PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

Informe de caracterización hidrogeológica y propuesta de protección de manantiales y lugares de interés hidrogeológico (Córdoba).

PRIMERA FASE

ÍNDICE

CO-1 Fuente Caños Dorados
CO-2 Fuente Marbella
CO-3 Fuente del Rey (Priego de Córdoba)
CO-4 Nacimiento y Molino del río Anzur
CO-5 Pilar de Belalcázar
CO-6 Fuente del Elefante
CO-7 Fuente del río de Cabra
CO-8 Fuente Agria (Villaharta)
CO-9 Balneario de Peñas Blancas (Santa Elisa)

CO-1 FUENTE CAÑOS DORADOS

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

1.- SITUACIÓN Y USOS DEL AGUA

La Fuente de los Caños Dorados viene referida con el número de registro nacional del IGME 163860003 y referencia CO-1 en el Plan de conservación de manantiales y lugares de interés hidrogeológico. Se localiza en el término municipal de Fernán Núñez, en el denominado Llano de las Fuentes (actual espacio ajardinado). Sus coordenadas UTM de localización son las siguientes: X: 348243, Y: 4171099 y Z: 295 m s.n.m., y se encuentra en las hojas 944 (1:50.000) y 944-24 (1:10.000), formando parte de la MASA 051.068 “Puente Genil-La Rambla-Montilla”.

La fuente está situada en el borde noreste del núcleo de Fernán Núñez. Edificada en 1777, según hace constar la inscripción que conserva sobre una de sus pilastras, es considerada una de las más notables de la provincia.

Está compuesta por un pilar en forma rectangular formado por losas de piedra, en cuyos lados menores se sitúan las pilastras que sustentan los caños, de sección cuadrada y decoradas, respectivamente con la inscripción fundacional y un escudo de la localidad. De la cara interior de ambos pilares salen dos gruesos caños de latón dorado, de 15 cm de longitud por 10 cm de diámetro, cuyo tamaño y llamativo color han dado nombre a la fuente. Pertenece, junto con la fuente del Recinto Ferial de Lucena y la de los Dos Caños de Villafranca, a ese modelo de pilar rectangular y pilastras enfrentadas tan difundido en la segunda mitad del siglo XVIII y primera del siglo XIX. (Diputación de Córdoba, 2000).

Su caudal está regulado y surte de agua a la fuente de Los Patos, muy próxima. En el pasado sus aguas eran dirigidas a unas pilas públicas, hoy desaparecidas y las sobrantes servían para regar las huertas de Fernán Núñez. Aún hoy se puede ver el ingenio que servía para el riego, aunque ya en desuso. Otras fuentes de Fernán Núñez son Fuente Redonda, Fuente Chica y la fuente de los Gitanos (AAA-UG, 2010).

Sigue contando con un elevado índice de afluencia de personas para llenar agua para consumo. Calificada en los informes de la Delegación Provincial de Córdoba de la Consejería de Salud de la Junta de Andalucía como fuente de alta afluencia. (Diputación de Córdoba, 2000).

Su estado de conservación es aceptable.

Fuente de los Caños Dorados (http://es.wikiloc.com)

Plano de situación realizado en ARCMAP:

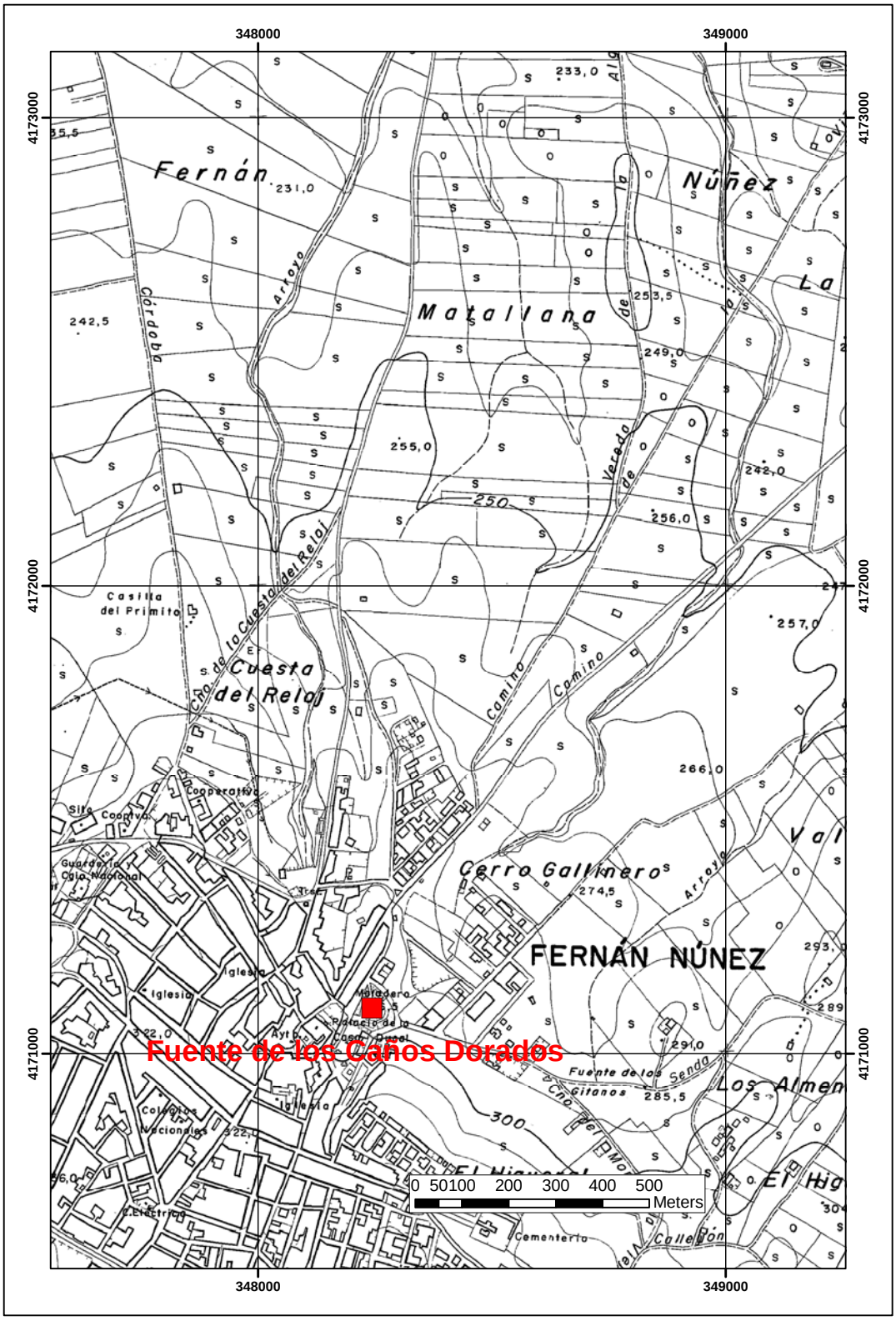


Figura 1: Plano de situación topográfico. Escala original 1:10000

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

Figura 2: Plano de situación ortofoto. Escala original 1:10000

2.- REFERENCIAS HISTÓRICAS

Construida en el siglo XVIII, en el año 1777, siendo corregidor el señor licenciado Don Francisco de Bermúdez y de Cañas, abogado del ilustre colegio de Granada, y Diputado de esta obra Don Antonio Juan Martínez, síndico general (Diputación de Córdoba, 2000).

3.- FLORA Y FAUNA ASOCIADA

Localizado en el centro de una plaza en la población de Fernán Núñez, se encuentra muy alterado y antropizado por el hombre, por lo que no presenta fauna ni flora autóctona propia de hábitats acuáticos. El interés ecológico debe considerarse como muy bajo.

4.- CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO-GEOLÓGICO

La galería de Caños Dorados, junto con otros manantiales de la zona drenan las gravas arenas y limos terciarios (Andaluciense), de la Subunidad Miocena de abanicos deltaicos del Altiplano de Fernán Núñez.

La MASb 051.068 "Puente Genil-La Rambla-Montilla", se sitúa dentro de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (051) al sur de la provincia de Córdoba y en la margen izquierda del Río Guadalquivir, del que dista unos 25 km en dirección sur. La poligonal envolvente tiene una superficie total de 1027 km2, de los que 686 km2 corresponden a formaciones geológicas permeables. Se localiza entre las poblaciones de Fernán Núñez, La Rambla, Montilla, Aguilar de la Frontera y Puente Genil. (IGME-DGA, 2010).

La cota máxima dentro de la MASb es de 521 m s.n.m., la cota mínima es de 86 m s.n.m., y la cota media se localiza a 249 m s.n.m. La hidrografía de la zona se caracteriza por la existencia de dos cursos de agua permanentes que la limitan al sur, río Genil, y al norte, río Guadajoz. Además está surcada por los ríos Cabra y Salado (IGME-CHG, 2001).

Mientras que el conjunto del sistema fluvial discurre de este a oeste, girando hacia el río Guadalquivir, el drenaje subterráneo se realiza hacia la cuenca de los ríos Guadalquivir y Guadajoz en un 20% para cada una; en un 15% para la de los arroyos del Salado y Masegoso; otro 20% se drena hacia la cuenca del río Cabra y un 15% hacia la del río Genil. El 10% restante se realiza hacia la cuenca del arroyo de Carchena (IGME-CHG, 2001).

Se ha definido una única formación geológica permeable (FGPs) en la MASb *Puente Genil-La Rambla-Montilla* constituida por materiales de naturaleza detrítica que poseen una permeabilidad elevada. En la MASA también se han identificado materiales en su mayoría margosos que, en ningún caso, podrían considerarse como acuíferos, por lo que no se han asociado a ninguna FGP, pero que sin embargo contienen horizontes arenosos que sí pueden considerarse como tales y con niveles más o menos potentes de arenas y gravas que localmente proporcionarían caudales importantes (IGME-CHG, 2001).

La MASb de *Puente Genil-La Rambla-Montilla* está conformada por materiales de permeabilidad media-alta del Mio-Plioceno superior y por los materiales impermeables del Mioceno basal que presentan horizontes permeables intercalados. El sustrato de la unidad lo forman las margas blancas (albarizas) del Mioceno y las arcillas abigarradas del Triásico (IGME-CHG, 2001).

Sobre los materiales del Subbético Externo y de las Formaciones asimilables a las Unidades del Campo de Gibraltar fuertemente plegados, se disponen las Formaciones autóctonas que rellenan la Depresión del Guadalquivir y que están suavemente plegadas. Su espesor aumenta de norte a sur viéndose los términos inferiores de estas (Mioceno Basal) afectados por fallas que afectan al zócalo paleozoico. Este fenómeno se da hasta el centro de la unidad; desde aquí hacia el sur, el espesor de los materiales del Mioceno (ambas subunidades) disminuye gradualmente (IGME-CHG, 2001).

Con una superficie de afloramientos permeables de 686 km^2 se distinguen fundamentalmente dos subunidades cuya permeabilidad, geometría y edad son diferentes:

Subunidad Miopliocena: Su superficie de afloramiento permeable es de 318 km^2 y su espesor medio oscila entre 40 metros en las proximidades de Fernán Núñez y 120 metros al noroeste de Puente Genil aunque puede haber variaciones significativas. Está constituida por conglomerados, arenas, limos, margas y calcarenitas que abarcan edades desde el Mioceno superior terminal hasta el Cuaternario. En

general se trata de un conjunto de materiales con un comportamiento hidrogeológico muy heterogéneo cuyas permeabilidades varían desde alta a media-baja y, por lo tanto, los rendimientos de las captaciones existentes. Esta subunidad se puede dividir en tres sectores que son los siguientes:

- Sector Norte: Lo componen los afloramientos de calcarenitas, conglomerados y arenas de las proximidades de Fernán Núñez, Montemayor, La Rambla y Montilla. En este sector se ubican las captaciones más importantes de la subunidad, incluyendo los sondeos de abastecimiento a Fernán Núñez y Montemayor. La potencia media de la formación es de 35-40 metros, aunque existen sondeos que, según información verbal, atraviesan hasta 140 metros de materiales permeables. El sustrato esta formado por materiales margosos del Mioceno (Tortoniense superior-Messiniense) y albarizas también miocenas (Aquitaniense-Tortoniense).
- Sector Medio: En este se incluyen las arenas, limos y margas amarillas, con intercalaciones de calcarenitas que afloran entra los ríos Salado y Cabra. Es la zona de permeabilidad mas baja y el espesor de los materiales permeables, aunque no se conoce con seguridad, no debe sobrepasar los 20 metros. El sustrato está igualmente compuesto por margas miocenas y albarizas aislando prácticamente estas últimas el sector de los sectores norte y sur.
- Sector Sur: Está compuesto por arenas, limos y margas con niveles de calcarenitas que afloran en gran parte del término municipal de Puente Genil, incluyéndose los afloramientos donde se localiza el casco urbano de Aguilar de la Frontera. La potencia media de la formación permeable está en torno a los 80-120 metros según informadores locales aunque, en algunas zonas, estudios geofísicos de particulares deducen profundidades mayores. En este sector, aunque no se dispone de un inventario actualizado, existe un buen número de captaciones recientes para regadíos. El sustrato esta compuesto por margas miocenas y albarizas a las que se suman arcillas abigarradas del Triásico.

Subunidad Miocena Basal: Su superficie de afloramientos es de 368 km^2 y su espesor medio oscila entre 40 y 210 m, (en las proximidades de Écija, aunque fuera de la unidad, se les asignan 700 m). Se trata de materiales en su mayoría margosos que, en ningún caso, podrían considerarse como acuífero pero que contienen horizontes arenosos que sí pueden considerarse como tales. Además en la formación existen niveles más o menos potentes de arenas y gravas que, en casos puntuales, proporcionan caudales importantes (de hasta 100 l/s en la parte norte). Actualmente no está clara la continuidad espacial de estos niveles de gravas ni su alimentación, aunque todo parece indicar su aislamiento. Esta formación actúa como impermeable basal de la Subunidad Miopliocena ya que la parte alta de su serie es margosa, y como formación productiva en el cómputo global puesto que contiene materiales de permeabilidad alta, alimentados o no, por los semipermeables. El comportamiento debe ser como acuífero cautivo aunque la información existente no aclara este aspecto. Por esta razón sería conveniente la realización de estudios encaminados a aclarar la alimentación de estos niveles de gravas así como su continuidad y espesor.

En general, puede considerarse toda la MAS como un conjunto en el que destacan dos subunidades, la Miopliocena superior, compuesta por materiales de permeabilidad media-alta y la inferior o Miocena Basal, con una serie impermeable a techo y con horizontes permeables intercalados. El sustrato de la unidad lo forman las margas blancas (albarizas) del Mioceno y las arcillas abigarradas del Triásico (IGME-CHG, 2001).

A continuación se muestra un plano geológico (figura 3) y un corte en las inmediaciones de Fernán Núñez (figura 4).

El funcionamiento hidrogeológico de la MASb de estudio está condicionado por la geología de la zona.

La alimentación se produce por infiltración del agua de lluvia caída sobre los afloramientos permeables (26 hm3/año) y en menor medida de los semipermeables que los recubren (15 hm3/año) mientras que las salidas tienen lugar a través de los manantiales, localizados principalmente en el contacto entre los materiales permeables Miopliocenos y el techo margoso de la los materiales del Mioceno Basal (3,5 hm3/año). También parecen existir salidas ocultas a los ríos y a otras unidades hidrogeológicas calculadas en 28,5 hm3/año (IGME-CHG, 2001).

Los flujos subterráneos se diferencian por zonas. Así en la zona sur (al norte del núcleo urbano de Puente Genil) el flujo es este-oeste, hacia el río Genil, que actúa como nivel de base. Al norte de esta área, se observa que el flujo del agua subterránea va hacia el este-suroeste con una clara tendencia a implicar a los arroyos del Salado y Masegoso como efluentes del acuífero. Finalmente al oeste de Montilla, el flujo toma dirección oeste y, al norte de Fernán Núñez, el flujo general es en dirección norte-noroeste, hacia los ríos Guadajoz y Guadalquivir (IGME-CHG, 2001).

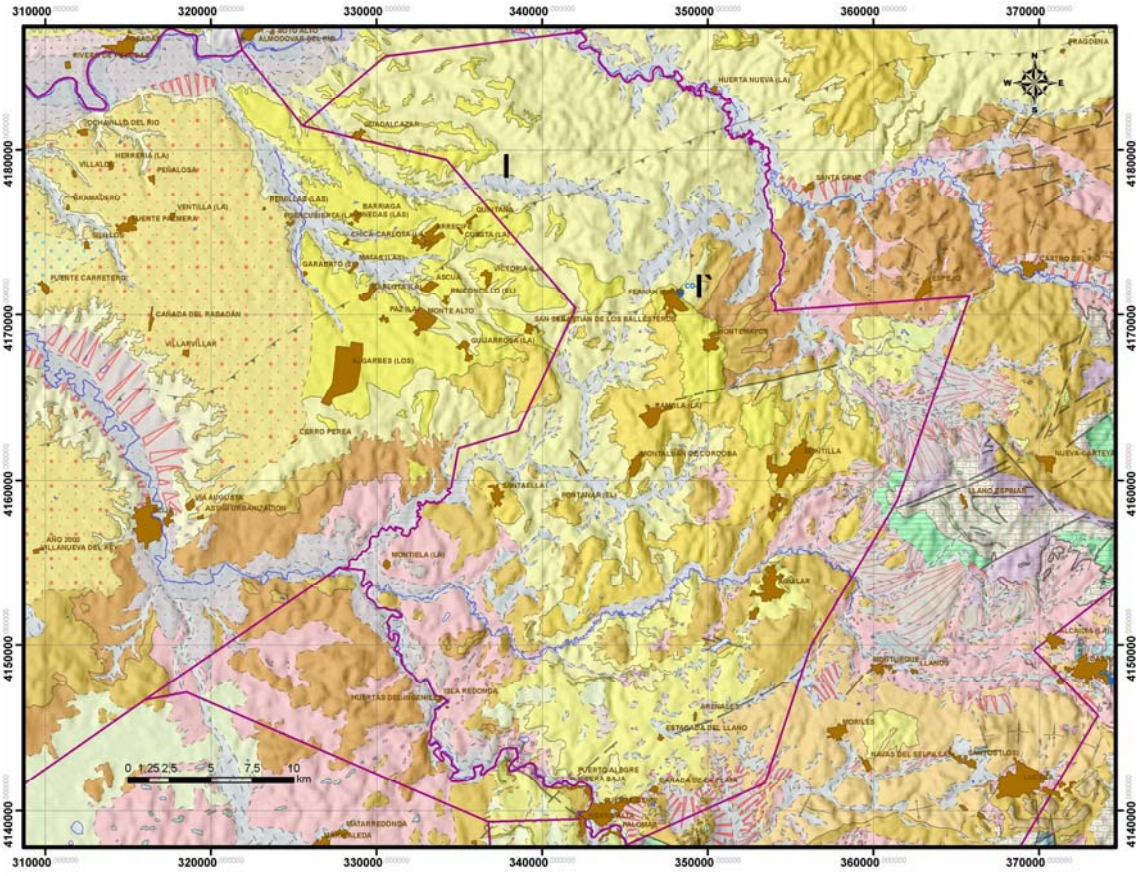


Figura 3: Plano geológico de la MASA 051.068.

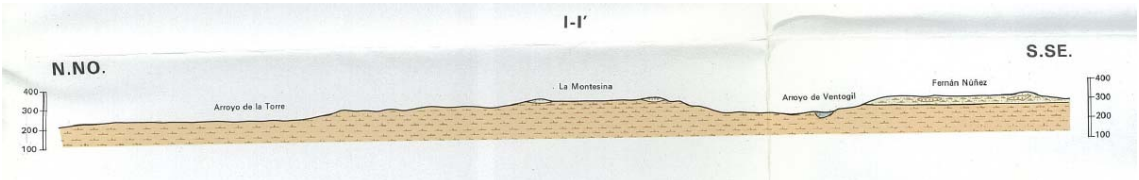


Figura 4: Corte geológico cercano a la surgencia del manantial (Mapa geológico de España 1:50000).

En cuanto a las relaciones con las MASbs colindantes, parece clara una continuidad hidráulica tanto por las cotas del agua medidas como por las características hidrogeológicas de los materiales de ambas unidades con la MASb 051.044 *Altiplanos de Écija*. La MASb 051.046
Aluvial del Guadalquivir, con la que limita por el norte, debe recibir un flujo de agua procedente de la MASb de estudio puesto que las isopiezas definen un sentido de flujo hacia el norte (IGME-CHG, 2001).

5.- EVOLUCIÓN HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA

En la base de datos del IGME existen 85 análisis, realizados entre los años 1966 y 1984, referentes de puntos localizados en la MAS 051.068 (IGME-CHG, 2001).

En la tabla 1 se resumen las principales características de los análisis existentes.

En los materiales de la Subunidad Miopliocena (47 muestras) predominan las aguas con facies bicarbonatadas cálcico-magnésicas y magnésico-cálcicas y en la Miocena Basal las bicarbonatadas magnésico-cálcicas y magnésico-sódicas (26 muestras). Las 12 muestras restantes corresponden a puntos de agua fuera de ambas subunidades pero dentro de la poligonal propuesta (IGME-CHG, 2001).

La conductividad presenta valores de entre 300 y 2.540 µmhos/cm para la Subunidad Miopliocena y de entre 300 y 4.800 µS/cm para la Miocena Basal (IGME-CHG, 2001).

	Máximo	**Mínimo**	**Medio**
CL	1054	7	136
SO_4	1345	3	187
HCO_3	2970	19	899
NO_3	138	28	81
NA	638	2	77
MG	242	1	51
CA	360	15	81
K	59	1	14
PH	8	7	8
Cond.(µmhos/cm)	4800	300	1073
R.S.	3240	20	613
SIO_2	41	12	18
Tª (ºC)	24	12	18

Tabla 1: Características químicas de la MAS 051.068. Excepto los indicados, todos los valores en mg/l (IGME-CHG, 2001).

6.- VALORACIÓN DEL INTERÉS

El interés ambiental debe considerarse bajo y el histórico-cultural y recreativo como alto-muy alto, con una valoración global alta.

7.- PROTECCIÓN PROPUESTA

La siguiente información se ha obtenido de varias fuentes.

7.1.- Presiones

Según (AAA-UG, 2010), se encuentra afectado su caudal por bombeos o derivación.

Según (IGME-CHG, 2001), en referencia a la presión de la MASA, dentro de los afloramientos permeables de la Subunidad Miopliocena, presentan una alta vulnerabilidad a la contaminación los correspondientes a las calcarenitas Messinienses y los conglomerados y arenas del Mioceno terminal; el resto presentan una vulnerabilidad de carácter medio.

Respecto a los residuos sólidos urbanos (RSU) existe un vertedero controlado en Montalbán de Córdoba (Ctra. de Montalbán de Córdoba a Fernán Núñez) y uno de inertes, también controlado, en La Rambla. Además, existen vertederos incontrolados que se contempla sellar en el actual Plan Director en los municipios de Aguilar de la Frontera, Fernán Núñez, Guadalcázar, Montalbán de Córdoba, Motemayor, Montilla, Puente Genil, La Rambla y Santaella. El Plan Hidrológico recoge para la masa de agua, un buen estado cuantitativo y un mal estado químico, con un índice de extracción entre 0,65-0,4, para una explotación de 15,6 hm^3/año, frente a 42 hm^3/año de recursos renovables. La masa forma parte del Sistema de Regulación general de la Cuenca, categoría 6 afectada por la decisión comunitaria sobre el embalse de La Breña 2. Se admiten concesiones para uso industrial que sumarán para el conjunto de la Cuenca un máximo de 5 hm^3/año (CHG, 2010).

7.2.- Figuras de protección, normativa y perímetros previos

Según IGME-CHG 2001 se propuso una zona de protección para las captaciones para abastecimiento que es de dimensiones similares a la propuesta.

7.3.- Zonación propuesta

Se propone la delimitación de la poligonal para la protección del acuífero detrítico perteneciente a la Subunidad Miocena, formado por gravas arenas y limos terciarias (Andaluciense), de abanicos deltaicos del Altiplano de Fernán Núñez, que se encuentra drenado por este y otros manantiales de la zona.

Se propone zonificación tipo A donde no se autorizarán captaciones adicionales ni actividades potencialmente contaminantes. La zonificación propuesta tiene relación con el apartado 3 de la tabla 1.

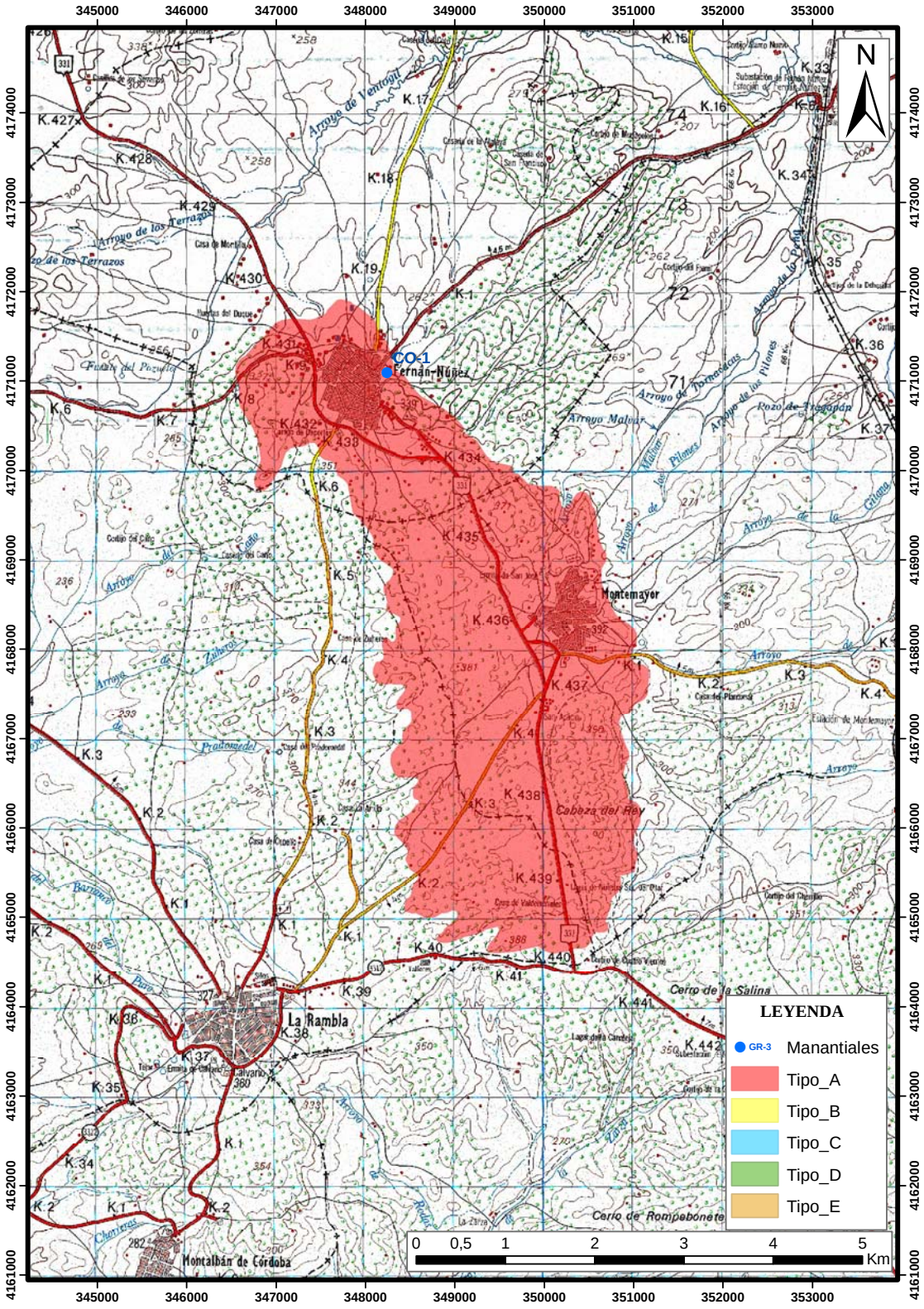


Figura 5: Zonación propuesta para la protección del acuífero detrítico perteneciente a la Subunidad Miocena, formado por gravas arenas y limos terciarias (Andaluciense), de abanicos deltaicos del Altiplano de Fernán Núñez, que se encuentra drenado por este y otros manantiales de la zona (CO-1). Escala original 1:50.000.

8.- APROVECHAMIENTO POSIBLE

El estado de conservación es aceptable, aunque según se indica en (AAA-UG, 2010), se encuentra afectado por bombeos.

El acceso es bueno, así como su zona de aparcamiento, debido a que se encuentra en el núcleo de población de Fernán Núñez, en un parque. Su aprovechamiento es relativo.

En lo que respecta a restaurantes y lugar de alojamiento, se pueden encontrar varias opciones en el pueblo.

Sería interesante realizar un cartel explicativo con las características hidrogeológicas de dicho manantial.

9.- PROPUESTA DE INDICADORES

Se propone el control hidroquímico del manantial con motivo del mal estado cuantitativo que posee la masa de agua subterránea. Los controles se proponen cada 6 meses.

10.- BIBLIOGRAFÍA

AAA-UG (2010). "Manantiales y fuentes de Andalucía. Hacia una estrategia de conservación. Conoce tus Fuentes". Agencia Andaluza del Agua (Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía) y Universidad de Granada. http://www.conocetusfuentes.com

CHG (2010). Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (documento para consulta pública).

Diputación de Cádiz (2000). Fuentes de la provincia de Córdoba.

IGME-CHG (2001). Revisión y actualización de las normas de explotación de las Unidades Hidrogeológicas de las Cuencas del Guadalquivir y Guadalete-Barbate. Propuesta de normativa y definición de nuevas Unidades Hidrogeológicas.

IGME-DGA (2010). Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial relevancia hídrica.

CO-2 FUENTE MARBELLA

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

1.- SITUACIÓN Y USOS DEL AGUA

La Fuente de Marbella, situada en el T.M. de Luque en el paraje del manantial de Marbella, con el nº de registro nacional del IGME 173970002 y referencia CO2 en el Plan de conservación, presenta las coordenadas UTM siguientes:

X = 386479
Y = 4158620
A una cota de 520 ms.n.m.

Esta considerada como una fuente urbana cuyo uso esta relacionado con el abastecimiento urbano y el regadío.

Situado sobre la Masa de Agua Subterránea de Cabra-Gaena a la que le corresponde el código de identificación 051.035, se sitúa al sureste de la provincia de Córdoba, en la margen izquierda del río Guadalquivir. La poligonal envolvente tiene una superficie total de 389 km2, de los cuales 135 km2 corresponderían a formaciones geológicas permeables, en concreto a materiales carbonáticos de los cabalgamientos del Subbético. La cota máxima dentro de la MASb es de 1.367 m s.n.m., la cota mínima es de 394 m s.n.m., y la cota media se localiza a 725 m s.n.m.

El acceso tiene lugar junto a la carretera de Luque a Zuheros, a través de un desvío en el punto kilométrico 7,4.

El agua se utiliza para abastecimiento de Luque y Zuheros, además de un aprovechamiento para regadío y, hasta hace poco tiempo, para el movimiento de algunos molinos instalados en el entorno.

Abrevadero junto a las surgencias de Fuente Marbella (Juan Carlos Rubio Campos)

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

Plano de situación realizado en ARCMAP:

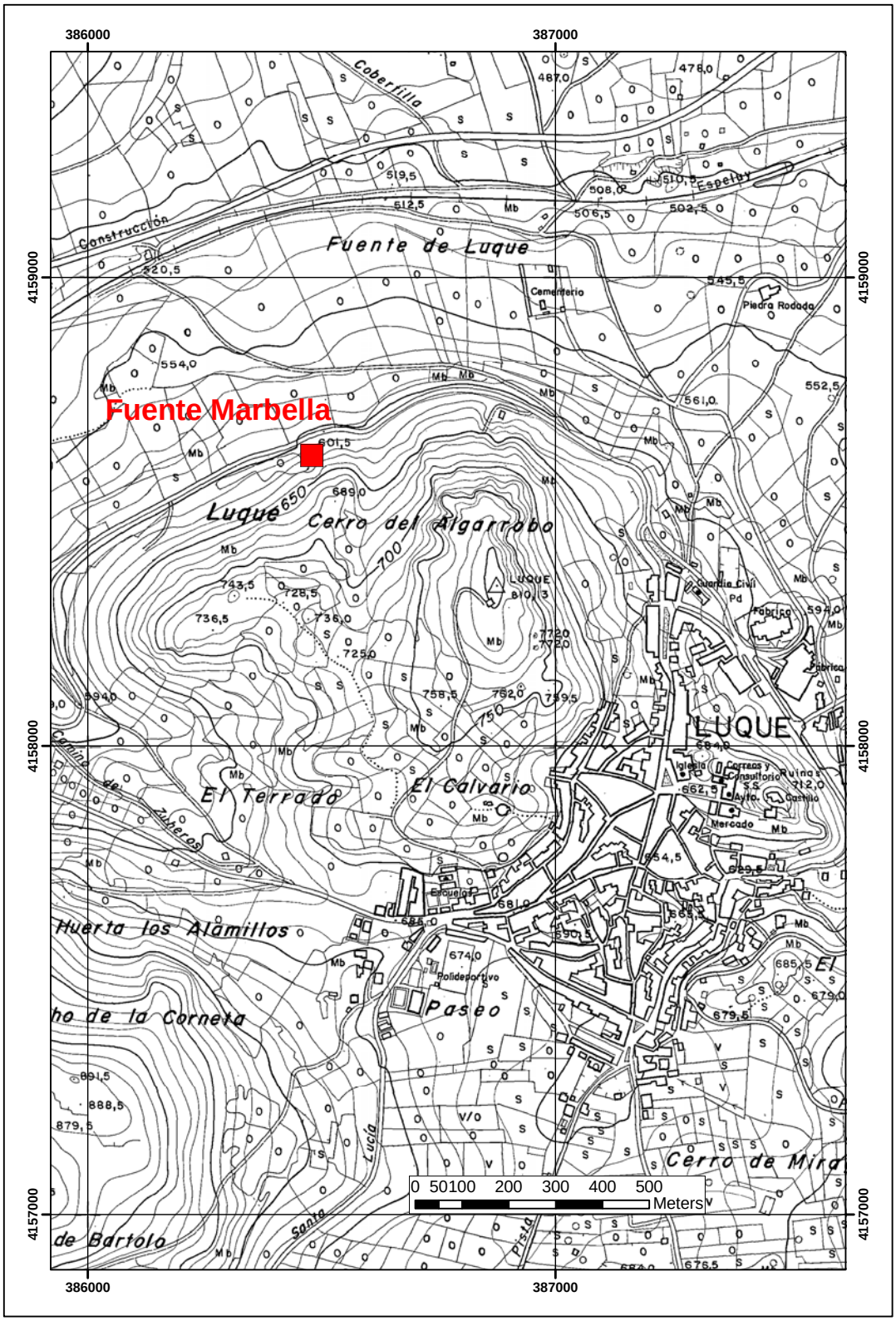


Figura 1: Plano de situación topográfico. Escala original 1:10000

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

Figura 2: Plano de situación ortofoto. Escala original 1:10000

2.- REFERENCIAS HISTÓRICAS

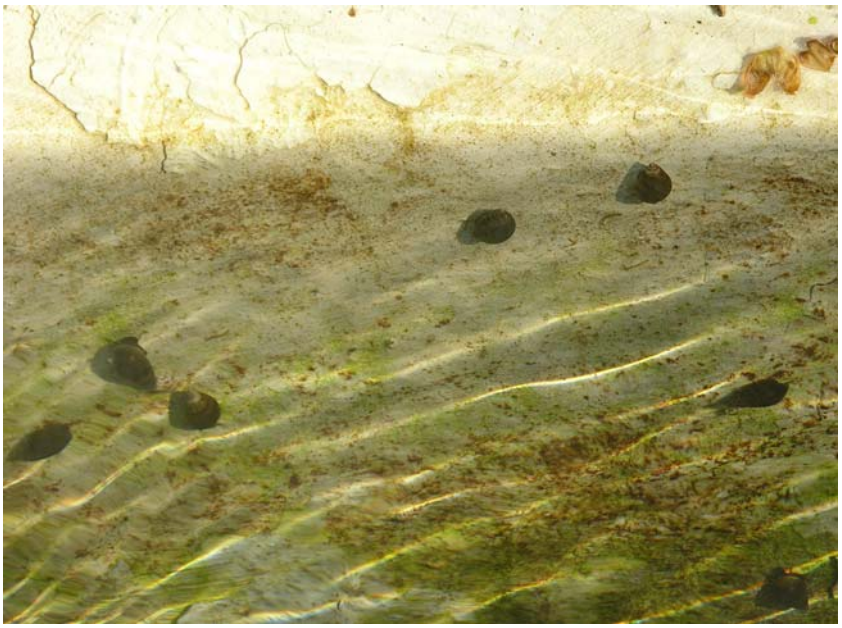
En el documento (Dip. de Córdoba, 2000), ya se hacen referencias a la utilización del manantial de la Fuente de Marbella para el movimiento de molinos hidráulicos, hoy transformados en casas de campo entre Zuheros y Baena.

Cartel de la comunidad de regantes del Nacimiento de Marbella junto al nacimiento (Juan Carlos Rubio Campos)

3.- FLORA Y FAUNA ASOCIADA

En el entorno de la construcción para captar a este manantial se ha desarrollado una espléndida comunidad de anea por la mansedumbre de las aguas, a la que acompañan junco churrero, hierba de San Antonio, y una formidable "manta verde" generada por la comunidad de apio y berro silvestre. Dentro de estas formaciones vegetales han proliferado sin problema carabutillas del género *Melanopsis*, un caracolillo bastante negro que también se fija a las paredes de la acequia. En las tobas que quedan por encima del nacimiento han proliferado unas hermosas higueras.

Aspecto de la comunidad de anea con sus típicos "puros", en donde la planta ha generado miles de diminutas semillas que se dispersarán por la corriente de agua (Ricardo Salas).



Las carabutillas pastan las algas que crecen en las paredes de las acequias, en donde llegan a ser muy numerosas (Ricardo Salas)

4.- CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO-GEOLÓGICO

En el documento (IGME-DGA, 2010), ya se señala que "las MASb Cabra-Gaena se encuentra situada en la zona de contacto entre el Prebético y el Subbético, y dentro del dominio del Subbético Externo o Frontal, muy próximo al límite meridional de la Depresión del Guadalquivir.
La estructura tectónica del Subbético es bastante compleja, debido a la existencia de una serie sucesiva de cabalgamientos que da lugar a una estructura en escamas, que han utilizado la plasticidad de las margas del Trías Keuper como superficie de deslizamiento.
La estructura de la MASb responde a una tectónica típica de plegamiento con existencia de amplios pliegues de cobertura y revestimiento de dirección general ENE-OSO y de sucesivos cabalgamientos, con vergencia norte, que determinan una estructura en "escamas" desarrolladas sobre los materiales triásicos que actúan como nivel de despegue. Fallas de diversa magnitud, así como vastos y suaves pliegues de fondo, de edad neógena, completan las características estructurales de la zona. La estructura resultante de los diferentes fenómenos tectónicos es muy compleja, creando como resultado final una importante compartimentación de la MASb.
El acuífero de Cabra-Alcaide está constituido por diversas escamas separadas por materiales impermeables, a pesar de lo cual existe comunicación hidráulica entre ellas en diversas zonas.
El acuífero de Gaena- Palojo corresponde a un gran domo anticlinal cuyos bordes se encuentran muy fracturados.
Para ilustrar todo lo anterior, se muestran a continuación un plano de situación, junto con dos cortes hidrogeológicos extraídos del documento (Junta de Andalucía-IGME, 1998).

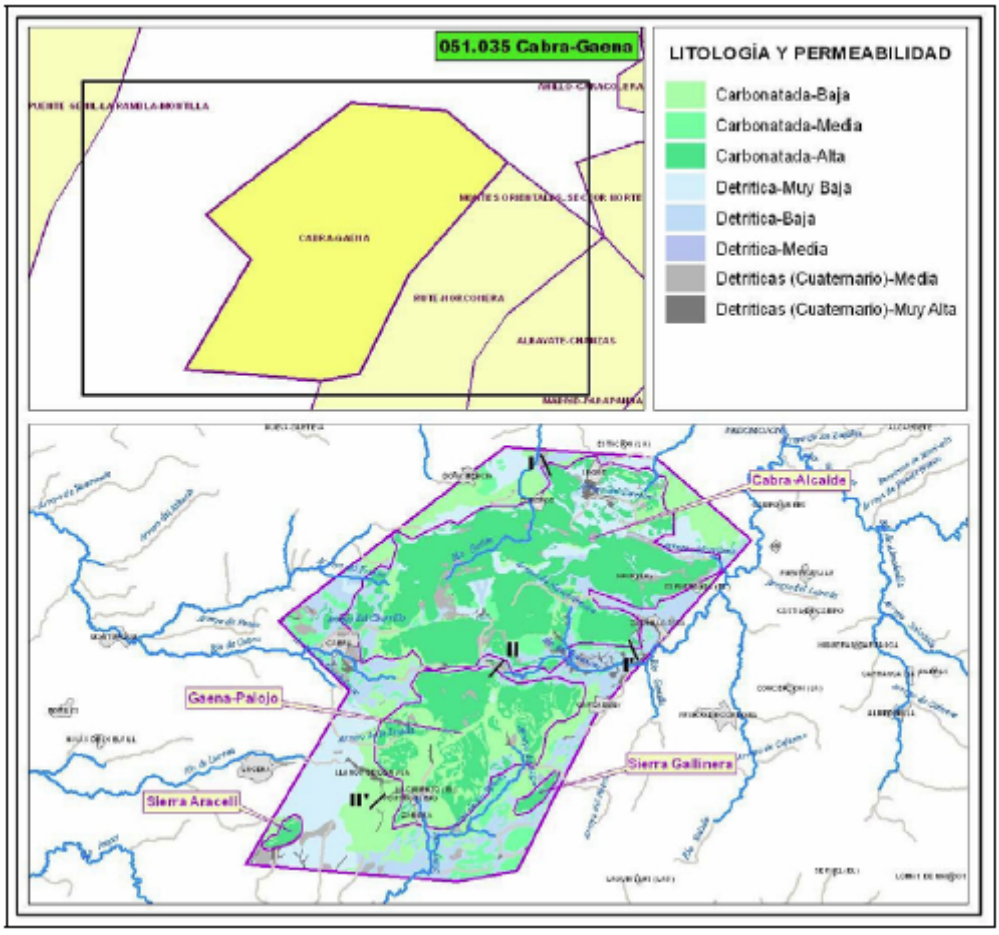


Figura 3: Situación cortes hidrogeológicos MASb Cabra-Gaena (051.035)

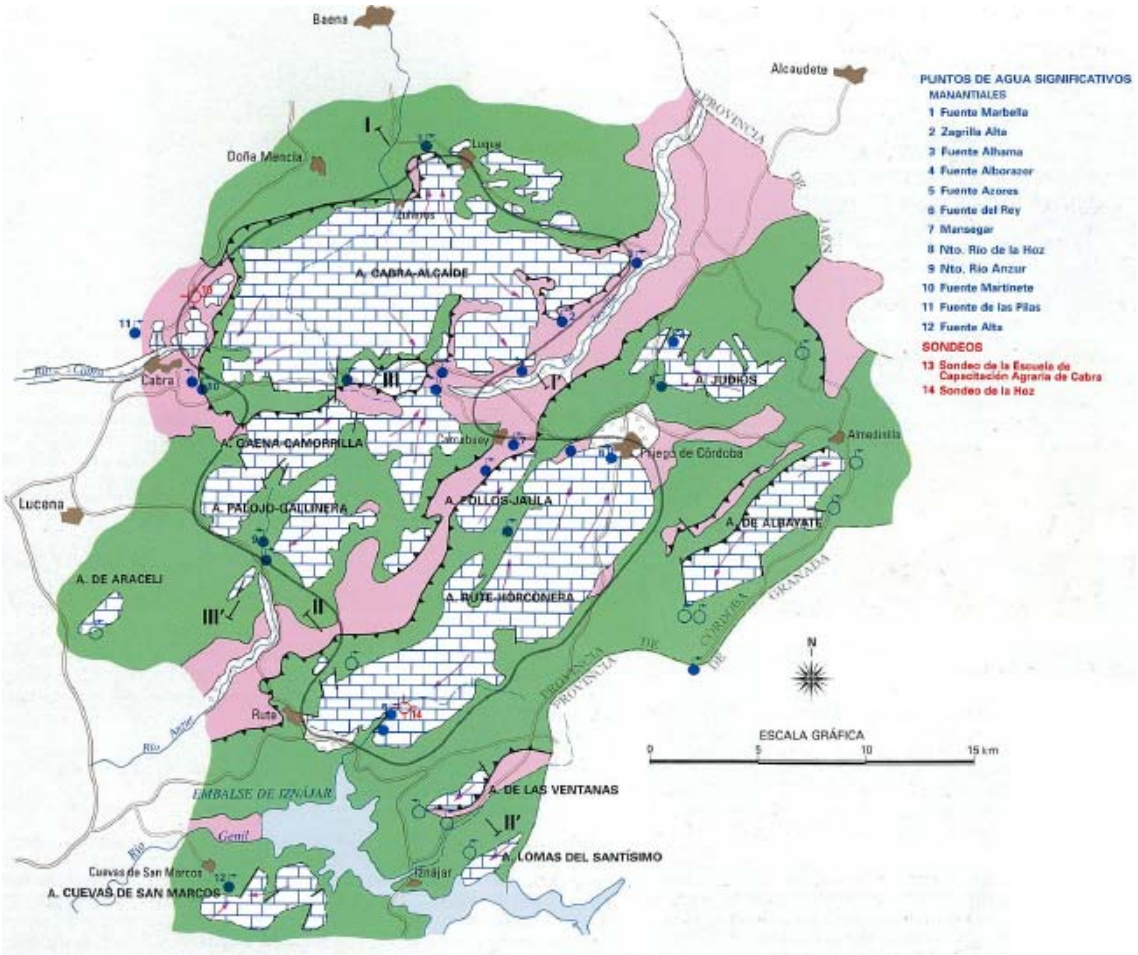


Figura 4: Acuíferos de las Sierras Subbéticas de Córdoba (JA-IGME, 1998)

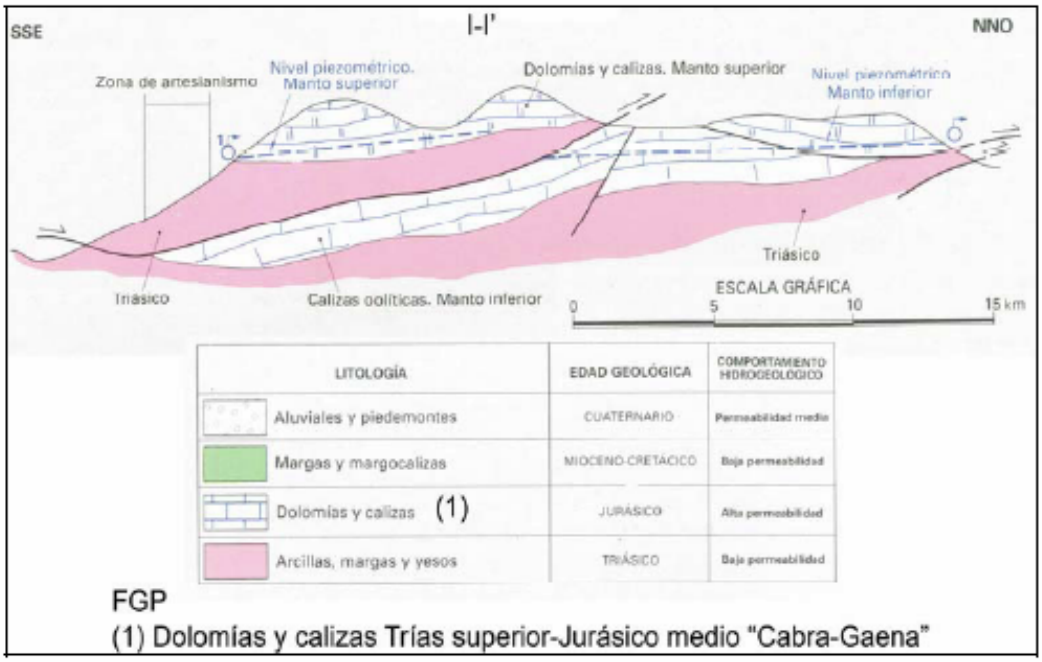


Figura 5: Corte geológico I-I' MASb Cabra-Gaena (051.035). (JA-IGME, 1998)

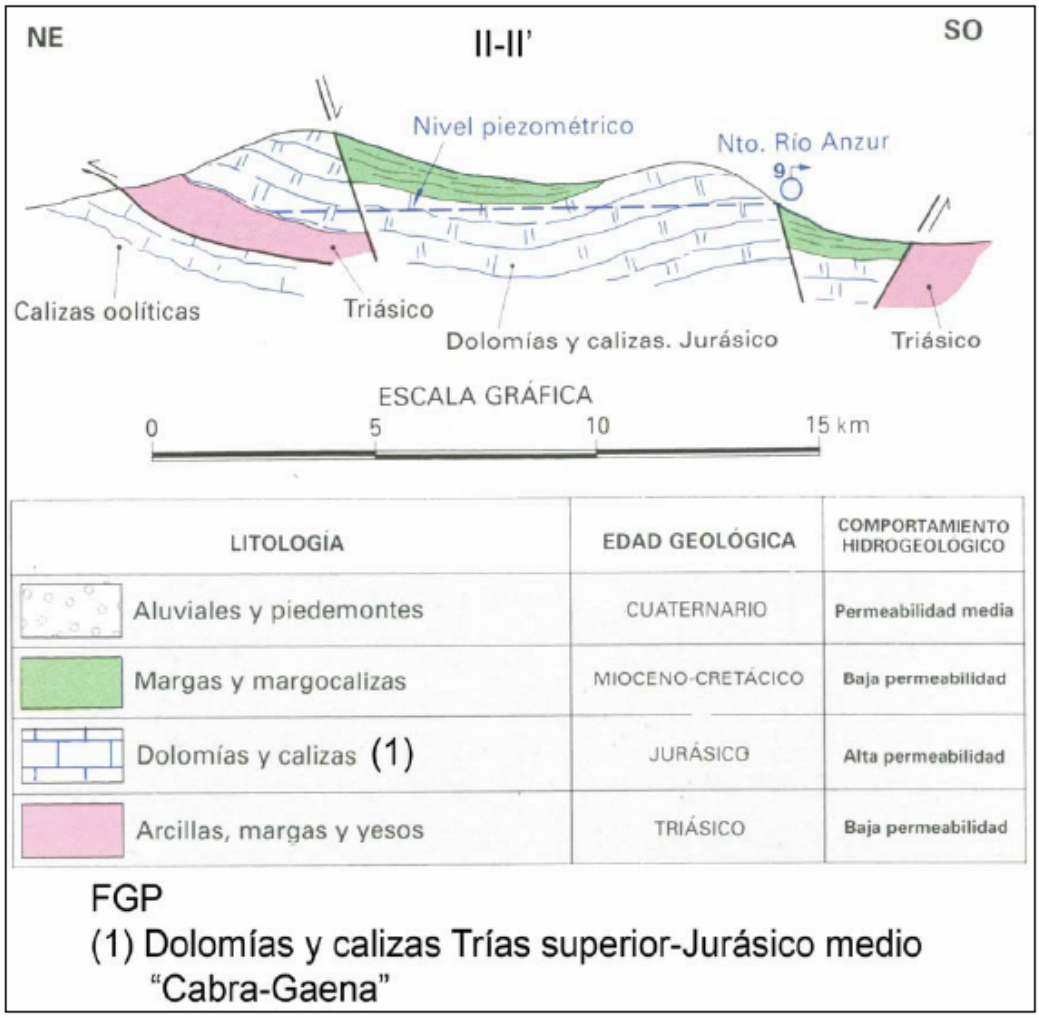


Figura 6: Corte geológico II-II' MASb Cabra-Gaena (051.035) (JA-IGME, 1998)

En el documento (IGME-DGA, 2010), se señala que el acuífero de Cabra-Alcaide descarga principalmente por siete manantiales. El sector oeste por los manantiales de Fuente del Río (174020008) a 500 m s.n.m. y Fuente de Las Piedras (174010004) a 460 m s.n.m. En la parte norte drena a través de Fuente Marbella (173970002) a 520 m s.n.m. Al este los manantiales de Fuente Alhama (173980001) a 490 m y Zagrilla (174040007) a 580 m y al sur, Fuente del Palancar (174030005) a 580 m s.n.m. y algunos sondeos surgentes.
El manantial surge en el contacto entre el frente de cabalgamiento del conjunto carbonático y su nivel de despegue triásico con las unidades margosas cretácicas.
El drenaje principal del acuífero de Gaena-Palojo se realiza al suroeste por el Nacimiento del río Anzur (174060002) y el manantial del Molino Anzur (174060003) ambos a 560 m s.n.m. Existe otra salida al noroeste por Fuente Jarcas (174020025) a 780 m s.n.m. de caudales muy pequeños en comparación con los del río Anzur y a mayor cota por lo que se presume que ambos sectores están desconectados.

Para la fuente de Marbella el documento (IGME-DGA, 2010), define un tramo granador en el río Bailén (051.035.006). La relación se ha definido en un tramo de 827 m de longitud, desde la Fuente Marbella (173970002), en el límite norte de la MASb Cabra-Gaena, hasta el cauce del río Bailén. Se trata de un tramo ganador por la descarga puntual de un único manantial.

El tramo identificado no constituye masa de agua superficial propia, pero tributa al río Bailén, el cual si constituye una MAS (código ES0511009007). La MAS está definida como masa natural con tipología de río mineralizado de baja montaña mediterránea.

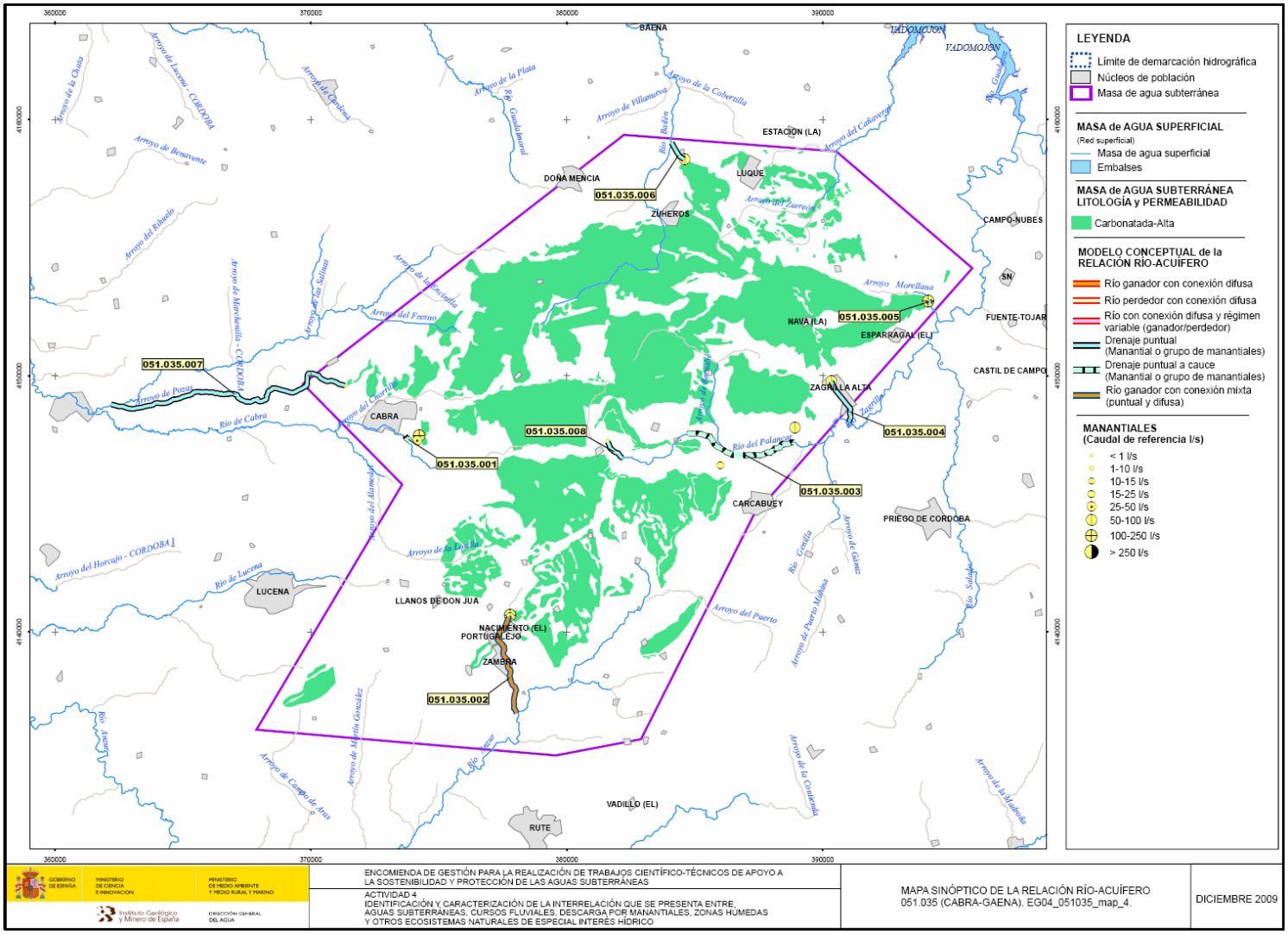


Figura 7 (Mapa sinóptico de la relación río-acuífero 05.035 (IGME-DGA, 2010)

5.- EVOLUCIÓN HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA

Para el tramo ganador del río Bailén, el documento (IGME-DGA, 2010), recoge:
Para la cuantificación de este tramo río acuífero se cuenta con la serie histórica de datos hidrométricos del manantial de Fuente Marbella, que abarca desde octubre de 1967 hasta septiembre de 2001, con un total de 63 valores registrados (NAE=63), para los cuales se obtiene un valor medio de 71 l/s. En el hidrograma se observa la variabilidad de los caudales, los cuales presentan gran relación con las precipitaciones. Los valores de caudales varían entre un máximo de 249 l/s y un mínimo de 0 l/s. El parámetro de agotamiento (α) es de 0,121 mes-1, lo que supone un periodo de semiagotamiento de 5,7 meses.

