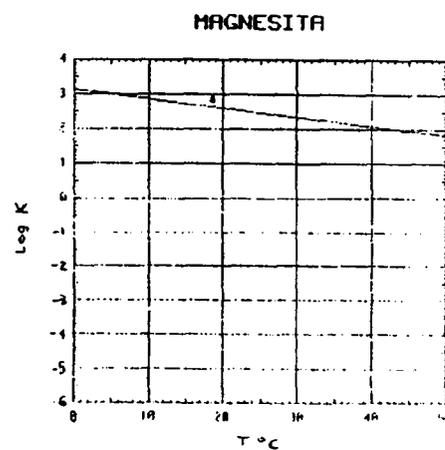
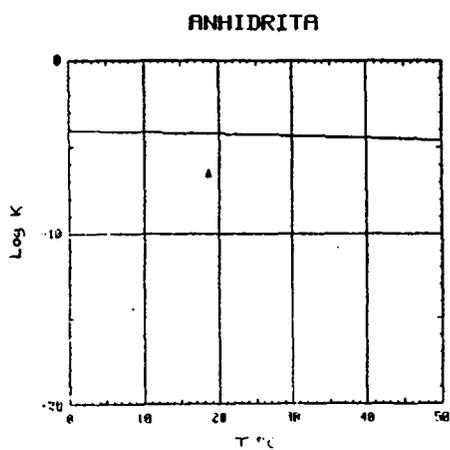
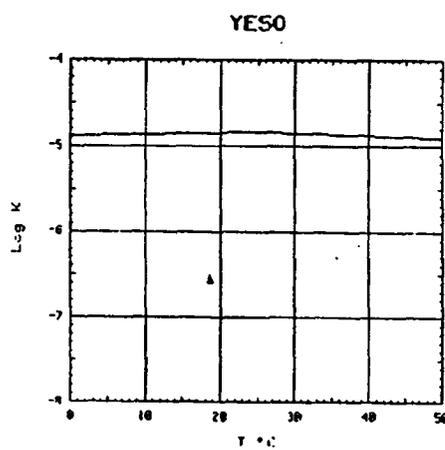
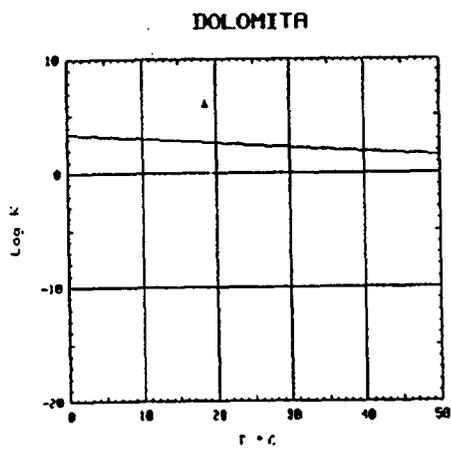
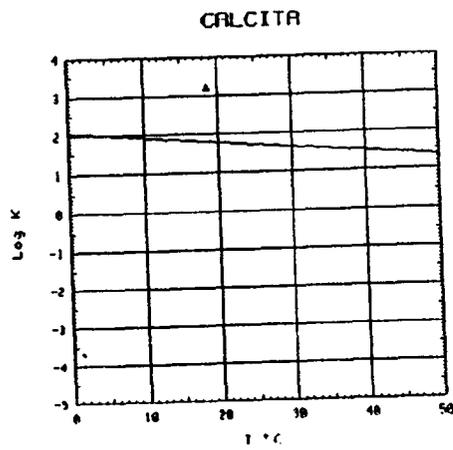
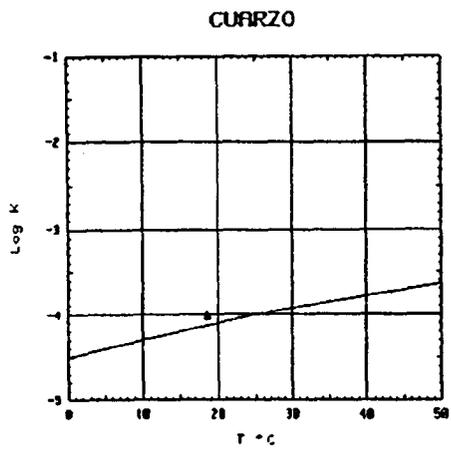


FIG. 1. -- DIAGRAMAS DE SATURACION DEL MANANTIAL EL TEMPUL

ANALISIS QUIMICO
=====

DENOMINACION: EL TEMPUL
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 18.6 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 361
pH a 18°C: 7.91 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 297
pH a 18°C: 7.50 Eh campo (mV): 111

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	282.00	4.622	4.622	76.58
CO3=	-	-	-	-
SO4=	36.00	.375	.750	12.42
Cl-	22.00	.621	.621	10.28
F-	<5.0E-1	.026	.026	.44
NO3-	1.00	.016	.016	.27
SiO2(H4SiO4)	6.8	.113	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.030	0.000	.001	.02
TOTAL....	348.340	5.773	6.036	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	11.00	.479	.479	7.39
K+	1.00	.026	.026	.40
Ca++	82.00	2.046	4.092	63.22
Mg++	22.00	.905	1.810	27.96
Fe++	.010	0.000	0.000	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.11
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.86
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	<5.0E-3	0.000	0.000	0.00
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	116.685	3.483	6.473	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.130	Cl/Na =	1.297	(SO4*Ca)^(1/2) =	1.751
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.783	Cl/(Na+K) =	1.231	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.298
((CO3H)^(2)*Ca)^(1/3) =	4.438	SO4/Ca =	.183	Mg/Ca =	.442
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	.910	SO4/(Ca+Mg) =	.127	Cl/CO3H =	.134

ARCHIVO EN DISCO: MMC16 (AMA7-16)

	ppm
R.S. 110°C	230
D.Q.O.	0,6
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,015
As	-
Se	-
Hg	-

materiales están cubiertos por arcillas y margas cretácicas. Esto explicaría por qué la mayor parte del drenaje del acuífero se realiza por el Norte y más concretamente por el manantial estudiado, aunque al Sur de la sierra también existen una serie de pequeños manantiales que drenan el agua procedente de los materiales permeables del flanco Sur del anticlinal.

El manantial con un gran caudal drena la mayor parte del acuífero (5 Hm³/año) y no hay en todo el acuífero ningún otro manantial de estas características.

El área propuesta para su protección abarcaría todos los materiales carbonatados del flanco Norte del anticlinal que coincidiría con los comprendidos entre la cumbre de la sierra y los materiales arcillosos que lo limitan por el Norte y Este.

El límite "difícilmente" definible sería el SE, prolongación de la Sierra de las Cabras.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AGUAS DE JEREZ, EMPRESA MUNICIPAL, S.A. (1989) - Estudio perímetro de protección del manantial El Tempul.

I.G.M.E.-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

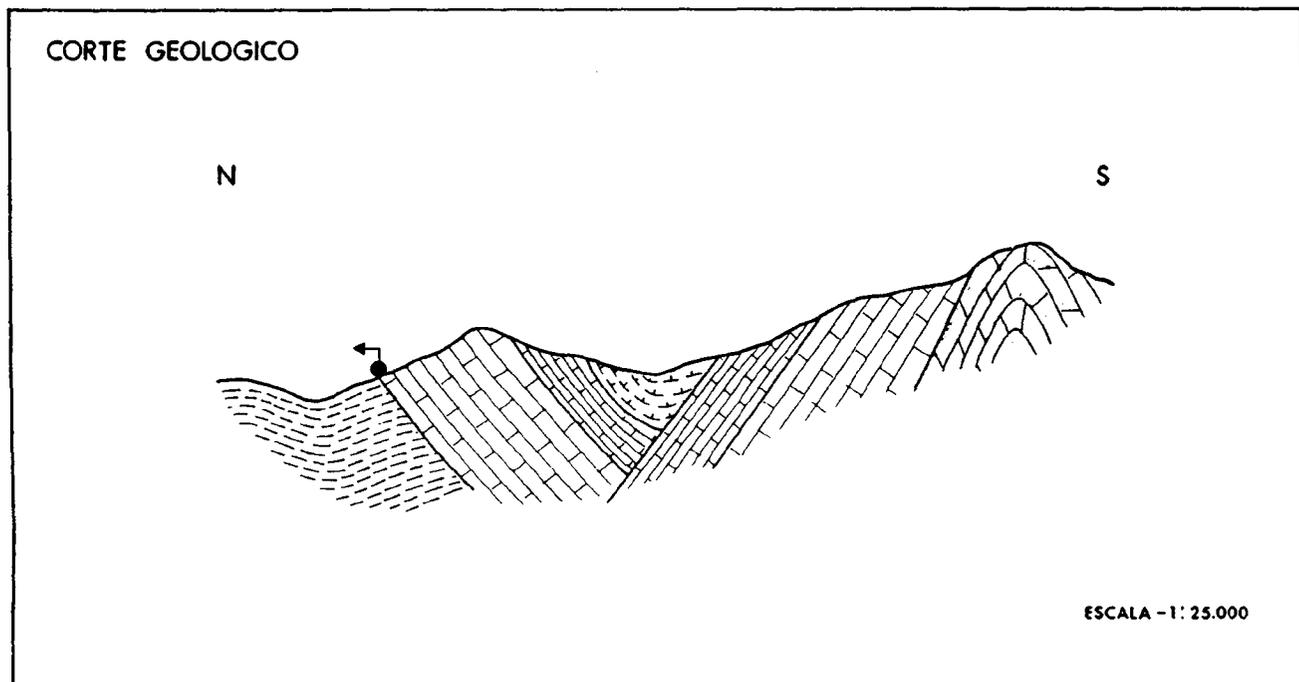
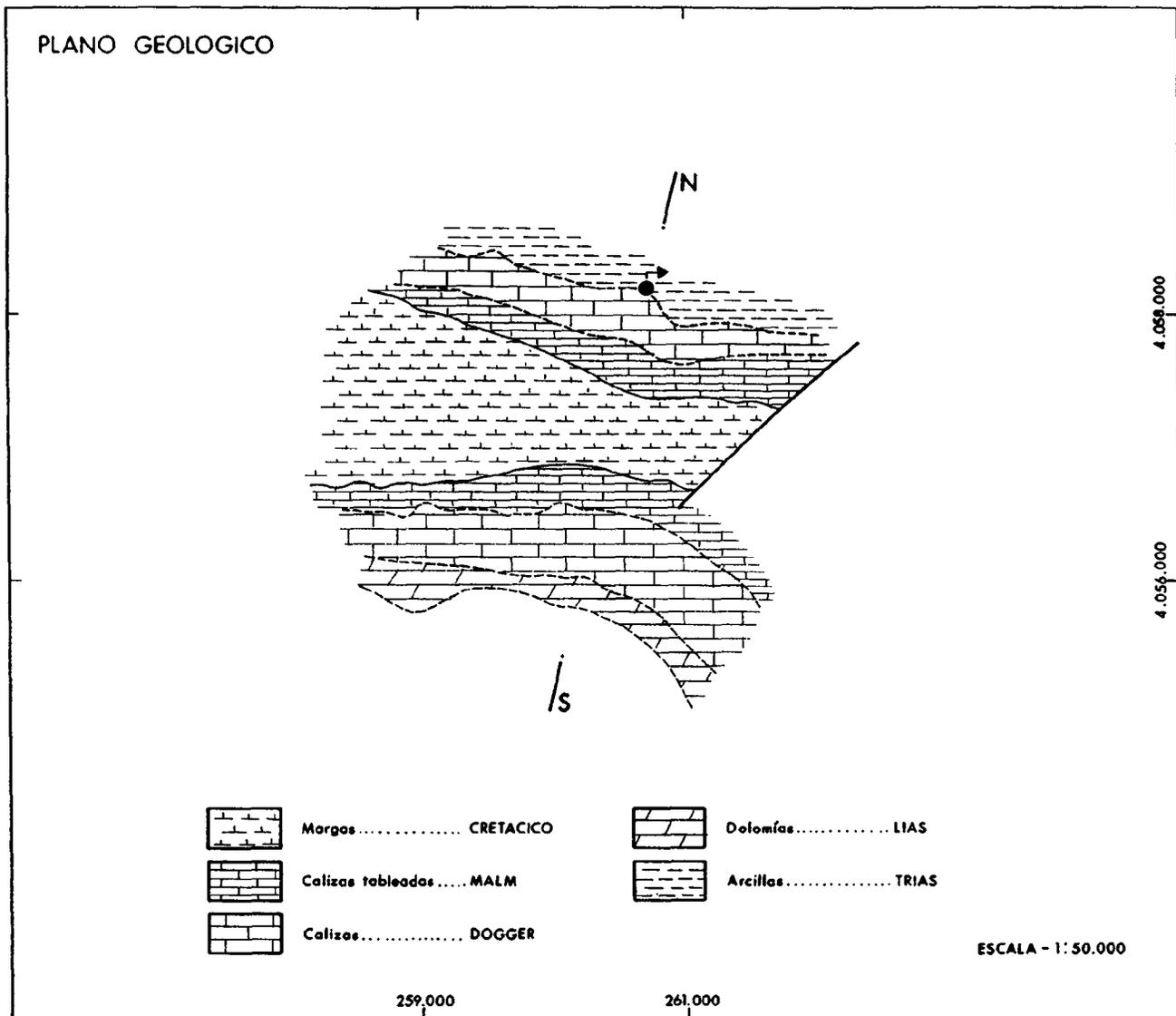
I.G.M.E. (1982) - Informe hidrogeológico de abastecimiento a Alcalá de los Gazules.

I.G.M.E. (1990) - "Hoja Geológica" ALGAR (13-45) E. 1:50.000
Plan Magna. Mapa y memoria. (Inédito).

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1984) - Hoja ALGAR (13-45)
E. 1:50.000.

MANANTIAL EL TEMPUL

(JEREZ DE LA FRONTERA)



MANANTIAL DEL TORERO CURRO PEREZ (JEREZ DE LA FRONTERA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial del Torero Curro Pérez, llamado así por encontrarse en la loma del mismo nombre y en concreto en la casa Hoya de los Calderos, pertenece al término municipal de Jerez de la Frontera, al Este de la provincia de Cádiz. Tiene unas coordenadas U.T.M. según el mapa topográfico de Algar (13-45) del Servicio Geográfico del Ejército: X=270300; Y=4099050 y una altura de 500 m sobre el nivel del mar.

Su acceso se realiza por la carretera de Puerto Gáliz a Jimena de la Frontera y se encuentra situado en el km 48,500 justo al borde de la citada carretera.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Según la bibliografía consultada no existen antecedentes de uso de este manantial con fines medicinales así como tampoco existe constancia del uso de este manantial con este fin por los habitantes de las zonas cercanas. El hecho de incluirlo como agua minero-medicinal se debe a la solicitud y concesión de explotación del citado manantial como agua minero-medicinal, solicitud realizada el 25 de Mayo de 1968 y admitida el 4 de Octubre de 1971, y publicada en el B.O.E. el 3-1-1972 con el número de permiso 1.131. En el informe se especifica que el manantial está sito en el paraje "El Marru-

fo" próximo al km 67 de Jerez de la Frontera a Cortes; que tiene un caudal de 5 l/seg. y cuyo análisis químico es el siguiente:

SiO ₃	0,09994	milimoles
CO ₃ H	0,34993	"
Cl	0,29610	"
SO ₄ ⁼	0,19280	"
CO ₃ ⁼	0,00161	"

Actualmente el manantial no se encuentra en explotación ni lo ha llegado a estar nunca, se utiliza como agua potable para una pequeña cortijada.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

La zona de estudio se encuentra en el contacto de la Unidad del Aljibe, unidad turbidítica del campo de Gibraltar que se sitúa tectónicamente sobre el Subbético, y la unidad tectosedimentaria Miocena. Las calizas de la unidad Almarchal también afloran en la zona pero no afectan al funcionamiento del manantial.

Las arcillas rojas y verdes se encuentran en contacto mecánico, sobre las calizas y margas de la Unidad Almarchal y también sobre los depósitos detríticos de la unidad del Aljibe. La procedencia de estas arcillas está relacionada con los materiales del triásico superior, junto con sedimentos arcillosos de una posible serie oligocena que se situaría en el talud. Durante el Mioceno inferior se desplazan debido a fenómenos diapíricos hacia el Oeste mezclándose caóticamente los materiales y originando el Complejo tectosedimentario.

Durante la fase principal de deformación se produce el emplazamiento gravitacional de las areniscas del Aljibe, posteriormente en una nueva fase de acortamiento opuesta a la anterior, se produce retrocabalgamiento y una serie de fracturas en dirección de poca importancia.

Las areniscas del Aljibe se distribuyen en tres grandes bloques o escamas correspondientes de Oeste a Este: Sierra del Cortijo de Halda, Cerro del Charco-Sierra de la Gallina y Cerro del Cuervo-Loma de la Novia-Peñón del Buitre. En esta última se encuentra situado el manantial y envuelve cartográficamente a las otras. El conjunto presenta una estructura sinclínica cuyo cierre se sitúa en el embalse de los Hurones.

Debido a la litología de los materiales y a la disposición estructural, se origina una morfología muy accidentada en la que las areniscas presentan paredes muy verticales y aspecto almenado y las arcillas dan relieves más suaves, siendo ocupadas generalmente por sistemas acuíferos.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El Manantial del Torero Curro Pérez se encuentra situado en una zona en la que la pluviometría oscila entre 1.000 y 1.200 l/m² y año siendo la lluvia el único aporte de agua a los acuíferos de la zona. El manantial se encuentra sobre las arcillas rojas del Aljibe y muy cerca del contacto con las areniscas de la misma unidad; las arcillas constituyen la base impermeable del acuífero que forman las areniscas y que se extienden varios km hacia el Norte.

De todos modos en las areniscas con una permeabilidad mixta por porosidad y fracturación, baja en ambos casos, y

una infiltración inferior al 5% a lo que se suma lo abrupto del terreno, se produce una importante escorrentía superficial.

El manantial tiene un caudal de 5 l/seg, según bibliografía, y 2 l/seg medidos el 16 de Marzo de 1990; drena el acuífero ya indicado de las areniscas, cuyo afloramiento es superior a 20 km² y está relacionado con él por una pequeña fractura lo que hace que el caudal sea algo mayor que el de los pequeños manantiales que bordean el acuífero. Las aguas del manantial pertenecen a la cuenca del río Hozgarganta que desemboca directamente en el mar Mediterráneo.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de mineralización muy baja, con una conductividad de tan solo 85 μ S/cm y naturaleza clorurada-bicarbonatada sódica-magnésica. Estas características apuntan hacia un agua de lluvia de infiltración reciente cuyo tiempo de tránsito, presumiblemente muy corto, limita su enriquecimiento en sales. Ello se refleja claramente en los diagramas de saturación representados en la fig. 1 según los cuales, el agua se encuentra subsaturada respecto a la totalidad de los minerales considerados, a excepción del cuarzo (16,4 mg/l SiO₂). Por último conviene destacar el carácter ácido de la muestra, con un pH campo de 5,88.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado en el contacto entre unas areniscas miocenas y unas arcillas de la misma edad; dicho contacto se encuentra cortado por una pequeña franja de pie de monte y fracturado justo en la zona de drenaje del manantial.

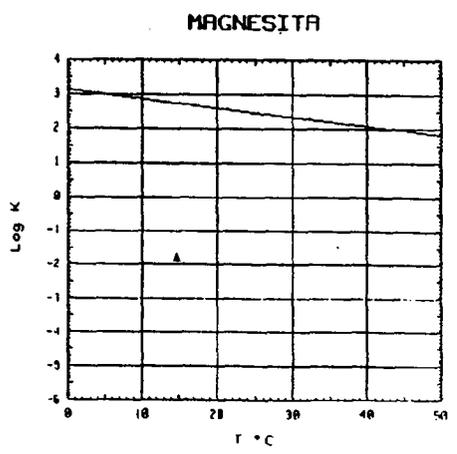
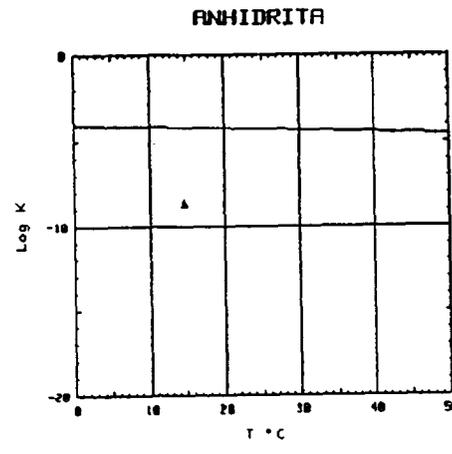
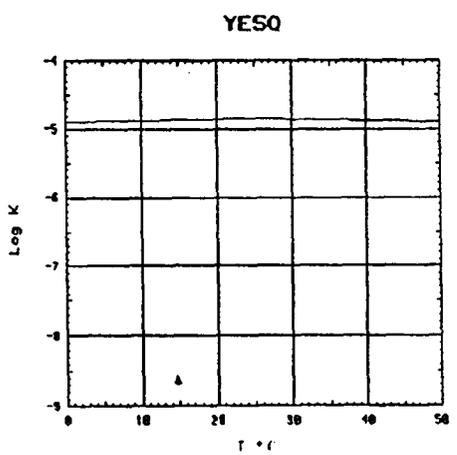
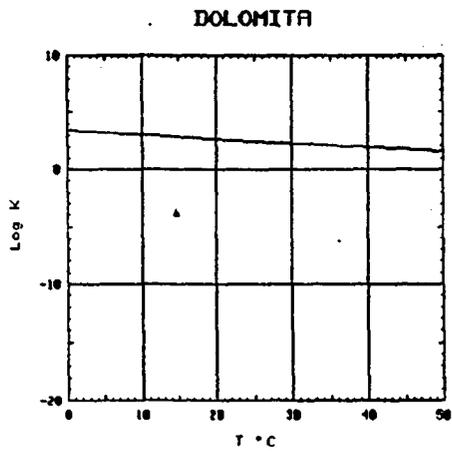
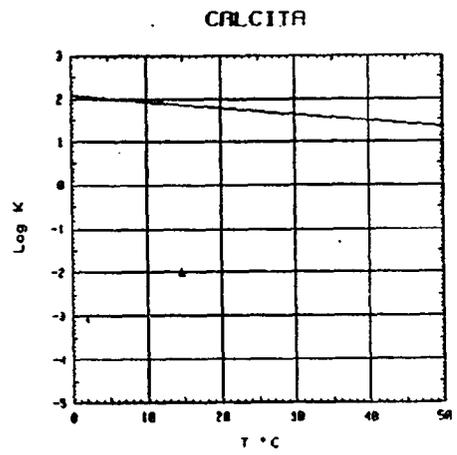
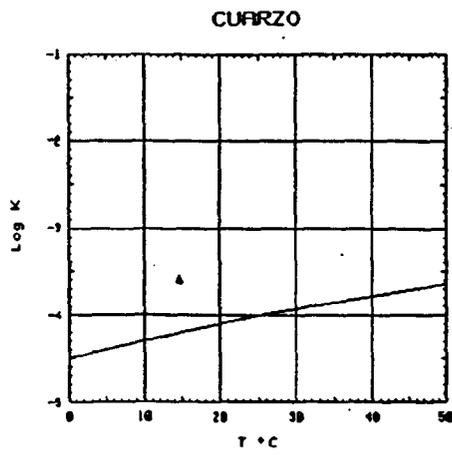


FIG. A .- DIAGRAMAS DE SATURACION DEL MANANTIAL DEL TORERO CURRO PEREZ

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: MANANTIAL DEL TORERO CURRO PEREZ
 FECHA :

TEMPERATURA (°C):	14.7	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	85
pH a 14°C:	5.88	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	13
pH a 18°C:	6.40	Eh campo (mV):	119

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	14.00	.229	.229	32.75
CO3=	-	-	-	-
SO4=	6.00	.062	.125	17.83
Cl-	11.00	.310	.310	44.29
F-	<5.0E-1	.026	.026	3.76
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	1.15
SiO2 (H4SiO4)	16.4	.273	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.03
P2O5	.040	0.000	.001	.18
TOTAL....	48.450	.910	.701	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	6.00	.261	.261	40.51
K+	2.00	.051	.051	7.94
Ca++	2.00	.050	.100	15.49
Mg++	2.00	.082	.165	25.54
Fe++	.020	0.000	.001	.11
Li+	<5.0E-2	.007	.007	1.12
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	8.63
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.09
Mn++	.018	0.000	.001	.10
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	.24
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.24
TOTAL....	12.708	.473	.644	

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

CLASIFICACION: CLORURADA BICARBONATADA --- SODICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	2.259	Cl/Na =	1.109	(SO4*Ca)^1/2 =	.112
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.868	Cl/(Na+K) =	.994	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.057
(CO3H)^2*(Ca)^1/3 =	.174	SO4/Ca =	1.202	Mg/Ca =	1.648
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.341	SO4/(Ca+Mg) =	.473	Cl/CO3H =	1.352

ARCHIVO EN DISCO: MMC11 (AMA7-11)

	ppm
R.S. 110°C	54
D.Q.O.	0,7
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,007
As	-
Se	-
Hg	-

El acuífero lo constituyen las areniscas que, aunque no tengan una permeabilidad alta, sí la tiene en contraste con las arcillas que hacen de base impermeable que lo separan de unos afloramientos calizos situados un poco más al Sur.

El manantial es el más importante que drena el acuífero en esta zona, si lo comparamos con los pequeños manantiales que bordean todo el contacto con las arcillas y con los que se encuentra relacionado.

El área propuesta tiene unos cinco kilómetros cuadrados de superficie y su contorno viene marcado al Sur por el contacto con las arcillas impermeables y por el Norte con las cimas de la sierra, que coincide con la divisoria de aguas y probablemente con la dirección de los flujos de aguas subterráneas.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

B.O.E. (1972) - Nº 1.131

I.G.M.E.-DIPUTACION DE CADIZ (1985) -Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

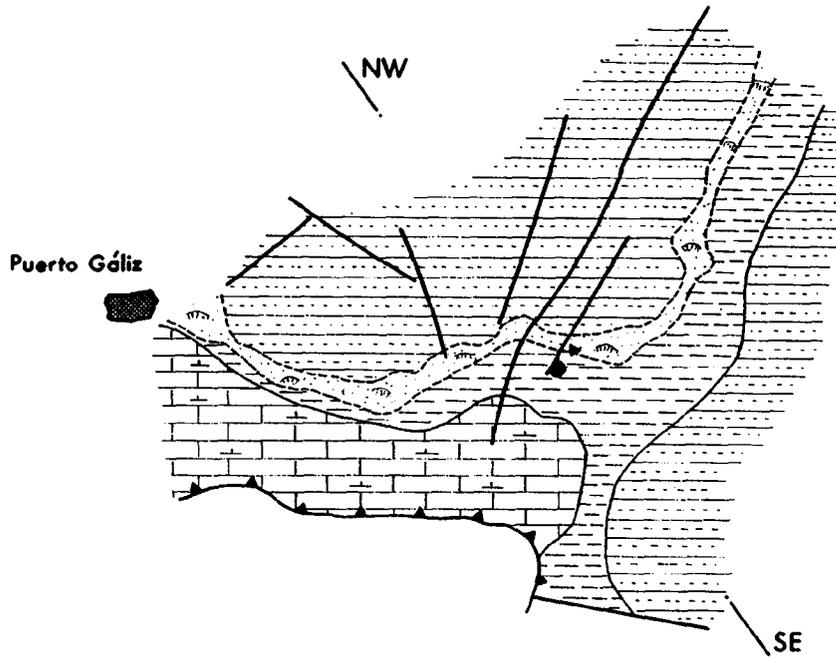
I.G.M.E. (1990) - "Hoja Geológica" ALGAR (13-45) E. 1:50.000.
Plan Magna. Mapa y Memoria. (Inédito).

