



Jiménez-Sánchez, J., De la Hera Portillo, A.; Rubio Campos, J.C. y Hueso-Quesada, L.M., 2011. *Informe de caracterización hidrogeológica y propuesta de protección de manantiales y lugares de interés hidrogeológico (Málaga)*.



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)

MA-13 BALNEARIO DE FUENTE AMARGOSA



MA-13 Balneario de Fuente Amargosa

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

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)

1.- SITUACIÓN Y USOS DEL AGUA

El manantial de Fuente Amargosa con número de inventario del IGME 1544/8/0012 y referencia MA13 en el Plan de conservación, se encuentra en la estribación oriental de la Sierra de Tolox, junto al cauce del Río de Los Caballos por su margen izquierda (afluente del Río Grande), al Sur del núcleo de Tolox del que sólo le separan unos 700 metros. Junto al manantial se construyó el Balneario, el cual goza de una gran tradición para toma de aguas en sus distintas aplicaciones, no sólo en la provincia de Málaga, sino a nivel peninsular (IGME-JA, 1991).

Se incluye en la hoja nº 1051 (escala 1/50.000), en la hoja nº 1051-IV (escala 1:25.000) y en la hoja nº 1051-44 (escala 1:10.000). Con coordenadas UTM: X: 329535, Y: 4061200 a 350 ms.n.m. de cota, se encuentra a unos 2 km de la masa 060.046 “Sierra de las Nieves-Prieta”.

Actualmente el manantial se halla completamente cubierto por un depósito de obra, desde el que se canaliza el agua hasta el balneario. Junto a la salida de dicho depósito existe un sifón que tiene por objeto provocar la desgasificación del agua. El gas es transportado a unos depósitos donde se almacena para su posterior empleo en inhalaciones (IGME-JA, 1991).



Vista del Balneario de Tólox (IGME-DM-UMA, 2007).

Con un caudal de más de 24.500 litros diarios, con abundantes desprendimientos de gases y emanaciones radioactivas, presenta una temperatura constante de 21°C (IGME-JA, 1991).

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)

Plano de situación realizado en ARCMAP:

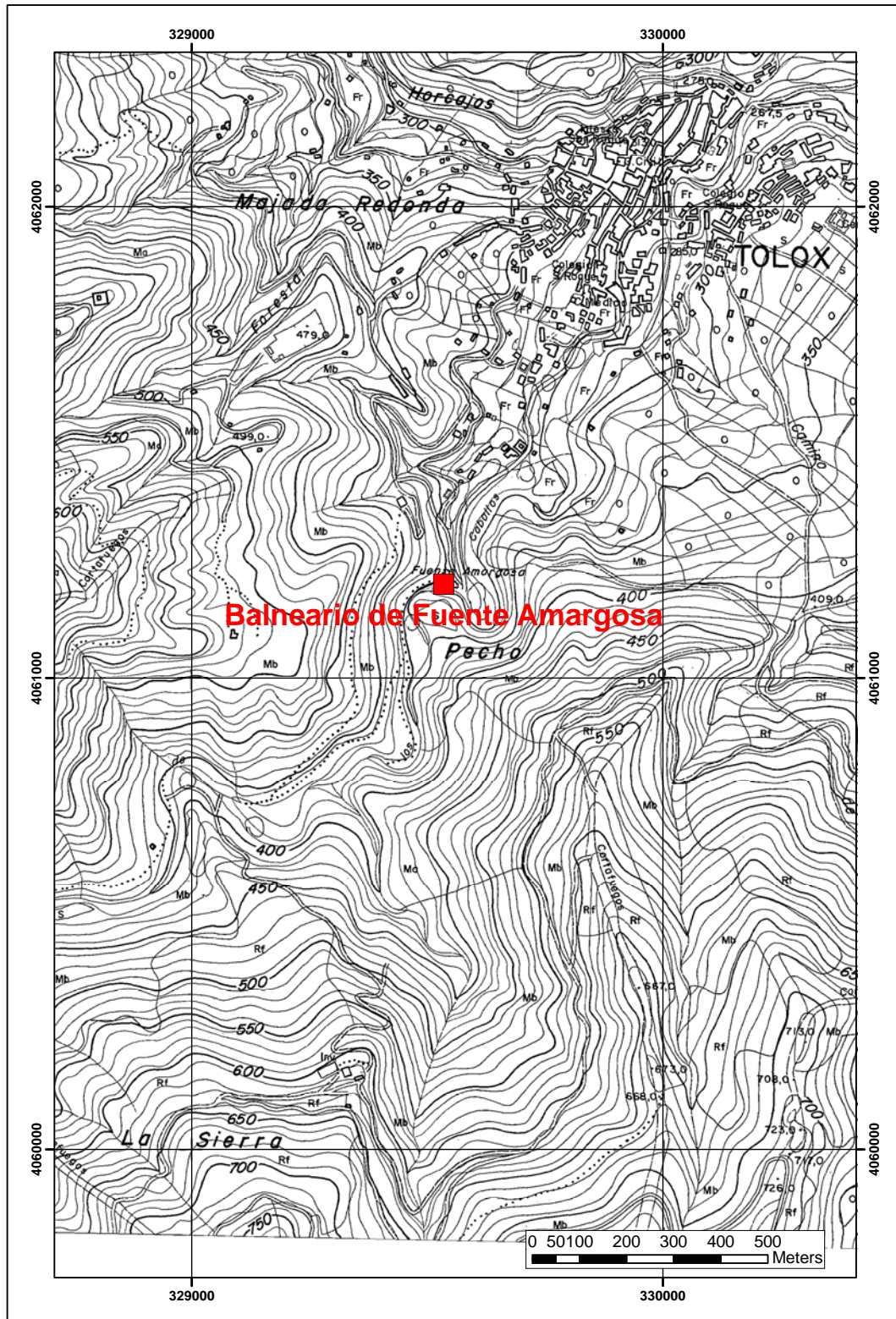


Figura 1: Plano de situación topográfico. Escala original 1:10000

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)

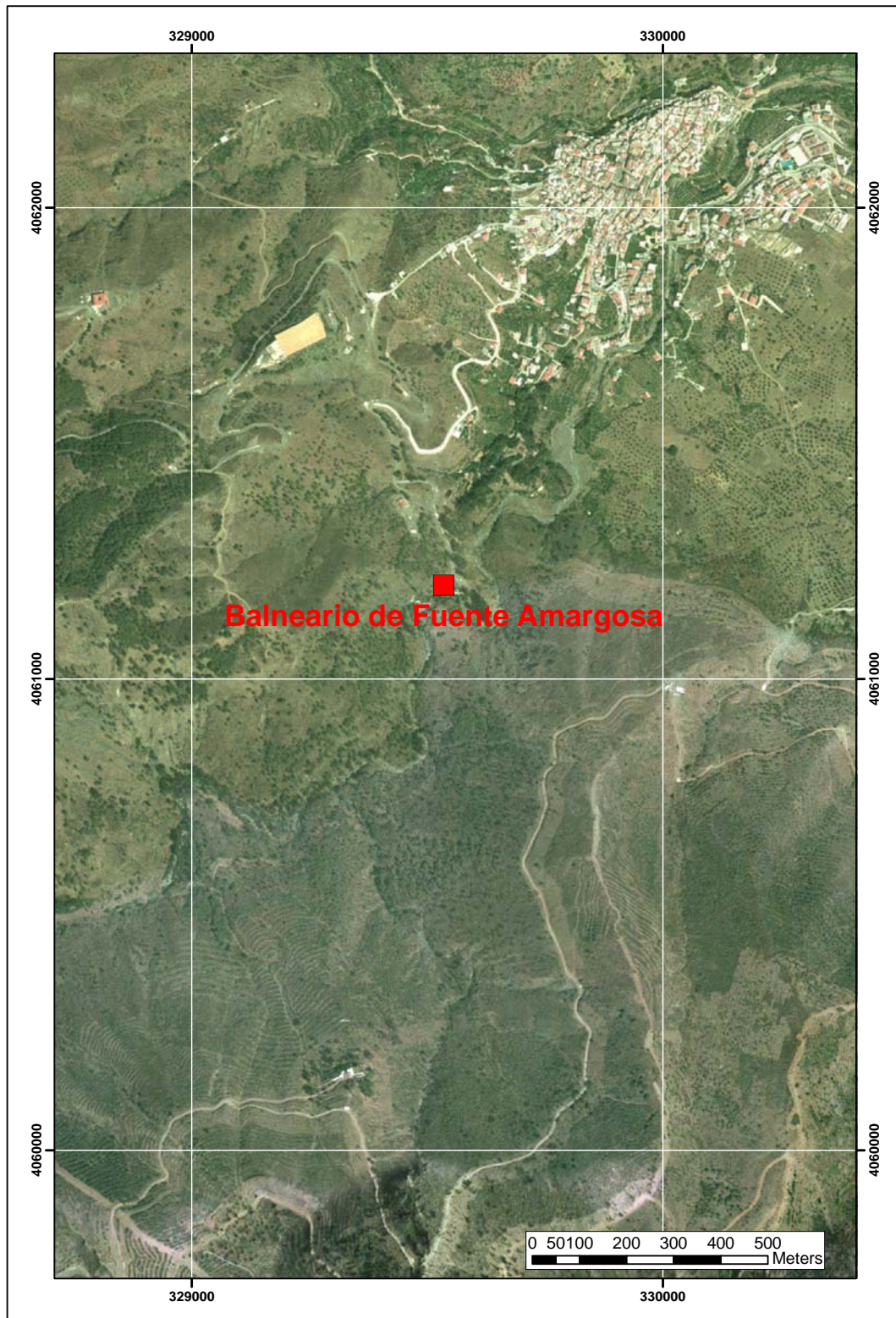


Figura 2: Plano de situación ortofoto. Escala original 1:10000

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)