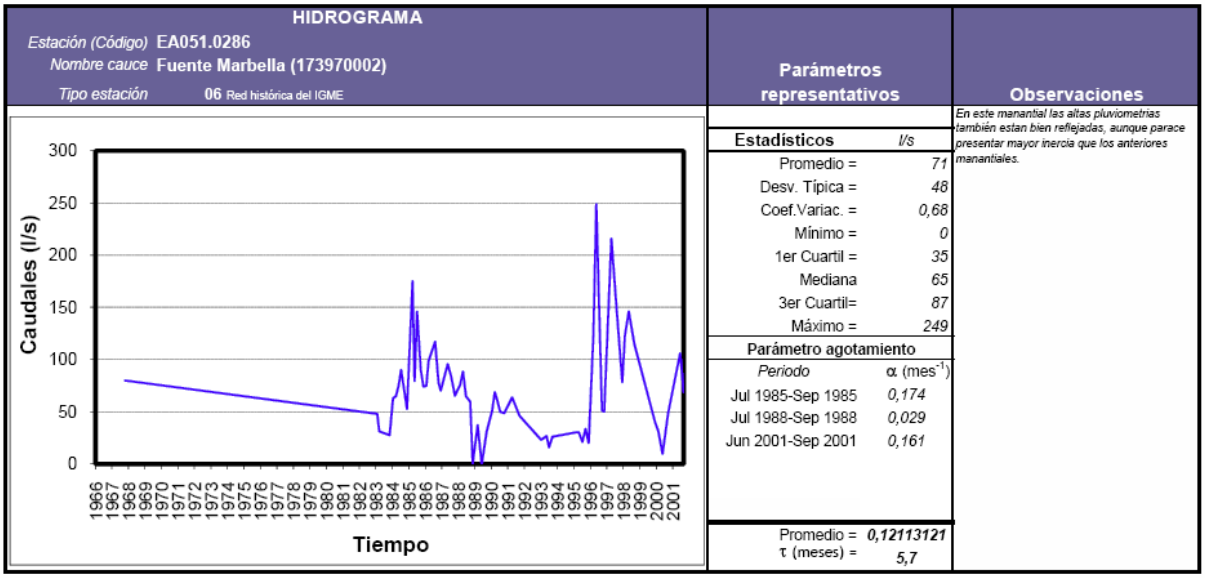


Figura 8: Hidrograma de Fuente Marbella (IGME-DGA, 2010)

Las aguas de la masa de agua presentan en general facies bicarbonatadas cálcicas excepto algunas aguas ligadas a materiales triásicos con aguas sulfatadas. Un resúmen de la características de las masa en base a 40 análisis se recoge en el cuadro adjunto:

Parámetro	Medio	Máximo	Mínimo
Cond. Eléctrica	507,8	797,0	234,0
pH	7,7	8,6	7,0
CO_3H	227,1	293,0	198,0
SO_4	53,0	144,0	0,6
NO_3	28,6	45	6
Ca	78,1	110,0	37,0
Mg	14,4	24,0	2,0
Cl	22,8	78,0	2,0
Na	11,0	40,0	0,0

Tabla 1: Características químicas de la unidad 05.35. Conductividad eléctrica en µmhos/cm, contenidos iónicos en mg/l.

El agua presenta una mineralización baja-media con facies bicarbonatada cálcica, destacando los elevados contenidos en sulfatos, cloruros, sodio y magnesio, los tres primeros ligados a la presencia del sustrato triásico detrítico-evaporítico y el último al largo tiempo de tránsito del agua sobre la dolomía.

El manantial presenta respuestas a la lluvia bastante largas en el tiempo (según información recopilada 2-3 meses), con una cierta distorsión por drenaje diferido entre las diferentes formaciones carbonáticas que aparecen parcialmente aisladas por niveles margosos.

En lo que respecta a la hidroquímica, el agua correspondiente a este manantial es bicarbonatada-calcica, aunque con una notable presencia del resto de iones principales como Mg^{2+}, Na^{+}, Cl^{-}, SO_4^{2-}, como se puede observar en los diagramas de las figuras 9 y 10, con un nivel medio de mineralización. Para el período 1967-2001 presenta una conductividad eléctrica media de 627 µS/cm y pH de 7,7.

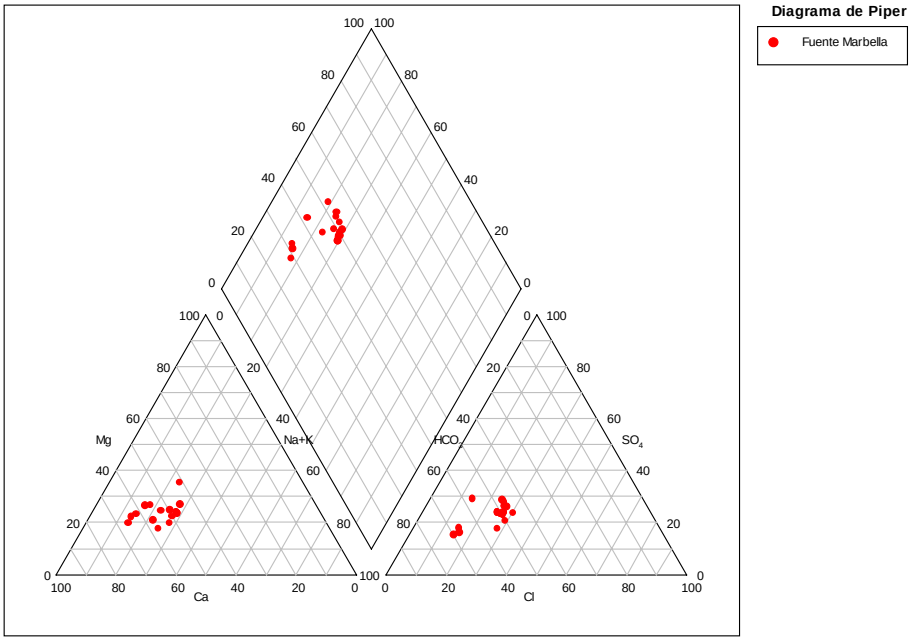


Figura 9: Diagrama de Piper del agua del manantial Fuente Marbella correspondiente al período 1967-2001.

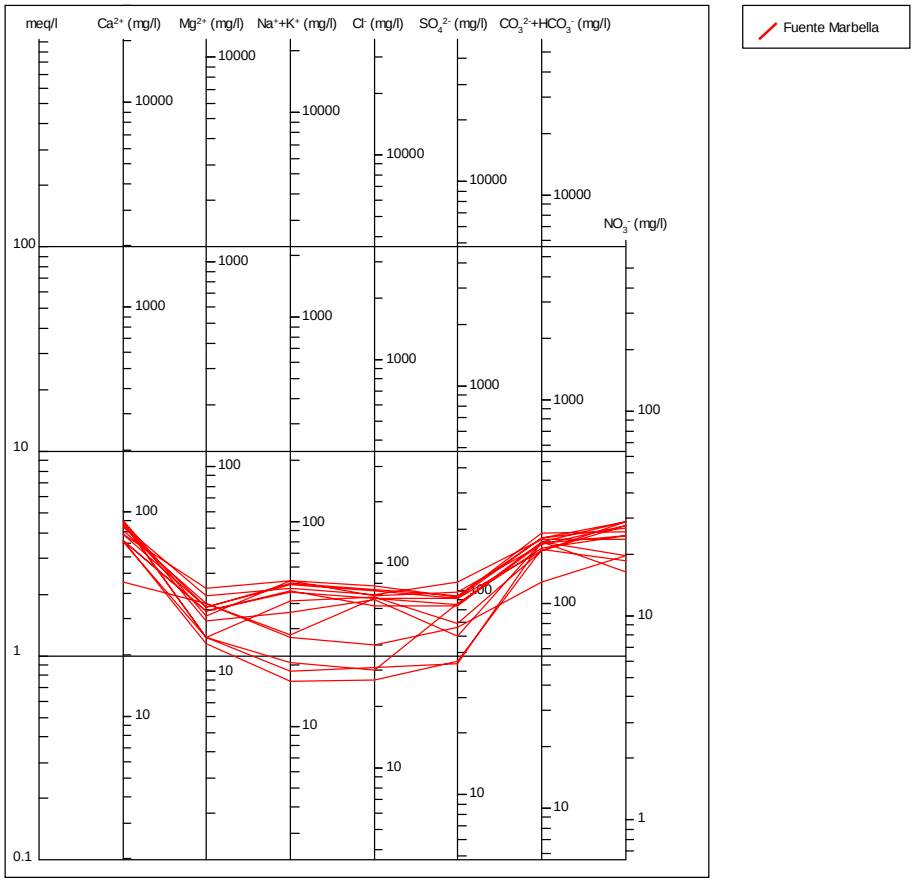


Figura 10: Diagrama de Shoeller del agua del manantial Fuente Marbella correspondiente al período 1967-2001.

6.- VALORACIÓN DEL INTERÉS

El interés es alto-muy alto desde el punto de vista hidrogeológico, científico, económico y cultural. Se sitúa dentro del Parque Natural de la Subbética de Córdoba considerado como Geoparque y es una zona de especial conservación (directivas 92/43 y 79/409 CEE).

Panorámica de Fuente Marbella (Jorge Jiménez Sánchez)

Fuente Marbella (Juan Carlos Rubio Campos)

Fuente Marbella (Jorge Jiménez Sánchez)

7.- PROTECCIÓN PROPUESTA

7.1.- Presiones

En algunos manantiales de la zona ya se notan las presiones relacionadas con actividad ganadera y agrícola con presencia de elevados contenidos de nitratos, así como algunos descensos de nivel.
Está considerada la masa de agua en buen estado cuantitativo y químico. El índice de explotación es <0,4 (IE<0,4), con algún descenso de nivel dudoso. Las explotaciones alcanzan unos 0,89 hm^3/año frente a 47 hm^3/año de recursos renovables (CHG, 2010).
El Plan Hidrológico considera a la masa de agua en la categoría de 5 como masa estratégica, admitiendo captaciones sólo para abastecimiento urbano y concesiones para uso industrial que sumarán para toda la Cuenca un máximo de 5 hm^3/año.

7.2.- Figuras de protección, normativa y perímetros previos

Dentro de la masa de agua ya se recogía, en el documento (IGME-CHG, 2001), una distancia de 500 m. de los cauces, donde se proponía la prohibición de nuevas captaciones con objeto de la protección ecológica de los ríos (Río Anzur y Río Bailón).

Además se establecían zonas para protección de uso urbano entre otros en el Nacimiento del río Anzur y en la Fuente de Marbella.

Se encuentra localizado dentro de las siguientes figuras de protección:

- LIC Y ZEPA: ES6130002 Sierra Subbética.
- Geoparque: Sierra Subbética (2006).
- Parque Natural: Sierras Subbéticas (1988).
- Lugar de Interés Hidrogeológico (LIH).

7.3.- Zonación propuesta

El objetivo es la protección de la Fuente de Marbella y de la zona ganadora del río Bailén.
Se propone una zona tipo A, donde no se autorizarán captaciones adicionales ni actividades potencialmente contaminantes con un radio de 4800 m, centrado en el manantial y con límites por el Norte de la poligonal que define la masa de agua, y una zona tipo B que abarcaría el resto de las formaciones acuíferas, donde sólo se autorizarán captaciones para abastecimiento urbano y captaciones menores de 7000 m^3/año.
Ambos sectores tienen relación con los apartados 1, 2, 3, 5 y 6 de la tabla 1.

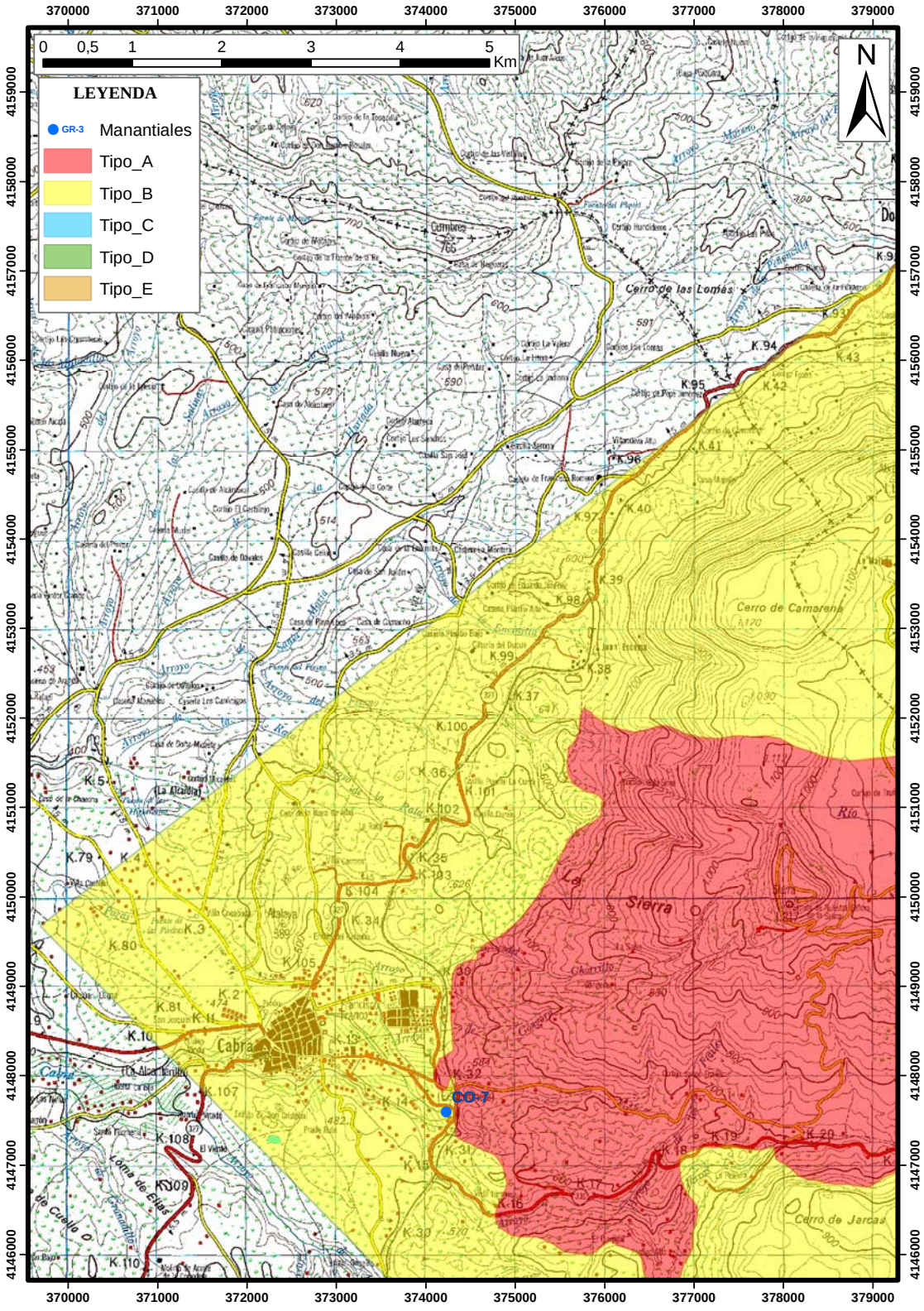


Figura 11: Zonación propuesta para la protección de la Fuente de Marbella y de la zona ganadora del río Bailén (CO2). Escala original 1:50.000. Zona noroccidental 1 de 5.

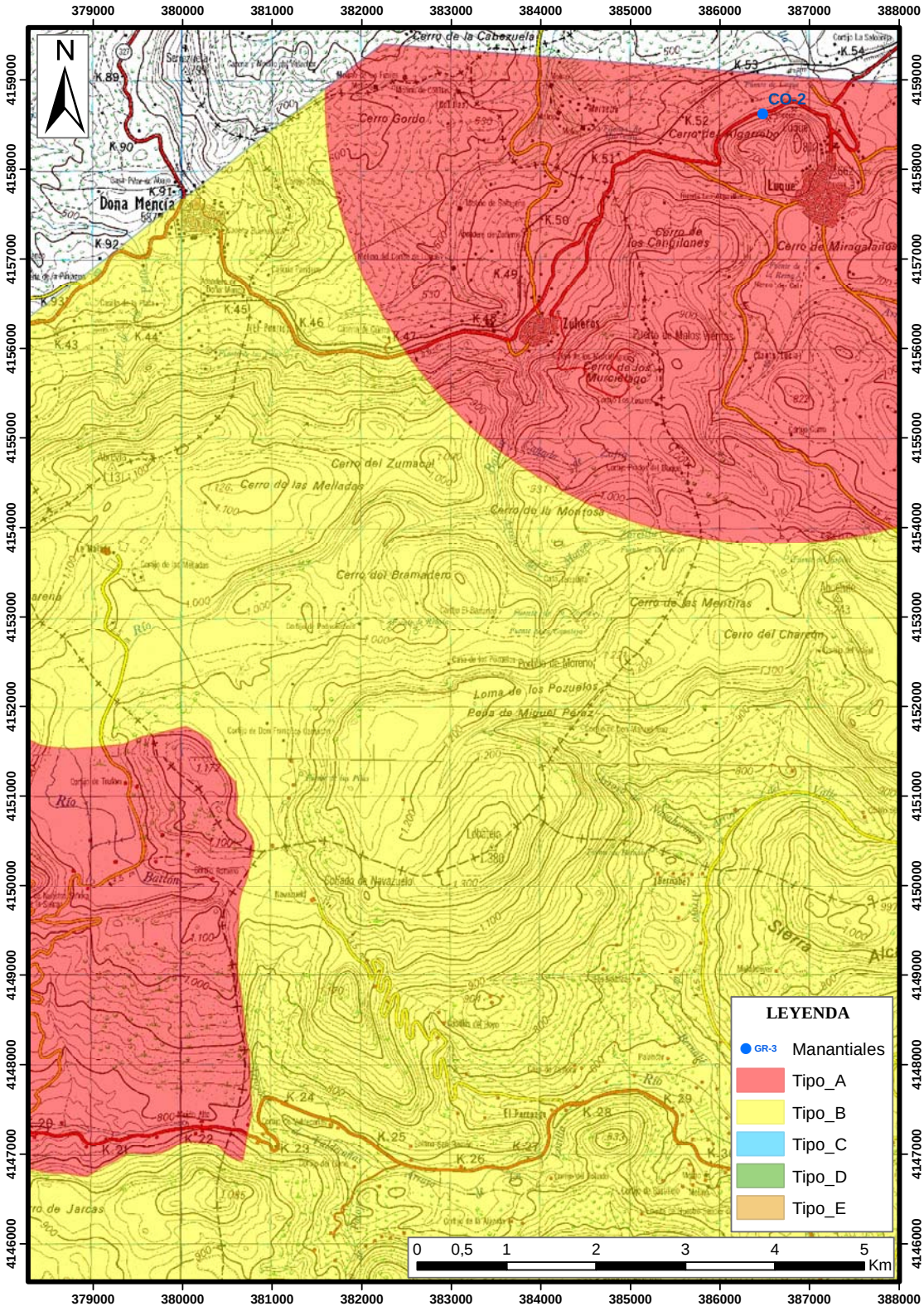


Figura 12: Zonación propuesta para la protección de la Fuente de Marbella y de la zona ganadora del río Bailén (CO2). Escala original 1:50.000. Zona nortecentral 2 de 5.

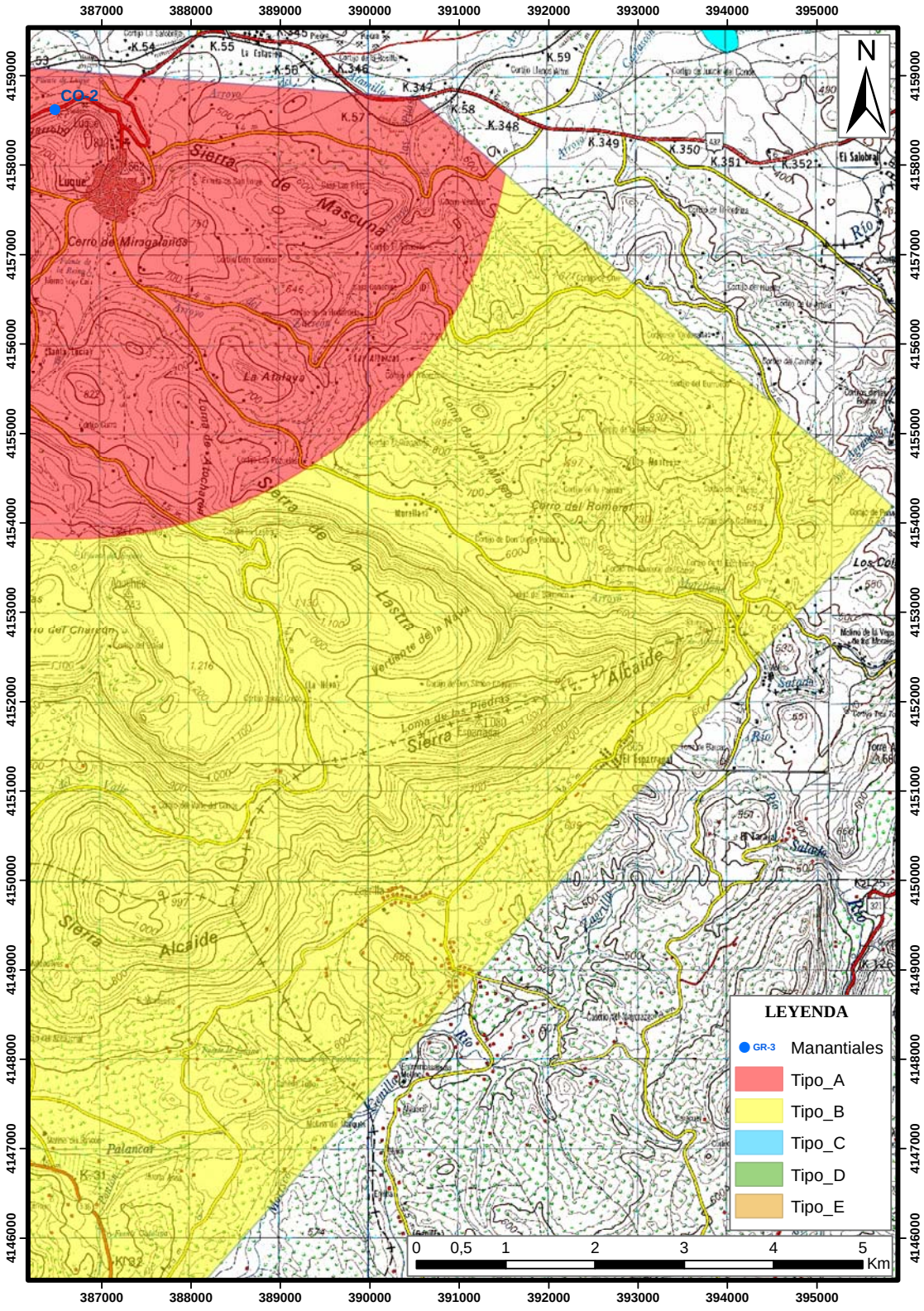


Figura 13: Zonación propuesta para la protección de la Fuente de Marbella y de la zona ganadora del río Bailén (CO2). Escala original 1:50.000. Zona nororiental 3 de 5.

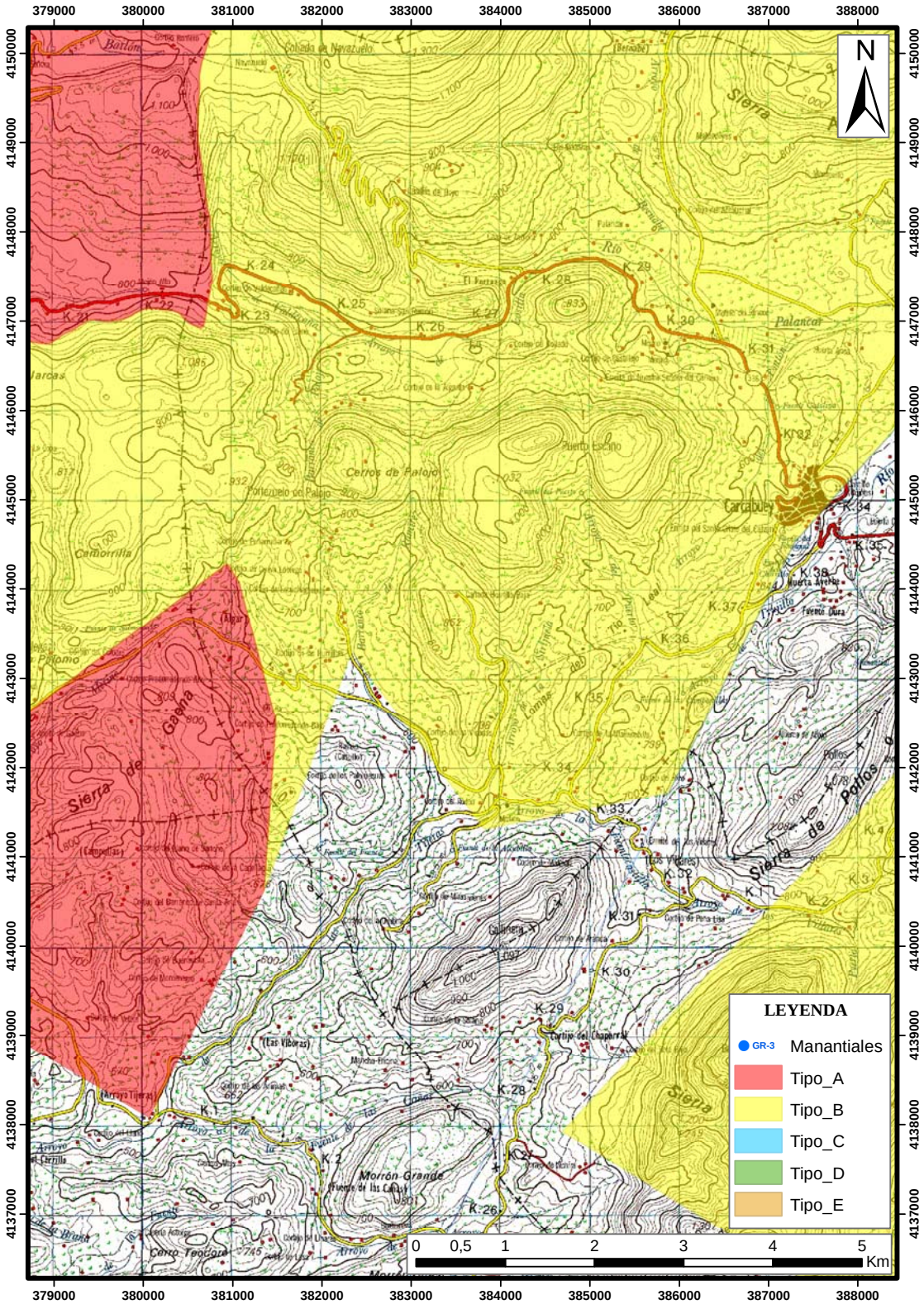


Figura 14: Zonación propuesta para la protección de la Fuente de Marbella y de la zona ganadora del río Bailén (CO2). Escala original 1:50.000. Zona suroriental 4 de 5.

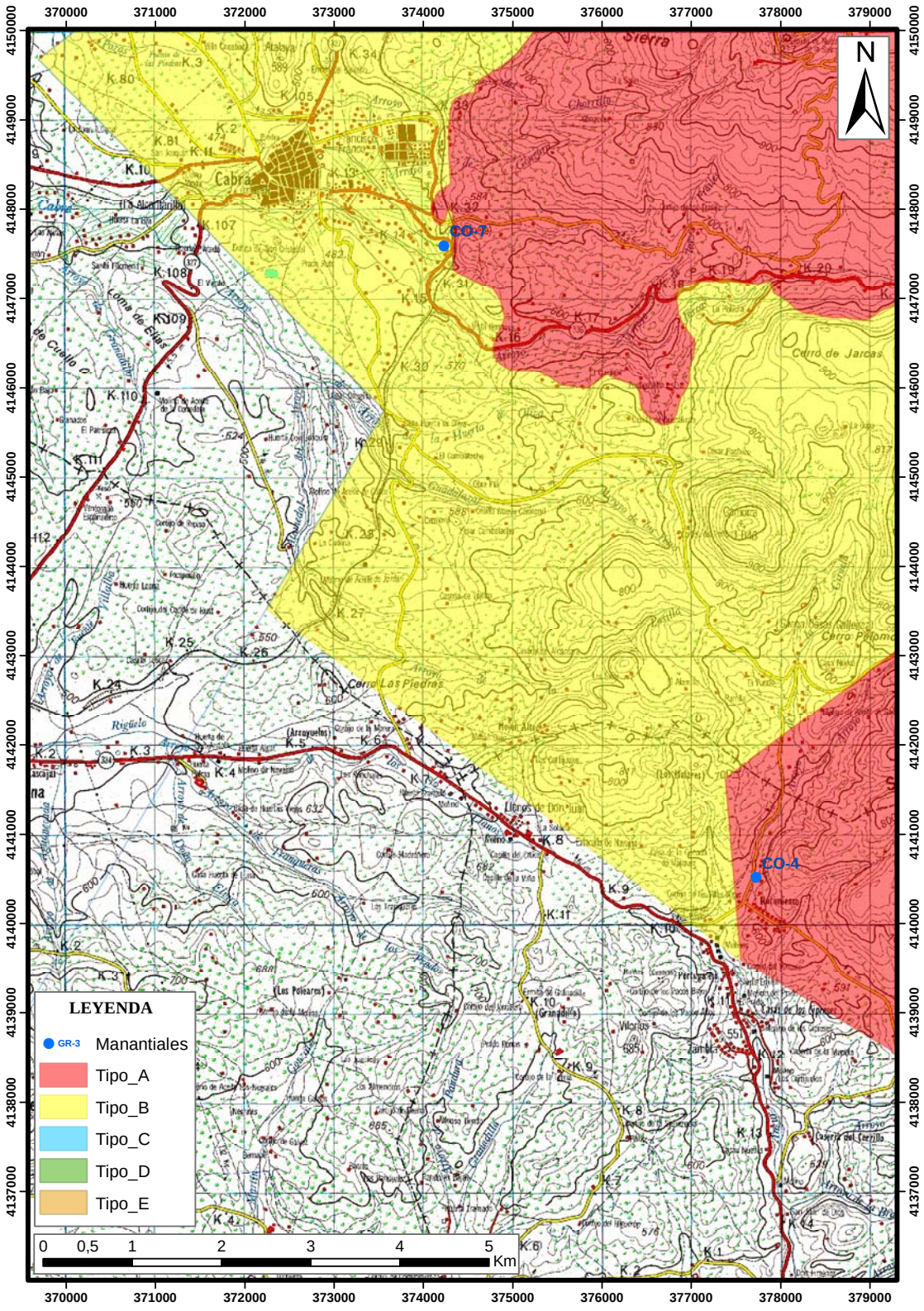


Figura 15: Zonación propuesta para la protección de la Fuente de Marbella y de la zona ganadora del río Bailén (CO2). Escala original 1:50.000. Zona suroccidental 5 de 5.

8.- APROVECHAMIENTO POSIBLE

Se propone la instalación de un cartel explicativo sobre la hidrogeología vinculada al manantial en las inmediaciones de éste.
En su entorno existe un área recreativa con aparcamiento muy cómodo junto a la carretera y una fuente ornamental de interés.

Abrevadero junto a las surgencias de Fuente Marbella (Juan Carlos Rubio Campos)

El estado de conservación se puede decir que es aceptable o bueno.
Existe una buena infraestructura de alojamiento y de restaurantes en los próximos núcleos de Luque y Zuheros.
La proximidad a la carretera hace que debamos extremar las medidas para el tránsito de vehículos junto al área recreativa. Además, es preciso tomar precauciones para no dejar restos de basura en el entorno.

Fuente Marbella (Juan Carlos Rubio Campos)

9.- PROPUESTA DE INDICADORES

El aforo tradicionalmente se realizaba dentro de una caseta de distribución de EMPROACSA según el croquis que se acompaña (figura 16).

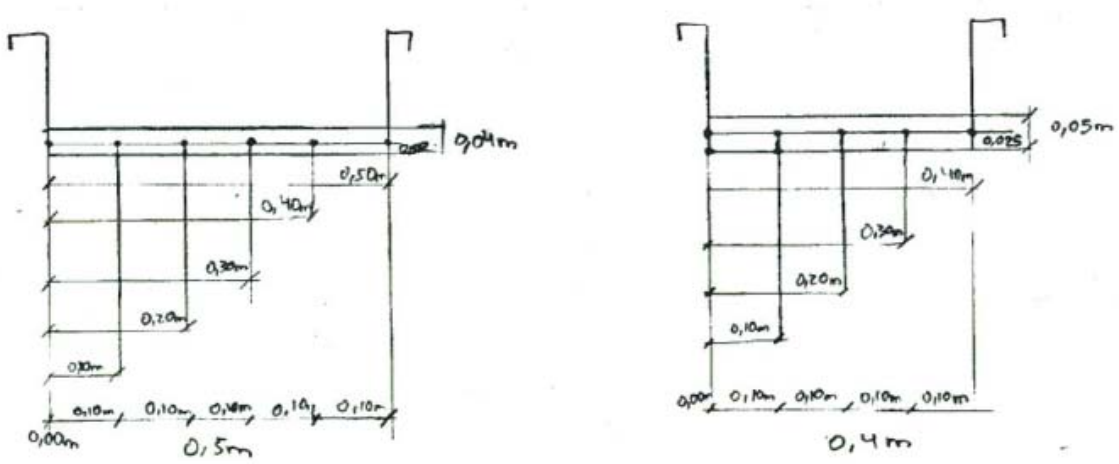


Figura 16: Croquis punto de aforo

Para el control del caudal se propone un registro en continuo en el punto (1) del esquema (figura 17) así como añadir el caudal de abastecimiento urbano a Luque y Baena.

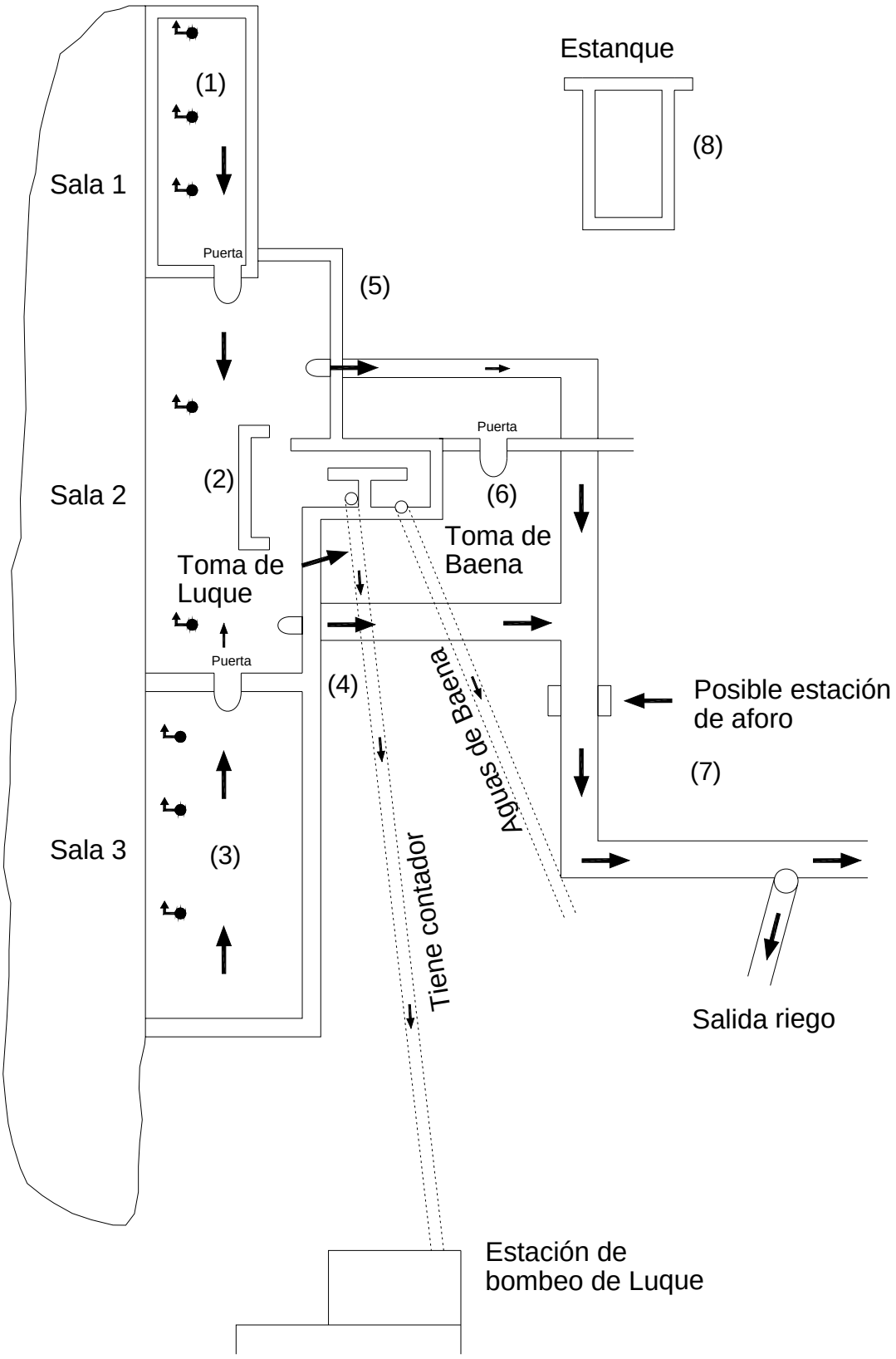


Figura 17: Esquema de acondicionamiento de Fuente Marbella

Sala 1 de Fuente Marbella (Punto 1 de la fig. 17) (Jorge Jiménez Sánchez)

Sala 2 de Fuente Marbella (Punto 2 de la fig. 17) (Jorge Jiménez Sánchez)

Sala 3 de Fuente Marbella (Punto 3 de la fig. 17) (Jorge Jiménez Sánchez)

Salida a la derecha desde la puerta principal para la comunidad de regantes (Punto 4 de la fig. 17) (Jorge Jiménez Sánchez)

Salida a la izquierda desde la puerta principal para la comunidad de regantes (Punto 5 de la fig. 17) (Jorge Jiménez Sánchez)

Entrada a las salas (Punto 6 de la fig. 17) (Jorge Jiménez Sánchez)

Unión de las acequias de la comunidad de regantes (Punto 7 de la fig. 14) (Jorge Jiménez Sánchez)

Abrevadero junto a las surgencias de Fuente Marbella (Punto 8 de la fig. 14) (Jorge Jiménez Sánchez)

10.- BIBLIOGRAFÍA

CHG (2010). Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (documento para consulta pública).

Diputación Provincial de Córdoba (2000). Fuentes de la Provincia de Córdoba. Estudios de Medio Ambiente Provincial nº1.

IGME-CHG (2001). Revisión y actualización de las normas de explotación de las Unidades Hidrogeológicas de las Cuencas del Guadalquivir y Guadalete-Barbate. Propuesta de normativa y definición de nuevas Unidades Hidrogeológicas.

IGME-DGA (2010). Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial relevancia hídrica.

Junta de Andalucía-IGME (1998). Atlas hidrogeológico de Andalucía.

CO-3 FUENTE DEL REY (PRIEGO DE CÓRDOBA)

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

1.- SITUACIÓN Y USOS DEL AGUA

Fuente del Rey, situada dentro del núcleo de Priego de Córdoba es una de las fuentes más reconocidas de la provincia de Córdoba.
A una cota de 630 m s.n.m., con nº de registro nacional del IGME 174040001 y referencia CO-3 en el Plan de conservación, presenta las coordenadas UTM siguientes:

X = 394220
Y = 4144111

Destaca la importante área recreativa relacionada con la plaza donde se sitúa el manantial y su uso para abastecimiento, regadío y recreo. Se incluye en la masa de agua 051.036 situada al Sureste de Córdoba, ocupando incluso una pequeña parte de la provincia de Granada.

La poligonal envolvente tiene una superficie total de 281 km2, de los cuales 72,5 km2 corresponderían a formaciones geológicas permeables, en concreto a dolomías y calizas dolomíticas de los cabalgamientos del Subbético. La cota máxima dentro de la MASb es de 1.567 m s.n.m., la cota mínima es de 420 m s.n.m. y la cota media se localiza a 735 m s.n.m.

Manantial de la Salud de Fuente del Rey (Juan Carlos Rubio Campos)

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

Manantial de la Salud de Fuente del Rey (Juan Carlos Rubio Campos)

Plano de situación realizado en ARCMAP:

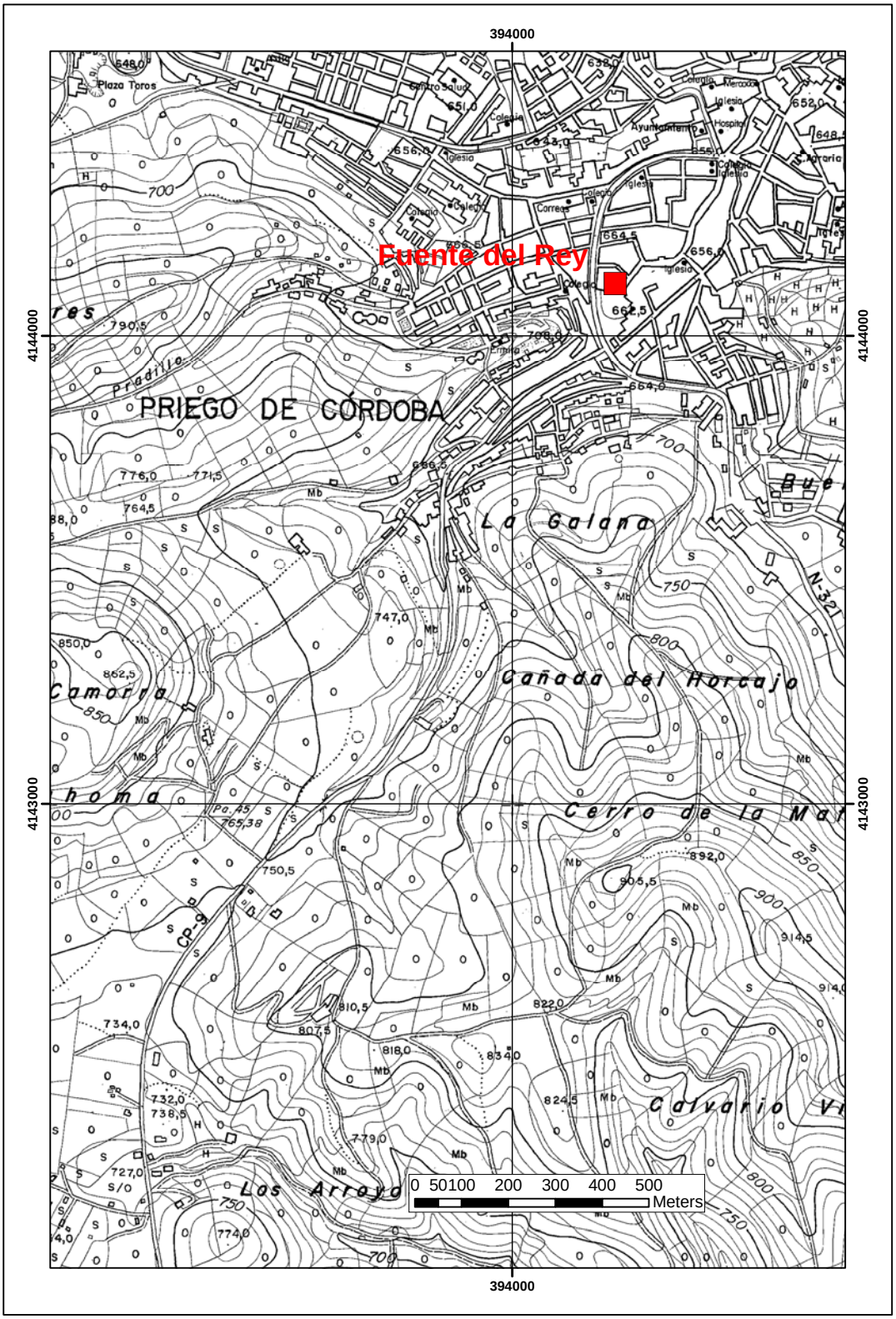


Figura 1: Plano de situación topográfico. Escala original 1:10000

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

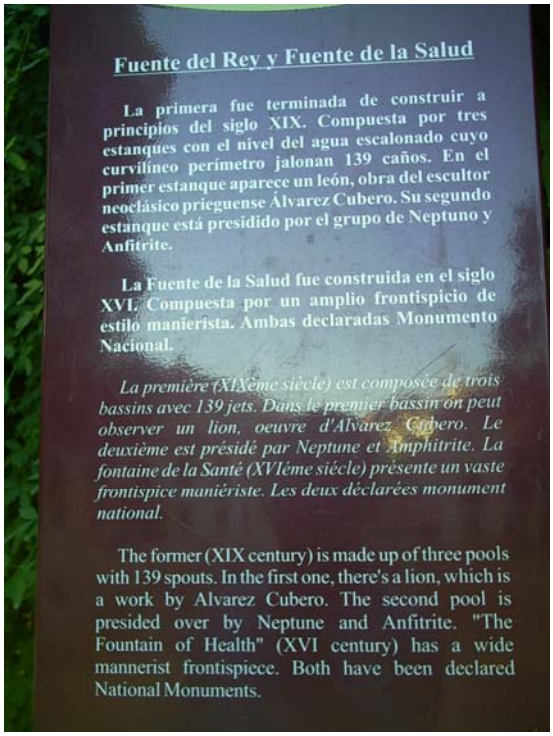
Figura 2: Plano de situación ortofoto. Escala original 1:10000

2.- REFERENCIAS HISTÓRICAS

En el documento (Diputación de Córdoba, 2000), ya se destaca la importancia decorativa e histórica de la Fuente del Rey. Constituye un ejemplo de excelencia de la arquitectura relacionada con el agua. Se emplaza al final de la denominada calle del río y fue construida por Remigio del Mármol en 1803. La fuente considerada como barroca se desarrolla en 3 estanques cuya agua proviene de la denominada como Fuente de la Salud con 130 caños. En el interior hay un decorado que representa a Neptuno y Anfitrite sobre un carro tirado por caballos, un león de Álvaro de Cubero y un mascarón de boca abierta por donde sale la fuente.

El manantial de la Salud y la fuente se sitúan en un parque de gran belleza donde destaca la arboleda de olmos blancos de gran altura. Destaca también el frontón de la Fuente o la Salud realizada por Francisco de Castillo en 1585 que constituye un ejemplo de la arquitectura del renacimiento. Da cobijo a la Virgen de La Salud y a varias figuras mitológicas.

Una descripción muy detallada aparece en el documento (AAA-UG, 2008). En el entorno de Priego hay vestigios ibéricos y el núcleo urbano fue ocupado por romanos y árabes.



Cartel explicativote la construcción de Fuente del Rey y Fuente de la Salud (Jorge Jiménez Sánchez)

Fuente de los Cien Caños (Juan Carlos Rubio Campos)

3.- FLORA Y FAUNA ASOCIADA

La diversidad de especies es la que puede esperarse en una fuente tan antropizada como ésta. La única flora presente en las rocas del mismo nacimiento es un helecho típico de ambientes húmedos como es el culantrillo del pozo, al que acompaña de forma dispersa las típicas hierbas de los muros, la denominada parietaria o hierba caracolera.

En el interior del manantial la única cobertura vegetal son diminutas algas verdes tapizando la roca, que constituyen la dieta principal de pequeños caracoles como *Theodoxus fluviatilis* y para el pequeño crustáceo *Gammarus*. El resto del área sólo presenta los típicos árboles de jardinería que caracterizan las zonas ajardinadas urbanas.

Dos de los habitantes de la fuente: el caracolillo *Theodoxus fluviatilis* y, junto a él, el crustáceo *Gammarus*. (Ricardo Salas)

Fondo del estanque del manantial de la Salud (Jorge Jiménez Sánchez)

4.- CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO-GEOLÓGICO

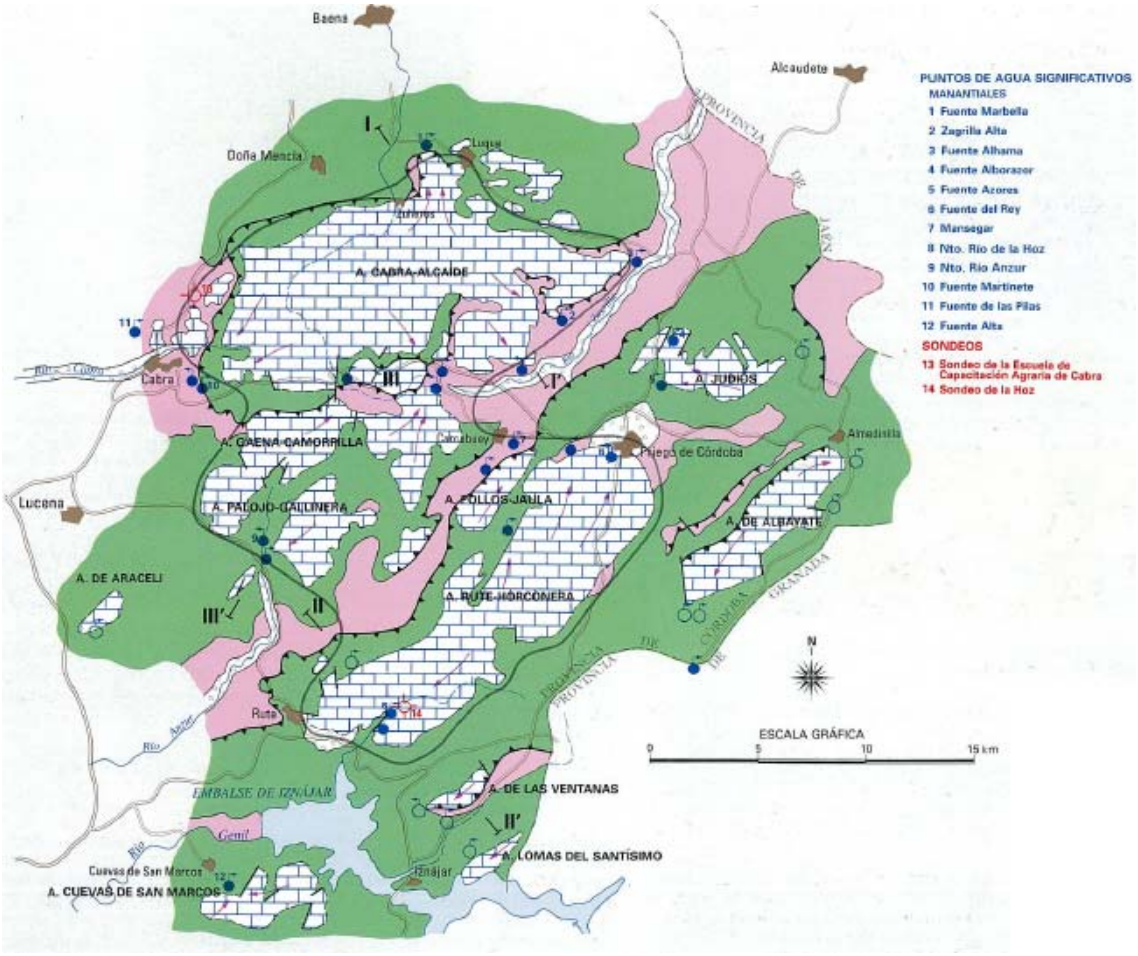


Figura 3: Acuíferos de las Sierras Subbéticas de Córdoba (JA-IGME, 1998)

La masa de agua engloba cuatro acuíferos: Las Ventanas, Los Judíos, Pollos-Jaula y Rute-Horconera donde se encuentra el manantial.

Las MASb Rute-Horconera se encuentra ubicada en el sector central de las Cordilleras Béticas, dentro de las Zonas Externas. Concretamente se enmarca dentro del dominio Subbético Medio.

La estructura tectónica del Subbético es bastante compleja, debido a la existencia de una serie sucesiva de cabalgamientos que da lugar a una estructura en escamas, que han utilizado la plasticidad de las margas del Trías Keuper como superficie de deslizamiento.

Las formaciones subbéticas presentes en el área, están constituidas por materiales de facies terrestres y marinas de aguas someras, siendo las dolomías, las calizas, las margas, las margocalizas y las areniscas, de edades comprendidas entre el Trías y el Cretácico, las rocas más abundantes en la serie estratigráfica. Los materiales eocenos y oligocenos, con menor representación superficial, muestran facies y composición litológica semejantes.

En el acuífero Rute-Horconera encontramos pliegues muy agudos, cuyos flancos y charnelas están fallados y compartimentan la subunidad al poner en contacto formaciones impermeables con permeables.

En el acuífero Rute-Horconera la descarga natural se produce a través de un conjunto de surgencias repartidas a lo largo del perímetro de las formaciones acuíferas, siendo despreciables las extracciones en pozos o por bombeo. Se pueden diferenciar tres sectores independizados. El sector de La Tiñosa que drena en su sector noreste por dos surgencias naturales, la Fuente del Rey o La Salud (174040001)

a 630 m s.n.m. de cota y el manantial de la Milana (174040003) a 670 m s.n.m., con un sentido de flujo de suroeste al noreste. El sector de Bermejo-Sierra de Rute-La Hoz drena en tres surgencias muy próximas entre sí. La más importante es el Nacimiento del Río de La Hoz (174130002), situado en el extremo suroeste del sistema hidrogeológico. La piezometría está definida por esta surgencia del Nacimiento del río de la Hoz, a cota 500 m s.n.m. Presenta flujos subterráneos en sentido noreste-suroeste. Y finalmente, el sector de Loma de las Chozas que drena en el manantial del Arrimadizo (174080001) a 840 m s.n.m., el de mayor cota de toda la Subunidad de Rute-Horconera, con un flujo subterráneo en sentido sur-norte.

En el documento (IGME-DGA, 2010), se define el tramo ganador denominado Río Salado (051.036.006). La relación se ha definido en un tramo de 352 m de longitud sobre el río Salado, donde se supone descargaba el arroyo que nacía en la Fuente del Rey (174040001), una de las descargas más importantes del sector La Tiñosa del acuífero de Rute-Horconera. Se trata de un tramo ganador por la descarga puntual de un único manantial.

El tramo identificado no constituye masa de agua superficial propia, pero tributa al río Salado, el cual si constituye una MAS (código ES0511009011), compuesta por varios cauces como el río Zagrilla, río Palancar y río Genilla. La MAS está definida como masa natural con tipología de río mineralizado de baja montaña mediterránea.

5.- EVOLUCIÓN HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA

En el documento (IGME-DGA, 2010), se señala para el tramo del río Salado que para la cuantificación de este tramo río acuífero se cuenta con la serie histórica de datos hidrométricos del manantial de Fuente del Rey (174040001), que abarca desde noviembre de 1967 hasta mayo de 1996, con un total de 51 valores registrados (NAE=51), para los cuales se obtiene un valor medio de 124 l/s. En el hidrograma se observa la variabilidad de los caudales, los cuales presentan una moderada relación con las precipitaciones. Los valores de caudales varían entre un máximo de 485 l/s y un mínimo de 29 l/s. El parámetro de agotamiento (α) es de 0,103 mes-1, lo que supone un periodo de semiagotamiento de 6,7 meses.

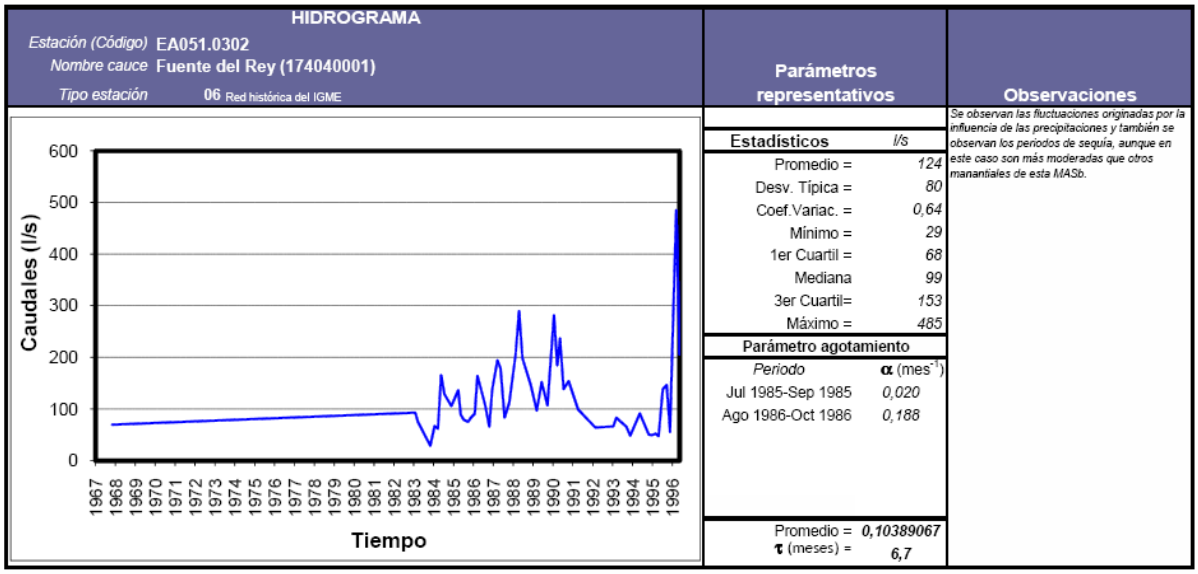


Figura 4: Hidrograma de Fuente del Rey (IGME-DGA, 2010)

Las aguas son de facies sulfatada-bicarbonatada cálcica posiblemente en relación con el substrato triásico.