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1984) - Hoja ALGAR (13-45)
E. 1:50.000.

MANANTIAL DEL TORERO CURRO PEREZ

(JEREZ DE LA FRONTERA)

PLANO GEOLOGICO



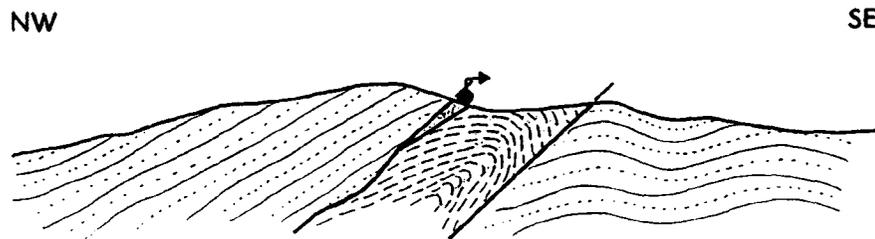
-  Pie de monte CUATERNARIO
-  Areniscas MIOCENO
-  Arcillas MIOCENO
-  Calizas y margas PALEOCENO

ESCALA - 1:150.000

269.000

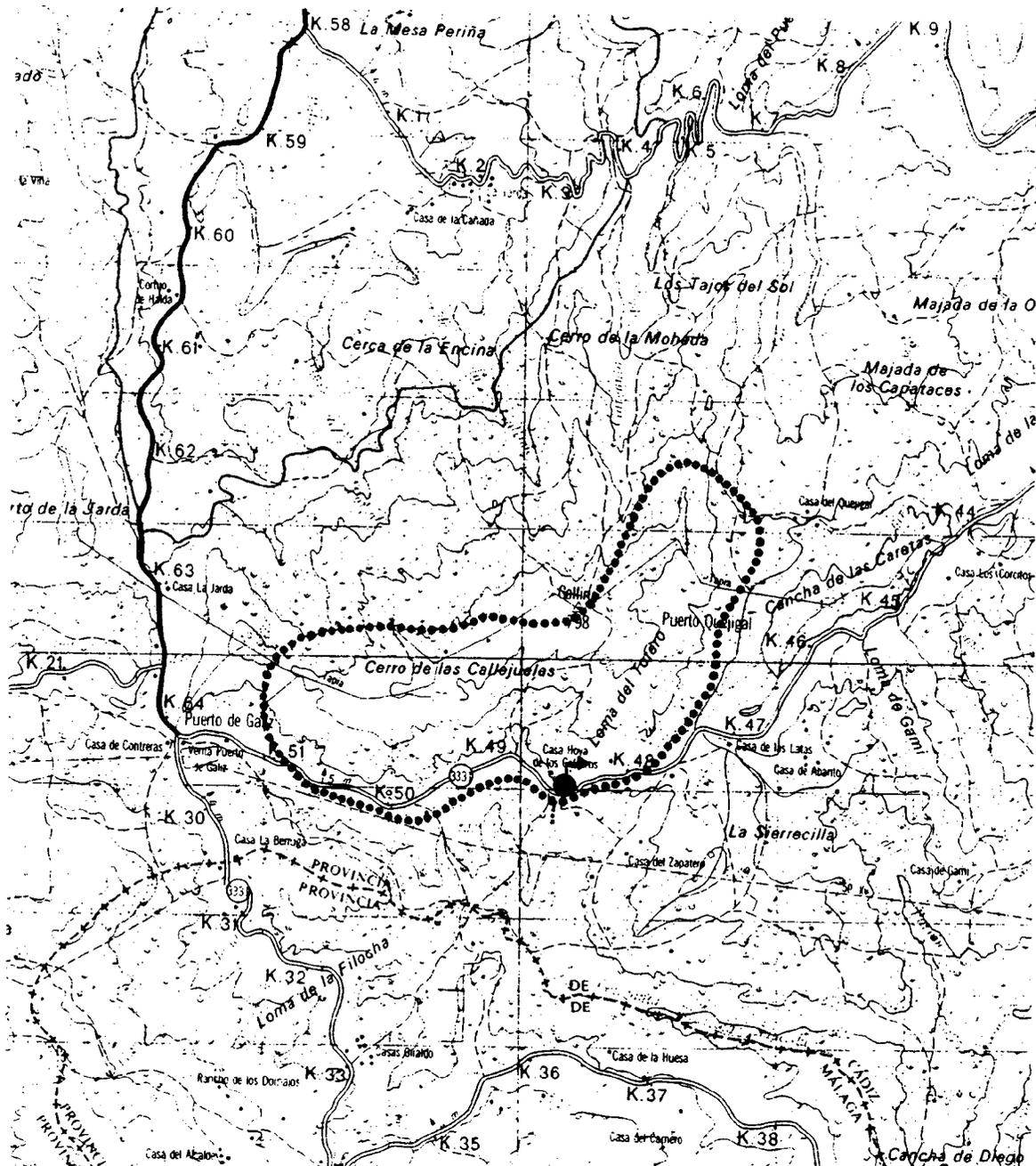
271.000

CORTE GEOLOGICO



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

EL TORERO DE CURRO PEREZ



ESCALA - 1: 50.000

BAÑOS DE GIGONZA (JEREZ DE LA FRONTERA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de agua sulfhídrica de Gigonza se encuentra situado en el centro de la provincia de Cádiz, al Sur de la sierra del Valle y en el término municipal de Jerez de la Frontera. Tiene unas coordenadas U.T.M. X = 246200; Y = 4049000 y una altura sobre el nivel del mar de 160 m según referencia topográfica del mapa de Algar (13-45) a una escala de 1:50.000 del Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por la carretera comarcal número 343 Paterna de la Rivera-Arcos de la Frontera; en el km 19,500 se toma una carretera comarcal hacia el Este, que indica los Baños de Gigonza.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Los baños de Gigonza según la bibliografía consultada, en el año 1870 estaba considerada como fuente importante declarada de utilidad pública según el anuario de Hidrología Médica Española de Marcial Taboada. También aparece en la Hidrología Médica de Enrique Doz Gómez y Arturo Builla, publicada en Oviedo en 1887, en la que dice textualmente: "yace en terreno jurásico, a una temperatura de 18,75°C y con un caudal de 9 litros por minuto"... "1.000 gr de agua contienen: ácido sulfhídrico libre 66,339365 cc., bicarbonato de

cal 0,240, sulfato de sosa 0,755, sulfato de cal 0,793, cloruro sódico 0,343 y sílice 0,110. Se clasifican como sulfaradas cálcicas"... Estan indicadas para afecciones de piel, neurológicas funcionales, según el informe son etiocráticas y biocráticas, útero-ováricas, piretogenéticas y exantemáticas. Se usaban en bebida, baños, pulverizaciones y duchas. La temporada era del 15 de Junio al 15 de Septiembre.

Estos baños son mencionados también en "La relación por provincias de aguas minero-medicinales de España" publicada por el Instituto Geológico en 1913, en donde se clasifica el manantial como de aguas cloruradas sódicas sulfurosas con un caudal de 9 litros por minuto y con el siguiente análisis químico realizado por D. José del Castillo y Ordoñez; un litro de agua contiene:

Aire a 0° y 760 mm de presión ..	22,610 cm ³		
Acido sulfhídrico a " "	.. 72,263 cm ³	.. 0,111285	gms
" carbónico para formar bicarbonatos		0,001710	gms
Sulfato sódico		0,7461	gms
" cálcico		0,6622	gms
" magnésico		0,0674	gms
Cloruro sódico		0,2644	gms
" potásico		0,0625	gms
Bicarbonato magnésico		0,0943	gms
" cálcico		0,2763	gms
Acido silícico		0,0198	gms
Alúmina		0,0112	gms
Acido fosfórico	indicios		
Oxido de hierro	"		
Litina	"		
Flúor	"		
Sulfuros alcalinos	"		
Materia orgánica		0,0923	gms
Pérdida		0,0810	gms
		<hr/>	
Total		2,3792	gms
		<hr/> <hr/>	

También aparece en los informes del I.G.M.E. de 1947 y de 1986.

En la actualidad el balneario se encuentra en ruinas y sus aguas en desuso se pierden en el cercano arroyo Molino. Sólo esporádicamente son usadas con fines medicinales.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

La zona de estudio se encuentra situada geológicamene en las Béticas Occidentales, dentro del sector occidental y cerca del límite del Subbético Medio y del Penibético.

En general los materiales Subbéticos, en este área, forman parte de una amplia estructura con orientación NNE. Dicha estructura debió de actuar como un umbral diapírico con tendencia al levantamiento, condicionando los fenómenos tectónicos que se produjeron en la zona y a grandes rasgos forman un anticlinal resultante de un acortamiento progresivo. Las estructuras tectónicas en esta zona vienen representadas por grandes pliegues de amplitud kilométrica. El manantial se encuentra al Sur de un anticlinal de este tipo que forma la Sierra del Valle, que tiene una dirección NNE-SSW teniendo las fracturas principales esta dirección.

La serie estratigráfica de los materiales aflorantes en la zona de estudio y de techo a muro según la estructura y edad es la siguiente:

- Arcillas Triásicas: formadas por las facies Keuper de arcillas abigarradas con yesos, y sal y en la que se puede encontrar nódulos de azufre.

- Calizas y dolomías Liásicas: se trata de una alternancia de dolomías y calizas que pueden alcanzar 10 m de espesor dominando los tramos dolomíticos.
- Calizas del Dogger: sobre el tramo dolomítico anterior, es una serie calcárea de 80 m de espesor en bancos de 5 m.
- Calizas del Malm: se continúan con las anteriores, alternan con margocalizas de 0,3 -0,5 m.
- Calizas y margas blancas del Neocomiense: forman una serie alternante de calizas y margas con pequeños ammonites piritosos, en bancos planos y paralelos de 20 cm.
- Calizas y margas rojas del Eoceno: es una serie alternante de aspecto noduloso y que aflora sobre materiales de distintas edades tanto sobre calizas cretácicas como sobre las arcillas del Trías.
- Biocalcarenita del Plioceno: discordante sobre los materiales anteriores.
- Cuaternario: representado por pequeños depósitos de pie de monte y por aluviones de los arroyos que nacen en esta sierra.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial se encuentra en una zona en la que la pluviosidad tiene un valor entre 800-900 l/m² año, siendo éste el único aporte de agua. Geomorfológicamente está caracterizado por un relieve fuerte (materiales calcáreos) con barrancos de paredes muy verticales.

El manantial del balneario de Gigonza se encuentra en el contacto entre las calizas Liásicas y las margas del Triás, siendo un contacto mecánico.

Las calizas del Lías conectadas con los afloramientos calcáreos del Cretácico constituyen un pequeño acuífero cuya porosidad es por fracturación y por disolución dando relieves kársticos.

Este pequeño acuífero de la Sierra del Valle se encuentra al Oeste del que forma las calizas de Sierra de Cibra-Sierra de la Sal siendo independientes el uno del otro y la única posibilidad de comunicación sería debido a las importantes fracturas que existen en esta zona.

El manantial tiene un caudal de 0.2 l/seg. medidos el 8 de Marzo de 1990 y debe sus características químicas a los materiales triásicos en los que abundan yesos y nódulos de azufre. El agua procede del acuífero carbonatado que se extiende al Norte del manantial, siendo las arcillas triásicas la base impermeable del mismo.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua sulfatada cálcica de mineralización elevada (3170 μ S/cm), pH campo ácido (6,69) y potencial redox muy bajo (-330 mV). Se aprecia un intenso olor a H₂S en el entorno de la surgencia.

La naturaleza y concentración de sales evidencian que la génesis del manantial está inequívocamente relacionada con facies evaporíticas, corroborando la tesis que en tal sentido se expuso en el apartado precedente. Según se observa en la fig. 1, el agua se halla prácticamente equilibrada respecto a

calcita y anhidrita, sobresaturada en yeso y dolomita y sub-saturada en halita y magnesita.

El contenido en flúor es relativamente elevado -1,8 mg/l, hecho frecuente en manantiales asociado a evaporitas. Asimismo resulta notable la concentración de Zn, que alcanza 1,51 mg/l.

Por último cabe señalar que la presencia de H₂S asociado a manantiales ricos en SO₄⁼, es un fenómeno muy frecuente que suele ir ligado a la actividad de bacterias sulfatorreductoras.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado en el contacto de unas dolomías liásicas con unas arcillas triásicas; estas dolomías se encuentran en continuidad con una serie mesozoica carbonatada más completa que forman las denominadas Lomas de Gigonza.

El conjunto de materiales carbonatados mencionados anteriormente, es el que constituye el acuífero que drena este manantial, el cual se encuentra totalmente aislado de otros cercanos (como la Sierra del Valle, también carbonatada) por materiales impermeables, ya sea por las arcillas triásicas o por las margas cretácicas.

El manantial, con un caudal poco importante, se sitúa en un extremo del acuífero, y se encuentra relacionado con los manantiales que a lo largo de todo su contorno lo drenan. En el mismo balneario existe un manantial con un caudal superior al estudiado, pero sin las características químicas de éste.

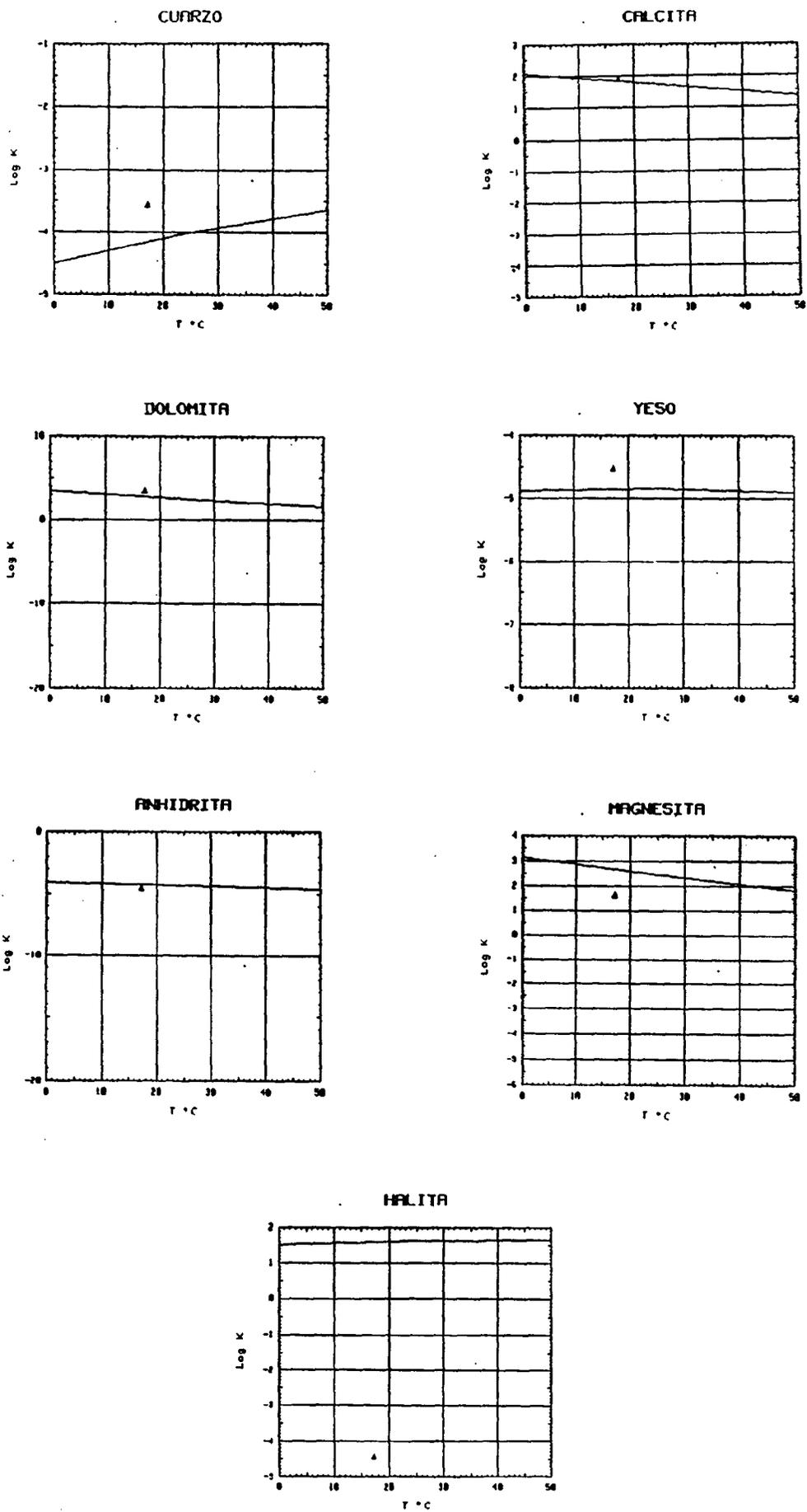


FIG. 1 .- DIAGRAMAS DE SATURACION DEL MANANTIAL BAÑOS DE GIGONZA

ANALISIS QUIMICO
=====

DENOMINACION: BAÑOS DE GIGONZA
FECHA :

TEMPERATURA (°C):	17.2	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	3170
pH a 17°C:	6.69	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	1682
pH a 18°C:	7.40	Eh campo (mV):	-330

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	296.00	4.851	4.851	11.15
CO3=	-	-	-	-
SO4=	1502.00	15.636	31.272	71.88
Cl-	258.00	7.278	7.278	16.73
F-	1.800	.095	.095	.22
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.02
SiO2 (H4SiO4)	21.6	.359	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	.010	0.000	0.000	0.00
P205	.080	.001	.003	.01
TOTAL....	2079.990	28.229	43.507	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	195.00	8.483	8.483	20.05
K+	10.00	.256	.256	.60
Ca++	446.00	11.128	22.255	52.60
Mg++	136.00	5.594	11.187	26.44
Fe++	.070	.001	.003	.01
Li+	.16	.023	.023	.05
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.13
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.044	.001	.002	0.00
Pb	.085	0.000	-	-
Zn++	1.510	.023	.046	.11
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	789.429	25.528	42.312	

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

CLASIFICACION: SULFATADA -- CALDICA

(CO3H+HCO3)/Ca =	.218	Cl/Na =	.858	(SO4*Ca) ^{1/2} =	26.381
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.145	Cl/(Na+K) =	.827	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.244
((CO3H) ² *Ca) ^{1/3} =	8.061	SO4/Ca =	1.405	Mg/Ca =	.503
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.050	SO4/(Ca+Mg) =	.935	Cl/CO3H =	1.500

ARCHIVO EN DISCO: MMCB (AMA7-08)

	ppm
R.S. 110°C	3154
D.Q.O.	2,3
CN-	-
Cd	0,0030
Cr	0,015
As	-
Se	-
Hg	-

El área propuesta para su protección, con una superficie de unos cuatro kilómetros cuadrados, coincide con los límites del afloramiento carbonatado más una pequeña mancha de Cuaternario que se encuentra al Este del manantial.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

I.G.M.E.-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

DOZ GOMEZ ET AL (1897) - Elementos de hidrología médica.

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

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

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

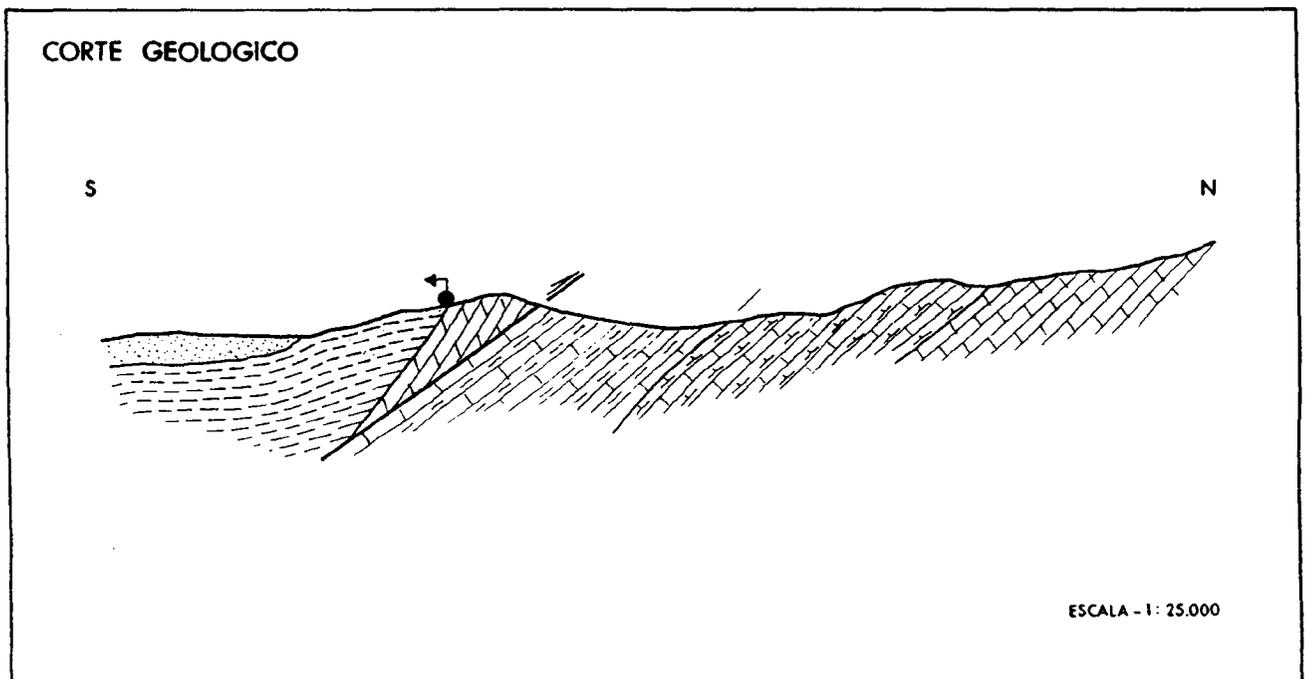
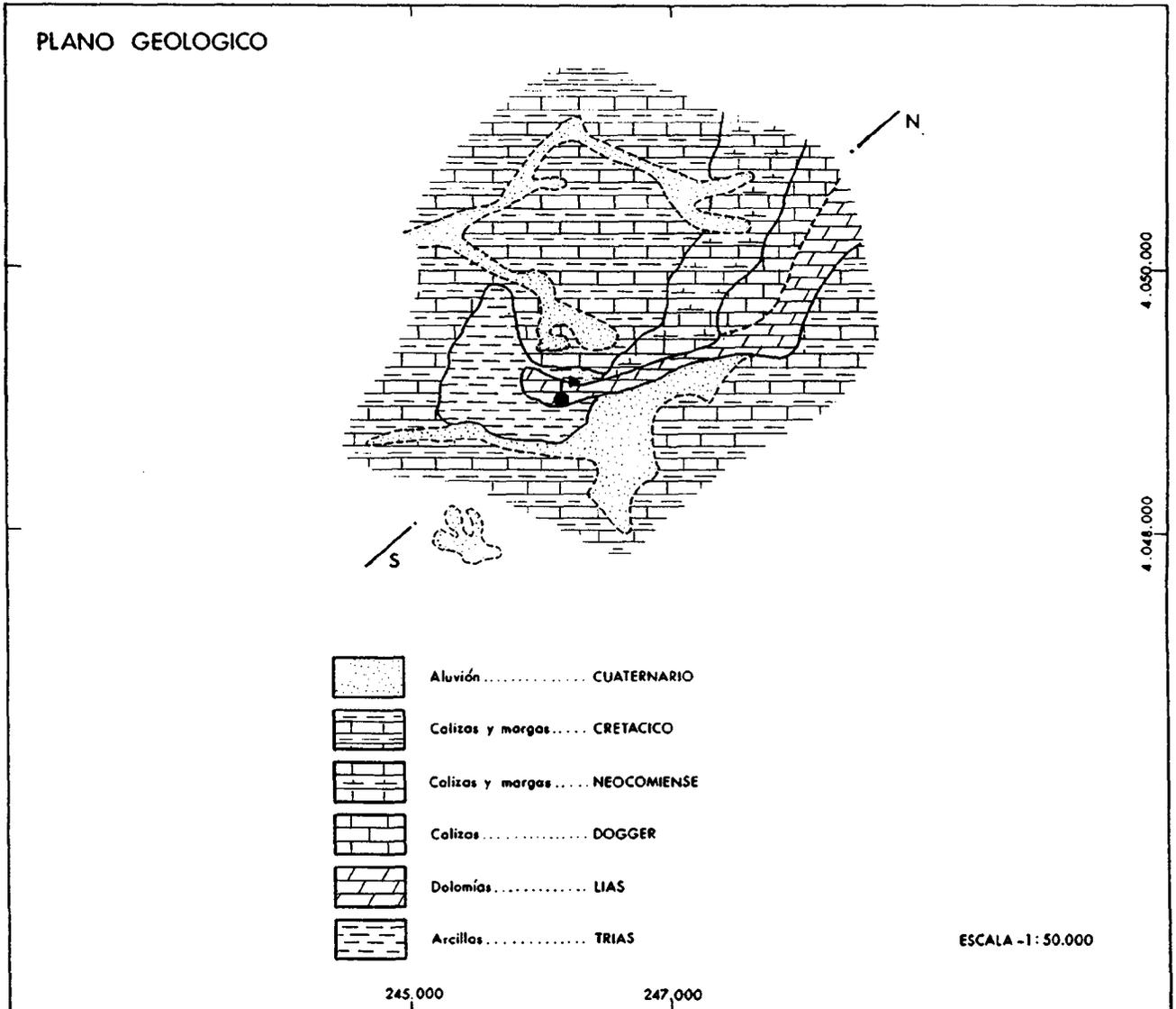
I.G.M.E. (1990) - "Hoja geológica" ALGAR (13-45) 1:50.000 Plan Magna. Mapa y memoria. (Inédito).