2.- REFERENCIAS HISTÓRICAS

Desde tiempo inmemorial se conocían en el término municipal de Tolox una serie de fuentes y manantiales conocidos con el nombre de “amargosas” debido al sabor especial de las mismas, y que eran utilizadas por los vecinos de Tolox para curar un sinfín de afecciones en forma en ingestión y baños (IGME-JA, 1991).

La Fuente Amargosa tiene aguas sulfurosas que desde la época árabe se han utilizado para curar enfermedades de la piel. Las aguas que salen por este manantial adquieren sus peculiaridades debido al contacto prolongado con las peridotitas del Macizo de la Sierra de las Nieves” (IGME-DM-UMA, 2007, Tomo 1).



Instalaciones para captación y distribución del agua del manantial (IGME-DM-UMA, 2007).

Debemos destacar la importancia del Balneario de Tolox o Balneario de Fuente Amargosa, sus aguas fueron declaradas de utilidad pública en 1871 y es motor del turismo del pueblo. Estas aguas salen por un manantial que es entubado hacia los tres depósitos que hay en el balneario (IGME-DM-UMA, 2007, Tomo 1).

Fue D. José García Rey, natural de Tolox, farmacéutico, quien fijó su atención en estas propiedades y dio principio a un estudio científico del manantial de “Fuente Amargosa”. Realizó los necesarios trabajos para la captación del agua mineral, e incluso la analizó él mismo, catalogándola con el abigarrado nombre de aguas alcalino-bromuradas, amónico-sulfuradas, crenato ferromagnesianas. Posteriormente en 1867 se construyó un modesto establecimiento de baños para comodidad de los concurrentes que comenzaron a venir de las provincias limítrofes, con tal éxito, que cuatro años después fueron declaradas dichas aguas de utilidad pública por Real Orden de 11 de mayo de 1871 (IGME-JA, 1991).

En 1890 realizó un nuevo análisis no sólo del agua sino del gas que se desprende de ella, D. Galdeano Calderón Aruna catedrático de la Universidad de Madrid, demostrándose que era nitrógeno. A partir

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)

de este descubrimiento comenzó a perfilarse una de las especialidades de esta agua, las enfermedades del aparato respiratorio en inhalaciones (IGME-JA, 1991).

En 1906 una enorme tormenta arrasó el edificio del Balneario, que hubo necesidad de construir de nuevo, añadiéndole posteriormente un nuevo piso. Posteriormente se realizaron varias reformas (IGME-JA, 1991).

Con motivo de la celebración del centenario de su fundación (1867-1967) el Dr. D. José María Campos Manso médico-director del Balneario escribió un boletín informativo del Balneario, donde detalla su historia, análisis químicos y principalmente las indicaciones o aplicaciones de Fuente Amargosa, entre las que destaca enfermedades de vías respiratorias, vías urinarias y alteraciones de la nutrición (IGME-JA, 1991).

Este manantial ya venía incluido en la relación de Establecimientos Balnearios Oficiales, declarados de utilidad pública en 1870, y posteriormente también es publicado en la Gaceta de Madrid de 26 de Abril de 1928. El Instituto Geológico y Minero, igualmente la publica en su relación de balnearios y puntos de agua minero-medicinal de 1913; 1947 y 1986. Se incluye también en el inventario de puntos geotérmicos del ITGE en 1974, en la provincia de Málaga (IGME-JA, 1991).

En el libro “Elementos de Hidrogeología Médica” de Enrique Doz Gómez y Arturo Builla Alegre de 1887, describe el manantial de Fuente Amargosa. Cita dos manantiales, explotándose sólo el anterior “El agua es clara y transparente, enturbiándose en contacto con el aire”. Su temperatura es de 21°C y escaso caudal. La instalación es mala, usándose en bebida y baño y chorros de escasa presión. La temporada es de 15 de junio a 30 de septiembre (IGME-JA, 1991).

En un informe de la sección de Minas, fechado en Granada (junio, 1967), sobre la visita de policía minera girada al Balneario, entre otros puntos incluye un análisis de gases desprendidos conteniendo 92,95% de N, 6,45% de O y 0,60% de CO₂, y las aguas contiene por litro 18 cm³ de N y 0,6 cm³ de CO₂, estando clasificadas en el grupo especial de nitrogenadas-radioactivas. La temperatura es de 21°C y su caudal es de 1 m³/h. también se refleja que no hay constancia en esa Jefatura, acerca del expediente de declaración de Utilidad Pública, ni constancia de Perímetro de Protección, ni de si lo fueron como minero-medicinal (IGME-JA, 1991).

En el Noticiario Turístico, suplemento nº 245-1968 de Balnearios y aguas Minerales Naturales de España, cita entre otras a Fuente Amargosa de Tolox, donde resume (IGME-JA, 1991):

- Aguas: Nitrogenadas muy radioactivas, oligometálicas, con desprendimiento de gases y emanaciones radioactivas.
- Aforo: 17 l/min y temperatura de 21°C.
- Indicaciones: Asma, bronquitis, catarros, riñón, diuresis, etc.
- Uso: Inhalaciones y bebida.

Actualmente el manantial se halla completamente cubierto por un depósito de obra, desde el que se canaliza el agua hasta el balneario. Junto al a salida de dicho depósito existe un sifón que tiene por objeto provocar la desgasificación del agua. El gas es transportado a unos depósitos donde se almacena para su posterior empleo en inhalaciones (IGME-JA, 1991).



Jiménez-Sánchez, J., De la Hera Portillo, A.; Rubio Campos, J.C. y Hueso-Quesada, L.M., 2011. *Informe de caracterización hidrogeológica y propuesta de protección de manantiales y lugares de interés hidrogeológico (Málaga)*.



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)

3.- FLORA Y FAUNA ASOCIADA

Fuertemente intervenido, el nacimiento del manantial no cuenta con vegetación natural significativa ya que el espacio ha sido utilizado para levantar el balneario. Tras salir del balneario, el agua se incorpora a un cauce donde existen saucedas de sauce atrocinéreo bien desarrolladas. El interés ambiental debe considerarse bajo-medio.

4.- CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO-GEOLÓGICO

Desde el punto de vista geológico el manantial de Fuente Amargosa se encuentra enclavado en la estribación más oriental del gran macizo de rocas ultrabásicas que forma Sierra Bermeja, aquí representado en la Sierra de Tolox, y que en su entorno más próximo está bordeado al Este por el Complejo Maláguide y por la formación tecto-sedimentaria postburdigaliense, mientras que al Norte y Oeste lo ocupa la Unidad de Yunquera del complejo Alpujárride y Unidad de las Nieves del Complejo Dorsaliano (IGME-JA, 1991).

El Macizo ultramáfico de la Sierra de Tolox ocupa una extensión aproximada a los 30 km², aunque hacia el Sur no pierde su continuidad hacia Sierra Bermeja. La composición fundamental corresponde a la variedad de Lertzholitas con diferentes facies ordenadas especialmente. Contiene, un bajo porcentaje de mafitas interpretadas como residuales en el proceso de fusión parcial de las peridotitas. En el entorno de Tolox y más al Sur, se han diferenciado unas rocas compactas ácidas de composición granodiorítica y textura granoblastica, con limitado desarrollo de una esquistosidad poco penetrativa y tonalidades pardas más o menos claras. Aparecen en el seno de la peridotita con contactos al parecer mecanizados. Los autores de la escuela de la Universidad de Granada, incluyen a la roca peridotítica como una unidad dentro del Complejo Alpujárride, y la denominan Unidad de Los Reales (IGME-JA, 1991).

El Balneario aprovecha las aguas minero-medicinales de un manantial que surge en el macizo peridotítico de Sierra Bermeja, el de mayor extensión de los que constituyen las peridotitas de Ronda (IGME-AAA, 2006).