En lo que respecta a la hidroquímica, el agua correspondiente a este manantial es sulfatada-bicarbonatada-calcica, como se puede observar en los diagramas de las figuras 5 y 6, con un nivel medio-alto de mineralización. Para el período 1967-1997 presenta una conductividad eléctrica media de 876 µS/cm y pH de 7,6.

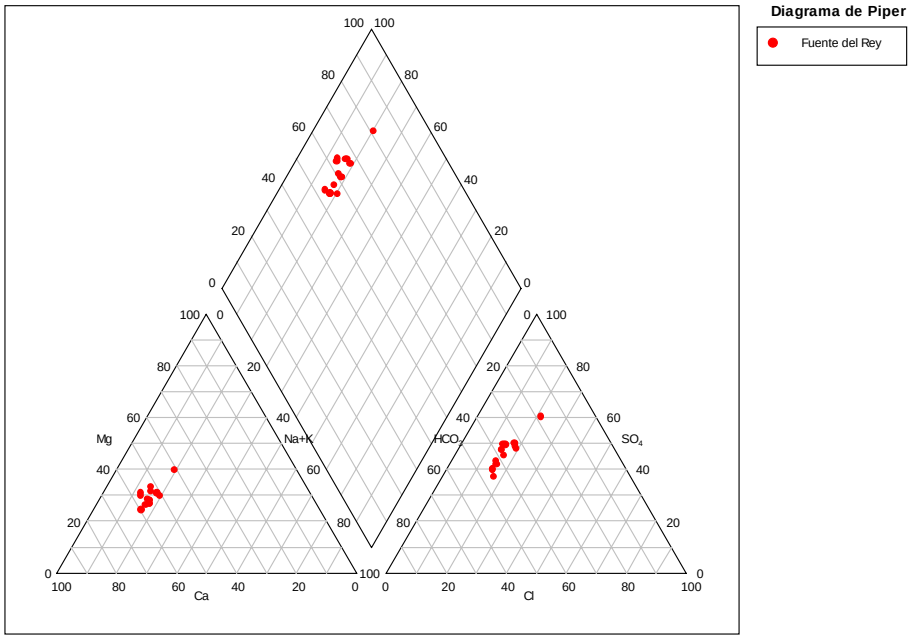


Figura 5: Diagrama de Piper del agua del manantial Fuente del Rey correspondiente al período 1967-1997.

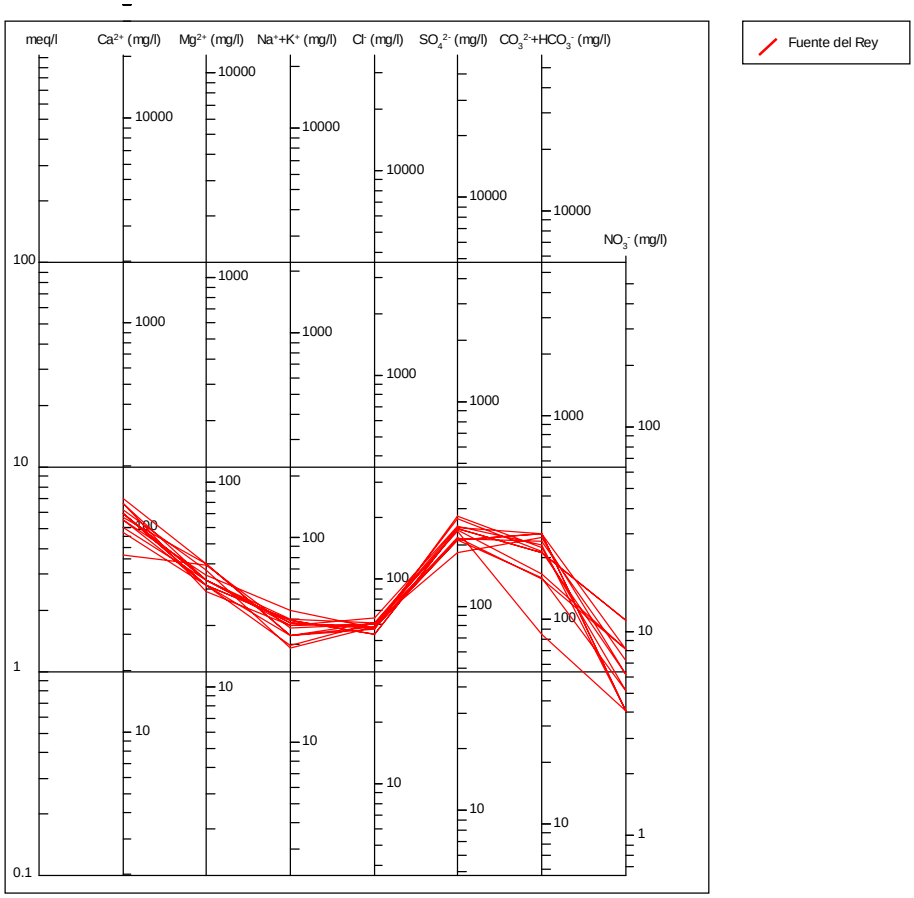


Figura 6: Diagrama de Shoeller del agua del manantial Fuente del Rey correspondiente al período 1967-1997.

6.- VALORACIÓN DEL INTERÉS

La valoración del interés es alta-muy alta desde todos los puntos de vista (hidrogeológico, ambiental, científico, económico, histórico y recreativo).

Es un BIC (Bien de Interés Cultural reconocido) y uno de los drenajes principales de la Sierra Carbonática del Parque de la Subbética de Córdoba, declarado Geoparque en un entorno muy cuidado.

La restauración y el alojamiento están asegurados en Priego, así como el acceso.

Fuente del Rey (Jorge Jiménez Sánchez)

Panorámica del manantial de la Salud y Fuente del Rey (Jorge Jiménez Sánchez)

7.- PROTECCIÓN PROPUESTA

7.1.- Presiones

Existe cierta presión sobre el acuífero debido a las posibles fugas en la red de saneamiento de Priego de Córdoba sobre el manantial de la Salud.

Además es de destacar en todo el entorno carbonático de la masa de agua, en ocasiones, elevados contenidos de nitratos posiblemente de granjas de estabulación ganadera así como la presencia de balsas de alpechín (IGME-CHG, 2001).

La masa se considera en buen estado cuantitativo y químico, con un índice de explotación menor de 0,4 (IE<0,4), descenso de niveles dudoso y una extracción de 0,34 hm^3/año frente a 23,5 hm^3/año de recarga natural (CHG, 2010).

La masa es considerada como estratégica con la categoría 5 en el Plan Hidrológico que propone admitir sólo nuevas captaciones para abastecimiento urbano y un máximo de 5 hm^3/año para uso industrial en toda la Cuenca.

7.2.- Figuras de protección, normativa y perímetros previos

En el documento (IGME-CHG, 2001), ya se establecía una zonificación incipiente sobre el manantial de La Salud como protección del abastecimiento urbano.

Además se encuentra formando parte del BIC Fuente del Rey declarado en 1984. se incluye en el catálogo de Georrecursos de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y es reconocido como Lugar de Interés Hidrogeológico (LIH).

7.3.- Zonación propuesta

El objetivo es la protección del manantial de Fuente del Rey.

Se propone el establecimiento de una zona no autorizada tipo A en un radio de 4800 m centrado en el manantial y una zona tipo B que englobaría un gran sector oriental del conjunto Rute-Horconera, donde sólo se permitirían captaciones para abastecimiento urbano y menores de 7000 m^3/año.

El sector tiene relación con los apartados 2, 4 y 5 de la tabla 1.

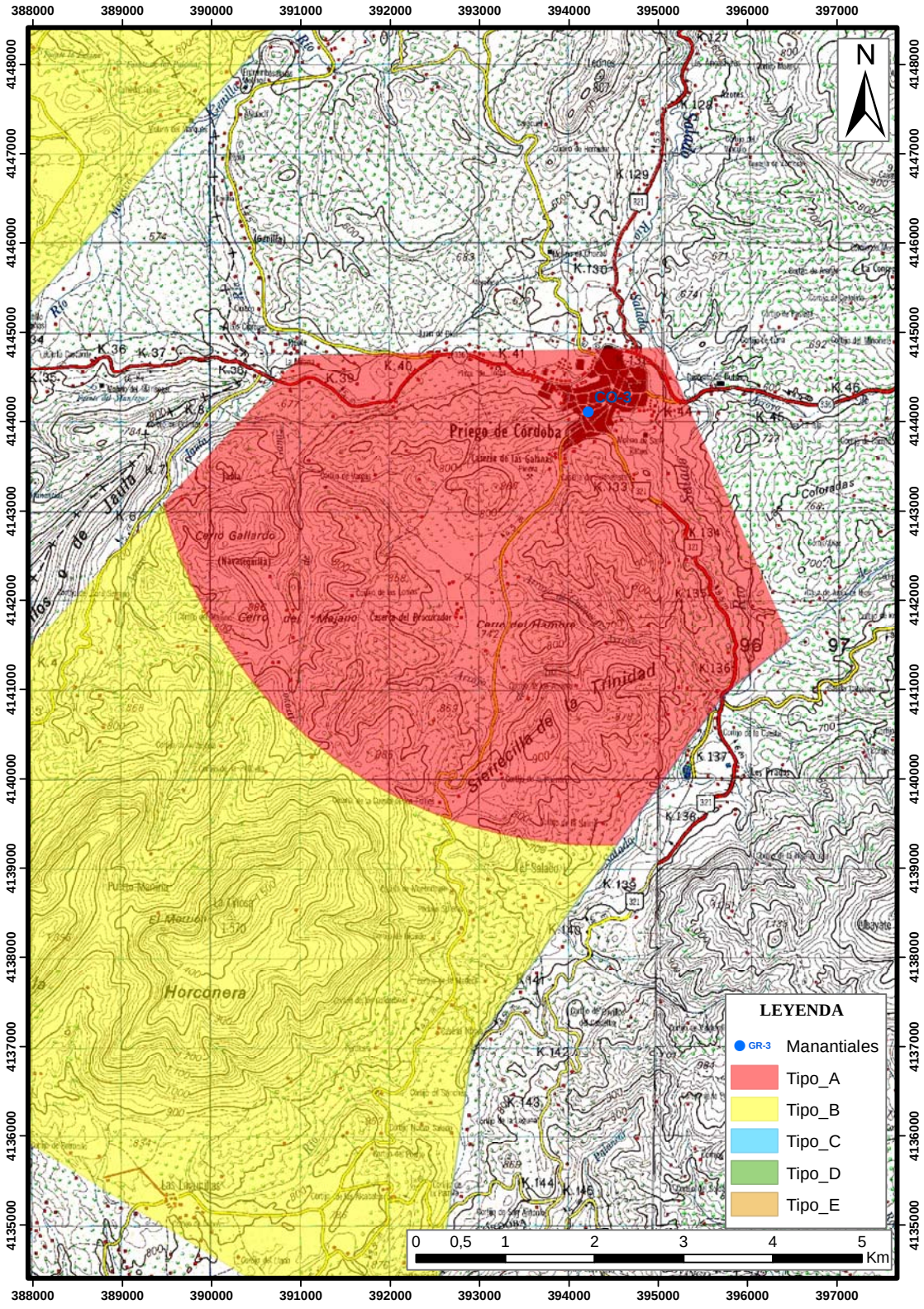


Figura 7:Zonación propuesta para la protección del manantial de Fuente del Rey (CO3). Escala original 1:50.000. Zona norte 1 de 2.

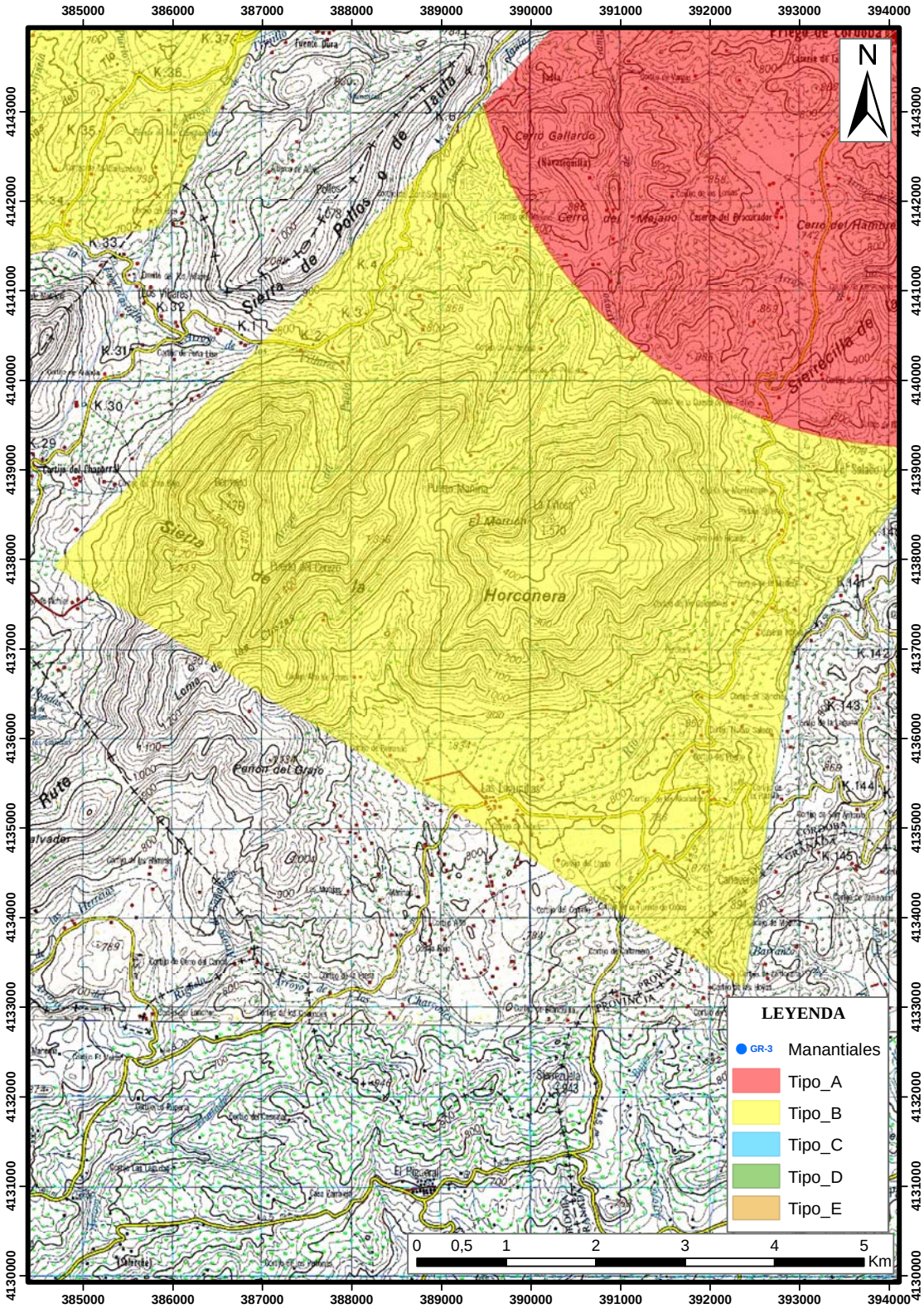


Figura 8: Zonación propuesta para la protección del manantial de Fuente del Rey (CO3). Escala original 1:50.000. Zona sur 2 de 2.

8.- APROVECHAMIENTO POSIBLE

Situada en el núcleo de Priego de Córdoba es una de las fuentes más reconocidas de Córdoba. Posee un alto interés y aprovechamiento, con un uso para abastecimiento urbano, regadío y recreativo, importante por la plaza en la que se encuentra.

Fuente del Rey (Juan Carlos Rubio Campos)

9.- PROPUESTA DE INDICADORES

Se propone el acondicionamiento de la sección de aforos tradicional de salida de Fuente del Rey de La Salud en el punto 1 del croquis (ver figura 9 y foto), además del control con caudalímetro, ya existente del agua que se dirige desde el manantial al abastecimiento urbano. En la actualidad la arqueta para acceder a la sección de aforos se encuentra bajo el arbero del parque.

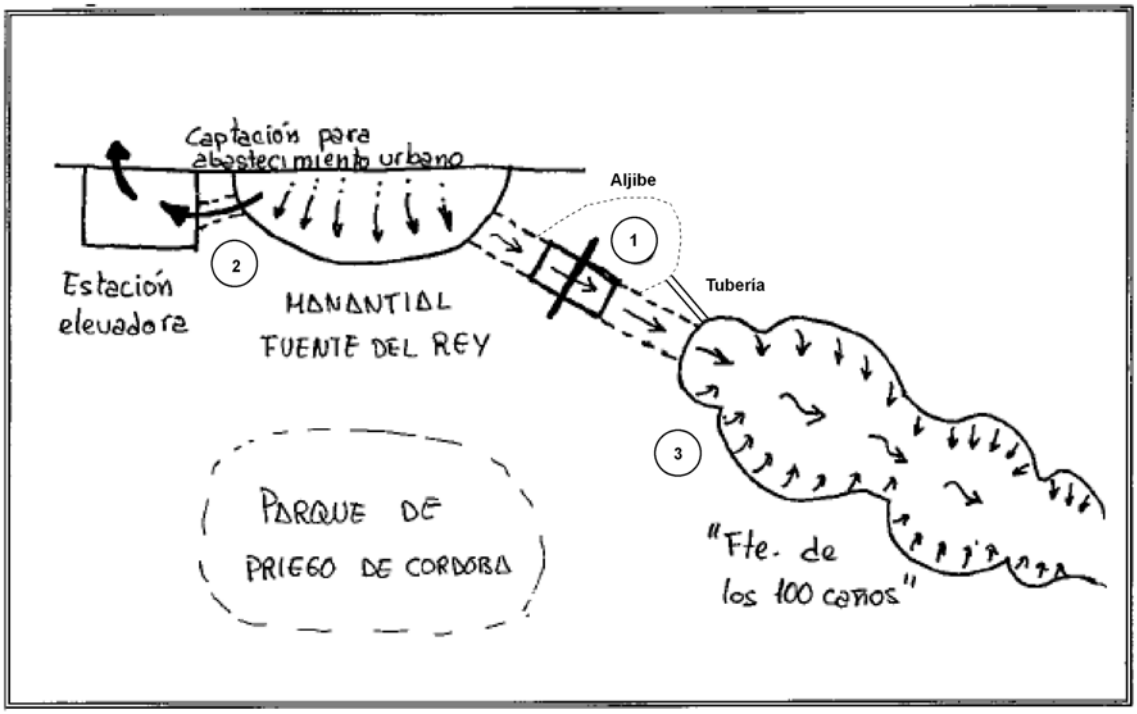
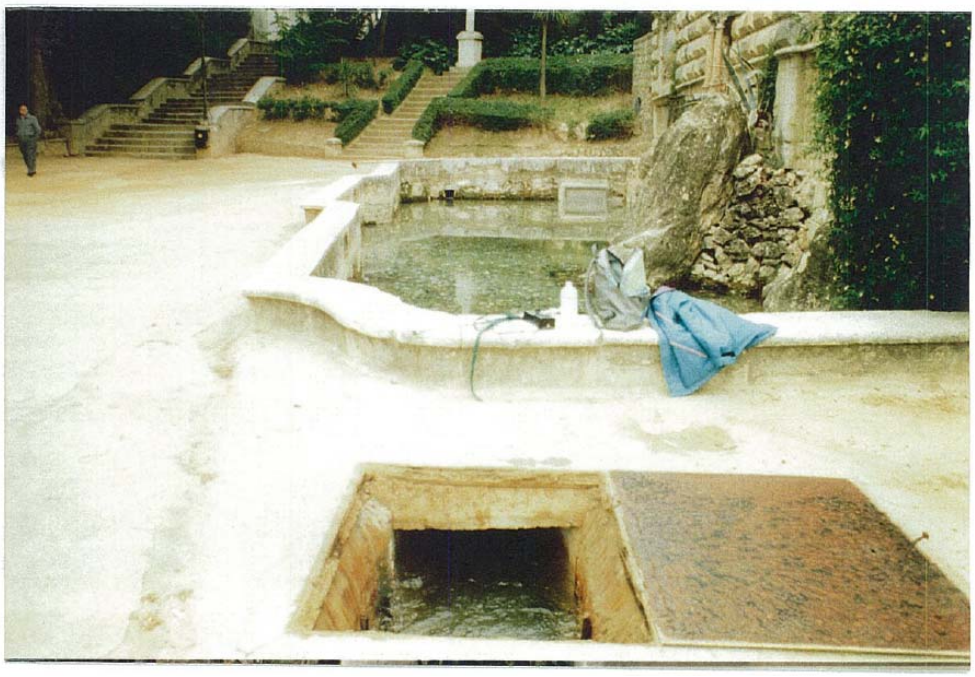


Figura 9: Esquema de acondicionamiento de Fuente del Rey.



Sección de aforo (punto 1 de la figura 9)

Fuente de la Salud (Punto 1 de la fig. 9) (Jorge Jiménez Sánchez)

Fuente del Rey (Punto 2 de la fig. 9) (Jorge Jiménez Sánchez)

10.- BIBLIOGRAFÍA

AAA-UG (2008). Libro manantiales de Andalucía.

CHG (2010). Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (documento para consulta pública).

Diputación Provincial de Córdoba (2000). Fuentes de la Provincia de Córdoba. Estudios de Medio Ambiente Provincial nº 1.

IGME-CHG (2001). Revisión y actualización de las normas de explotación de las Unidades Hidrogeológicas de las Cuencas del Guadalquivir y Guadalete-Barbate. Propuesta de normativa y definición de nuevas Unidades Hidrogeológicas.

IGME-DGA (2010). Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial relevancia hídrica.

Junta de Andalucía-IGME (1998). Atlas hidrogeológico de Andalucía.

CO-4 NACIMIENTO Y MOLINO DEL RÍO ANZUR

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

1.- SITUACIÓN Y USOS DEL AGUA

La zona del Nacimiento y Molino del río Anzur o manantial de Zambra, situada en el T.M. de Rute, presenta un nº de registro nacional del IGME 174060002 y referencia CO-4 en el Plan de conservación, con las coordenadas UTM siguientes:

X = 377725
Y = 4140513

Además engloba el molino del río Anzur (17406003). A una cota de 555 m s.n.m, se asocia al río Anzur y se origina en un paraje denominado como Zambra.

Molino del río Anzur (Juan Carlos Rubio Campos)

Estación elevadora de Zambra (Juan Carlos Rubio Campos)

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

Captación de aguas a Lucena (Juan Carlos Rubio Campos)

Su uso viene relacionado con el abastecimiento urbano, el regadío y el reconocimiento como aguas minero-medicinales (llegó a existir una planta embotelladora cuya agua se embasaba bajo el nombre de “Aguas de Zambra”. Situada sobre la masa de Agua Subterránea de Cabra-Gaena a la que le corresponde el código de identificación 051.035, se sitúa al sureste de la provincia de Córdoba, en la margen izquierda del río Guadalquivir. La poligonal envolvente tiene una superficie total de 389 km2, de los cuales 135 km2 corresponderían a formaciones geológicas permeables, en concreto a materiales carbonáticos de los cabalgamientos del Subbético. La cota máxima dentro de la MASb es de 1.367 m s.n.m., la cota mínima es de 394 m s.n.m., y la cota media se localiza a 725 m s.n.m.

Antaño la surgencia se utilizaba para el abastecimiento de varios molinos.

El acceso tiene lugar a través de la carretera CP-253 a la altura de la pedanía de Zambra, junto a la planta embotelladora de Aguas de Zambra, hoy abandonada.

Planta embotelladora de Aguas de Zambra (Juan Carlos Rubio Campos)

El agua es utilizada para abastecimiento de la vecina aldea de Zambra y del núcleo de Lucena, además de para regadío.

Plano de situación realizado en ARCMAP:

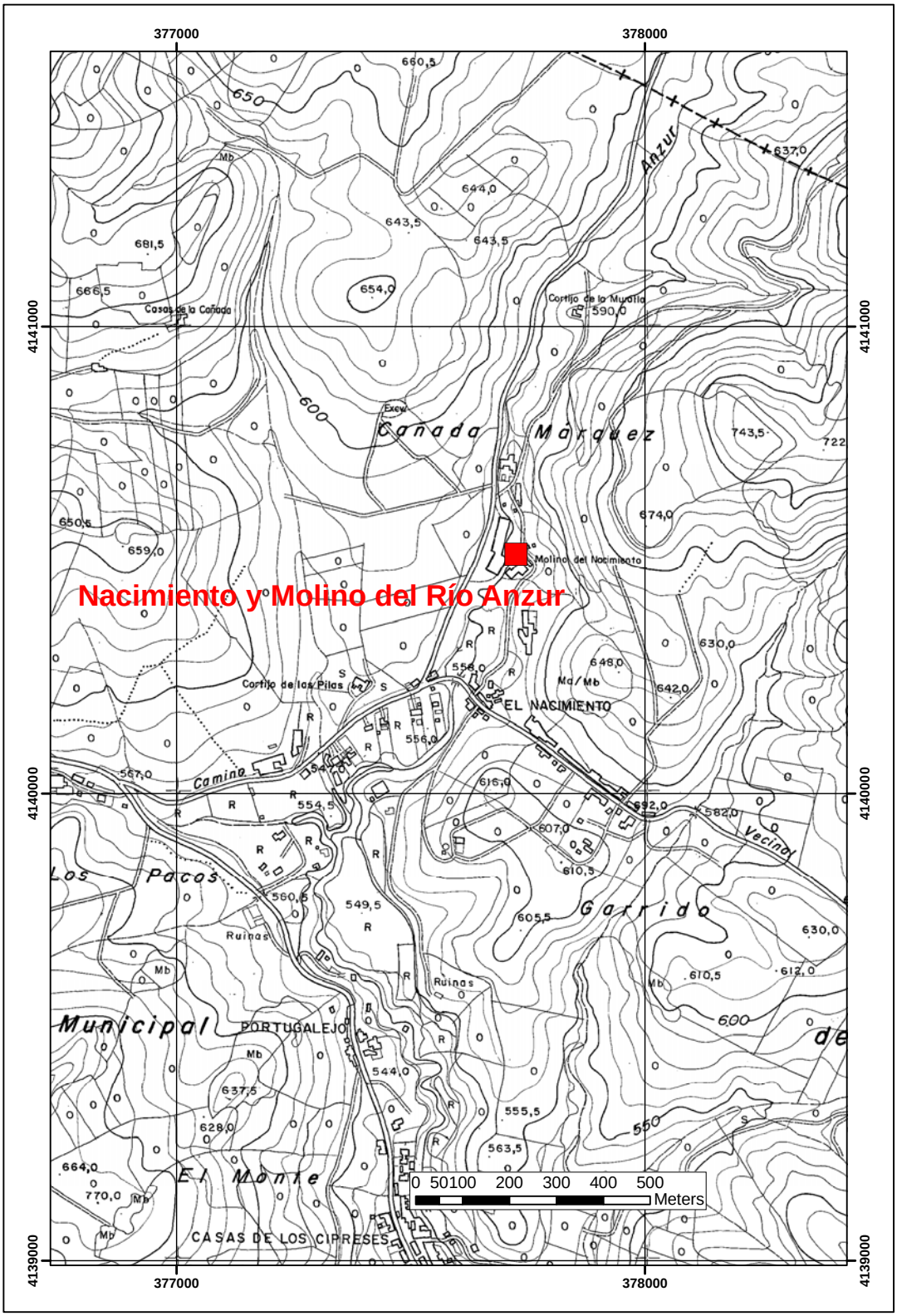


Figura 1: Plano de situación topográfico. Escala original 1:10000

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

Figura 2: Plano de situación ortofoto. Escala original 1:10000

2.- REFERENCIAS HISTÓRICAS

Existencia de varios molinos que antaño utilizaban las aguas del Nacimiento de Zambra.

Molino del río Anzur (Juan Carlos Rubio Campos)

Molino del río Anzur (Jorge Jiménez Sánchez)

3.- FLORA Y FAUNA ASOCIADA

Este maravilloso enclave cuenta con unos magníficos mantos de cola de caballo en las terrazas de inundación, y junto al río pueden verse álamos negros y blancos, sauce blanco, fresnos y en algunos rincones zarzales.

En el nacimiento del manantial ha proliferado el berro y apio silvestre, y puntualmente algún junco glauco. En la acequia que conduce esta agua puede verse a vegetales menos desarrollados evolutivamente como la hepática *Lunularia cruciata* o el helecho culantrillo del pozo, y a hierbas superiores como llantén mayor, hierba de san Antonio e incluso alguna higuera, y también algunos caracoles acuáticos como *Theodoxus fluviatilis* y *Melanopsis sp*.

Aspecto de *Lunularia cruciata* en el borde de la acequia. (Ricardo Salas)

Flora en las inmediaciones del nacimiento y molino del río Anzur (Juan Carlos Rubio Campos)

Espadaña (*Carex pendula*) con su típica inflorescencia caediza. (Ricardo Salas)

Hidrometra flotando sobre el agua. (Ricardo Salas)

Además, junto a la antigua embotelladora, en el borde del río existe un pequeño encharcamiento donde se pueden contemplar algunas especies del sotobosque de ribera como cola de caballo, zarza, menta, vinca, geranio silvestre y heno blanco (*Holcus lanatus*). En el mismo encharcamiento, con aguas siempre remansadas, aparece anea y la singular espadaña (*Carex pendula*), con su típica inflorescencia colgante, y una criatura realmente sorprendente por su delgadez, la hidrometra (*Hydrometra stagnorum*), una grácil chinche acuática depredadora que patina por la superficie del agua en busca de pequeños insectos.

4.- CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO-GEOLÓGICO

En el documento (IGME-DGA, 2010), ya se señala que la MASb Cabra-Gaena se encuentra situada en la zona de contacto entre el Prebético y el Subbético, y dentro del dominio del Subbético Externo o Frontal, muy próximo al límite meridional de la Depresión del Guadalquivir.

La estructura tectónica del Subbético es bastante compleja, debido a la existencia de una serie sucesiva de cabalgamientos que da lugar a una estructura en escamas, que han utilizado la plasticidad de las margas del Trías Keuper como superficie de deslizamiento.

La estructura de la MASb responde a una tectónica típica de plegamiento con existencia de amplios pliegues de cobertura y revestimiento de dirección general ENE-OSO y de sucesivos cabalgamientos, con vergencia norte, que determinan una estructura en "escamas" desarrolladas sobre los materiales triásicos que actúan como nivel de despegue. Fallas de diversa magnitud, así como vastos y suaves pliegues de fondo, de edad neógena, completan las características estructurales de la zona. La estructura resultante de los diferentes fenómenos tectónicos es muy compleja, creando como resultado final una importante compartimentación de la MASb.

El acuífero de Cabra-Alcaide está constituido por diversas escamas separadas por materiales impermeables, a pesar de lo cual existe comunicación hidráulica entre ellas en diversas zonas.

El acuífero de Gaena- Palojo corresponde a un gran domo anticlinal cuyos bordes se encuentran muy fracturados.

Para ilustrar todo lo anterior, se muestran a continuación un plano de situación, junto con dos cortes hidrogeológicos extraidos del documento (JA-IGME, 1998).

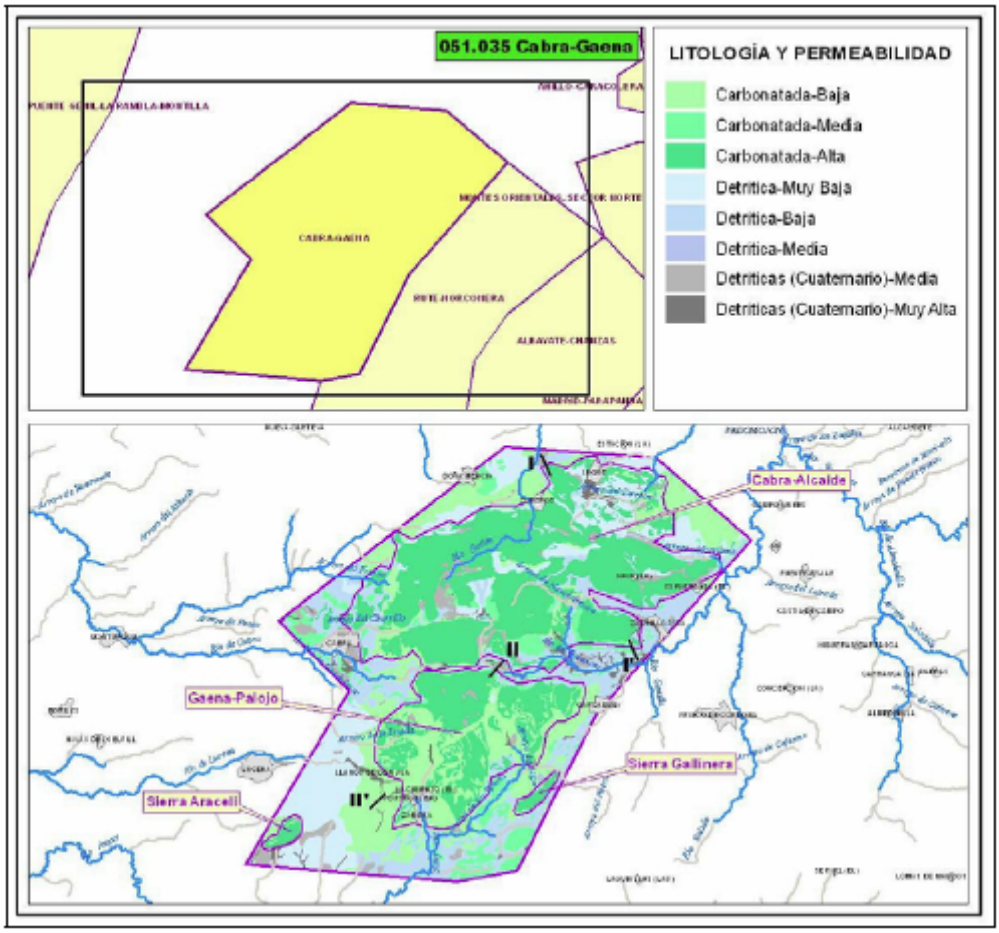


Figura 3: Situación cortes hidrogeológicos MASb Cabra-Gaena (051.035)

Acequia de derivación y río Anzur (Juan Carlos Rubio Campos)

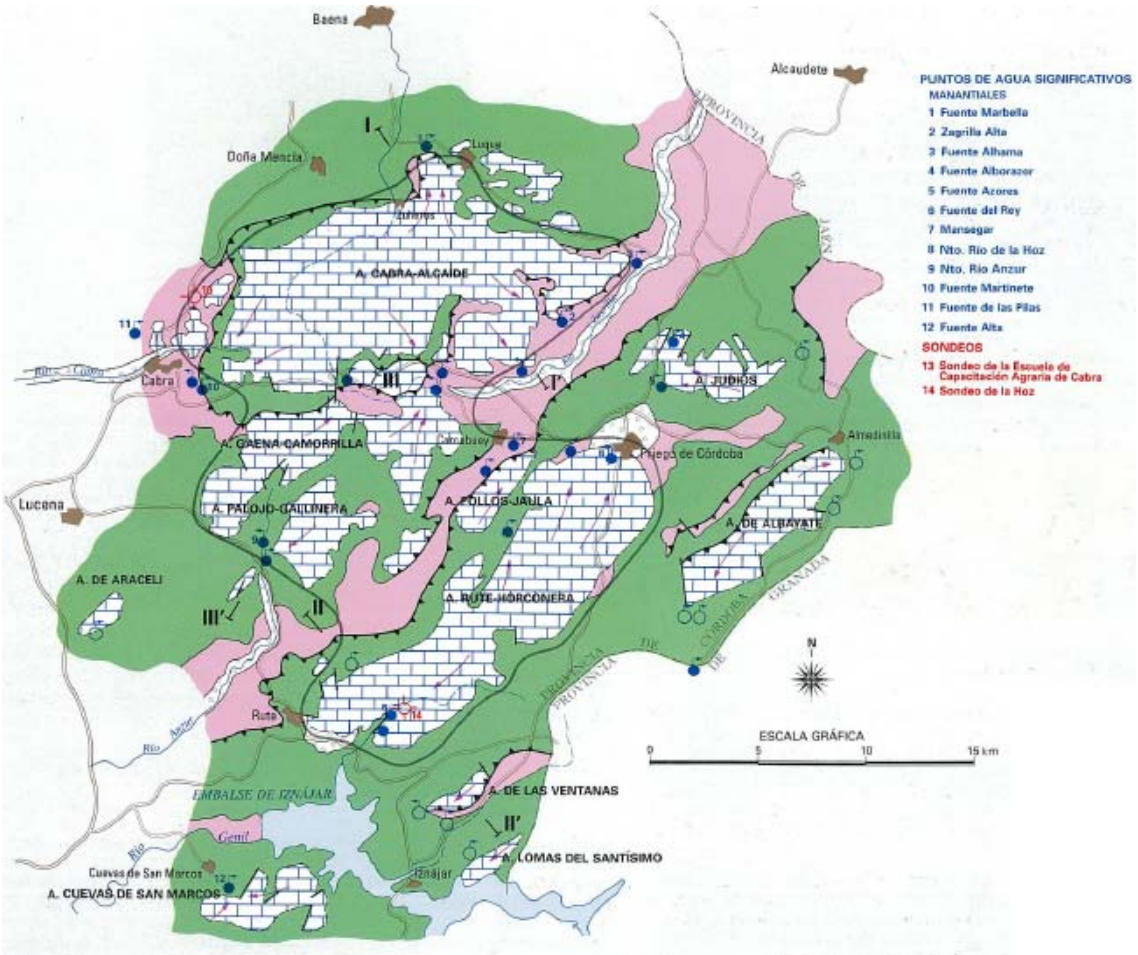


Figura 4: Acuíferos de las Sierras Subbéticas de Córdoba (JA-IGME, 1998)

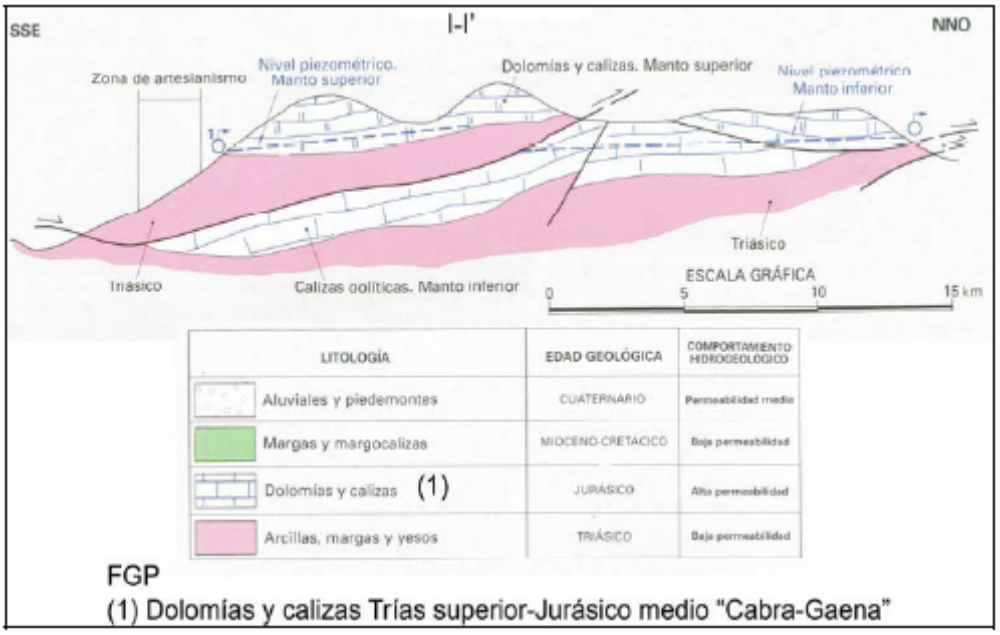


Figura 5: Corte geológico I-I' MASb Cabra-Gaena (051.035). (JA-IGME, 1998)

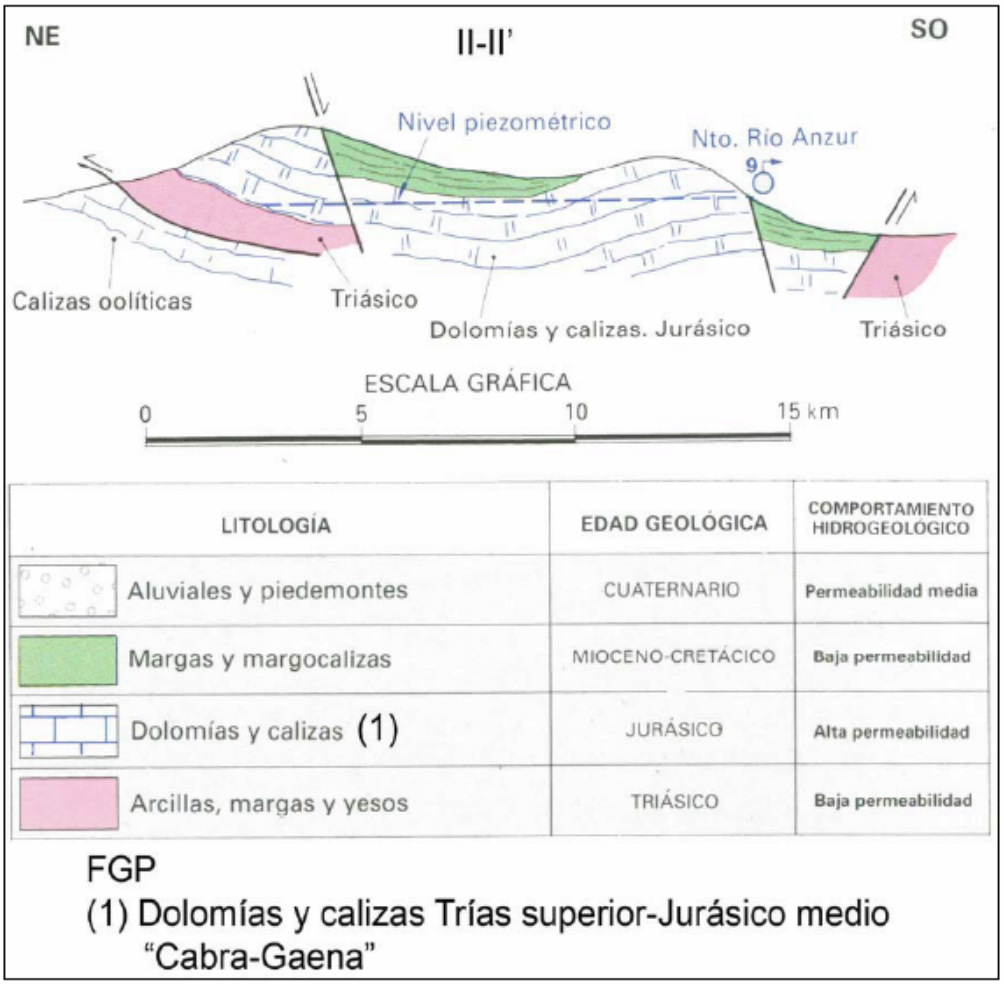


Figura 6: Corte geológico II-II' MASb Cabra-Gaena (051.035). (JA-IGME, 1998)

En el documento (IGME-DGA, 2010), se señala que el acuífero de Cabra-Alcaide descarga principalmente por siete manantiales. El sector oeste por los manantiales de Fuente del Río (174020008) a 500 m s.n.m. y Fuente de Las Piedras (174010004) a 460 m s.n.m. En la parte norte drena a través de Fuente Marbella (173970002) a 500 m s.n.m. Al este los manantiales de Fuente Alhama (173980001) a 490 m y Zagrilla (174040007) a 580 m. Y al sur Fuente del Palancar (174030005) a 580 m s.n.m. y algunos sondeos surgentes.

El drenaje principal del acuífero de Gaena-Palojo se realiza al suroeste por el Nacimiento del río Anzur (174060002) y el manantial del Molino Anzur (174060003) ambos a 560 m s.n.m. Existe otra salida al noroeste por Fuente Jarcas (174020025) a 780 m s.n.m. de caudales muy pequeños en comparación con los del río Anzur y a mayor cota por lo que se presume que ambos sectores están desconectados.

Se define un tramo ganador en el río Anzur (051.035.002) La relación se ha definido en un tramo de 4.476 m de longitud sobre el río Anzur, desde su cabecera donde recibe los aportes del nacimiento del propio río, hasta que se une con el arroyo de las Tijeras. Se trata de un tramo ganador con conexión difusa indirecta y manantiales, la descarga se produce por zonas a través de los materiales aluviales. La cabecera del tramo identificado no constituye masa de agua superficial propia, aunque aguas abajo comienza a considerarse como Masa de Agua Superficial (código ES0511009009). La MAS está definida como masa natural con tipología de río mineralizado de baja montaña mediterránea.

El tramo de cauce definido se sitúa sobre materiales cuaternarios, aunque la descarga se produce desde los manantiales carbonáticos situados al borde del acuífero de Gaena-Palojo".

Los manantiales que descargan en este tramo son: El Nacimiento del río Anzur (174060002) y el Molino Anzur (174060003).

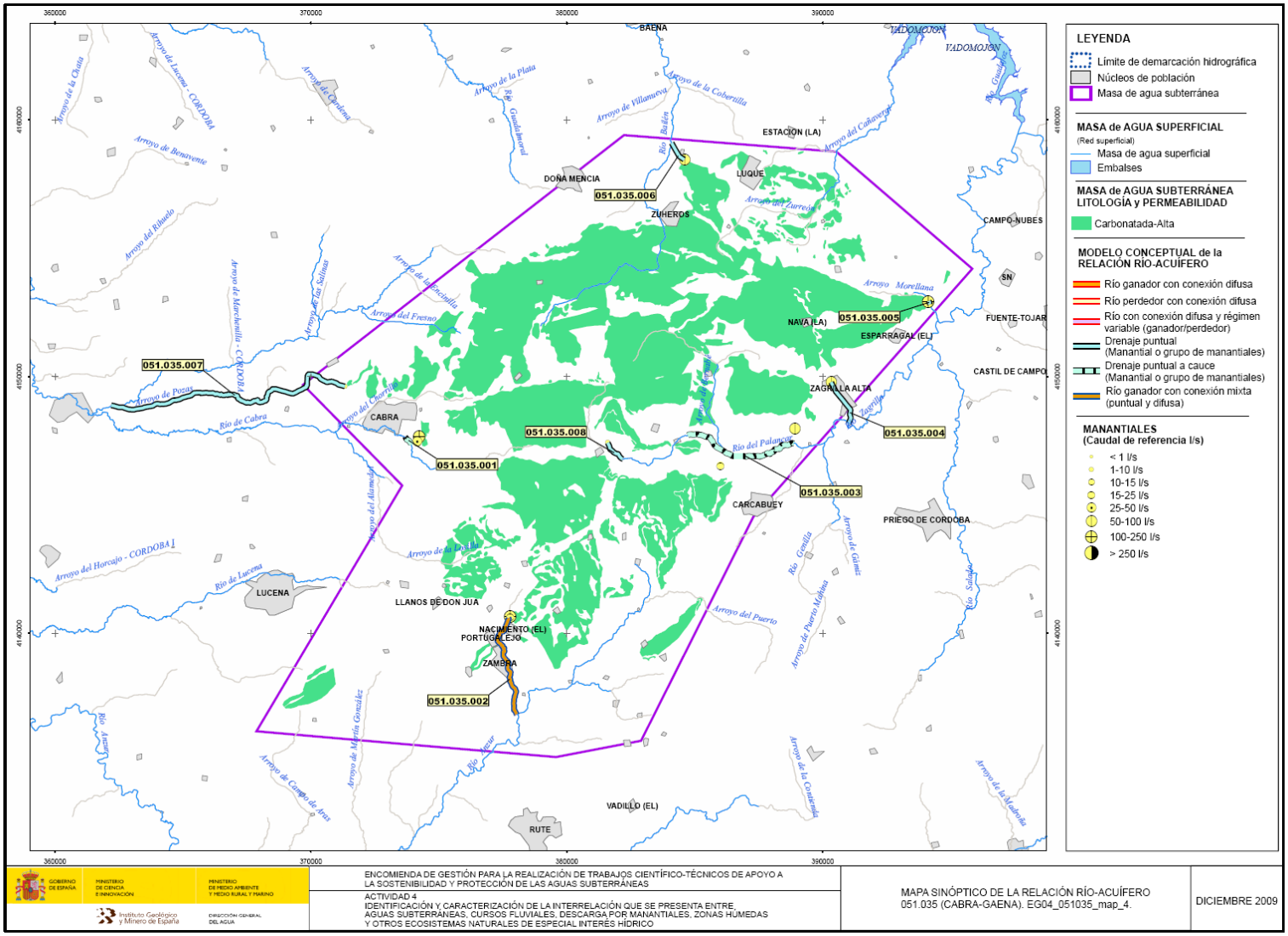


Figura 7: Mapa sinóptico de la relación río-acuífero (IGME-DGA, 2010)

5.- EVOLUCIÓN HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA

Para el tramo del río Anzur, el documento (IGME-DGA, 2010), señala que para la cuantificación de este tramo se dispone de 2 secciones de medidas históricas realizadas entre 1967 y 2001, y un aforo diferencial realizado en río Anzur en el año hidrológico 1982-1983.

De los datos de secciones históricas se obtienen los siguientes valores: el caudal medio del Nacimiento del río Anzur, para 71 aforos disponibles (NAE=71), es de 71 l/s, el parámetro de agotamiento (α) es de 0,41 mes-1, lo que supone un periodo de semiagotamiento de 1,7 meses.

El caudal medio de El Molino Anzur ha sido de 76 l/s, para 60aforos disponibles (NAE=60), el parámetro de agotamiento (α) es de 0,32 mes-1, lo que supone un periodo de semiagotamiento de 2,2 meses. Los aportes de estos dos manantiales se producen en la cabecera del tramo donde se sitúan los mismos. El resto del tramo está influenciado por las descargas difusas directas del acuífero, con un caudal medio ganado por el río de 152,75 l/s.

Sumando los caudales medios de los manantiales de la red hidrométrica, más las media de las descargas difusas directas, el caudal característico de la descarga (QCD) para este tramo sobre el río Anzur es de aproximadamente 300 l/s. Las descargas se producen en dos sectores, uno en la cabecera del río Anzur y otro a lo largo del río Anzur hasta el arroyo de las Tijeras.

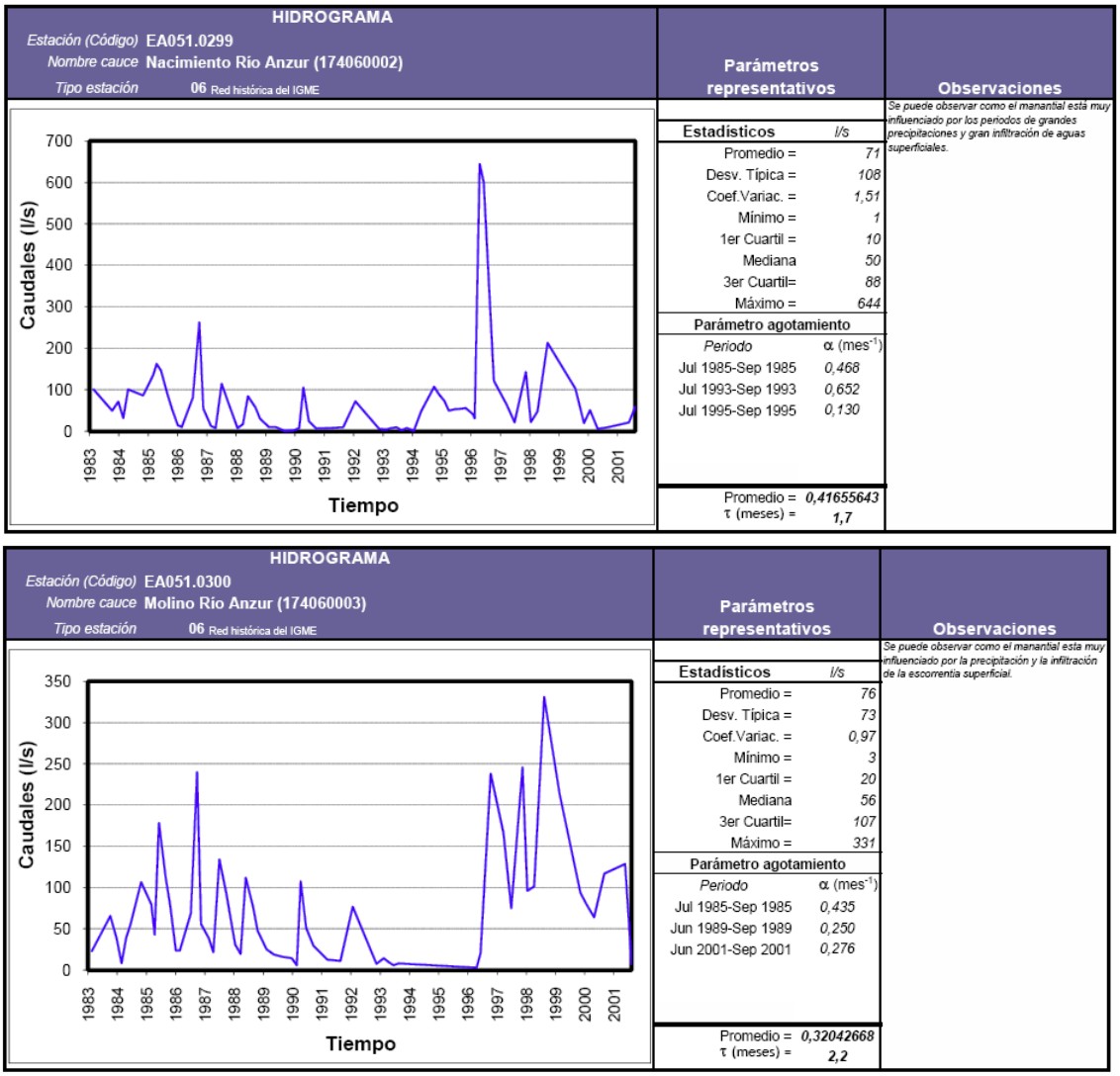


Figura 8: Hidrogramas del Nacimiento y Molino del río Anzur (IGME-DGA, 2010)

Las aguas de la masa de agua presentan en general facies bicarbonatadas cálcicas excepto algunas aguas ligadas a materiales triásicos con aguas sulfatadas. Un resumen de las características de la masa en base a 40 análisis se recoge en el cuadro adjunto:

Parámetro	Medio	Máximo	Mínimo
Cond. Eléctrica	507,8	797,0	234,0
pH	7,7	8,6	7,0
CO_3H	227,1	293,0	198,0
SO_4	53,0	144,0	0,6
NO_3	28,6	45	6
Ca	78,1	110,0	37,0
Mg	14,4	24,0	2,0
Cl	22,8	78,0	2,0
Na	11,0	40,0	0,0

Características químicas de la MASA. Conductividad eléctrica en µmhos/cm, contenidos iónicos en mg/l.

En lo que respecta a la hidroquímica, el agua correspondiente a este manantial es bicarbonatada-sulfatada calcica, como se puede observar en los diagramas de las figuras 9 y 10, con un nivel medio de mineralización. Para el período 1983-2001 presenta una conductividad eléctrica media de 605 µS/cm y pH de 7,8.

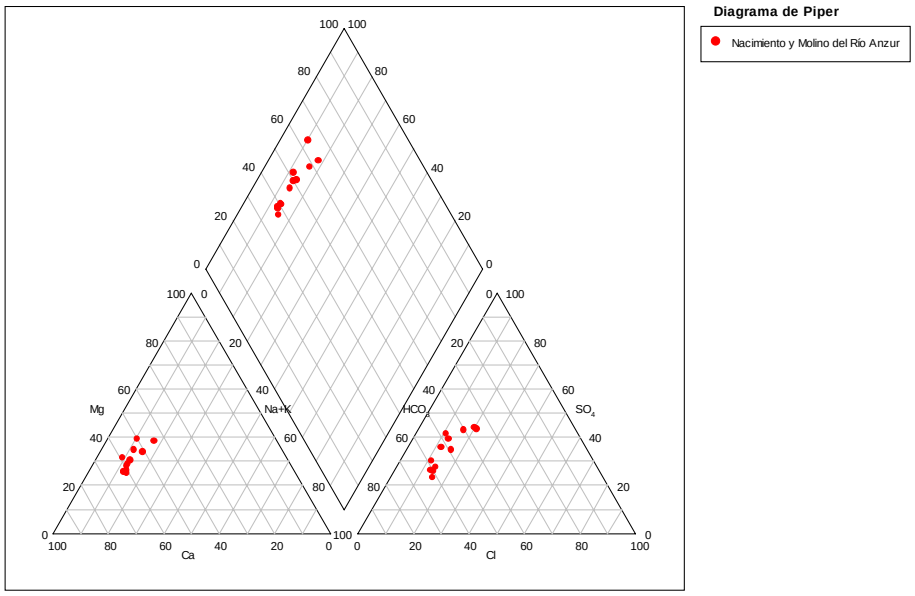


Figura 9: Diagrama de Piper del agua del Nacimiento y Molino del Río Anzur correspondiente al período 1983-2001.

