



Fornes-Azcoiti, J.M.; Jiménez-Sánchez, J.; Martín-Montañés, C.; Rubio-Campos, J.C.; Martos-Rosillo, S. y Hueso-Quesada, L.M., 2011. *Informe de caracterización hidrogeológica y propuesta de protección de manantiales y lugares de interés hidrogeológico (Cádiz)*.



**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)**

## **CA-7 MANANTIAL ARROYOMOLINOS**



### CA-7 Manantial Arroyomolinos

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 Arroyomolinos se encuentra en el término municipal de El Gastor, en la carretera que une Grazalema con Zahara de la Sierra, salida A.R.A. Arroyomolinos, unos 2 km al sur de la población de Arroyomolinos. El acceso al manantial no tiene dificultades y no presenta restricciones al público. Sus coordenadas UTM son las siguientes:

XUTM: 288400

YUTM: 4076657

Z: 430 m s.n.m.

Corresponde al N° hoja 1050 “Ubrique” (1:50.000), N° hoja 1050-I (1:25.000) y N° hoja 1050-21 (1:10.000). Con n° de registro nacional del IGME 144420009 y referencia CA7 en el Plan de conservación. Está ubicado en la masa de agua subterránea 062.004 Sierra de Grazalema-Prado del Rey, de naturaleza carbonatada, y responde al drenaje de base de la Sierra del Pinar. Las abundantes aguas dan lugar a un arroyo, en un enclave de montaña muy atractivo, razón por la cual existe un área recreativa muy frecuentada. Su aprovechamiento es alto, principalmente para regadío y para abastecimiento urbano a Zahara y El Gastor. Es de titularidad pública.



Cartel explicativo del ARA Arroyomolinos y río Carlos Rubio Campos)