El Manantial proporciona aguas blandas y frías y de elevado pH, localizado junto al río de los Caballos. El manantial, en un material de muy baja permeabilidad, representa la salida del agua circulante a partir de la red de fracturas existentes en el mismo (IGME-AAA, 2006).

Son numerosos los puntos de agua, en general de pequeño caudal que se manifiestan a lo largo del contacto entre la roca peridotítica y en este caso con el paleozoico del Complejo Maláguide que actúa de roca de caja, y entre los que se encuentran la mayor parte de los manantiales de los alrededores de Tolox (Fuente Amargosa y Rio Horcajos) (IGME-JA, 1991).

La roca peridotítica y en general las rocas plutónicas por su textura presentan una escasa permeabilidad, a veces prácticamente nula cuando se presenta como una roca compacta y sin alterar, incapaz entonces de formar un acuífero. Solamente si posteriormente actúan sobre esta, fenómenos de tipo secundario, tales como desarrollo de zonas de alteración (p.e. fluidos hidrotermales, etc.), red de diaclasas, zonas de milonitización y fracturación, pueden generar el desarrollo de "acuíferos" o mas bien zonas de acumulación o vías de circulación de agua (IGME-JA, 1991).

El principal recurso de los afloramientos peridotíticos lo constituye el agua de lluvia que al circular sobre su superficie, puede encontrar zonas mas abiertas (redes de diaclasas, fracturas, discontinuidades, etc.) infiltrándose hacia zonas mas profundas hasta encontrar zonas mas cerradas impidiendo su paso tanto lateral como verticalmente y si las condiciones topográficas son favorables, puede permitir su alumbramiento hacia el exterior. El hecho a veces frecuente de observar la presencia de gas en el manantial, en principio se puede deber a una comunicación a mayor profundidad, posiblemente a través de una fractura o zona de fractura (IGME-JA, 1991).

El manantial de Fuente Amargosa, tiene una captación a través de una galería de 20 metros que termina en un pequeño pozo de 1 metro de profundidad, al pie del cerro denominado Barrancas del Colmenar. El agua es completamente transparente sin color ni olor con desprendimiento de abundantes

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)

burbujas gaseosas y de sabor agradable. Otra característica de esta manifestación es la intensa precipitación de carbonato cálcico, tapando la salida de agua de la conducción al balneario (según el encargado son precisas dos limpiezas en los tres meses de verano que permanece abierto el balneario. El caudal medido el 13-11-1974 fue de 10 l/m (IGME-JA, 1991).

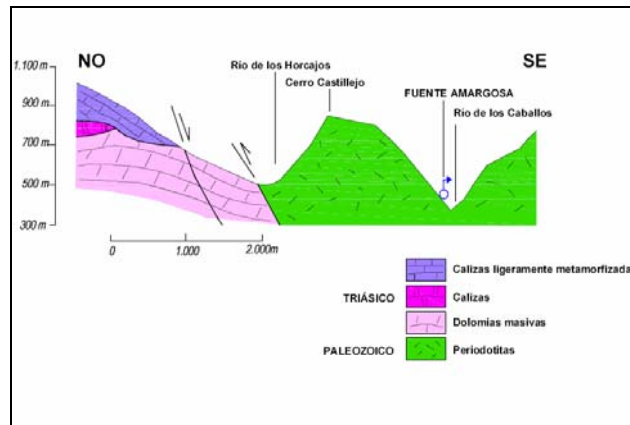


Fig. 3: Corte hidrogeológico de Fuente Amargosa (IGME-AAA, 2006).

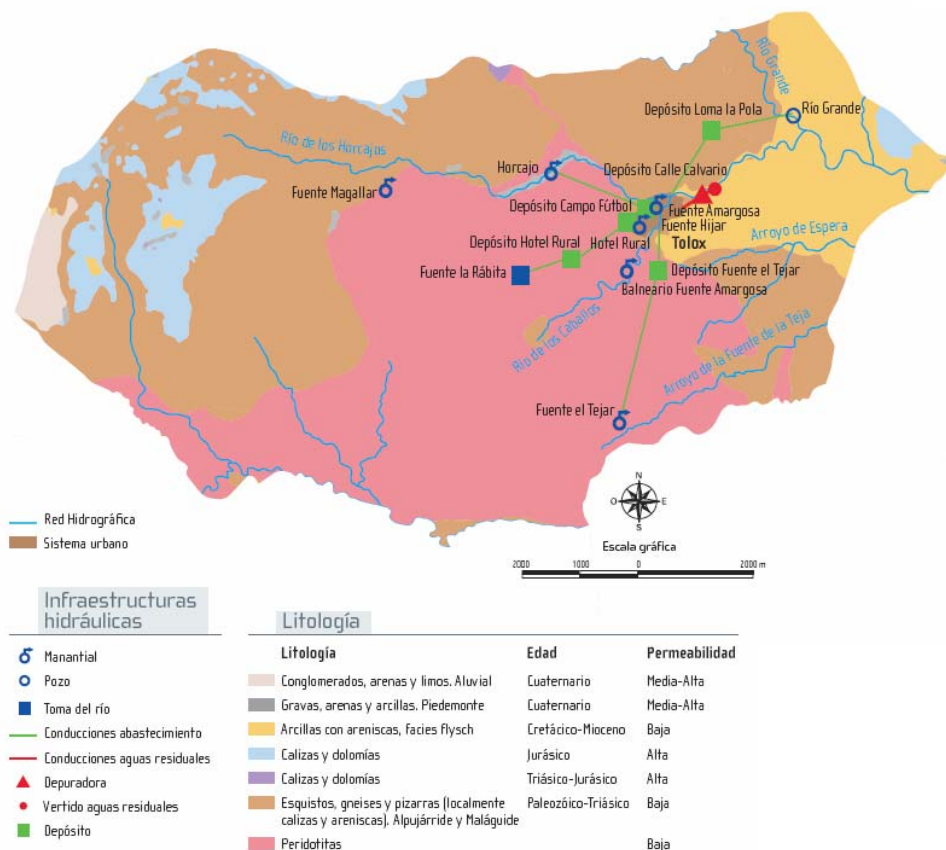


Fig. 4: Cartografía hidrogeológica de la zona (IGME-DM-UMA, 2007, Tomo I)

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)

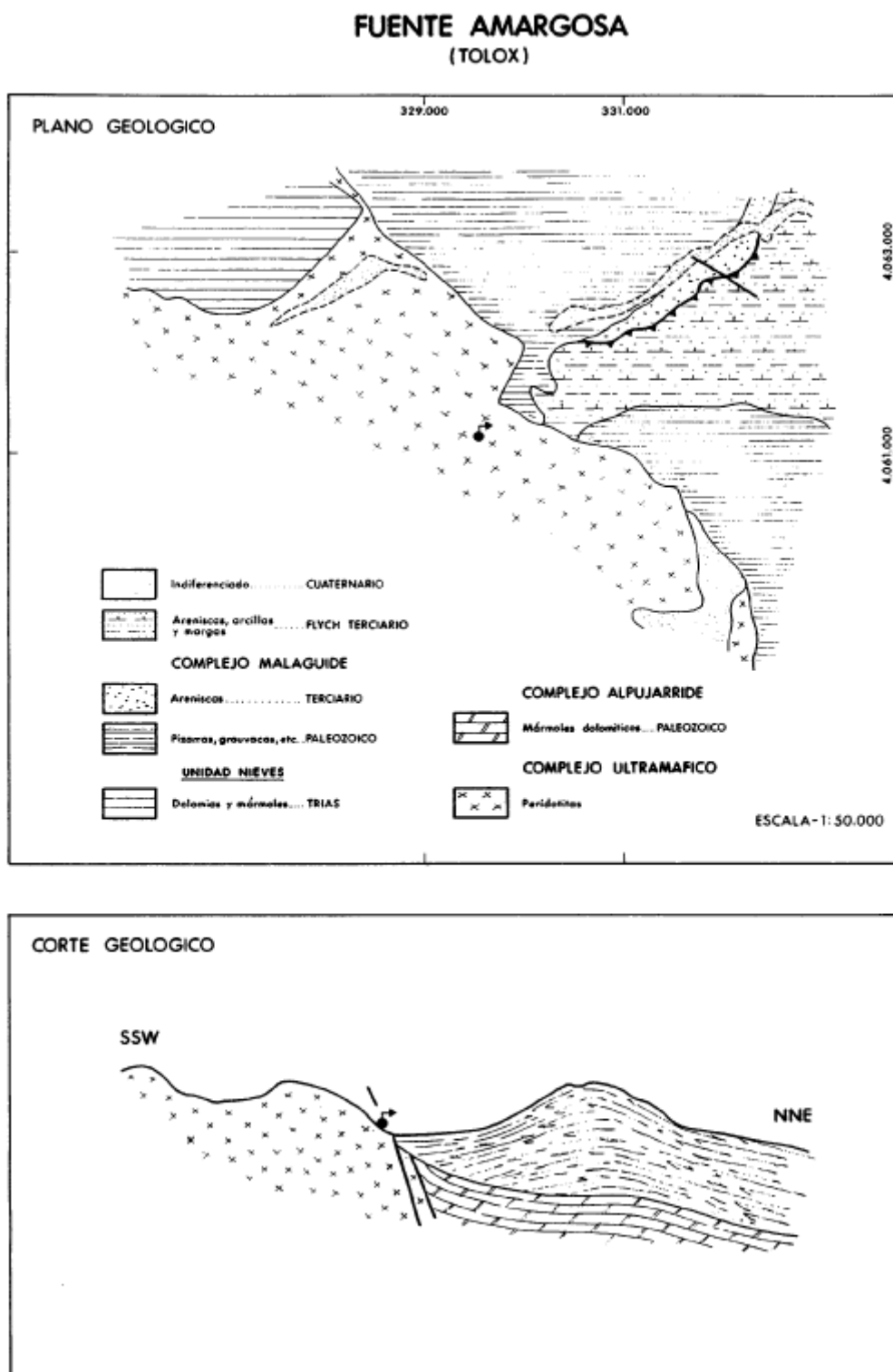
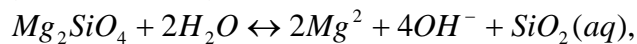