MARCIAL TABOADA (1870) - Anuario de hidrología médica.

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1984) - Hoja ALGAR (13-45) E. 1:50.000.

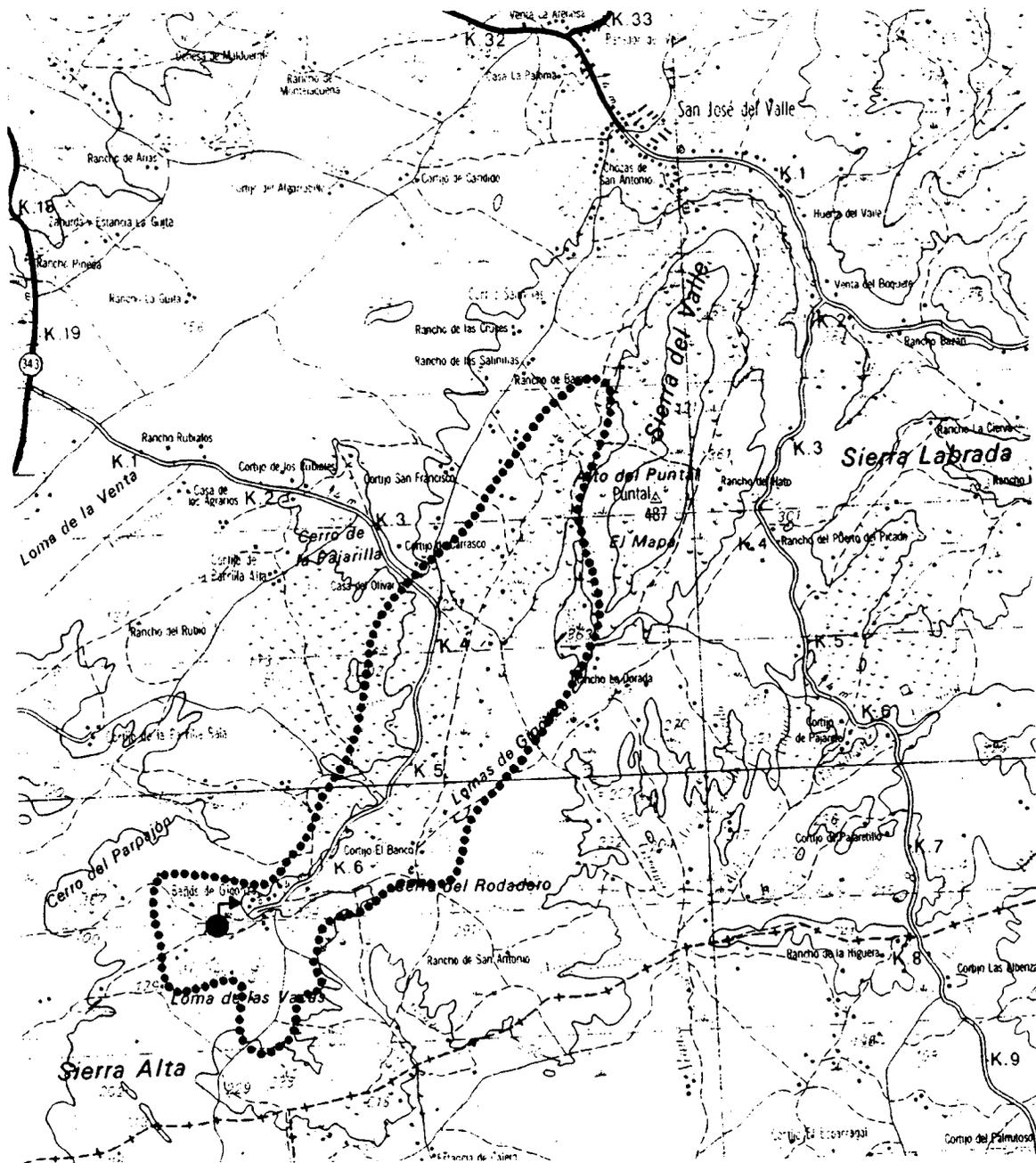
MANANTIAL DE GIGONZA

(JEREZ DE LA FRONTERA)



PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

BAÑOS DE GIGONZA



ESCALA - 1 : 50.000

FUENTE SANTA (PATERNA DE LA RIVERA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial de Fuente Santa se encuentra situado en el margen del arroyo Amarguillo, en las proximidades de la localidad de Paterna de la Rivera en la provincia de Cádiz y con unas coordenadas U.T.M. X=243900, Y=4046400 y a una altura de 90 m sobre el nivel del mar, según el mapa topográfico a escala 1:50.000 de Paterna de la Rivera (12-45) del Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por un camino de tierra que sale desde el mismo pueblo hacia el Este y muy cerca del casco urbano.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Según la bibliografía consultada el manantial de Fuente Santa aparece ya citado como importante punto de agua mineral-medical en el anuario de Hidrología médica española de Marcial Taboada, en 1870. También aparece en "Elementos de Hidrología médica" de Enrique Doz Gómez y Arturo Builla Alegria, Oviedo 1887, y en el que se sitúa sobre terreno nummulítico y con un caudal de 33 l/min. cuya composición química es la siguiente: ácido sulfhídrico 0,917 gr, cloruro sódico 6,076, sulfato de cal 3,298, Hidróxido de magnesia 5,209, sílice 0,173. Clasificándolo como clorurado-sódico muy débil-

mente sulfurosas. Las indicaciones que se citan son padecimientos uterinos, retinitis y corioditis crónica. Se usaban en bebida y baño con malas instalaciones y temporada de 15 de Junio a 15 de Septiembre.

En el informe del Instituto Geológico de 1913 aparecen unos nuevos análisis del manantial. Un litro contiene:

Sulfato de cal	26 gr.
Carbonato de hierro	16 "
Carbonato de magnesia	20 "
Sulfato de magnesia	19 "
Sílice	12 "
Hidroclorato magnesia	10 "

También aparece en el informe del I.G.M.E. de 1947 y 1986.

Actualmente el manantial no tiene ningún uso pues se encuentra muy cerca de una salida de aguas residuales. Sus aguas se pierden en el arroyo Amarguillo.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico la zona de estudio se encuentra situada en el extremo occidental de las Cordilleras Béticas, en las cuales tradicionalmente se distinguen dos zonas: la Interna y la Externa, correspondiendo a las deformaciones del zócalo y la cobertera respectivamente. En la Zona Interna se distinguen a su vez la zona Circumbética y la zona Bética y en las Externas, el Prebético y Subbético.

El manantial se encuentra dentro del Subbético, sin poder precisar si en el Externo, Medio o Interno, pues se

encuentra en materiales que corresponden a las facies Germa-
no-Andaluz del Trías, con un carácter alóctono fácilmente
reconocible por la mezcla caótica de sus elementos litológi-
cos. No es posible la datación para marcar una edad más
precisa dentro del Trías, ni dar una idea de su potencia
debido a la posible repetición de láminas unas sobre otras.

Litológicamente se trata de unas arcillas de colores
variados con gran cantidad de yesos y que pueden englobar
paquetes de dolomías y calizas dolomíticas.

Sobre los materiales triásicos se encuentran masas
consolidadas de edad variada que se han deslizado sobre fa-
cies triásicas. Cerca del manantial se encuentra un olistos-
troma de este tipo de edad Cretácico-Paleoceno constituido
por margas y margocalizas alternantes en bancos decimétricos
o centimétricos.

Al Sur de los afloramientos triásicos y cabalgados por
estos aparecen unas margas y calcarenitas, correspondientes a
la unidad de Paterna, que son la base de la unidad de las
areniscas del Aljibe, de edad Eocena, y que no afectan al
funcionamiento del manantial.

Tectónicamente el Subbético es muy complejo en esta
zona pues no forma nunca un manto continuo sino que se mues-
tra en "plaquetas" separadas las unas de las otras. Los con-
tactos con el Trías son todos disarmónicos.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial de Fuente Santa se encuentra en una zona
en la que la pluviometría media es del orden de 700-800 l/m²
año siendo, este agua de lluvia, la única alimentación del

acuífero que drena el manantial. Esta zona está caracterizada por relieves suaves con cotas que no superan los 200 m. y en el que predominan las formas planas.

El manantial se encuentra dentro de materiales triásicos más concretamente en las facies del Trías Germano-Andaluz, justo en el contacto de unas dolomías o calizas dolomíticas con las arcillas con yesos, las cuales hacen de zócalo impermeable.

Las dolomías constituyen un pequeño acuífero que no supera el kilómetro cuadrado de superficie y no se ha representado cartográficamente por no ser continuo, aunque los pequeños afloramientos que lo constituyen no son independientes del todo, pues están conectados por pequeñas fracturas. La permeabilidad de este acuífero carbonatado se debe a disolución y fracturación.

El manantial se encuentra en el lecho del arroyo Amarguillo (el cual debe su nombre a las características químicas del agua de este manantial) por lo que no se ha podido medir directamente su caudal, siendo en todo caso del orden de los 3 l/seg cuando mayor es su caudal.

Las características químicas de sus aguas se explica por los yesos y nódulos de azufre que contienen las arcillas triásicas.

El arroyo del Amarguillo pertenece a la cuenca hidrográfica del río Guadalete.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Manantial salino fuertemente mineralizado (24.300

$\mu\text{S/cm}$), de pH ácido (6,79) y carácter reductor (-294 mV). El agua, clorurada sódica, desprende un intenso olor a H_2S .

La naturaleza hidroquímica es un claro testimonio de la génesis evaporítica del manantial, lo que corrobora la tesis expuesta al respecto en el apartado precedente. El elevado contenido en sales provendrá pues de la disolución de yeso, anhidrita, halita, etc., presentes en la formación triásica.

Como se observa en la fig. 1, el agua se encuentra en equilibrio con calcita y anhidrita; existe sobresaturación respecto a yeso y dolomita, y subsaturación para los minerales más solubles magnesita y halita.

El contenido en flúor alcanza 0,8 mg/l (las aguas asociadas a evaporitas suelen experimentar un incremento en la concentración de este elemento).

Por último cabe señalar que la presencia de H_2S asociada a manantiales ricos en SO_4 es un fenómeno muy frecuente, que suele ir ligado a actividad bacteriana (bacterias sulfatorreductoras).

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado sobre una fractura en materiales triásicos, donde predominan las arcillas, aunque también cortan esta fractura pequeños afloramientos de dolomías.

El acuífero está constituido por materiales brechoides afectados en toda la zona por la fractura, en la que se produce una brechificación de los materiales, y existe una mayor

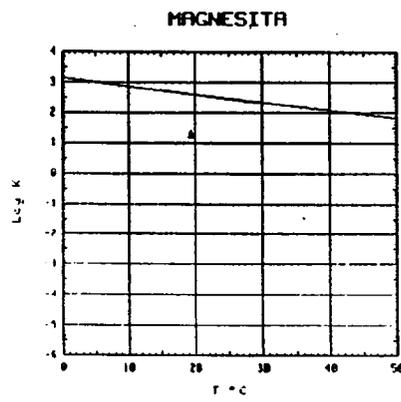
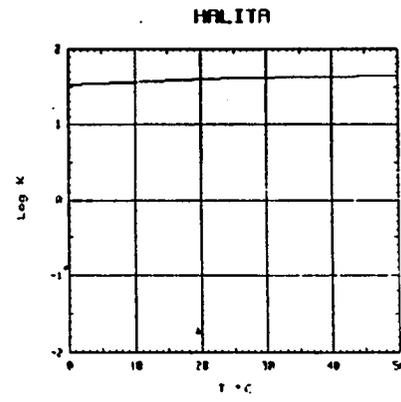
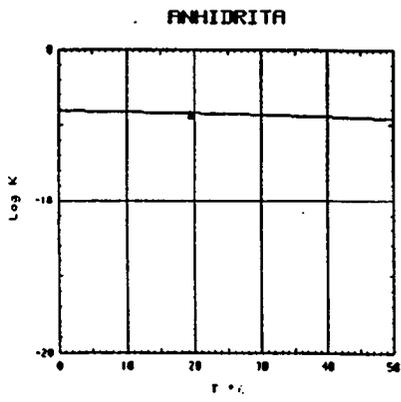
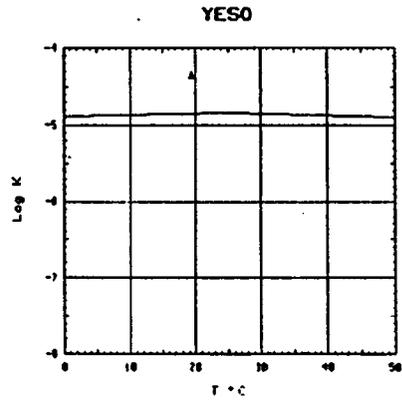
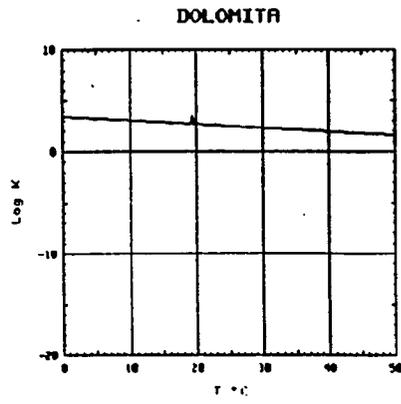
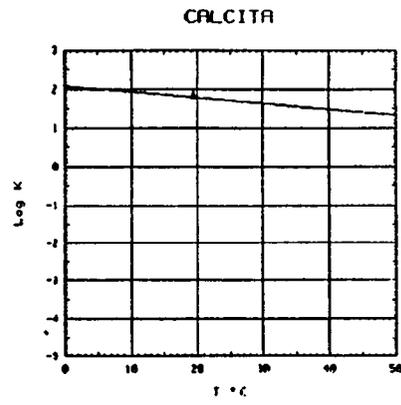
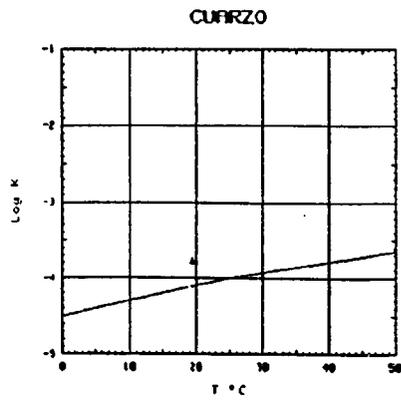


FIG. 4.- DIAGRAMAS DE SATURACION DEL MANANTIAL FUENTE SANTA

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: FUENTE SANTA
 FECHA :

 TEMPERATURA (°C): 19.4 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 21300
 pH a 19°C: 6.79 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 3101
 pH a 18°C: 7.20 En campo (mV): -294

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
HCO3-	227.00	3.721	3.721	1.45
CO3=	-	-	-	-
SO4=	2650.00	27.587	55.173	21.49
Cl-	7010.00	197.752	197.752	77.04
F-	.800	.042	.042	.02
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	0.00
SiO2(H4SiO4)	14.3	.238	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.060	.001	.002	0.00
TOTAL....	9902.670	229.348	256.698	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
=====				
Na+	4830.00	210.105	210.105	77.05
K+	29.00	.742	.742	.27
Ca++	1007.00	25.125	50.249	18.43
Mg++	140.00	5.758	11.516	4.22
Fe++	.140	.003	.005	0.00
Li+	.13	.019	.019	.01
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.02
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.070	.001	.003	0.00
Pb	.36	.002	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
Cu++	.070	.001	.002	0.00
TOTAL....	6007.330	241.775	272.698	

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

CLASIFICACION: CLORURADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca = .074 Cl/Na = .941 (SO4*Ca)^{1/2} = 52.654
 (CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .060 Cl/(Na+K) = .938 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .969
 ((CO3H)⁻²*Ca)^{1/3} = 8.860 SO4/Ca = 1.098 Mg/Ca = .229
 (CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .953 SO4/(Ca+Mg) = .893 Cl/CO3H = 53.152

ARCHIVO EN DISCO: NMC9 (AMA7-09)

	ppm
R.S. 110°C	17470
D.Q.O.	1,7
CN ⁻	-
Cd	0,0460
Cr	0,015
As	-
Se	-
Hg	-

circulación de agua. Esta zona de fractura corresponde a una falla de importancia mayor a la reflejada en cartografía y siendo difícil de identificar por encontrarse sobre materiales arcillosos, no descartándose la posibilidad de que el agua sea de origen profundo.

El manantial no parece tener relación con los cercanos manantiales de la zona, aunque es llamativo las similares características de sus aguas, pero se encuentran lo suficientemente separados por materiales impermeables como para aceptar que pertenecen al mismo acuífero.

El área propuesta es una estrecha banda de unos tres kilómetros de largo por menos de uno de ancho y que se abre hacia el Oeste al atravesar la falla unas calizas margosas, que tienen una permeabilidad algo mayor.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

I.G.M.E.-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

DOZ GOMEZ ET AL (1897) - Elementos de hidrología médica

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

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

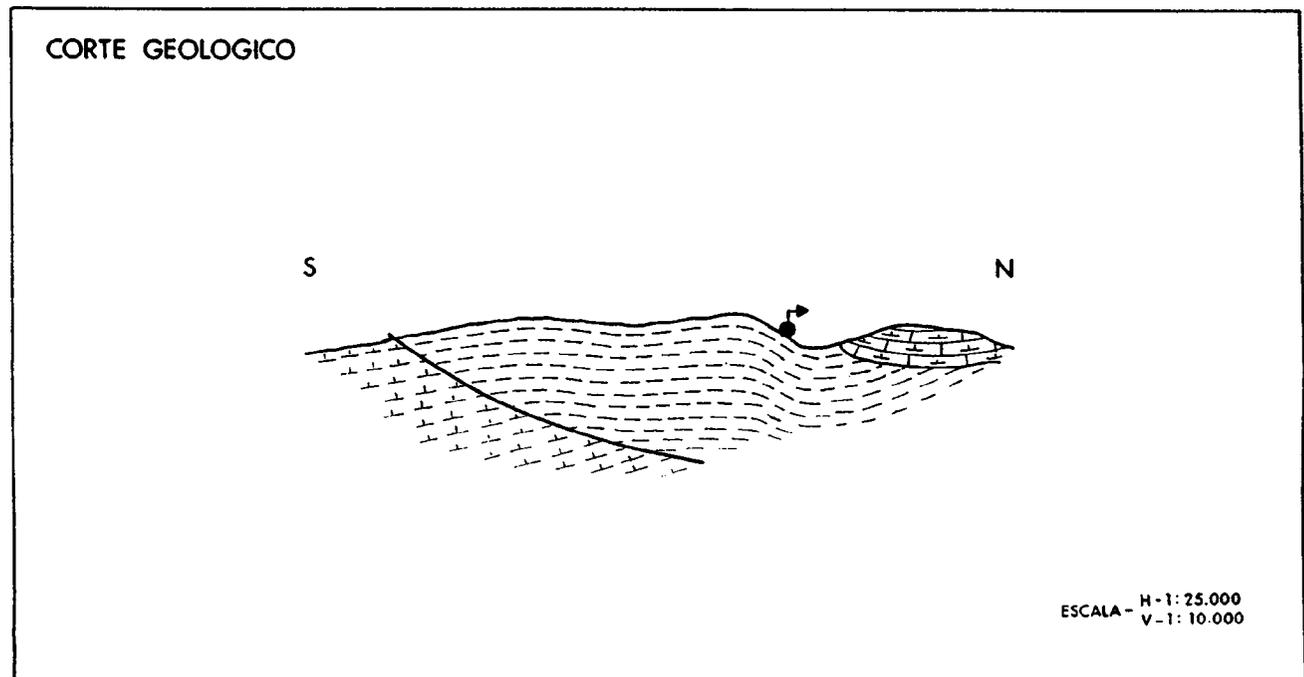
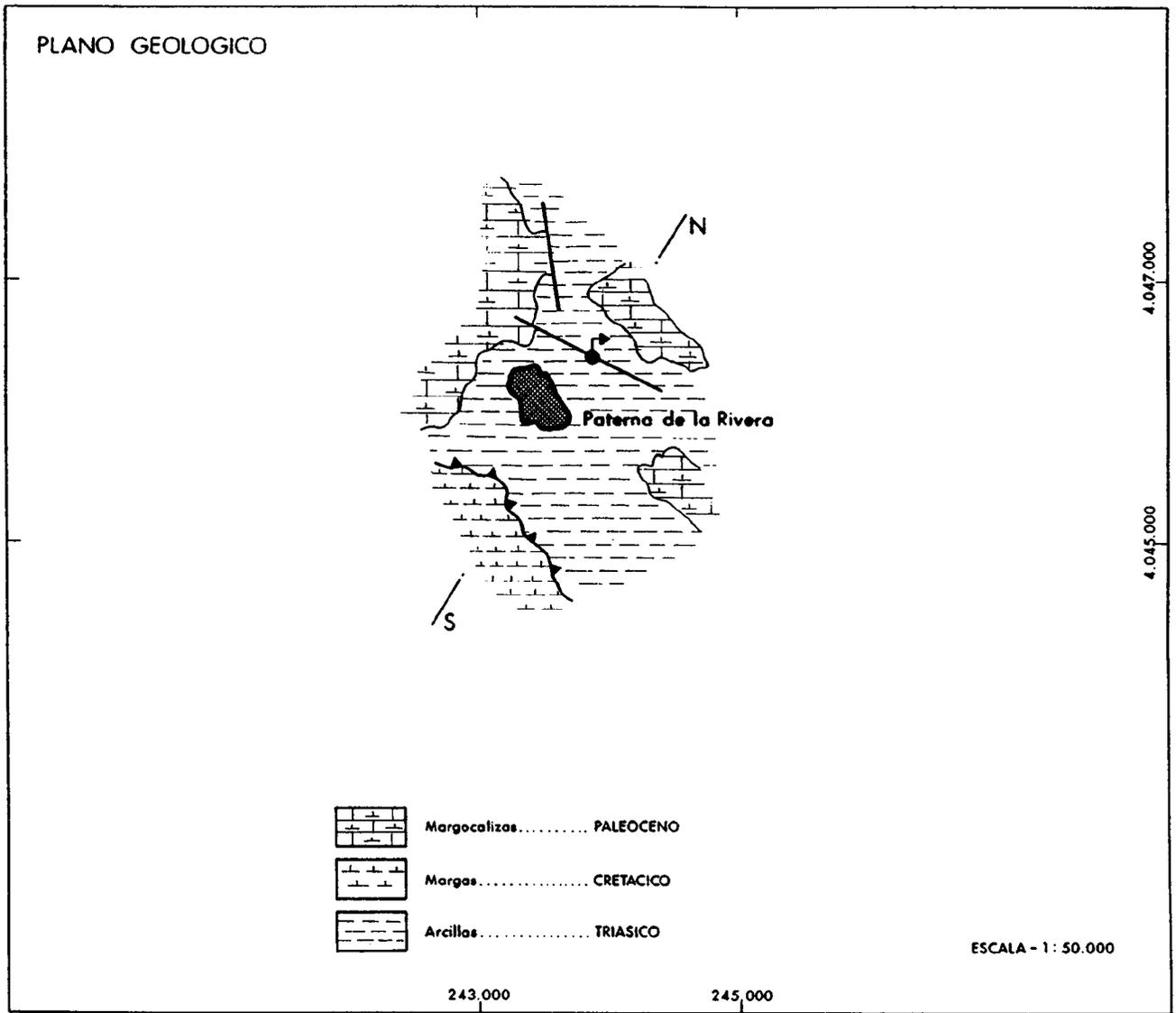
I.G.M.E. (1986) - Informe sobre las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasada en España.

I.G.M.E. (1987) - "Hoja Geológica" PATERNA DE LA RIVERA
(12-45) E. 1:50.000: Plan Magna. Memoria y
mapa.

MARCIAL TABOADA (1870) - Anuario de Hidrología médica

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO - Hoja PATERNA DE LA RIVERA
(12-45) E: 1:50.000.

FUENTE SANTA (PATERNA DE LA RIVERA)



FUENTE DE LOS CERRAJONES (PATERNA DE LA RIVERA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

La Fuente de los Cerrajones de agua sulfurosa se encuentra en la provincia de Cádiz, en el cortijo de los Cerrajones, a unos 4 kilómetros de Paterna de la Rivera, a cuyo término municipal pertenece. Tiene unas coordenadas U.T.M. X=245550; Y=4043500 y una altura de 120 m sobre el nivel del mar según el mapa a escala 1:50.000 de Algar (13-45) del Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por la carretera local de Paterna de la Rivera a Alcalá de los Gazules, en el km 13,300 tomando un camino de tierra hacia el Sur, que conduce al cortijo de los Cerrajones.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El manantial estudiado según la bibliografía consultada no aparece mencionado como agua minero-medicinal, ya que el único manantial que aparece en Paterna de la Rivera es el denominado Fuente Santa a unos 7 kilómetros de distancia. El hecho de incluirlo en este estudio es debido al uso tradicional que la población hace de él, para las mismas indicaciones medicinales que el de Fuente Santa, usándose tanto en bebida como en baños (actualmente se emplea esporádicamente). El uso principal es el de riego aguas abajo.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

La zona de estudio se encuentra localizada en el sector occidental de la cadena Bética y dentro de las unidades subbéticas, siendo un sector de una gran complejidad geológica. Nos limitaremos a hacer una descripción de la zona sin entrar en discusiones sobre las distintas teorías.

En la zona afloran tres tipos de materiales, sino se tienen cuenta los aluviones cuaternarios. Corresponden a tres unidades geológicas distintas y los contactos entre ellas son siempre de carácter mecánico.

Por un lado tenemos el Trías indiferenciado o Trías Germano-Andaluz caracterizado por su desorganización interna, y con un emplazamiento actual debido a deslizamientos gravitacionales. Estos materiales aparecen bajo la unidad tectosedimentaria de arcillas, en bloques.

El segundo material aflorante en esta zona estudiada corresponde al Complejo tectosedimentario. Se encuentran sobre los depósitos de arcillas y yesos del Trías. La procedencia de estas arcillas está relacionada con los materiales del Trías superior (parte de las arcillas, yesos y nódulos de azufre) y con los sedimentos arcillosos del Oligoceno. Durante el Mioceno se producen desplazamientos hacia el Oeste, mezclándose todos los materiales y originando de este modo, la unidad ya indicada.