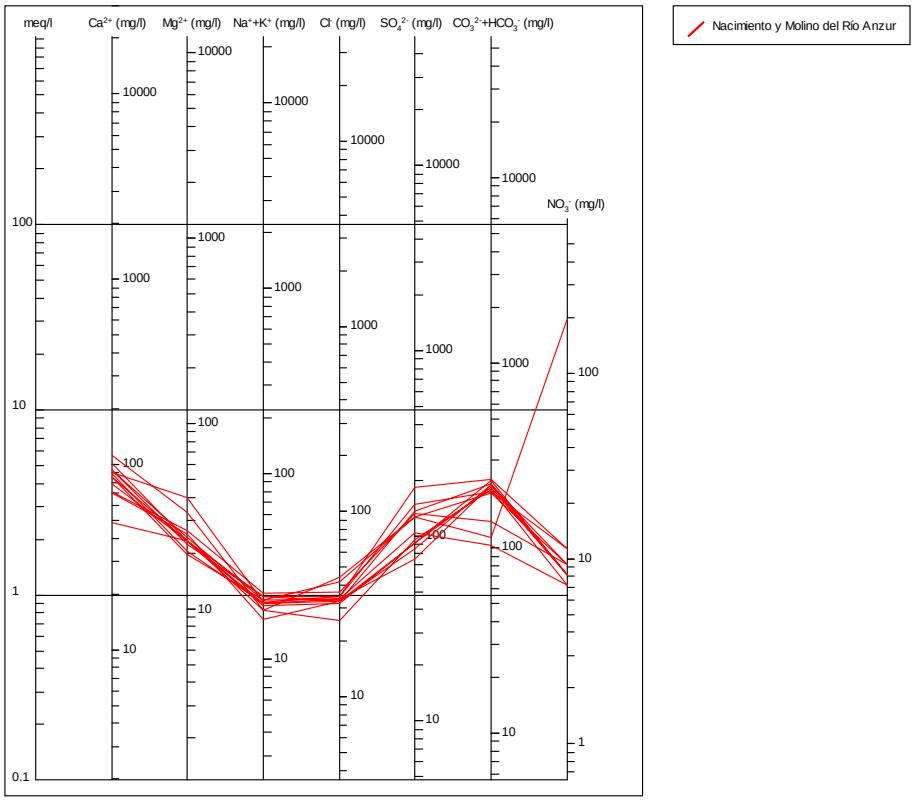


Figura 10: Diagrama de Shoeller del agua del Nacimiento y Molino del Río Anzur correspondiente al período 1983-2001.

6.- VALORACIÓN DEL INTERÉS

La valoración es alta-muy alta desde el punto de vista hidrogeológico y económico; si bien en los demás aspectos alcanza una valoración media.

Se incluye en el espacio natural protegido de la subbética de Córdoba, con Directivas 92/43 y 79/409 CEE. Además está catalogado como Geoparque.

7.- PROTECCIÓN PROPUESTA

7.1.- Presiones

La vulnerabilidad del acuífero se debe considerar alta-muy alta debido a su litología. Han existido episodios graves de contaminación, posiblemente por actividad ganadera, que ha llegado a provocar el cese de la planta embotelladora "Aguas de Zambra". El estado de conservación es muy deficiente, dado el abandono de todo el entorno relacionado con el Molino y la Planta embotelladora.

Está considerada la masa de agua en buen estado cuantitativo y químico. El índice de explotación es <0,4 (IE<0,4), con algún descenso de nivel dudoso. Las explotaciones alcanzan unos 0,89 hm^3/año frente a 47 hm^3/año de recursos renovables (CHG, 2010).

El Plan Hidrológico considera a la masa de agua en la categoría de 5 como masa estratégica, admitiendo captaciones sólo para abastecimiento urbano y concesiones para uso industrial que sumarán para toda la Cuenca un máximo de 5 hm^3/año.

7.2.- Figuras de protección, normativa y perímetros previos

Señalar la protección de las aguas del Nacimiento de Zambra o Molino del Río Anzur (1740/6/0002) agua declarada como Agua Mineral Natural el 20/11/1992, con una planta embotelladora, hoy inactiva y un perímetro que cubría tres puntos de surgencia BOJA de 8/6/1993, con las coordenadas siguientes:

VERTICE	X (UTM)	Y (UTM)
1	377546	4139596
2	377573	4141445
3	378065	4141438
4	378074	4142055
5	380041	4142020
6	380023	4140793
7	379531	4140800
8	379522	4140184
9	378539	4140192
10	378530	4139582

Además, dentro de la masa de agua ya se recogía en el documento (IGME-CHG, 2001), una distancia de 500 m. de los cauces, donde se proponía la prohibición de nuevas captaciones con objeto de la protección ecológica de los ríos (Río Anzur y Río Bailón).

Además se establecían zonas para protección de uso urbano entre otros en el Nacimiento del Río Anzur y en la Fuente de Marbella.

También forma parte de las siguientes figuras de protección:

- LIC Y ZEPA: ES6130002 Sierra Subbética
- Geoparque: Sierra Subbética (2006)
- Parque Natural: Sierra Subbética (1988)
- Reconocido como Lugar de Interés Hidrogeológico

7.3.- Zonación propuesta

Se propone una zona de protección del Sector Gaena-Hoyones-Palojo, con objeto de proteger la zona del Nacimiento y Molino del río Anzur y la zona ganadora de cabecera del río Anzur.

Se propone una zona tipo A donde no se permitirán captaciones adicionales ni actividades potencialmente contaminantes más amplia que la poligonal de los 10 vértices definida en el aparatado 7.2, en el perímetro de protección de las aguas del Nacimiento de Zambra o Molino del río Anzur y otra zona tipo B en el resto de sector Gaena-Hoyones-Palojo, donde sólo se permitirán captaciones para abastecimiento urbano y menores de 7000 m^3/año.

La zona tiene relación con los apartados 1, 2, 3, 5 y 6 de la tabla 1.

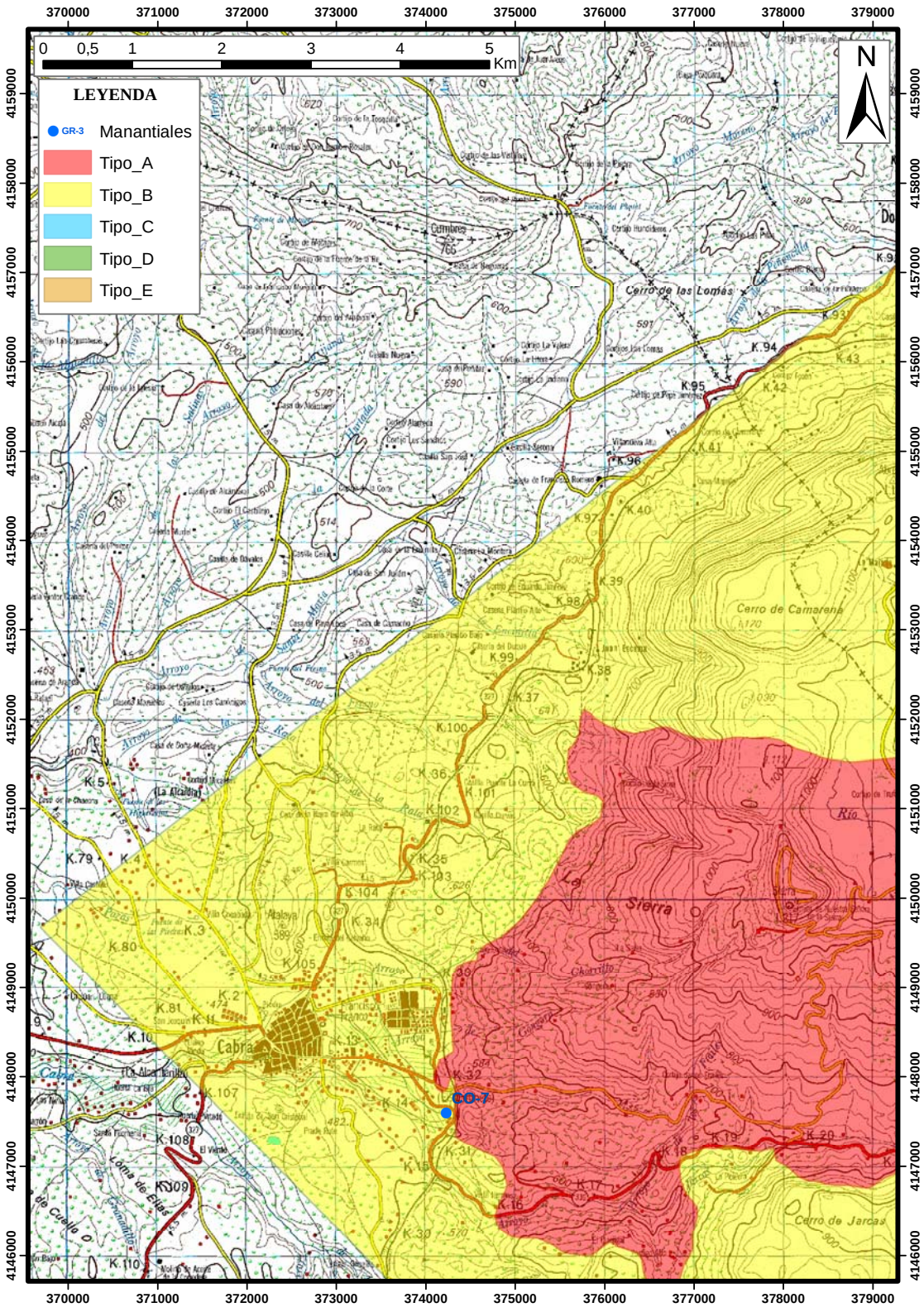


Figura 11: Zonación propuesta para la protección protección del Sector Gaena-Hoyones-Palojo, con objeto de proteger la zona del Nacimiento y Molino del río Anzur y la zona ganadora de cabecera del río Anzur (CO4). Escala original 1:50.000. Zona noroccidental 1 de 5.

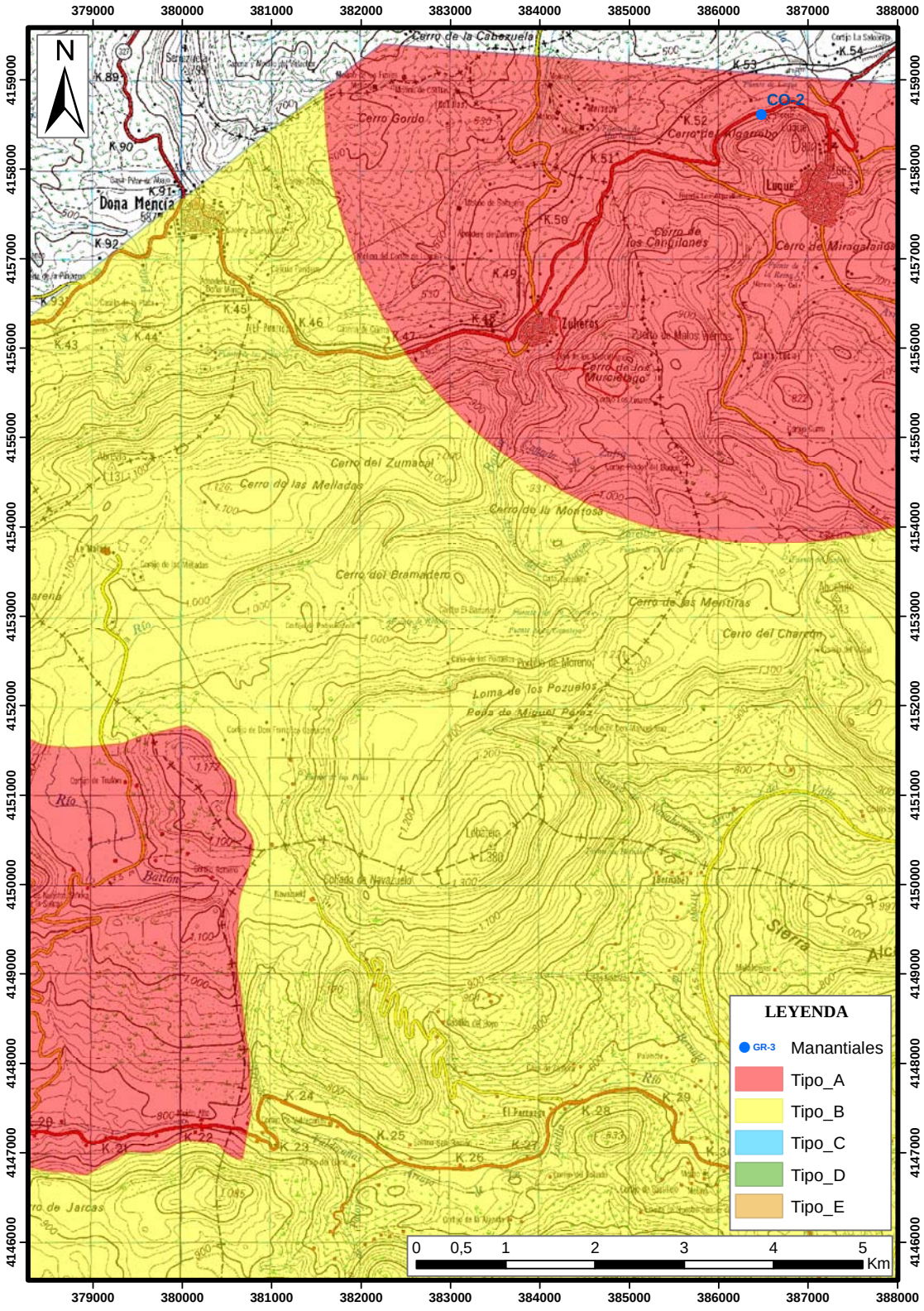


Figura 12: Zonación propuesta para la protección del Sector Gaena-Hoyones-Palojo, con objeto de proteger la zona del Nacimiento y Molino del río Anzur y la zona ganadora de cabecera del río Anzur (CO4). Escala original 1:50.000. Zona nortecentral 2 de 5.

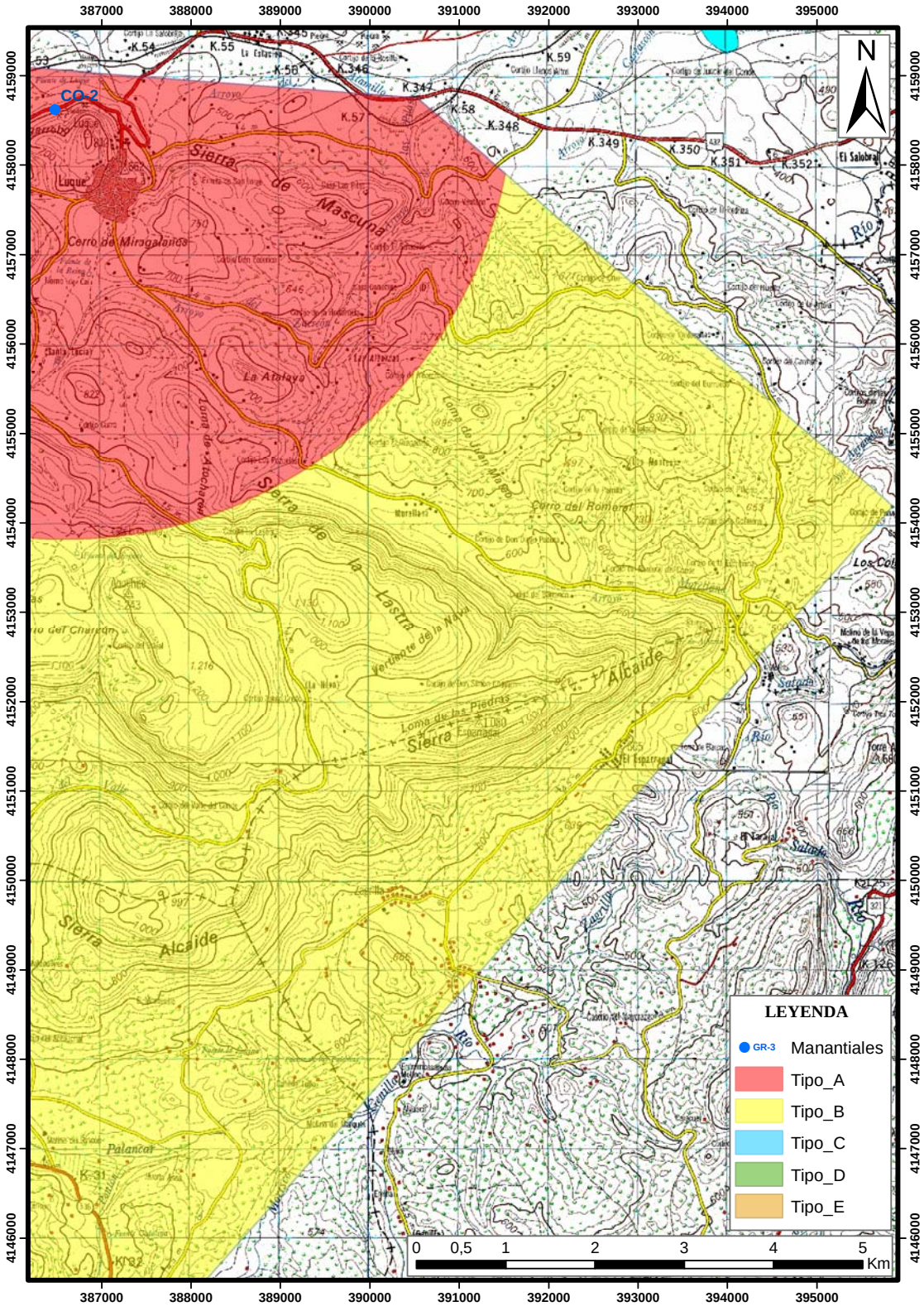


Figura 13: Zonación propuesta para la protección del Sector Gaena-Hoyones-Palojo, con objeto de proteger la zona del Nacimiento y Molino del río Anzur y la zona ganadora de cabecera del río Anzur (CO4). Escala original 1:50.000. Zona nororiental 3 de 5.

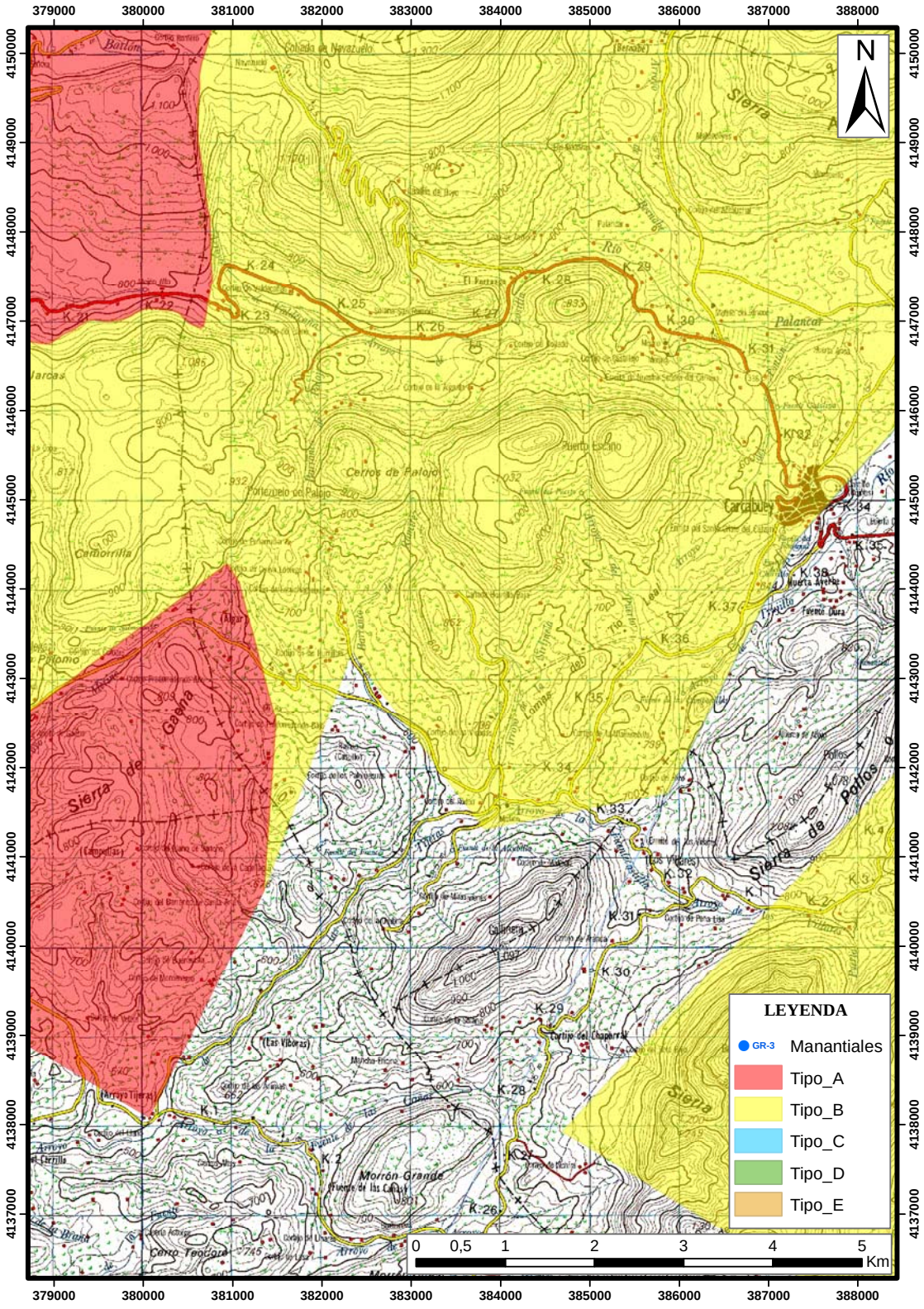


Figura 14: Zonación propuesta para la protección del Sector Gaena-Hoyones-Palojo, con objeto de proteger la zona del Nacimiento y Molino del río Anzur y la zona ganadora de cabecera del río Anzur (CO4). Escala original 1:50.000. Zona suroriental 4 de 5.

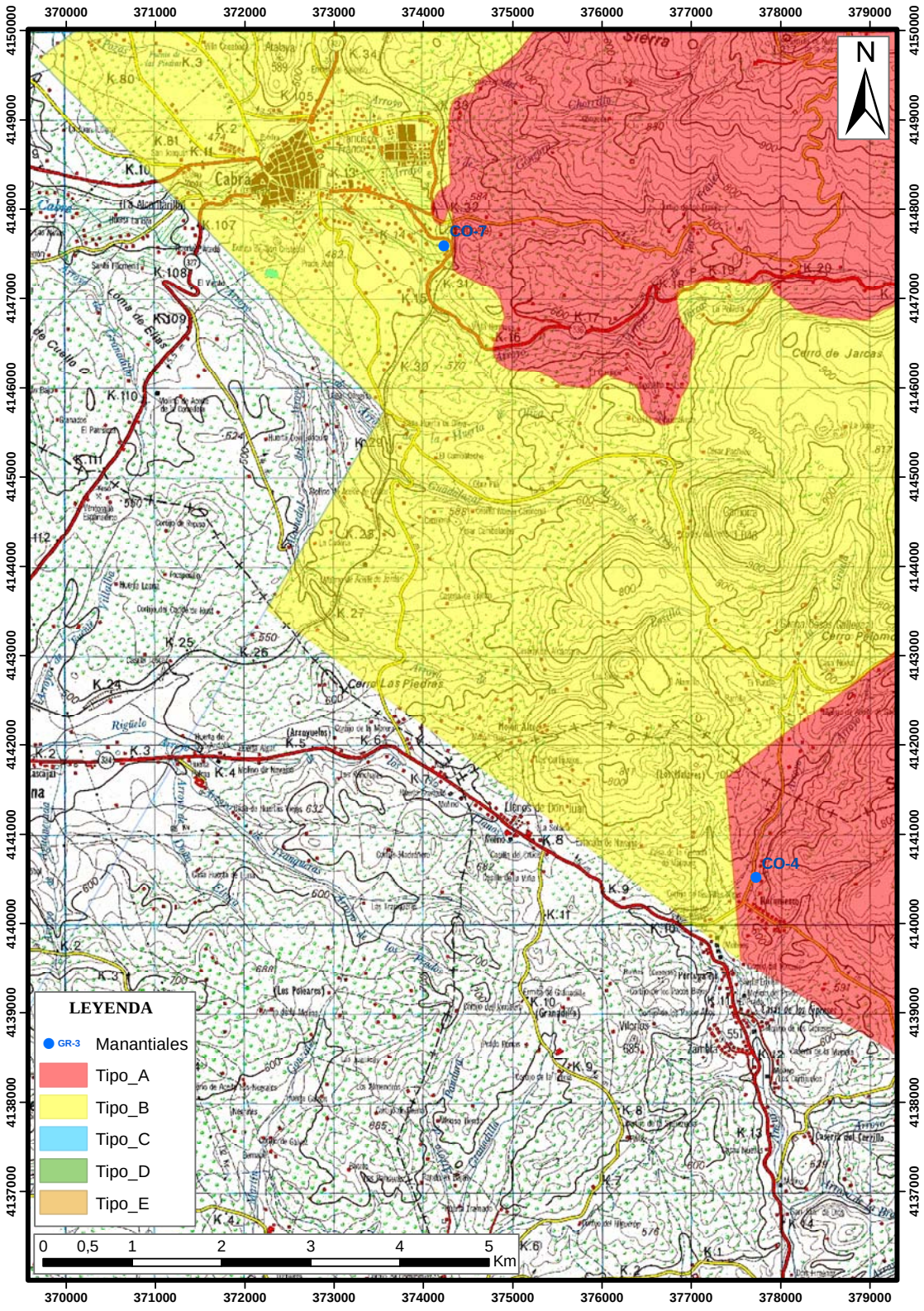


Figura 15: Zonación propuesta para la protección del Sector Gaena-Hoyones-Palojo, con objeto de proteger la zona del Nacimiento y Molino del río Anzur y la zona ganadora de cabecera del río Anzur (CO4). Escala original 1:50.000. Zona suroccidental 5 de 5.

8.- APROVECHAMIENTO POSIBLE

La infraestructura de alojamiento y restauración próximos es muy importante, destacando los núcleos de Lucena y Rute.

Su aprovechamiento podría potenciarse debido a la importancia de sus usos y del entorno en el que se encuentra; si bien su estado general es de abandono, por lo que se precisa una rehabilitación del entorno.

El acceso es bueno.

Entorno del enclave en abandono (Juan Carlos Rubio Campos)

9.- PROPUESTA DE INDICADORES

Se propone el control periódico para determinar la totalidad del agua que emerge en la zona ganadora en el punto 3, junto al camino, aguas arriba del área principal ganadora y en el punto 4, aguas abajo de la confluencia con el ramal que viene del Molino del río o Zambra, en definitiva aguas abajo de la zona ganadora (ver figura 16). A estos resultados habría que añadir el control del caudal de la acequia de riego sobrante (punto 5 de la figura 16), la estación elevadora de Zambra (punto 6 de la figura 16), así como la captación de Lucena (punto 2 de la figura 16).

Por otra parte con objeto de controlar la evolución de algunas emergencias en el tiempo, tanto en caudal, como en registro de conductividad, se propone la instalación de un datta logger en la salida del molino de Anzur (punto 1 de la figura 16)

Un croquis de la zona ganadora y de la situación de los puntos donde se proponen los aforos se adjunta a continuación.

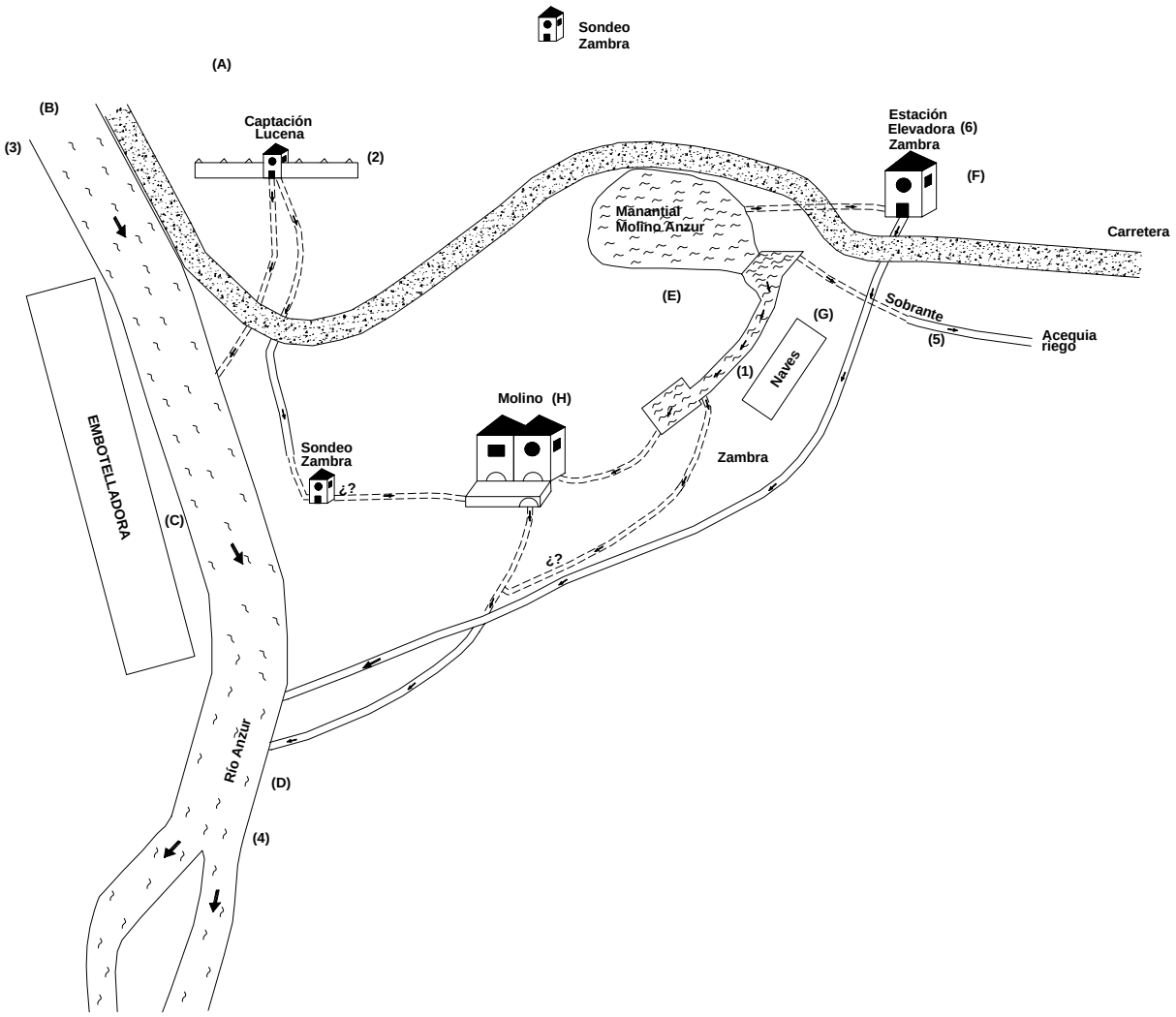


Figura 16: Esquema de acondicionamiento del Nacimiento y Molino del río Anzur

Captación a de agua para Lucena (Punto A de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)

Río Anzur (Punto B de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)

Antigua embotellador a de Zambra (Punto C de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)

Río Anzur (Punto D de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)

Molino de río Anzur (Punto E de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)

Estación elevadora de Zambra (Punto F de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)

Naves en las inmediaciones de la zona (Punto G de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)

Molino del río Anzur (Punto H de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)

10.- BIBLIOGRAFÍA

CHG (2010). Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (documento para consulta pública).

Diputación Provincial de Córdoba (2000). Fuentes de la Provincia de Córdoba. Estudios de Medio Ambiente Provincial nº1.

IGME-CHG (2001). Revisión y actualización de las normas de explotación de las Unidades Hidrogeológicas de las Cuencas del Guadalquivir y Guadalete-Barbate. Propuesta de normativa y definición de nuevas Unidades Hidrogeológicas.

IGME-DGA (2010). Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial relevancia hídrica.

Junta de Andalucía-IGME (1998). Atlas hidrogeológico de Andalucía.

CO-5 PILAR DE BELALCÁZAR

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

1.- SITUACIÓN Y USOS DEL AGUA

Se localiza en el término municipal de Belalcázar, en la calle del Pilar, en el borde norte del núcleo urbano y con excelentes vistas del castillo y su cerro. Sus coordenadas UTM de localización son las siguientes: X: 311567, Y: 4272554 y Z: 470 m s.n.m., encontrándose en las hojas 833 (1:50.000) y 833-13 (1:10.000); y formando parte de la MASA 041.013 "Los Pedroches". Tiene referencia CO-5 en el Plan de conservación.

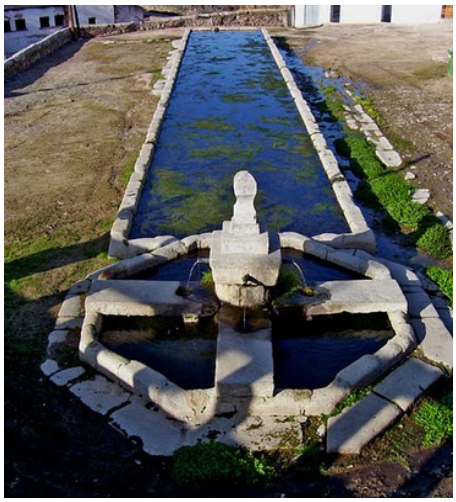
Rámirez de las Casas señala que las minas de aguas construidas para abastecer al Pilar de Belalcázar van cubiertas con bóveda de ladrillo y tienen una altura de nueve pies (unos 2,5 m) (Diputación Provincial de Córdoba, 2000). El Pilar de Belalcázar consta de una pilastra exenta de granito, provista de cuatro gruesos caños de bronce, de los cuales tres caños, los ubicados en los lados sur, este y oeste de la pilastra, son de sección circular, mientras el ubicado en la cara norte, la que da sobre el pilar, presenta una sección hexagonal con decoración de verdugones por el exterior. Los caños vierten a una pileta de planta octogonal cuya parte superior se salva por medio de losas de piedra para acceder a la recogida del agua; estas losas van labradas con un orificio circular, que permite la incorporación del agua a la pileta. Unido a dicha pileta, por su lado norte, se encuentra el abrevadero (Diputación Provincial de Córdoba, 2000).

Merece la pena citar el original sistema para acceder a la recogida del agua que consiste en sustentar, sobre los bordes del pilar, unas losas o plataformas de piedra que permiten salvar el pilar por encima del nivel del agua y acercarse a los caños donde se recoge. Aunque en el caño que da al abrevadero, vierte sus aguas directamente al pilar, mientras que los tres restantes lo hacen a través de un orificio circular practicado en tres grandes losas rectangulares labradas en granito que conducen desde el borde de dicho pilar hasta los caños de la pilastra central; en dos casos (lados sur y norte) la caída del chorro se produce directamente en el agua del pilar, pero en el lado este una losa de piedra situada bajo la que sirve de acceso al caño impide la entrada directa del chorro en el pilar, probablemente para proteger la canalización de entrada del agua que debe situarse bajo dicha losa (Diputación Provincial de Córdoba, 2000).

El abrevadero de mayor extensión y cabida en la provincia de Córdoba es este de Belalcázar, con una planta de 40 x 4 metros (Diputación Provincial de Córdoba, 2000).

También se encuentra asociado un lavadero junto al Pilar de Belalcázar, compuesto por una habitación rectangular en cuyos laterales se adosan las pilas unas junto a otras (en número de cuarenta) y por cuya parte central discurre un estanque amplio de agua surtida por la fuente, de donde se tomaría para el lavado de la ropa. Las pilas se encuentran junto a una pared por cuya parte superior discurre un canalillo de agua, que se deja pasar a voluntad al interior de la pila mediante la apertura de un orificio emplazado junto a dicho canal (Diputación Provincial de Córdoba, 2000).

Vista del Pilar de Belalcázar y del Castillo (Ayuntamiento de Belalcázar).



Pilar, abrevadero y lavadero de Belalcázar (Web Pueblos de Andalucia).

Plano de situación realizado en ARCMAP:

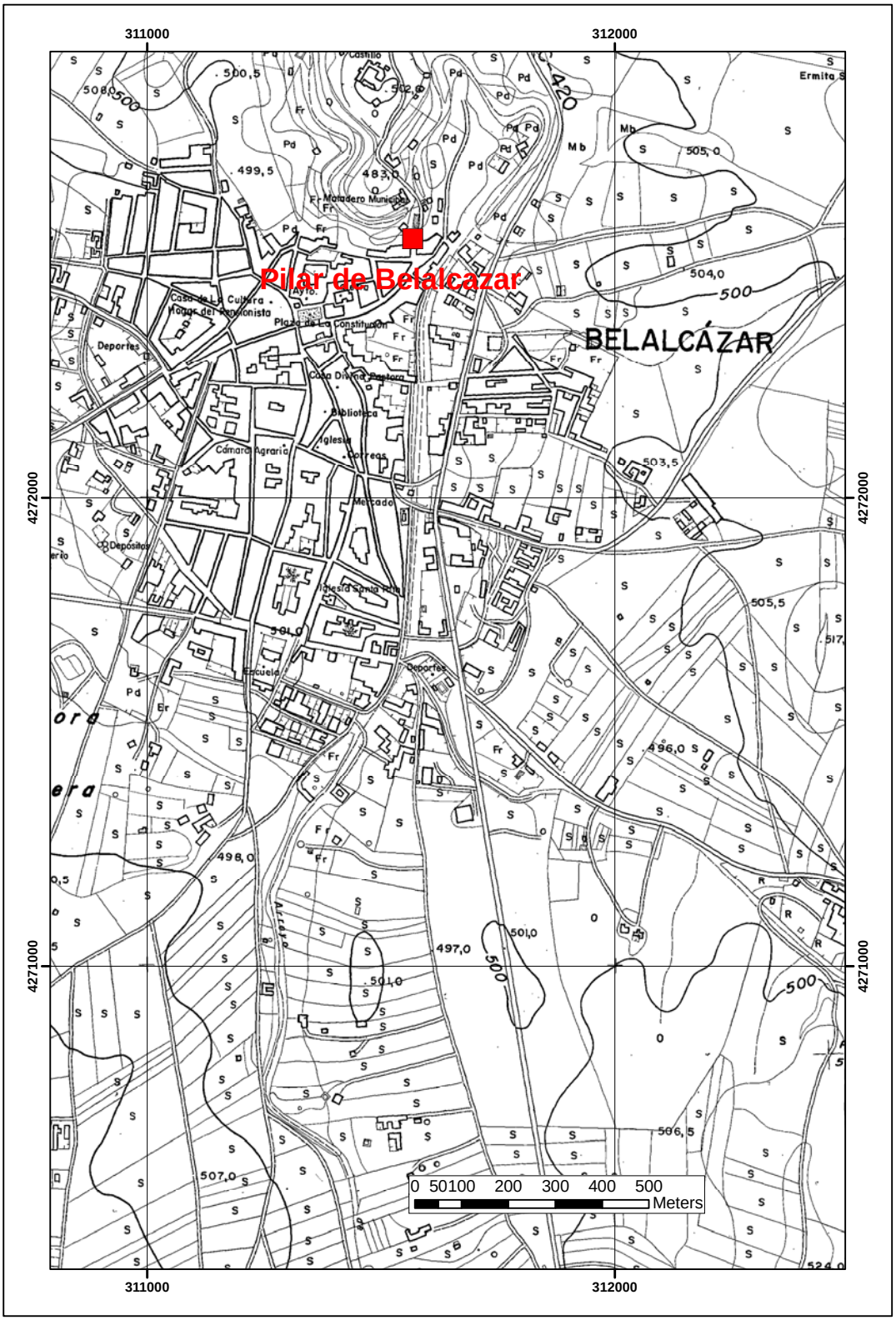


Figura 1: Plano de situación topográfico. Escala original 1:10000

Figura 2: Plano de situación ortofoto. Escala original 1:10000

CO-5 Pilar de Belalcázar

2.- REFERENCIAS HISTÓRICAS

El Pilar de Belalcázar fue edificado en 1570 y sufragado por los Duques de Béjar porque, según relata Ramírez de las Casas, “estando situado el antiguo pilar al oriente de la población y queriendo los condes-duques que estuviera cerca de su alcázar, se obligó a trasladarla de sitio, para lo cual fue necesario fabricar nuevas minas y limpiar las antiguas (Diputación Provincial de Córdoba, 2000).

3.- FLORA Y FAUNA ASOCIADA

Muy intervenido por el hombre, apenas permite la supervivencia de algunas algas en el fondo del pilar.

Flotando sobre el agua se encuentra una comunidad monoespecífica constituida por una planta de pequeño tamaño y forma circular denominada vulgarmente lenteja de agua (Lenma gibba), muy común en aguas estancadas. (Diputación Provincial de Córdoba, 2000).

El interés ecológico es muy bajo.

Lentejas de agua en el abrevadero y lavadero de Belalcázar (Diario de Córdoba).

4.- CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO-GEOLÓGICO

La zona de estudio se sitúa en la parte septentrional de Sierra Morena en el límite Norte de la comarca del Valle de los Pedroches. Corresponde al extremo norte de la provincia de Córdoba y al extremo suroeste de la de Ciudad Real, cuyo límite administrativo, que separa las dos provincias, viene marcado por el cauce del Río Guadálmez.
Desde el punto de vista hidrográfico vierte al Río Zujar, que queda comprendido en la cuenca del Guadiana.

En el contexto geológico de la Península Iberica, la Cuenca del Río Guadiana ocupa terrenos pertenecientes al orógeno alpino, en las áreas de cabecera, y en las cordilleras hercínicas a partir de Ciudad Real y hasta su desembocadura en el Océano Atlántico, en ambos casos cubiertos ocasionalmente por sus depósitos neógenos.

El área de estudio se localiza en la Zona Centroibérica, la cual domina un área muy extensa entre los Montes de Toledo y el batolito de los Pedroches y que se prolonga hacia la cuenca del Tajo. Se caracteriza por:

- Una secuencia precámbrica (Alcudiense, atribuida al Proterozoico) de tipo flash, muy potente y monótona, de pizarras y grauvacas con tramos de conglomerados, que ha sido afectada por una orogenia prehercínica anómala de cizalla, con pliegues de eje subvertical y sin apenas metamorfismo regional asociado. Aparece en franjas anticlinoriales según directrices hercínicas que, sin embargo, no respeta en los afloramientos. Se extiende especialmente por el valle de Alcudia y las comarcas de La Serena y La Siberia extremeña.
- La serie paleozoica comienza casi siempre con la “cuarcita armoricana” del Areginiense, conformando características alineaciones (sierras) en decenas de kilómetros y las cotas más elevadas. Esta secuencia paleozoica mantiene un predominio de facies detríticas a lo largo de toda la columna estratigráfica y en cualquier ámbito geográfico. Especialmente domina en las comarcas de Villuercas y Los Montes, así como en las áreas occidentales de la provincia de Ciudad Real.
- La orogenia hercínica produjo el plegamiento de esta serie paleozoica, sin apenas metamorfismo regional asociado, de suerte que suelen hallarse restos fósiles en niveles litológicos favorables. Esta misma orogenia provocó la intrusión de grandes macizos graníticos, que generaron una aureola de metamorfismo de contacto. Destaca sobre todo el batolito de los Pedroches, que se alarga en un prolongado afloramiento desde el norte de la provincia de Jaén, atraviesa la comarca cordobesa que le da nombre y continua por la provincia de Badajoz.

5.- EVOLUCIÓN HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA

No se tienen datos de la evolución en el tiempo.

6.- VALORACIÓN DEL INTERÉS

Con interés alto-muy alto, desde el punto de vista cultural y recreativo. El resto de las consideraciones, científico, hidrogeológico, etc., presenta un interés bajo.
También resulta de interés el encontrarse cercano al LIC ES61300012 Río Zujar.

7.- PROTECCIÓN PROPUESTA

7.1.- Presiones

Según (AAA-UG, 2010), se encuentra afectado su caudal por bombeos o derivación.
Según (Confederación Hidrográfica del Guadiana, 2010), la MAS 041.013 se encuentra en estudio, y no se puede definir en riesgo por falta de datos.

7.2.- Figuras de protección, normativa y perímetros previos

Cercano al LIC ES61300012

7.3.- Zonación propuesta

Se propone la delimitación de la poligonal para la protección en las inmediaciones del manantial, de las granodioritas y monzogranitos biotíticos con anfíbol (U. Granodiorítica de Los Pedroches) y las pizarras y grauvacas (Culm de Los Pedroches).

Tipos de protección: Se propone una zonificación tipo B, donde no se autorizarán captaciones adicionales, ni actividades potencialmente contaminantes, salvo sustitución de abastecimientos urbanos en un radio de 2 Km centrado en el manantial.
La zonificación tiene relación con el apartado 2 de la tabla 1

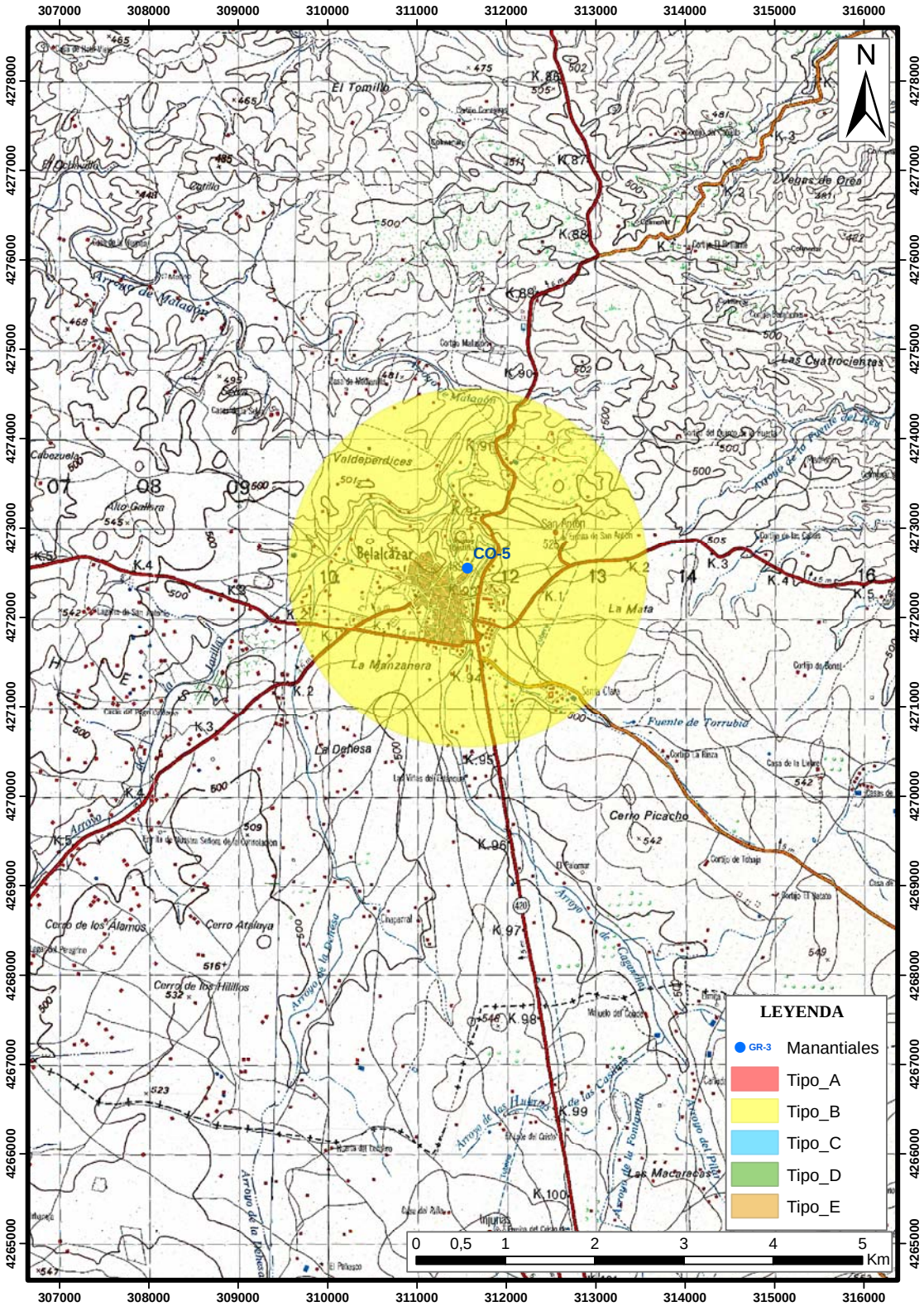


Figura 3: Zonación propuesta para la protección en las inmediaciones del manantial, de las granodioritas y monzogranitos biotíticos con anfíbol (U. Granodiorítica de Los Pedroches) y las pizarras y grauvacas (Culm de Los Pedroches) (CO5). Escala original 1:50.000.

8.- APROVECHAMIENTO POSIBLE

El estado de conservación es aceptable, aunque según se indica en (AAA-UG, 2010), se encuentra afectado por bombeos.

El acceso es bueno, así como su zona de aparcamiento, debido a que se encuentra en el núcleo de la población Belalcázar.

En lo que respecta a restaurantes y lugar de alojamiento, se pueden encontrar varias opciones en el pueblo.

Sería interesante la colocación de un cartel explicativo hidrogeológico con las características del manantial.

9.- PROPUESTA DE INDICADORES

Se propone el control de caudal y calidad con carácter semestral.

10.- BIBLIOGRAFÍA

AAA-UG (2010). "Manantiales y fuentes de Andalucía. Hacia una estrategia de conservación. Conoce tus Fuentes". Agencia Andaluza del Agua (Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía) y Universidad de Granada. http://www.conocetusfuentes.com.

Diputación Provincial de Córdoba (2000). Fuentes de la provincia de Córdoba. Estudios de Medio Ambiente Provincial. nº1.

Confederación Hidrográfica del Guadiana (2010). Propuesta de Proyecto de Plan hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana.

CO-6 FUENTE DEL ELEFANTE

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

1.- SITUACIÓN Y USOS DEL AGUA

Con el nº de registro nacional del IGME 15374002 y referencia CO6 del Plan de conservación, la Fuente del Elefante presenta las coordenadas UTM siguientes:

X = 334586
Y = 4199418

Se sitúa en la finca Caño Escaravita dentro del t.m. de Córdoba, a una cota de unos 390 ms.n.m. en relación con el Arroyo del Molino.

Desde el punto de vista hidrogeológico se sitúa sobre la masa de agua subterránea nº 05.045 de Sierra Morena.

La MASb Sierra Morena (antigua U.H. 05.45) a la que corresponde el código de identificación 071.045, abarca desde la provincia de Huelva hasta la de Córdoba, comprendiendo también las de Badajoz y Sevilla, dentro de la margen derecha del río Guadalquivir. La poligonal envolvente tiene una superficie total de 4.621 km2, de los que 1.200 km2 (26 %) aproximadamente corresponderían a sus afloramientos permeables, formados por calizas y dolomías del Cámbrico y del Pre-Cámbrico. Otros 30 km2 corresponden a materiales permeables postorogénicos del Mioceno, situados en las terrazas antiguas del río Guadalquivir. El resto corresponden a formaciones geológicas de baja y media permeabilidad, como por ejemplo pizarras y rocas volcánicas del Paleozoico.
La cota máxima dentro de la MASb es de 1.040 m s.n.m., la cota mínima es de 50 m s.n.m., y la cota media se localiza a 468 m s.n.m.

Un aspecto general de la Fuente y la Alberca asociada se ve en la foto:

Fuente del Elefante y pedestal (Juan Carlos Rubio Campos)

El acceso tiene lugar a través del cauce que se dirige a las Ermitas y al Mirador de las Niñas, tras pasar el núcleo de Trassierra.

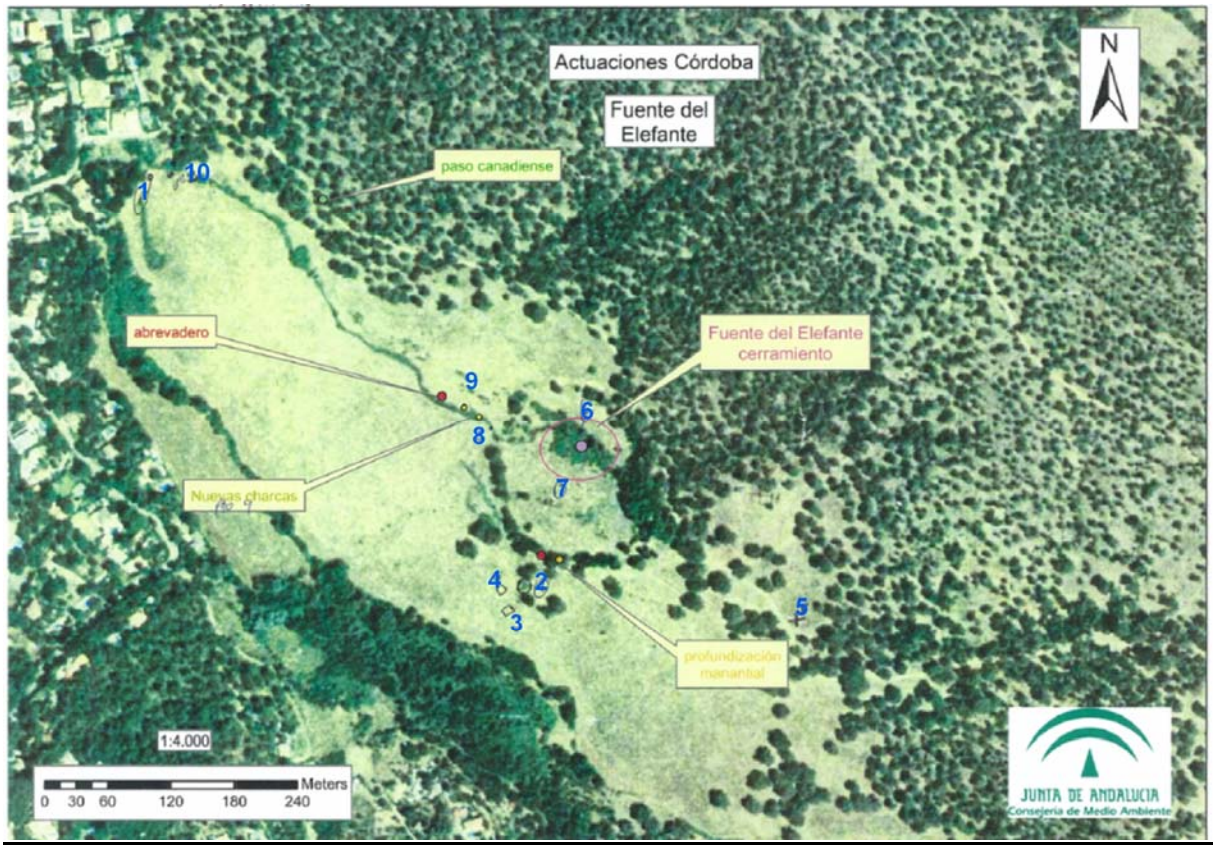


Figura 1: Foto aérea y localización de los principales puntos.