Fig. 5: Plano y corte geológico del manantial de Fuente Amargosa (IGME-JA, 1991)

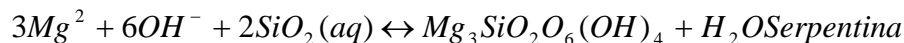
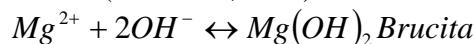
5.- EVOLUCIÓN HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA

El agua es de carácter básico (pH = 9,67), bicarbonatada magnésica y de baja conductividad (352 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Este manantial se encuentra situado aproximadamente 1200 m, al Sur de la Fuente Río Horcajos, hallándose ambos asociados al macizo ultramáfico de la sierra de Tolox. Este paralelismo geológico contrasta con una clara disimilitud hidroquímica, que se hace evidente en el hidrograma de Schoeller-Berkaloff de la figura 9 (IGME-JA, 1991).

La justificación a esta diferente tipología de aguas en un medio aparentemente similar, radica en el tiempo de tránsito del agua. Partiendo del hecho de que, en líneas generales, los minerales que forman las rocas ultramáficas poseen una reactividad apreciable, en el caso de la fuente Río Horcajos, el tiempo de contacto agua-roca es suficiente como para que se den reacciones de hidrólisis del tipo (IGME-JA, 1991):



Que serían las responsables de la elevación del pH. Asimismo, los bajos contenidos de Mg^{2+} y SiO_2 de este manantial, así como el estado de sobresaturación respecto a minerales secundarios como serpentina o brucita son indicativos de que también llegan a darse reacciones de formación de estos últimos (IGME-JA, 1991):



Sin embargo, en el caso del manantial Fuente Amargosa el tiempo de tránsito no es suficiente como para que dichos procesos alcancen tal grado de desarrollo. Su carácter magnésico evidencia que los procesos de alteración de los minerales ferromagnesianos se están produciendo (recuérdese su reactividad antes apuntada), y en consecuencia el pH también se eleva si bien en menor medida que en el caso del Río Horcajos; en este último el CO_2 presente en el agua de recarga se consume en gran medida en la precipitación de carbonatos (ausencia de bicarbonato en la muestra), lo que no ocurre en Fuente Amargosa (bicarbonato = 110 mg/l) (IGME-JA, 1991).

Según se aprecia en la figura 8, el exceso de sílice aportado por los procesos de alteración mineral, se traducen en una situación de sobresaturación respecto a esta especie mineral. Asimismo para las condiciones de pH del agua ésta aparece sobresaturada en carbonatos (calcita y magnesita). Las restantes muestras representadas en los diagramas corresponden en todos los casos a surgencias asociadas, en mayor o menor medida, a rocas ultrabásicas (IGME-JA, 1991).


La figura 8 recoge una serie de diagramas de saturación correspondientes a sendos minerales asociados a rocas ultramáficas, según los cuales el agua se hallaría en equilibrio con forsterita, subsaturada en brucita y sobresaturada en los restantes minerales. En esta figura y a través de los diferentes diagramas, se aprecian con claridad 2 tipologías de aguas asociadas a macizos ultramáficos: a) cloruradas sódicas, de pH muy elevado (>11) y pobres en SiO_2 y Mg^{2+} y b) bicarbonatadas magnésicas, de pH moderadamente básico (8 – 9,5) y ricas en SiO_2 y Mg^{2+} . En principio el primer grupo corresponde a aguas que han propiciado reacciones de formación de minerales secundarios del tipo de las descritas anteriormente (serpentinización, p. ej.), mientras que en el segundo predominarían los procesos de hidrólisis mineral. La muestra en cuestión ocupa una posición de transición entre ambos grupos en la mayor parte de los diagramas (IGME-JA, 1991).

La figura 9 refleja sobre un diagrama de Schoeller los análisis del manantial correspondientes a los años 74, 82, 83 y 90, apreciándose discrepancias evidentes cuyo origen podría hallarse en las

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)

variaciones estacionales propias de las surgencias de circulación somera. No obstante esta hipótesis no puede ser confirmada con datos de caudal, al no hallarse estos disponibles. Por otra parte cabe también la posibilidad de que tales variaciones sean producto de procesos de mezcla con aguas procedentes de los mármoles dolomíticos del Complejo Alpujárride, si bien el bajo nivel de mineralización parece apuntar hacia la primera de las hipótesis expuestas (IGME-JA, 1991).

El muestreo de gases resultó laborioso y poco fiable. Se puede resumir la existencia de una intensa precipitación de carbonato cálcico, y que los gases que desprende son principalmente nitrógeno, aunque el precipitado de carbonato cálcico solo sería debido a un aporte importante de CO₂. (IGME-JA, 1991).

 CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO - C.S.I.C.
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AMBIENTAL
JORGE GIRONA SALGADO, 16-26 08034 BARCELONA
TELÉFONOS 204 06 00 - 205 00 83 TELEFAX: 97977

ANÁLISIS DE GASES

MUESTRA: AMA5-24

	<u>Muestra A</u>	<u>Muestra B</u>
	<u>%V</u>	<u>%V</u>
He	<0,0010	<0,0010
H ₂	<0,0010	0,33
O ₂	21	8,2
N ₂	79	89
CH ₄	<0,0010	2,2
CO ₂	0,03	0,04