Sobre las margas triásicas y sobre la unidad tectosedimentaria miocena, afloran unas calizas y margocalizas rojas pertenecientes al Subbético medio y cuyo límite inferior se encuentra mecanizado debido a la poca competencia de los ma-

teriales infrayacentes; los despegues de estas calizas se producen durante la primera fase del plegamiento Alpino.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial de los Cerrajopnes se encuentra en una zona en la que la pluviometría es del orden de 700 a 800 l/m² año, siendo éste el único aporte de agua, con un relieve en el que las cotas no superan los 200 metros sobre el nivel del mar y donde predominan las formas planas.

El manantial se encuentra en el contacto de las margocalizas y calizas rojas con el zócalo impermeable triásico aunque muy cerca del contacto de este con las arcillas rojas del Complejo tectosedimentario y debido a la semejanza de los dos tipos de facies así como a su igual comportamiento hidrogeológico (como capa impermeable) es igual que se trate de un tipo o del otro.

Las calizas pueden formar un pequeño acuífero cuya superficie de afloramiento no supera el kilómetro cuadrado, en el que la permeabilidad se debe a fracturación y disolución y en el que las margas tanto triásicas como miocenas hacen de base impermeable.

el manantial de los cerrajones tiene un caudal de 3,5 l/seg. medidos el día 7 de mayo de 1990, no se ve muy afectado por las variaciones estacionales y constituye el drenaje de las margocalizas. por otra parte el manantial se encuentra en una zona de fracturas, la unidad tectosedimentaria cabalgando al triás, que si bien son ambos materiales muy poco permeables, se facilita la circulación de fluidos y teniendo en cuenta que ambos tipos de materiales contienen yesos y

nódulos de azufre se podría explicar las características químicas del manantial.

El agua del manantial pasa a arroyos próximos pertenecientes a la cuenca hidrográfica del río Barbate.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de conductividad elevada (4050 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y naturaleza sulfatada cálcica, con un pH campo de 7,25 y carácter reductor (-220 mV). El manantial consiste en una pequeña galería excavada en los yesos de la formación triásica, en la que se aprecian las típicas algas filamentosas blanca asociadas al fenómeno de producción bacteriana de H_2S .

Según se observa en la fig. 1, el agua se encuentra en equilibrio con anhidrita, mientras que para el yeso, calcita y dolomita las condiciones son de sobresaturación. Resulta pues evidente que si bien el acuífero se encuentra en las calizas cretácicas, la influencia evaporítica resulta determinante en la composición final del agua, tanto en lo que respecta a sus componentes mayoritarios, como a algunas otras especies tales como el flúor (0,9 mg/l).

El análisis del gas asociado a la surgencia indica que el nitrógeno es el componente mayoritario, con un 99%V. Obviamente las restantes especies se encuentran en concentraciones bajas. Estas características sugieren que el origen fundamental del gas es el aire atmosférico disuelto en el agua de recarga, que una vez incorporado al subsuelo ha experimentado procesos de reducción con la consiguiente pérdida de O_2 , y a su vez se ha enriquecido en otros gases (CH_4 , CO_2 , etc.). En lo que respecta al H_2S , el análisis realizado in situ indica una concentración de 350 ppm.

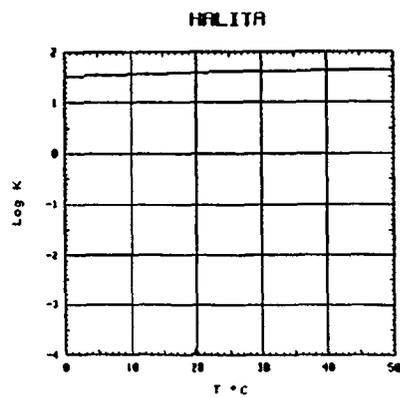
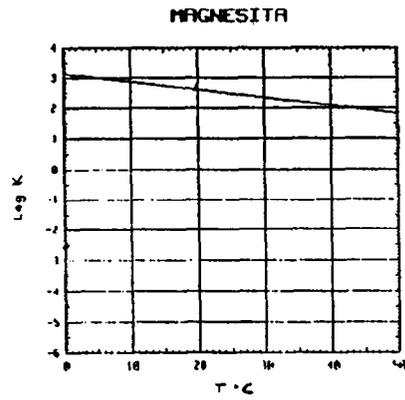
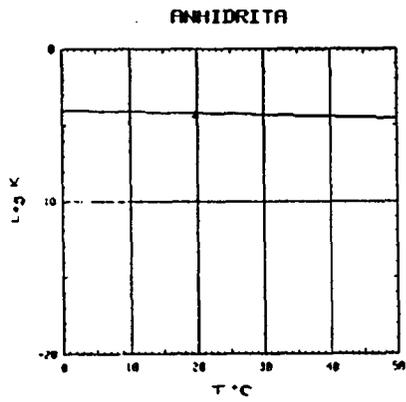
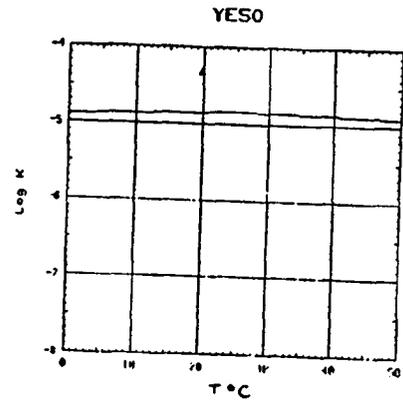
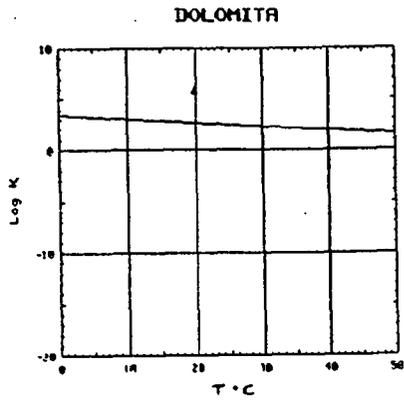
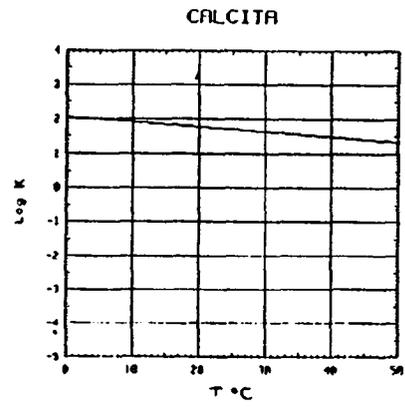
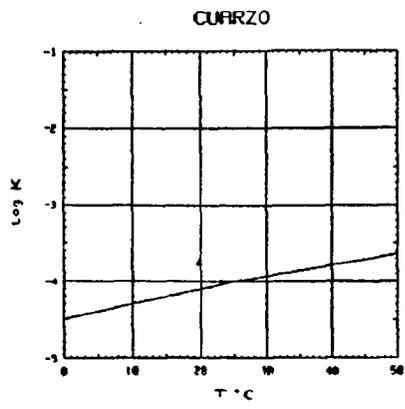


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION FUENTE DE LOS CERRAJONES

ANALISIS QUIMICO
=====

DENOMINACION: FUENTE DE LOS CERRAJONES
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 19.8 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 4050
pH a 19°C: 7.25 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 2223
pH a 18°C: 7.40 Eh campo (mV): -220

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	221.00	3.622	3.622	6.21
CO3=	-	-	-	-
SO4=	1886.00	19.633	39.267	67.29
Cl-	546.00	15.403	15.403	26.39
F-	.900	.047	.047	.08
NO3-	1.00	.016	.016	.03
SiO2 (H4SiO4)	14.3	.238	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.050	.001	.002	0.00
TOTAL....	2669.260	38.960	58.357	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	312.00	13.572	13.572	23.32
K+	10.00	.256	.256	.44
Ca++	726.00	18.114	36.227	62.25
Mg++	98.00	4.031	8.061	13.85
Fe++	.040	.001	.001	0.00
Li+	.12	.017	.017	.03
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.10
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.038	.001	.001	0.00
Pb	.23	.001	-	-
Zn++	.130	.002	.004	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	1147.118	36.014	58.198	

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

CLASIFICACION: SULFATADA --- CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca = .100 Cl/Na = 1.135 (SO4*Ca)^1/2 = 37.716
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .082 Cl/(Na+K) = 1.114 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.092
(CO3H)^2*Ca^1/3 = 7.804 SO4/Ca = 1.084 Mg/Ca = .223
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .968 SO4/(Ca+Mg) = .887 Cl/CO3H = 4.252

ARCHIVO EN DISCO: MMC18 (AMA7-18)

	ppm
R.S. 110°C	3859
D.Q.O.	0,8
CN ⁻	-
Cd	0,0020
Cr	0,085
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

CERCAJÓVEZ P. 1982

MUESTRA: AMA7-18

	<u>%V</u>
He	<0,0010
H ₂	<0,0010
O ₂	1,0
N ₂	99
CH ₄	0,067
CO ₂	1,8

H₂S campo = 350 ppm.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado en el contacto de unas calizas cretácicas y unas arcillas, y sobre una fractura que separa a las arcillas triásicas de otras oligocenas, formando las calizas un pequeño relieve.

El acuífero lo constituyen las calizas, siendo las arcillas la base impermeable. El hecho de que el manantial se encuentre sobre una fractura favorece la circulación del agua, que incluso puede que exista un pequeño aporte de agua procedente de las arcillas y cuya circulación se encuentra favorecida por esta fractura.

El manantial no parece tener relación con otros de la zona pues el acuífero se encuentra totalmente aislado por las arcillas impermeables que hacen imposible la comunicación.

El área propuesta para su protección, con una superficie inferior a los dos kilómetros cuadrados, abarca a todo el afloramiento calizo y se prolonga un poco por el contacto mecánico que separa los dos tipos de arcillas.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

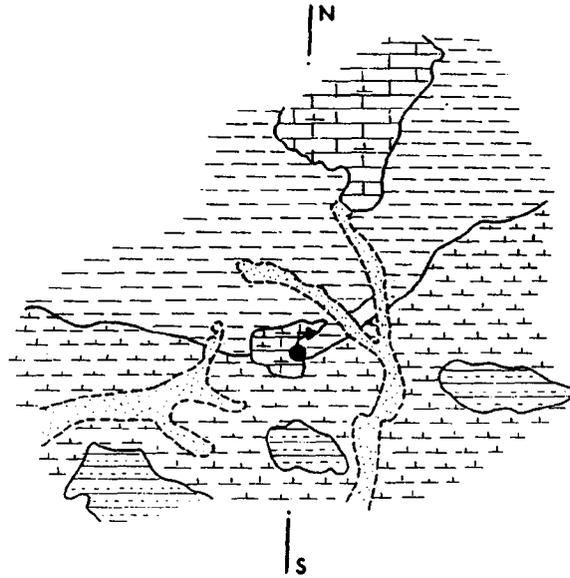
I.G.M.E-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

I.G.M.E. (1990) - "Hoja Geológica" ALGAR (13-45) E. 1:50.000
Plan Magna. Mapa y memoria (inédito).

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1984) - Hoja ALGAR (13-45)
E. 1:50.000.

MANANTIAL LOS CERRAJONES (PATENA DE LA RIVERA)

PLANO GEOLOGICO



- | | |
|---|--------------------------------|
|  | Aluvión..... CUATERNARIO |
|  | Calizas y margas.....CRETACICO |
|  | Margas..... OLIGOCENO |
|  | Areniscas..... OLIGOCENO |
|  | Arcillas..... TRIAS |

ESCALA - 1 : 50.000

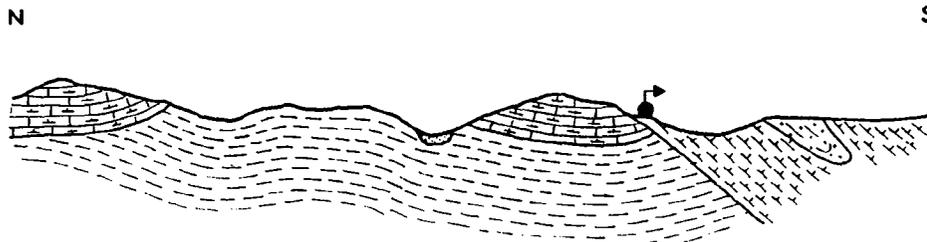
245,000

247,000

4.045.000

4.043.000

CORTE GEOLOGICO



ESCALA - 1 : 25.000

LOS BAÑOS (PATERNA DE LA RIVERA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial denominado los Baños se encuentra situado en el centro de la provincia de Cádiz y en el término municipal de Paterna de la Rivera en el paraje denominado Cerro del Vicario y sobre un arroyo donde nace. Tiene unas coordenadas U.T.M. X=243950, Y=4047200 y una altura de 90 m sobre el nivel del mar, según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 de Paterna de la Rivera (12-45) del Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por un camino que sale hacia el Este desde el mismo pueblo y a un kilómetro aproximadamente de la localidad y rodeando el Cerro del Vicario.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El manantial conocido en Paterna de la Rivera como los Baños no aparece citado en la bibliografía consultada, donde sí está descrita Fuente Santa situada cerca de este manantial y descrito como manantial único. No obstante los antiguos baños debieron de utilizar agua de los dos manantiales, hecho que no se ha podido confirmar.

Actualmente no se utiliza, y no quedan rastros de las antiguas instalaciones y el agua mana sobre el cauce de un

arroyo. Es aprovechado para la agricultura y de forma esporádica es usado con fines medicinales.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico la zona estudiada se encuentra situada en el extremo occidental de las Cordilleras Béticas, en las cuales se distinguen tradicionalmente las Zonas Internas y las Externas, correspondiendo a las deformaciones de zócalo y cobertera respectivamente. Las Internas se dividen a su vez en zona Circumbética y zona Bética y las Externas en zona Penibética y zona Subbética. El manantial se encuentra en el contacto entre materiales triásicos de la facies Germano-Andaluz y un olitostroma de edad cretácica, con un carácter alóctono fácilmente reconocible por la mezcla caótica de los elementos litológicos que forman los materiales triásicos. Los materiales cretácicos corresponden a un paquete más consolidado que se ha deslizado sobre la masa triásica sin llegar a perder del todo su estructura interna. Los contactos entre ambos son siempre mecánicos.

Litológicamente las facies Germano-Andaluz están constituidas por arcillas de colores variados que engloban gran cantidad de yesos y paquetes de dolomías y calizas dolomíticas y con nódulos de azufre y pequeños afloramientos ofíticos. El material cretácico está constituido por una alternancia de margas y margocalizas en bancos centimétricos o decimétricos.

Al Sur de la zona estudiada y cabalgada por el triásico afloran unas margas y calcarenitas correspondientes a la unidad Paterna (de la zona Circumbética) que es la base de la unidad de las areniscas del Aljibe y que no afectan al funcionamiento del manantial.

Tectónicamente el Subbético en esta zona es muy complejo puesto que no forma nunca un manto continuo sino que se muestra en "plaquetas" separadas las unas de las otras y los contactos con el triásico son siempre mecánicos.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial denominado de los Baños se encuentra en una zona con una pluviometría media entre 700-800 l/m² año, siendo este agua de lluvia la única alimentación del acuífero, al que corresponde el manantial. Este área está caracterizada por relieves suaves con cotas que no superan los 200 m y en la que predominan las formas planas.

Muy cerca de este manantial se encuentra Fuente Santa cuyas aguas tienen características semejantes, si bien se han hecho dos estudios diferentes puesto que corresponden a acuíferos distintos, uno se encuentra en el contacto del triásico y el cretácico y el otro englobado en el triásico.

Como ya hemos mencionado, el manantial se encuentra en el contacto entre el Cretácico y el Triásico, el primero constituye el acuífero y el segundo hace de base impermeable. El afloramiento de las calcarenitas y las margas de la Unidad Paterna aunque no tengan una gran permeabilidad, al encontrarse el manantial en el contacto mecánico entre el Triás y esta última, puede favorecer la circulación de fluidos de uno a otro.

El manantial se encuentra en el lecho de un arroyo, por lo que no se ha podido medir su caudal directamente, siendo en todo caso del orden de los 5 l/seg. Las características de sus aguas se explican por los yesos y nódulos de

azufre de la base triásica. Sus aguas pertenecen a la cuenca hidrográfica del río Guadalete.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Manantial salino de conductividad elevada (13.080 $\mu\text{S}/\text{cm}$), con las características típicas de las surgencias asociadas a las facies evaporíticas del Trías: desprendimiento de H_2S , potencial redox muy bajo (-264 mV), pH ligeramente ácido (6,78) y, en este caso, naturaleza clorurada sódica.

De acuerdo con los diagramas de saturación de la fig. 1, el agua se encuentra en equilibrio con anhidrita, calcita y dolomita, sobresaturada en yeso y subsaturada en magnesita y halita. Es interesante señalar que a medida que se incrementa el contenido salino del agua, los diagramas de saturación reflejan mayor número de minerales en condiciones de sobresaturación. En tal sentido existen varios ejemplos de manantiales minero-medicinales de la provincia de Cádiz, en los cuales únicamente las formas más solubles tipo halita o magnesita no llegan a alcanzar la sobresaturación.

Otro fenómeno que se detecta con cierta frecuencia en aguas asociadas a evaporitas, es un ligero incremento de las concentraciones de algunos metales pesados (ver análisis adjunto), así como del flúor (0,9 mg/l).

Por último cabe señalar que la presencia de H_2S asociada a manantiales ricos en SO_4^- es un fenómeno muy frecuente, que suele ir ligado a la actividad de bacterias sulfato-reductoras.

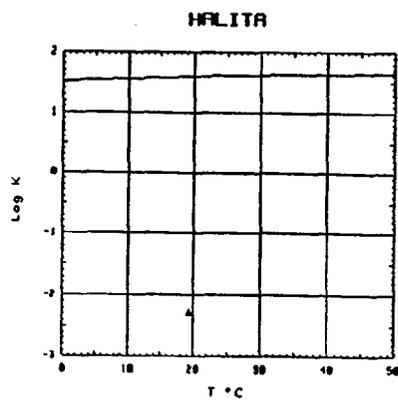
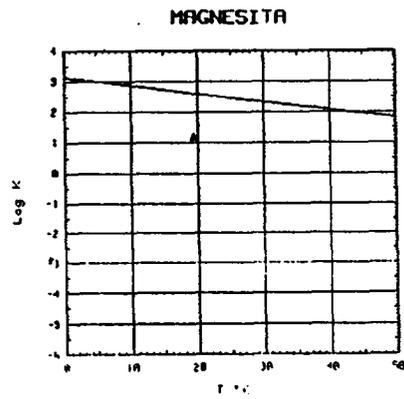
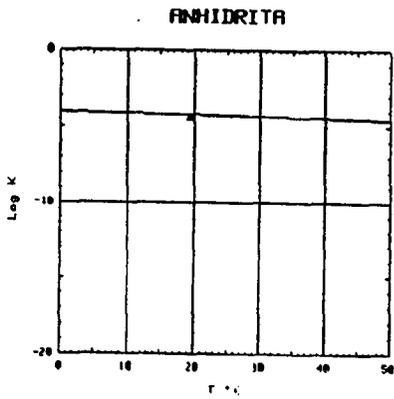
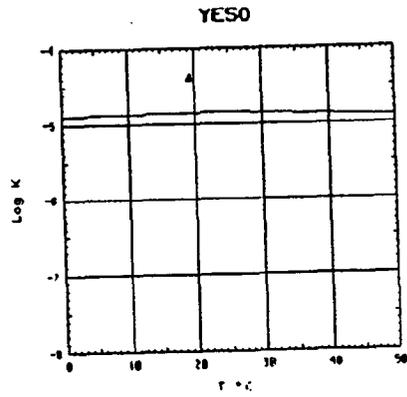
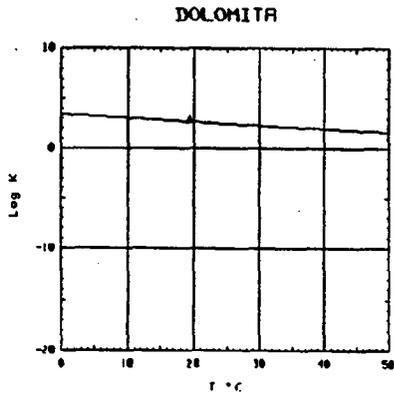
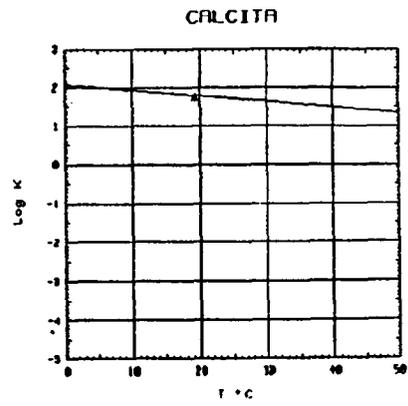
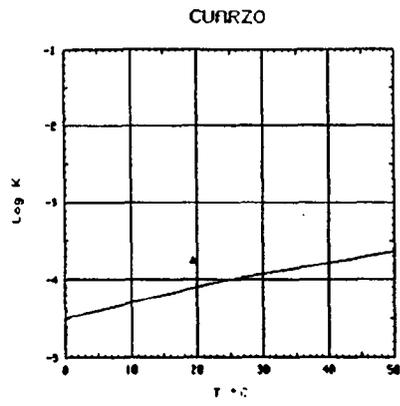


FIG. 3.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL LOS BAÑOS

ANALISIS QUIMICO
=====

DENOMINACION: LOS BAÑOS
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 19.3 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 13080
pH a 19°C: 6.78 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 2485
pH a 18°C: 7.40 Eh campo (mV): -264

ANIONES =====	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	222.00	3.639	3.639	2.39
CO3=	-	-	-	-
SO4=	2210.00	23.006	46.012	30.22
Cl-	3635.00	102.543	102.543	67.35
F-	.900	.047	.047	.03
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.01
SiO2(H4SiO4)	14.7	.245	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.050	.001	.002	0.00
TOTAL....	6083.160	129.489	152.251	

CATIONES =====	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	2360.00	102.660	102.660	67.23
K+	18.00	.460	.460	.30
Ca++	794.00	19.810	39.621	25.95
Mg++	120.00	4.936	9.871	6.46
Fe++	.100	.002	.004	0.00
Li+	.11	.016	.016	.01
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.04
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.050	.001	.002	0.00
Pb	.87	.002	-	-
Zn++	.200	.003	.006	0.00
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	3293.390	127.909	152.697	

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

CLASIFICACION: CLORURADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca = .092 Cl/Na = .999 (SO4*Ca)^1/2 = 42.697
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .074 Cl/(Na+K) = .994 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.041
(CO3H+2*Ca)^1/3 = 9.065 SO4/Ca = 3.161 Mg/Ca = .249
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.003 SO4/(Ca+Mg) = .930 Cl/CO3H = 28.182

ARCHIVO EN DISCO: MMC10 (AMA7-10)

	ppm
R.S. 110°C	9500
D.Q.O.	1,4
CN-	-
Cd	0,0420
Cr	0,021
As	-
Se	-
Hg	-

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado en el contacto de unas calizas margosas (margocalizas) y unas arcillas triásicas, siendo dicho contacto claramente mecánico, pues las calizas representan un pequeño isleó tectónico de materiales cretácico sobre los triásicos.

El acuífero lo constituyen los materiales carbonatados del cretácico, los cuales están en contacto con materiales más margosos del Mioceno que aunque no muy permeables sí lo son más que las arcillas y pueden aportar algo de agua al acuífero.

El manantial no parece tener relación con otros de la zona, aún teniendo en cuenta la proximidad de Fuente Santa (manantial que se explotó conjuntamente al estudiado), pues se encuentran separados por materiales impermeables y el origen del agua parece ser distinto.

El área de protección propuesta tienen unos dos kilómetros cuadrados y abarca a los materiales carbonatados y parte de los margosos, para ello se ha tenido en cuenta, tanto la litología de los materiales como su situación topográfica.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

I.G.M.E.-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

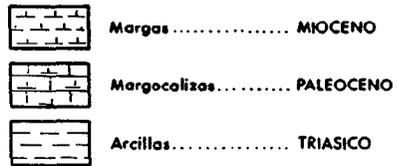
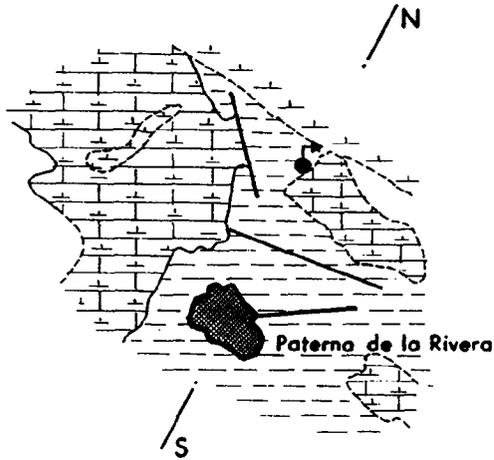
I.G.M.E. (1990) - "Hoja Geológica" ALGAR (13-45) E. 1:50.000. Plan Magna. Mapa y memoria (inédito).

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1984) - Hoja ALGAR (13-45)
E. 1:50.000.