**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:**

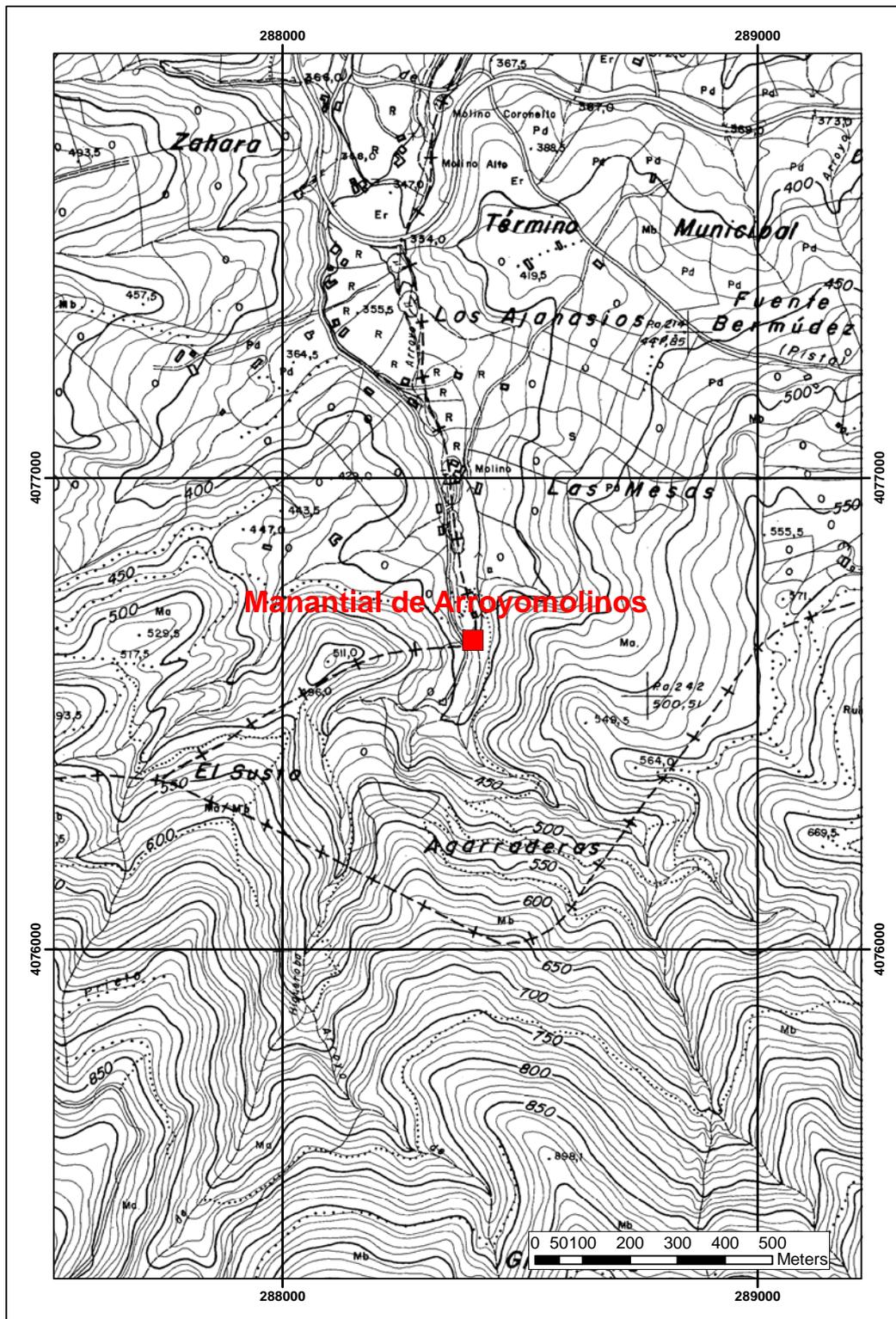


Figura 1.- Plano de situación topográfico. Escala original 1:10000

**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)**

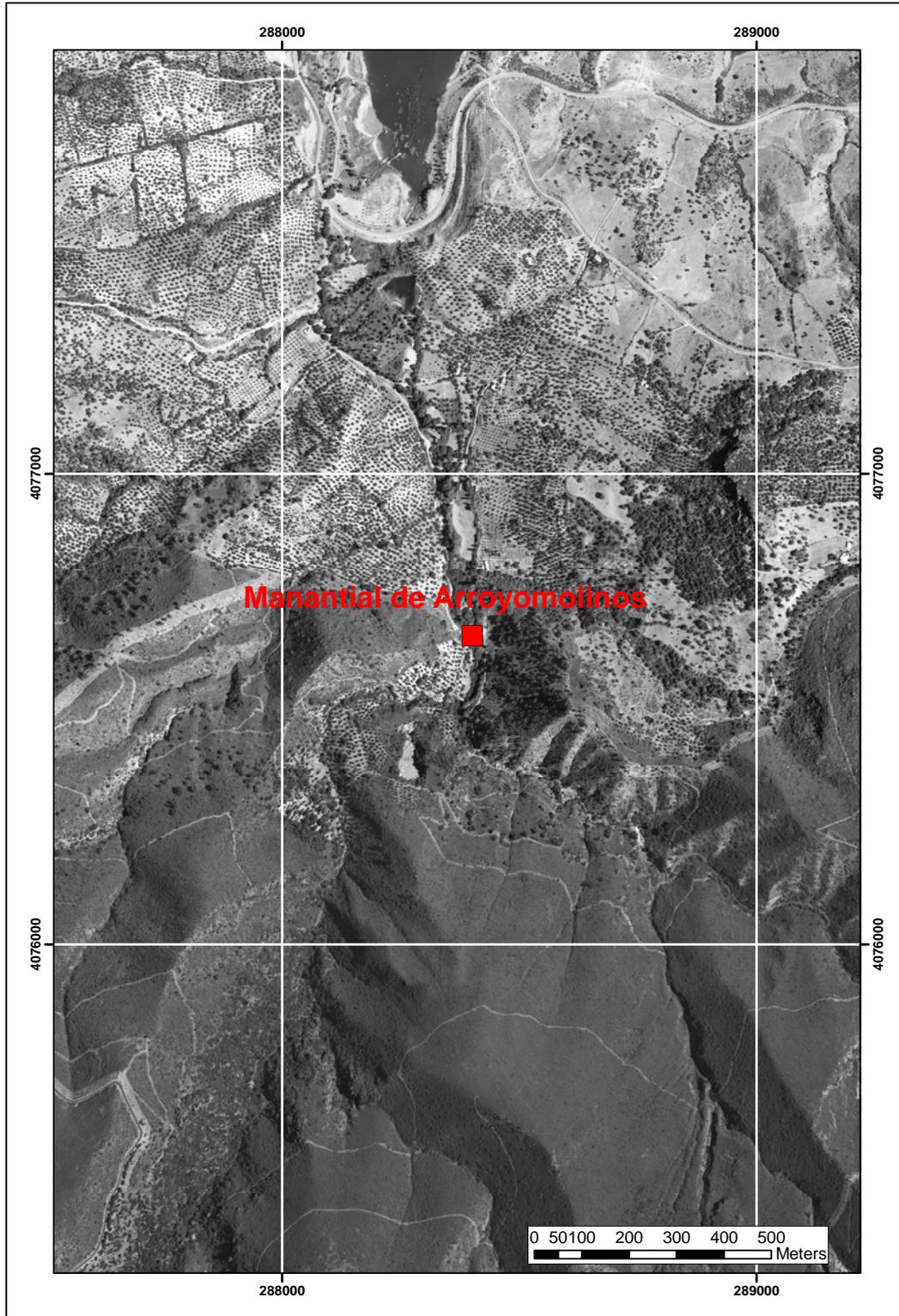


Figura 2.- Plano de situación ortofoto. Escala original 1:10000

**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**

La Sierra de Grazalema fue tierra de frontera entre el reino musulmán de Granada y Castilla, entre los siglos XIII y XIV, y, por tanto, lugar de frecuentes contiendas. Surge así un hábitat humano muy concentrado, donde los pueblos se encaraman sobre las cumbres y laderas quedando plenamente integradas en el paisaje. Este marco cultural único, propio de muchas civilizaciones del cinturón de montañas que rodean el Mediterráneo, persiste en nuestros días a pesar del transcurso de los siglos.

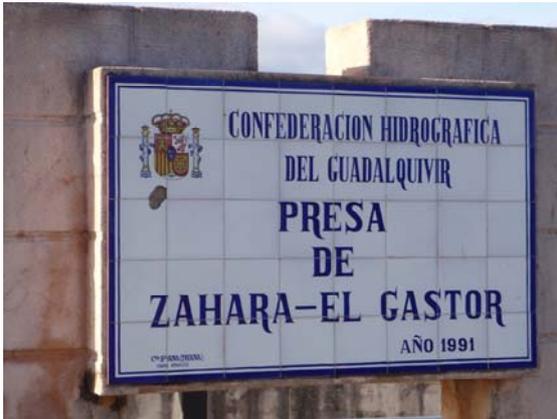
(<http://www.turismoderonda.es/naturaleza/esp/grazalema.htm>)

La estructura socioeconómica y productiva de la mayor parte de los municipios, especialmente en los pequeños, tiene un fuerte arraigo en el sector primario, combinado con el desarrollo industrial de los que cuentan con tradición al respecto, caso de Ubrique y Prado del Rey (marroquinería) y Benaoján (industria cárnica). En algunos municipios se observa el peso cada más importante de nuevas actividades, como el turismo –especialmente en El Bosque y Grazalema-, y un importante proceso de terciarización productiva en el caso de Ronda, basado en su equipamiento turístico, comercial y de servicios (AAA-IGME, 2009).