H₂S(campo): No se aprecia

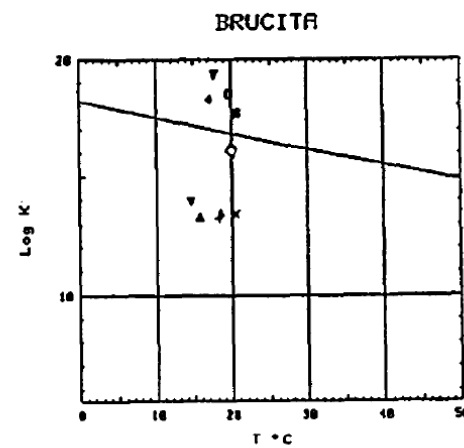
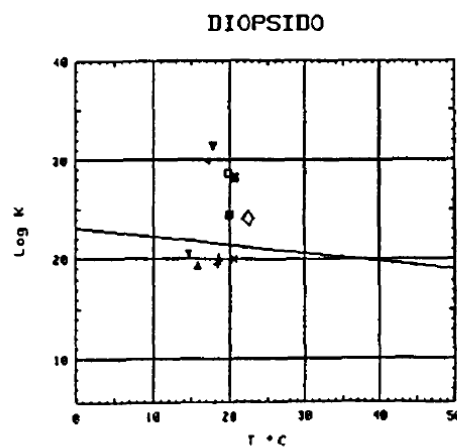
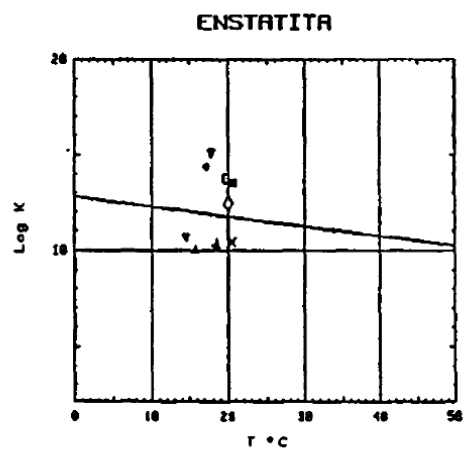
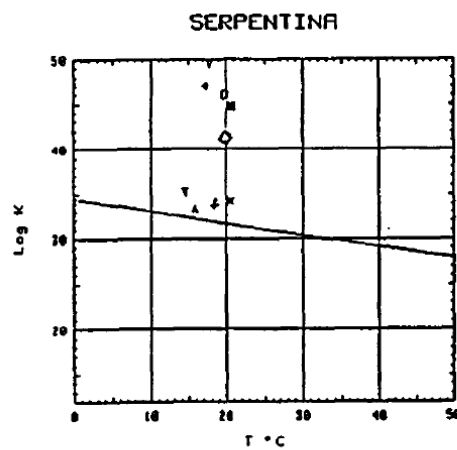
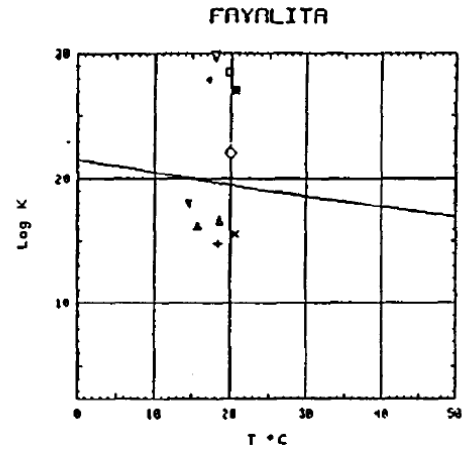
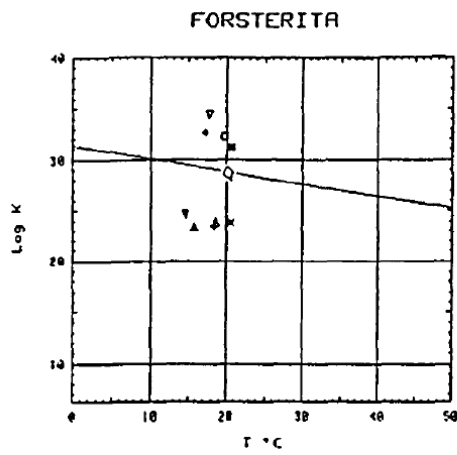
Fig. 6: Análisis de gases (IGME-JA, 1991).

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)

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS													
DETERMINACIONES IN SITU													
FECHA	180490	CO ₃ ⁻ (mg/l)		Fe (mg/l)	102								
T (°C) AGUA	20	CO ₂ H (mg/l)		F (mg/l)									
T (°C) AMBIENTE		NO ₃ ⁻ (mg/l)	25	B (mg/l)									
CONDUCT. (µS/cm)	369	NO ₂ ⁻ (mg/l)		CO ₂ DISUELTO (mg/l)									
pH	9.6	NH ₄ ⁺ (mg/l)		O ₂ DISUELTO (mg/l)									
EH (mv)	207	SiO ₂ (mg/l)	24	ALCALINIDAD (mg/l)	96								
DETERMINACIONES FÍSICO-QUÍMICAS EN LABORATORIO													
LABORATORIO	ITGE	FECHA TOMA	180490	D.Q.O.	106	pH	9.3						
FECHA ANALISIS	290390	R.S.	1216	CONDUCTIVIDAD	352								
Ca ⁺⁺ (mg/l)	4	Cl ⁻ (mg/l)	34	SiO ₂ (mg/l)	22	Pb (mg/l)	0.01						
Mg ⁺⁺ (mg/l)	20	CO ₃ ⁻ (mg/l)	14	Fe (mg/l)	101	As (mg/l)	0.01						
Na ⁺ (mg/l)	29	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	110	Mn (mg/l)	0.01	Se (mg/l)	0.01						
K ⁺ (mg/l)	4	SO ₄ ⁻ (mg/l)	3	Cu (mg/l)	0.01	Hg (mg/l)	0.01						
NH ₄ ⁺ (mg/l)	10.3	NO ₃ ⁻ (mg/l)	10	Zn (mg/l)	10.01	F (mg/l)	10.01						
P ₂ O ₅	10.4	NO ₂ ⁻ (mg/l)	10.010	Cr (mg/l)	10.010	CN ⁻ (mg/l)	0.01						
Li	10.0	PO ₄ ⁻ (mg/l)		Cd (mg/l)	0.01	S ⁻ (mg/l)							
				Al	0.0								
DETERMINACIONES DE GASES													
LABORATORIO	ESIC BARCELONA	CO ₂ (%V)	0.031	N ₂ (%V)	79.11								
FECHA TOMA	11012910	H ₂ (%V)	1.11	H ₂ S (%V)	4.00010								
FECHA ANALISIS		CH ₄ (%V)	2.00110	He (%V)	2.000110								
		O ₂ (%V)	21.11	OTROS									
R.S (campo) no referencia													
DETERMINACIONES ISOTÓPICAS													
LABORATORIO	ICIN SACAVEM	DEUTERIO	14107	OTROS									
FECHA TOMA	1804910	TRITIO	132										
FECHA ANALISIS		OXIGENO-18	11629										
MEDIDAS DE NIVEL Y CAUDAL													
FECHA	SURCEN CIA	NIVEL (m)	CAUDAL (l/s)	WET. MARE. (m)	U	T	FECHA	SURCEN CIA	NIVEL (m)	CAUDAL (l/s)	WET. MARE. (m)	U	T
			0.21										

Fig. 7: Análisis químico (IGME-JA, 1991).

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)



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)

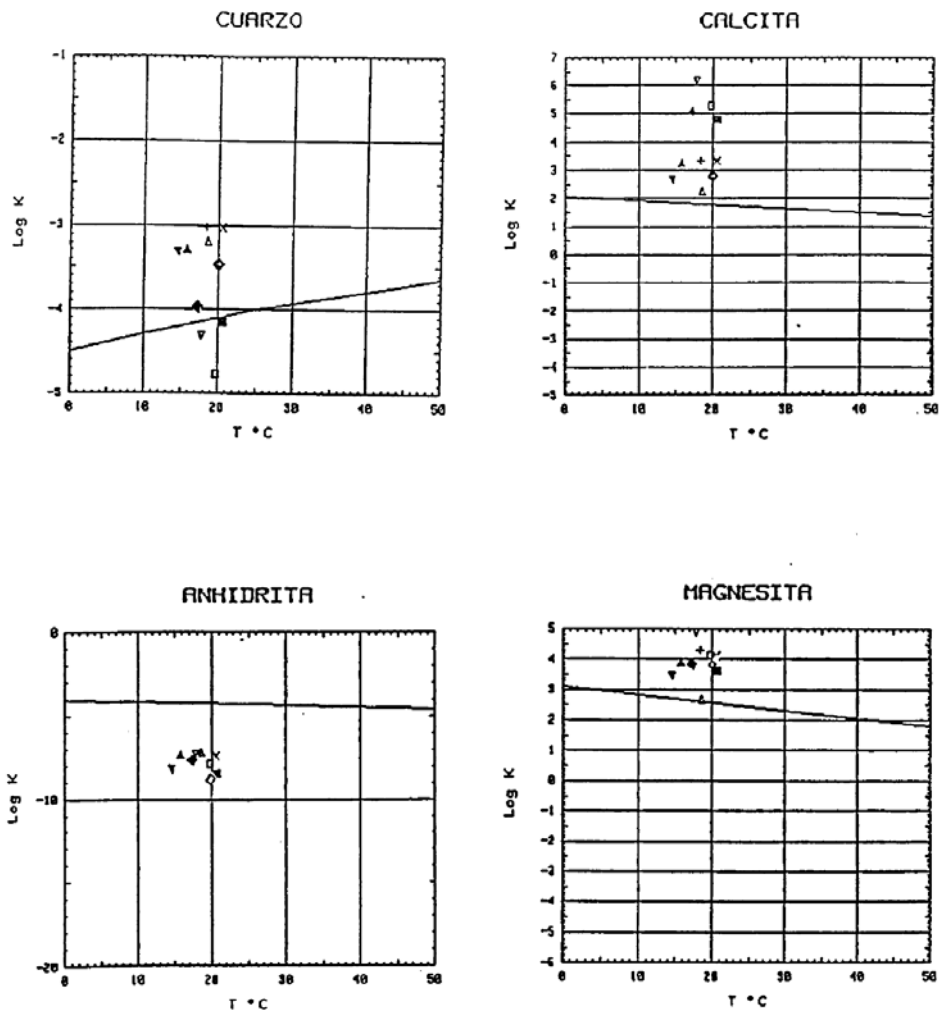


Fig. 8: Diagramas de saturación Fuente Amargosa (IGME-JA, 1991).