LOS BAÑOS

(PATERNA DE LA RIVERA)

PLANO GEOLOGICO

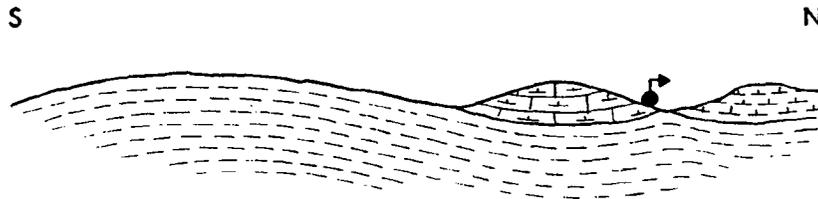


ESCALA - 1:50.000

243.000

245.000

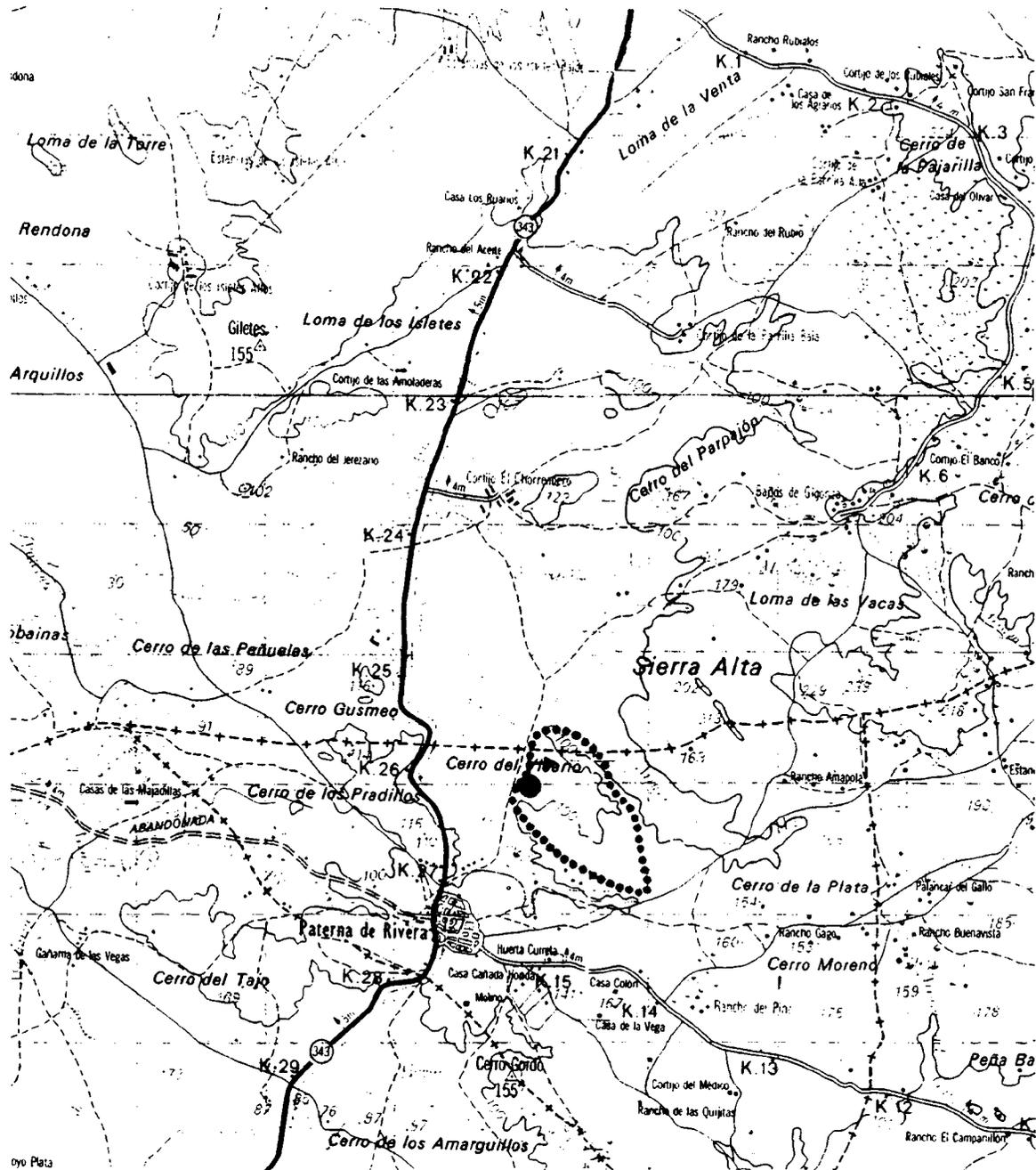
CORTE GEOLOGICO



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

PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

LOS BAÑOS



ESCALA - 1: 50.000

FUENTE DEL VISILLO (MEDINA-SIDONIA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial denominado el Visillo se encuentra situado en el centro de la provincia de Cádiz, sobre el cerro de los Amarguillos, muy cerca de Paterna de la Rivera pero en el término municipal de Medina-Sidonia. Tiene unas coordenadas U.T.M.: X=241100, Y=4045450 y una altura de 110 metros sobre el nivel del mar, según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 Paterna de la Rivera (12-45) del Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por la carretera local de Paterna de la Rivera a Medina Sidonia. Está situada al Oeste de la misma entre los kilómetros 28 y 29 y muy cerca de ella.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Según la bibliografía consultada, no se tienen datos ciertos de este manantial, aunque según la relación por provincias de aguas minero-medicinales del Instituto Geológico de 1913, en los alrededores de Medina Sidonia, existen varios manantiales de aguas sulfurosas y, pese a la distancia, éste podría ser uno de ellos. Igualmente en la relación anexa al mapa de España de las aguas minero-medicinales del I.G.M.E. (1947), aparece un manantial en este término municipal, así

como en el informe del I.G.M.E. de 1986, sin especificar más datos.

Actualmente su uso medicinal ha quedado muy reducido, debido a la desaparición de los Baños de Paterna y la poca utilización de este tipo de aguas en la zona que ha quedado concentrada en los manantiales que existen al Norte de esta localidad, aunque esporádicamente se usa para curar llagas y heridas, sobre todo en animales.

Su uso principal es el agrícola.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico la zona estudiada se encuentra situada en el extremo occidental de las Cordilleras Béticas, en las cuales se distinguen Zonas Internas y Zonas Externas, correspondiendo a las deformaciones de zócalo y de cobertera respectivamente.

El manantial se encuentra situado justo en el contacto de estas dos zonas, en el que por un lado están representadas unas arcillas triásicas pertenecientes al Subbético (parte de las Zonas Externas), y por el otro lado una serie esencialmente arcillosa que se denomina Unidad Paterna y que pertenece a la Zona Circumbética (parte de la Zona Interna).

Ambas formaciones son de carácter alóctono. El Subbético se sitúa en la zona por una serie de cabalgamientos utilizando las arcillas triásicas como unidad de despegue y no de una forma continua, sino a modo de "plaquetas" separadas unas de otras. Sobre esta masa triásica pueden aparecer series de materiales conteniendo capas comprendidas entre el Lías y el Terciario. La Unidad Paterna procedente de las zo-

nas Internas, posiblemente taludes submarinos, casi inmediatamente después del desplazamiento del Subbético se desplaza sobre este. A partir de este momento y posiblemente a elevaciones diapíricas del Triás, se producen retrocabalgamientos y da lugar a que los materiales triásicos se superpongan a la Unidad Paterna.

Litológicamente el Triásico está compuesto por arcillas de colores variados con cristales de cuarzo y nódulos de azufre y englobando paquetes de yesos; no presenta ordenación interna y dan un aspecto caótico. La Unidad Paterna tiene una edad Cretácico Superior-Oligoceno y está compuesta por una serie de margas color verde oscuro con bloques de areniscas y algunos niveles de calizas más o menos margosas.

El manantial se encuentra situado en el cabalgamiento de las arcillas triásicas sobre la unidad Paterna, al Sur de esta localidad.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial se encuentra situado en una zona topográficamente caracterizada por relieves suaves con cotas inferiores a 200 metros. Tiene una pluviometría comprendida entre 700 y 800 l/m² año, siendo éste el único aporte de agua a los acuíferos de la zona, pues los regadíos son escasos y localizados siempre junto a los arroyos.

El manantial se encuentra en el contacto de dos formaciones, margosa y arcillosas: por debajo el Triásico que actúa de zócalo impermeable y por encima de la Unidad Paterna que es fundamentalmente de margas aunque localmente con bancos de calizas y areniscas algo más permeable. Por otra parte

la zona de contacto de ambas formaciones es mecánica y en ella es más abundante la circulación de agua.

La zona donde se encuentra el manantial, básicamente impermeable está situada entre dos importantes acuíferos y drena sus aguas hacia ellos; al Norte se encuentra el denominado Aluvial del Guadalete y al Oeste el acuífero Conil- San Fernando. A pesar de esto es una zona en la que abundan los manantiales de este tipo, existiendo dos hacia el Norte y uno al Este.

El manantial denominado Fuente del Visillo tiene un caudal de 0.3 litros por segundo, medidos el 7 de Marzo de 1990 y debe las características químicas de sus aguas a la disolución de los yesos y nódulos de azufre que engloban las arcillas triásicas.

Sus aguas van a un arroyo cercano que es tributario del Salado de Paterna, perteneciente a la cuenca del Guadalete.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua sulfatada cálcica de elevada mineralización (3740 $\mu\text{S}/\text{cm}$), fuerte carácter reductor (-233 mV) y un pH campo de 7,5. Se aprecia un intenso olor a H_2O en las proximidades del manantial.

La composición química del agua evidencia la influencia de las facies evaporíticas del Triás, que en este caso estaría representada fundamentalmente por yesos. En tal sentido, los diagramas de saturación de la fig. 1, ponen de manifiesto que el agua se encuentra en equilibrio con anhídri-

ta, mientras que para el yeso, calcita, dolomita y magnesita las condiciones son de sobresaturación.

El contenido en flúor es relativamente elevado -1 mg/l-, hecho frecuente en manantiales asociados a evaporitas.

Por último cabe señalar que la presencia de H_2S asociada a manantiales ricos en $SO_4^{=}$ es un fenómeno muy frecuente, que suele ir ligado a la actividad de bacterias sulfato-reductoras.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado sobre el cabalgamiento de las arcillas triásicas sobre unas margocalizas cretácicas, que a su vez se encuentran cabalgadas sobre las arcillas triásicas.

El acuífero lo constituyen tanto las arcillas como las margocalizas y viene fundamentalmente determinado por los contactos mecánicos, ya que los materiales por sí mismos no constituyen, normalmente, acuíferos, debido a su baja permeabilidad.

El manantial no parece estar relacionado con ningún otro de la zona, siendo independiente de los manantiales cercanos aunque sus aguas tengan características químicas parecidas, pero su origen parece diferente.

El área propuesta para su protección tiene una superficie inferior a los dos kilómetros cuadrados, y engloba tanto a materiales arcillosos como margosos y se alarga a través del contacto entre ambos.

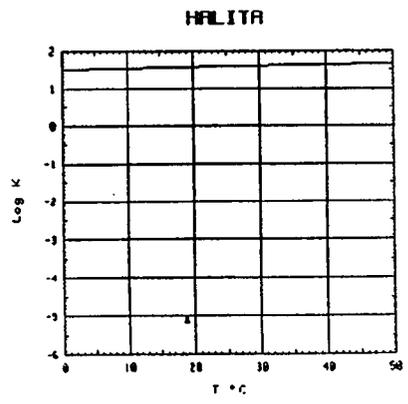
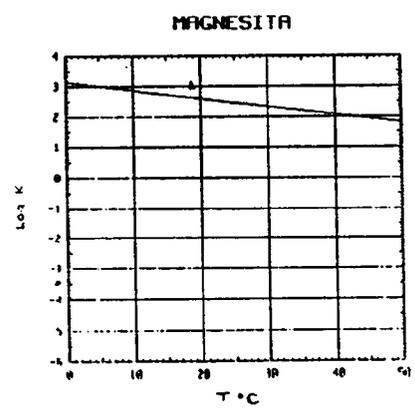
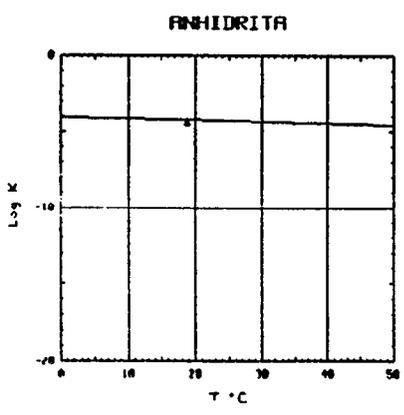
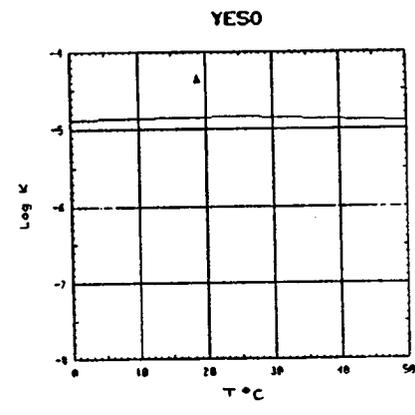
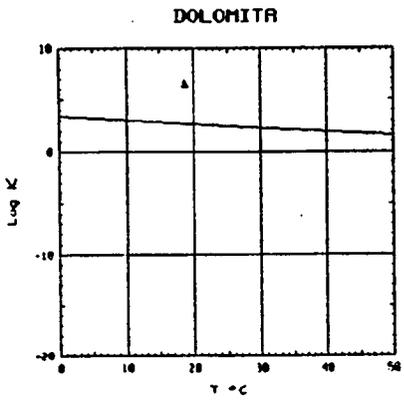
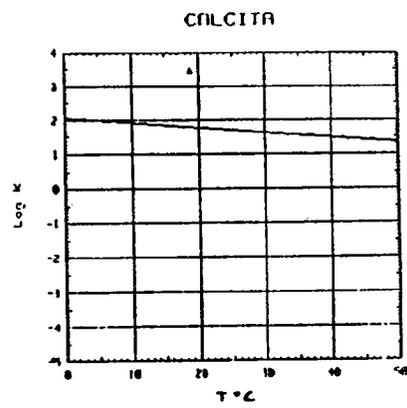
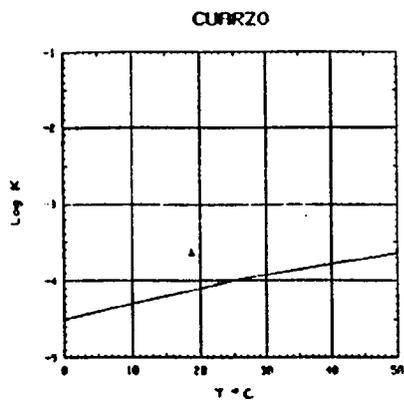


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION FUENTE DEL VISILLO

ANALISIS QUIMICO
=====

DENOMINACION: FUENTE DEL VISILLO
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 18.8 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 3740
pH a 18°C: 7.50 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 2021
pH a 18°C: 3.40 Eh campo (mV): -233

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	-	-	-	-
CO3=	-	-	-	-
SO4=	1848.00	19.238	38.475	91.10
Cl-	131.00	3.696	3.696	8.75
F-	1.000	.053	.053	.12
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.02
SiO2 (H4SiO4)	18.2	.303	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.060	.001	.002	0.00
TOTAL....	1998.770	23.298	42.234	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	88.00	3.828	3.828	8.64
K+	6.00	.153	.153	.35
Ca++	600.00	14.970	29.940	67.61
Mg++	125.00	5.141	10.283	23.22
Fe++	.020	0.000	.001	0.00
Li+	.10	.014	.014	.03
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.13
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.069	.001	.003	.01
Pb	0.046	0.000	-	-
Zn++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	817.845	24.130	44.281	

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

CLASIFICACION: SULFATADA -- CALCICA

Cl/Na = .965 (SO4*Ca)^{1/2} = 33.940
Cl/(Na+K) = .928 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.243
SO4/Ca = 1.205 Mg/Ca = .348
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .957 SO4/(Ca+Mg) = .957

ARCHIVO EN DISCO: MMC17 (AMA7-17)

	ppm
R.S. 110°C	3358
D.Q.O.	0,8
CN-	-
Cd	<0,001
Cr	0,039
As	-
Se	-
Hg	-

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

I.G.M.E.-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

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

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

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

I.G.M.E. (1987) - "Hoja Geológica" PATERNA DE LA RIVERA (12-45) E. 1:50.000. Plan Magna. Memoria y mapa.

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO - Hoja PATERNA DE LA RIVERA (12-45) E. 1:50.000

POZO ENMEDIO (ALCALA DE LOS GAZULES)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial denominado Pozo Enmedio se encuentra situado en el centro de la provincia de Cádiz en el término municipal de Alcalá de los Gazules, en la ladera Norte del monte Lario, muy cerca de la población. Tiene unas coordenadas U.T.M.: X=252000 y Y=4039000 y una altura de 170 m sobre el nivel del mar, según referencia topográfica del mapa del Servicio Geográfico del Ejército a escala 1:50.000 de Alcalá de los Gazules (13-46).

Su acceso se realiza por la carretera local Alcalá de los Gazules-Paterna de la Rivera y se encuentra en el kilómetro 1, al margen derecho de la misma.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Según la bibliografía consultada no se han encontrado antecedentes sobre este punto de agua minero-medicinal, si bien en el término de Alcalá de los Gazules existía un manantial de tipo sulfuroso del que sí se tiene constancia desde 1913 pero que ha sido destruído y sobre el que se ha edificado una vaquería.

El manantial denominado pozo del Medio de agua ferruginosa ha sido utilizado desde hace mucho tiempo en Alcalá de

los Gazules para problemas de inapetencia y estomacales; actualmente su uso medicinal ha quedado muy reducido y esporádicamente se usa para consumo humano.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

El manantial estudiado se encuentra en un área situada en el extremo occidental de las Cordilleras Béticas siendo una zona de gran complejidad, ya que en ella podemos distinguir materiales preorogénicos, sinorogénicos y postorogénicos.

Los materiales turbidíticos que afloran en la zona están considerados por la mayoría de los autores como pertenecientes a las unidades alóctonas del Campo de Gibraltar, y el resto de los materiales son considerados como Subbético, representado en esta zona por el Trías.

La litología de los materiales aflorantes es siguiendo el orden de posición estructural de abajo hacia arriba, la siguiente:

Serie Bética: Arcillas y yesos triásicos; afloran en la misma población de Alcalá de los Gazules y al Noreste de la misma. El dominio triásico está constituido por facies Keuper, litológicamente compuesta por arcillas versicolores con yesos rojos y blancos y depósitos de sal (se pueden encontrar cuarzozos bipiramidales).

Estos afloramientos margoarcillosos pueden englobar fragmentos de diversos tamaños de dolomías tableadas y pequeñas intrusiones de rocas eruptivas básicas (ofitas).

Unidad del Aljibe:

- Arcillas rojas y calcarenitas: tramo constituido por unas arcillas rojas con intercalaciones de calcarenitas centimétricas, de mayor espesor hacia techo y aparecen siempre relacionadas con las areniscas del Aljibe; son de una edad Eoceno inferior.
- Areniscas del Aljibe: se trata de unas areniscas de color blanco amarillento y aspecto masivo, con unas intercalaciones de color marrón claro, con un contenido en cuarzo del 90% con granos gruesos y redondeados con poca matriz y mala cementación y pueden ser localmente ferruginosas; tienen una edad Aquitaniense (Mioceno inferior).
- Arcillas rojas y verdes: se depositan posteriormente a las areniscas del Aljibe. No son propiamente de la unidad Aljibe; se le denomina Complejo Tectosedimentario Mioceno. En algunas publicaciones aparece como unidad Paterna y lo consideran como la base de las areniscas.

Se trata de unas arcillas satinadas y aspecto esquistoso. Son relativamente frecuentes las intercalaciones de niveles limolíticos ferruginosos y fragmentos de calizas muy duras. Según la fauna encontrada son de edad Neógena.

Cuaternario. Unico material de la zona con carácter postorogénico, está representado por los coluviones dispuestos en terrazas del río Barbate y los más modernos aluviones del mismo río, su composición es principalmente de arenas, limos y arcillas. En esta zona presenta escasa potencia.

El pozo se encuentra situado en el contacto entre las areniscas miocenas y las margas paleocenas de su base; este

contacto es mecánico y ha servido de base de despegue de las propias areniscas.

La zona se encuentra muy tectonizada; los niveles arcillosos de la base de las areniscas, así como los de la unidad Paterna, sirven de niveles de despegue para los materiales más compactos (areniscas) que se disponen como sucesivos cabalgamientos situados unos sobre otros.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL POZO

El pozo de Enmedio se encuentra situado en una zona en la que la pluviosidad es superior a los 900 l/m² año, justo en el contacto entre las areniscas del Aljibe y las arcillas del Complejo Tectosedimentario Mioceno.

Las areniscas del Aljibe albergan diferentes acuíferos de menor entidad, casi tantos como afloramientos de las mismas hay en la región. El que nos ocupa es el situado al Sur de la población de Alcalá de los Gazules con una superficie aproximada de 3 km².

Con una permeabilidad mixta por porosidad y fracturación baja en ambos casos y con una infiltración inferior al 5%, se produce una importante escorrentía superficial.

Las condiciones topográficas y la escasa permeabilidad de los materiales favorece la salida de agua por numerosos puntos, impidiendo la formación de reservas importantes así como la salida de apreciables caudales. En la región son raros los manantiales con caudales superiores a 1 l/seg. y normalmente se secan en el verano.

El pozo de Enmedio tiene un caudal de 0,1 l/seg., medido el 13 de Marzo de 1990, constante durante todo el año. Las características químicas de sus aguas se deben posiblemente a bancos de arenas más ferruginosas dentro de las areniscas del Aljibe.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua bicarbonatada sódica-cálcica de pH básico (8,2), mineralización moderada-baja (438 mS/cm) y un Eh de +144 mV.

Según lo expuesto en el apartado precedente, el acuífero está constituido por las areniscas del Aljibe. Si bien la composición química del agua básicamente responde a este origen, hay que señalar que el contenido en cloruros y cationes alcalinos resulta ligeramente alto para este tipo de materiales, por lo que cabe suponer cierta influencia bien de las margas del Paleoceno o acaso de las propias arcillas triásicas, próximas a la surgencia y con abundante presencia de evaporitas.

Como corresponde a su carácter básico, el agua aparece ligeramente sobresaturada en las formas carbonatadas calcita y dolomita. Por el contrario existe subsaturación respecto a yeso, anhidrita y magnesita (fig. 1).

El contenido en SiO_2 , al igual que en muchos otros manantiales asociados a las areniscas del Aljibe, es relativamente elevado: 30 mg/l (el agua se encuentra sobresaturada en cuarzo, ver fig. 1). Sin embargo, la concentración de Fe_2^+ es inferior a la que suele detectarse en estas aguas (0,6 mg/l medidos en campo), lo que entre otras causas puede atribuirse su carácter ácido, en contraste con el pH básico del manantial en cuestión.

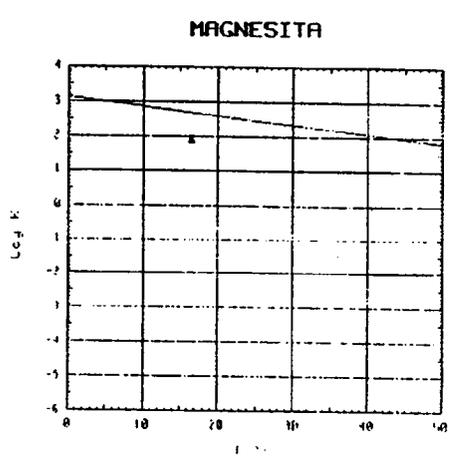
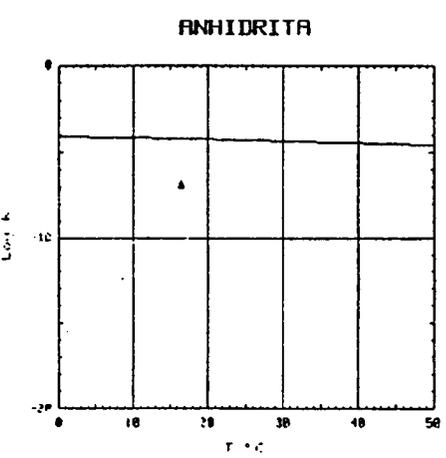
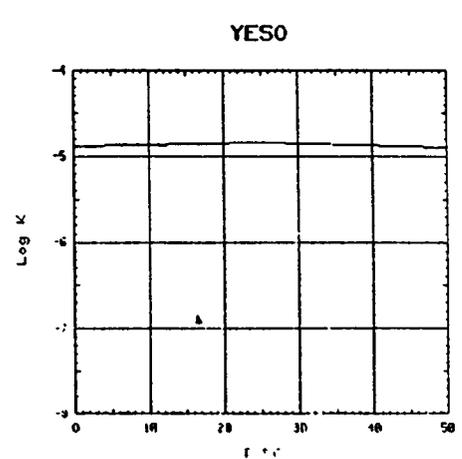
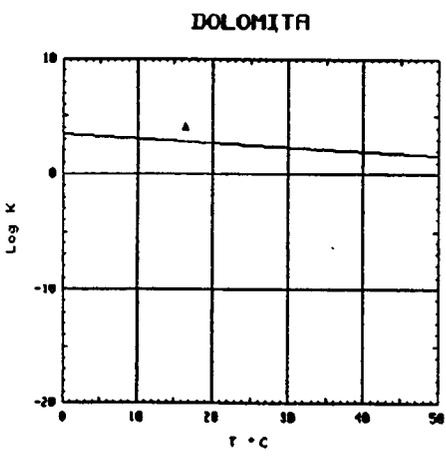
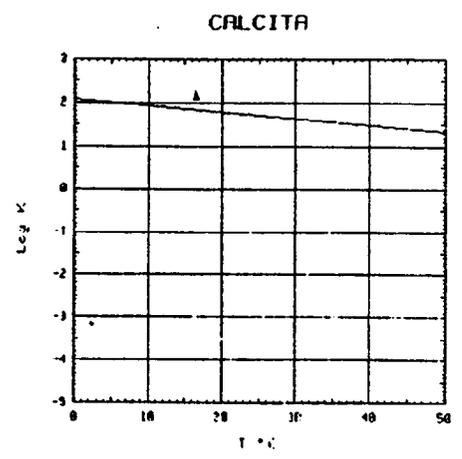
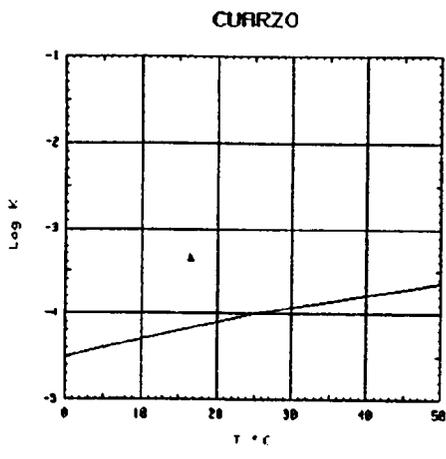


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL POZO DEL MEDIO

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: POZO DEL MEDIO
 FECHA :

TEMPERATURA (°C): 16.5 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 438
 pH a 16°C: 8.20 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 131
 pH a 18°C: 8.00 Eh campo (mV): 144

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	203.00	3.327	3.327	61.51
CO3=	-	-	-	-
SO4=	28.00	.291	.583	10.78
Cl-	51.00	1.439	1.439	26.60
F-	<5.0E-1	.026	.026	.49
NO3-	2.00	.032	.032	.60
SiO2(H4SiO4)	30.0	.499	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.040	0.000	.001	.02
TOTAL....	314.550	5.616	5.407	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	61.00	2.654	2.654	49.13
K+	3.00	.077	.077	1.42
Ca++	34.00	.848	1.697	31.42
Mg++	11.00	.452	.905	16.76
Fe++	.020	0.000	.001	.01
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.13
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.03
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.011	0.000	0.000	.01
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	.090	.001	.003	.05
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.03
TOTAL....	109.741	4.060	5.400	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- SODICA CALCICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.961	Cl/Na =	.542	(SO4*Ca)^(1/2) =	.995
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	1.279	Cl/(Na+K) =	.527	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.457
(CO3H)^(2/3)*Ca^(1/3) =	2.658	SO4/Ca =	.344	Mg/Ca =	.533
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.503	SO4/(Ca+Mg) =	.224	Cl/CO3H =	1.432

ARCHIVO EN DISCO: MND14 (AMA7-14)

	ppm
R.S. 110°C	232
D.Q.O.	0,4
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,009
As	-
Se	-
Hg	-

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El pozo se encuentra situado sobre uno de los cabalgamientos de las areniscas del Aljibe (Mioceno) sobre las margas paleocenas de su base y muy cerca del contacto con las arcillas triásicas.