Por sus características naturales, este espacio es una zona de gran tradición e importancia ganadera, manteniéndose esta actividad como uno de los pilares básicos de la economía para muchos de los municipios. Tal es la importancia de esta tradición ganadera que incluso existe una raza autóctona de ovejas, la merina de Grazalema, y otra de cabra, la payoya, cuya leche se dedica a la elaboración de quesos de gran aceptación. Actualmente, el ganado caprino –con casi la mitad de la cabaña ganadera- es el más abundante, seguido del ovino, mientras que el bovino sólo representa el 10% restante. La cría de cerdo ibérico, que aprovecha los encinares, quejigales y alcornoques transformados en dehesas, permite la producción de chacinas de calidad. La reciente instalación de fábricas de queso en El Bosque, Grazalema y Villaluenga del Rosario ha supuesto nuevas vías de transformación y comercialización de productos ganaderos. La agricultura –aunque mucho más limitada por la configuración y fisiografía del territorio- es otra de las actividades económicas tradicionales, en la que el olivar figura como el principal cultivo (AAA-IGME, 2009).

La artesanía, la elaboración de productos agroganaderos de gran calidad y el turismo de naturaleza son los sectores que más se han desarrollado en los últimos años. El uso recreativo que posibilita el Parque ha sido un importante impulso a este tipo de turismo: el senderismo, la escalada, la observación de aves y la espeleología son algunas de las actividades en la naturaleza que más atraen al visitante (AAA-IGME, 2009)

**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)**



Embalse de Zahara-El Gastor (Juan Carlos Rubio Campos)

**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)**



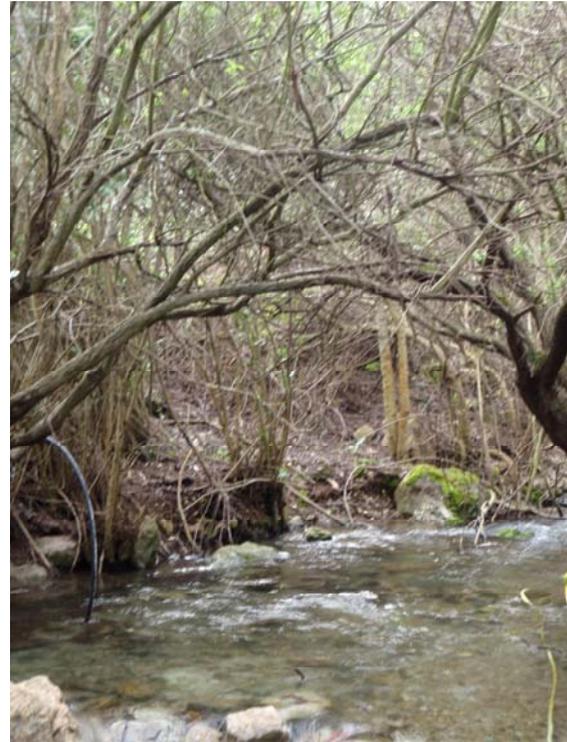
Fuente en las proximidades del área recreativa de Arroyomolinos (Juan Carlos Rubio Campos)

**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

El hábitat acuático que bordea el nacimiento del manantial de Arroyomolinos está alterado por el hombre. Quedan restos de saucedas de sauce atrocinéreo y zarzales de zarzamora. Hay elementos vegetales como la higuera que muestra cómo el hombre ha desplazado las especies que originalmente crecían en el borde de este manantial. La fauna la componen algunas aves que gustan de zonas enmarañadas e intrincadas para anidar como la curruca cabecinegra o el ruiseñor común.

Su interés ambiental debe considerarse medio.



Arroyo aguas abajo del nacimiento (Juan Carlos Rubio Campos)



Área recreativa de Arroyomolinos (Juan Carlos Rubio Campos)

**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)**

#### 4.- CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO-GEOLÓGICO

La Sierra de Grazalema presenta una gran complejidad geológico-estructural. El manantial de Arroyomolinos se ubica en el acuífero de Pinar-Monte Prieto, que se extiende sobre una superficie de unos 37 km<sup>2</sup> en la Sierra del Pinar y su prolongación nororiental por la zona montañosa de Monte Prieto. Está formado por materiales carbonatados, permeables principalmente por fracturación, del Subbético Medio. En su estructura destaca el anticlinorio de la Sierra del Pinar y las numerosas fallas inversas de su flanco sur, así como la existencia de fallas de gran salto vertical, que originan una cierta compartimentación del acuífero. Los materiales que integran este acuífero son dolomías brechoides y calizas del Jurásico inferior, de alta permeabilidad por fracturación, de unos 700 metros de espesor. La presencia de niveles continuos de sílex en esas calizas del Jurásico inferior, especialmente hacia la zona de Monte Prieto, reduce el espesor de materiales de alta permeabilidad. Las calizas margosas, margocalizas y margas del Jurásico medio, con un espesor de unos 100 metros y superpuestas al conjunto anterior, forman parte igualmente del acuífero y presentan una permeabilidad media. Los límites impermeables del acuífero son las arcillas del Triásico al norte y noroeste; al sur, sus límites quedan definidos por los flyschs del Corredor del Boyar (IGME-AAA, 2010). Ambas formaciones acuíferas están separadas por un potente acuitardo.

Se dispone de pocos datos de parámetros hidrogeológicos, al ser muy escasa la presencia de sondeos. En la calibración del modelo matemático de flujo de la Sierra de Grazalema realizado por el IGME, se ajustaron transmisividades que van desde los  $1 \times 10^{-3}$  a  $6 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, y una porosidad eficaz del 1%, si bien el ajuste de las curvas de agotamiento de los manantiales indicaba que esta variable presentaba una media de 0,3% (...); el sondeo de abastecimiento a Grazalema en las calizas del Corredor de Boyar, presenta una transmisividad de  $6 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s (IGME-Diputación de Cádiz, 2005).

La recarga natural del acuífero de Pinar-Monte Prieto, en el que se encuentra el manantial de Arroyomolinos, se produce por infiltración directa del agua de lluvia. Los manantiales se localizan, sobre todo, en los bordes, aunque también los hay en la zona central del acuífero, debido tanto a su comportamiento estructural como al contacto entre conjuntos de diferente permeabilidad. Su manantial más importante es el de Arroyomolinos, que surge en el propio cauce del arroyo, con un caudal medio de 150 l/s (IGME-AAA, 2010).