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)

Diagrama logarítmico de **SCHOELLER-BERKALOFF**

Fecha:

FIG. 4.- FUENTE AMARGOSA (TOLOX)

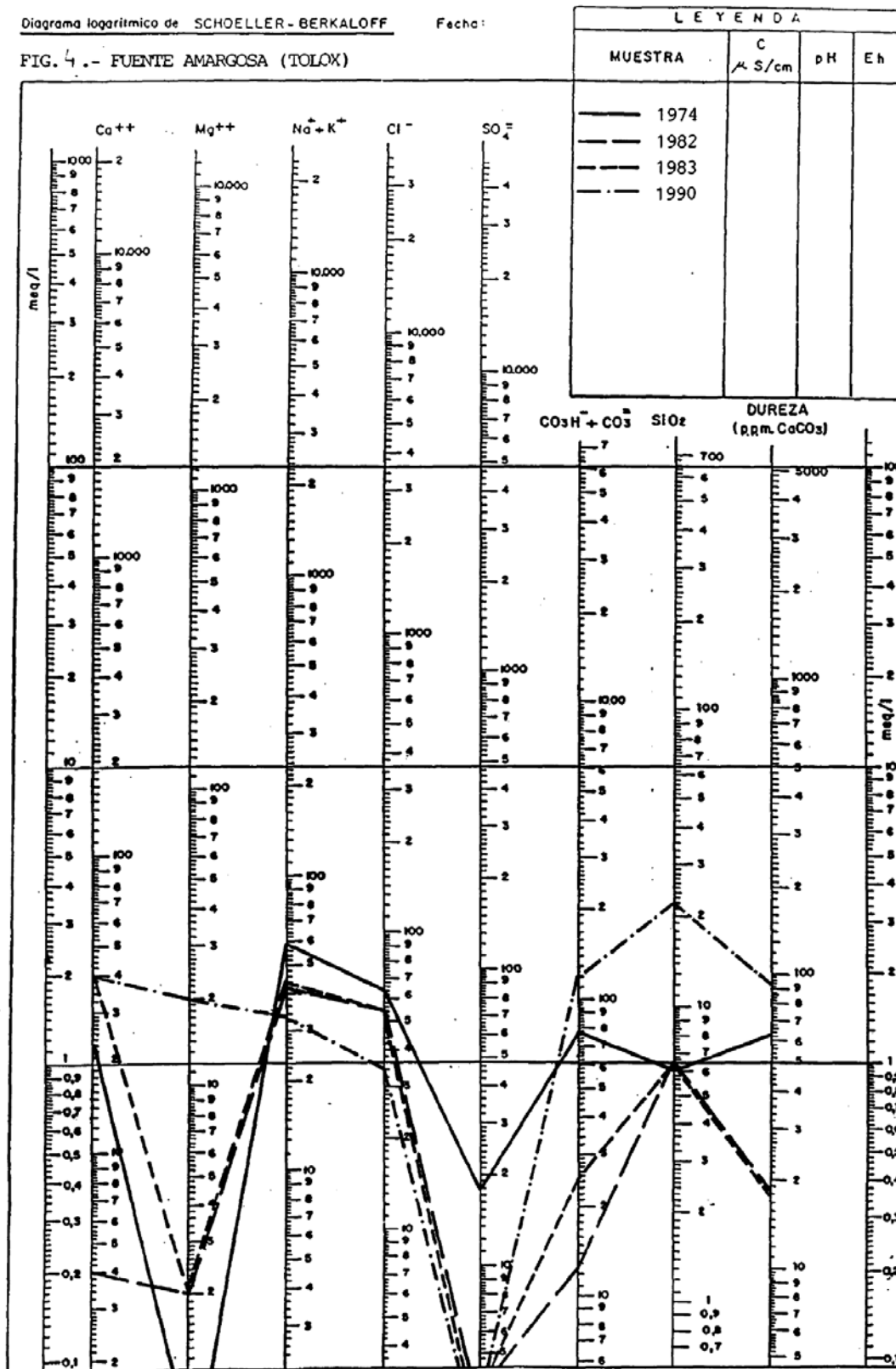


Fig. 9: Gráficos de Schoeller-Berkaloff (IGME-JA, 1991)



Jiménez-Sánchez, J., De la Hera Portillo, A.; Rubio Campos, J.C. y Hueso-Quesada, L.M., 2011. *Informe de caracterización hidrogeológica y propuesta de protección de manantiales y lugares de interés hidrogeológico (Málaga)*.



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)

6.- VALORACIÓN DE INTERÉS

La valoración global del interés es alta en base al interés hidrogeológico, económico, histórico y recreativo.

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)

7.- PROTECCIÓN PROPUESTA

7.1.- Presiones

En lo relativo a las presiones, estas son bajas respecto a la fragilidad-vulnerabilidad frente a la contaminación, debido a la escasa permeabilidad de los materiales en los que se emplaza. Se encuentra en buen estado de conservación.

7.2.- Figuras de protección, normativa y perímetros previos

Se encuentra muy cercano, escasamente a 1 km, de:

- Parque Natural: ES10 Sierra de las Nieves (1989).
- LIC y ZEPA: ES6170006 Sierra de las Nieves.

Se encuentra localizado dentro de las siguientes figuras de protección

- Reserva de la Biosfera: Sierra de las Nieves y su entorno (1995).
- Reserva de la Biosfera: Intercontinental del Mediterráneo (2006).
- Propuesta de perímetro de protección de balneario (IGME-JA, 1991): Se propone un área de protección para el manantial de Fuente Amargosa que vendría condicionada a la zona de contacto de la roca ultrabásica con la serie paleozoica malaguide y a la distribución de los cursos de agua superficial que discurren en la peridotita, que incidirán de una manera prioritaria en la alimentación del manantial y según se muestra en la figura se ha pretendido envolver parte del afloramiento peridotítico y la zona de contacto con los materiales maláguides más próximos al manantial.
- Se encuentra en el catálogo de Georrecursos de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

PROPUESTA DE AREA DE PROTECCION FUENTE AMARGOSA

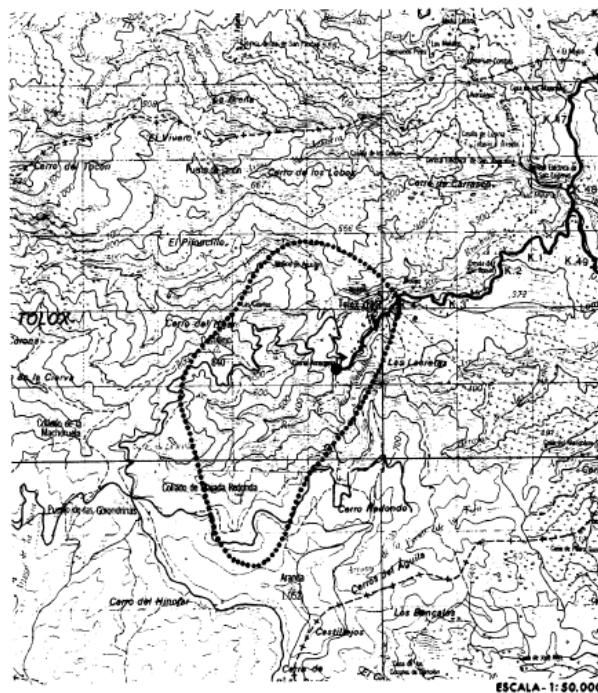


Fig. 10: Propuesta de área de protección de Fuente Amargosa (IGME-JA, 1991)



Jiménez-Sánchez, J., De la Hera Portillo, A.; Rubio Campos, J.C. y Hueso-Quesada, L.M., 2011. *Informe de caracterización hidrogeológica y propuesta de protección de manantiales y lugares de interés hidrogeológico (Málaga)*.



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)

7.3.- Zonación propuesta

Se propone la delimitación de la poligonal para la protección de las peridotitas basales terciarias de la unidad de los Reales o de Tolox de las que manan las aguas del Balneario de Fuente Amargosa.

Tipo de protección: ZONA TIPO A: No autorizadas captaciones adicionales ni actividades potencialmente contaminantes.