Las areniscas, aún a pesar de su baja permeabilidad, constituyen el acuífero que drena este pozo, siendo las margas su base impermeable. El hecho de que el pozo se encuentre sobre una fractura favorece la circulación del agua.

El pozo, con una surgencia muy pequeña, está relacionado con los pequeños manantiales que existen a lo largo de todo el contacto con las margas, como suele ocurrir con los acuíferos de baja infiltración.

El área propuesta para su protección tiene una superficie de unos dos kilómetros cuadrados y su límite Norte viene definido por el contacto entre las margas y las areniscas y el Sur por la cima de la Sierra del Aljibe que viene a coincidir con la divisoria de aguas y muy posiblemente con la divisoria de flujos de aguas subterráneas.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

I.G.M.E.-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

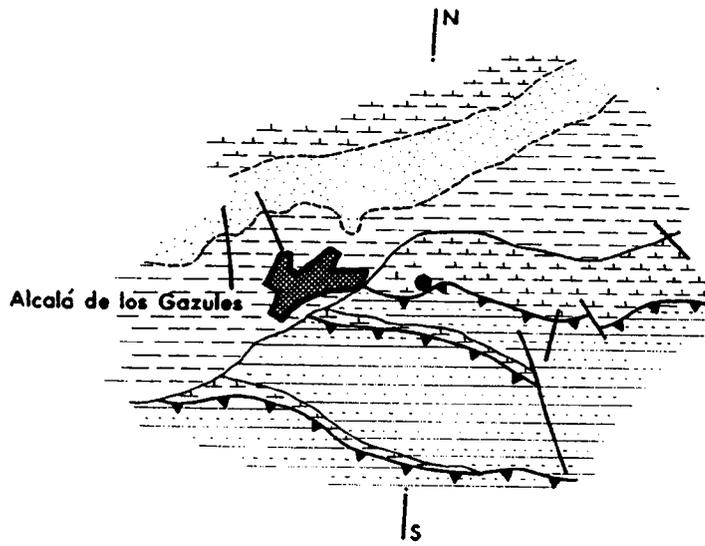
I.G.M.E. (1982) - Informe hidrogeológico de abastecimiento a Alcalá de los Gazules.

I.G.M.E. (1990) - "Hoja Geológica" ALCALA DE LOS GAZULES
(13-46) E. 1:50.000. Plan Magna. Mapa y
memoria (inédito).

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1975) - Hoja ALCALA DE LOS
GAZULES (13-46) E. 1:50.000.

POZO DEL MEDIO (ALCALA DE LOS GAZULES)

PLANO GEOLOGICO



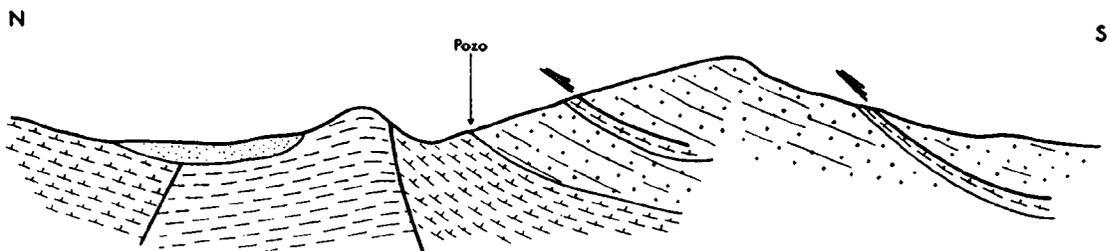
-  Aluvión..... CUATERNARIO
-  Margos..... PALEOCENO
-  Areniscas..... MIOCENO
-  Arcillas..... TRIAS

ESCALA - 1: 50.000

251,000

253,000

CORTE GEOLOGICO



ESCALA - 1: 25.000

MANANTIAL DEL CUERVO (MEDINA SIDONIA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial denominado El Cuervo se encuentra situado al Sur de la provincia de Cádiz, en sierra Blanquilla, que pertenece al término municipal de Medina Sidonia, al pie de las ruinas del convento de El Cuervo. Con unas coordenadas U.T.M. X=260800; Y=4018200 y a una altitud de 300 m sobre el nivel del mar según referencia topográfica del mapa Tahivilla (13-47) a escala 1:50.000 del Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por la carretera local de Benalua de Sidonia y el cauce de la carretera comarcal nº 440 (Alcalá de los Gazules-Los Barrios). En el puerto del Moro, se toma un carril hacia el Sur y a unos 4 km al pie del monasterio, se encuentra el manantial.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Los primeros datos del manantial El Cuervo se encuentran en El Anuario de la Hidrología Médica Española de Marcial Taboada publicado en el año 1870 en la que nombra esta fuente como no oficial o que no estaba declarada de utilidad pública en 1869, siendo importante y conocida. También aparece en "la relación por provincias de aguas minero-medicinales

de España" de 1913 del I.G.M.E. en la que se cita textualmente:

"Cuervo (aguas de).- En el término de Medina Sidonia y junto al convento de San José del Cuervo, existe en terreno plioceno unos 50 manantiales de aguas ferruginosas y sulfatadas cuyas aguas reunidas forman un riachuelo capaz de mover un molino.

El agua es clara y transparente y se desconocen más datos".

También es citado en los informes del I.G.M.E. de 1947 y de 1986 así como en "La lista de puntos existentes en el Archivo Nacional de puntos de aguas minero-medicinales y de bebidas envasadas para la Comunidad Autónoma de Andalucía".

Actualmente se encuentra totalmente en desuso, situada en el interior de una finca administrada por el Ayuntamiento de Medina Sidonia y en la que está prohibido su acceso sin permiso. Las aguas del manantial son vertidas al cercano río Calemin sin ninguna utilización.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

La zona estudiada se encuentra situada dentro de las unidades flyschoides del Campo de Gibraltar. Se trata de materiales alóctonos, cuya posición originaria está siendo aún discutida y en los que la fase compresiva principal de la orogenia Alpina, ha producido unas estructuras en cabalgamiento y escamas, que presentan notables traslaciones en el sentido Este-Oeste. En consecuencia, pueden distinguirse numerosas unidades que forman mantos de corrimiento superpues-

tos, siendo la unidad del Aljibe donde se encuentra el manantial, tectónicamente es la más alta

Todos los materiales, excepto los cuaternarios, que afloran en la zona pertenecen a la unidad del Aljibe y cuya descripción siguiendo el orden de su posición estructurales de abajo a arriba:

- Arcillas rojas y calcarenitas margosas. Aparecen bajo las areniscas del Aljibe, siempre a pie de monte y suele ser el nivel de despegue más frecuente de los cabalgamientos.

Son unas pelitas de color rojo oscuro muy uniformes con un bajo o nulo contenido en carbonatos y localmente son algo micáceas. Su fauna más moderna es de una edad Oligocena.

- Areniscas del Aljibe. Se trata de una serie de areniscas color blanco amarillento de aspecto masivo con delgadas intercalaciones arcillosas de color marrón, poco cementadas y con un contenido en cuarzo del 90%; no tienen casi matriz. Topográficamente representan los relieves más importantes de la zona y estructuralmente están constituidas por una acumulación de escamas.

En cuanto a su edad podemos decir que su sedimentación comenzó con el Aquitaniense Superior y que terminó en el Burdigaliense.

- Arcillas rojas y verdes. Se depositan posteriormente a las areniscas. No son propiamente de la Unidad del Aljibe sino que son de una unidad afín denominada Complejo Tectosedimentario Mioceno; en algunos trabajos aparece como unidad Paterna y la consideran la base de las arenas.

Se trata de unas arcillas satinadas de aspecto esquistoso, son relativamente frecuentes las intercalaciones de niveles limonítico-ferruginosos. Según la fauna son de una edad Neógena.

- Cuaternario. Son coluviones de las terrazas del río Celemin y los más modernos aluviones del mismo río, compuestos principalmente por limos y arcillas y que en la zona no alcanzan potencias importantes.

El manantial se encuentra situado entre las areniscas del Aljibe y las arcillas rojas y verdes de la denominada unidad Paterna, siendo este contacto el borde de un cabalgamiento de las Areniscas del Aljibe.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial se encuentra en sierra Blanquilla en una zona de alta pluviosidad, en algunos lugares son más de 1.400 l/m² año. El manantial se encuentra situado en uno de los cabalgamientos de las areniscas del Aljibe sobre las arcillas rojas de su base, constituyendo las primeras el acuífero de permeabilidad mixta por porosidad y fracturación, baja en ambos casos y las arcillas el impermeable de base. Los límites del acuífero son los marcados por los afloramientos de las areniscas.

La infiltración en estas arenas es muy pequeña (inferior al 5%) produciéndose por el contrario una importante escorrentía. La topografía de la zona y la baja permeabilidad hace que se produzca la salida de agua por numerosos puntos, sin ser en definitiva ninguno de gran importancia, tal es el caso del manantial del Cuervo, constituido en realidad por numerosas pequeñas surgencias, algunas de las cua-

les han llegado a tener hasta nombres propios (San José, San Agustín, San Elías...).

El manantial, con un caudal de 2 l/seg, medido el día 13 de Marzo de 1990, debe las características químicas de sus aguas posiblemente a los bancos arenosos más ferruginosos de la unidad Aljibe. Sus aguas se vierten al río Celemin que pertenece a la cuenca del río Barbate.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua clorurada-bicarbonatada sódica de baja mineralización (302 $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH ácido (6,65 en campo) y carácter reductor (-30 mV).

Este manantial constituye un buen ejemplo de la tipología de aguas característica de las surgencias asociadas a las areniscas del Aljibe: mineralización moderada-baja (302 $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH ácido (6,65 en campo), carácter reductor (-30 mV) y predominio de los iones HCO_3^- y Ca^{2+} .

Se trata de aguas cuyo tiempo de tránsito es presumiblemente corto, sobresaturadas en cuarzo (33,1 mg/l SiO_2) y subsaturadas en calcita, dolomita, yeso, anhidrita y magnesita (ver fig. 1). Poseen carácter ferruginoso (2,2 mg/l en campo, con abundantes precipitados en el entorno del manantial), cuyo origen se atribuye a la presencia en las areniscas de óxidos de este metal.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado sobre un cabalgamiento de las areniscas del Aljibe sobre las arcillas rojas paleocenas de su base. En la zona estos cabalgamientos con

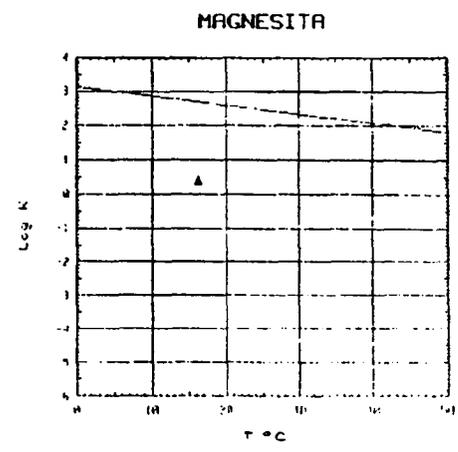
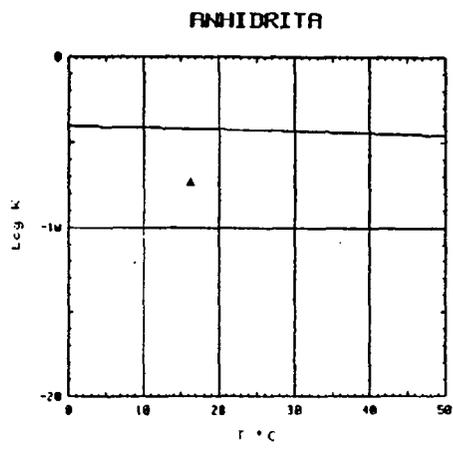
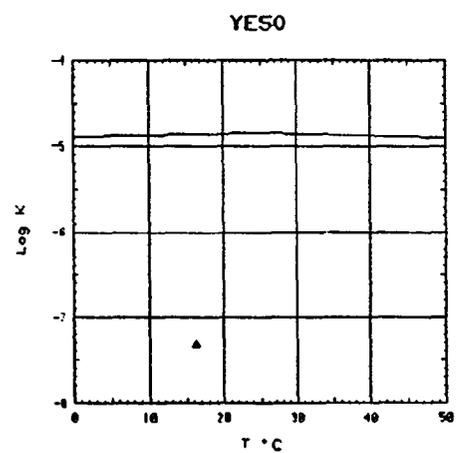
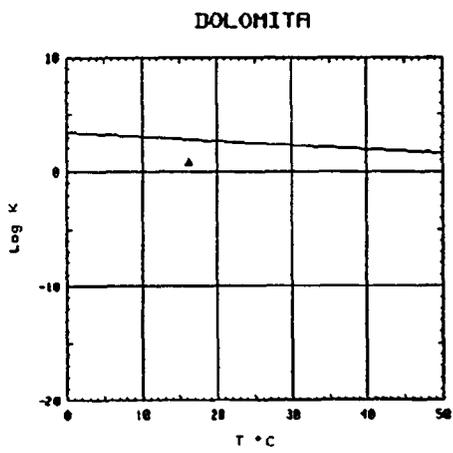
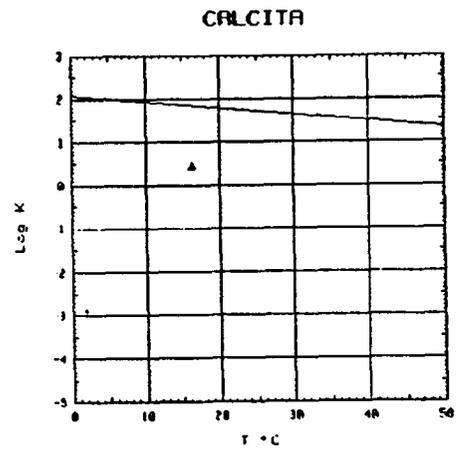
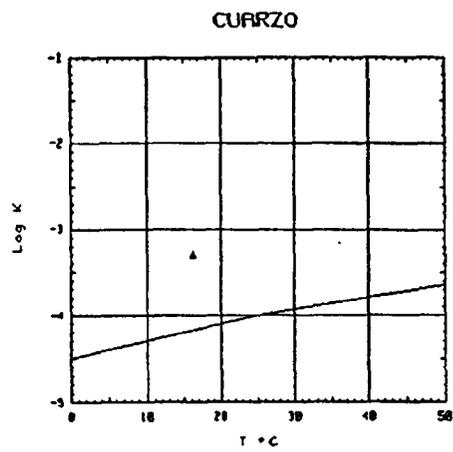


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL DEL CUERVO

*** ANÁLISIS QUÍMICO ***

DENOMINACION: MANANTIAL DEL CUERVO
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 16.3 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 302
pH a 16°C: 6.65 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 62
pH a 18°C: 6.30 Eh campo (mV): -30

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	48.00	.787	.787	29.47
CO3=	-	-	-	-
SO4=	26.00	.271	.541	20.28
Cl-	46.00	1.298	1.298	48.61
F-	<5.0E-1	.026	.026	.99
NO3-	1.00	.016	.016	.60
SiO2 (H4SiO4)	33.1	.551	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	.030	0.000	.001	.04
TOTAL....	154.640	2.949	2.669	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	33.00	1.436	1.436	51.59
K+	2.00	.051	.051	1.84
Ca++	13.00	.324	.649	23.31
Mg++	7.00	.288	.576	20.69
Fe++	.040	.001	.001	.05
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.26
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	2.00
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.02
Mn++	.042	.001	.002	.05
Pb	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
Zn++	.120	.002	.004	.13
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.06
TOTAL....	55.822	2.129	2.783	

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

CLASIFICACION: CLORURADA BICARBONATADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.213	Cl/Na =	.904	(SO4*Ca)^(1/2) =	.593
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.642	Cl/(Na+K) =	.873	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	.861
((CO3H)^(2*Ca))^(1/3) =	.738	SO4/Ca =	.834	Mg/Ca =	.888
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.085	SO4/(Ca+Mg) =	.442	Cl/CO3H =	1.649

ARCHIVO EN DISCO: MMC19 (AMA7-19)

	ppm
R.S. 110°C	222
D.Q.O.	0,6
CN ⁻	-
Cd	<0,001
Cr	0,040
As	-
Se	-
Hg	-

una dirección NW-SE corresponden a una serie de mantos de corrimiento superpuestos unos a otros.

Las areniscas constituyen las zonas más elevadas mientras que los materiales menos competentes (las arcillas) forman los valles. Esta disposición geomorfológica hace que las areniscas aunque no sean muy permeables constituyan un acuífero que localmente, debido a la gran fracturación (por los sucesivos mantos de corrimiento), formen acuíferos importantes. Este es el caso que nos ocupa.

El manantial se encuentra relacionado con las pequeñas surgencias que existen a lo largo de todo el contacto de las areniscas con las arcillas, pero con un caudal relativamente importante y continuo en comparación con ellas.

El área propuesta para la protección viene marcada por ambos lados por el contacto con las arcillas, correspondientes a dos cabalgamientos consecutivos. Tiene una superficie de unos cuatro kilómetros cuadrados con una forma alargada que viene marcada por la dirección de los cabalgamientos.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

I.G.M.E.-DIPUTACION DE CADIZ (1983) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

INSTITUTO GEOLOGICO (1913) - Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España.

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

I.G.M.E. (1986) - Informe sobre las aguas minero-medicinales,

minero-industriales y de bebida envasada
existentes en España.

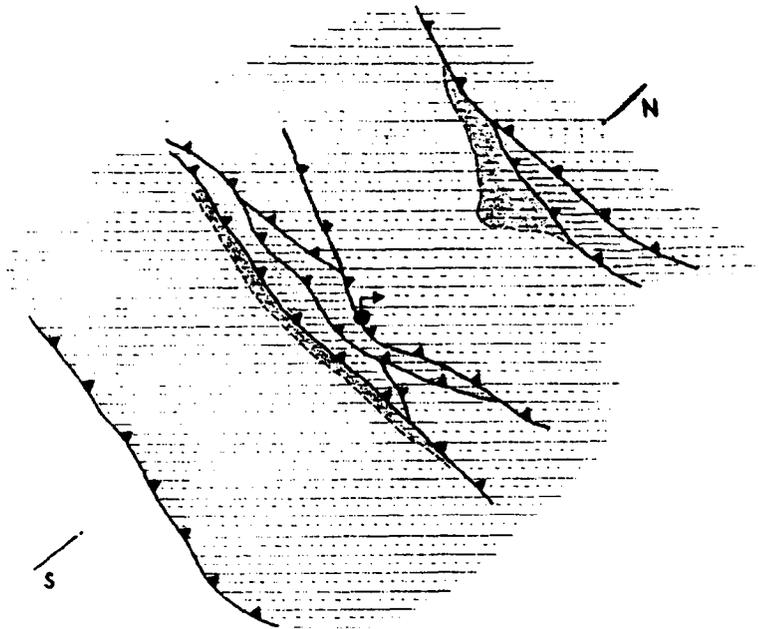
I.G.M.E. (1990) - "Hoja Geológica" TAHIVILLA (13-47) E. Plan
Magna. Mapa y memoria (inédito).

MARCIAL TABOADA (1870) - Anuario de hidrología médica españo-
la.

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1987) - Hoja TAHIVILLA
(13-47) E.1:50.000.

MANANTIAL EL CUERVO (MEDINA SIDONIA)

PLANO GEOLOGICO



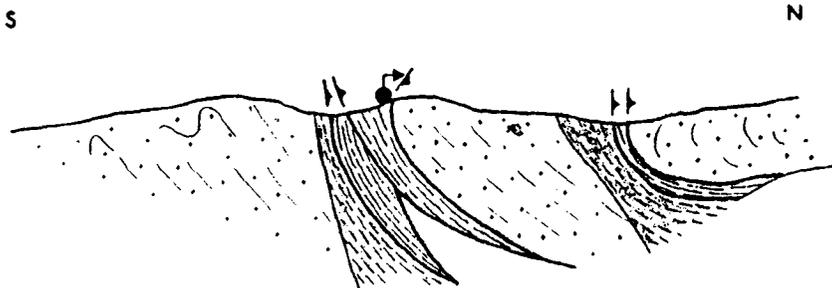
-  Arcillos MIOCENO
-  Areniscas PALEOCENO
-  Arcillos rojos PALEOCENO

ESCALA - 1:50.000

260.000

262.000

CORTE GEOLOGICO



MANANTIAL JINOGERA (CONIL DE LA FRONTERA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El manantial se encuentra situado al Sur de la provincia de Cádiz, en el término municipal de Conil de la Frontera, en la ladera del Cerro de la Vigía. Tiene unas coordenadas U:T:M: X=765400, Y=4018200 y a una altura sobre el nivel del mar de 100 m según referencia topográfica del mapa a escala 1:50.000 de Vejer de la Frontera (12-47) del Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por la carretera nacional 340 Cádiz-Algeciras tomando en el km 20,800 un carril hacia el Norte, en dirección al cerro de la Vigía.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Según la bibliografía consultada el manantial de Jino-gera aparece por primera vez en "La relación por provincias de aguas minero-medicinales de España" informe del Instituto Geológico de 1913, en el que se cita textualmente: "CONIL (aguas de). "A 15 kilómetros de Chiclana, partido judicial del mismo, existe en el Mioceno un manantial de aguas sulfurosas".

Posteriormente vuelve a aparecer en los informes del I.G.M.E. de 1947 y 1986 en los que no se hace ningún comentario al mismo, sólomente el carácter sulfuroso de sus aguas.

Actualmente no tiene ningún uso y sus aguas son vertidas al arroyo que allí nace, si bien esporádicamente sigue teniendo el uso medicinal que tradicionalmente ha tenido y que consiste en el lavado de heridas y otros problemas en la piel, aunque ha quedado restringido a animales.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

La zona estudiada se encuentra situada en las Béticas occidentales dentro de la compleja zona estructural del Arco de Gibraltar y dentro de una banda de materiales arcillosos del Triásico Superior de dirección NNE, que debió de actuar como un umbral diapírico con tendencia al levantamiento y cuyos movimientos han condicionado los rasgos paleogeográficos y la dirección y extensión de los accidentes tectónicos, en su momento de mayor actividad.

Con posterioridad al paroxismo tectónico, esta zona quedaría definida como una depresión en la que se sedimentan materiales margosos y biocalcarenitas, también afectados por los movimientos diapíricos de las arcillas triásicas.

Los materiales preorogénicos en la zona pertenecen a dos dominios con una evolución geológica distinta y que durante el Mioceno se han aproximado tectónicamente.

Uno está constituido por el Subbético y representado por las arcillas y yesos del Trías que constituyen un conjunto de elevada plasticidad y que se han movido (fenómenos de deslizamiento y diapirismo) casi ininterrumpidamente desde el Jurásico a la actualidad.

El otro dominio corresponde a las areniscas del Aljibe (Circumbético) y sobre el que se encuentra el manantial. Es

un sistema de abanicos ricos en arena que se depositaron rápidamente debido a la actividad tectónica y emplazados en la zona en la fase principal de la orogenia Alpina en forma de cabalgamientos y escamas.

Los materiales postorogénicos se depositaron en la depresión que se formó tras la orogenia y están constituidos por unas calcarenitas y margas representadas en la zona de estudio por una estrecha banda de arenas amarillas.

El Cuaternario no representado cartográficamente por su escasa extensión y potencia y sobre el que se encuentra el manantial, está formado por unos conglomerados muy cementados que forman parte de una serie transgresiva y que limita un contorno de costa similar al actual.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial se encuentra en una zona con una pluviosidad cercana a 700 l/m² año, siendo esta la única alimentación de las aguas subterráneas en la zona, aunque el mismo acuífero un poco más al Sur también está alimentado por las aguas de riego.

El manantial se encuentra sobre unos conglomerados que se sitúan sobre las areniscas del Aljibe y muy cerca del contacto mecánico con las calcarenitas miocenas y de las arenas amarillas neógenas, las cuales constituyen el acuífero denominado Puerto Real-Conil y que es el que aporta el agua al manantial, pues las areniscas son unos materiales con muy baja permeabilidad.

El acuífero Puerto Real-Conil tiene una extensión de 210 km² y los materiales que lo constituyen tienen espesores

muy variables que oscilan entre 40 m en el centro del mismo a unos 5 m en los bordes. Es un acuífero libre y está limitado por diversos tipos de materiales que en la zona estudiada son las areniscas del Aljibe y arcillas triásicas, éstas con antiguas explotaciones de azufre.

La permeabilidad está considerada entre 10^{-3} y 10^{-4} m/seg. Su drenaje se produce hacia el mar directamente o a los arroyos del sector. Los recursos se han evaluado en 30 Hm³ año y la explotación actual se cifra en 13 Hm³/año.

El manantial de Jinogera con un caudal mínimo de 0,3 l/seg., medido el 8 de Marzo de 1990, debe sus características sulfurosas de sus agua a la base impermeable triásica, tanto de las areniscas del Aljibe, como de los materiales que constituyen el acuífero Puerto Real-Conil.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Manantial salino de naturaleza clorurada sódica, conductividad muy elevada (95.400 μ S/cm), pH campo= 7,1 y fuerte carácter reductor (-382 mV).

Obviamente la composición química del agua es el resultado de un intenso proceso de disolución de las facies evaporíticas presentes en la formación triásica. Sin embargo, a diferencia de otros manantiales de similar naturaleza, dicho proceso afecta fundamentalmente a minerales tipo halita, dado que el contenido en Ca^{2+} y $\text{SO}_4^{=}$ es bajo en relación con la elevada concentración de Na^{+} y Cl^{-} . En tal sentido, los diagramas de saturación de la fig. 1 evidencian que el agua no alcanza la saturación respecto a yeso y anhidrita. Por el contrario se encuentra sobresaturada en las formas carbonatadas calcita, dolomita y magnesita. Pese al alto contenido en

Cl⁻ y Na⁺, el agua no alcanza la saturación respecto a halita.

Según se observa en el análisis adjunto, las concentraciones de litio, amonio así como de la mayor parte de los metales pesados analizados alcanzan valores apreciables. Asimismo se observa una importante presencia de sulfuros: 350 mg/l-

En lo que respecta al gas asociado a la surgencia, el análisis indica un fuerte predominio del CH₄ (95%V), probablemente de origen biogénico al igual que el H₂S (875 ppm). Entre las restantes especies destaca el contenido en H₂: 0,11%V.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado sobre unos conglomerados cuaternarios de muy poca potencia y extensión que reposan sobre unas areniscas miocenas y en contacto con unas calcarenitas.

Esta disposición estructural hace que el Cuaternario sirva de enlace entre el acuífero que forman las calcarenitas (sobre las que se depositan unas arenas) y el manantial estudiado. Es decir que aunque el manantial no se encuentre directamente sobre el acuífero calcodetrítico, sí está drenando su agua. El acuífero, con una base calcarenítica, está constituido fundamentalmente por materiales detríticos de edad miocena-actual y denominado Puerto Real-Conil.

El manantial con varios puntos de surgencia es el único de sus características en la zona y se encuentra relacionado con todos los manantiales y pozos pertenecientes al ci-

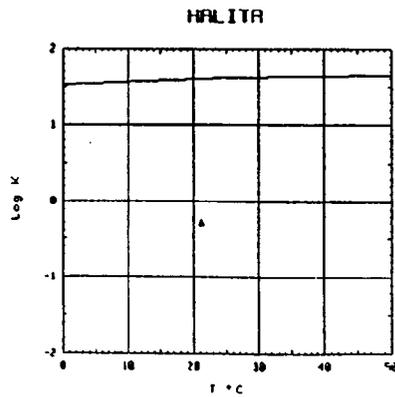
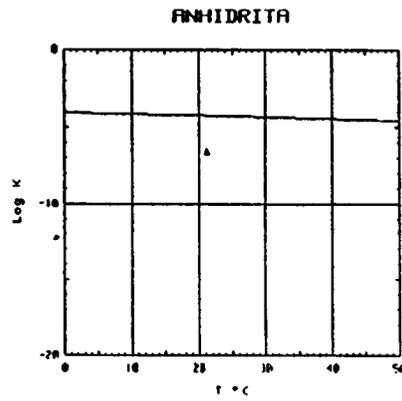
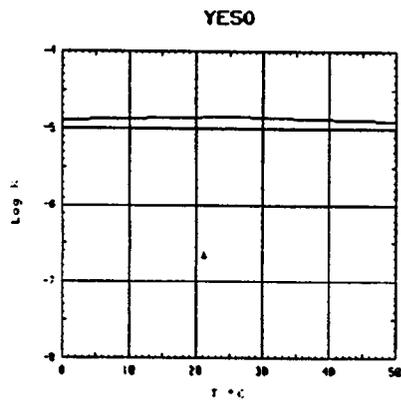
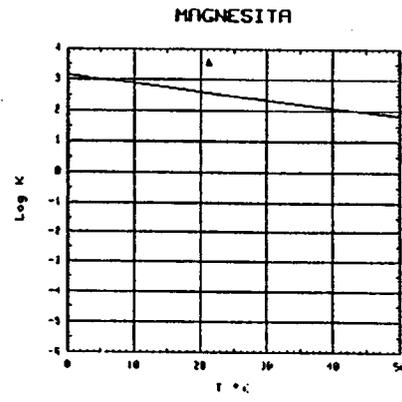
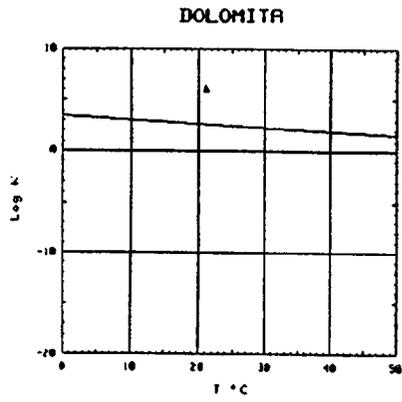
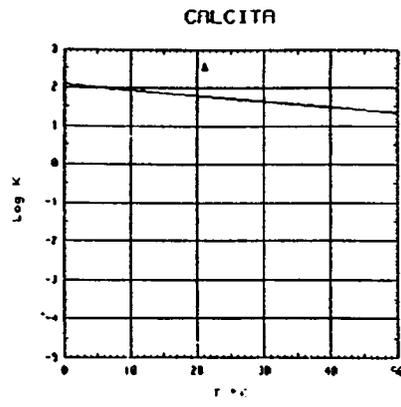
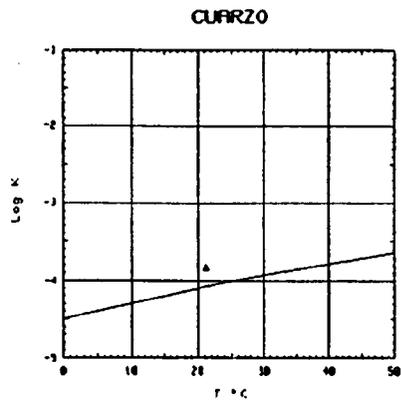


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION DEL MANANTIAL DE JINOGERA

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: MANANTIAL JINOGERA
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 21.2 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 95400
pH a 21°C: 7.10 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 1498
pH a 18°C: 7.60 Eh campo (mV): -382

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	2078.00	34.058	34.058	2.98
CO3=	-	-	-	-
SO4=	446.00	4.643	9.286	.81
Cl-	38910.00	1097.651	1097.651	96.20
F-	<5.0E-1	.026	.026	0.00
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	0.00
SiO2 (H4SiO4)	12.6	.210	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	.010	0.000	0.000	0.00
P2O5	.120	.001	.004	0.00
TOTAL....	41447.730	1136.593	1141.034	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	27130.00	1180.155	1180.155	97.02
K+	217.00	5.549	5.549	.46
Ca++	71.00	1.771	3.543	.29
Mg++	317.00	13.038	26.076	2.14
Fe++	1.080	.019	.039	0.00
Li+	6.20	.893	.893	.07
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	0.00
NH4+	1.200	.067	.067	.01
Mn++	.240	.004	.009	0.00
Pb	.85	.004	-	-
Zn++	1.210	.019	.037	0.00
Cu++	.180	.003	.006	0.00
TOTAL....	27746.460	1201.541	1216.429	

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

CLASIFICACION: CLORURADA --- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca = 9.613	Cl/Na = .930	(SO4*Ca) ^{1/2} = 5.736
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = 1.150	Cl/(Na+K) = .926	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = .931
(CO3H) ² *Ca) ^{1/3} = 16.018	SO4/Ca = 2.621	Mg/Ca = 7.360
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.463	SO4/(Ca+Mg) = .314	Cl/CO3H = 32.228

ARCHIVO EN DISCO: MMS21 (AMA7-21)

	ppm
R.S. 110°C	77842
D.Q.O.	8,0
CN ⁻	-
Cd	0,5130
Cr	0,836
As	0,017
Se	-
Hg	0,0011
S ⁼	350



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

311/0600 A

MUESTRA: AMA7-21

	<u>%V</u>
He	0,016
H ₂	0,11
O ₂	0,31
N ₂	4,7
CH ₄	95
CO ₂	0,03

H₂S campo = 875 ppm.

tado acuífero, el cual tiene una extensión de doscientos diez kilómetros cuadrados, siendo en la actualidad muy explotado con fines fundamentalmente agrícolas.

La situación geográfica del manantial, en la ladera Este del acuífero muy reducida con respecto a la Oeste, justifica que el área propuesta para su protección solamente abarque la ladera Este y una parte muy pequeña de la Oeste, que es la zona que le afecta directamente, aunque a nivel regional sí se vería afectado por una sobreexplotación del acuífero.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

I.G.M.E.-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

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

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

I.G.M.E. (1981) - Informe hidrogeológico de abastecimiento a Conil de la Frontera.

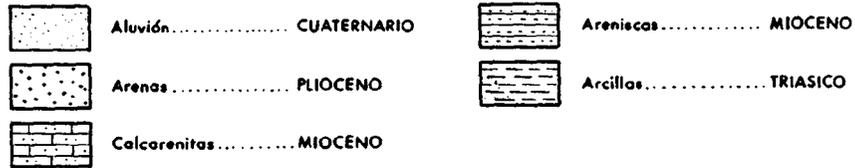
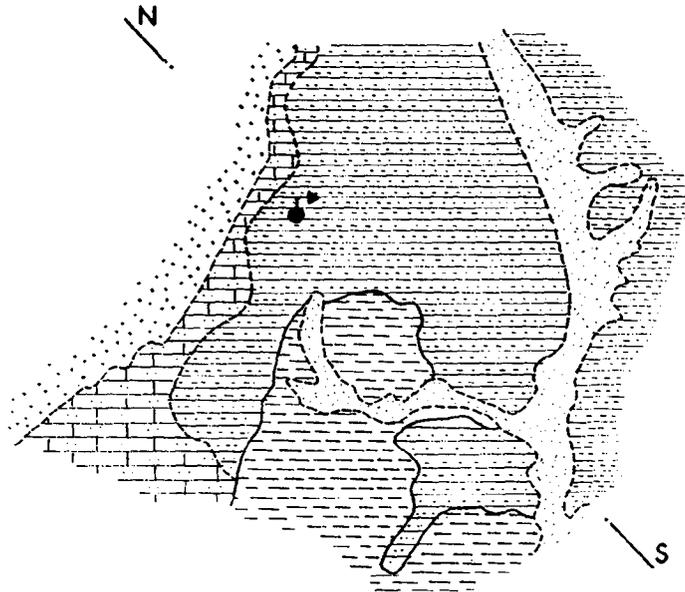
I.G.M.E. (1986) - Informe sobre las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasada existentes en España.

I.G.M.E. (1990) - "Hoja Geológica" VEJER DE LA FRONTERA (12-47) E. 1:50.000. Plan Magna. Mapa y memoria (inérito).

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1989) - Hoja VEJER DE LA
FRONTERA E. 1:50.000.

MANANTIAL JINOGERA (CONIL DE LA FRONTERA)

PLANO GEOLOGICO



ESCALA - 1:50.000

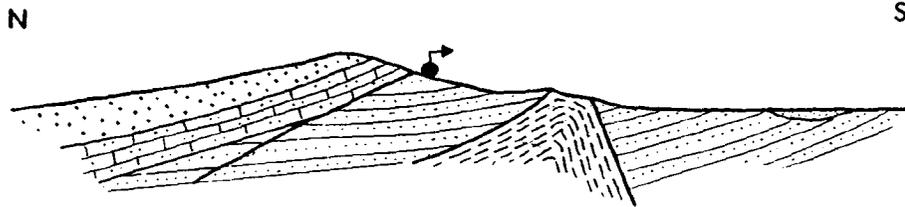
763.000

765.000

4.024.000

4.022.000

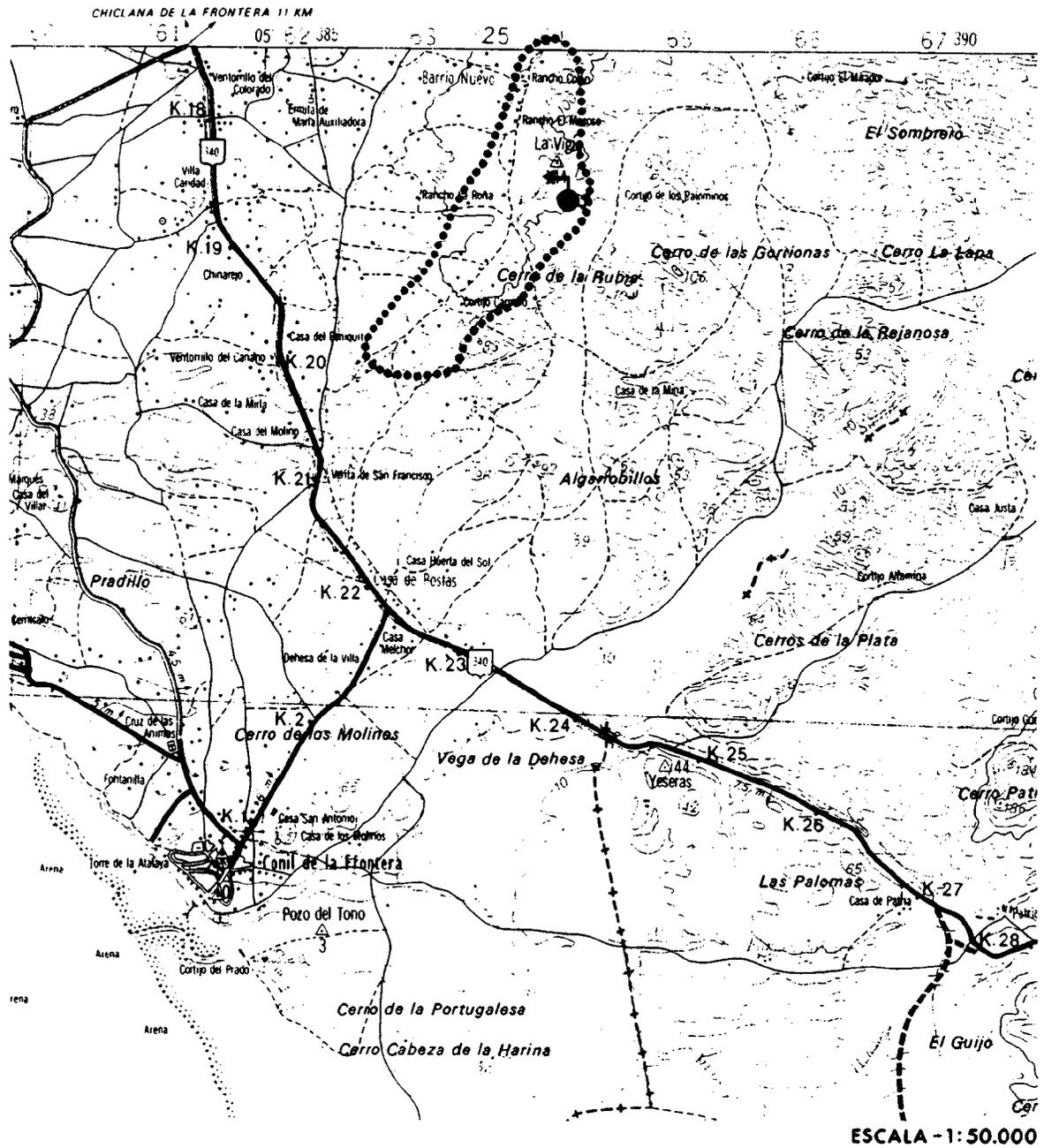
CORTE GEOLOGICO



ESCALA - 1:50.000

PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

JINOGERA



BALNEARIO DE FUENTE AMARGA (CHICLANA DE LA FRONTERA)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

El balneario de Fuente Amarga se encuentra situado al Sur de la provincia de Cádiz, en el paraje Pago Tejarejo dentro del término municipal de Chiclana de la Frontera. Con unas coordenadas U.T.M. X=755950, Y=4032500 y a una altura de 40 m sobre el nivel del mar según el mapa de Chiclana de la Frontera (12-46) a escala 1:50.000 del Servicio Geográfico del Ejército.

Su acceso se realiza por la carretera local de Chiclana de la Frontera a las canteras de yeso. A menos de dos kilómetros se encuentra el balneario a donde pertenece el manantial.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

El manantial de Fuente Amarga, único balneario en uso existente en Andalucía occidental, ya había sido declarado de utilidad pública según el Anuario de Hidrología Médica de Marcial Taboada (1870). Los primeros análisis que se tienen de sus aguas son de 1887 y pertenecen a la Hidrología Médica de Enrique Doz Gómez y Arturo Builla Alegre:

"En un litro de agua se encuentra: ácido sulfhídrico libre 1,967572 cc., sulfuro cálcico 0,000673 gr., cloruro

sódico 4,453, sulfato de sosa 1,24 gr., sulfato cálcico 3,402, carbonato de cal 0,568, sílice 0,071".

Las indicaciones según el mismo anuario son escrofulismo y herpetismo y su uso en bebida y en baños.

También aparece en el informe del I.G.M.E. de 1913 en el que encontramos otro análisis.

En la Diputación de Cádiz se tiene un expediente que data de 1914 con el número 720 y en el que se incluye un nuevo análisis realizado por el CSIC en 1966 y cuyos datos son los siguientes:

Residuo a 110°C	11,776 mg/g
Materia orgánica	271 cc
pH	6,8
Conductividad	22,727 micro ohm ⁻¹
Material en suspensión ..	107 mg/l
Cl ⁻¹	9,480 mg/l
SO ₄ ⁻²	1,660 "
CO ₃ H ⁻¹	341 "
NO ₅ H ⁻¹	0,5 "
SiO ₃	39 "
Na	5.800 "
K	58 "
Ca	689,5 "
Mg	254,5 "

Según el noticiario turístico suplemento nº 245 (1968) el balneario de Fuente Amarga se usaba terapéuticamente para dermatosis, fracturas y reumatismos.

Este manantial también es incluido en los informes del I.G.M.E. de 1947 y de 1986 y en la lista del Archivo Nacional de puntos de aguas minero-medicinales de bebidas envasadas.

En la actualidad sus aguas se siguen usando en el balneario, tanto en bebida como en baños, siendo su uso terapéutico el mismo que se ha venido usando a lo largo de su historia.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Desde el punto de vista geológico, el manantial se encuentra dentro de las Cordilleras Béticas occidentales, en una amplia banda de orientación NE paralela a la Cadena de materiales arcillo-yesíferos. Dicha banda debió de actuar como un umbral diapírico cuyos movimientos han condicionado la dirección y extensión de las estructuras tectónicas en los momentos de mayor actividad.

Posteriormente a la orogenia esta zona quedaría definida como una gran depresión en la que se sedimentarían los materiales margosos y las calcarenitas del Mioceno Superior-Plioceno.

Los distintos materiales que afloran en la zona presentan una distribución desordenada. Sólo se manifiestan algunas orientaciones en los afloramientos triásicos de carácter diapírico. Esta configuración es el resultado de la tectónica gravitacional de las porciones más externas de las Béticas.

Los materiales competentes aparecen en bloques aislados o en contacto unos con otros en el seno de las formaciones arcillosas.

Los materiales que afloran en la zona los podemos dividir en dos tipos: las unidades Subbéticas anteriores a la orogenia y representadas por las arcillas y yesos del Triásico, de colores varios, con cuarzos bipiramidales y nódulos de azufre, y por calizas y margas blancas del Eoceno-Oligoceno y que pueden incluir pequeños niveles turbidíticos.

El resto de los materiales son postorogénicos, aunque han sido afectados por fenómenos neotectónicos y están representados en la zona por unas margas silíceas blancas con niveles detríticos y tramos de calizas organógenas del Mioceno medio; arenas amarillas del Plioceno con niveles carbonatados de biocalcarenitas; y materiales cuaternarios constituídos por arenas y aluviones de los ríos y arroyos actuales (glacis).

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

El manantial se encuentra en los materiales que forman el acuífero Puerto Real-Conil que tiene una extensión aproximada de 210 km² y comprende parte de los municipios de Puerto Real, Chiclana de la Frontera y Conil de la Frontera. Los materiales que constituyen el acuífero son las areniscas y calcarenitas del Mioceno y los aluviones Cuaternarios. Las potencias son muy variables, dependiendo mucho de los cambios de facies y la topografía, y oscila entre 40 y 5 m.

El acuífero detrítico es libre y está bien individualizado estando limitado por los materiales impermeables del Triás, las margas cretácicas, las areniscas del Aljibe y las arcillas de la Marisma. En el interior del acuífero también aparecen afloramientos de materiales impermeables como son margas del Mioceno y arcillas triásicas en cuyos bordes pueden aparecer pequeños manantiales.

La alimentación del acuífero se produce por infiltración de agua de lluvia y en menor proporción por agua de riego. El drenaje natural se realiza directamente al mar o a través de los arroyos y ríos de la zona.

El acuífero tiene una permeabilidad entre 10^{-3} y 10^{-4} m/seg. y con una porosidad eficaz del 5%.

El manantial se encuentra en el interior del acuífero y en el contacto de las calizas blancas con un afloramiento triásico (muy cerca del manantial se encuentran canteras de yesos), debiéndose a los yesos y a los nódulos de azufre que existen en las arcillas sus características químicas.

En conjunto se han evaluado los recursos del acuífero Puerto Real-Conil en unos 30 Hm³/año, siendo utilizados actualmente aproximadamente la mitad.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Manantial salino (32.800 μ S/cm) de naturaleza clorurada sódica, pH campo= 6,96, fuerte carácter reductor (-314 mV) e intenso olor a H₂S.

Obviamente la naturaleza hidroquímica del manantial es el resultado de un intenso proceso de disolución de facies evaporíticas. En tal sentido, los diagramas de saturación de la fig. 1 evidencian que el agua se halla prácticamente en equilibrio con anhidrita, y en situación de sobresaturación respecto a yeso, calcita y dolomita. Pese al alto contenido en Cl⁻ y Na⁺, no se alcanza la saturación respecto a halita.

Debido probablemente al bajo potencial redox del agua, la concentración de NH₄ alcanza un valor elevado: 1,46 mg/l.

Se observan asimismo contenidos apreciables de cinc y flúor (1,66 y 0,8 mg/l respectivamente).

Por último hay que destacar la presencia de sulfuros: 28,4 mg/l, obviamente favorecida por el carácter reductor del agua.

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El manantial se encuentra situado sobre materiales detríticos cuaternarios en contacto con las arcillas triásicas del Keuper. Los materiales detríticos constituyen la parte stratigráfica más alta del acuífero detrítico Puerto Real-Conil.

Este acuífero es libre y está limitado por los materiales impermeables del Trías, las margas cretácicas y las arcillas de la Marisma o el mar. Tiene una superficie de 210 km² y su drenaje natural se realiza directamente al mar o a través de los arroyos de la zona.

El manantial se encuentra situado dentro de este acuífero muy cerca de uno de los pequeños afloramientos de arcillas triásicas que existen en su interior, y topográficamente en una de las zonas más bajas de todo el acuífero. Tiene relación con todas las surgencias del acuífero, naturales y artificiales y que son explotadas fundamentalmente para el riego.

Para la propuesta de área de protección se tiene en cuenta: la naturaleza de los materiales sobre los que se encuentra el manantial; la situación tanto topográfica como geomorfológica del mismo; la situación de los materiales impermeables; la dirección de los flujos subterráneos (según el

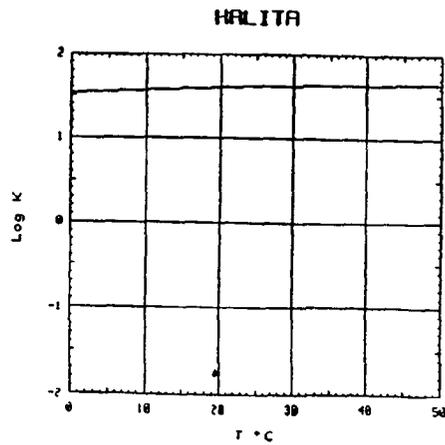
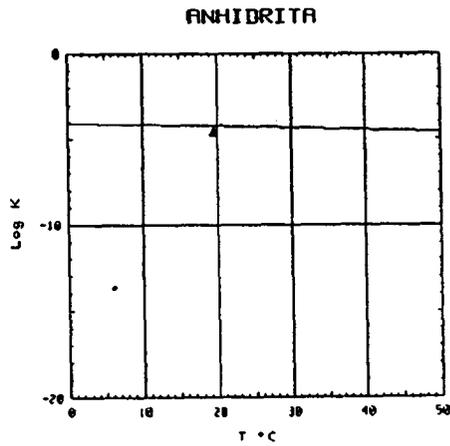
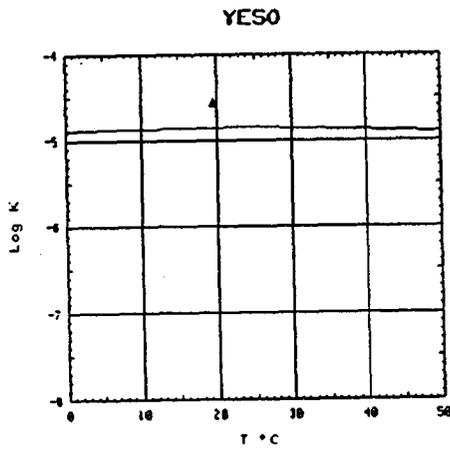
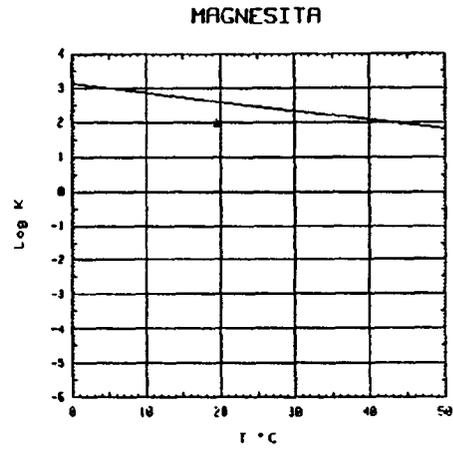
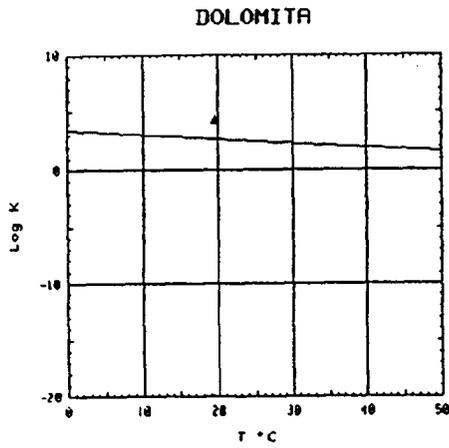
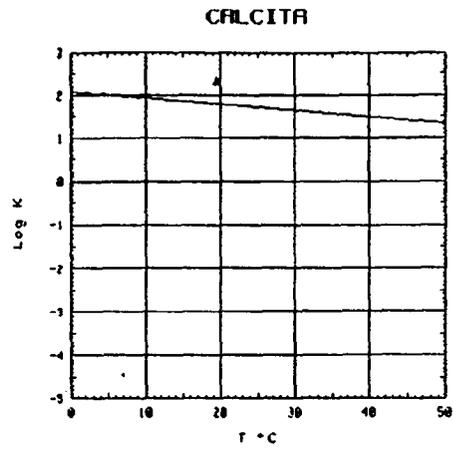
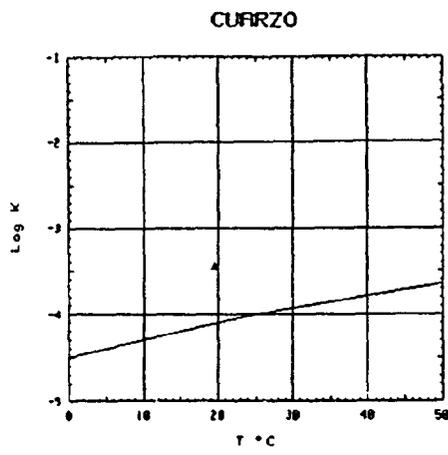


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION BALNEARIO DE FUENTE AMARGA

ANALISIS QUIMICO
=====

BENOMINACION: BALNEARIO DE FUENTE AMARGA
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 19.5 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 32800
pH a 19°C: 6.96 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 2861
pH a 19°C: 7.00 Eh campo (mV): -314

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	305.00	4.999	4.999	1.35
CO3=	-	-	-	-
SO4=	1990.00	20.716	41.432	11.17
Cl-	11500.00	324.415	324.415	87.47
F-	.800	.042	.042	.01
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	0.00
SiO2(H4SiO4)	30.4	.506	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	.070	.001	.002	0.00
TOTAL....	13826.780	350.687	370.898	

CATIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	2760.00	120.060	120.060	67.45
K+	30.00	.767	.767	.43
Ca++	831.00	20.733	41.467	23.30
Mg++	188.00	7.732	15.465	8.69
Fe++	.250	.004	.009	.01
Li+	.20	.029	.029	.02
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.03
NH4+	1.460	.081	.081	.05
Mn++	.070	.001	.003	0.00
Pb	.43	.002	-	-
Zn++	1.660	.025	.051	.03
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	3813.620	149.455	177.988	

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

CLASIFICACION: CLORURADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca = .121 Cl/Na = 2.702 (SO4*Ca)^{1/2} = 41.449
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .088 Cl/(Na+K) = 2.685 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 2.254
((CO3H)²*Ca)^{1/3} = 10.119 SO4/Ca = .999 Mg/Ca = .373
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = .816 SO4/(Ca+Mg) = .728 Cl/CO3H = 64.897

ARCHIVO EN DISCO: MMC20 (AMA7-20)

	ppm
R.S. 110°C	29740
D.Q.O.	7,0
CN ⁻	-
Cd	0,140
Cr	0,444
As	-
Se	-
Hg	-
S ⁼	28,4

Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz); la situación y dirección de las corrientes de aguas superficiales.