Leyenda de la foto aérea:

1) Pozo artesanal (antiguo abastecimiento a urbanización)
2) Rezume alto
3) Estanque vacío
4) Restos de acequia
5) Sondeo particular
6) Restos de acequia y antiguo molino
7) Restos de la acequia más baja
8) Pequeñas zonas húmedas
9) Charcas
10) Sondeo nº 2 de abastecimiento

Plano de situación realizado en ARCMAP:

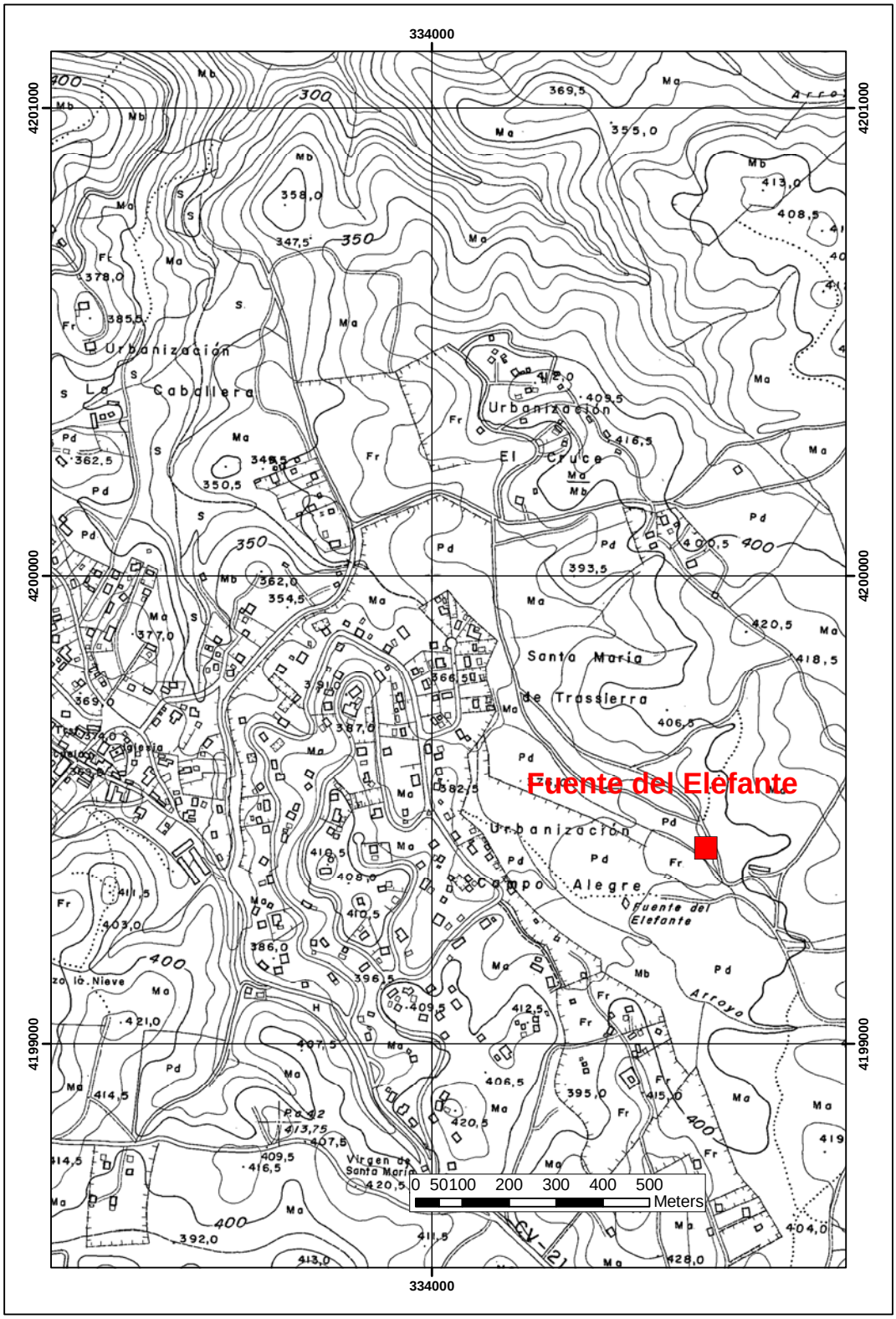


Figura 2: Plano de situación topográfico. Escala original 1:10000

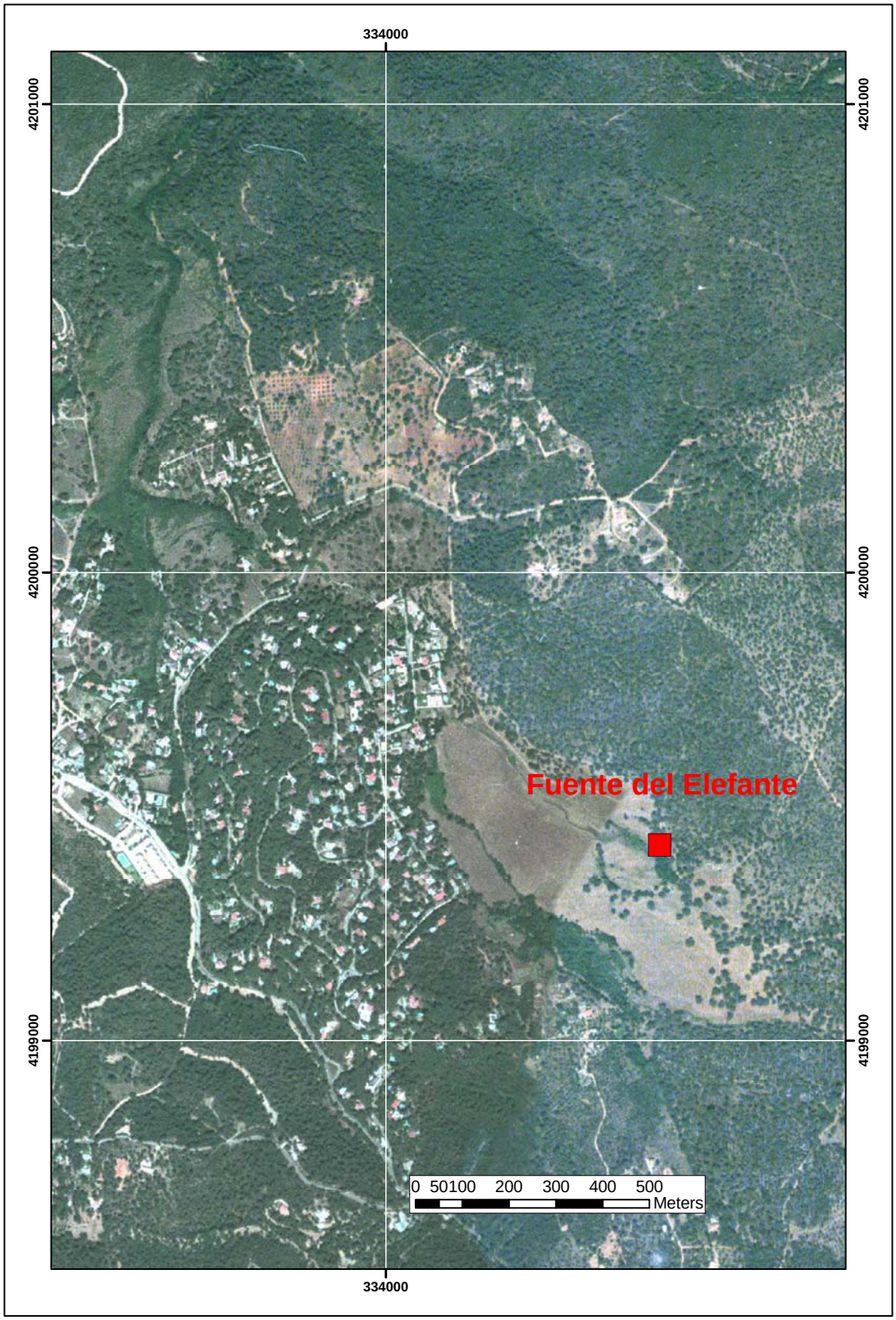


Figura 3: Plano de situación ortofoto. Escala original 1:10000

CO-6 Fuente del Elefante

2.- REFERENCIAS HISTÓRICAS

Recibe el nombre por la escultura que hoy día se encuentra en el Arzobispado de Córdoba que representaba un Elefante situada sobre un Pilar cuadrado y posiblemente la finca pertenecía a un importante dignatario de la época califal (AAA-UG, 2010).

Cartel con la Fuente del Elefante (Juan Carlos Rubio Campos)

El agua que proporciona el manantial enlaza con el Arroyo del Molino donde se sitúa la estructura kárstica renombrada de Los Baños de Popea.

La escultura del Elefante se situaba sobre un pedestal cuadrangular que se conserva.

Fuente del Elefante (Juan Carlos Rubio Campos)

En las proximidades aparecen resto de un molino y de la acequia que enlazaba con el Molino, vestigios todavía no analizados.

Entrada del agua a la Fuente del Elefante (Juan Carlos Rubio Campos)

Restos de acequia que enlazaba con el molino (punto 6 de la figura 1) (Juan Carlos Rubio Campos)

Restos de antiguo molino (punto 6 de la figura 1) (Juan Carlos Rubio Campos)

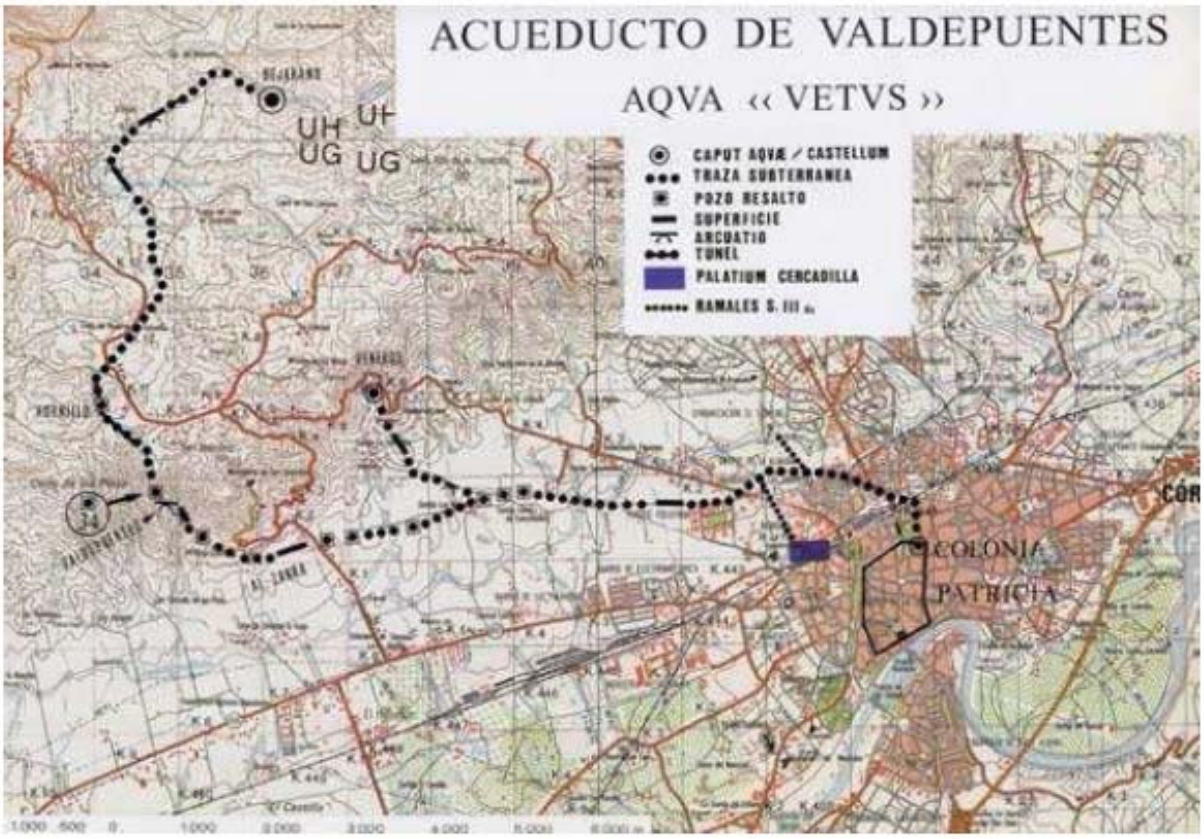
Restos de acequia y antiguo molino (punto 6 de la figura 1) (Juan Carlos Rubio Campos)

En otros sectores de la finca se observan restos de estanques, y acequias en diferentes puntos (puntos 3 y 4 de la figura 1).

Antiguo estanque (punto 3 de la figura1) (Juan Carlos Rubio Campos)

Restos de acequia (punto 4 de la figura 1) (Juan Carlos Rubio Campos)

Restos de la acequia baja (Punto 7 de la figura 1) (Juan Carlos Rubio Campos)



Trazado del Acueducto de Valdepuentes (Ventura Villanueva, 1993)

La fuente está conectada con un acueducto que forma parte del acueducto de Valdepuentes, construcción romana que permitía la conducción de agua a Córdoba (Junta de Andalucía, 2009).

El camino que conduce a la Fuente del Elefante desde la urbanización Campo Alegre de Santa María de Trassierra discurre paralelo al acueducto.

La Fuente del Elefante (Ventura Villanueva, 1993) realmente conforma una estructura medieval islámica que supone un reaprovechamiento del acueducto romano.

Conforma una alcubilla edificada sobre el propio canal en el punto en que comenzaba a discurrir bajo tierra. Se adosa por el oeste una alberca así como acequias de ladrillo en dirección al arroyo del Molino.

Restos de acequia junto a la Fuente del Elefante (Juan Carlos Rubio Campos)

En la actualidad, la modificación sufrida por la fuente hace que el agua salga de la alcubilla por una tubería metálica en dirección opuesta y que dada la pendiente inversa del acueducto, el agua rebosa de la canalización a los pocos metros.

Así según (Ventura Villanueva, 1993), el agua puede proceder del Arroyo del Molino pues el acueducto pasa a unos 100 m, por debajo del arroyo, a cota 403 ms.n.m. y posiblemente en la edad media se aprovechó parte del acueducto para conducir aguas de otros manantiales cercanos.

Entorno de la Fuente del Elefante (Juan Carlos Rubio Campos)

3.- FLORA Y FAUNA ASOCIADA

Del documento (Junta de Andalucía, 2009), se puede extraer que la importancia ecológica del entorno es muy notable, pues sirve de soporte del tritón jaspeado pigneo (Triturus pygmaeus), entre otros anfibios como la salamandra común.
En los alrededores hay pastizales, zonas de matorral (jaras, romero, espliego, madroños) y arboleda de encinas, alcornoques y pinos.

Aspecto actual del caño de la Fuente del Elefante y larva de salamandra en la acequia de la Fuente (Junta de Andalucía, 2009)

Ejemplar adulto de tritón jaspeado pigmeo (Triturus pygmaeus). Más información sobre la especie. Foto de Ricardo Reques (Junta de Andalucía, 2009)

Larva de tritón jaspeado pigmeo. Foto de Ricardo Reques (Junta de Andalucía, 2009)

4.- CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO-GEOLÓGICO

En el documento (IGME-DGA, 2010), se señala que "Desde el punto de vista estructural, los materiales carbonatados de la MASb deben su disposición geométrica a la orientación noroeste-sureste, originada durante la orogenia hercínica que tuvo lugar durante el Paleozoico. La estructura geológica de la MASb ha sido generada tras sucesivas fases orogénicas, incluida la alpina, lo cual ha desarrollado una complejidad estructural muy alta, con distintas fases de plegamiento y fracturación.
El desmantelamiento del relieve hercínico que tuvo lugar hace millones de años ha generado como residuo una actual orografía dispuesta a modo de lomas, colinas y cerros que conforman sierras así como valles poco profundos, en donde la continuidad entre las grandes estructuras geológicas como son los pliegues ha quedado interrumpida. De ahí la diferenciación de la MASb en hasta nueve subunidades principales a saber (CHG-IGME, 2001): Galaroza-Zufre, Cañaveral-Santa Olalla, Almadén de la Plata, Guadalcanal-San Nicolás, Constantina-Cazalla, Navas-Hornachuelos, Peñones-Castaño, Santa María de Trassierra y Hornachuelos-Posadas".

En concreto la Fuente del elefante se sitúa en el acuífero o subunidad de **Sta. María de Trassierra**. Este acuífero se enclava en la provincia de Córdoba, en contacto con las terrazas del río Guadalquivir, con una extensión de 118 km^2. Esta constituido por calizas y dolomías del Cámbrico con intercalación de pizarras y margas y por arcosas carbonatadas.
En el extremo suroriental contacta con sedimentos detríticos postorogénicos miocenos y, localmente, con la terraza superior del río Guadalquivir.
Las descargas de esta subunidad se producen principalmente a través de los manantiales Fte. Valdelahuerta (153730001) que drena hacia el río Guadiato a 390 m s.n.m. y Fte. El Elefante (153740002) que drena hacia el arroyo del Molino a 390 m s.n.m. También se producen descargas difusas hacia el río Guadiato. El drenaje a través de manantiales y descargas difusas asciende a 49 hm3/año (IGME-CHG, 2001).

En el documento (IGME-DGA, 2010) se identifica el tramo ganador del Arroyo del Molino (051.045.024) "La relación se ha definido en un tramo ganador de 1.655 m de longitud sobre este río hacia donde la subunidad de Santa María de Trassierra descarga a través de algunos manantiales entre los que destaca la Fte El Elefante (153740002).
El tramo se relaciona con una porción de la masa de agua superficial que constituye este arroyo aguas abajo (código ES0511008039). Se halla definida como masa natural con tipología de "Ríos de la Baja Montaña Mediterránea Silícea".
El modelo conceptual es el de la descarga puntual por un grupo de manantiales. El tramo drena la FGP de *Calizas y dolomías cámbricas y pre-cámbricas de "Sierra Morena"* y se encuentra en régimen natural.
Constituye un área ganadora que se puede observar en la foto aérea, con la presencia de diferentes charcas en su trayecto (punto 9 de la figura 1) y pequeñas humedades en sus inmediaciones (punto 8 de la figura 1). También existe un sector con humedad situado a una cota más alta que el nacimiento principal, denominado rezume alto (punto 2 de la figura 1).

Punto 9 de la figura 1 (Juan Carlos Rubio Campos)

Punto 8 de la figura 1 (Juan Carlos Rubio Campos)

Punto 2 de la figura 1 (Juan Carlos Rubio Campos)

5.- EVOLUCIÓN HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA

Hay escasez de aforos en relación con la zona ganadora de la Fuente del Elefante o tramo del arroyo del Molino.

En el documento (IGME-DGA, 2010), se señala que "el manantial Fte El Elefante (153740002), principal manantial que drena a este tramo, pertenece a la red de control hidrométrico histórico oficial del IGME. Sobre la base de los datos oficiales disponibles, para 8 medidas realizadas (NAE=8) entre jun-86 y oct-99, el caudal medio ha sido de 10 l/s a la vez que se ha estimado un coeficiente de agotamiento (α) de 0,114 mes-1.

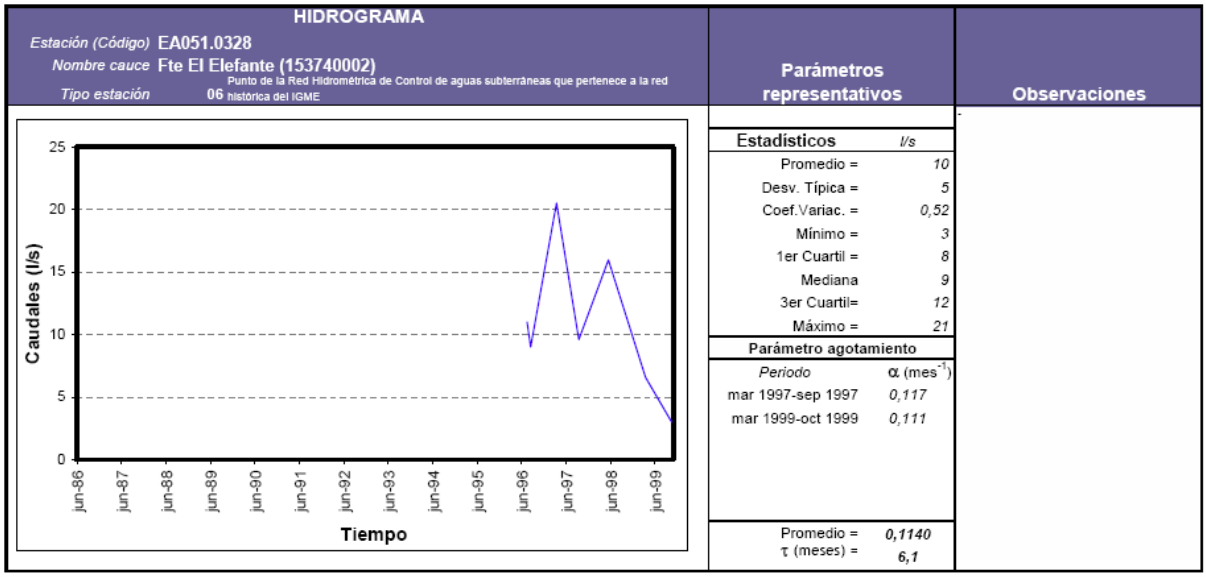


Figura 4: Hidrograma de la Fuente del Elefante (IGME-DGA, 2010)

6.- VALORACIÓN DEL INTERÉS

La valoración es muy alta desde el punto de vista ambiental, científico-pedagógico, histórico-cultural y recreativo, dado que es un lugar muy visitado por los habitantes de Córdoba.

7.- PROTECCIÓN PROPUESTA

7.1.- Presiones

Existe presión por bombeo a través de un sondeo situado en el punto 5 de la figura 1 (ver foto), aguas arriba y en el área más distal (puntos 1 y 10 de la figura 1) (pozo artesanal antiguo y sondeo con bombeo para la urbanización

Pozo artesanal (punto 1 de la figura 1) (Juan Carlos Rubio Campos)

Sondeo de abastecimiento a la urbanización (punto 10 de la figura 1) (Juan Carlos Rubio Campos)

Se desconoce la profundidad de los sondeos y el grado de explotación pero sin duda deben influir sobre el drenaje del manantial.

En la fecha de la visita la fuente estaba con un caudal muy escaso.

La escasez de agua ha propiciado que la reproducción del tritón jaspeado pigmeo no haya superado en los últimos años la fase larvaria, salvo este último año 2010, por lo que la amenaza es muy importante.

A ello debe unirse la presencia de fango y lodo en el fondo de la alberca por el pisoteo de ganado

además de la defecación segura del ganado y el aumento de nitratos y carga orgánica en el agua, con riesgo de eutrofización.

En el Plan Hidrológico la masa de agua aparece en buen estado tanto cuantitativo como químico. El índice de explotación es menor de 0,4 (< 0,4), con un total de extracciones de 10,44 hm^3/año, frente a los 275 hm^3/año de recursos renovables que presenta la masa de agua. La masa de agua se encuentra incluida en el sistema de Regulación General de la Cuenca del Guadalquivir con la categoría 6 (CHG, 2010).

7.2.- Figuras de protección, normativa y perímetros previos

Se encuentra formando parte del LIC ES6130007 Guadiato-Bembezar.

7.3.- Zonación propuesta

El objetivo es la protección del manantial de la Fuente del Elefante y del tramo ganador del arroyo del Molino como descarga de la subunidad de Santa María de Trassierra.

Una zonificación tipo A, donde no se autorizarán captaciones adicionales ni actividades potencialmente contaminantes, con objeto de la protección ambiental de la zona ganadora del arroyo del Molino.

El sector tiene relación con los apartados 1, 3 y 6 de la tabla 1.

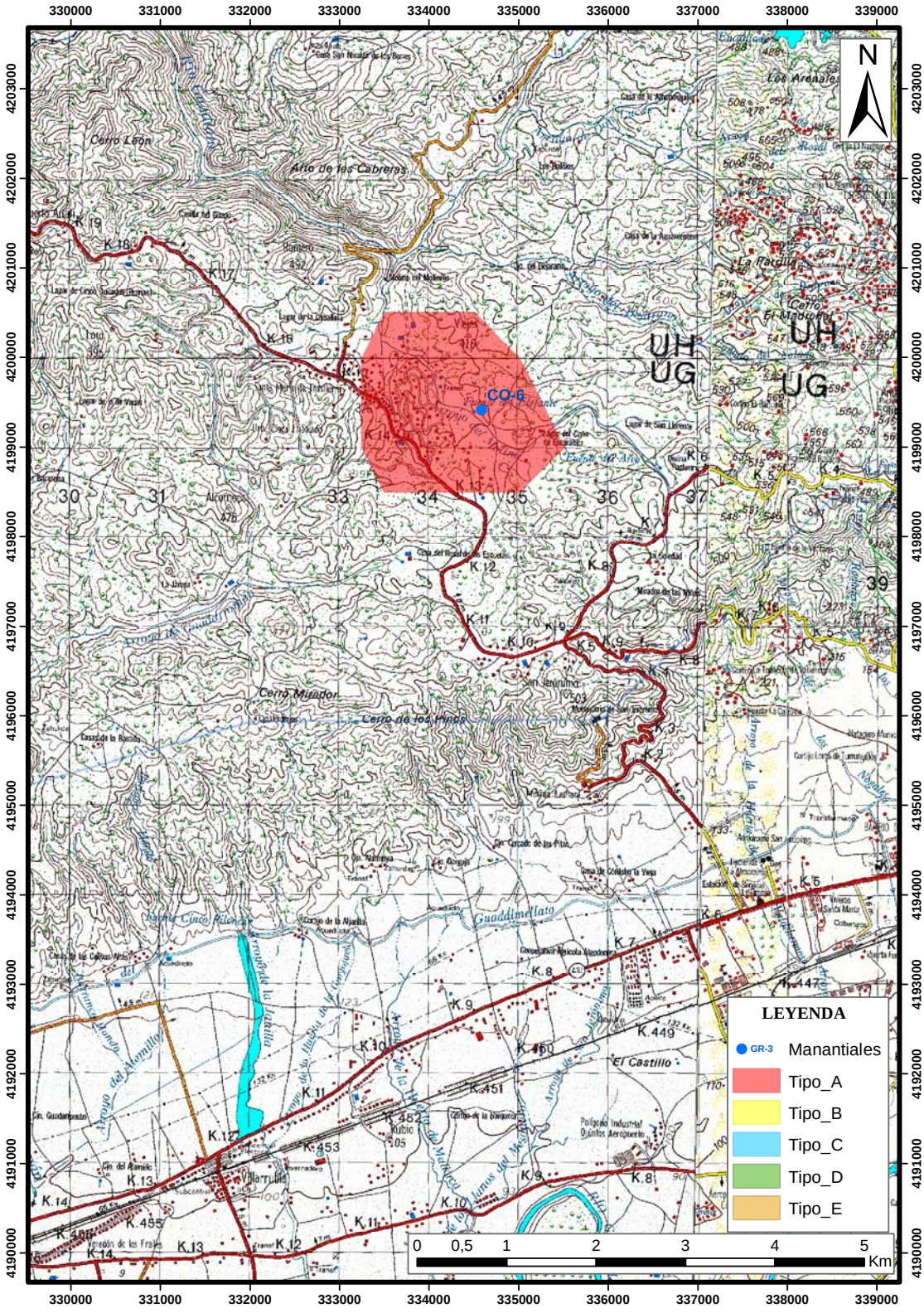


Figura 5: Zonación propuesta para la protección del manantial de la Fuente del Elefante y del tramo ganador del arroyo del Molino como descarga de la subunidad de Santa María de Trassierra (CO6). Escala original 1:50.000.

8.- APROVECHAMIENTO POSIBLE

El entorno presenta un estado de abandono, suciedad y vertidos. Existe un proyecto de la Junta de Andalucía de recuperación y conservación de anfibios, con motivo del cual se han realizado cerramientos con construcción de charcas satélites y acondicionamiento de la charca principal, con restitución arqueológica e impermeabilización, vallado, con arreglo de 4 pasos canadienses que dan acceso a la finca.

El objetivo principal ha sido restituir el hidroperiodo de la alberca, con un periodo al año que mantenga agua y coincida con los periodos de lluvia (otoño, invierno y parte de la primavera) con cerramiento del recinto.

Se recomienda la implantación de paneles que muestren el origen del manantial.

En la figura adjunta se presenta (Junta de Andalucía, 2009):

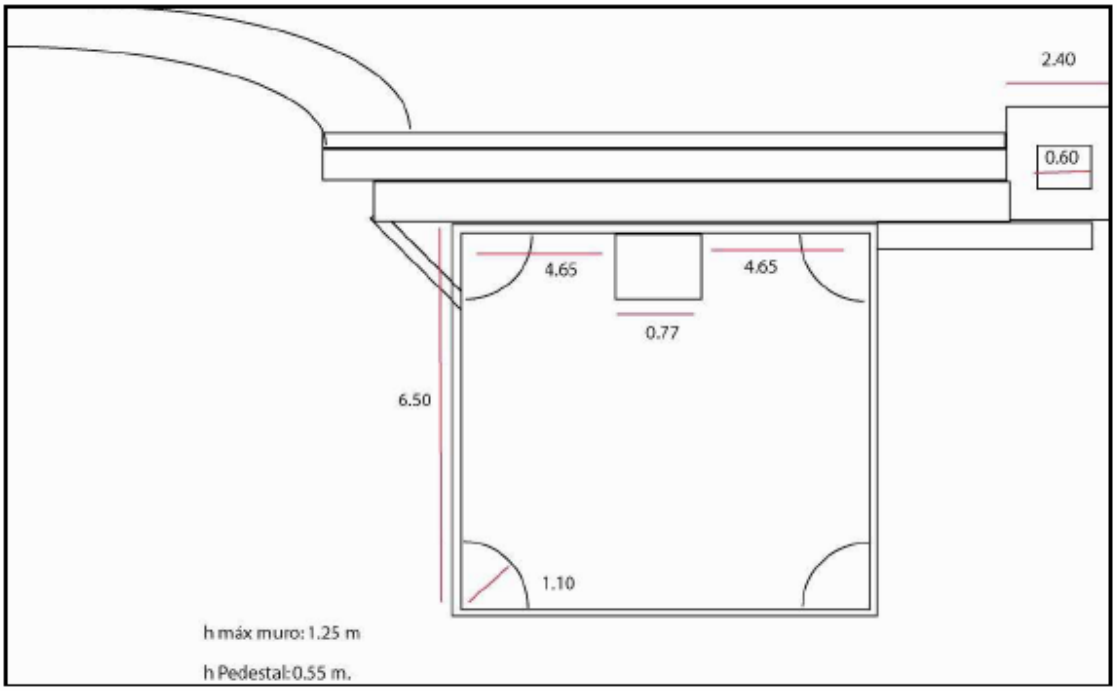


Figura 6: Esquema aproximado de la zona de actuación propuesta dentro de la Fuente del Elefante (Junta de Andalucía, 2009)

Esquema aproximado de la zona de actuación propuesta dentro de la Fuente del Elefante (el esquema no está a escala ni pretende ser fiel a la estructura). Las estructuras básicas son la alberca cuadrangular propiamente dicha con un pedestal donde se ubicaba el Elefante y por donde se vertía originalmente el agua. En las esquinas hay una estructura que le da un aspecto de monumentalidad. Además hay un pequeño pozo de donde llegan las canalizaciones con el agua y se distribuye a través de un canal que, en su continuación, forma parte del acueducto.

El canal mantiene agua gran parte del año y se derrama a un arroyo temporal. En varios lugares se encuentran pequeños canales de conexión y derramaderos. Por tanto, el alcance de los trabajos de recuperación/restauración de la fuente se centran con este proyecto en la alberca y canalizaciones anexas tal y como se representan en el esquema

En las fotos adjuntas se observan algunas fotografías facilitadas por Ricardo Reques de la restauración y recuperación de charcas y alcubilla realizadas.

Aspecto de la Fuente del Elefante en junio de 2009. En primer plano se aprecia el deterioro producido por el ganado vacuno (Ricardo Reques)

Aspecto del manantial en junio de 2010. Se puede ver la elevada cobertura de plantas acuáticas (fundamentalmente Ceratophyllum demersum (Ricardo Reques)

Aspecto de la Fuente del Elefante en mayo de 2010 tras excluir el ganado mediante un vallado de madera (Ricardo Reques)

Aspecto de las charcas en el mes de junio de 2010. En primer plano puede apreciarse el grado de contaminación de la primera charca (Ricardo Reques)

Aspecto de una de las charcas construidas en diciembre de 2009 (Ricardo Reques)

Inicio de las obras en el Manantial (5-10-09) (Ricardo Reques)

Manantial con pozo (07-10-09) (Ricardo Reques)

Aspecto de la charca a (21-10-09)

Manantial con vallado ganadero (6-11-09) (Ricardo Reques)

9.- PROPUESTA DE INDICADORES

Se propone el control continuo del agua de salida de la alcubilla, en el punto pues existe la acequia y posibilidades de control automático.

Entrada del agua a la Fuente del Elefante (Juan Carlos Rubio Campos)

10.- BIBLIOGRAFÍA

AAA-UG (2010). "Manantiales y fuentes de Andalucía. Hacia una estrategia de conservación. Conoce tus Fuentes". Agencia Andaluza del Agua (Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía) y Universidad de Granada. http://www.conocetusfuentes.com

CHG (2010). Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (documento para consulta pública).

IGME-CHG (2001). Revisión y actualización de las normas de explotación de las Unidades Hidrogeológicas de las Cuencas del Guadalquivir y Guadalete-Barbate. Propuesta de normativa y definición de nuevas Unidades hidrogeológicas.

IGME-DGA (2010). Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial relevancia hídrico.

Junta de Andalucía 2009. Programa de conservación de anfibios amenazados de Andalucía.

Ventura-Villanueva 1993. El abastecimiento de agua a la Córdoba romana.

CO-7 FUENTE DEL RÍO DE CABRA

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

1.- SITUACIÓN Y USOS DEL AGUA

Fuente del río de Cabra está situada en el T.M. de Cabra, con el nº de registro nacional del IGME 174020008 y referencia CO-7 en el Plan de Conservación. Presenta las coordenadas UTM siguientes:

X = 374230
Y = 4147596
A cota 485 ms.n.m.

Se utiliza para abastecimiento y regadío.

Situado sobre la Masa de Agua Subterránea a la que corresponde el código de identificación 051.035 Cabra-Gaena, se sitúa al sureste de la provincia de Córdoba, en la margen izquierda del río Guadalquivir.
La poligonal envolvente tiene una superficie total de 389 km2, de los cuales 135 km2 corresponderían a formaciones geológicas permeables, en concreto a materiales carbonáticos de los cabalgamientos del Subbético. La cota máxima dentro de la MASb es de 1.367 m s.n.m., la cota mínima es de 394 m s.n.m., y la cota media se localiza a 725 m s.n.m.

Corresponde al nacimiento del río de Cabra y se sitúa al sureste del pueblo de Cabra, en la salida para Priego.

El conjunto que incluye un área recreativa muy importante está catalogado como Bien de Interés Cultural.

Fuente del río de Cabra (Juan Carlos Rubio Campos)

Plano de situación realizado en ARCMAP:

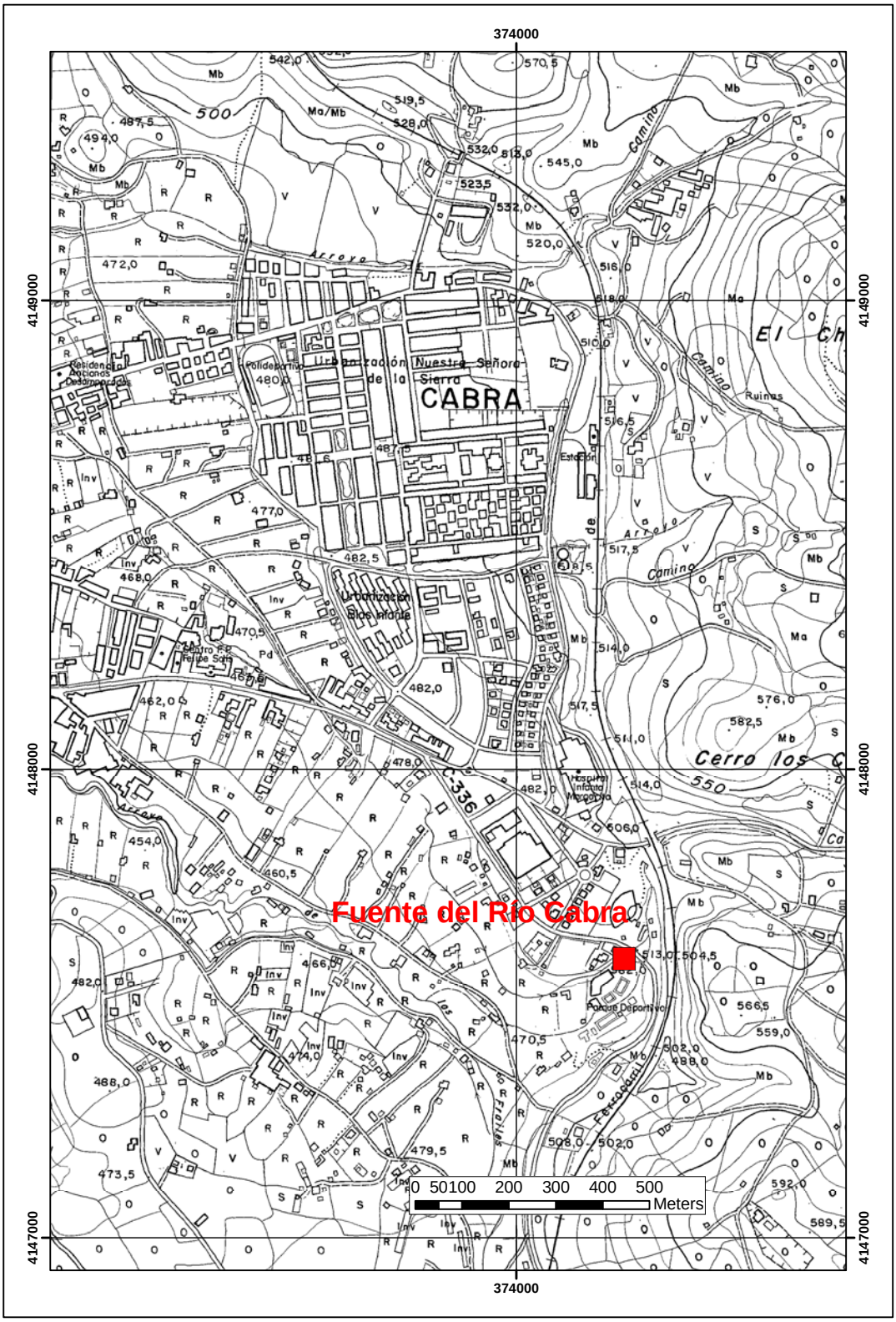


Figura 1: Plano de situación topográfico. Escala original 1:10000

Figura 2: Plano de situación ortofoto. Escala original 1:10000

2.- REFERENCIAS HISTÓRICAS

Es de destacar, en la proximidad del núcleo de Cabra la fuente del Río, dentro de un Parque recreativo notable. El paraje incluye el Castillo de los Condes de Cabra o Duques de Sessa, construido sobre cimientos romanos y originalmente fortaleza árabe del siglo IX.

Cartel explicativo de acueducto en las inmediaciones del nacimiento (Juan Carlos Rubio Campos)

Referencias al nacimiento del río Cabra (Juan Carlos Rubio Campos)

3.- FLORA Y FAUNA ASOCIADA

Se trata de un área ajardinada con un arbolado bien conformado de pino piñonero, falsa acacia, y restos de la vegetación de ribera con álamo blanco y olmo. En este parque además pueden verse algunos hongos asociados a estos árboles, como el yesquero (*Phomes sp.*) o la seta de chopo (*Agrocibe cylindracea*) en los álamos blancos del borde del canal.

Seta de chopo. (Ricardo Salas)

En el nacimiento, y sumergida bajo el agua de este imponente manantial, se ha desarrollado la comunidad de apio y berro silvestre, junto a otras plantas acuáticas como la grama de cien pies (*Glyceria declinata*), anagálide, y musgos como *Cratoneuron commutatum* y *Eucladium verticillatum*. Estas comunidades permiten el sustento de crustáceos como *Gammarus* o de sus depredadores, los barbos. En el borde de los canales y acequias, nuevamente aparece el musgo *Cratoneuron* y el culantrillo del pozo. Entre las aves ligadas a estos hábitats acuáticos es fácil ver a la lavandera cascadeña capturando todo tipo de moscas y mosquitos, al chochín, con su escandoloso cante, al mirlo y a la curruca capirotada, con su delicioso canto y siempre escondida en las marañas de zarzas o de las arboledas.

En el roquedo que queda por encima del nacimiento se pueden ver además a plantas típicas de ambientes húmedos y umbrosos como la hierba doncella o vinca (*Vinca difformis*), yedra y algún almez.

Musgos en el mismo nacimiento del agua. (Ricardo Salas)

Aspecto de la comunidad sumergida de berro, apio silvestre y grama de cien pies. (Ricardo Salas)

Peces en el nacimiento del río Cabra (Juan Carlos Rubio Campos)

Nacimiento del río Cabra (Juan Carlos Rubio Campos)

Nacimiento del río Cabra (Juan Carlos Rubio Campos)

4.- CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO-GEOLÓGICO

En el documento (IGME-DGA, 2010), ya se señala que la MASb Cabra-Gaena se encuentra situada en la zona de contacto entre el Prebético y el Subbético, y dentro del dominio del Subbético Externo o Frontal, muy próximo al límite meridional de la Depresión del Guadalquivir.

La estructura tectónica del Subbético es bastante compleja, debido a la existencia de una serie sucesiva de cabalgamientos que da lugar a una estructura en escamas, que han utilizado la plasticidad de las margas del Trías Keuper como superficie de deslizamiento.

La estructura de la MASb responde a una tectónica típica de plegamiento con existencia de amplios pliegues de cobertura y revestimiento de dirección general ENE-OSO y de sucesivos cabalgamientos, con vergencia norte, que determinan una estructura en "escamas" desarrolladas sobre los materiales triásicos que actúan como nivel de despegue. Fallas de diversa magnitud, así como vastos y suaves pliegues de fondo, de edad neógena, completan las características estructurales de la zona. La estructura resultante de los diferentes fenómenos tectónicos es muy compleja, creando como resultado final una importante compartimentación de la MASb.

El acuífero de Cabra-Alcaide está constituido por diversas escamas separadas por materiales impermeables, a pesar de lo cual existe comunicación hidráulica entre ellas en diversas zonas.

El acuífero de Gaena- Palojo corresponde a un gran domo anticlinal cuyos bordes se encuentran muy fracturados.

Para ilustrar todo lo anterior, se muestran a continuación un plano de situación, junto con dos cortes hidrogeológicos extraídos del documento (JA-IGME, 1998)

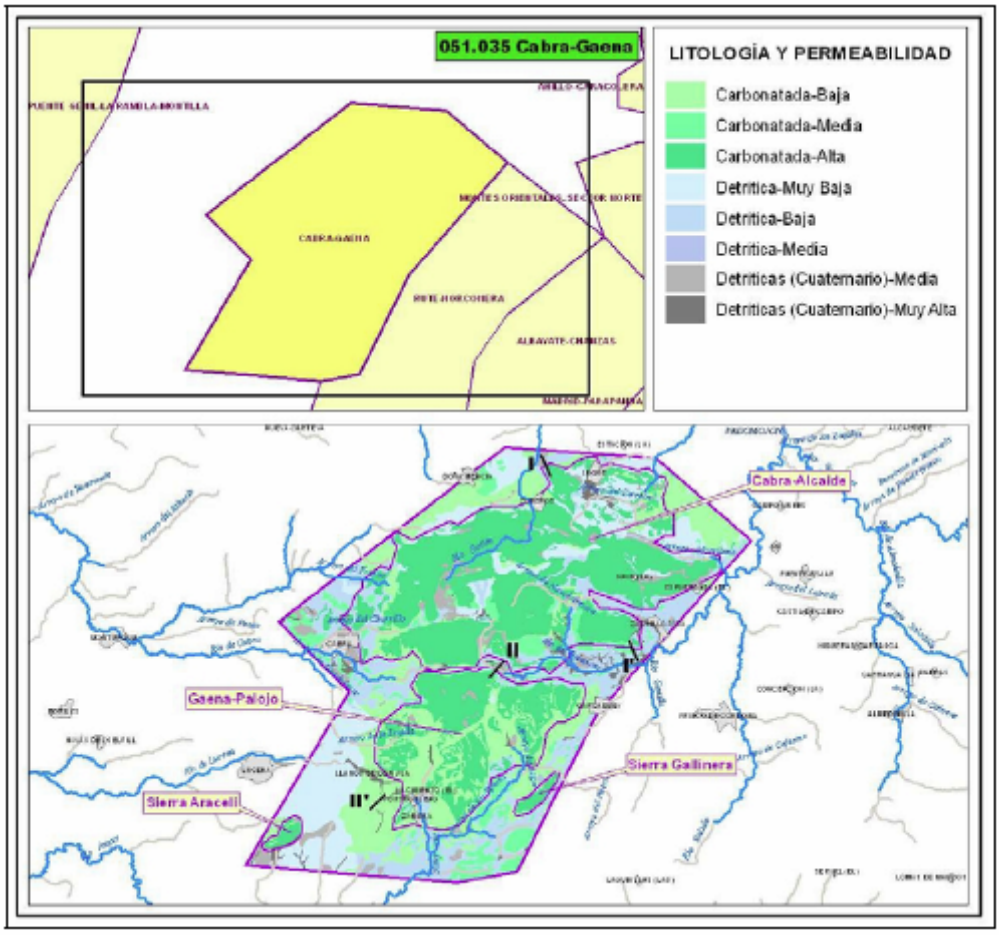


Figura 3: Situación cortes hidrogeológicos MASb Cabra-Gaena (051.035)

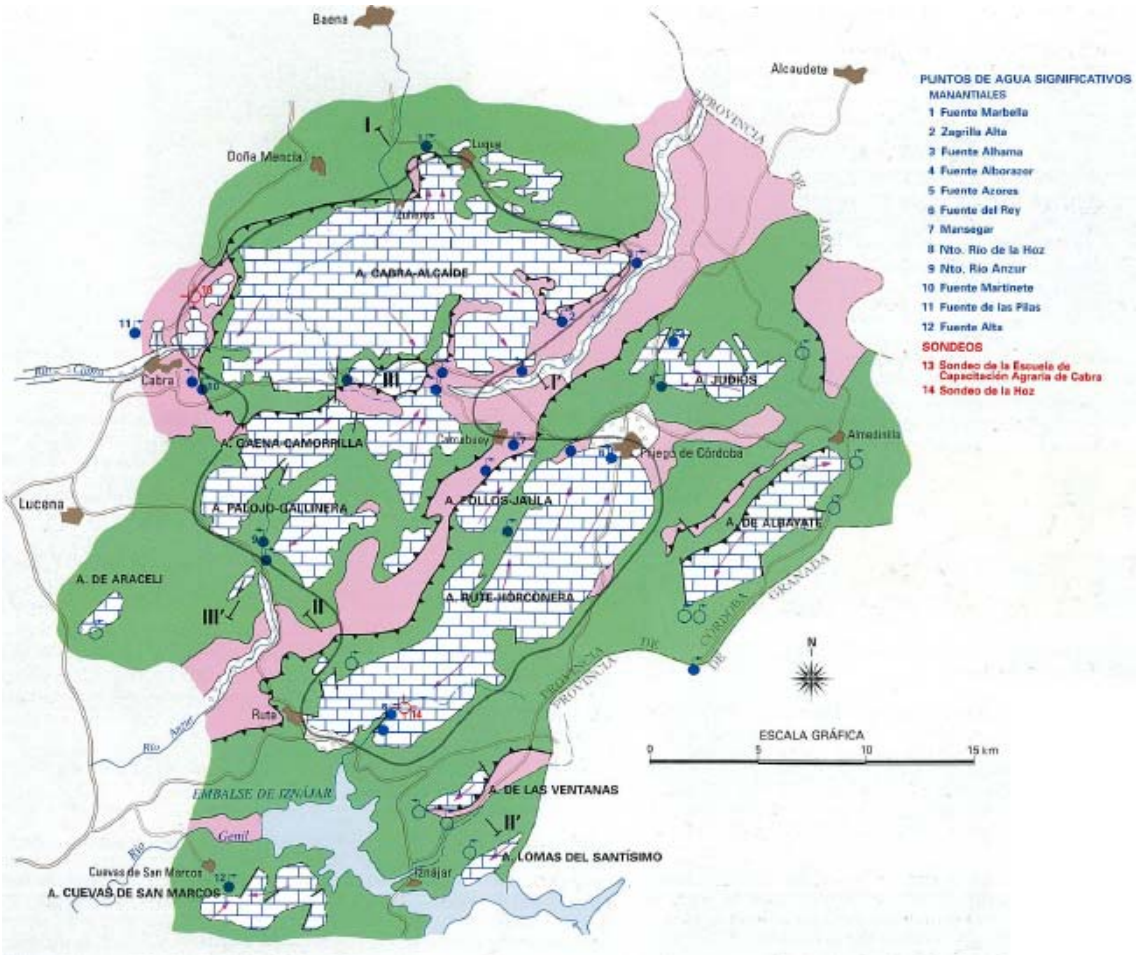


Figura 4: Acuíferos de las Sierras Subbéticas de Córdoba (JA-IGME, 1998)

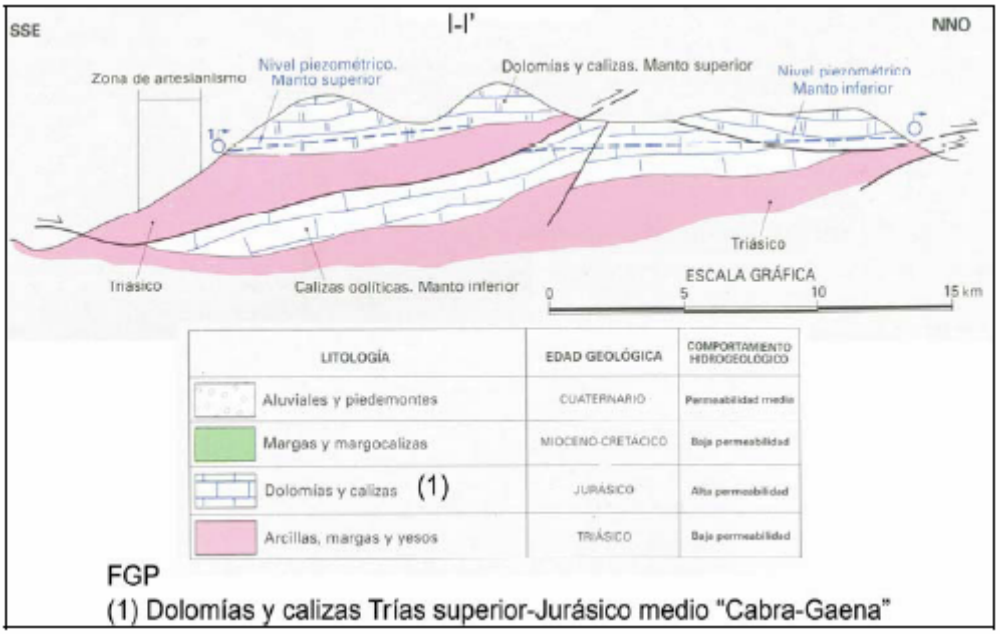


Figura 5: Corte geológico I-I' MASb Cabra-Gaena (051.035). (JA-IGME, 1998)

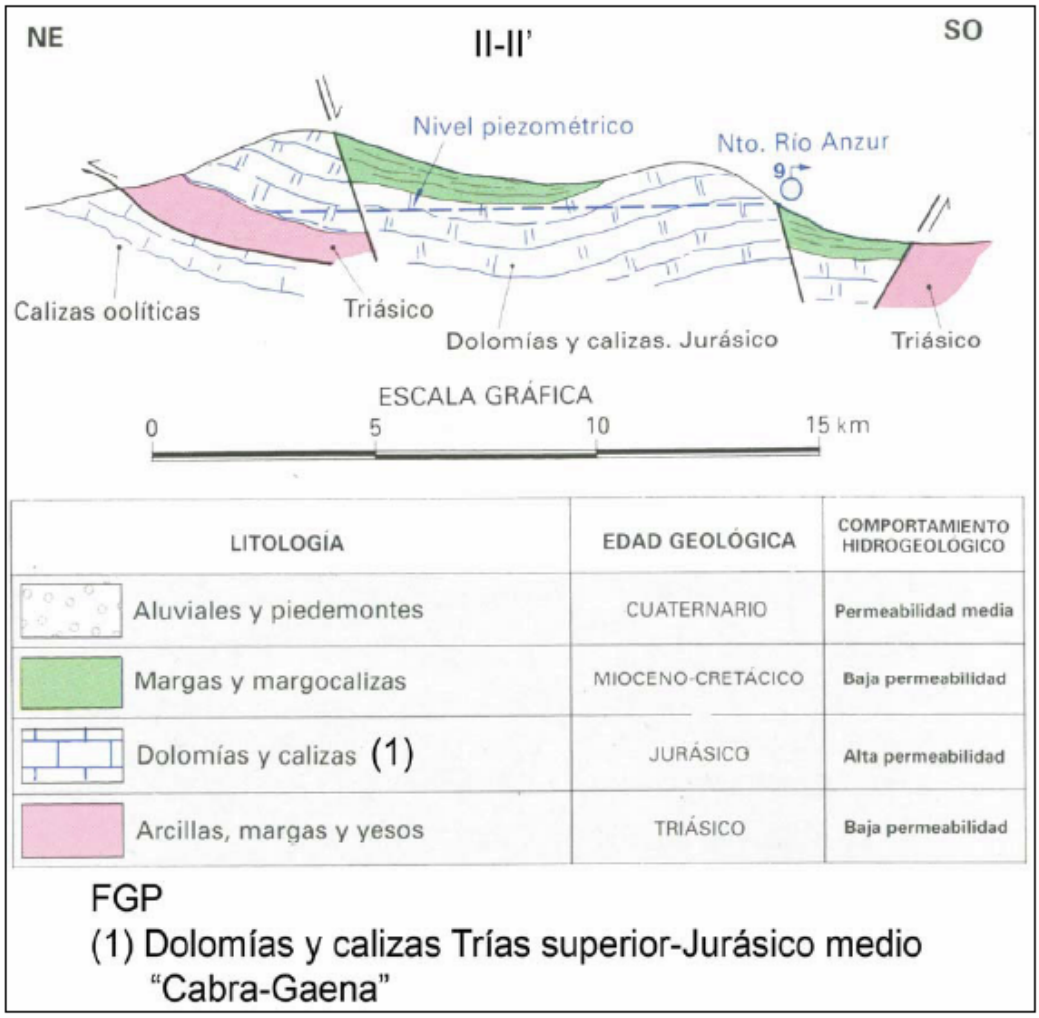


Figura 6: Corte geológico II-II' MASb Cabra-Gaena (051.035). (JA-IGME, 1998)

En el documento (IGME-DGA, 2010), se señala que el acuífero de Cabra-Alcaide descarga principalmente por siete manantiales. El sector oeste por los manantiales de Fuente del Río (174020008) a 500 m s.n.m. y Fuente de Las Piedras (174010004) a 460 m s.n.m. En la parte norte drena a través de Fuente Marbella (173970002) a 500 m s.n.m. Al este los manantiales de Fuente Alhama (173980001) a 490 m y Zagrilla (174040007) a 580 m. Y al sur Fuente del Palancar (174030005) a 580 m s.n.m. y algunos sondeos surgentes.
El drenaje principal del acuífero de Gaena-Palojo se realiza al suroeste por el Nacimiento del río Anzur (174060002) y el manantial del Molino Anzur (174060003) ambos a 560 m s.n.m. Existe otra salida al noroeste por Fuente Jarcas (174020025) a 780 m s.n.m. de caudales muy pequeños en comparación con los del río Anzur y a mayor cota por lo que se presume que ambos sectores están desconectados".

En el documento (IGME-DGA, 2010), ya se ha definido un tramo ganador en el Río Cabra (051.035.001) La relación se ha definido en un pequeño tramo de 436 m de longitud sobre el río Cabra, justo antes de su paso por la localidad que le da nombre. Se trata de un tramo ganador por las descargas de la Fuente del Martinete y la Fuente del Río dos manantiales situados próximos al cauce, en los alrededores de la población.

El tramo identificado constituye una masa de agua superficial propia (código ES0511009008), que engloba a los cauces del río Cabra y del Arroyo de Santa María. La MAS está definida como masa natural con tipología de río mineralizado de baja montaña mediterránea.
Los manantiales que aportan agua al tramo son la Fuente del Martinete (174020001) y la Fuente del Río (174020008).

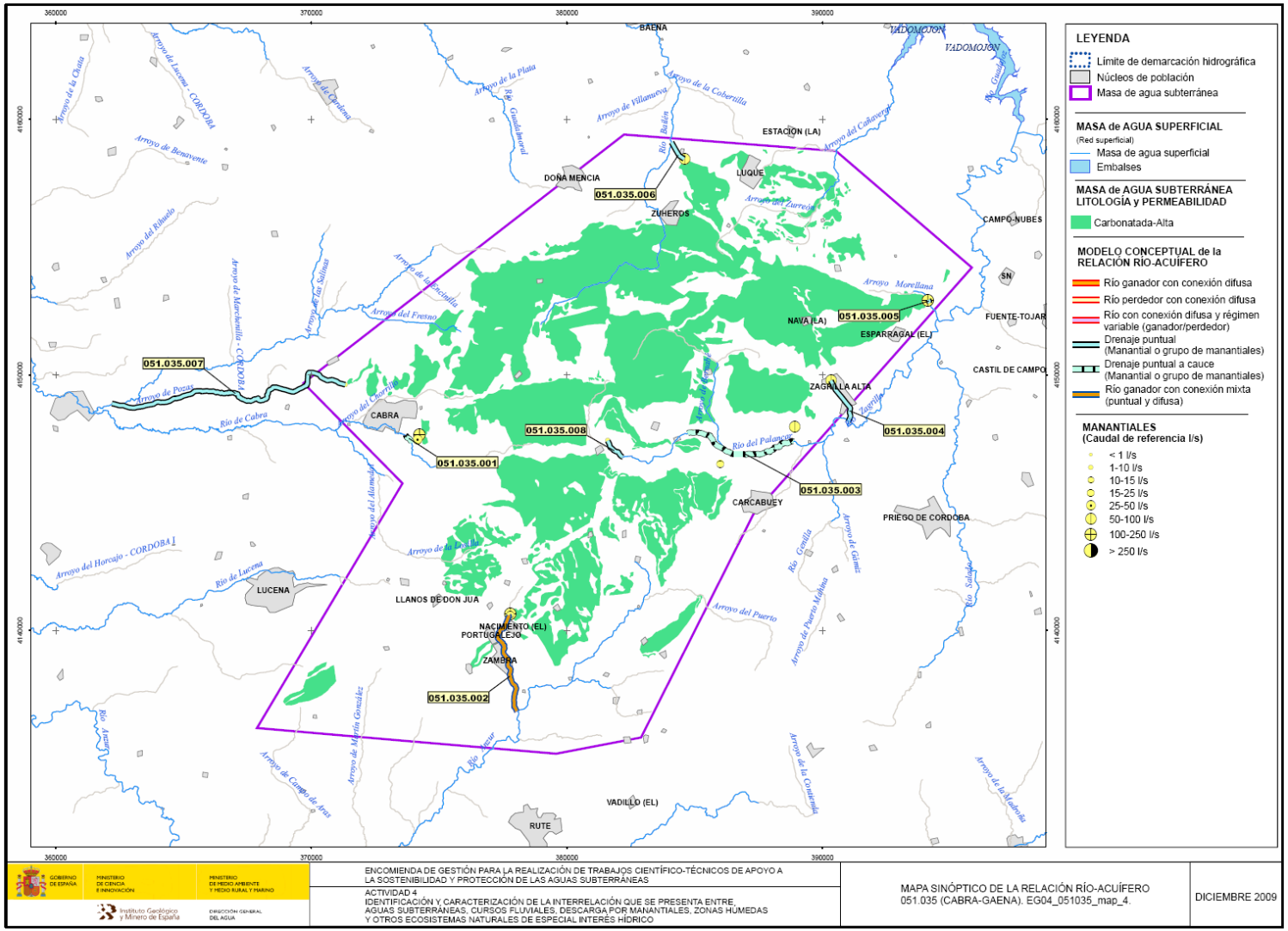
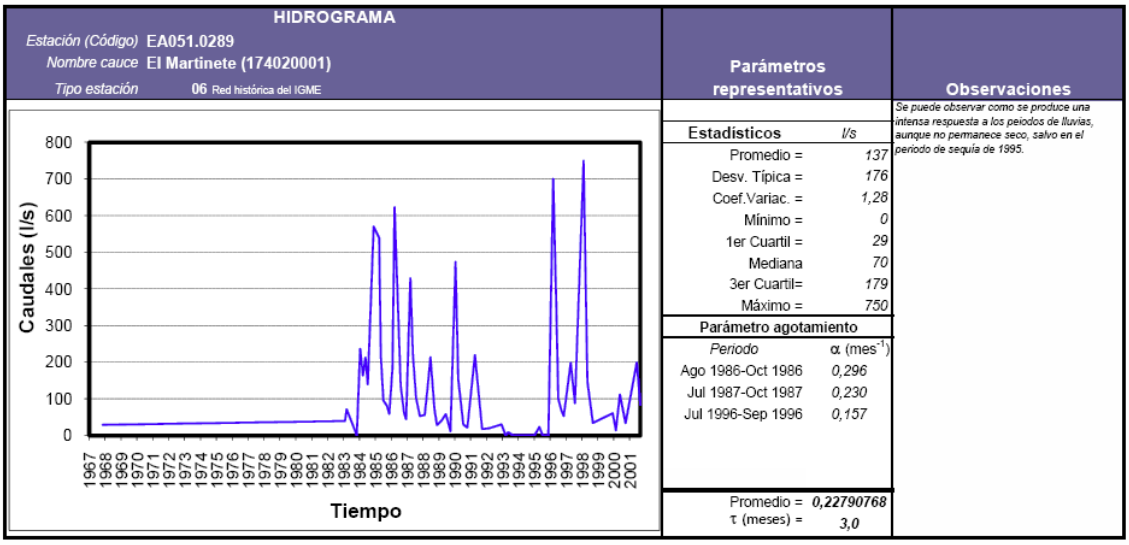


Figura 7: Mapa sinóptico de la relación río-acuífero (IGME-DGA, 2010)

5.- EVOLUCIÓN HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA

Para el tramo río Cabra en el documento (IGME-DGA, 2010), se señala que para la cuantificación de este tramo río acuífero se dispone de 2 secciones históricas hidrométricas llevadas a cabo en la Fuente del Martinete (174020001) y la Fuente del Río (174020008). Ambas abarcan desde 1967 a 2001, con un total de 66 (NAE=66) y 71 (NAE=71) valores respectivamente. Los caudales medios son de 137 l/s y 230 l/s, los parámetros de agotamiento calculados son de 0,227 y 0,143 mes-1, y los periodos de semiagotamiento de 3 y 4,8 meses, todo respectivamente.
Sumando los caudales medios de los dos manantiales de la red hidrométrica se obtiene un caudal característico de la descarga (QCD) para este tramo sobre el río Cabra de 367 l/s.