Los recursos hídricos subterráneos del Parque Natural de Sierra de Grazalema proceden de la infiltración del agua de lluvia que cae sobre los afloramientos permeables, de las pérdidas de cauces fluviales y de transferencias de agua desde otros acuíferos. Las salidas se producen a través de tres vías: manantiales y aportaciones a los ríos cuando estos atraviesan formaciones acuíferas, por aportaciones a otros acuíferos y mediante la extracción de recursos por bombeo. Las primeras son las de mayor importancia. Las salidas por bombeos se destinan a abastecimiento de la población; no se conocen sondeos en explotación para uso agrícola.

El balance hídrico resultante para el año medio del periodo 1967-1996 en la Sierra de Grazalema, es el siguiente (DGOHCA, 1998):

<b>ENTRADAS</b>		<b>SALIDAS</b>		
(Infiltración de agua de lluvia):		(Naturales)	(Bombeos)	(Transferencias laterales)
Zafalgar-Labradillo:	12,7	12,7	-	-
Pinar-Monte Prieto-El Bosque:	18,7	18,5	0,2	-
Silla:	1,7	1,7	-	-
Endrinal-Hondón-Ubrique:	30,0	12,4	1,0	16,6
<b>TOTAL:</b>	<b>63,1</b>	<b>45,3</b>	<b>1,2</b>	<b>16,6</b>

**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)**

Un problema que no debe pasar desapercibido, es la elevada vulnerabilidad de estas formaciones acuíferas debido a su alta permeabilidad y a su bajo poder autodepurador (IGME-Diputación de Cádiz, 2005).

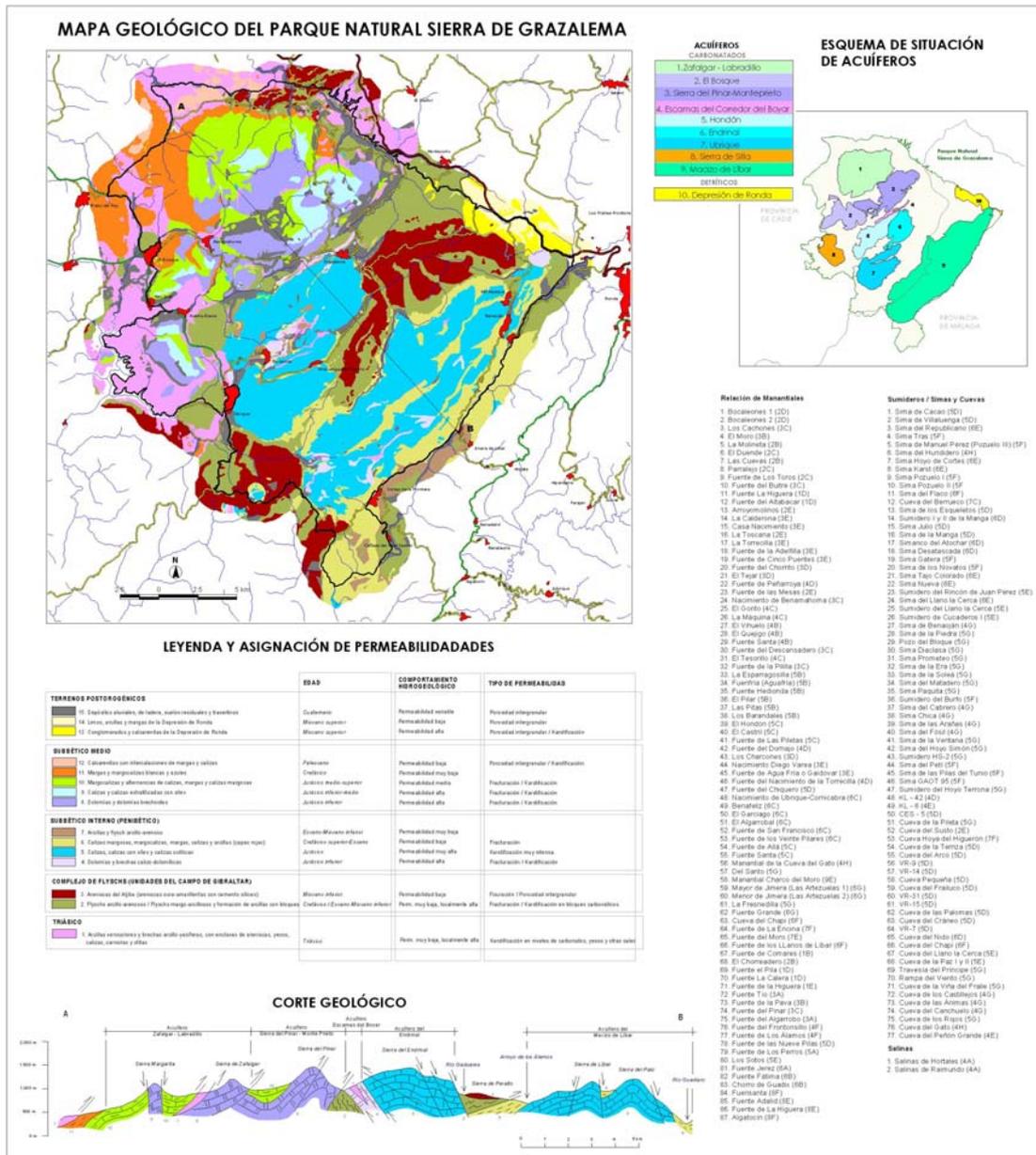


Figura 3: Mapa geológico, acuíferos, relación de manantiales y corte geológico del parque natural de Sierra de Grazalema (IGME-AAA, 2010)

**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)**



Afloramiento de carbonatos próximo al manantial (Juan Carlos Rubio Campos)

**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)**

## 5.- EVOLUCIÓN HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA

Existen una serie de datos de caudales (en l/s) del manantial de Arroyomolinos a lo largo del periodo XII.1995 – III.1997 (DGOHCA, 1998):