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

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)

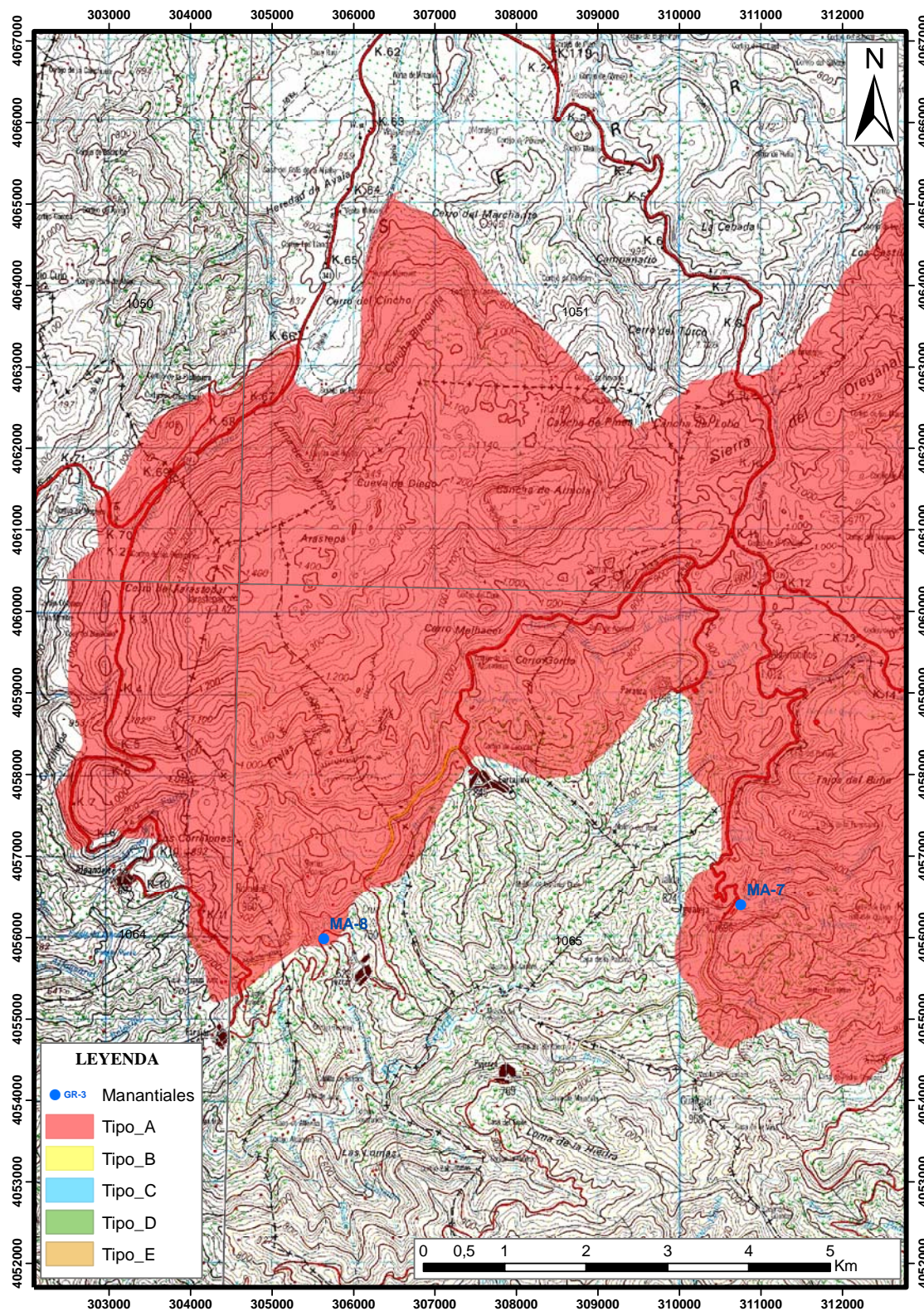


Figura 11: Zonación propuesta para la protección de las peridotitas basales terciarias de la unidad de los Reales o de Tolox de las que manan las aguas del Balneario de Fuente Amargosa (MA13). Escala original 1:50.000. Zona occidental. 1 de 3.

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)

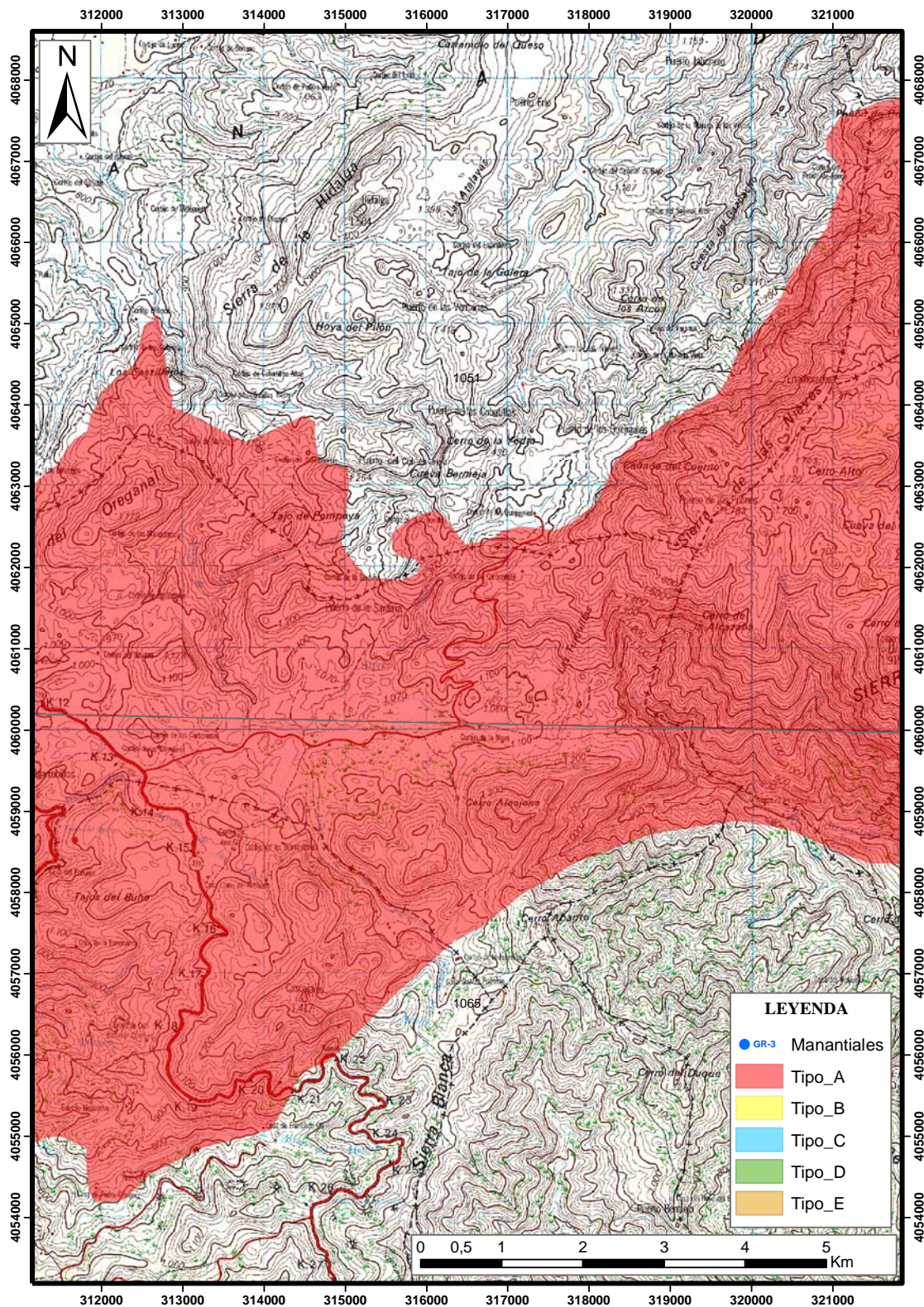


Figura 12: Zonación propuesta para la protección de las peridotitas basales terciarias de la unidad de los Reales o de Tolox de las que manan las aguas del Balneario de Fuente Amargosa (MA13). Escala original 1:50.000. Zona central. 2 de 3.

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)