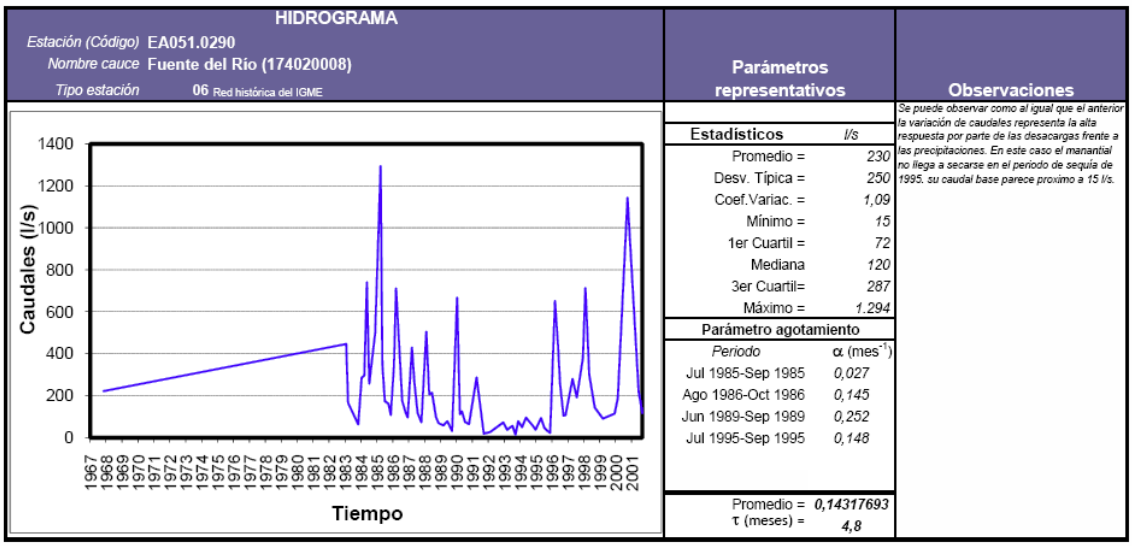


Figura 8: Hidrogramas de El Martinete y Fuente del río de Cabra (IGME-DGA, 2010)

Las aguas de la masa de agua presentan en general facies bicarbonatadas cálcicas excepto algunas aguas ligadas a materiales triásicos con aguas sulfatadas. Un resumen de las características de la masa en base a 40 análisis se recoge en el cuadro adjunto:

Parámetro	Medio	Máximo	Mínimo
Cond. Eléctrica	507,8	797,0	234,0
pH	7,7	8,6	7,0
CO_3H	227,1	293,0	198,0
SO_4	53,0	144,0	0,6
NO_3	28,6	45	6
Ca	78,1	110,0	37,0
Mg	14,4	24,0	2,0
Cl	22,8	78,0	2,0
Na	11,0	40,0	0,0

Características químicas de la unidad 05.35. Conductividad eléctrica en µmhos/cm, contenidos iónicos en mg/l.

En lo que respecta a la hidroquímica, el agua correspondiente a este manantial es claramente bicarbonatada-calcica, como se puede observar en los diagramas de las figuras 9 y 10, con un nivel bajo de mineralización. Para el período 1967-2001 presenta una conductividad eléctrica media de 379 µS/cm y pH de 7,8.

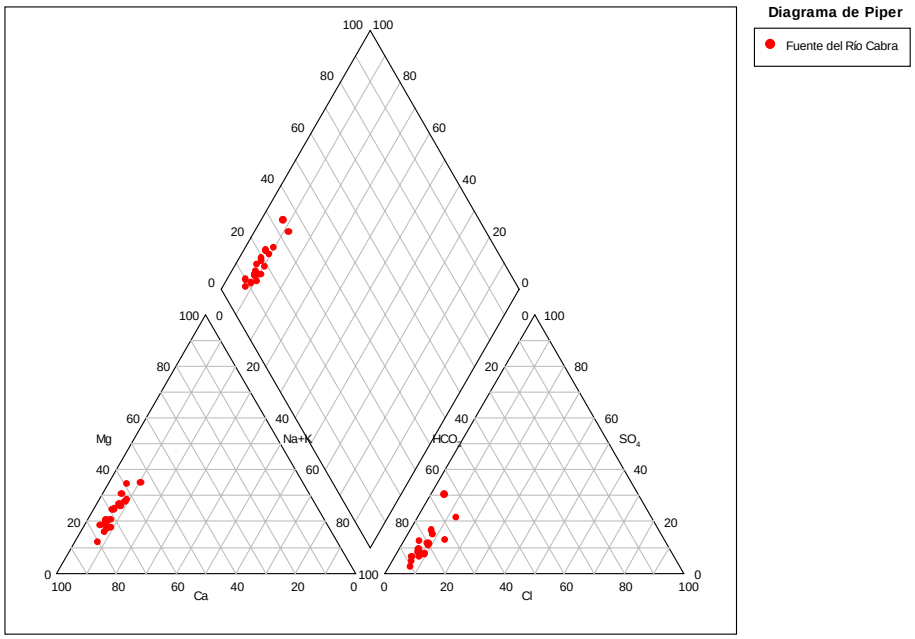


Figura 9: Diagrama de Piper del agua del manantial Fuente del Río Cabra correspondiente al período 1967-2001.

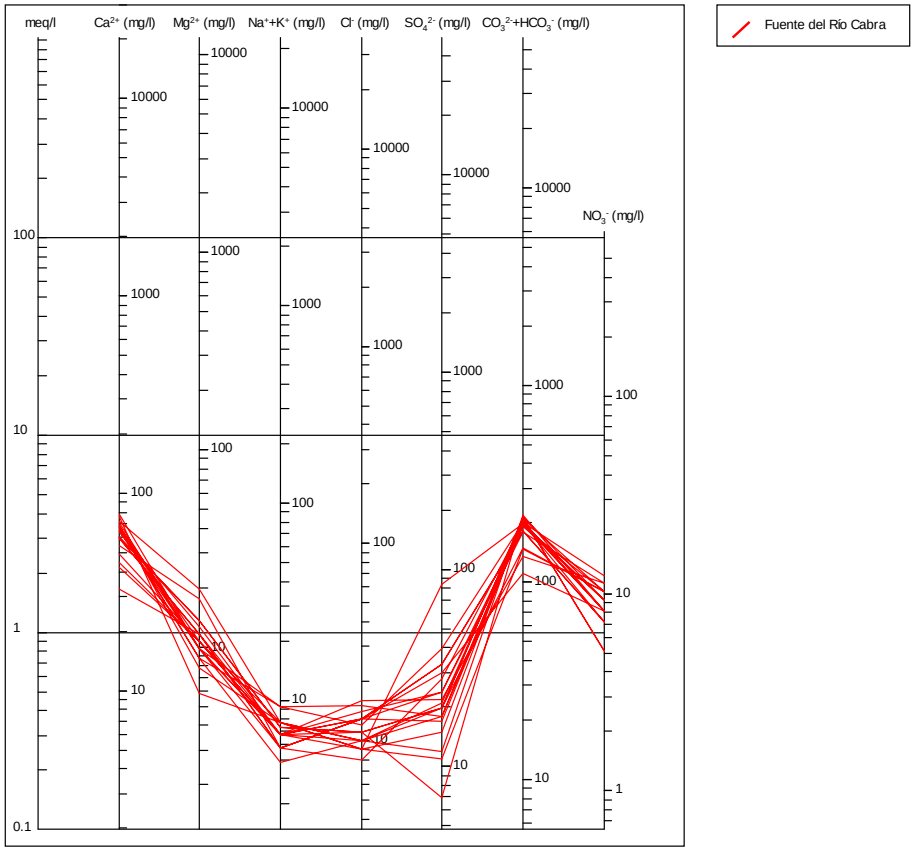


Figura 10: Diagrama de Shoeller del agua del manantial Fuente del Río Cabra correspondiente al período 1967-2001.

6.- VALORACIÓN DEL INTERÉS

La valoración del interés es alto-muy alto en todos los aspectos: hidrogeológico, ambiental, científico-pedagógico, económico, histórico-cultural y recreativo. Destaca la presencia del área recreativa próxima.

Es un BIC (Bien de Interés Cultural). Además, esta declarado por la Junta de Andalucía como Sitio de Interés Natural y Arboleda singular y se incluye en los límites de Parque Natural de la Subbética de Córdoba, catalogado como Geoparque.

Virgen sobre el nacimiento del río Cabra (Juan Carlos Rubio Campos)

Nacimiento del río de Cabra (Juan Carlos Rubio Campos)

7.- PROTECCIÓN PROPUESTA

7.1.- Presiones

Las presiones son inexistentes en el año 2010.

Está considerada la masa de agua en buen estado cuantitativo y químico. El índice de explotación es <0,4 (IE<0,4), con algún descenso de nivel dudoso. Las explotaciones alcanzan unos 0,89 hm^3/año frente a 47 hm^3/año de recursos renovables (CHG, 2010).

El Plan Hidrológico considera a la masa de agua en la categoría de 5 como masa estratégica, admitiendo captaciones sólo para abastecimiento urbano y concesiones para uso industrial que sumarán para toda la Cuenca un máximo de 5 hm^3/año.

7.2.- Figuras de protección, normativa y perímetros previos

Dentro de la masa de agua ya se recogía en el documento (IGME-CHG, 2001), una distancia de 500 m. de los cauces, donde se proponía la prohibición de nuevas captaciones con objeto de la protección ecológica de los ríos (Río Anzur y Río Bailón).

Además se establecían zonas para protección de uso urbano entre otros en el Nacimiento del Río Anzur y en la Fuente de Marbella.

Es un Bién de Interés Cultural (BIC). Además está declarado por la Junta de Andalucía como sitio de Interés Natural y arboleda singular.

Incluido en el catálogo de Georecursos de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

También se localiza a escasos 300 m del Parque Natural, LIC, ZEPA y Geoparque Sierras Subbéticas.

7.3.- Zonación propuesta

El objetivo es la protección de la fuente del río además de la fuente del Martinete y de la zona ganadora del río Cabra en cabecera.

Se propone una zona de protección tipo A, donde no se autorizarán captaciones adicionales ni actividades potencialmente contaminantes y una zona tipo B, reservada para abastecimientos urbanos y captaciones menores de 7000 m^3/año.

La zonificación propuesta tiene relación con los apartados 2, 3, 4, 5 y 6 de la tabla 1, situandose próximo al Espacio Natural Protegido de la Subbética de Córdoba.

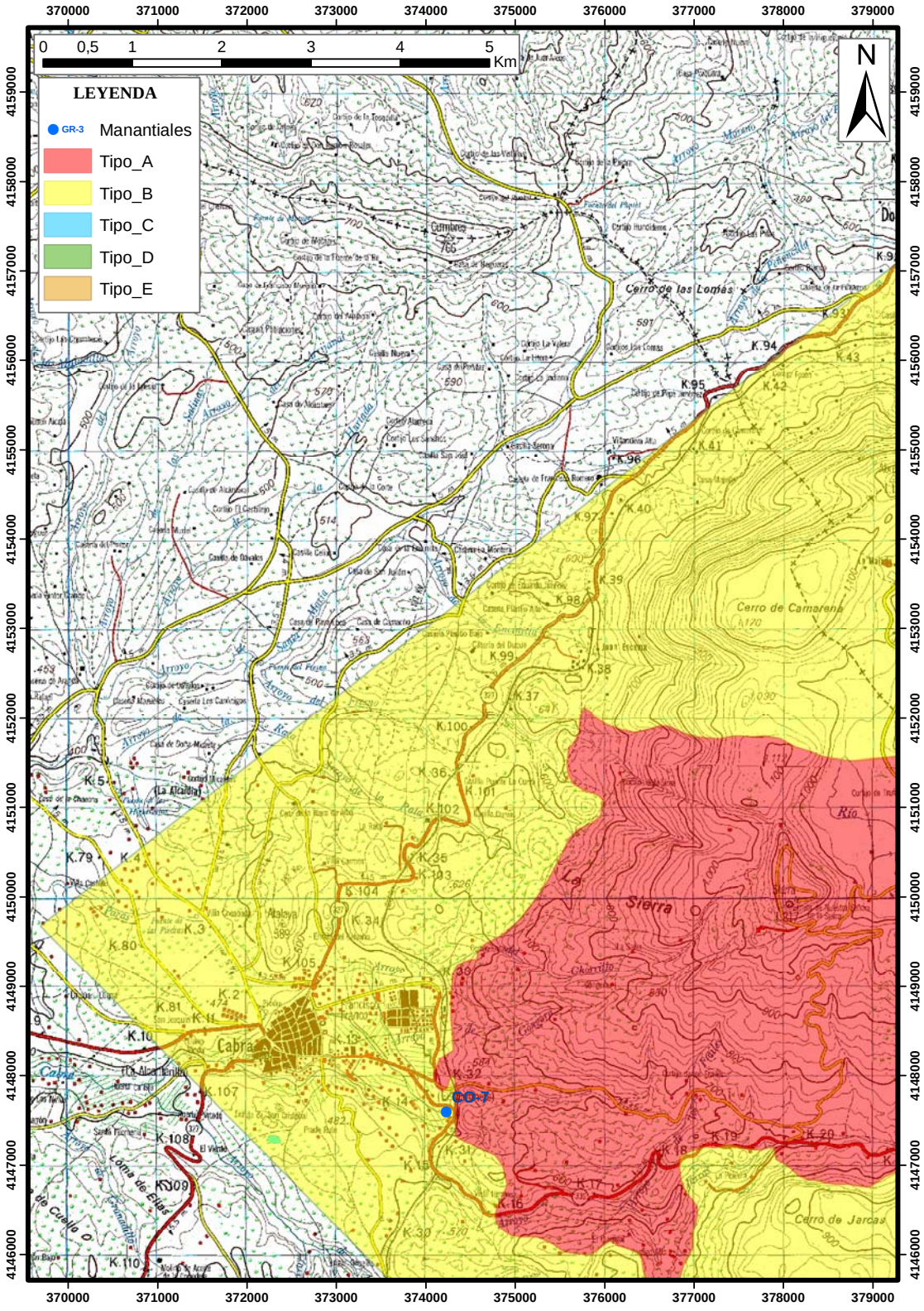


Figura 11: Zonación propuesta para la protección de la fuente del río además de la fuente del Martinete y de la zona ganadora del río Cabra en cabecera (CO-7). Escala original 1:50.000. Zona noroccidental 1 de 5.

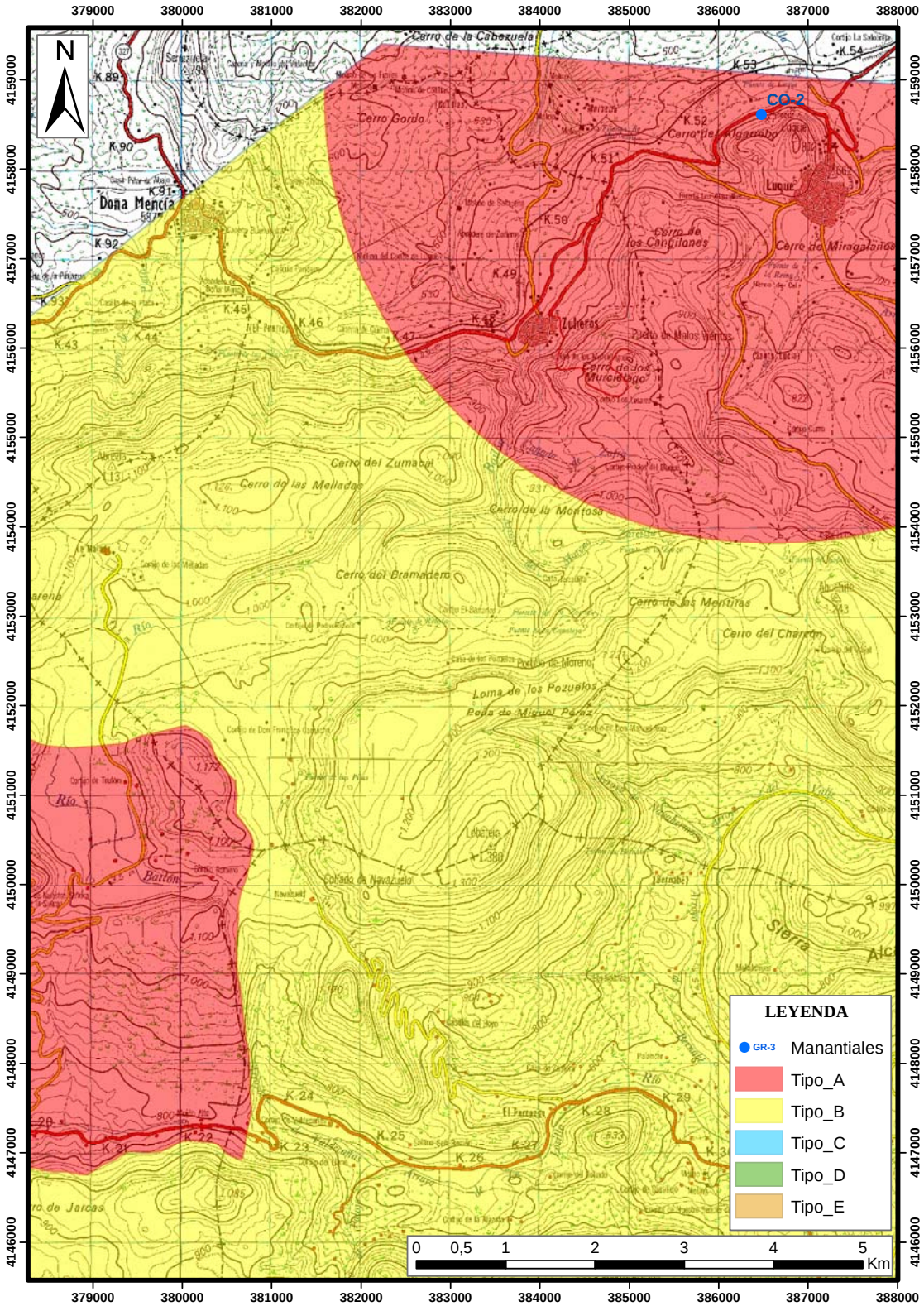


Figura 12: Zonación propuesta para la protección de la fuente del río además de la fuente del Martinete y de la zona ganadora del río Cabra en cabecera (CO-7). Escala original 1:50.000. Zona nortecentral 2 de 5.

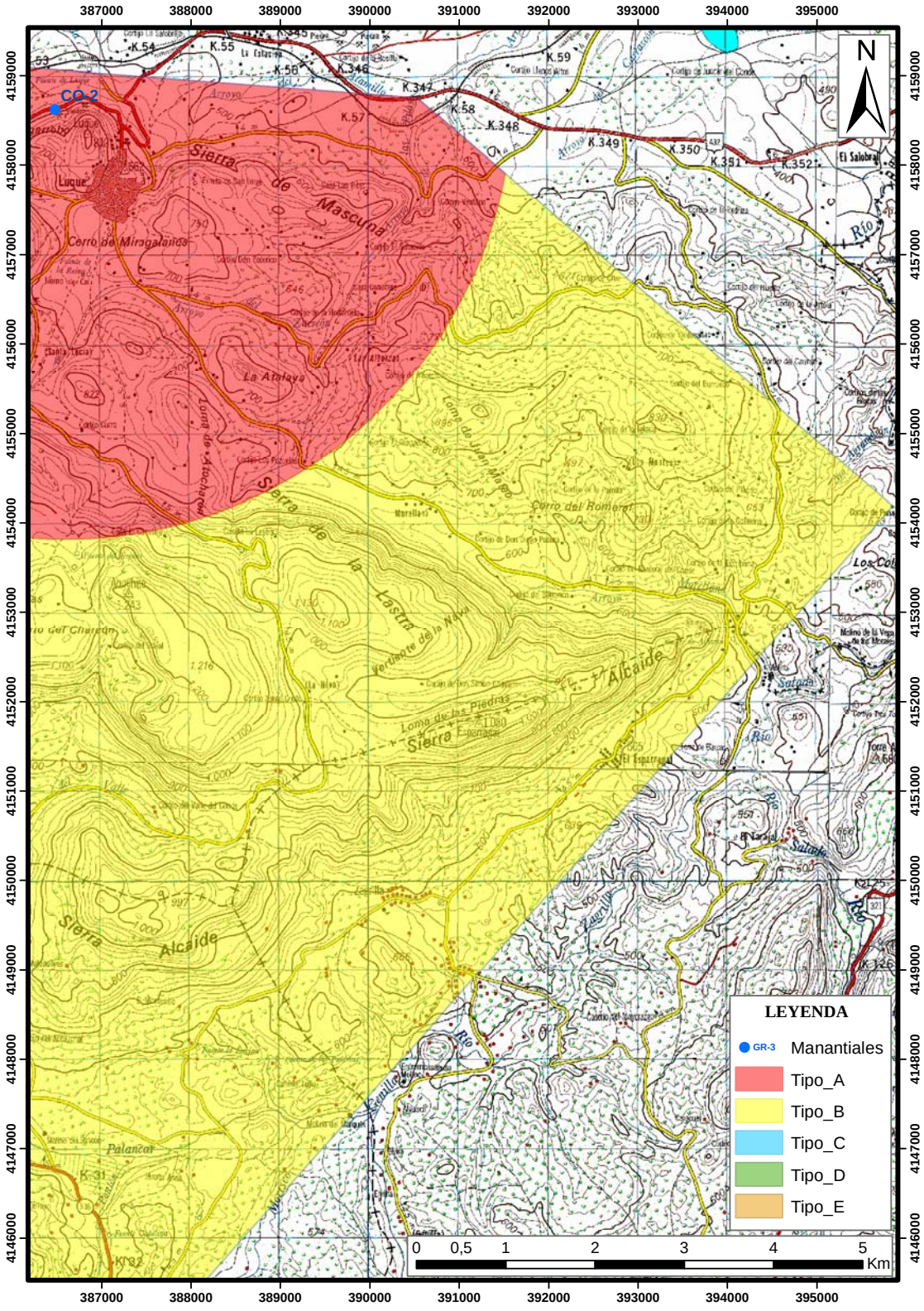


Figura 13: Zonación propuesta para la protección de la fuente del río además de la fuente del Martinete y de la zona ganadora del río Cabra en cabecera (CO-7). Escala original 1:50.000. Zona nororiental 3 de 5.

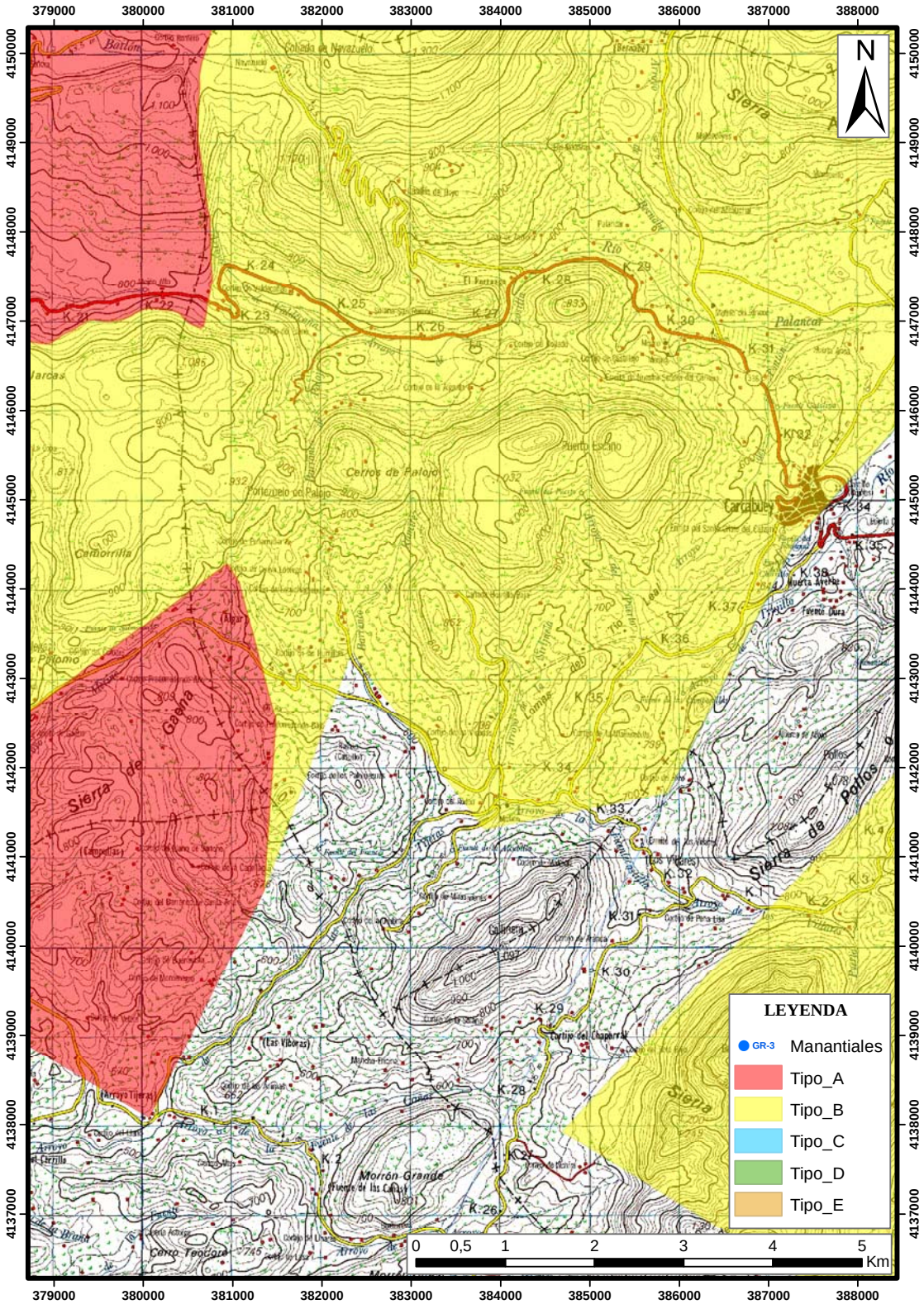


Figura 14: Zonación propuesta para la protección de la fuente del río además de la fuente del Martinete y de la zona ganadora del río Cabra en cabecera (CO-7). Escala original 1:50.000. Zona suroriental 4 de 5.

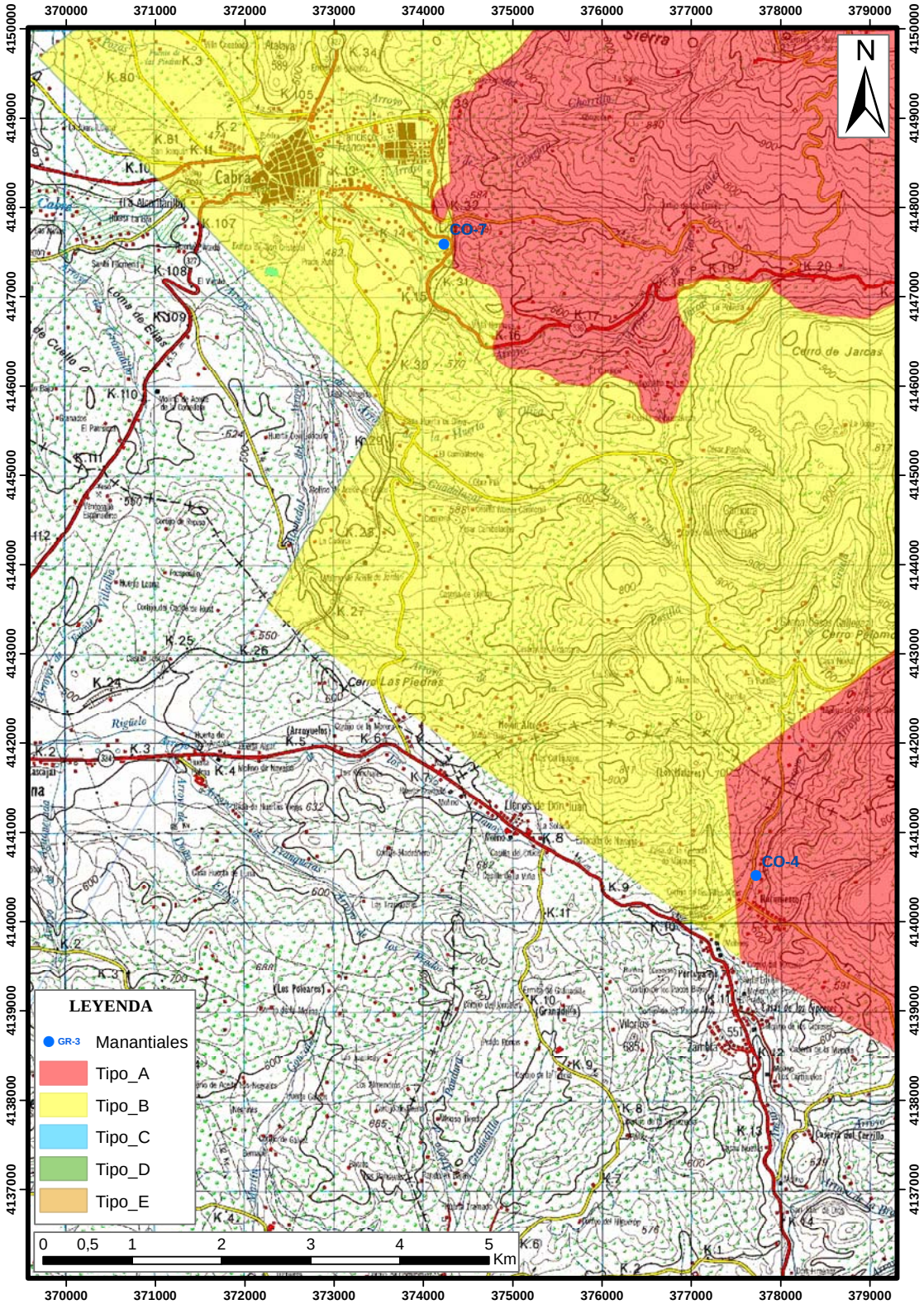


Figura 15: Zonación propuesta para la protección de la fuente del río además de la fuente del Martinete y de la zona ganadora del río Cabra en cabecera (CO-7). Escala original 1:50.000. Zona suroccidental 5 de 5.

8.- APROVECHAMIENTO POSIBLE

En el esquema que se acompaña se muestra un croquis del entorno del manantial

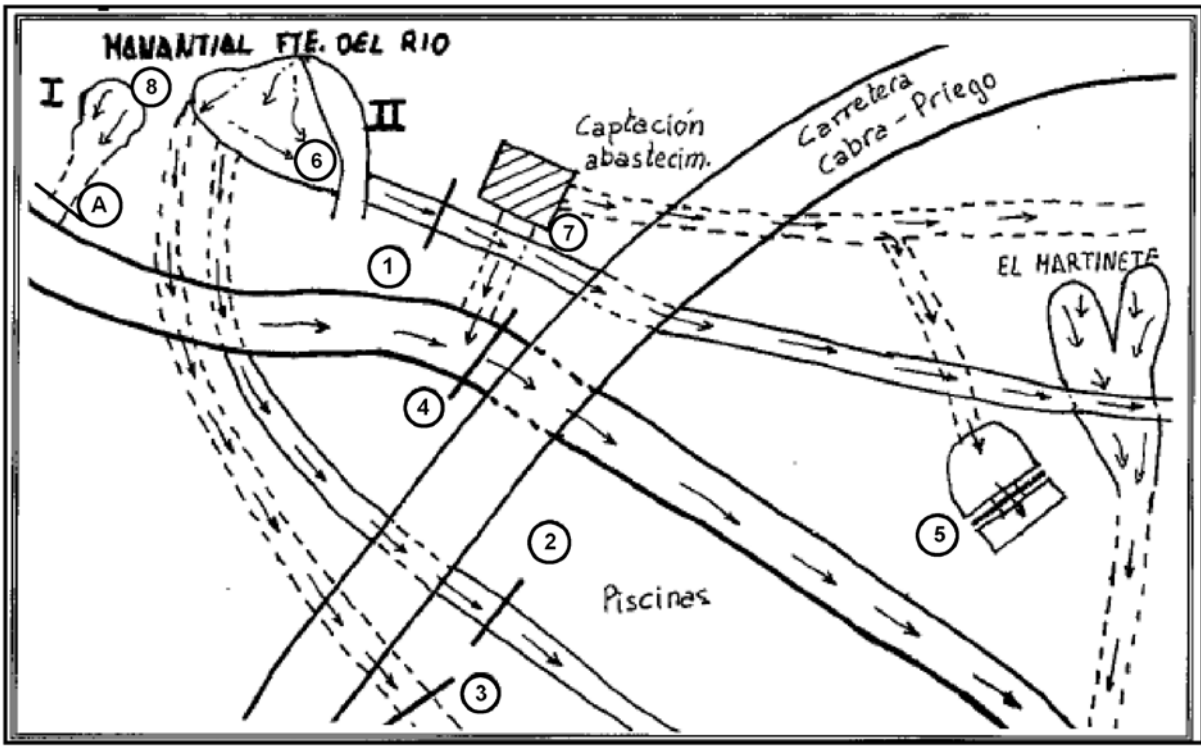


Figura 16: Esquema de situación de Fuente del río de Cabra

El entorno presenta una gran área recreativa con grandes zonas ajardinadas en todo el entorno a un lado y otro de la carretera de Priego, restaurantes y un anfiteatro, destacando la imagen de la Virgen de la Sierra. Al otro lado de la zona ajardinada de la carretera de Priego se encuentran varias piscinas y el sector del Martinete, cuyo acceso se puede hacer por debajo de la carretera.

Acceso a las piscinas bajo la carretera (Jorge Jiménez Sánchez)

Manantial Fuente del Río I (Jorge Jiménez Sánchez)

Virgen sobre el nacimiento del río Cabra (Jorge Jiménez Sánchez)

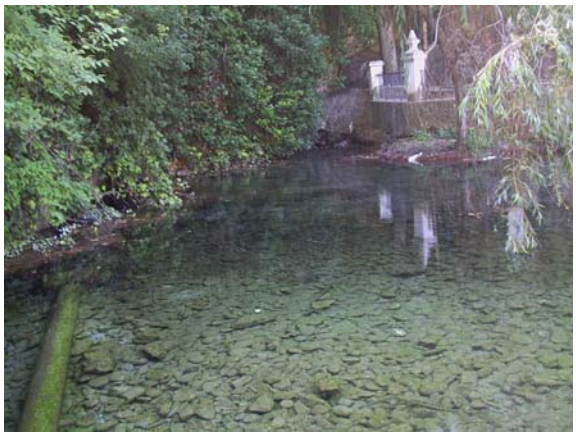
Área de servicio para autocaravanas (Juan Carlos Rubio Campos)

Acequia para riego del manantial Fuente del Río II (Punto 1 de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)

Acequia para riego del manantial Fuente del Río II (Punto 2 de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)

Acequia para riego del Manantial Fuente del Río II (Punto 3 de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)

Río Cabra (Punto 4 de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)



Manantial Fuente del Río II (Punto 6 de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)

Captación para abastecimiento (Punto 7 de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)

Manantial Fuente del Río I (Punto 8 de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)

9.- PROPUESTA DE INDICADORES

Sección de aforos del punto 5 (figura 16)

Para el control de la totalidad de las salidas se propone la realización de aforos trimestrales en los puntos 1, 2, 3 y 4, a los que habría que sumar el caudal de la captación para abastecimiento (punto 7 de la figura 16).
Por otra parte, para establecer las variaciones en el tiempo de caudal y calidad, a nivel experimental, se propone controlar el caudal en continuo y la calidad de algunas de las salidas: manantial de Fuente del Río I, representado en la figura 16, por la sección A,

Fuente del Río I y sección para instalar data logger (Punto A de la fig. 16) (Jorge Jiménez Sánchez)

10.- BIBLIOGRAFÍA

CHG (2010). Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (documento para consulta pública).

Diputación Provincial de Córdoba (2000). Fuentes de la Provincia de Córdoba. Estudios de Medio Ambiente Provincial nº 1.

IGME-CHG (2001). Revisión y actualización de las normas de explotación de las Unidades Hidrogeológicas de las Cuencas del Guadalquivir y Guadalete-Barbate. Propuesta de normativa y definición de nuevas Unidades Hidrogeológicas.

IGME-DGA (2010). Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial relevancia hídrica.

Junta de Andalucía-IGME (1998). Atlas hidrogeológico de Andalucía.

CO-8 FUENTE AGRIA (VILLAHARTA)

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

1.- SITUACIÓN Y USOS DEL AGUA

Fuente Agria se localiza en el término municipal de Villaharta., encontrándose en las hojas 901(1:50.000) y 901-41/42 (1:10.000). Se encuentra fuera de MASA.

El Balneario de Fuente Agria está compuesto por tres manantiales principales (Fuente Agria, San Elías y Malos Pasos) y por otros dos menos importantes (La Lastrilla y El Cordel). Se encuentran situados al norte de la provincia de Córdoba, cuatro de ellos en el término municipal de Villaharta y el denominado La Lastrilla en el de Espiel. (IGME-JA, 1991).

Las coordenadas UTM, las cotas y el número de registro nacional del IGME de cada uno de los manantiales son las siguientes y siendo Fuente Agria el punto de referencia recogido en el Plan de conservación de manantiales (CO-8):

Fuente Agria (1536/4/0001): X: 333860; Y: 4221015; Z: 515
San Elías (1536/4/0002): X: 333950; Y: 4221700; Z: 510
Malos Pasos (1536/4/0005): X: 334450; Y: 4221400; Z: 510
El Cordel (1536/4/0003): X: 334400; Y: 4220600; Z: 540
La Lastrilla (1536/4/0004): X: 333600; Y: 4220900; Z: 540

Su acceso se realiza por la carretera N432 de Córdoba a Badajoz, tomado en el km 235 un carril que sale hacia el Este de la carretera y que conduce a los manantiales de Fuente Agria, San Elías, Malos Pasos y el Cordel. En la misma carretera y en el km 235,5, el carril que sale hacia el Sur conduce al manantial de La Lastrilla (IGME-JA, 1991).

Un original templete de hierro fundido guarda en su interior el nacimiento, cuyas aguas son recogidas por una pileta de mármol. El templete está cerrado con llave, en posesión del dueño de un bar próximo y de vecinos del lugar. Las aguas tienen predicamento de curativas, y a ellas acuden todavía buen número de devotos. El nombre de Villaharta se asocia al antiguo Balneario de Fuente Agria (actualmente abandonado), cuyas benefactoras aguas minero-medicinales, hoy olvidadas, están pendientes de un proyecto de nuevo balneario (AAA-UG, 2010).

Manantial ferruginoso de aguas medicinales que formaba parte del antiguo balneario de Fuente Agria, en un área en que aparecen un conjunto de fuentes con características minero-medicinales (San Elías, Malos Pasos, El Cordel y La Lastrilla). (IGME-AAA, 2006).

Sus aguas fueron declaradas de utilidad pública en 1928. El manantial formaba parte de un balneario que estuvo en funcionamiento hasta 1936, junto con el cercano de San Elías (a unos 200 m, protegido por un edificio de planta cuadrada y del que también actualmente se siguen tomando sus aguas) y los de Malos Pasos, el Cordel y la Lastrilla. Las aguas, para bebida, están recomendadas para tratamiento de anemias, diabetes, problemas estomacales y reuma.

Vierte sus aguas al arroyo de la Nava de Molero, en la cuenca del Guadiato.

El manantial de la Lastrilla se ha encontrado siempre sin instalaciones de ningún tipo, tanto cuando funcionaba en el balneario de Fuente Agria de Villaharta como actualmente se usa esporádicamente como medicinal.

El manantial de Malos Pasos tiene instalaciones del antiguo balneario totalmente en ruinas. En alguna bibliografía ha aparecido como perteneciente al balneario de Peñas Blancas.

Drena el sistema acuífero: Areniscas y pizarras del Carbonífero.

Templete exterior y manantial de Fuente Agria (IGME-AAA, 2006).

Edificación y manantial de San Elías (IGME-AAA, 2006)

Fuentes de Malos Pasos, El Cordel y La Lastrilla, respectivamente (Página Web del Ayuntamiento de Villaharta)

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, JC.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, JM.; Cañizares García, MI.

Plano de situación realizado en ARCMAP:

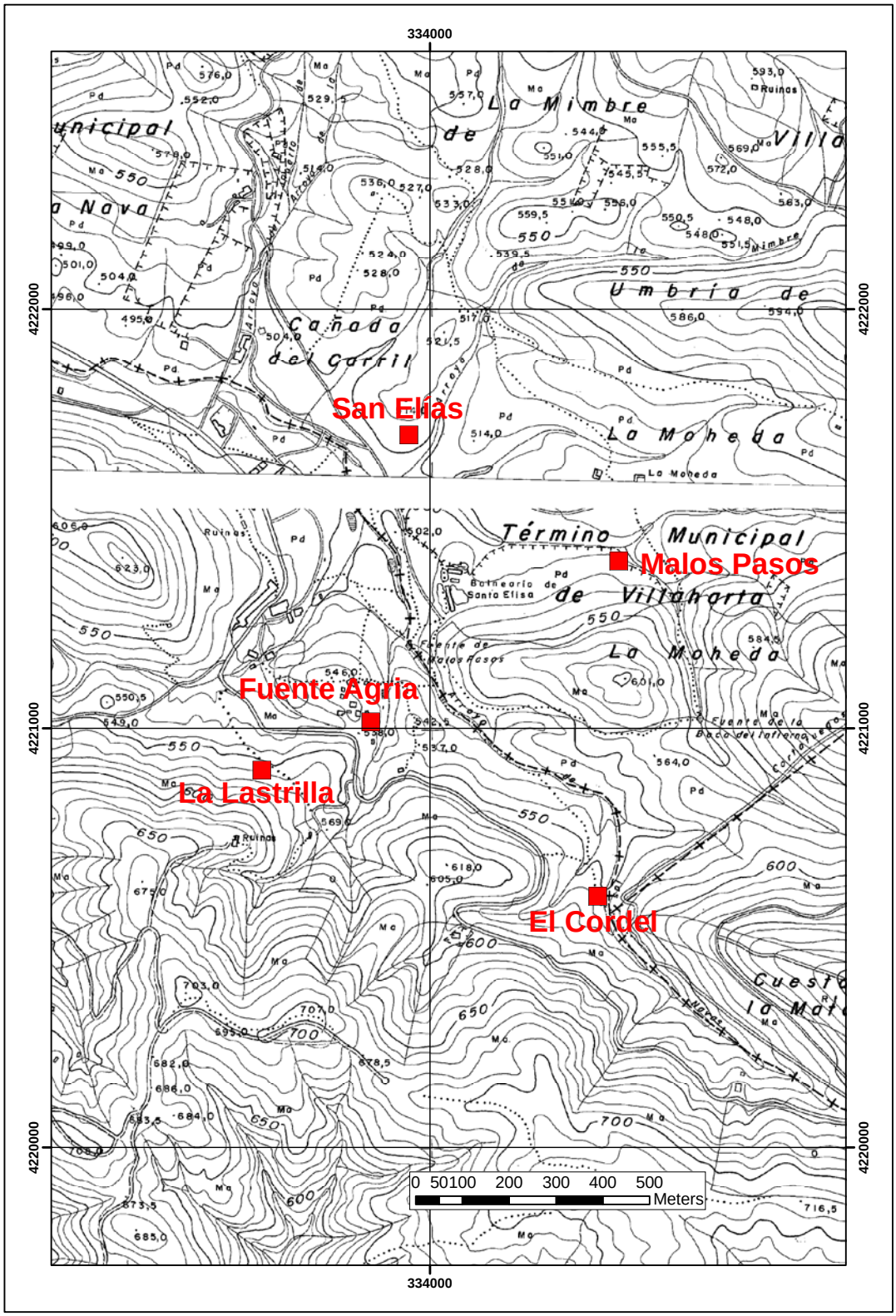


Figura1: Plano de situación topográfico. Escala original 1:10000

Figura 2: Plano de situación ortofoto. Escala original 1:10000

2.- REFERENCIAS HISTÓRICAS

La siguiente información procede del Proyecto Memoria Aguas Minerales de Córdoba (IGME-JA, 1991): Los primeros conocimientos sobre estos manantiales según la bibliografía consultada, data de 1870 en "La Hidrología Médica" de Marcial Taboada, que cita a Fuente Agria como manantial Minero-medicinal importante aunque no declarado de utilidad pública (es posible que dentro de esta denominación se incluyera también la fuente de San Elías e incluso la de Malos Pasos).

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

Fuente Agria:

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

San Elías:

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

Las indicaciones para estos manantiales son las siguientes:

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

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

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

En lo referente a las instalaciones, el balneario contaba con cinco baños particulares, casa para calefacción del agua, duchas y chorros variados para el tratamiento de varias enfermedades.

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

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

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

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

Acido carbónico libre.....1 g 732103
Acido carbónico combinado.....0 g 202947
Acido carbónico total.....1 g 935050
Bicarbonático sódico.....0,02100
Bicarbonato cálcico.....0,06782
Bicarbonato magnésico.....0,06396
Bicarbonato ferroso.....0,19129
Bicarbonato manganeso..... indeterminado
Sulfato cálcico.....0,01739
Cloruro sódico.....0,04300
Cloruro potásico.....0,00660
Sílice.....0,01200
Alúmina.....0,00450
Materia orgánica.....0,00500
Total.....0,43256

Con una temperatura de 20ºC a una temperatura ambiental de 31ºC, una densidad de 1,0004086, y residuo seco a 120ºC – 0 g 376.

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

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

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

También aparece en el informe del IGME de 1986, en la que clasifica sus aguas como Bicarbonatadas-ferruginosas e indica que su uso es tópico.

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

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

3.- FLORA Y FAUNA ASOCIADA

Completamente alterado por existir una construcción en el nacimiento, no presenta fauna ni flora autóctona propia de hábitats acuáticos por lo que el interés ecológico es muy bajo.

4.- CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO-GEOLÓGICO

La información proviene principalmente del Proyecto Memoria Aguas Minerales Córdoba (IGME-JA, 1991):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

En la unidad de Sierra Albarrana y correspondiendo con las cotas más elevadas topográficamente aparecen unos micaesquistos y cuarzoesquistos con intercalaciones de cuarcitas. Estos materiales pertenecían de un sedimento lutítico arenoso, en el que la fracción arena constituye las cuarcitas actuales. Su potencia aunque no precisada superan los 300 m.

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

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

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

Relacionados con fracturas aparecen en la zona unos diques básicos, diabasas, de composición diorítica. Tectónicamente estos materiales han sufrido una serie de procesos relacionados con varias etapas orogénicas (hay datos de una Precámbrica y otra Hercínica). Las fracturas responden a un comportamiento rígido durante los últimos momentos de la evolución hercínicas.

Características hidrogeológicas de los Baños

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

Los cinco manantiales se encuentran situados sobre unas areniscas y lutitas (pizarras) con intercalaciones calizas (éstas insignificantes) que pertenecen al Carbonífero de la Cuenca del Guadiato y que constituyen una banda de 2 kilómetros de ancha por 15 de larga y con una dirección NO-SE, siendo en su extremo Sur, donde existen gran cantidad de manantiales con estas características (próximos a estos cinco que componen el Balneario de Villaharta, existen otros cuatro del Balneario de Peñas Blancas). Estos materiales carboníferos son por sí mismos poco permeables y constituyen un acuífero malo, por eso todos los manantiales están situados sobre importantes fracturas, zonas en las que aumenta considerablemente la circulación del agua.

Fuente Agria se relaciona con una zona de fractura de dirección N120ºE (que limita los materiales carboníferos de la Cuenca del Guadiato, donde se encuentra el manantial, con materiales precámbricos), cortada a su vez por una fractura N80ºE. A favor del primer sistema, se intercalan en las inmediaciones diques de diabasas, que representan un antiguo episodio de subvolcanismo básico y son los materiales que podrían condicionar las características de sus aguas, cuya aparición está condicionada por la fractura N80ºE (IGME-AAA, 2006).

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

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

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

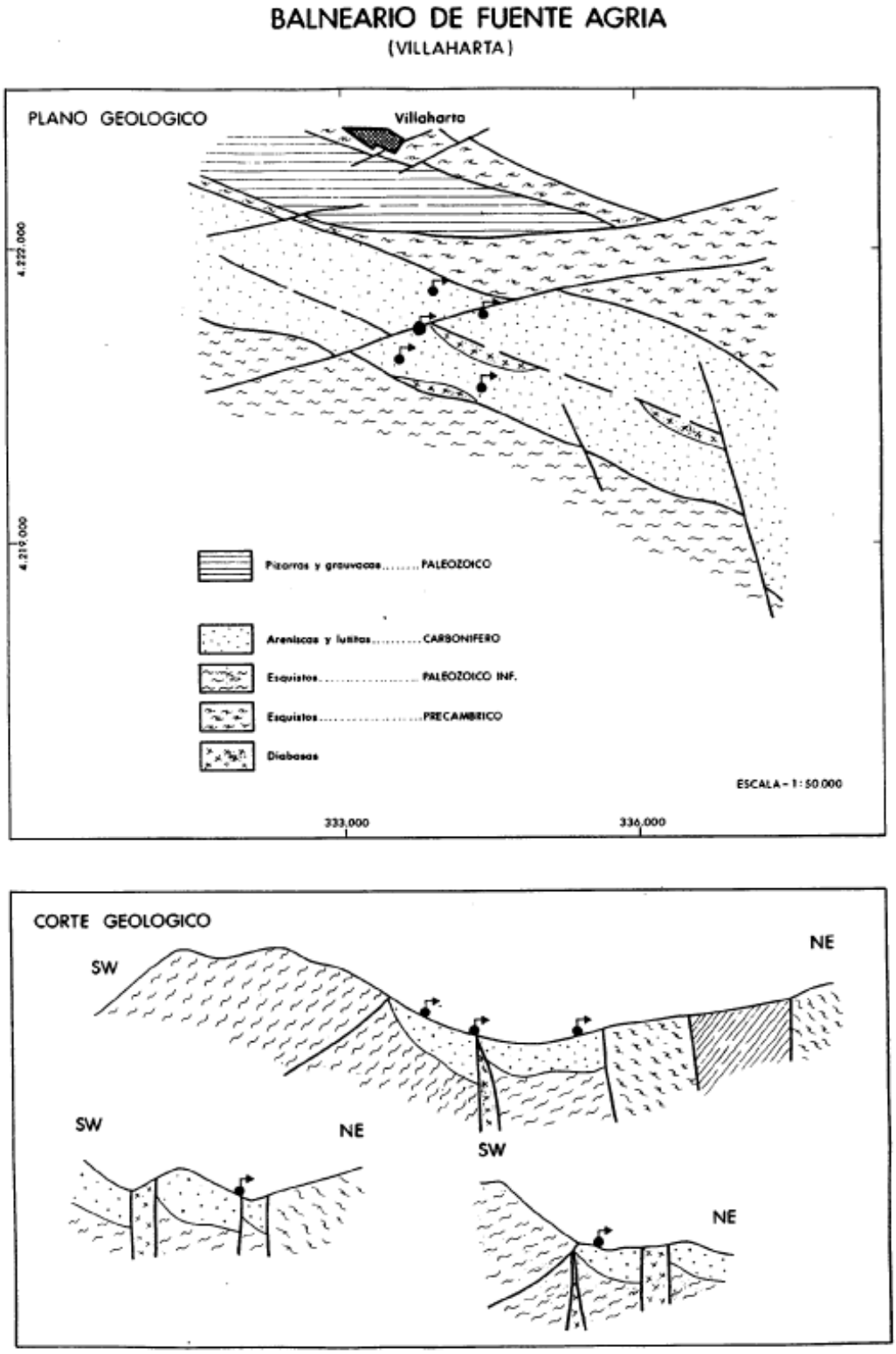


Figura 3: Plano y corte geológico de la zona de surgencias de los manantiales de Villaharta (IGME-JA, 1991).

5.- EVOLUCIÓN HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA

Según (AAA-UG, 2010), el caudal es muy bajo, de 0 a 1 l/s, aunque no se agota nunca y según (IGME-AAA, 2006), tiene un caudal medio de 0,2 l/s.

Presenta una facies hidroquímica bicarbonatada magnésica.

De acuerdo con el Proyecto Memoria Aguas Minerales Córdoba (IGME-JA, 1991):

Características hidroquímicas

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

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

	SURGENCIA	NO_3^- (mg/l)	NO_2^- (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)
A	FTE.AGRIA	1	<0,01	<0,01
B	SAN ELIAS	1	0,1	0,02
C	MALOS PASOS	1	<0,01	<0,01

Tabla 1: Características físico-químicas generales de las surgencias de Fte. Agria, San Elías y Malos Pasos (IGME-JA, 1991).

Estos resultados (tabla 1) indican que si bien las tres muestras responden al modelo de manantial carbónico ferruginoso ácido y frío, su naturaleza, mineralización y potencial redox no resultan coincidentes; el diagrama de Schoeller –Berkaloff (figura 14) ilustra claramente las diferencias existentes entre sus respectivos perfiles hidroquímicas, producto de la complejidad del modelo geológico en que se inscriben los manantiales.

Como corresponde al bajo pH de las muestras, en los tres casos el agua se encuentra subsaturada en carbonatos. En lo que respecta al contenido en hierro y manganeso, su concentración varía en relación inversa al valor del Eh, como se observa en la tabla 1.

El manantial de San Elías es el que presenta mayores diferencias de composición respecto a los restantes, que se reflejan fundamentalmente en su mayor contenido en $SO_4^=$, Na^+, K^+ y Mg^{2+}, así como en un notable empobrecimiento en calcio. También la composición en compuestos nitrogenados ofrece discrepancias:

El contenido en NO_2^- de la muestra en cuestión coincide con la concentración máxima admisible fijada por la Reglamentación Técnico-Sanitaria para un agua potable de consumo público.

En el manantial de Fuente Agria se recogió una muestra de gas, cuyo análisis indica que el CO^2 es el componente predominante (99,2% V), como cabía esperar de acuerdo con las características hidroquímicas observadas. Entre los restantes gases analizados únicamente el O_2 y el N_2 superan los respectivos límites de detección, con 0,03 y 0,05 %V respectivamente.

ANALISIS DE GASES .

MUESTRA: AMA4-6

	%V
He	<0,001
H_2	<0,001
O_2	0,03
N_2	0,05
CH_4	<0,001
CO_2	99,2

Tabla 2: Análisis de gases del Balneario de Fuente Agria (IGME-JA, 1991).