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

I.G.M.E.-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

DIPUTACION DE CADIZ (1914) - Expediente nº 720

DIRECCION GENERAL DE PROMOCION DEL TURISMO (1968) - Noticiario turístico suplemento nº 245.

DOZ GOMEZ ET AL (1887) - Elementos de hidrología médica.

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

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

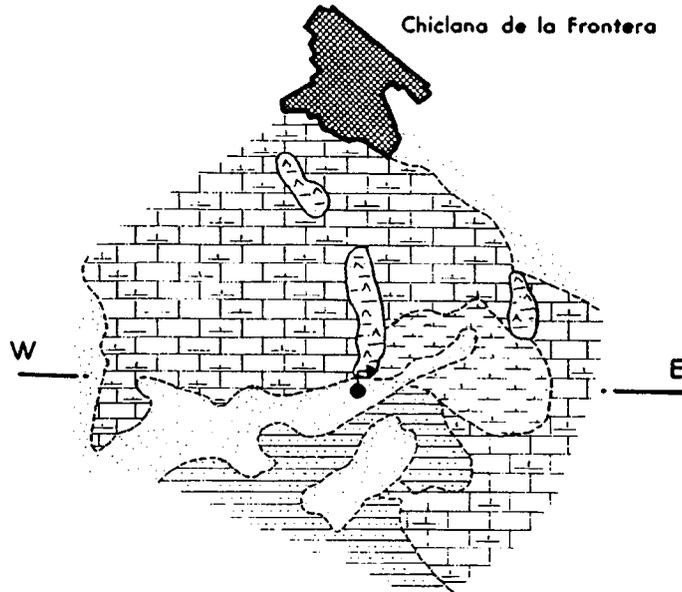
I.G.M.E. (1986) - Informe sobre las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasada existentes en España.

I.G.M.E. (1990) - "Hoja Geológica" CHICLANA DE LA FRONTERA (12-46) E. 1:50.000. Plan Magna. Mapa y memoria (inédito).

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (1985) - CHICLANA DE LA FRONTERA(12-46) E. 1:50.000.

FUENTE AMARGA (CHICLANA DE LA FRONTERA)

PLANO GEOLOGICO



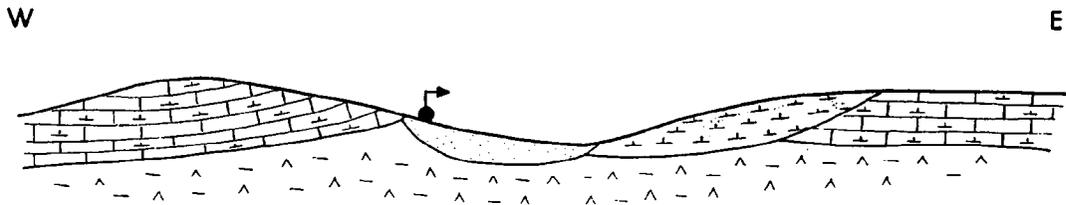
-  Aluvión..... CUATERNARIO
-  Arenas y calcarenitas..PLIOCENO
-  Margas..... MIOCENO
-  Margas y colizas..... PALEOCENO
-  Arcillas y yesos..... TRIAS

ESCALA - 1: 50.000

755.000

757.000

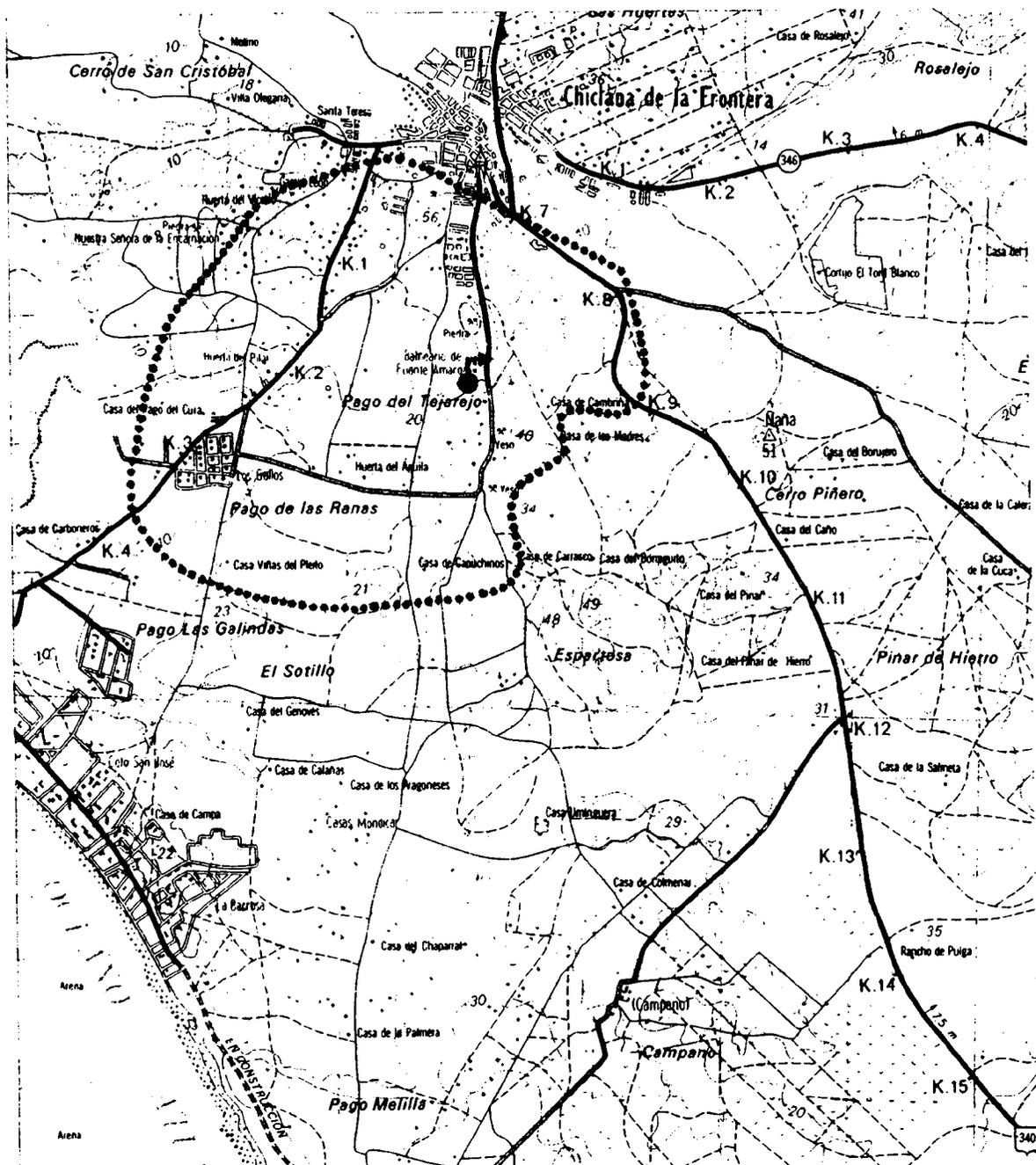
CORTE GEOLOGICO



ESCALA - H-1: 25.000
V-1: 5.000

PROPUESTA AREA DE PROTECCION

BALNEARIO DE FUENTE AMARGA



ESCALA 1: 50.000

POZO AMARGO (PUERTO SERRANO)

1.- INTRODUCCION

1.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

Pozo Amargo se encuentra situado al Norte de la provincia de Cádiz, en la Sierra de Pozo Amargo, y en la aldea del mismo nombre en el término municipal de Puerto Serrano. Tiene unas coordenadas U.T.M. X=284150, Y=4100050 y una altura de 280 m sobre el nivel del mar según referencia topográfica del mapa Morón de la Frontera (14-42) a escala 1:50.000 del Servicio Geográfico el Ejército.

Su acceso se realiza por la carretera nacional nº 339 Morón de la Frontera - Coripe, a la altura de Pozo Amargo, situado en el km 76,300 de dicha carretera.

1.2.- UTILIZACION Y DATOS HISTORICOS

Los primeros datos que se obtienen de este punto según la bibliografía consultada aparecen en "La relación por provincias de aguas minero-medicinales de España" publicada por el Instituto Geológico en 1913, aunque aparece como perteneciente a la provincia de Sevilla y al término municipal de Morón de la Frontera. Vuelve a aparecer en los informes del I.G.M.E. de los años 1947 y 1986.

El balneario constaba de unas instalaciones al menos de 18 baños (según puede deducirse de la construcción que aún

persiste) con aguas calientes o frías según indicaciones y el hospedaje se realizaba en lo que hoy constituye la aldea de Pozo Amargo, en 36 viviendas, y una pensión.

Tuvo su importancia en los primeros treinta años de este siglo y el balneario se fue viniendo a menos en el año 1933 y desapareció como tal en 1936. Sus indicaciones eran las siguientes: eczema, impétigo, ectima, sarna y demás dermatosis parasitarias; coriza crónica, estomatitis, faringitis granulosa, laringitis, linfatismo, escrofulismo, especialmente las escrofulides exudativas; blefaritis, conjuntivitis crónicas, sífilis, reumatismo articular, muscular y fibroso de herpéticos y linfáticos; dispepsias, catarros vesicales, alteraciones urinarias, alteraciones menstruales, metritis crónicas cervicales o uterinas, catarros vaginales e histerismo.

Usos: en bebida y baños

Actualmente en desuso como balneario, sus aguas siguen siendo usadas por los habitantes del lugar por sus propiedades curativas.

2.- PRINCIPALES RASGOS GEOLOGICOS DEL ENTORNO

Geológicamente el área de estudio se encuentra en las zonas externas de las Cordilleras Béticas, más concretamente en el Subbético Medio. Es una zona bastante compleja, en la que la diversidad de materiales es la regla general en el Triás y en el resto de las formaciones situadas sobre él. Afloran en la zona tres paquetes de competencia diferente: las arcillas triásicas, las calizas jurásicas y el conjunto margoso calcáreo cretácico. Las hipótesis vigentes coinciden en señalar que se trata de una estructura de manto de corri-

miento desencadenado posiblemente por fenómenos gravitacionales. El Trías lo constituye una masa caótica sin estructura aparente, aunque parece reflejar una mínima ordenación estructural. Los materiales jurásicos de Pozo Amargo forman una serie con estructura monoclinual con buzamientos muy verticales y vergencia hacia el Sur. Las margocalizas cretácicas presentan la misma disposición que el Jurásico si bien debido a su litología es más difícil de observar.

La distribución de los bloques jurásicos (como el de Pozo Amargo) en la región se encuentran sobre la masa triásica y tienen una cierta ordenación, con una orientación que parece que coinciden con las directrices regionales.

La descripción de los materiales aflorantes en la zona según edad y posición estructural es la siguiente:

- Arcillas y yesos del Trías. Constituidas por arcillas y yesos rojizos en general con tonos abigarrados, estas facies son consideradas como facies Keuper.
- Calizas negras. Materiales también de edad triásica constituidas por calizas y dolomías tableadas y que se pueden definir como facies Muschelkalk.
- Dolomías brechificadas. Aparecen como afloramientos aislados y sin conexión aparente, dan potentes relieves en relación con los materiales triásicos. Comprende el tramo basal del Jurásico y se apoyan directamente sobre las arcillas triásicas.
- Calizas. Aparecen en la zona, exclusivamente en Pozo Amargo, y constituyen el paso del Jurásico al Cretácico, tienen una potencia de unos 200 m.

- Calizas y margocalizas color salmón. Se trata de una alternancia de calizas y margas en bancos decimétricos, son mucho más abundantes que las jurásicas y tienen una edad Paleoceno-Eoceno.

3.- CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL MANANTIAL

La zona de estudio comprende dos tipos de comportamiento hidrogeológico bien distintos, por un lado los materiales carbonatados que constituyen la Sierra de Pozo Amargo, siendo importante la permeabilidad por fracturación y disolución, con una potencia de 400 m como máximo; el acuífero que forman está alimentado exclusivamente por infiltración de agua de lluvia mientras que el drenaje se produce fundamentalmente por los manantiales situados tanto en su borde Sur (perteneciendo a la cuenca del Guadalete) como en el borde Norte (pertenecientes a la cuenca del Guadaira), siendo este último el caso del manantial estudiado.

El otro tipo de material lo constituyen las arcillas con yesos del Triás que forman el zócalo impermeable del acuífero carbonatado; la circulación de fluidos en estos materiales es muy escasa y queda reducida a las zonas de cizalla y fracturas.

El manantial de Pozo Amargo tiene un caudal de 0,5 l/seg., medidos el 6.4.1990 y el 6.8.1990, y lo constituye un pozo surgente de unos tres metros de profundidad sobre materiales carbonatados y con un substrato triásico que es el que le confiere las características químicas del agua.

A unos 100 m al Sur y sobre aluvión del río se encuentra un pozo de unos 5 m de profundidad llegando a material triásico y siendo sus aguas salobres pero no sulfurosas.

A menos de 500 m al Sur y también en el contacto entre los carbonatos y las arcillas se encuentra un manantial de agua sin características químicas especiales. A 150 m al Noroeste en épocas de lluvia, mana un manantial en el contacto de los carbonatos y arcillas cuyas aguas son también sulfurosas.

Con los datos de estos manantiales podemos establecer el límite Sur y Este de las aguas sulfurosas de este acuífero el cual está siempre en relación con las arcillas triásicas.

4.- CARACTERISTICAS HIDROQUIMICAS

Agua de naturaleza clorurada sódica y fuerte mineralización (15.920 $\mu\text{S}/\text{cm}$), con valores de pH y Eh de campo de 7,5 y -204 mV respectivamente. En el entorno de la surgencia se aprecia un fuerte olor a H_2S .

El emplazamiento del pozo sobre la formación evaporítica triásica (excavado en yesos) justifica su alto contenido en sales $-\text{Cl}^-$, $\text{SO}_4^{=}$, Na^+ , Ca_2^+ , etc.-. Según se desprende de los diagramas de saturación de la fig. 1, el agua se encuentra en equilibrio con anhidrita y sobresaturada en yeso, calcita y dolomita. Por el contrario existe subsaturación para los minerales más solubles halita y magnesita.

La influencia evaporítica se manifiesta también en un incremento de los contenidos de litio, boro y flúor (0,16, 0,5 y 0,9 mg/l respectivamente). Asimismo aumentan las concentraciones de hierro, manganeso, cobre, cinc, cromo, etc., si bien no alcanza valores elevados.

El análisis por cromatografía del gas asociado al agua indica que el nitrógeno es el componente predominante, con un

96%V. La muestra presenta un bajo contenido en O_2 (0,71%V), coherente con el carácter reductor del agua ($Eh=204$ mV). Los restantes gases presentan niveles de concentración discretos. En lo que respecta al H_2S , la determinación en campo ofrece un valor elevado: 900 ppm. La presencia de H_2S asociada a manantiales ricos en $SO_4^{=}$ es un fenómeno muy frecuente, que suele ir ligado a actividad bacteriana (bacterias sulfatorreductoras).

5.- PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION

El pozo se encuentra situado en el contacto entre unas dolomías liásicas y unas arcillas triásicas y sobre una importante fractura que viene a delimitar el borde oriental de la Sierra de Pozo Amargo.

Las dolomías se encuentran en continuidad con unas calizas del Malm y con pequeños afloramientos de calizas Mulschelkalk y este conjunto carbonatado constituye el acuífero que drena el pozo y que topográficamente corresponde con las elevaciones más altas de la sierra. El acuífero está delimitado por las arcillas triásicas al SE y al Oeste por unas margocalizas que se van haciendo más margosas también hacia el Oeste.

El pozo se encuentra relacionado con los manantiales que se encuentran en el acuífero, situándose estos fundamentalmente, en el contacto con los materiales impermeables. Al Este de Pozo Amargo existe un importante pozo que se sitúa sobre una fractura que afecta a las arcillas, no existiendo ninguna relación del agua de éste con la del acuífero estudiado.

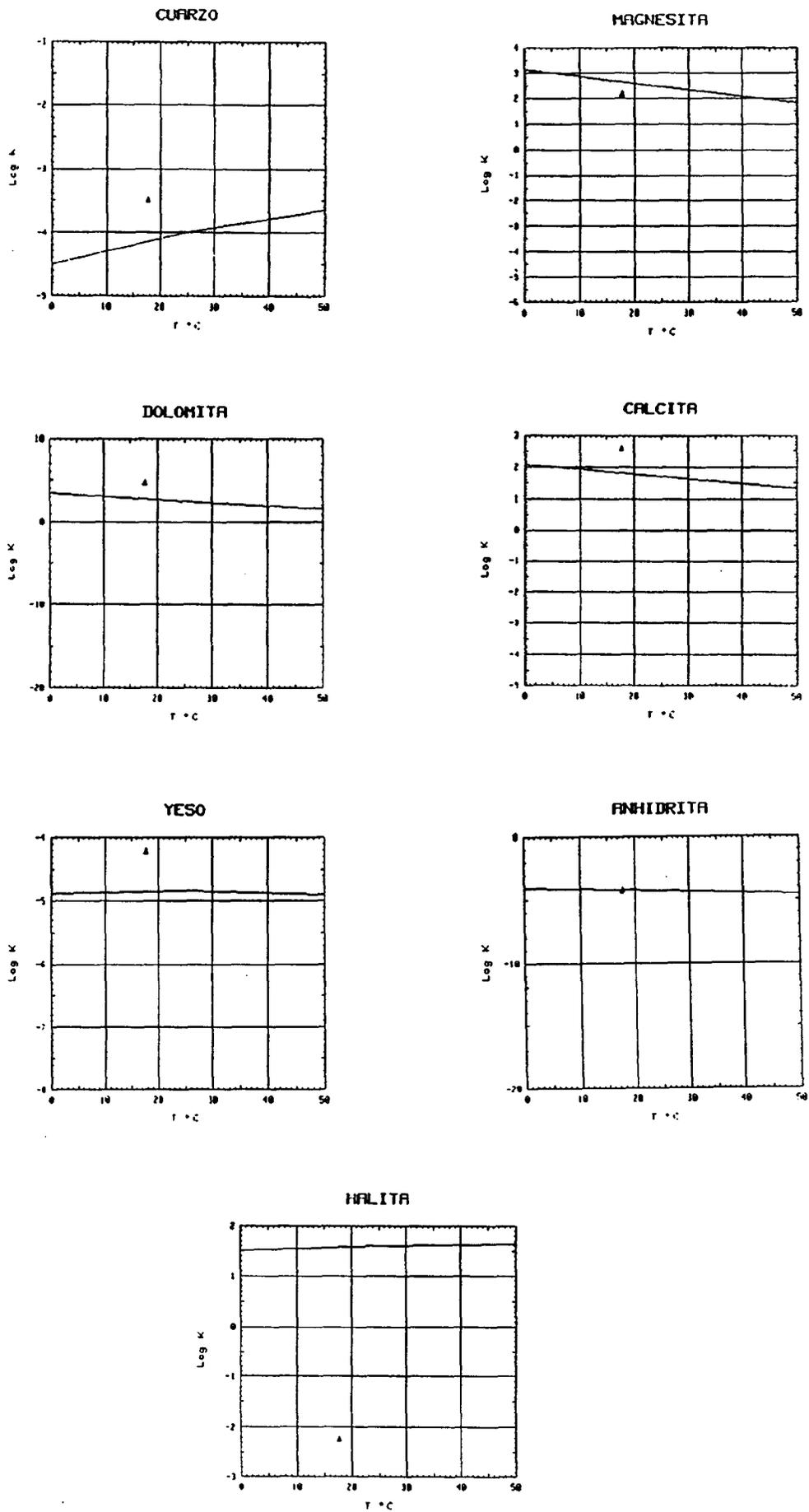


FIG. 1.- DIAGRAMAS DE SATURACION MANANTIAL POZO AMARGO

ANALISIS QUIMICO
=====

DENOMINACION: POZO AMARGO
FECHA :

TEMPERATURA (°C): 17.7 CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm): 15920
pH a 17°C: 7.50 DUREZA TOTAL (ppm CaCO3): 2854
pH a 18°C: 7.40 Eh campo (mV): -204

ANIONES =====	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	190.00	3.114	3.114	1.77
CO3=	-	-	-	-
SO4=	3500.00	36.435	72.870	41.36
Cl-	3550.00	100.146	100.146	56.84
F-	.900	.047	.047	.03
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	0.00
SiO2 (H4SiO4)	27.4	.456	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P205	.040	0.000	.001	0.00
TOTAL....	7268.850	140.207	176.187	

CATIONES =====	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
Na+	2746.00	119.451	119.451	67.66
K+	7.00	.179	.179	.10
Ca++	850.00	21.208	42.415	24.03
Mg++	175.00	7.198	14.396	8.15
Fe++	.080	.001	.003	0.00
Li+	.16	.023	.023	.01
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.03
NH4+	.300	.017	.017	.01
Mn++	.030	.001	.001	0.00
Pb	.21	.001	-	-
Zn++	.050	.001	.002	0.00
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	0.00
TOTAL....	3779.380	148.098	176.543	

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

CLASIFICACION: CLORURADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca = .073 Cl/Na = .838 (SO4*Ca)^1/2 = 55.595
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) = .055 Cl/(Na+K) = .837 (Cl+SO4)/(Ca+K+Na) = 1.068
((CO3H)^2*Ca)^1/3 = 7.437 SO4/Ca = 1.718 Mg/Ca = .339
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) = 1.338 SO4/(Ca+Mg) = 1.283 Cl/CO3H = 32.159

ARCHIVO EN DISCO: MMS9 (AMA6-09)

	ppm
R.S. 110°C	12476
D.Q.O.	2,0
CN-	-
Cd	0,030
Cr	0,150
As	-
Se	-
Hg	-
B	0,50



ANALISIS DE GASES

MUESTRA: AMA7-00

	<u>%V</u>
He	0,011
H ₂	0,0010
O ₂	0,71
N ₂	96
CH ₄	0,8
CO ₂	2,8

H₂S campo : 900 ppm.

El área propuesta para su protección tiene una superficie de unos dos kilómetros cuadrados, englobando los afloramientos carbonatados y una parte de las margocalizas (la zona más caliza).

6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

I.G.M.E-DIPUTACION DE CADIZ (1985) - Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz.

INSTITUTO GEOLOGICO (1913) - Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España.

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

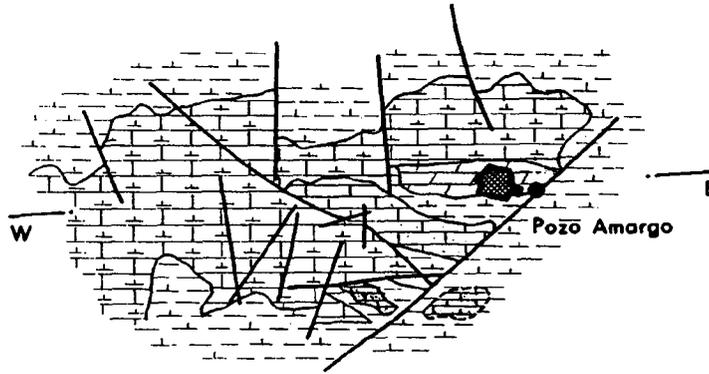
I.G.M.E. (1986) - Informe sobre las aguas minero-medicinales, minero-industriales y de bebida envasada existentes en España.

I.G.M.E. (1986) - "Hoja Geológica" MORON DE LA FRONTERA (12-42) E. 1:50.000. Plan Magna. Mapa y memoria.

SERVICIO GEOGRAFICO DEL EJERCITO - MORON DE LA FRONTERA E. 1:50.000.

MANANTIAL DE POZO AMARGO (PUERTO SERRANO)

PLANO GEOLOGICO



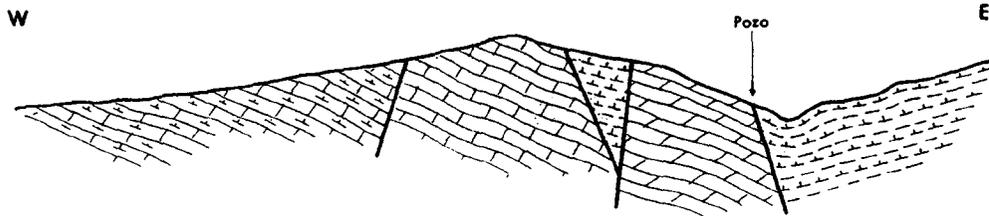
- | | |
|---|-----------------------------|
|  | Margocalizas..... PALEOCENO |
|  | Calizas..... MALM |
|  | Dolomías..... LIAS |
|  | Calizas..... TRIAS |
|  | Arcillas y margas.... TRIAS |

ESCALA - 1:50.000

283 000

285 000

CORTE GEOLOGICO



ESCALA - 1:25.000