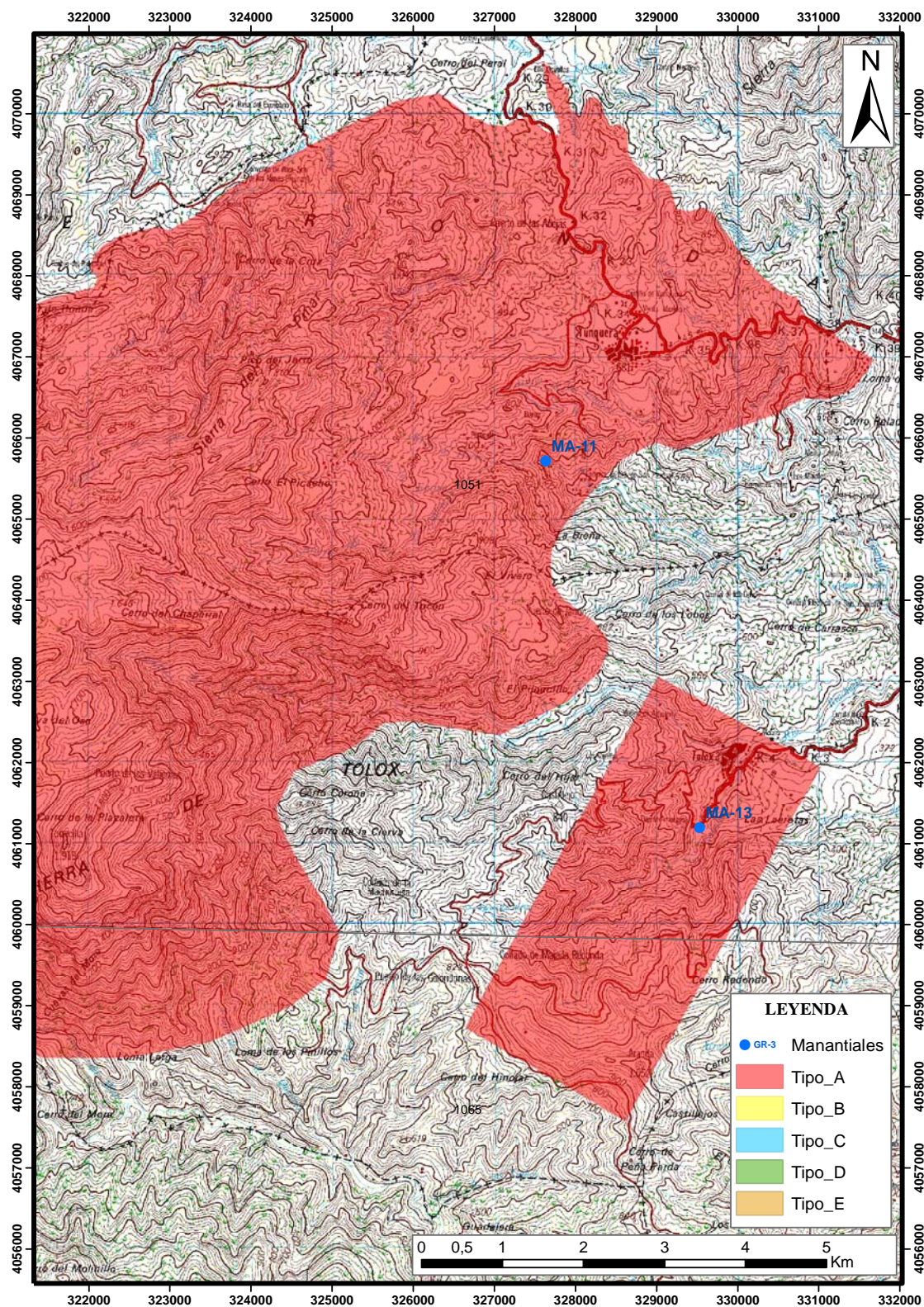


Figura 13: Zonación propuesta para la protección de las peridotitas basales terciarias de la unidad de los Reales o de Tolox de las que manan las aguas del Balneario de Fuente Amargosa (MA13). Escala original 1:50.000. Zona oriental. 3 de 3.

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)

8.- APROVECHAMIENTO POSIBLE

La accesibilidad es buena, dispone de un aparcamiento junto al balneario y es posible el alojamiento en el hotel balneario y en el pueblo de Tolox (IGME-AAA, 2006).

El Balneario de Fuente Amargosa se localiza en una zona de clima de montaña, temperatura mínima invernal de 13 °C a 360 m s.n.m. En este emplazamiento se dan cita las condiciones topográficas y climatológicas con la presencia de aguas mineromedicinales (IGME-JA, 1991).

Las aguas de este balneario pueden definirse como aguas nitrogenadas, radiactivas, oligometálicas y cálcicas. Descubiertas en 1867, fueron declaradas de utilidad pública en 1871. Lo fundamental en este balneario son los gases, no el agua. Por este motivo, entre sus instalaciones dispone de sales de aerosoles e inhaladores individuales de varias clases. La duración normal de la cura de aguas es de 15 días. Se efectúa en inhalaciones y bebidas, siendo por tanto su utilización muy cómoda (IGME-JA, 1991).

Presenta una temperatura constante de 21° C, con un caudal de 14.500 litros diarios de agua y 95 m³ de gases con emanaciones radiactivas (IGME-JA, 1991).

Este balneario es conocido por sus propiedades fisio-terapéuticas. Dentro de ellas, cabe distinguir dos grupos, según se administre el agua o los gases; pero ambas son complementarias por reforzarse o sumarse en un esfuerzo terapéutica común (IGME-JA, 1991).

En el agua de bebida y en las pulverizaciones el calcio de que son portadoras esta agua, es un catión de extraordinaria importancia biológica, tanto manteniendo la constante iónica intra y extracelular, como regulando, junto con el catión potasio, los procesos de permeabilidad biológica e inhibición coloidal, la contractilidad muscular y el tono neurovegetativo. Se deducen de aquí los beneficios obtenidos mediante la utilización de esta agua para el tratamiento de procesos alérgicos ya anafilácticos, asma y bronquitis asmática (IGME-JA, 1991).

Sobre el aparato respiratorio, el calcio produce una acción deprimente del centro respiratorio, rebaja los músculos bronquiales, reduce la tumefacción, y secreción de la mucosa, de ahí su éxito en el tratamiento de procesos inflamatorios de la vía respiratoria (IGME-JA, 1991).

Respecto a la influencia que tiene las alteraciones del sistema neurovegetativo en los procesos alérgicos y en el asma, está demostrado que las dosis moderadas de catión calcio, son simpático-miméticas, reforzadoras ligeramente del efecto adrenalínico (IGME-JA, 1991).

Por otro lado, el agua de bebida actúa de un modo muy importante sobre el riñón y vías urinarias. Sus efectos son notorios, mejorando la circulación y excreción renal (IGME-JA, 1991).

Sobre el aparato digestivo tiene beneficios no menos interesantes. Por su alcalinidad, ázoe disuelto, valor radiactivo, acción catalizadora, hipotonía y demás propiedades inherentes a su escasa mineralización, y el dinamismo total de la completa ionización de los elementos disueltos, y consiguiente energía cinética, es eupéptica, digestiva sedante, y modificadora de la irritabilidad, secreciones y tono muscular de estómago e intestinos (IGME-JA, 1991).

La inhalación de Nitrógeno libre produce una disminución del número de respiraciones, descenso de la tensión arterial en los hipertensos, y sedación de numerosos estados irritativos que acompañan a los diversos procesos del aparato respiratorio. Este gas tiene acción calmante, tanto sobre las



Jiménez-Sánchez, J., De la Hera Portillo, A.; Rubio Campos, J.C. y Hueso-Quesada, L.M., 2011. *Informe de caracterización hidrogeológica y propuesta de protección de manantiales y lugares de interés hidrogeológico (Málaga)*.



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)

terminaciones nerviosas como sobre los núcleos de origen de los vagos, aumentando la tendencia al sueño (IGME-JA, 1991).

El ázoe de esta agua se encuentra en estado atómico, no molecular, y con toda probabilidad, acompañado de gases raros, helio y argón, dotados de gran actividad (IGME-JA, 1991).

En resumen, las inhalaciones de estos gases, producen efectos calmantes y analgésicos, y causa una acción anticongestiva sobre los procesos del aparato respiratorio (IGME-JA, 1991).

Su uso se recomienda a personas con enfermedades en las fosas nasales, enfermedades de la faringe, enfermedades de la laringe y tráquea, enfermedades de los bronquios u pulmones, tuberculosis pulmonar, laringitis, y hemoptisis tuberculosa; enfermedades del riñón y vías urinarias (IGME-JA, 1991).

Según la información obtenida de (IGME-AAA, 2006): No necesita medidas de seguridad o protección. No obstante, sí precisa señalización interpretativa. La habilitación sería muy restringida, dado que se trata de un balneario en explotación. No obstante, en la explanada inmediata al balneario se podría instalar información hidrogeológica sobre el lugar (IGME-AAA, 2006).



Jiménez-Sánchez, J., De la Hera Portillo, A.; Rubio Campos, J.C. y Hueso-Quesada, L.M., 2011. *Informe de caracterización hidrogeológica y propuesta de protección de manantiales y lugares de interés hidrogeológico (Málaga)*.



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)

9.- PROPUESTA DE INDICADORES

No se proponen controles adicionales a los realizados por el propio balneario.



Jiménez-Sánchez, J., De la Hera Portillo, A.; Rubio Campos, J.C. y Hueso-Quesada, L.M., 2011. *Informe de caracterización hidrogeológica y propuesta de protección de manantiales y lugares de interés hidrogeológico (Málaga)*.



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)

10.- BIBLIOGRAFÍA

AAA (2010). Proyecto del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas.

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>

Andreo, B. (1997): Hidrogeología de acuíferos carbonatados en las Sierras Blanca y Mijas (Cordillera Bética, Sur de España). Málaga.

Catalán Monzón F. M. (2005). Manantiales de Málaga, sus aguas, las ciencias y sus cosas.

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

IGME-DM-UMA (2007). Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga.

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).

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