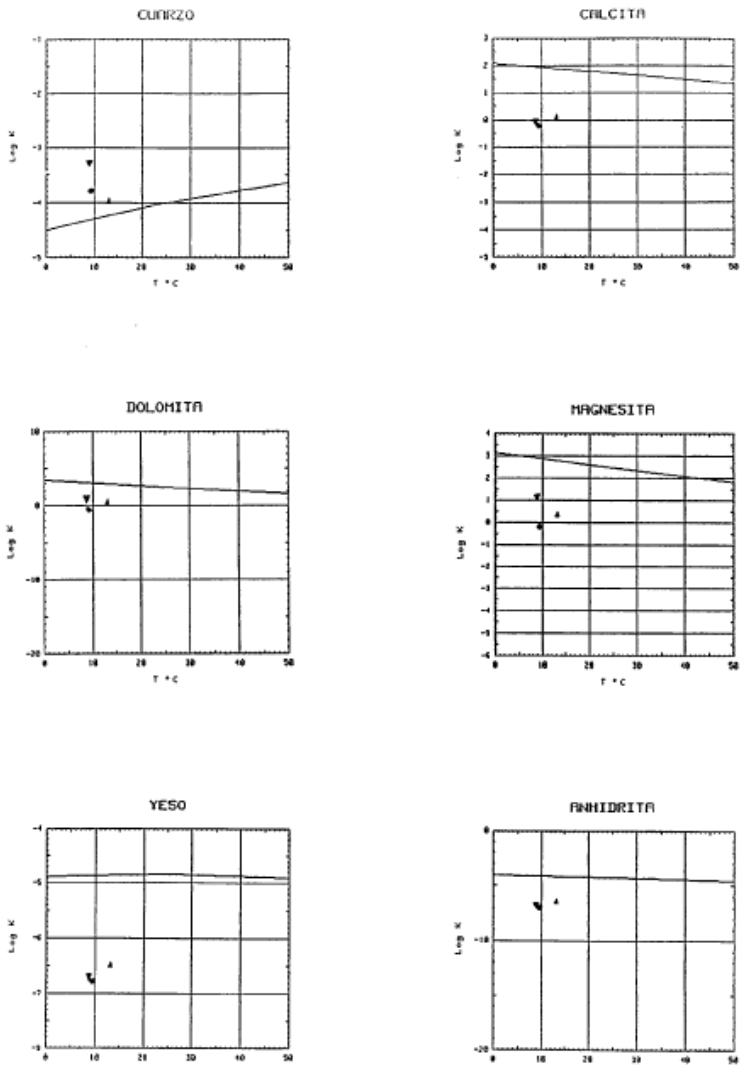
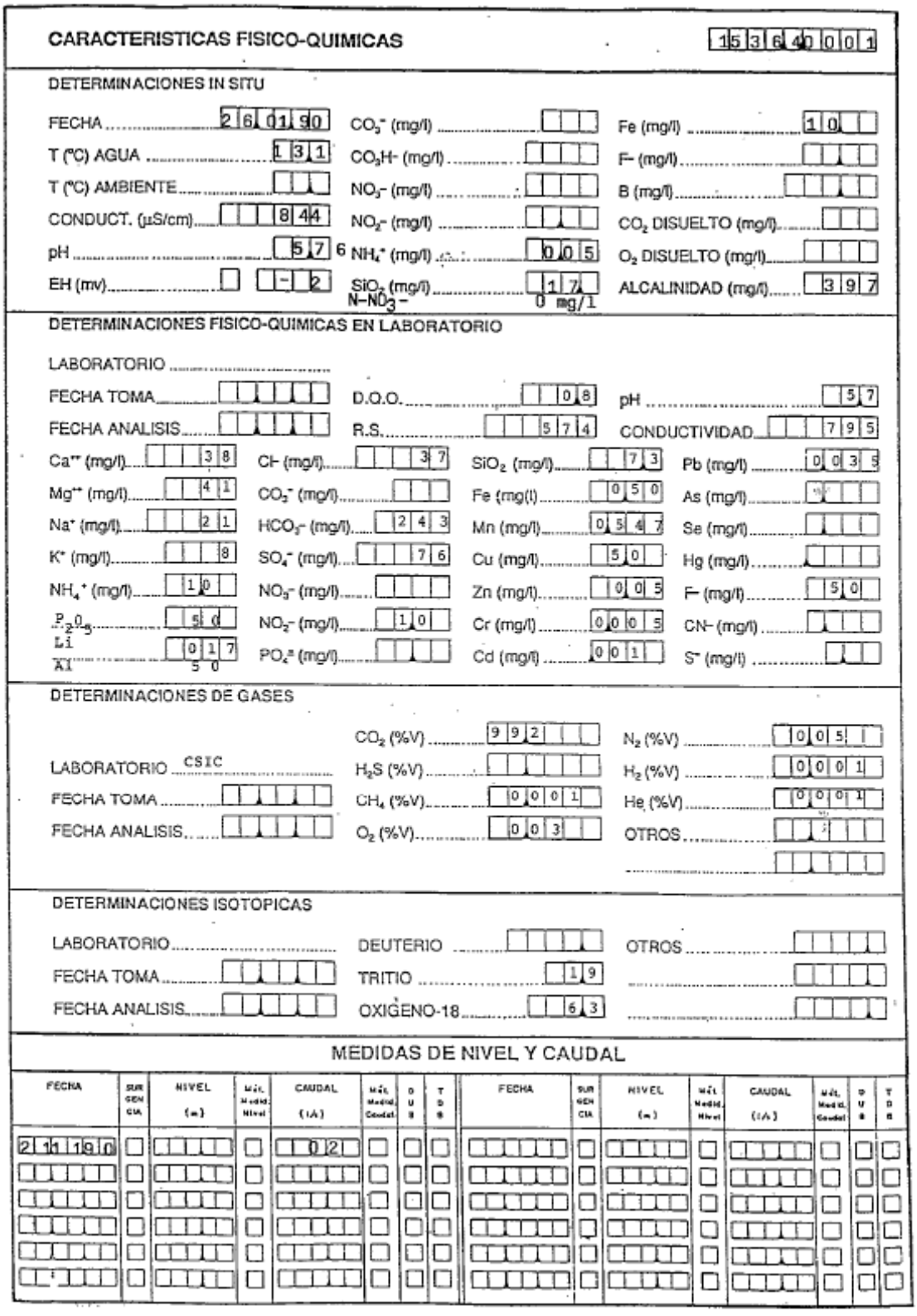


Figura 4: Diagramas de saturación mineral de Fuente Agria de Villaharta, San Elías y Malos Pasos (IGME-JA, 1991).

Los siguientes análisis se han extraído del Proyecto (IGME-JA, 1991):



CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS — 15 36 40 0 0 1

DETERMINACIONES IN SITU

FECHA 26 01 90 | T (°C) AGUA 13 1 | T (°C) AMBIENTE | CONDUCT. (µS/cm) 844 | pH 5 7 6 | EH (mv) -2

$CO_3^=$ (mg/l) | CO_3H^- (mg/l) | NO_3^- (mg/l) | NO_2^- (mg/l) | NH_4^+ (mg/l) 005 | SiO_2 (mg/l) 17 | $N\text{-}NO_3^-$ 0 mg/1

Fe (mg/l) 10 | F- (mg/l) | B (mg/l) | CO_2 DISUELTO (mg/l) | O_2 DISUELTO (mg/l) | ALCALINIDAD (mg/l) 397

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN LABORATORIO

LABORATORIO | FECHA TOMA | FECHA ANALISIS

D.Q.O. 08 | R.S. 574

pH 57 | CONDUCTIVIDAD 795

Ca^{++} (mg/l) 38	Cl- (mg/l) 37	SiO_2 (mg/l) 73	Pb (mg/l) 0035
Mg^{++} (mg/l) 41	$CO_3^=$ (mg/l)	Fe (mg/l) 050	As (mg/l)
Na^+ (mg/l) 21	HCO_3^- (mg/l) 243	Mn (mg/l) 0547	Se (mg/l)
K^+ (mg/l) 8	$SO_4^=$ (mg/l) 76	Cu (mg/l) 50	Hg (mg/l)
NH_4^+ (mg/l) 10	NO_3^- (mg/l)	Zn (mg/l) 005	F- (mg/l) 50
P_2O_5 50	NO_2^- (mg/l) 10	Cr (mg/l) 0005	CN- (mg/l)
Li			
Al 017 50	$PO_4^=$ (mg/l)	Cd (mg/l) 001	$S^=$ (mg/l)

DETERMINACIONES DE GASES

LABORATORIO CSIC | FECHA TOMA | FECHA ANALISIS

CO_2 (%V) 992 | H_2S (%V) | CH_4 (%V) 0001 | O_2 (%V) 003

N_2 (%V) 005 | H_2 (%V) 0001 | He (%V) 0001 | OTROS

DETERMINACIONES ISOTOPICAS

LABORATORIO | FECHA TOMA | FECHA ANALISIS

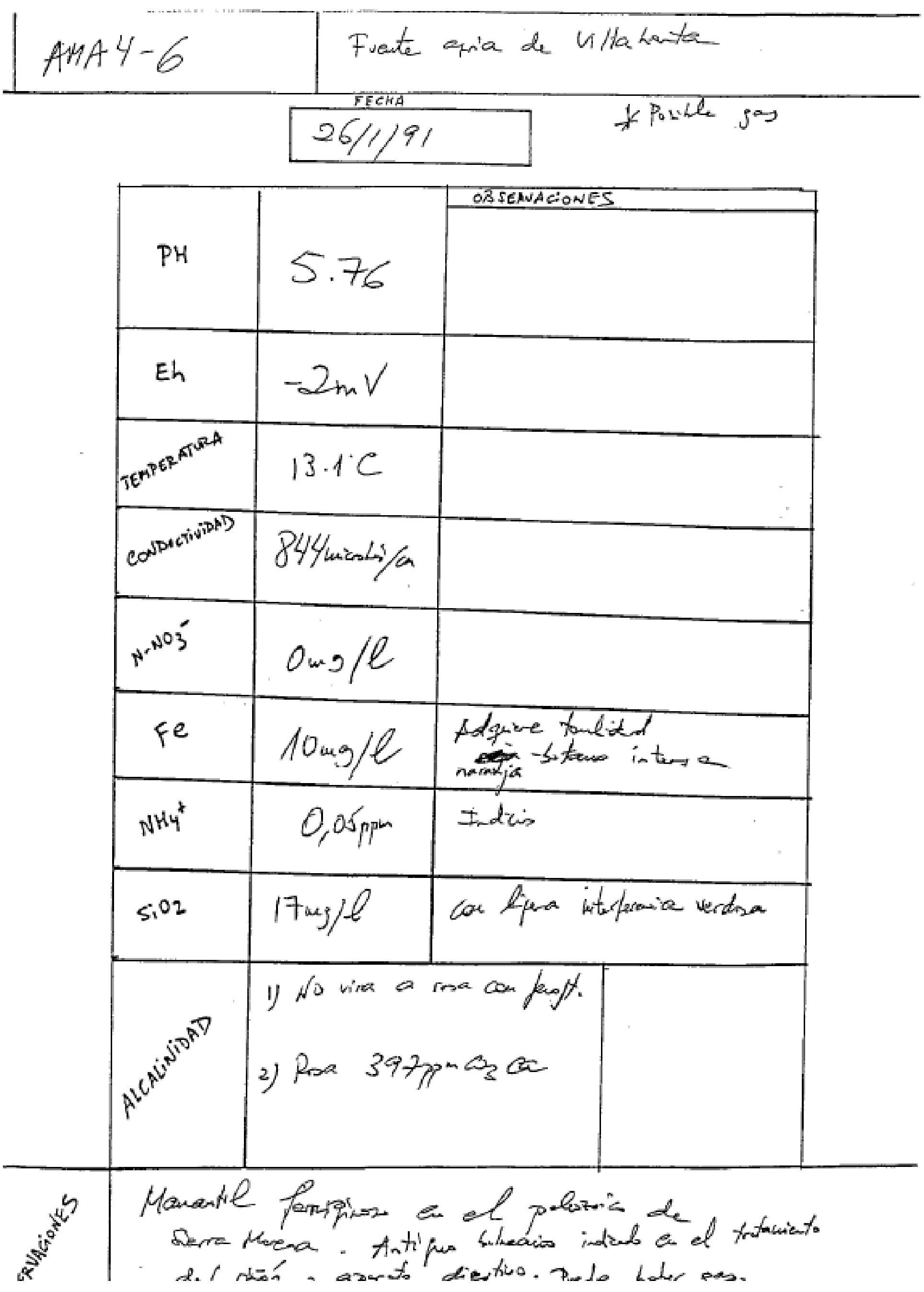
DEUTERIO | TRITIO 19 | OXIGENO-18 63

OTROS

MEDIDAS DE NIVEL Y CAUDAL

FECHA	SUR GEN CIA	NIVEL (m)	Mét. Medid. Nivel	CAUDAL (l/s)	Mét. Medid. Caudal	D U R	T D R	FECHA	SUR GEN CIA	NIVEL (m)	Mét. Medid. Nivel	CAUDAL (l/s)	Mét. Medid. Caudal	D U R	T D R
21 11 90				02											

Figura 5: Características físico-químicas de Fuente Agria (IGME-JA, 1991).



AMA 4-6 — Fuente agria de Villaharta

FECHA: 26/1/91 — * Posible gas

		OBSERVACIONES
PH	5.76	
Eh	-2mV	
TEMPERATURA	13.1°C	
CONDUCTIVIDAD	844 microhs/cm	
N-NO3-	0mg/l	
Fe	10mg/l	Adquiere turbidez tono intenso a naranja
NH4+	0,05ppm	Indicios
SiO2	17mg/l	Con ligera interferencia verdosa
ALCALINIDAD	1) No vira a rosa con fenolft. 2) Rosa 397ppm CO3Ca	

OBSERVACIONES: Manantial ferruginoso en el paleozoico de Sierra Morena. Antiguo balneario incluido en el tratamiento del [illegible] [illegible] digestivo. Podría haber gas.

Figura 6: Características físico-químicas de Fuente Agria (IGME-JA, 1991).

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: FUENTE AGRIA DE VILLAHARTA
FECHA :

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

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	243.00	3.983	3.983	59.86
CO3=	-	-	-	-
SO4=	76.00	.791	1.582	23.78
Cl-	37.00	1.044	1.044	15.69
F-	<5.0E-1	.026	.026	.40
NO3-	1.00	.016	.016	.24
SiO2(H4SiO4)	7.3	.121	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	364.860	5.982	6.653	
CATIONES				
Na+	21.00	.914	.914	14.30
K+	4.00	.102	.102	1.60
Ca++	38.00	.948	1.896	29.67
Mg++	41.00	1.686	3.373	52.78
Fe++	.050	.001	.002	.03
Li+	.17	.024	.024	.38
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.87
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	.01
Mn++	.547	.010	.020	.31
Pb	0.085	0.000	-	-
Zn++	.050	.001	.002	.02
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.02
TOTAL....	105.412	3.706	6.390	

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

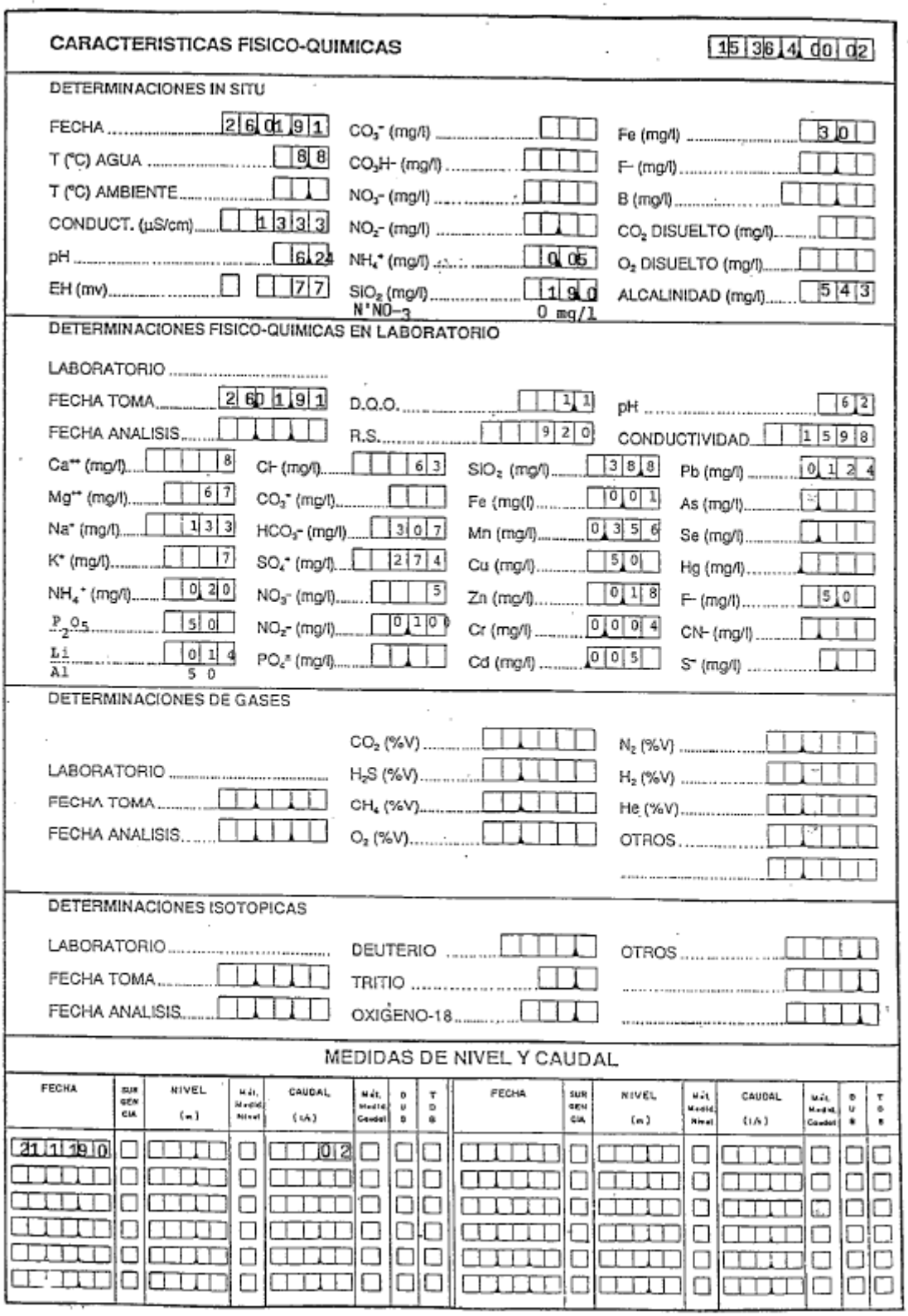
CLASIFICACION: BICARBONATADA -- MAGNESICA

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

ARCHIVO EN DISCO: MMC06 (AMA4-06)

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

Figura 7: Características físico-químicas de Fuente Agria (IGME-JA, 1991).



CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS — 15 36 4 00 02

DETERMINACIONES IN SITU

FECHA	26 01 91	CO_3^- (mg/l)		Fe (mg/l)	30
T (°C) AGUA	08	CO_3H^- (mg/l)		F^- (mg/l)	
T (°C) AMBIENTE		NO_3^- (mg/l)		B (mg/l)	
CONDUCT. (µS/cm)	1333	NO_2^- (mg/l)		CO_2 DISUELTO (mg/l)	
pH	6,24	NH_4^+ (mg/l)	0,05	O_2 DISUELTO (mg/l)	
EH (mv)	77	SiO_2 (mg/l)	190	ALCALINIDAD (mg/l)	543
		N°NO−3	0 mg/l		

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN LABORATORIO

LABORATORIO					
FECHA TOMA	26 01 91	D.Q.O.	11	pH	62
FECHA ANALISIS		R.S.	920	CONDUCTIVIDAD	1598
Ca^{++} (mg/l)	8	Cl^- (mg/l)	63	SiO_2 (mg/l)	388
Mg^{++} (mg/l)	67	CO_3^- (mg/l)		Fe (mg(l)	001
Na^+ (mg/l)	133	HCO_3^- (mg/l)	307	Mn (mg/l)	0356
K^+ (mg/l)	7	$SO_4^=$ (mg/l)	274	Cu (mg/l)	50
NH_4^+ (mg/l)	020	NO_3^- (mg/l)	5	Zn (mg/l)	018
P_2O_5	50	NO_2^- (mg/l)	010	Cr (mg/l)	0004
Li/Al	014 / 50	$PO_4^=$ (mg/l)		Cd (mg/l)	005
				Pb (mg/l)	0124
				As (mg/l)	
				Se (mg/l)	
				Hg (mg/l)	
				F^- (mg/l)	50
				CN^- (mg/l)	
				$S^=$ (mg/l)	

DETERMINACIONES DE GASES

	CO_2 (%V)	N_2 (%V)	
LABORATORIO	H_2S (%V)	H_2 (%V)	
FECHA TOMA	CH_4 (%V)	He (%V)	
FECHA ANALISIS	O_2 (%V)	OTROS	

DETERMINACIONES ISOTOPICAS

LABORATORIO	DEUTERIO	OTROS
FECHA TOMA	TRITIO	
FECHA ANALISIS	OXIGENO-18	

MEDIDAS DE NIVEL Y CAUDAL

FECHA	SUR GEN CIA	NIVEL (m)	Mét. Medid. Nivel	CAUDAL (l/s)	Mét. Medid. Caudal	D U D	T D S	FECHA	SUR GEN CIA	NIVEL (m)	Mét. Medid. Nivel	CAUDAL (l/s)	Mét. Medid. Caudal	D U S	T D S
21 1 19 0				02											

Figura 8: Características físico-químicas del manantial de San Elías (IGME-JA, 1991).

AMA4-7 | Fuente de San Elías - Villaharta -

FECHA: 26/1/91

		OBSERVACIONES
PH	6.24	Tarda en estabilizar
Eh	77mV	
TEMPERATURA	8.8°C	
CONDUCTIVIDAD	1333 microhms/cm	
$N\text{-}NO_3^-$	0mg/l	
Fe	3mg/l	
NH_4^+	0,05 ppm	Indicios
SiO_2	19mg/l	
ALCALINIDAD	1) No vira a rosa con fenolft. 2) Gris rosa 543 ppm CO_3Ca	

OBSERVACIONES: Ferruginoso. Burbujeo en el fondo de la pileta. Balneario similar al anterior.

Figura 9: Características físico-químicas del manantial de San Elías (IGME-JA, 1991).

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: FUENTE DE SAN ELIAS
FECHA :

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

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	307.00	5.032	5.032	40.09
CO3=	-	-	-	-
SO4=	274.00	2.852	5.705	45.45
Cl-	63.00	1.777	1.777	14.16
F-	<5.0E-1	.026	.026	.21
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.06
SiO2(H4SiO4)	38.8	.646	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	.100	.002	.002	.02
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	683.930	10.344	12.532	
CATIONES				
Na+	133.00	5.786	5.786	48.32
K+	7.00	.179	.179	1.50
Ca++	8.00	.200	.399	3.33
Mg++	67.00	2.756	5.511	46.03
Fe++	.010	0.000	0.000	0.00
Li+	.14	.020	.020	.17
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.46
NH4+	.020	.001	.001	.01
Mn++	.356	.006	.013	.11
Pb	.124	.001	-	-
Zn++	.180	.003	.006	.05
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	216.380	8.970	11.972	

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

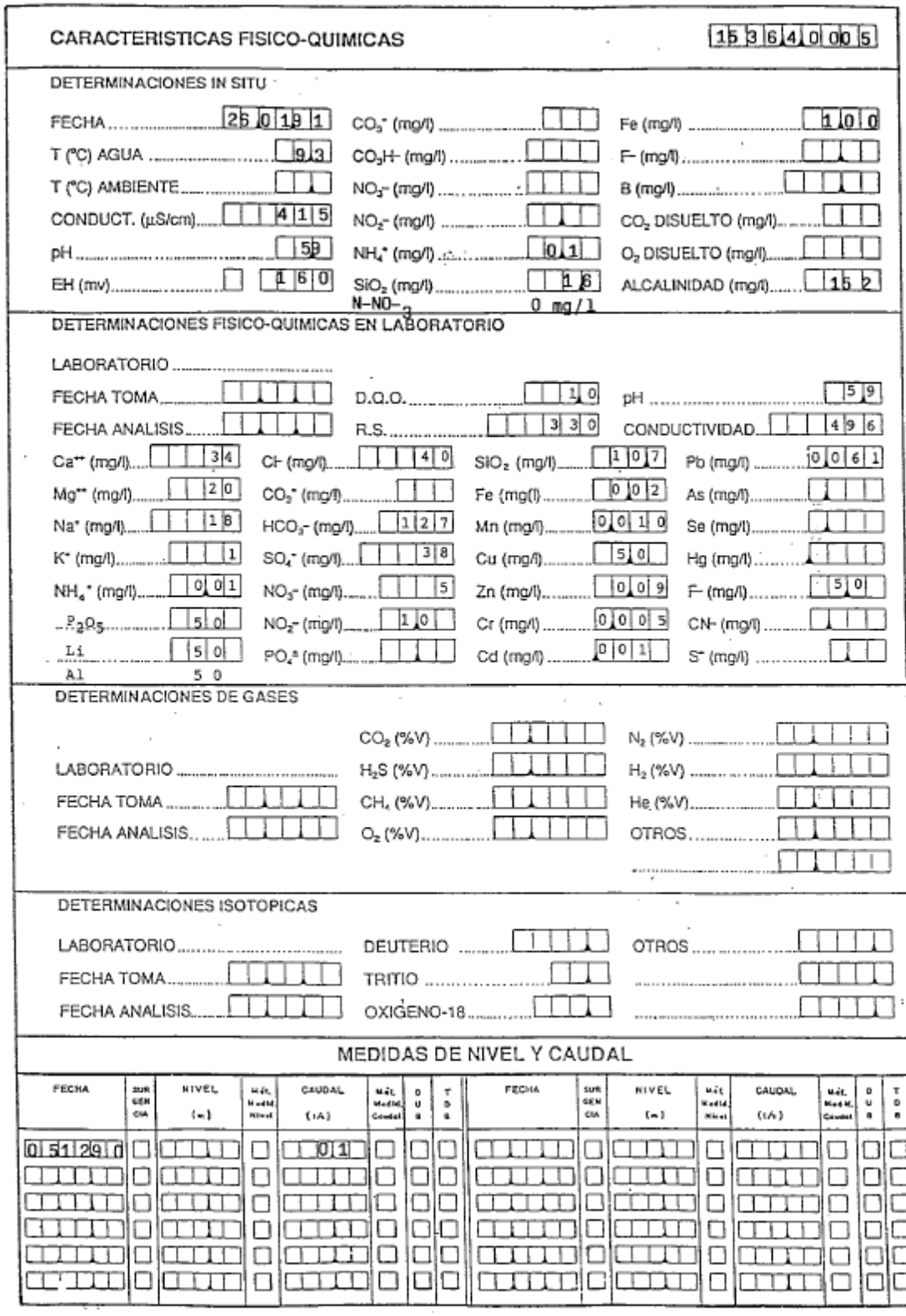
CLASIFICACION: SULFATADA BICARBONATADA -- SODICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	12.605	Cl/Na =	.307	(SO4*Ca)^1/2 =	1.505
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.851	Cl/(Na+K) =	.298	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na) =	1.176
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	2.162	SO4/Ca =	14.290	Mg/Ca =	13.804
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg) =	1.816	SO4/(Ca+Mg) =	.965	Cl/CO3H =	.35

ARCHIVO EN DISCO: MMCO7 (AMA4-07)

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

Figura 10: Características físico-químicas del manantial de San Elías (IGME-JA, 1991).



CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS — 15 3 6 4 0 00 5

DETERMINACIONES IN SITU

FECHA	25 0 19 1	$CO_3^=$ (mg/l)		Fe (mg/l)	1 0 0
T (°C) AGUA	9 3	CO_3H^- (mg/l)		F^- (mg/l)	
T (°C) AMBIENTE		NO_3^- (mg/l)		B (mg/l)	
CONDUCT. (µS/cm)	4 1 5	NO_2^- (mg/l)		CO_2 DISUELTO (mg/l)	
pH	5 9	NH_4^+ (mg/l)	0 1	O_2 DISUELTO (mg/l)	
EH (mv)	1 6 0	SiO_2 (mg/l)	1 6	ALCALINIDAD (mg/l)	15 2
		$N\text{-}NO_3$	0 mg/l		

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN LABORATORIO

LABORATORIO					
FECHA TOMA		D.Q.O.	1 0	pH	5 9
FECHA ANALISIS		R.S.	3 3 0	CONDUCTIVIDAD	4 9 6
Ca^{++} (mg/l)	3 4	Cl^- (mg/l)	4 0	SiO_2 (mg/l)	1 0 7
Mg^{++} (mg/l)	2 0	$CO_3^=$ (mg/l)		Fe (mg/l)	0 0 2
Na^+ (mg/l)	1 8	HCO_3^- (mg/l)	1 2 7	Mn (mg/l)	0 0 1 0
K^+ (mg/l)	1	$SO_4^=$ (mg/l)	3 8	Cu (mg/l)	5 0
NH_4^+ (mg/l)	0 0 1	NO_3^- (mg/l)	5	Zn (mg/l)	0 0 9
P_2O_5	5 0	NO_2^- (mg/l)	1 0	Cr (mg/l)	0 0 0 5
Li	5 0	$PO_4^{\equiv}$ (mg/l)		Cd (mg/l)	0 0 1
Al	5 0				

		CO_2 (%V)		N_2 (%V)	
LABORATORIO		H_2S (%V)		H_2 (%V)	
FECHA TOMA		CH_4 (%V)		He (%V)	
FECHA ANALISIS		O_2 (%V)		OTROS	

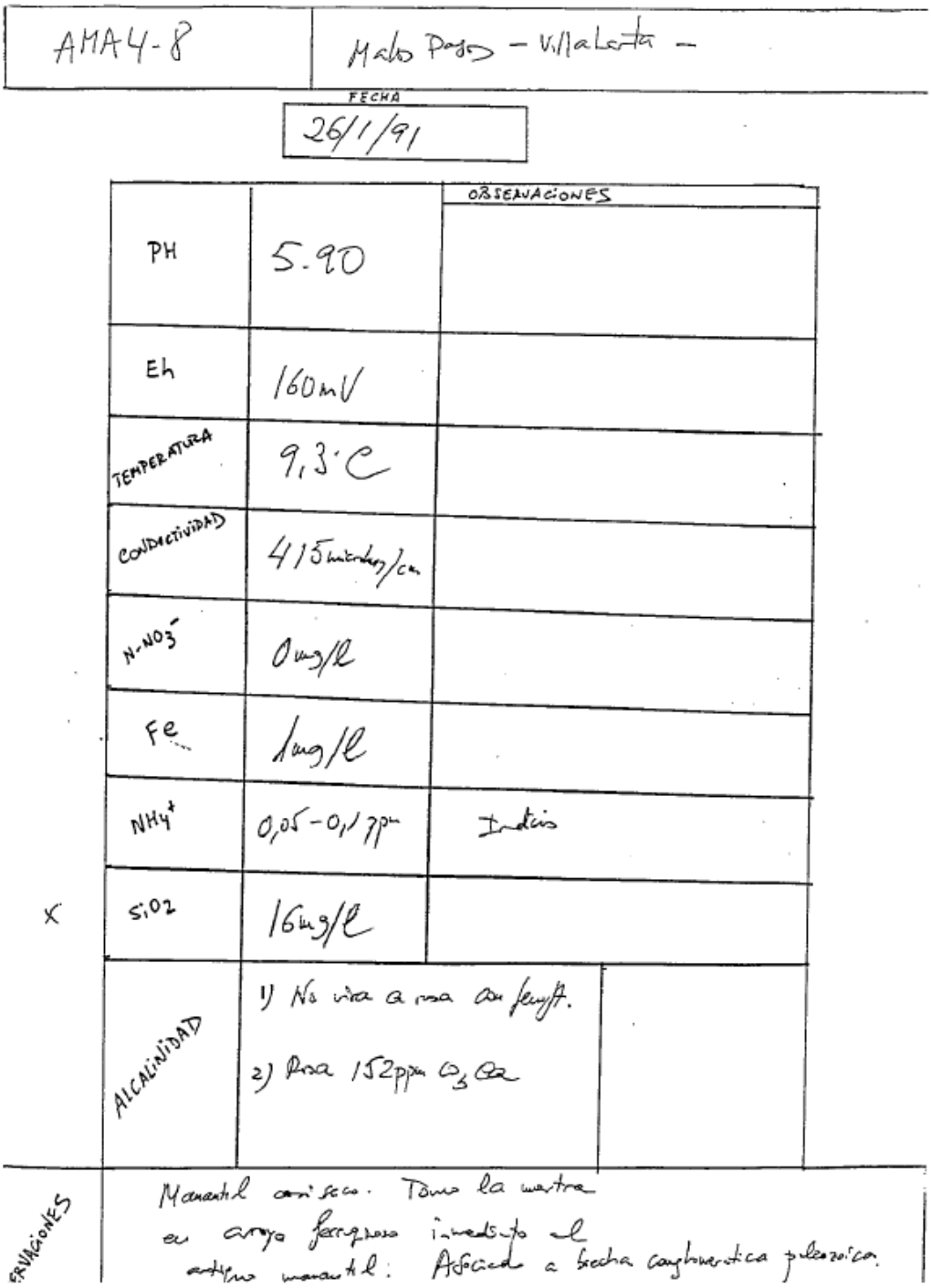
DETERMINACIONES ISOTOPICAS

LABORATORIO		DEUTERIO		OTROS	
FECHA TOMA		TRITIO			
FECHA ANALISIS		OXIGENO-18			

MEDIDAS DE NIVEL Y CAUDAL

FECHA	SUR GEN CIA	NIVEL (m)	MÉT. Medid. Nivel	CAUDAL (l/s)	MÉT. Medid. Caudal	D U B	T D B	FECHA	SUR GEN CIA	NIVEL (m)	MÉT. Medid. Nivel	CAUDAL (l/s)	MÉT. Medid. Caudal	D U B	T D B
0 51 29 0				0 1											

Figura 11: Características físico-químicas del manantial de Malos Pasos (IGME-JA, 1991).



AMA4-8 | Malos Pasos – Villaharta –

FECHA: 26/1/91

		OBSERVACIONES
PH	5.90	
Eh	160 mV	
TEMPERATURA	9,3 °C	
CONDUCTIVIDAD	415 microsiemens/cm	
$N\text{-}NO_3^-$	0 mg/l	
Fe	1 mg/l	
NH_4^+	0,05 – 0,1 ppm	Indicios
SiO_2	16 mg/l	
ALCALINIDAD	1) No vira a rosa con fenolft. 2) Rosa 152 ppm CO_3Ca	

OBSERVACIONES: Manantial antiguo. Toma la muestra en arroyo ferruginoso inmediato al antiguo manantial. Asociado a fractura carbonatica paleozoica.

Figura 12: Características físico-químicas del manantial de Malos Pasos (IGME-JA, 1991).

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: MALOS PASOS
FECHA :

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

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	127.00	2.082	2.082	51.56
CO3=	-	-	-	-
SO4=	38.00	.396	.791	19.60
Cl-	40.00	1.128	1.128	27.95
F-	<5.0E-1	.026	.026	.65
NO3-	<5.0E-1	.008	.008	.20
SiO2(H4SiO4)	10.7	.178	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	.01
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.04
TOTAL....	216.760	3.819	4.037	
CATIONES				
Na+	18.00	.783	.783	18.56
K+	1.00	.026	.026	.61
Ca++	34.00	.848	1.697	40.21
Mg++	20.00	.823	1.645	38.99
Fe++	.020	0.000	.001	.02
Li+	<5.0E-2	.007	.007	.17
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	1.32
NH4+	.010	.001	.001	.01
Mn++	.010	0.000	0.000	.01
Pb	.064	0.000	-	-
Zn++	.090	.001	.003	.07
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.04
TOTAL....	73.791	2.509	4.219	

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

CLASIFICACION: BICARBONATADA -- CALCICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	1.227	Cl/Na =	1.441	(SO4*Ca)^1/2 =	1.139
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	.623	Cl/(Na+K) =	1.396	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na)=	.766
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	1.944	SO4/Ca =	.466	Mg/Ca =	.970
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg)=	.860	SO4/(Ca+Mg)=	.237	Cl/CO3H =	.542

ARCHIVO EN DISCO: MMCO8 (AMA4-08)

	ppm
R.S. 110°C	330
D.Q.O.	1,0
CN-	-
Cd	0,001
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

Figura 13: Características físico-químicas del manantial de Malos Pasos (IGME-JA, 1991).

El siguiente diagrama logarítmico de Schoeller-Berkaloff se ha recopilado del Proyecto Memoria Aguas Minerales Córdoba:

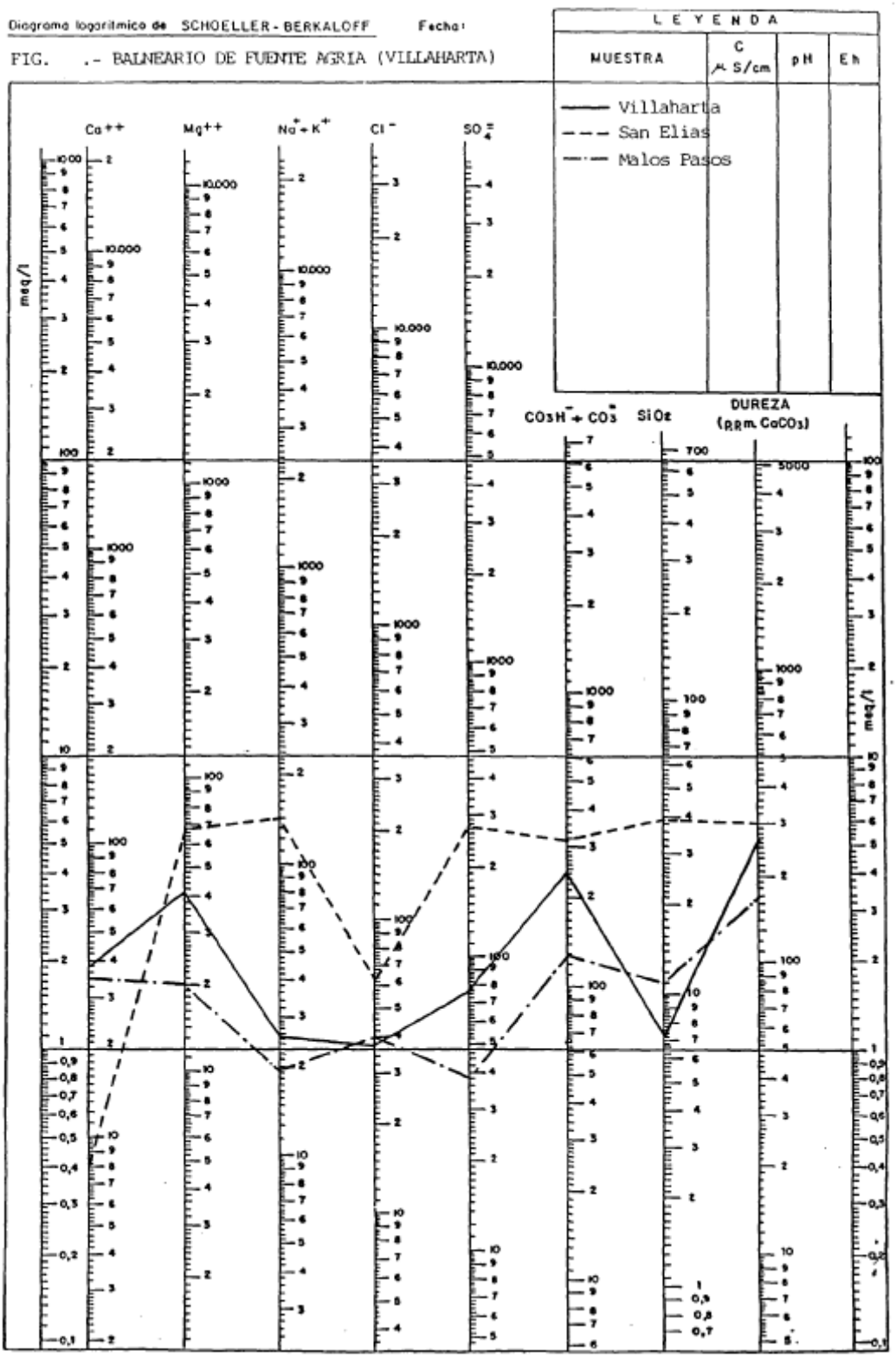


Figura 14: Diagrama logarítmico de Scholler-Berkaloff correspondiente a las aguas del Balneario de Fuente Agria de Villaharta (IGME-JA, 1991).

6.- VALORACIÓN DEL INTERÉS

El interés científico-pedagógico, histórico-cultural, económico, minero-medicinal y recreativo es alto-muy alto, y el interés ambiental es bajo. Con una valoración global alta.

7.- PROTECCIÓN PROPUESTA

7.1.- Presiones

Según (IGME-AAA, 2006), debido al incremento de sondeos de abastecimiento en chalets próximos se llegaron a secar manantiales..

La vulnerabilidad por contaminación es media, ya que el manantial está protegido bajo un templete y las formaciones litológicas a través de las que circula el agua son relativamente impermeables (la circulación preferencial se produciría a favor de fracturas).

7.2.- Figuras de protección, normativa y perímetros previos

Los manantiales se encuentran situados sobre las areniscas y lutitas que constituyen la cuenca carbonífera del Guadiato, estos materiales están fracturados y en dichas fracturas suelen existir intrusiones de diabasas (IGME-JA, 1991).

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

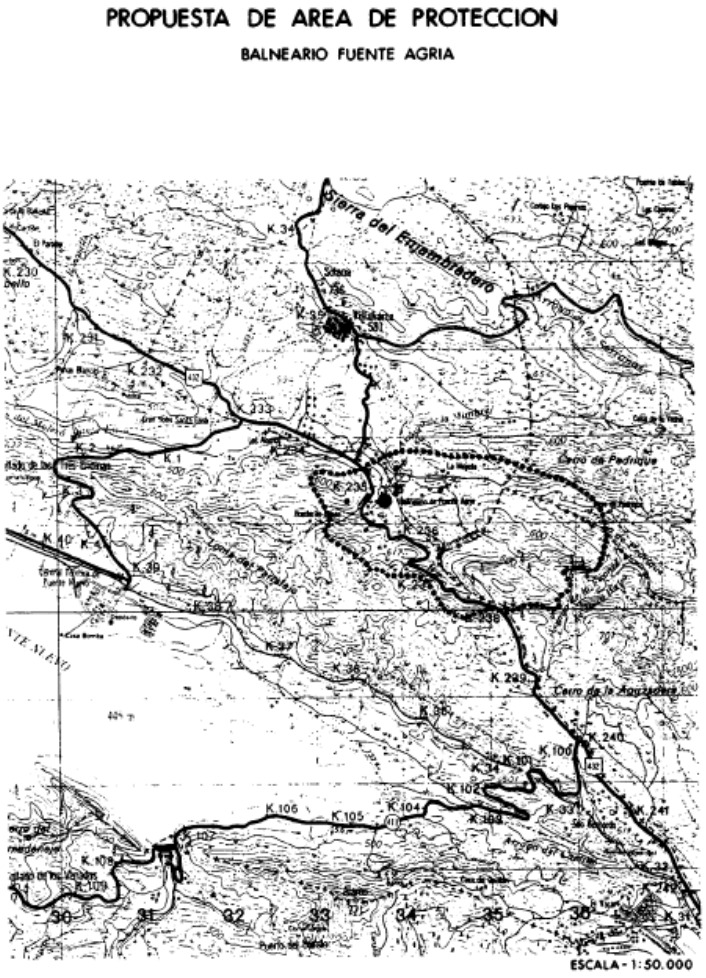


Figura 15: Perímetro de protección propuesto en estudios anteriores (IGME-JA, 1991).

Los cinco manantiales que forman este estudio están situados en una zona de aproximadamente un kilómetro cuadrado y muy posiblemente tengan una estrecha relación.

Con anterioridad ya se incluía un área de protección con una superficie inferior a los 4 km^2, está limitada al Norte y al Sur por esquistos precámbricos y paleozoicos. Al Este y al Oeste la limitación es geomorfológica y viene marcada por la topografía, sirviendo de límite las cumbres y alargándose el área por los pequeños arroyos que la atraviesan.

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

Es Lugar de Interés Hidrogeológico (LIH) reconocido y se encuentra incluido en el catálogo de Georrecursos de la Consejería de Medio ambiente de la Junta de Andalucía.
Además se encuentra próximo al LIC ES613007 Guadiato Bembezar

7.3.- Zonación propuesta

Se propone la delimitación de la poligonal para la protección en las inmediaciones de los manantiales de Fuente Agria, San Elías, Malos Pasos, El Cordel y La Lastrilla que drenan las areniscas y pizarras carboníferas en la cuenca del Guadiato.

Se propone una zonificación TIPO B, donde no se autorizarán actividades potencialmente contaminantes, ni nuevas captaciones con volúmenes de extracción de más de 2000 m^3/año.

La zonificación propuesta tiene relación con los apartados 4, 5 y 7 de la tabla 1.

Esta zona tipo B coincide con la zona tipo B de los manantiales del Balneario de Peñas Blancas.

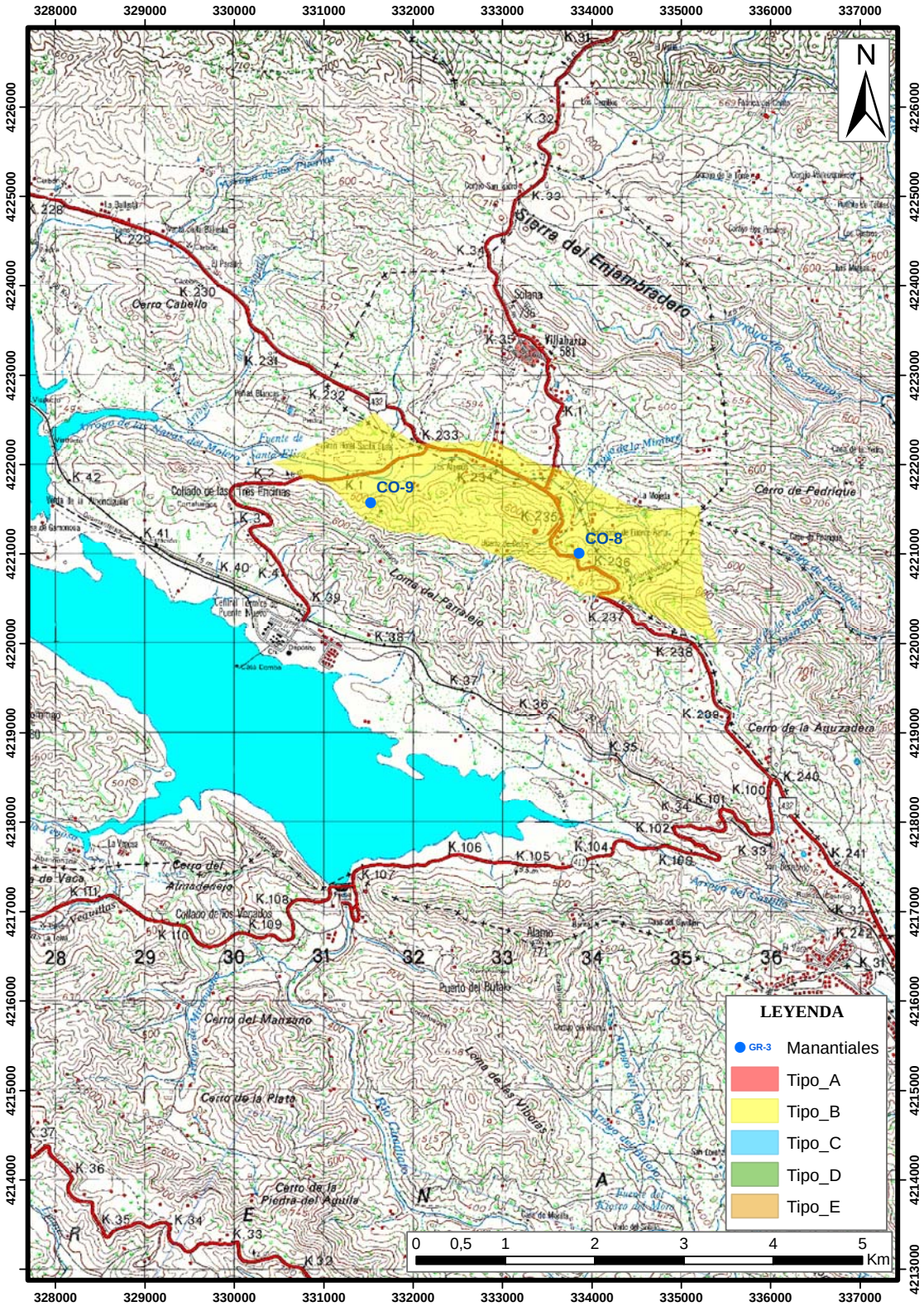


Figura 16: Zonación propuesta para la protección en las inmediaciones de los manantiales de Fuente Agria, San Elías, Malos Pasos, El Cordel y La Lastrilla que drenan las areniscas y pizarras carboníferas en la cuenca del Guadiato (CO8). Escala original 1:50.000.

8.- APROVECHAMIENTO POSIBLE

Según la información obtenida de (IGME-AAA, 2006):

El estado de conservaciones es aceptable, aunque deberían acometerse obras de restauración en el templete. El acceso a Fuente Agria es buena (sólo 200 m por camino de tierra), y se puede aparcar en las inmediaciones.

En lo que respecta a las infraestructuras de alojamiento y restauración más próximas, estas las podemos encontrar en la barriada de Fuente Agria, restauración, y alojamiento en casa rural en Villaharta (a 2km).

En referencia a su uso, la fuente ya es visitada con cierta frecuencia para beber sus aguas. El emplazamiento, junto a una pequeña barriada (Fuente Agria) permitiría habilitar el área y diseñar una ruta de fuentes en el entorno.

Las propiedades terapéuticas que se le asignan a las aguas de cada uno de estos manantiales, son (IGME-JA, 1991):

- Fuente Agria: Anemias, diabetes, problemas estomacales, reuma, etc.
- San Elías: Gastralgia, desarreglos menstruales y diabetes.
- Fuente del Cordel: Problemas estomacales principalmente.
- Malos Pasos: Diabetes, problemas estomacales, enfermedades de la piel.

Sería interesante la colocación de un cartel explicativo con las características hidrogeológicas de cada uno de los manantiales en sus inmediaciones además de adecuar los caminos.

9.- PROPUESTA DE INDICADORES

No se propone su control en continuo, salvo el control de calidad en el punto principal con periodicidad semestral.

10.- BIBLIOGRAFÍA

AAA-UG (2010). "Manantiales y fuentes de Andalucía. Hacia una estrategia de conservación. Conoce tus Fuentes". Agencia Andaluza del Agua (Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía) y Universidad de Granada. http://www.conocetusfuentes.com

IGME-AAA (2006). Lugares de Interés Hidrogeológico de Andalucía.

IGME-JA (1991). Evaluación del estado actual de las aguas minerales en la Comunidad Autónoma de Andalucía (Convenio Marco de asistencia técnica entre el Instituto Tecnológico y Geominero de España y la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía).

CO-9 BALNEARIO DE PEÑAS BLANCAS (SANTA ELISA)

1.- SITUACIÓN Y USOS DEL AGUA

El balneario de Peñas Blancas se localiza en el término municipal de Espiel, en el paraje de Peñas Blancas, encontrándose en las hojas 901(1:50.000) y 901-32/41/42 (1:10.000). El balneario denominado también como de Santa Elisa, con número de registro nacional del IGME 153640006 y referencia CO-9 en el Plan de conservación, se encuentra fuera de masa de agua subterránea.

El antiguo balneario de Peñas Blancas presenta cuatro manantiales asociados: Santa Elisa, San Rafael, La Lastra y Fuente del Cura (desaparecida), proporcionando aguas de carácter medicinal, que surgen a partir de fracturas (IGME-AAA, 2006).

Las coordenadas UTM, la cota y el número IGME de cada uno de los manantiales son las siguientes:

Santa Elisa (1536/4/0006): X: 331527; Y: 4221582; Z: 475 m
San Rafael (1536/4/0009): X: 331705; Y: 4221807; Z: 470 m
La Lastra (1536/4/0007): X: 331912; Y: 4221564; Z: 477 m
Fuente del Cura (1536/4/0008): X: 331050; Y: 4221900; Z: 529 m

Acceso desde la carretera N-411 (Córdoba-Badajoz), y desviación a la altura del pk 232 a la central térmica de Puente Nuevo.

Estos manantiales se localizan sobre la misma banda de areniscas y pizarras carboníferas que los de Fuente Agria y próximos a ellos. El edificio del antiguo balneario se encuentra vallado y en estado de ruinas. A los manantiales de San Rafael y de La Lastra se puede acceder sin impedimentos, aunque las pequeñas infraestructuras que se relacionan con ellos (pequeño templete de ladrillo en el primer caso y obra de mampostería en el segundo) están igualmente en estado ruinoso. El balneario de Peñas Blancas fue declarado de utilidad pública en 1928, habiendo abandonado su actividad en 1936. Se trataban con sus aguas enfermedades de inapetencia, nutrición y riñón. (IGME-AAA, 2006)

El balneario de Santa Elisa, también conocido como Balneario de Peñas Blancas o Gran Hotel de Santa Elisa se encuentra en el valle del arroyo de las Navas del Molero, situado entre la carretera N-422 y la carretera de acceso al Poblado de Puente Nuevo.

Recibía aguas del manantial de la Fuente de San Rafael mediante un viaducto. Asociadas a este balneario también se encontraban las fuentes de La Lastra, La Lastrilla, Del Cura, Del Santo y de Los Angelitos; formando parte del conjunto conocido como Aguas de Villaharta junto con el Balneario de Villaharta (fundado por D. Elías Cervelló y Chinesta). También contaba con una capilla independiente situada al norte del edificio principal. En la cara sur todavía se conservan una pareja de sillones "tu y yo" de piedra, un par de fuentes y sobrevive un cedro de lo que debieron ser los jardines (AAA-UG, 2010).

El manantial de La Lastra se localiza en la Umbría de la Loma de Parralejo, en el arroyo de las Navas del Molero (AAA-UG, 2010).

Siguiendo el curso del Arroyo de Las Navas del Molero desde la Fuente de San Rafael, a unos 200-300 m se encuentra un viejo puente por el que se accede a una vereda que se adentra en línea recta en el monte hasta llegar a las ruinas a unos 100 m. El manantial está al sur, a unos 10-20 m de los restos del Kiosco, enterrado por un desmonte y cubierto por zarzas, su acceso es complicado. Se conservan los restos de la escalinata de acceso y de las instalaciones asociadas a un kiosco de planta octogonal (AAA-UG, 2010).

Vista del antiguo balneario de Peñas Blancas (IGME-AAA, 2006).

Templete y manantial de San Rafael (IGME-AAA, 2006).

La Fuente del Cura se ubica en la Umbría de la Loma del Parralejo, próxima a la carretera de acceso al Poblado de Puente Nuevo, pasado el km 2, en las cercanías del Collado de las Tres Encinas. Es la más humilde de todas las fuentes relacionada con el Balneario de Peñas Blancas o Gran Hotel de Santa Elisa. Aún se conserva un rústico arco de mampostería cubriendo el manantial y arqueta al pie del arco. Esta fuente también se utiliza para el riego de una huerta próxima.

La Fuente de San Rafael pertenecía al antiguo Balneario de Santa Elisa, situado en la umbría de la Loma del Parralejo, en la finca de Peñas Blancas. Manantial de aguas carbónicas situado bajo un antiguo templete, utilizado en curas hidropínicas del antiguo Balneario de Peñas Blancas. El uso del agua no está regulado pero, dada la fama de sus propiedades medicinales, al lugar acuden muchas personas para llenar garrafas, con destino al autoconsumo. Hay restos de las antiguas instalaciones del balneario en Minas, que indican que el agua era conducida al cercano Hotel de Santa Elisa (AAA-UG, 2010).

Manantial de La Lastra (AAA-UG, 2010).