11-17.XII.1995:	17,5
22-28.I.1996:	1.120,0
19-25.II.1996:	495,8
18-24.III.1996:	220,9
15-18.IV.1996:	125,4
6-12.V.1996:	254,0
3-9.VI.1996:	177,1
1-7.VII.1996:	95,2
15-21.VII.1996:	96,8
16-22.IX.1996:	96,1
28-31.X.1996:	78,4
18-24.XI.1996:	129,8
3-9.II.1997:	724,6
16-20.III.1997:	311,6

La DGOHCA (1998), estima para el manantial de Arroyomolinos un caudal máximo superior a 500 l/s, y un caudal medio de 150 l/s. Estas cifras suponen una descarga anual aproximada de 4,7 a 4,9 hm<sup>3</sup> (en el año 1995-1996 la descarga fue de 5,4 hm<sup>3</sup> frente a los 17,3 hm<sup>3</sup> del acuífero de Pinar-Monte Prieto, y en un año medio se estima que es del orden de 3,7 hm<sup>3</sup>).

El volumen dinámico de un acuífero se define como la cantidad de agua almacenada, en un momento dado, en su zona saturada localizada por encima de la superficie crítica de drenaje, y que resulta susceptible de ser renovada por los mecanismos ordinarios ligados al ciclo hidrológico. Este volumen de agua se obtiene por integración de la ecuación de la curva de agotamiento. Así, el volumen dinámico del acuífero de la Sierra de Grazalema en el manantial de Arroyomolinos era de 6,148 hm<sup>3</sup> al inicio del estío de 1996 y de 4,672 hm<sup>3</sup> al final del mismo (DGOHCA, 1998).

La recarga para el año hidrológico 1995-1996 sería de 25,1 hm<sup>3</sup> en Pinar-Monte Prieto, mientras que para un año medio se reduciría a 14,5 hm<sup>3</sup> (DGOHCA, 1998).

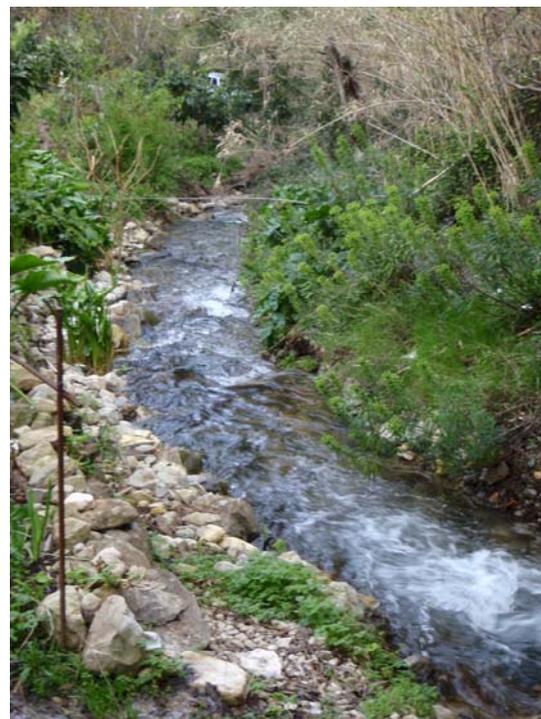
En líneas generales, la masa de agua subterránea Sierra de Grazalema, es bicarbonatada cálcica y de baja mineralización, siendo, desde el punto de vista químico, aptas para cualquier tipo de uso. Como excepción, cabe señalar que las aguas de algunos manantiales y pozos no se ajustan a este patrón, mostrando facies variadas de elevada mineralización: bicarbonatada-sulfatada cálcica, sulfatada cálcica, e incluso bicarbonatada sódica. Las aguas sulfatadas cálcicas están relacionadas con manantiales situados en el contacto entre las formaciones carbonatadas jurásicas y las arcillas yesíferas triásicas de su muro impermeable, y son frecuentes en el borde suroriental de Pinar-Monte Prieto (DGOHCA, 1998). Estas aguas sulfatadas cálcicas son de alta mineralización y llegan a alcanzar conductividades de hasta 3.000 µS/cm; son las segundas más frecuentes.

Las aguas subterráneas de los acuíferos de la Sierra de Grazalema, muestran facies bicarbonatadas cálcicas en el sector meridional y bicarbonatadas cálcico-magnésicas en el septentrional, con mineralización ligera salvo algún punto que toma valores por encima de los 500 µS/cm de conductividad eléctrica, y dureza en general media. El contenido iónico está por debajo del límite de potabilidad establecido por la legislación, con un valor medio de 23 mg/l en ion cloruro, 75 mg/l en

**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)**

ion sulfato y 3,6 mg/l en nitratos. Los sulfatos tienen en varios puntos valores muy bajos, alrededor de 1 mg/l. Su clasificación para agricultura es C1/S1 apta para el regadío de cualquier tipo de cultivo, sin peligro de salinización ni de alcalinización del suelo (IGME-Diputación de Cádiz, 2005).

En el acuífero de Pinar-Monte Prieto, predominan las facies bicarbonatadas cálcico-magnésicas y bicarbonatadas cálcicas. Puntualmente llegan a presentarse, en su borde suroriental, aguas de facies sulfatada cálcica en manantiales situados en el contacto entre las formaciones carbonatadas jurásicas y las arcillas yesíferas de su muro. Las aguas son, en cualquier caso, aptas para todo tipo de usos (IGME-AAA, 2010).



Diferentes fotos de Arroyomolinos (Juan Carlos Rubio Campos)

**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 DEL INTERÉS

El manantial de Arroyomolinos presenta un alto interés hidrogeológico, recreativo y científico-pedagógico; su valoración general es alta. Aporta un caudal medio de 10 a 100 l/s y el estado de conservación es aceptable.

El agua ha sido, históricamente, el factor que ha condicionado en gran medida, la ubicación de los asentamientos humanos, por lo que la mayoría de los núcleos de población tiene en sus proximidades, o incluso en su interior, manantiales que justifican su emplazamiento. La abundancia de agua, aunque irregular en su distribución territorial, ha facilitado el desarrollo de las tradicionales actividades económicas –ganadería, huertas de regadío- y ha permitido usos que configuran un paisaje y un legado etnológico y cultural de excepcional singularidad (IGME-AAA, 2010). Así, en la ribera de Arroyomolinos, se ubica una de las mayores concentraciones de molinos del Parque Natural (se conoce la existencia de cerca de 60 molinos en la Sierra de Grazalema). La energía hidráulica de ríos y arroyos era, a veces, adicionalmente complementada por la de manantiales próximos, que incluso llegaban a ser su fuente de alimentación exclusiva en algunos de ellos.



Algunas salidas de molinos (Juan Carlos Rubio Campos)

Los batanes y martinetes son otros de los ingenios hidráulicos que se encuentran en el Parque Natural. “Los batanes son máquinas de funcionamiento hidráulico que, mediante gruesos mazos de madera movidos por un eje, se utilizaban para golpear, desengrasar, enfurtir y hacer más fuertes los tejidos de lana (...). La industria textil del pueblo de Grazalema supuso que esta localidad fuera, desde el siglo XVIII hasta mediados del XIX, uno de los centros de comercio en paños y otros tejidos de lana más importantes de España. Y así surgieron, en toda la comarca, numerosas fábricas, batanes, calderas de jabón, talleres de curtido de pieles, etc., que han llegado a funcionar hasta bien avanzado el siglo XX. En el río Majaceite, en las proximidades de Benamahoma, hubo varios batanes, así como en la Ribera del Gaidóvar. Precisamente aquí se encuentra la fábrica de mantas de Mario, un ejemplo excepcional de este patrimonio ligado al agua, ya que es la única que aún conserva todo el mecanismo hidráulico y su maquinaria original” (IGME-AAA, 2010).

**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**

Por lo general, es un lugar bien conservado, sin presiones significativas. Los acuíferos kársticos son extremadamente vulnerables a la contaminación, por el débil papel filtrante que ejerce la zona de infiltración, la escasa dilución que propicia la organización del sistema de drenaje subterráneo y el poco tiempo de residencia del agua en el interior del acuífero, que impide una autodepuración efectiva (...). Ciertas actividades en el interior del Parque Natural, pueden conllevar el riesgo de contaminación de acuíferos, debido a la posibilidad de que se incorporen al agua subterránea sustancias o materias que implican una alteración perjudicial de su calidad en relación con sus usos posteriores o con su función ecológica. Entre las actividades que más pueden afectar a los acuíferos en el Parque Natural Sierra de Grazalema, destacan los vertidos de aguas residuales sin depurar –ya sean de origen urbano, actualmente tratadas en su inmensa mayoría en estaciones depuradoras, o de origen industrial-, los vertidos sólidos no controlados –una vez que ya han sido cerrados la totalidad de los antiguos vertederos- y las actividades agropecuarias, que constituyen una fuente potencial de contaminación difusa de las aguas subterráneas. La agricultura, sin embargo, se concentra en zonas deprimidas que circundan a las sierras, limitando su presencia en el interior de las mismas al fondo de algunos valles y, en el caso del olivar, a ciertas laderas, por lo que es escasa y muy limitada su incidencia como fuente de contaminación. La carga contaminante de la ganadería, de carácter extensivo en su gran mayoría, es relativamente significativa en el ámbito del Parque, aunque se estima que sólo una pequeña parte de ella llega a percolar a los acuíferos (IGME-AAA, 2010). La disposición geográfica y la estructura geológica de la Sierra de Grazalema, no favorece que sus formaciones acuíferas puedan verse afectadas por contaminantes generados fuera de su ámbito territorial (DGOHCA, 1998).

Para evaluar la vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos, no sólo hay que prevenir la entrada de cargas contaminantes en zonas permeables, sino también en las cuencas de drenaje de los ríos que alimentan a los sistemas kársticos (cuencas del río Gaduares, del arroyo de los Álamos y del arroyo Albarrán), y en las zonas endorreicas existentes y comunicadas hídricamente con los sistemas kársticos, tal como son los poljes y otras depresiones (IGME-AAA, 2010).

En principio la masa de agua S<sup>a</sup> de Grazalema-Prado del Rey, se encuentra en una situación aceptable respecto al riesgo de contaminación puntual o difusa y al impacto por captaciones significativas.

### **7.2.- Figuras de protección, normativa y perímetros previos**

Como figuras de protección existentes en el área, se encuentran:

- Reserva de la Biosfera: Grazalema (1977).
- Reserva de la Biosfera: Intercontinental del Mediterráneo (2006).
- LIC y ZEPA: ES0000031 Sierra de Grazalema.
- Parque Natural: Sierra de Grazalema (1985).
- Perímetro de protección para abastecimiento 6301200003 Arroyo Molinos.

### **7.3.- Zonación propuesta**

Se propone la delimitación de la poligonal para la protección de los materiales carbonáticos de Monte Prieto dentro del sector de Pinar-Monte-Prieto.

Tipo de protección: ZONA TIPO A. No autorizadas captaciones adicionales ni actividades potencialmente contaminantes (1,5 km de radio desde el manantial). ZONA TIPO B. Solo se autorizarán abastecimientos urbanos, no se realizarán actividades potencialmente contaminantes.

La zonificación engloba y protege otros muchos manantiales de gran interés y tiene relación con los apartados 1 y 6 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)**

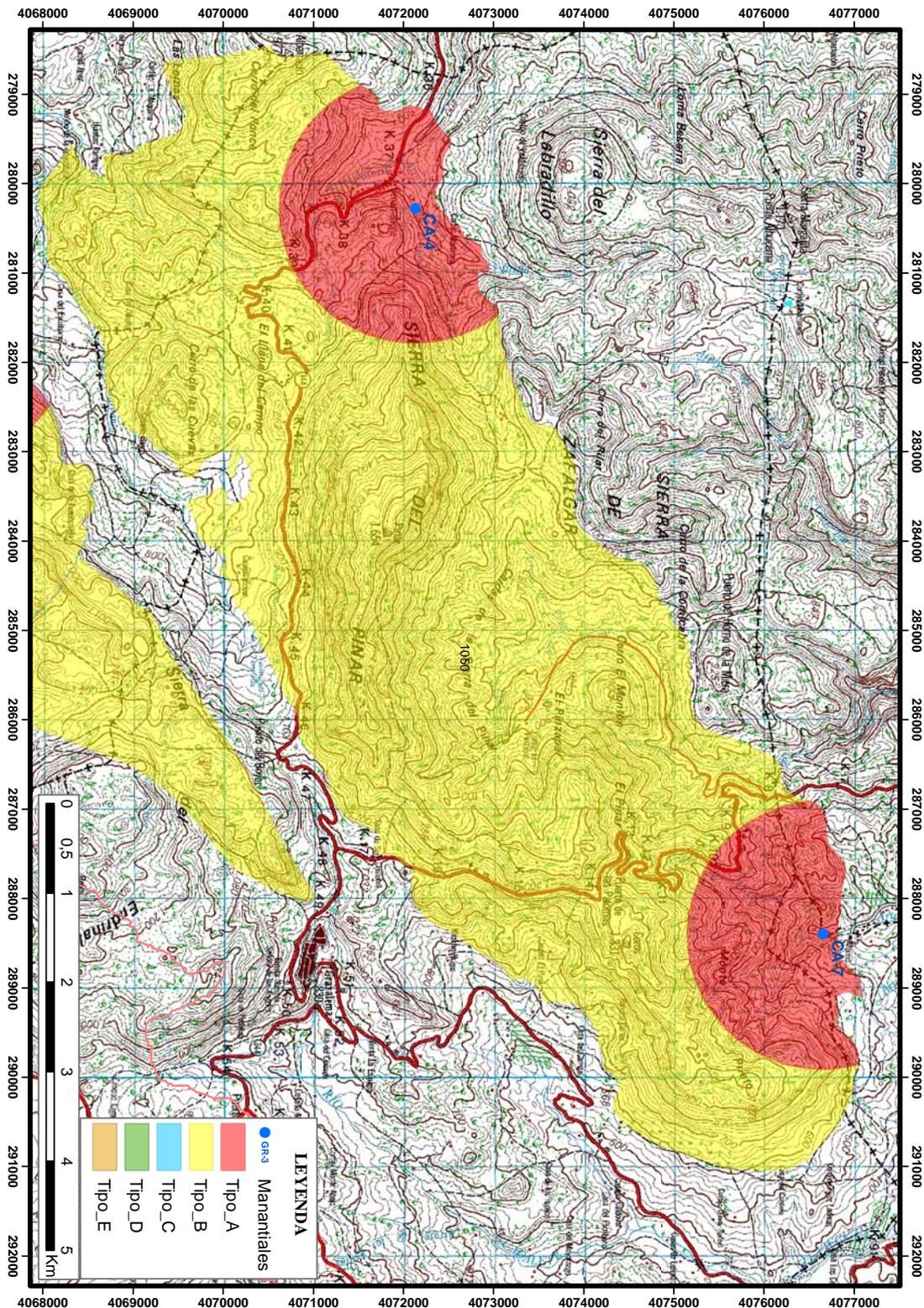


Figura 4: Zonación propuesta para la protección de los materiales carbonáticos de Monte Prieto dentro del sector de Pinar-Monte-Prieto. Manantial de Arroyomolinos (CA7). Escala original 1:50.000.

**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**

Manantial totalmente captado a excepción de una surgencia en el cauce del río que hasta ese punto está seco. Asimismo se observan surgencias difusas en el cauce.

El estado de conservación es algo deficiente. Se observan tomas incontroladas mediante gomas y la cancela de acceso abierta. El entorno es vulnerable debido al libre acceso.

En principio podrían existir inundaciones en relación con las crecidas del río: la captación tiene varios respiraderos/aliviaderos cubiertos por rejillas para evitar la entrada durante las crecidas de materiales no deseados.

No existe aparcamiento en las proximidades ni enclaves a proteger salvo la propia captación. Presenta cierta importancia didáctica por lo que se propone incluir un cartel informativo, sobre la hidrogeología del sector, después de acondicionar el lugar.

Más abajo se encuentra, el área recreativa de Arroyomolinos, que consiste en un amplio espacio entre huertas y árboles frutales, con una superficie de 63.362 m<sup>2</sup>, en donde se ha aprovechado el curso del río para crear una pequeña playa artificial. Está solo a 300 m de la Cueva del Susto, que tiene algo más de 200 m de desarrollo, y hay un aparcamiento vigilado durante todo el día.



Área recreativa Arroyomolinos (AAA-UG, 2010)

Los molinos, especialmente harineros, eran los ingenios hidráulicos más abundantes en el Parque Natural de Sierra de Grazalema. Un buen número de ellos se encuentran a lo largo de la ribera de Arroyomolinos y forman parte del acervo cultural de la región. Los martinetes y batanes son otros de los ingenios que estaban concebidos para el aprovechamiento de la fuerza motriz del agua.

Por otra parte, en el Parque Natural destaca la formación actual de travertinos asociados a antiguos molinos y a otros ingenios hidráulicos. El molino del Susto, en Benamahoma, así como uno de los molinos situados aguas abajo de esta localidad, junto al río Majaceite, o la fábrica de mantas de Mario, en la Ribera de Gaidóvar, son algunos de los ejemplos de esta asociación. En estos casos, las acequias o caos, constituyen drenajes preferenciales del agua, que aportan pequeños volúmenes de forma casi continua; estas acequias finalizan en saltos de agua o cubos, que permitían mover los rodeznos –o la noria, en el caso del molino de Mario-, en los que ocurre la desgasificación; ello, unido a la rápida colonización por algas y musgos, permite la creación y construcción de los travertinos (IGME-AAA, 2010).

Los restaurantes más próximos se encuentran en Arroyomolinos y el alojamiento en Zahara de la Sierra.

**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**

Para controlar el caudal (ver esquema figura 5), sería necesaria la construcción de una pequeña estación de aforo junto al manantial (punto 1), otra de tipo vertedero en la derivación de la margen derecha (punto 2), además de controlar el caudal captado mediante sistema mecánico (punto 3) al comienzo de la conducción (no visible en campo).

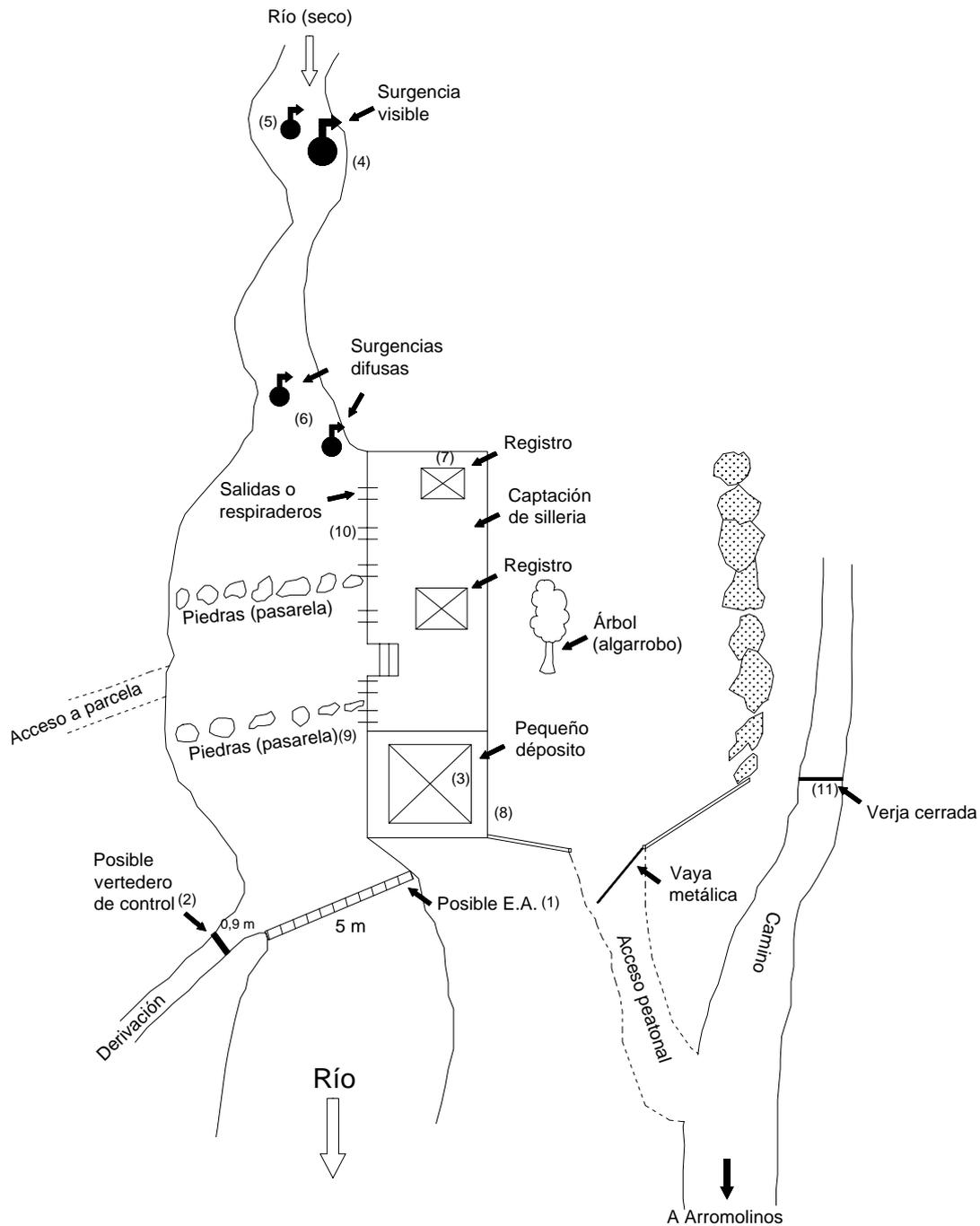


Figura 5: Esquema de acondicionamiento del manantial de Arroyomolinos

**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)**



Punto 4 del esquema (C. Martín Montañés)



Punto 5 del esquema (C. Martín Montañés)



Punto 6 del esquema (C. Martín Montañés)



Punto 7 del esquema (C. Martín Montañés)



Punto 8 del esquema (C. Martín Montañés)



Punto 9 del esquema (C. Martín Montañés)

**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)**



Punto 10 del esquema (C. Martín Montañés)    Punto 11 del esquema (C. Martín Montañés)

A continuación se destacan algunas características de los puntos de la figura 8:

- Punto 4 y 5: Emergencias en el lecho del río.
- Punto 6: Surgencias difusas en el lecho y márgenes del río.
- Punto 7: Registro en la captación del manantial.
- Punto 8: Depósito.
- Punto 9: Pasarela a la altura del depósito.
- Punto 10: Captación y respiraderos o aliviaderos.
- Punto 11: Acceso al manantial; a la izquierda de la fotografía, antes de llegar a la cancela.

**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**

IGME-AAA (2010). “El agua subterránea en el Parque Natural Sierra de Grazalema”. Agencia Andaluza del Agua e Instituto Geológico y Minero de España. 187 pp. Informe no publicado.

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>

DGOHCA (1998). “Las unidades hidrogeológicas de las Sierras de Líbar (00.06) y de Grazalema (05.64)”. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas”. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, 52 pp. + mapas.

<http://www.turismoderonda.es/naturaleza/esp/grazalema.htm>

IGME-Diputación de Cádiz (2005). “Atlas hidrogeológico de la provincia de Cádiz”, 263 pp.