Plano de situación realizado en ARCMAP:

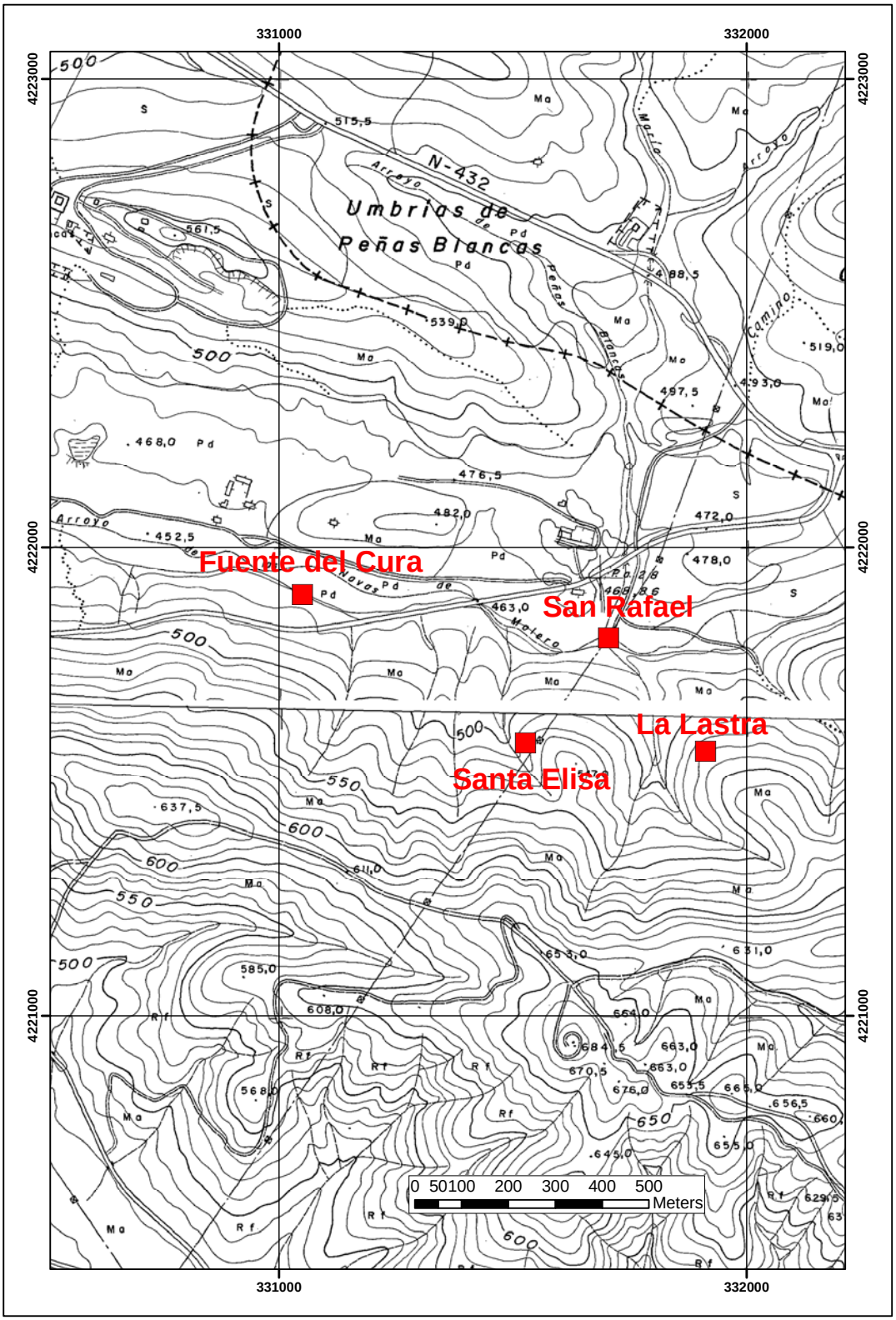


Figura 1: Plano de situación topográfico. Escala original 1:10000

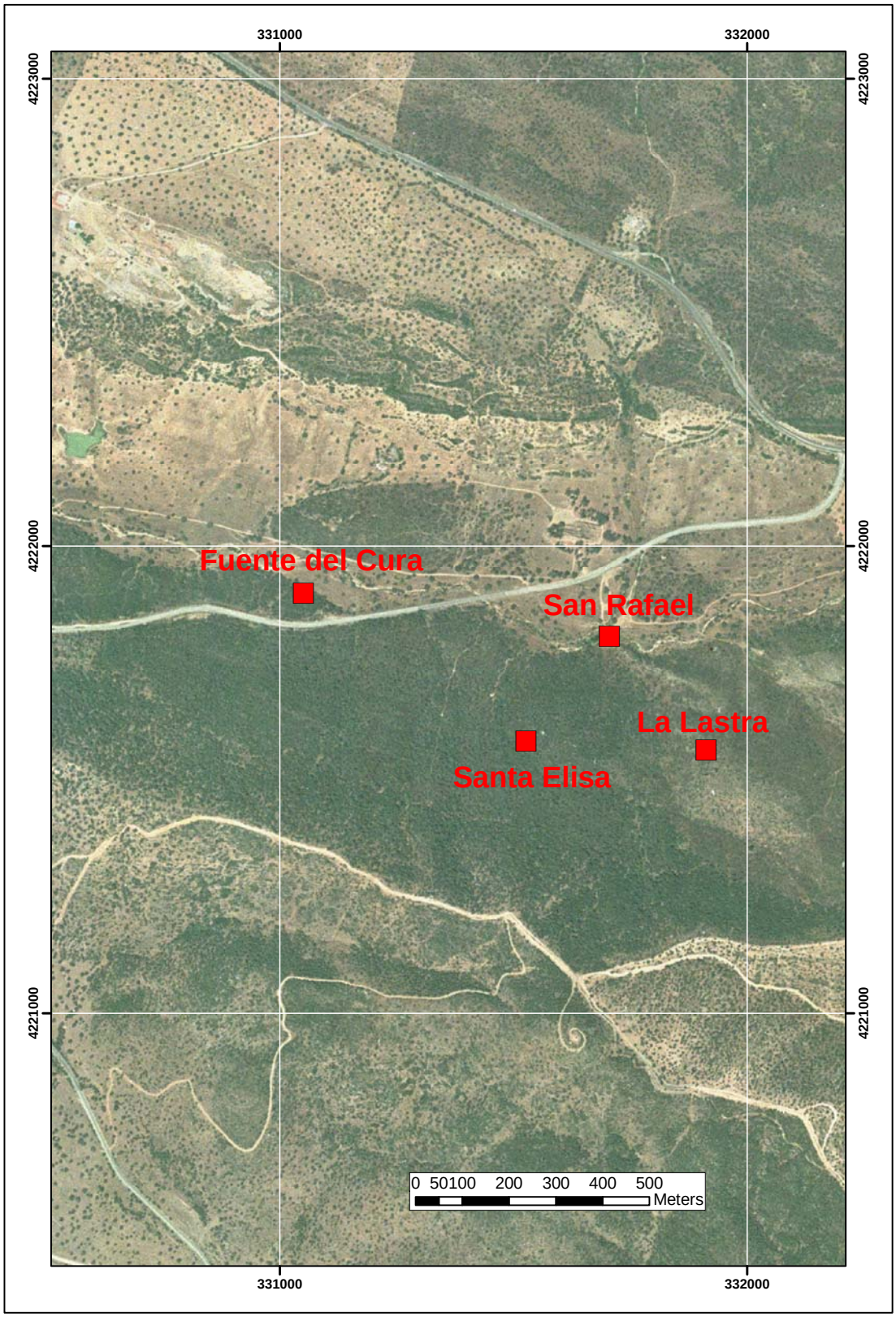


Figura 2: Plano de situación ortofoto. Escala original 1:10000

2.- REFERENCIAS HISTÓRICAS

El balneario de Peñas Blancas fue declarado de utilidad pública en 1928, según el informe IGME 1913, gaceta de Madrid 1928 (nº 117) ESPASA-CALPE, habiendo abandonado su actividad en 1936. Se realizó la petición de minero-medicinal en 1970. Se trataban con sus aguas enfermedades de inapetencia, nutrición y riñón (AAA-UG, 2010).

El balneario de Santa Elisa fue construido a mediados del siglo XIX, empezó siendo una construcción de planta rectangular, de dos pisos y sencilla decoración y una sencilla fachada orientada hacia el Este. En la década de los años veinte del siglo XX se reformó con una nueva fachada orientada hacia el sur y con torreones en cada esquina, decorados con balaustradas, molduras y cerámica de color añil que enriquecieron al edificio (AAA-UG, 2010).

Durante la guerra civil española sirvió de hospital de campaña y tras la misma entró en decadencia y abandono; comenzando su destrucción con numerosos expolios (AAA-UG, 2010).

En la prensa de la época aparecía la siguiente publicidad: "Gran Establecimiento Hidromedicinal de Peñas Blancas de Villaharta (Córdoba)... sin rival para los diabéticos... con el Gran Hotel de Santa Elisa, de primer orden, con todo confort, clima de altitud. Cocina sana. Mesa de régimen según prescripción facultativa. Capilla con cultos diarios. Salón de recreos y paseos pintorescos. Este hermoso y sano Establecimiento está emplazado en el centro de Sierra Morena, gozando de temperatura agradibilísima y atmósfera pura y diáfana, lo que hace de él un verdadero sanatorio...". Las temporadas oficiales de apertura del balneario eran de 15 de abril a 15 de junio y de 1 de septiembre a 31 de octubre. A diario una recua con una docena de burros llevaba a los agüistas desde Santa Elisa a Pedrique. En Santa Elisa se hospedaron importantes personajes de la época como el ministro Romanones y se cuenta que llegó a celebrarse hasta un consejo de ministros (AAA-UG, 2010).

3.- FLORA Y FAUNA ASOCIADA

Muy alterado al haberse construido un balneario sobre el nacimiento, por lo que no presenta ni flora autóctona propia de hábitats acuáticos, el interés ecológico es muy bajo.

4.- CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO-GEOLÓGICO

La información proviene principalmente del Proyecto (IGME-JA, 1991):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

En la unidad de Sierra Albarrana y correspondiendo con las cotas más elevadas topográficamente aparecen unos micaesquistos y cuarzoesquistos con intercalaciones de cuarcitas. Estos materiales pertenecían de un sedimento lutítico arenoso, en el que la fracción arena constituye las cuarcitas actuales. Su potencia aunque no precisada superan los 300 m.

Entre estos dos dominios afloran los materiales Carboníferos de la Cuenca del Guadiato (sobre los que brotan los cinco manantiales pertenecientes al balneario de Fuente Agria de Villaharta, así como los de Peñas Blancas, Santa Elisa y los asociados de San Rafael, La Lastra y Fuente del Cura); estos materiales se extienden por una banda de 1-2 km de ancho y 15 de largo.

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

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

Relacionados con fracturas aparecen en la zona unos diques básicos, diabasas, de composición diorítica. Tectónicamente estos materiales han sufrido una serie de procesos relacionados con varias etapas orogénicas (hay datos de una Precámbrica y otra Hercínica). Las fracturas responden a un comportamiento rígido durante los últimos momentos de la evolución hercínicas.

Características hidrogeológicas de los Baños

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

Los manantiales se encuentran situados sobre unas areniscas y lutitas (pizarras) con intercalaciones calizas (éstas insignificantes) que pertenecen al Carbonífero de la Cuenca del Guadiato y que constituyen una banda de 2 kilómetros de ancha por 15 de larga y con una dirección NO-SE, limitada parcialmente al sur por cuarzoesquistos y micaesquistos del Paleozoico inferior, sobre los que cabalga, y al norte por esquistos y pizarras. La fracturación ENE facilita la circulación del agua y la aparición de los manantiales. Siendo en su extremo Sur, donde existen gran cantidad de manantiales con estas características (próximos a estos cuatro que componen el Balneario de Peñas Blancas, existen otros cinco del Balneario de Villaharta). Estos materiales carboníferos son por sí mismos poco permeables y constituyen un acuífero malo, por eso todos los manantiales están situados sobre importantes fracturas, zonas en las que aumenta considerablemente la circulación del agua.

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

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

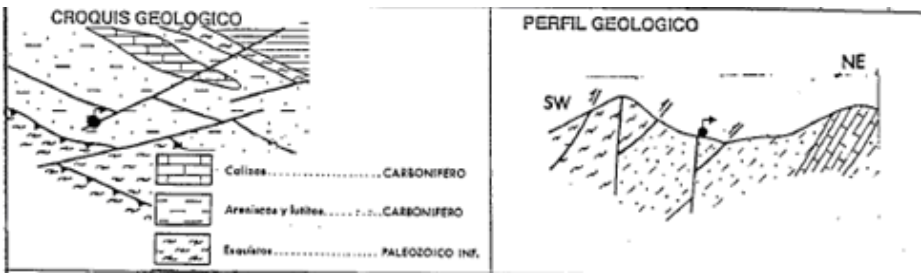


Figura 3: Croquis y perfil geológico del nacimiento de Santa Elisa (IGME-JA, 1991).

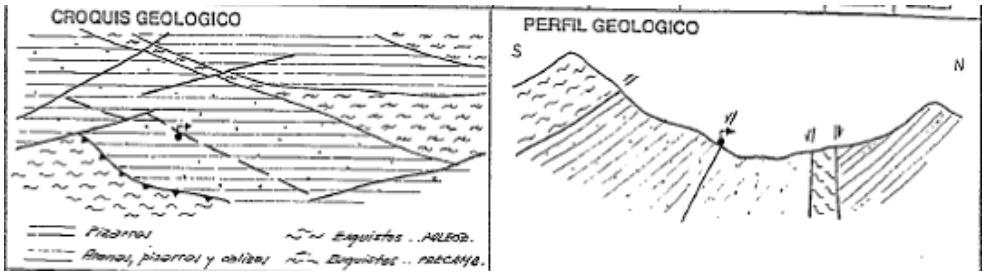


Figura 4: Croquis y perfil geológico del nacimiento de La Lastra (IGME-JA, 1991).

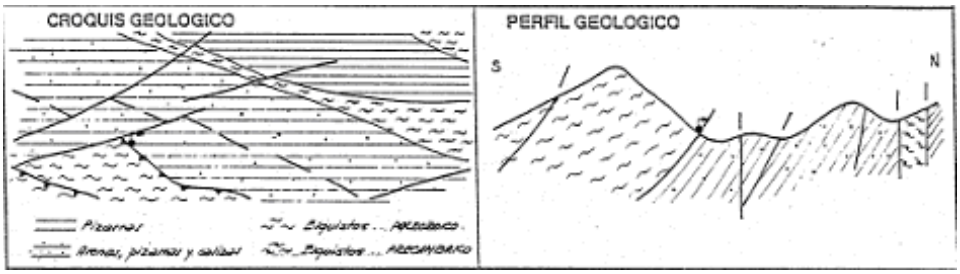


Figura 5: Croquis y perfil geológico del nacimiento de la Fuente del Cura (IGME-JA, 1991).

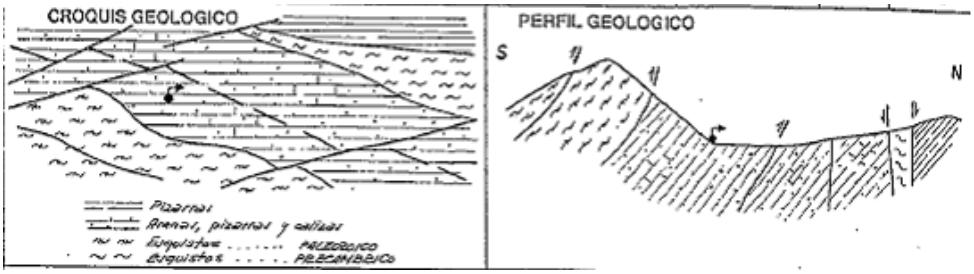


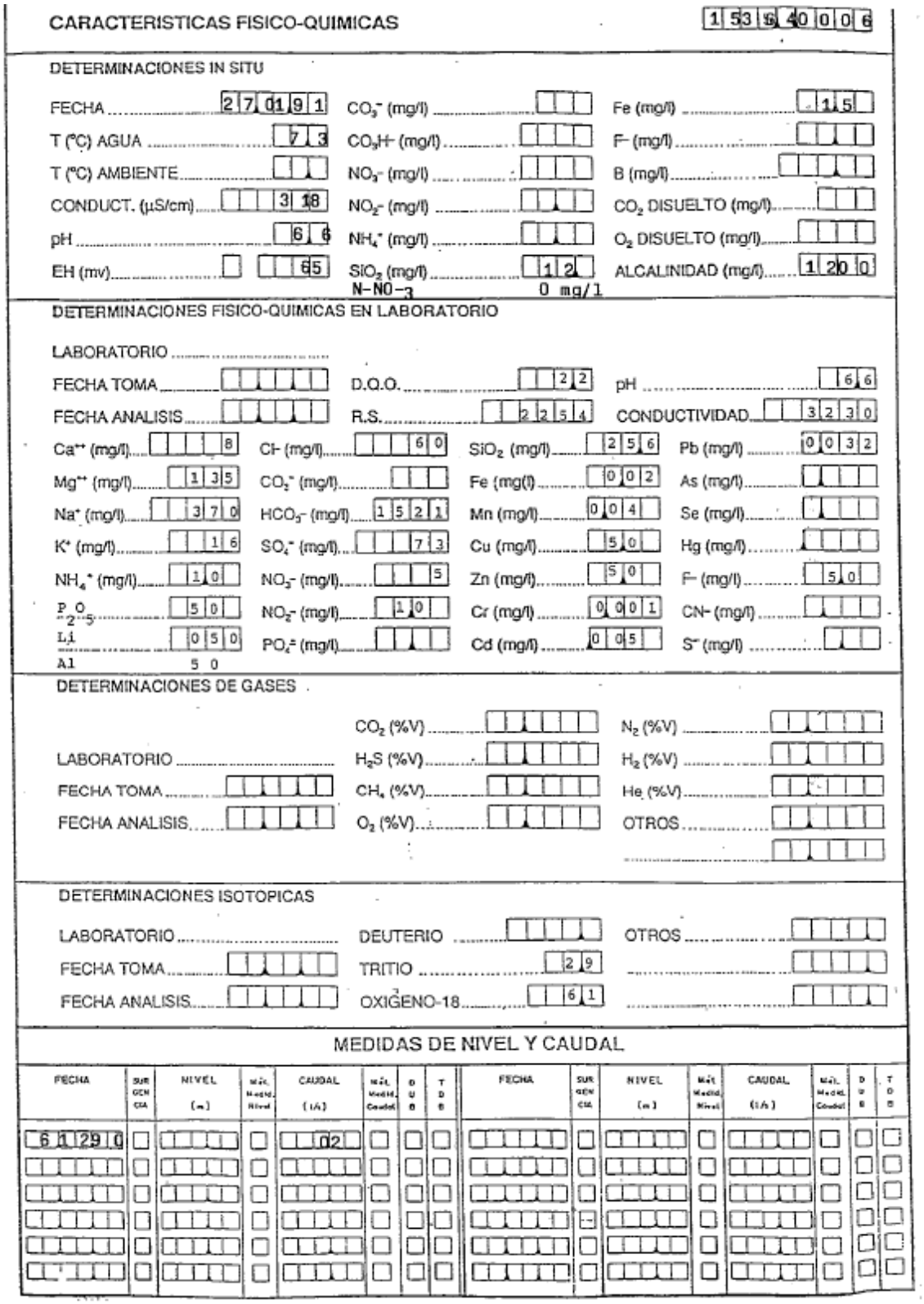
Figura 6: Croquis y perfil geológico del nacimiento del nacimiento de San Rafael (IGME-JA, 1991).

5.- EVOLUCIÓN HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA

El caudal de estos manantiales es muy bajo, con un caudal medio de 0,2 l/s (IGME-AAA, 2006), aunque suelen mantenerse todo el año sin agotarse (AAA-UG, 2010).

Presenta una facies hidroquímica bicarbonatada magnésica.

A continuación se adjuntan análisis de los distintos manantiales extraídos del Proyecto (IGME-JA, 1991):



CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS — 1 53 5 40 0 0 6

DETERMINACIONES IN SITU

FECHA	27 01 91	CO_3^- (mg/l)		Fe (mg/l)	15
T (°C) AGUA	73	CO_3H^- (mg/l)		F^- (mg/l)	
T (°C) AMBIENTE		NO_3^- (mg/l)		B (mg/l)	
CONDUCT. (µS/cm)	318	NO_2^- (mg/l)		CO_2 DISUELTO (mg/l)	
pH	66	NH_4^+ (mg/l)		O_2 DISUELTO (mg/l)	
EH (mv)	65	SiO_2 (mg/l)	12	ALCALINIDAD (mg/l)	120

N-NO-3 0 mg/l

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN LABORATORIO

LABORATORIO

FECHA TOMA		D.Q.O.	22	pH	66		
FECHA ANALISIS		R.S.	2254	CONDUCTIVIDAD	3230		
Ca^{++} (mg/l)	8	Cl^- (mg/l)	60	SiO_2 (mg/l)	256	Pb (mg/l)	0032
Mg^{++} (mg/l)	135	$CO_3^=$ (mg/l)		Fe (mg/l)	002	As (mg/l)	
Na^+ (mg/l)	370	HCO_3^- (mg/l)	1521	Mn (mg/l)	004	Se (mg/l)	
K^+ (mg/l)	16	$SO_4^=$ (mg/l)	73	Cu (mg/l)	50	Hg (mg/l)	
NH_4^+ (mg/l)	10	NO_3^- (mg/l)	5	Zn (mg/l)	50	F^- (mg/l)	50
P_2O_5	50	NO_2^- (mg/l)	10	Cr (mg/l)	0001	CN^- (mg/l)	
Li	050	$PO_4^=$ (mg/l)		Cd (mg/l)	005	$S^=$ (mg/l)	
Al	50						

DETERMINACIONES DE GASES

LABORATORIO	CO_2 (%V)	N_2 (%V)	
FECHA TOMA	H_2S (%V)	H_2 (%V)	
FECHA ANALISIS	CH_4 (%V)	He (%V)	
	O_2 (%V)	OTROS	

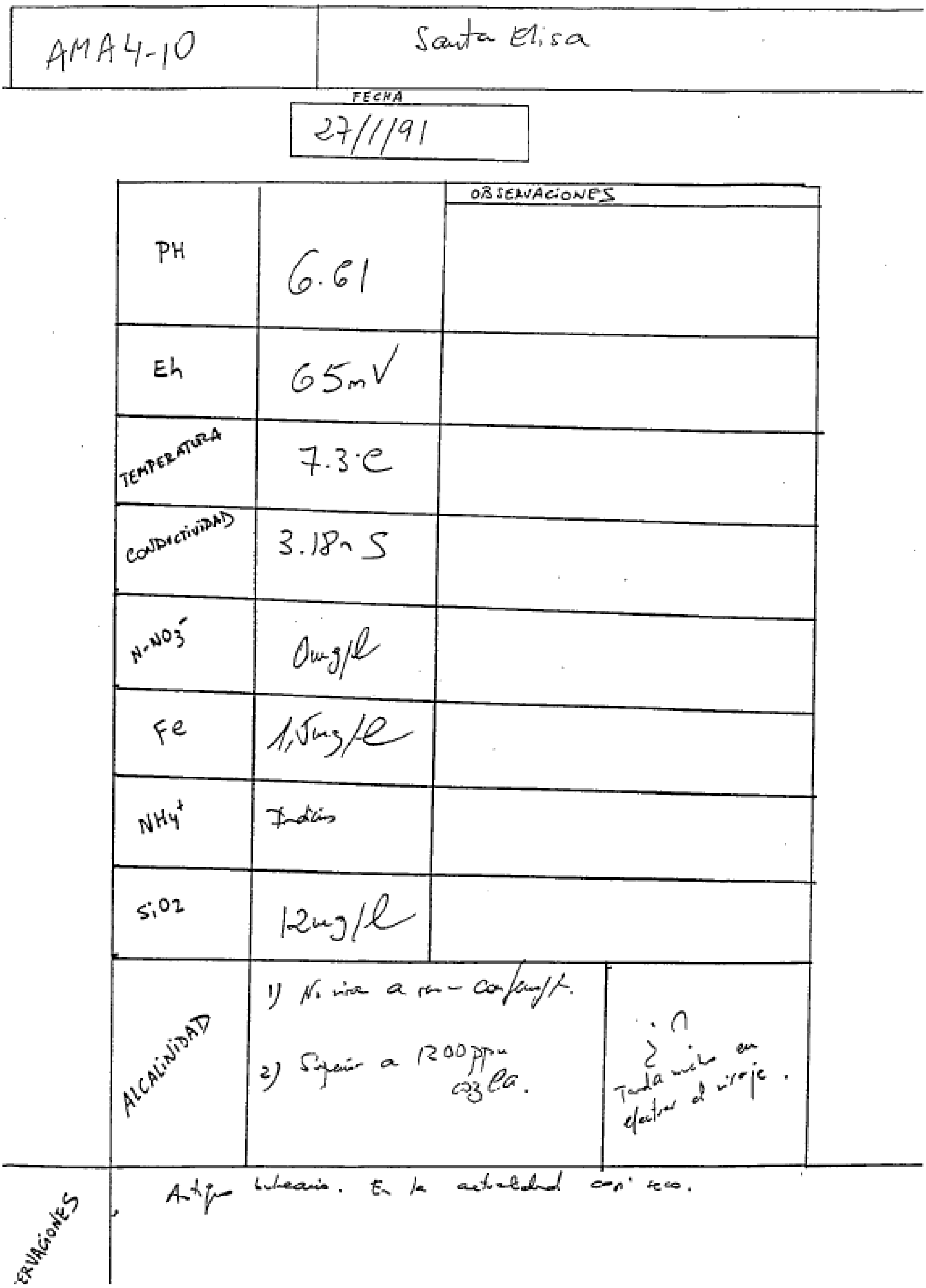
DETERMINACIONES ISOTOPICAS

LABORATORIO	DEUTERIO	OTROS	
FECHA TOMA	TRITIO	29	
FECHA ANALISIS	OXIGENO-18	61	

MEDIDAS DE NIVEL Y CAUDAL

FECHA	SUB GEN CIA	NIVEL (m)	Mét. Medid. Nivel	CAUDAL (l/s)	Mét. Medid. Caudal	D U B	T D B	FECHA	SUB GEN CIA	NIVEL (m)	Mét. Medid. Nivel	CAUDAL (l/s)	Mét. Medid. Caudal	D U B	T D B
61290				02											

Figura 7: Características físico-químicas del manantial de Santa Elisa (IGME-JA, 1991).



AMA4-10	Santa Elisa	
FECHA	27/1/91	
		OBSERVACIONES
PH	6.61	
Eh	65mV	
TEMPERATURA	7.3°C	
CONDUCTIVIDAD	3.18mS	
$N-NO_3^-$	0mg/l	
Fe	1,5mg/l	
NH_4^+	Indicios	
SiO_2	12mg/l	
ALCALINIDAD	1) No virar a rosa - Con fenolft. 2) Superior a 1200 ppm CO_3Ca.	¿? Tarda mucho en efectuar el viraje.
OBSERVACIONES	Antiguo balneario. En la actualidad casi seco.	

Figura 8: Características físico-químicas del manantial de Santa Elisa (IGME-JA, 1991).

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: SANTA ELISA
FECHA :

TEMPERATURA (°C):	7.3	CONDUCTIVIDAD (E-6 S/cm):	3230
pH a 7,°C:	6.61	DUREZA TOTAL (ppm CaCO3):	583
pH a 19°C:	8.00	Eh campo (mV):	65

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

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

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

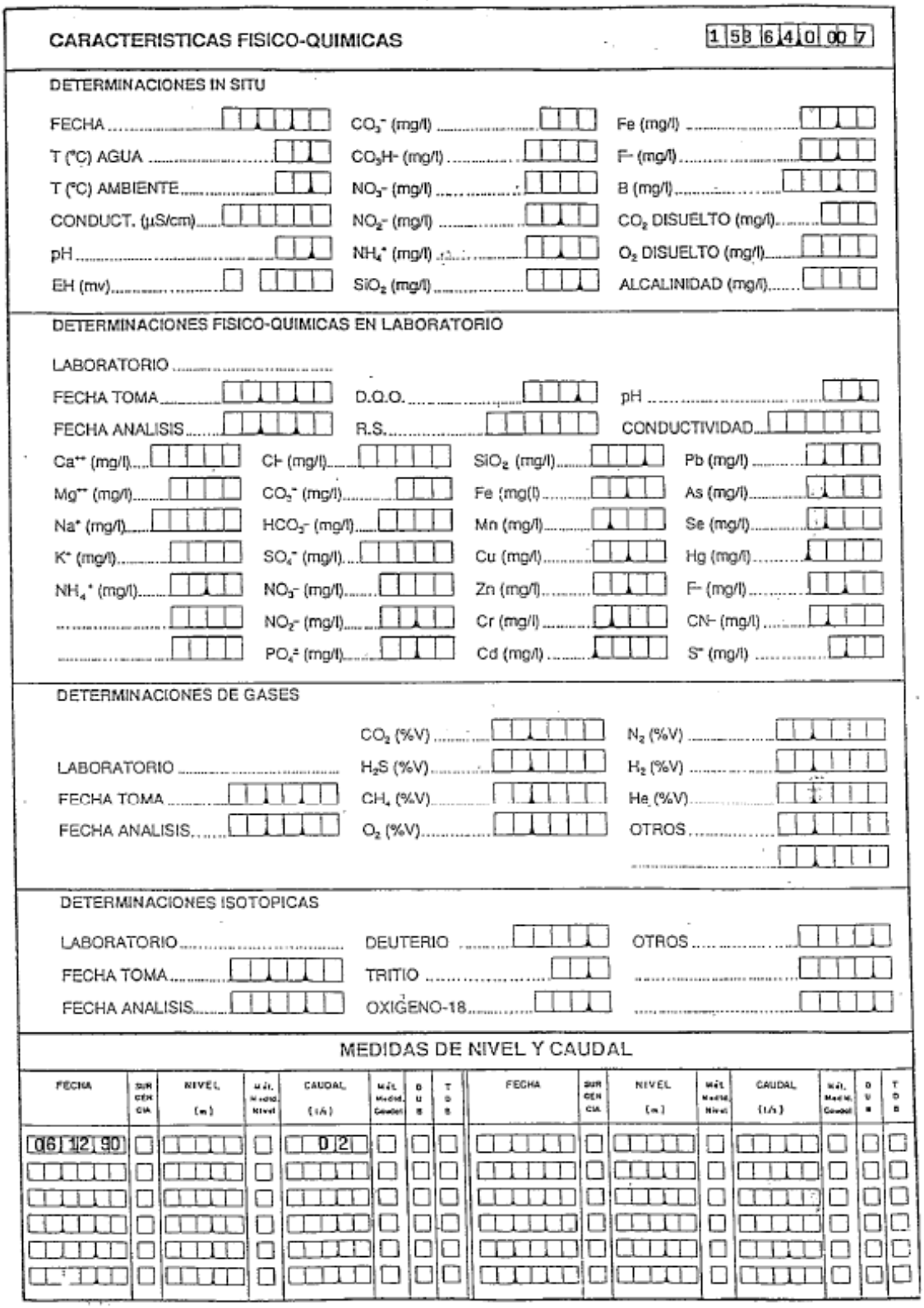
CLASIFICACION: BICARBONATADA -- SODICA

(CO3H+CO3)/Ca =	62.448	Cl/Na =	.105	(SO4*Ca)^1/2 =	.775
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	2.167	Cl/(Na+K) =	.103	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na)=	.190
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	6.284	SO4/Ca =	3.807	Mg/Ca =	27.818
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg)=	2.299	SO4/(Ca+Mg)=	.132	Cl/CO3H =	.062

ARCHIVO EN DISCO: MMCO10 (AMA4-10)

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

Figura 9: Características físico-químicas del manantial de Santa Elisa (IGME-JA, 1991).



CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS 1 58 64 0 00 7

DETERMINACIONES IN SITU

FECHA ..... | CO_3^- (mg/l) ..... | Fe (mg/l) .....
T (°C) AGUA ..... | CO_3H^- (mg/l) ..... | F^- (mg/l) .....
T (°C) AMBIENTE ..... | NO_3^- (mg/l) ..... | B (mg/l) .....
CONDUCT. (µS/cm) ..... | NO_2^- (mg/l) ..... | CO_2 DISUELTO (mg/l) .....
pH ..... | NH_4^+ (mg/l) ..... | O_2 DISUELTO (mg/l) .....
EH (mv) ..... | SiO_2 (mg/l) ..... | ALCALINIDAD (mg/l) .....

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN LABORATORIO

LABORATORIO .....
FECHA TOMA ..... | D.Q.O. ..... | pH .....
FECHA ANALISIS ..... | R.S. ..... | CONDUCTIVIDAD .....

Ca^{++} (mg/l)	Cl^- (mg/l)	SiO_2 (mg/l)	Pb (mg/l) .....
Mg^{++} (mg/l)	$CO_3^=$ (mg/l)	Fe (mg(l)	As (mg/l) .....
Na^+ (mg/l)	HCO_3^- (mg/l)	Mn (mg/l)	Se (mg/l) .....
K^+ (mg/l)	$SO_4^=$ (mg/l)	Cu (mg/l)	Hg (mg/l) .....
NH_4^+ (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	Zn (mg/l)	F^- (mg/l) .....
.....	NO_2^- (mg/l)	Cr (mg/l)	CN^- (mg/l) .....
.....	$PO_4^{\equiv}$ (mg/l)	Cd (mg/l)	$S^=$ (mg/l) .....

DETERMINACIONES DE GASES

	CO_2 (%V)	N_2 (%V)	
LABORATORIO	H_2S (%V)	H_2 (%V)	
FECHA TOMA	CH_4 (%V)	He (%V)	
FECHA ANALISIS	O_2 (%V)	OTROS	

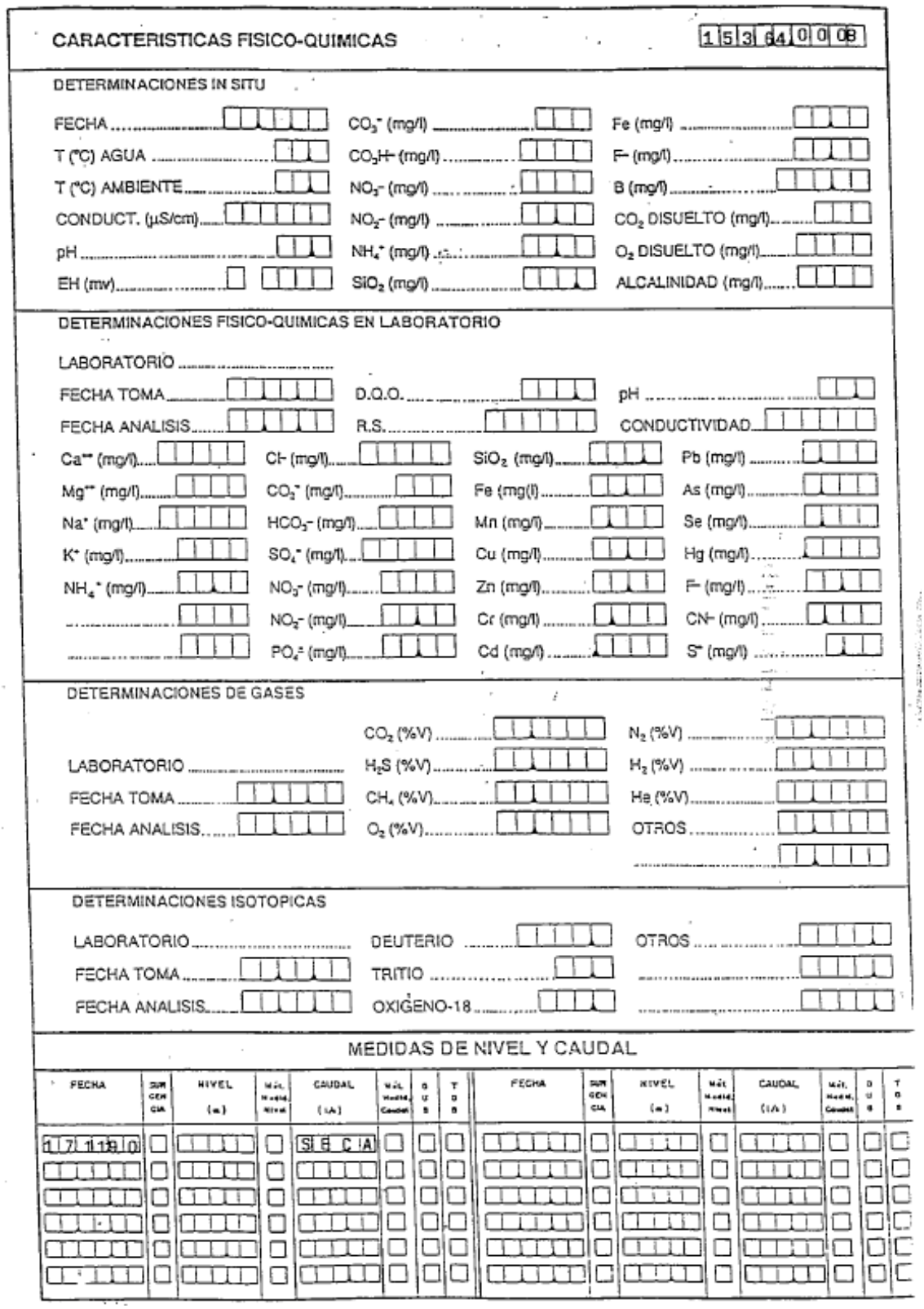
DETERMINACIONES ISOTOPICAS

LABORATORIO	DEUTERIO	OTROS .....
FECHA TOMA	TRITIO	.....
FECHA ANALISIS	OXIGENO-18	.....

MEDIDAS DE NIVEL Y CAUDAL

FECHA	SUR GEN CIA	NIVEL (m)	Mét. Medid. Nivel	CAUDAL (l/s)	Mét. Medid. Caudal	D U B	T D B	FECHA	SUR GEN CIA	NIVEL (m)	Mét. Medid. Nivel	CAUDAL (l/s)	Mét. Medid. Caudal	D U B	T D B
06 12 90				0 2											

Figura 10: Características físico-químicas del manantial de La Lastra (IGME-JA, 1991).



CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS

1 5 3 64 0 0 08

DETERMINACIONES IN SITU

FECHA ..... | $CO_3^=$ (mg/l) ..... | Fe (mg/l) .....
T (°C) AGUA ..... | CO_3H^- (mg/l) ..... | F^- (mg/l) .....
T (°C) AMBIENTE ..... | NO_3^- (mg/l) ..... | B (mg/l) .....
CONDUCT. (µS/cm) ..... | NO_2^- (mg/l) ..... | CO_2 DISUELTO (mg/l) .....
pH ..... | NH_4^+ (mg/l) ..... | O_2 DISUELTO (mg/l) .....
EH (mv) ..... | SiO_2 (mg/l) ..... | ALCALINIDAD (mg/l) .....

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN LABORATORIO

LABORATORIO .....
FECHA TOMA ..... | D.Q.O. ..... | pH .....
FECHA ANALISIS ..... | R.S. ..... | CONDUCTIVIDAD .....

Ca^{++} (mg/l)	Cl^- (mg/l)	SiO_2 (mg/l)	Pb (mg/l) .....
Mg^{++} (mg/l)	$CO_3^=$ (mg/l)	Fe (mg/l)	As (mg/l) .....
Na^+ (mg/l)	HCO_3^- (mg/l)	Mn (mg/l)	Se (mg/l) .....
K^+ (mg/l)	$SO_4^=$ (mg/l)	Cu (mg/l)	Hg (mg/l) .....
NH_4^+ (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	Zn (mg/l)	F^- (mg/l) .....
.....	NO_2^- (mg/l)	Cr (mg/l)	CN^- (mg/l) .....
.....	$PO_4^{\equiv}$ (mg/l)	Cd (mg/l)	$S^=$ (mg/l) .....

DETERMINACIONES DE GASES

	CO_2 (%V)	N_2 (%V) .....
LABORATORIO	H_2S (%V)	H_2 (%V) .....
FECHA TOMA	CH_4 (%V)	He (%V) .....
FECHA ANALISIS	O_2 (%V)	OTROS .....
		.....

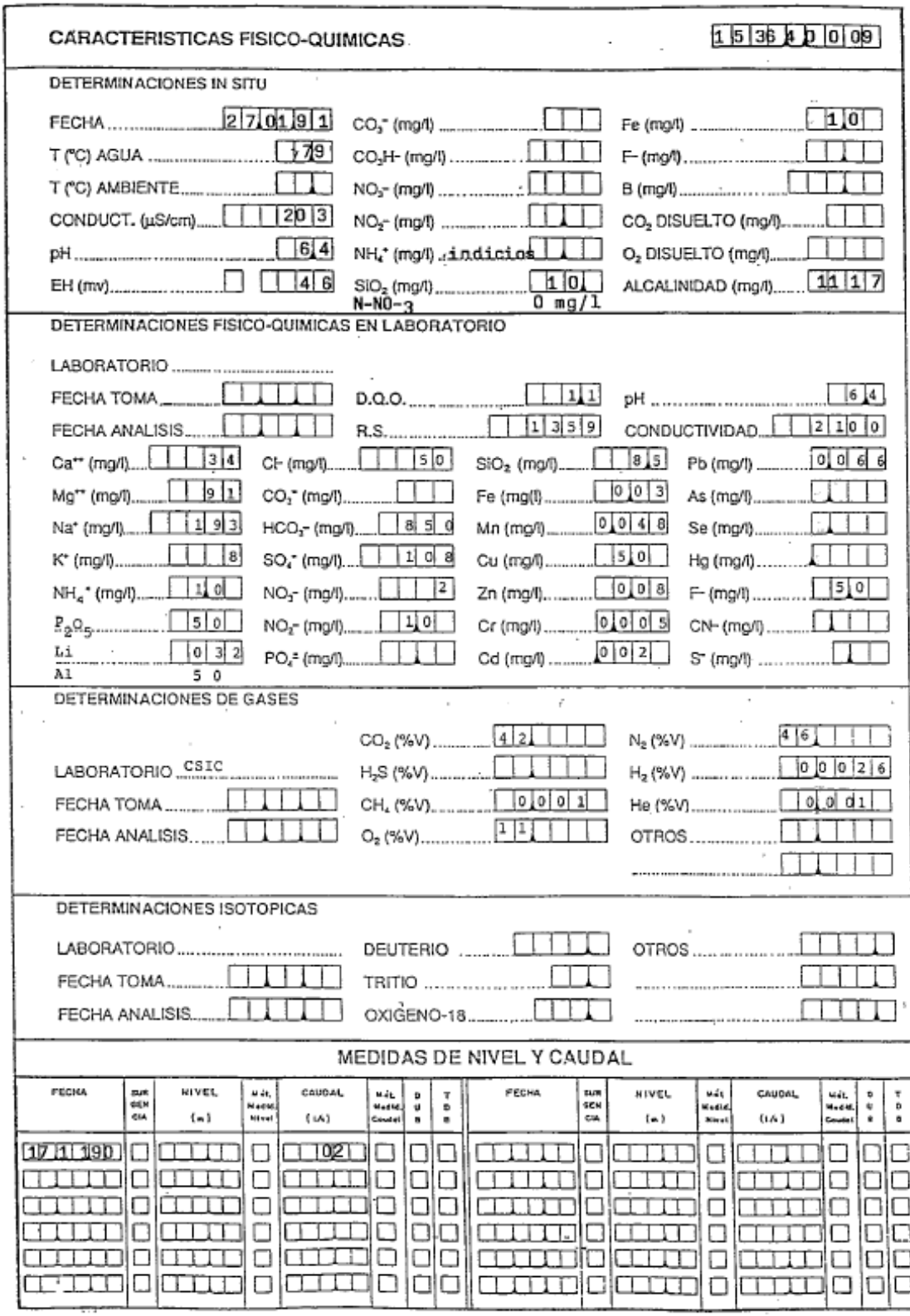
DETERMINACIONES ISOTOPICAS

LABORATORIO	DEUTERIO	OTROS .....
FECHA TOMA	TRITIO	.....
FECHA ANALISIS	OXIGENO-18	.....

MEDIDAS DE NIVEL Y CAUDAL

FECHA	SUR GEN CIA	NIVEL (m)	Mét. Medid. Nivel	CAUDAL (l/s)	Mét. Medid. Caudal	D U S	T D S	FECHA	SUR GEN CIA	NIVEL (m)	Mét. Medid. Nivel	CAUDAL (l/s)	Mét. Medid. Caudal	D U S	T D S
1 7 11 9 0				SI E C IA											

Figura 11: Características físico-químicas de la Fuente del Cura (IGME-JA, 1991).



CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS 1 5 36 4 0 0 09

DETERMINACIONES IN SITU

FECHA 27 01 91 | $CO_3^=$ (mg/l) | Fe (mg/l) 10
T (°C) AGUA 179 | CO_3H^- (mg/l) | F- (mg/l)
T (°C) AMBIENTE | NO_3^- (mg/l) | B (mg/l)
CONDUCT. (µS/cm) 203 | NO_2^- (mg/l) | CO_2 DISUELTO (mg/l)
pH 64 | NH_4^+ (mg/l) indicios | O_2 DISUELTO (mg/l)
EH (mv) 46 | SiO_2 (mg/l) 10 | ALCALINIDAD (mg/l) 117
N-NO-3 0 mg/l

DETERMINACIONES FISICO-QUIMICAS EN LABORATORIO

LABORATORIO
FECHA TOMA | D.Q.O. 11 | pH 64
FECHA ANALISIS | R.S. 1359 | CONDUCTIVIDAD 2100

Ca^{++} (mg/l)	34	Cl^- (mg/l)	50	SiO_2 (mg/l)	85	Pb (mg/l)	0066
Mg^{++} (mg/l)	91	$CO_3^=$ (mg/l)		Fe (mg/l)	003	As (mg/l)	
Na^+ (mg/l)	193	HCO_3^- (mg/l)	850	Mn (mg/l)	0048	Se (mg/l)	
K^+ (mg/l)	8	$SO_4^=$ (mg/l)	108	Cu (mg/l)	50	Hg (mg/l)	
NH_4^+ (mg/l)	10	NO_3^- (mg/l)	2	Zn (mg/l)	008	F- (mg/l)	50
P_2O_5	50	NO_2^- (mg/l)	10	Cr (mg/l)	0005	CN- (mg/l)	
Li	032	$PO_4^=$ (mg/l)		Cd (mg/l)	002	$S^=$ (mg/l)	
Al	50						

DETERMINACIONES DE GASES

LABORATORIO CSIC
FECHA TOMA
FECHA ANALISIS

CO_2 (%V)	42	N_2 (%V)	46
H_2S (%V)		H_2 (%V)	00026
CH_4 (%V)	0001	He (%V)	0001
O_2 (%V)	11	OTROS	

DETERMINACIONES ISOTOPICAS

LABORATORIO | DEUTERIO | OTROS
FECHA TOMA | TRITIO |
FECHA ANALISIS | OXIGENO-18 |

MEDIDAS DE NIVEL Y CAUDAL

FECHA	SUR GEN CIA	NIVEL (m)	MÉT. Medid. Nivel	CAUDAL (l/s)	MÉT. Medid. Caudal	D U R	T D S	FECHA	SUR GEN CIA	NIVEL (m)	MÉT. Medid. Nivel	CAUDAL (l/s)	MÉT. Medid. Caudal	D U R	T D S
17 1 90				02											

Figura 12: Características físico-químicas del manantial de San Rafael (IGME-JA, 1991).

AMA4-9	San Rafael - Espiel -

FECHA: 27/1/91

		OBSERVACIONES
PH	6.45	
Eh	46mV	
TEMPERATURA	7.4°C	
CONDUCTIVIDAD	2.03 mS	
N-NO3-	0mg/l	
Fe	1mg/l	Apenas olor a pesar de la manifestación a la salida.
NH4+	Indicios de interferencia 0,05ppm	
SiO2	10mg/l	
ALCALINIDAD	1) No vira a rosa con fenolft. 2) Gris rosado 1117 ppm CO3Ca	

OBSERVACIONES: Antiguo balneario junto a hotel en ruinas de naturaleza ferruginosa.

Figura 13: Características físico-químicas del manantial de San Rafael (IGME-JA, 1991).

ANALISIS QUIMICO

DENOMINACION: SAN RAFAEL
FECHA :

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

ANIONES	ppm	mMol/l	meq/l	% meq/l
HCO3-	850.00	13.932	13.932	78.93
CO3=	-	-	-	-
SO4=	108.00	1.124	2.249	12.74
Cl-	50.00	1.411	1.411	7.99
F-	<5.0E-1	.026	.026	.15
NO3-	2.00	.032	.032	.18
SiO2(H4SiO4)	8.5	.141	-	-
B	-	-	-	-
NO2-	<1.0E-2	0.000	0.000	0.00
P2O5	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	1019.060	16.667	17.651	
CATIONES				
Na+	193.00	8.396	8.396	46.92
K+	8.00	.205	.205	1.14
Ca++	34.00	.848	1.697	9.48
Mg++	91.00	3.743	7.486	41.84
Fe++	.030	.001	.001	.01
Li+	.32	.046	.046	.26
Al+++	<5.0E-1	.019	.056	.31
NH4+	<1.0E-2	.001	.001	0.00
Mn++	.048	.001	.002	.01
Pb	.066	0.000	-	-
Zn++	.080	.001	.002	.01
Cu++	<5.0E-2	.001	.002	.01
TOTAL....	327.104	13.260	17.891	

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

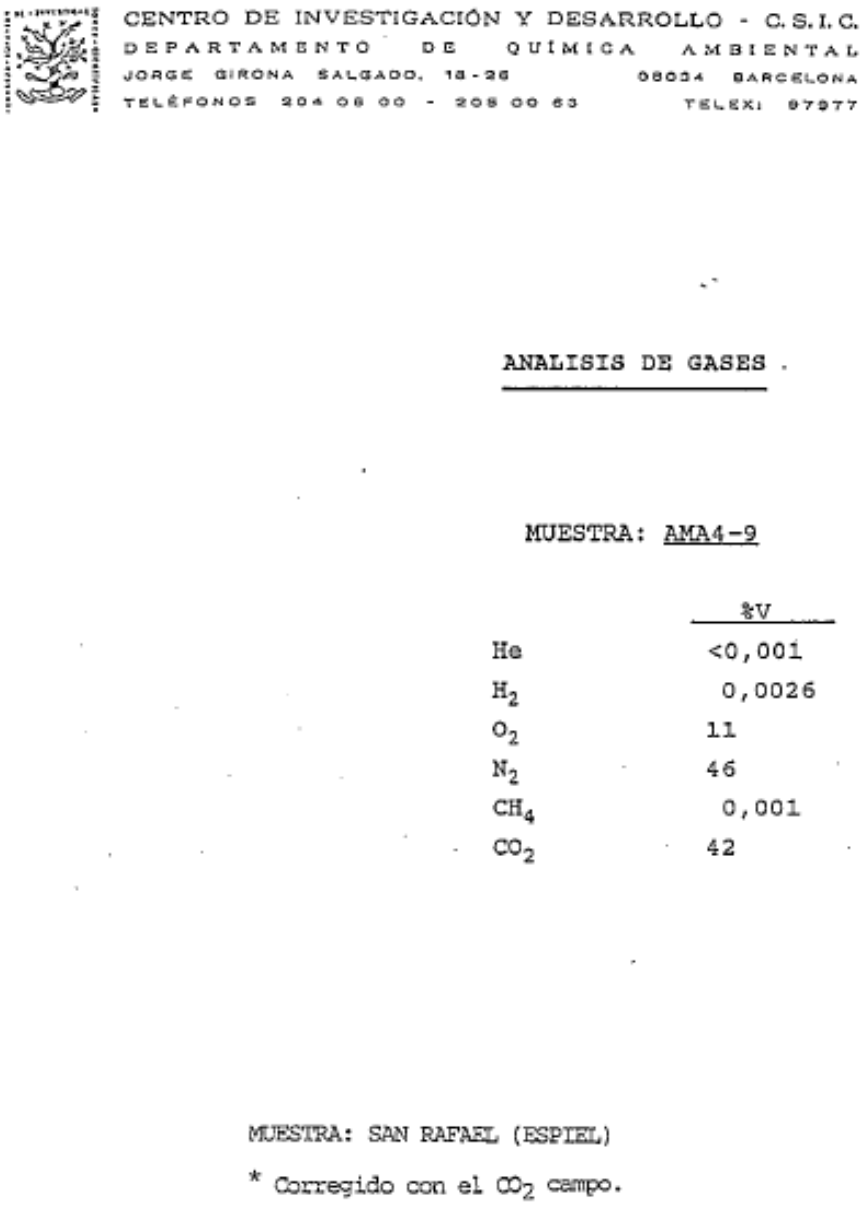
CLASIFICACION: BICARBONATADA -- SODICA MAGNESICA

(CO3H+CO3)/Ca =	8.211	Cl/Na =	.168	(SO4*Ca)^1/2 =	1.953
(CO3H+CO3)/(Ca+Mg) =	1.517	Cl/(Na+K) =	.164	(Cl+SO4)/(Ca+K+Na)=	.358
((CO3H)^2*Ca)^1/3 =	6.905	SO4/Ca =	1.325	Mg/Ca =	4.412
(CO3H+CO3+SO4)/(Ca+Mg)=	1.762	SO4/(Ca+Mg)=	.245	Cl/CO3H =	.101

ARCHIVO EN DISCO: MMCO9 (AMA4-09)

	ppm
R.S. 110°C	1359
D.Q.O.	1,1
CN-	-
Cd	0,002
Cr	<0,005
As	-
Se	-
Hg	-

Figura 14: Características físico-químicas del manantial de San Rafael (IGME-JA, 1991).



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO - C.S.I.C.
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AMBIENTAL
JORGE GIRONA SALGADO, 18-26 08034 BARCELONA
TELÉFONOS 204 08 00 - 208 00 63 TELEX: 97977

ANALISIS DE GASES

MUESTRA: AMA4-9

	%V	%V *
He	<0,001	<0,001
H_2	0,0026	<0,001
O_2	11	0,22
N_2	46	0,93
CH_4	0,001	<0,001
CO_2	42	98

MUESTRA: SAN RAFAEL (ESPIEL)

* Corregido con el CO_2 campo.

Figura 15: Características físico-químicas del manantial de San Rafael (IGME-JA, 1991).

6.- VALORACIÓN DEL INTERÉS

El interés hidrogeológico y científico-pedagógico se puede considerar como medio y el ambiental bajo. El resto con valoración muy alta, y una valoración global: Alta-Muy alta

La presencia de este conjunto de manantiales de carácter medicinal otorga al lugar un interés destacado, en el mismo ámbito geológico y geográfico en que se localizan los de Fuente Agria, desarrollados ambos sobre materiales de baja permeabilidad. Se sugiere la posibilidad de que estén igualmente ligados a un acuífero profundo (IGME-AAA, 2006).

7.- PROTECCIÓN PROPUESTA

7.1.- Presiones

De acuerdo con (IGME-AAA, 2006), existe presión debido a la agricultura y al deterioro de las instalaciones.

La zona es de vulnerabilidad media, por la relativamente baja permeabilidad de la formación en la que aparecen (areniscas y pizarras), aunque más elevada en las zonas de fractura (IGME-AAA, 2006).

7.2.- Figuras de protección, normativa y perímetros previos

Como figuras de protección existentes se encuentra su pertenecia al LIC: ES6130007 Guadiato-Bembezar.

7.3.- Zonación propuesta

Se propone la delimitación de la poligonal para la protección en las inmediaciones de los manantiales de Santa Elisa, La Lastra, Fuente del Cura y San Rafael que drenan las areniscas y pizarras carboníferas en la cuenca del Guadiato.

La zonación sería de TIPO B, donde se propone, no autorizar actividades potencialmente contaminantes, ni nuevas captaciones con volúmenes de extracción de más de 2000 m^3/año.

La zonificación propuesta tiene relación con los apartados 1 y 7 de la tabla 1.

Esta zona tipo B coincide con la zona tipo B de los manantiales del balneario de Fuente Agria (Villaharta).

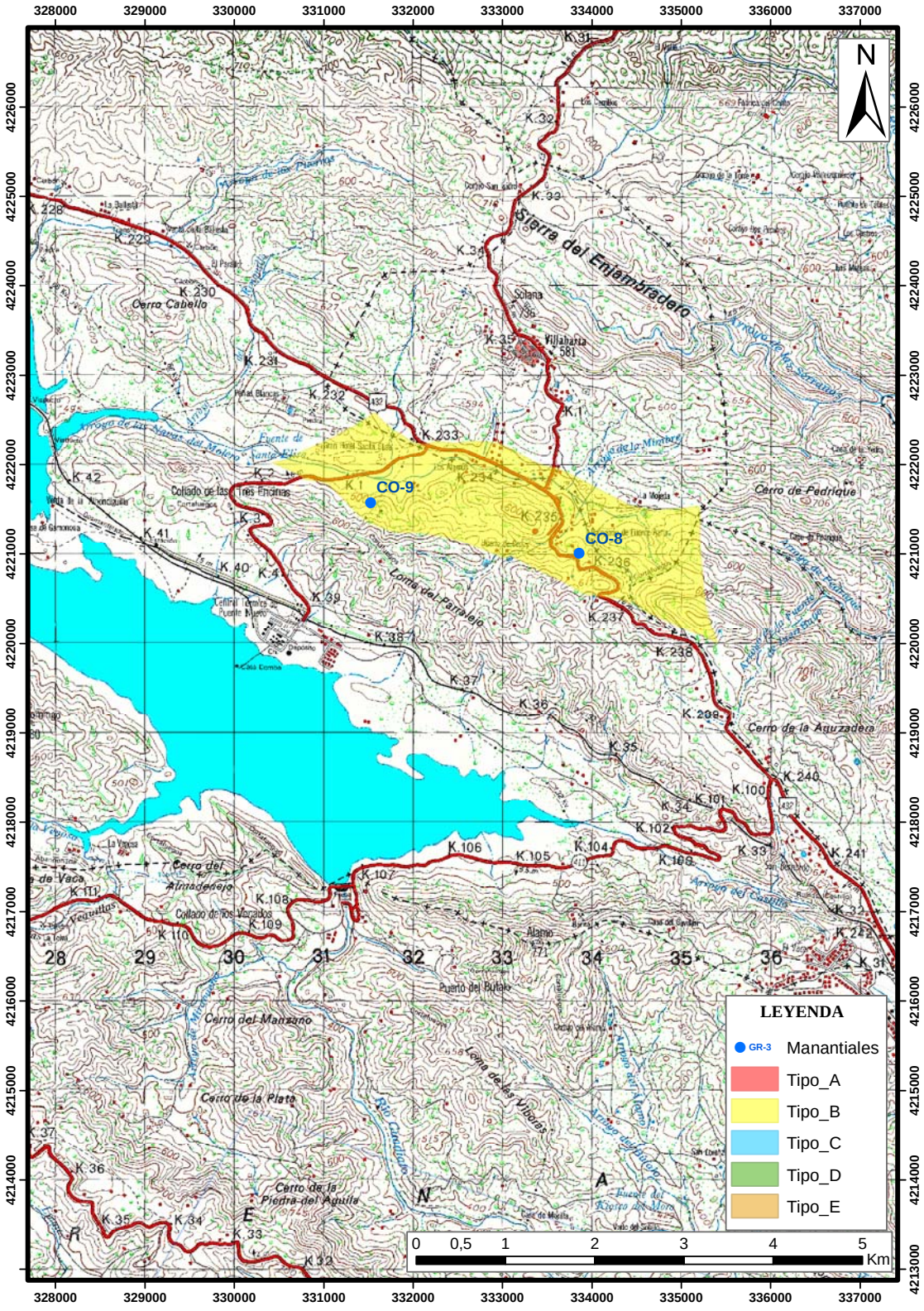


Figura 16: Zonación propuesta para la protección en las inmediaciones de los manantiales de Santa Elisa, La Lastra, Fuente del Cura y San Rafael que drenan las areniscas y pizarras carboníferas en la cuenca del Guadiato (CO9). Escala original 1:50.000.

8.- APROVECHAMIENTO POSIBLE

Según la información obtenida en (IGME-AAA, 2006), se encuentra en estado de abandono. El acceso es bueno y se dispone de aparcamiento en la margen de la carretera.

En lo que respecta al alojamiento y restauración, para estos fines debemos de desplazarnos a unos 4 km hasta la población de Villaharta o a 14 km hasta la de Espiel.

Para poder aprovecharse con fines turísticos se necesitaría habilitar dichas instalaciones. Las propiedades terapéuticas que se le asignan a las aguas de cada uno de estos manantiales, según (IGME-JA, 1991), son:

- Santa Elisa: Inapetencias, problemas estomacales y cálculos de riñón.
- San Rafael: Inapetencias, problemas estomacales y cálculos de riñón.

Sería interesante la colocación de un cartel explicativo con las características hidrogeológicas de cada uno de los manantiales en sus inmediaciones así como la adecuación de los caminos.

9.- PROPUESTA DE INDICADORES

No se propone el control del caudal en continuo y si el control de la calidad en el punto principal de forma semestral.

10.- BIBLIOGRAFÍA

AAA-UG (2010). "Manantiales y fuentes de Andalucía. Hacia una estrategia de conservación. Conoce tus Fuentes". Agencia Andaluza del Agua (Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía) y Universidad de Granada. http://www.conocetusfuentes.com.

IGME-AAA (2006). Lugares de Interés Hidrogeológico de Andalucía.

IGME-JA (1991). Evaluación del estado actual de las aguas minerales en la Comunidad Autónoma de Andalucía (Convenio Marco de asistencia técnica entre el Instituto Tecnológico y Geominero de España y la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía).