



**PERÍMETRO DE PROTECCIÓN DEL SONDEO EL HOYAZO Y
EL MANANTIAL EL ARTESÓN DE ABASTECIMIENTO AL
NÚCLEO URBANO DE QUESADA (JAÉN)**



ÍNDICE

Pag nº

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ABASTECIMIENTOS.....	5
2.1. INFRAESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN	6
2.1.1. <i>Captaciones de abastecimiento</i>	6
2.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO.....	7
2.2.1. <i>Depósitos y conducciones</i>	7
2.2.2. <i>Esquema general</i>	10
2.2.3. <i>Importancia de las captaciones y volúmenes captados</i>	11
3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.....	12
3.1. MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO	12
3.2. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO.....	14
3.3. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA	17
3.4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO.....	18
3.5. HIDROQUÍMICA DEL SECTOR	20
4. FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	22
4.2. INVENTARIO DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	23
4.2.1. <i>Actividad agrícola</i>	23
4.2.2. <i>Actividad ganadera</i>	24
4.2.3. <i>Actividad industrial</i>	24
4.2.4. <i>Residuos sólidos urbanos</i>	25
4.2.5. <i>Aguas residuales</i>	25
4.4. INDICIOS DE CONTAMINACIÓN EN LAS CAPTACIONES	26
5. VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN.....	27
5.1. DISTRIBUCIÓN EN EL ENTORNO Y ÁREAS DE RECARGA	27
5.2. RELACIÓN DE LA VULNERABILIDAD CON LOS FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN.....	28
5.2.1. <i>Tipología de la distribución de presiones y vulnerabilidad</i>	28
5.3. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA VULNERABILIDAD Y DEL RIESGO.....	29

6. DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN.....	32
6.1. ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO	32
6.1.1. Límites hidrogeológicos y geometría del acuífero.....	32
6.1.2. Funcionamiento (isopiezas y líneas de flujo)	36
6.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS (BALANCE DE RECURSOS O MÉTODOS ANALÍTICOS)	36
6.3. ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN	37
6.4. ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS.....	37
6.5. ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS	38
6.6. ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS	39
6.7. ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD	39
7. RED DE CONTROL Y VIGILANCIA	42
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
9. REFERENCIAS	45

ANEXOS

ANEXO I: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEXO II: FICHAS DE INVENTARIO DE CAPTACIONES

ANEXO III: FICHAS DE INVENTARIO DE PRESIONES

ANEXO IV: ANÁLISIS QUÍMICOS

PLANOS

PLANO N° 1: SITUACIÓN DE LAS CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO

PLANO N° 2: MAPA DE VULNERABILIDAD Y PRESIONES

PLANO N° 3: MAPA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la delimitación y justificación técnica del perímetro de protección del sondeo El Hoyazo (213770053) y el manantial El Artesón (213770001), que abastecen al núcleo urbano de Quesada y están situados en la MAS 05.01 "Sierra de Cazorla".

La realización de este informe se enmarca dentro de la actividad "ELABORACIÓN DE PERÍMETROS DE SALVAGUARDA PARA LA PROTECCIÓN DE LAS CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO URBANO" realizada por el INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, IGME, por medio de su Departamento de Investigación en Recursos Geológicos, en cumplimiento con los requerimientos de la Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco del Agua (DMA), para el establecimiento de zonas de salvaguarda o perímetros de protección en captaciones para consumo humano de masas de agua de la cuenca del Guadalquivir.

La protección del agua es un objetivo prioritario en la política medioambiental europea reflejado específicamente en la Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco del Agua (DMA) que, en su artículo 7.1, impone unos límites para calificar una masa de agua como *Drinking Water Protected Area*, "todas las masas de agua utilizadas para la captación de agua destinada al consumo humano que proporcionen un promedio de más de 10 m³ diarios o que abastezcan a más de cincuenta personas, y todas las masas de agua destinadas a tal uso en el futuro"

El marco legal para la realización de perímetros de protección a captaciones de abastecimiento urbano se basa en el artículo 54.3 (R.D. 849/1986) del texto refundido de la Ley de Aguas y el procedimiento para su inicio se describe en el artículo 173.3 del R.D.P.H. donde se reseña que su delimitación se efectuará a solicitud de la autoridad medioambiental, municipal o cualquier otra en que recaigan competencias sobre la materia.

En los artículos 173.5 y 173.6 del R.D.P.H (R.D. 849/1986) se describen los condicionamientos que podrán imponerse en el perímetro delimitado con el objeto de impedir la afección a la cantidad y a la calidad de las aguas subterráneas captadas,

señalando expresamente los tipos de instalaciones o actividades que podrán ser condicionadas.

Para la delimitación del perímetro de protección de las captaciones a estudiar, se ha realizado un trabajo de campo. Los trabajos de campo son de importancia fundamental para la buena consecución de los perímetros ya que en el campo se realizan las comprobaciones y validaciones y se efectúan la toma de datos a nivel de inventario tanto de las captaciones como de inventario de focos potenciales de contaminación.

En el campo la secuencia de trabajo y metodología que se ha seguido es la siguiente:

- Entrevista con el Ayuntamiento
- Visita a las captaciones de consumo humano para verificar datos y completar la ficha de las captaciones
- Piezometría del entorno, para ello se han tomado medidas de nivel en sondeos en el entorno de la captación
- Inventario de focos potenciales de contaminación

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ABASTECIMIENTOS

El municipio de Quesada tiene una población residente estable de 5.964 habitantes en Enero de 2005 de los que 5.280 corresponden al núcleo de Quesada, 215 a Belerda, 164 a Collejares, 81 a Los Rosales, 68 a Cortijuelo y los 156 restantes a Bruñel Alto, Bruñel Bajo, Casa Blanco, El Salón, Higueral, Acra, Tíscar, Don Pedro y La Vega. El incremento estacional se estima en aproximadamente 700 habitantes. La demanda base, calculada en función de una dotación teórica media de 220 l/hab/día, es de 1.312 m³/día. En los meses de verano (julio, agosto y septiembre) sube a una demanda punta de 1.466 m³/día. Esto representa una demanda aproximada de 493.000 m³/año. El consumo real está en torno a los 515.000 m³/año, lo que porcentuado con respecto a la demanda teórica supone un consumo base de 1.371 m³/día y punta de 1.532 m³/día. (Datos del Plan de Control de Jaén)

El municipio de Quesada se abastece exclusivamente de aguas subterráneas. Las captaciones corresponden al manantial Béjar (213830004), sondeo El Hoyazo (213770053), Manantial Cerrada Villena (213830010) y manantial El Artesón (213770001), que drenan el agua de materiales de la MAS 05.01 "Sierra de Cazorla".

Dentro del término municipal de Quesada existe además un manantial denominado Barranco La Canal que drena agua de la MAS 05.01 "Quesada-Castril" pero pertenece al sistema de abastecimiento del municipio de Huesa.

La gestión del servicio de abastecimiento corresponde a Sociedad Mixta del Agua - Jaén, S.A.

La localización del sondeo El Artesón y el manantial El Hoyazo, objeto del perímetro de protección, se muestra en el plano de situación nº1.

2.1. INFRAESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN

2.1.1. Captaciones de abastecimiento

A continuación se describen las dos captaciones objeto del presente perímetro de protección, el manantial El Artesón y el sondeo El Hoyazo, que forman parte del sistema de abastecimiento del municipio de Quesada.

- **Manantial El Artesón (213770001)**

Se localiza a unos 5 km en línea recta del casco urbano de Quesada, en el paraje Cortijo El Artesón. Se sitúa a cota 1000 msnm y drena los recursos de los materiales carbonatados de la MAS 05.01 "Sierra de Cazorla". Se tienen referencias de caudales entre 0 y 60 l/s. Este manantial abastece a las comunidades del Llano y de Torrecilla en el extrarradio de Quesada. Consiste en una surgencia totalmente captada y el agua es conducida por gravedad hasta los depósitos del Tesorillo y Magdalena en Quesada. Los sobrantes de este manantial se almacenan en dos balsas (con capacidad superior a los 15.000 m³) utilizadas por las comunidades de regantes.

Este manantial está conectado a la red principal de Quesada para que, en caso de necesidad, se utilice. La arqueta de este manantial también recibe la conducción procedente del sondeo El Hoyazo.

Las coordenadas UTM del manantial son 498363, 4189167.

- **Sondeo El Hoyazo (213770053)**

Se localiza a unos 4 km al Este de Quesada en el valle del Arroyo Artesón, junto al Cortijo El Artesón. Tiene una profundidad de 162 m. Se trata de un sondeo antiguo sin control piezométrico ni posibilidad de medición con sonda. Su caudal de explotación es de 12-13 l/s. Se sitúa a cota 1.040 msnm. El emboquille está entubado con tubería metálica desconociéndose los tramos de tubería filtrante. Tiene una conducción que lo

conecta a la arqueta del manantial El Artesón.

Está instalado con una electrobomba sumergible de una potencia de unos 40 C.V. y a una profundidad de aspiración de 160 m. La tubería de impulsión es de 110 mm metálica. No dispone de caudalímetro y sí de espita tomamuestras.

Las coordenadas UTM del sondeo son X: 498634, Y: 4189151.

2.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO

2.2.1. Depósitos y conducciones

Existen un total de diez depósitos de regulación en uso. A continuación se presentan las características del depósito El Tesorillo que es el que recibe agua del manantial El Artesón y el sondeo El Hoyazo.

- **DE23073001: Denominado Puerto Alto**

Se sitúa a 800 msnm. Tiene 500 m³ de capacidad total. Se abastece desde el depósito de la Magdalena y suministra agua a Quesada.

- **DE23073002 Depósito El Tesorillo.**

Se sitúa a 735 msnm. Tiene 1.000 m³ de capacidad total. Se abastece desde el sondeo El Hoyazo y manantial El Artesón y suministra agua a Quesada.

- **DE23073003: Denominado La Magdalena.**

Se sitúa a 750 msnm. Tiene 800 m³ de capacidad total. Se abastece desde la caseta

del Polvorín (manantiales de Cerro Villena y Río Béjar) y suministra agua a los depósitos de Puerto Alto y El Tesorillo y a Quesada directamente.

- **Conducciones**

El sistema de conducciones de abastecimiento tiene una longitud total de aproximadamente 23 km de tuberías. Sus principales características se incluyen en el cuadro adjunto.

Código	Diám. (mm)	Tipo	Estado	Long. (m)	Procedencia	Final
CO23073001	110	Fundición	se desconoce	5.396	El Hoyazo	Tesorillo-Magdalena
CO23073002	140	PVC	se desconoce	522	El Artesón	El Hoyazo
CO23073003	250	Polietileno	se desconoce	724	Río Béjar	Caseta Polvorín
CO23073004	200	PVC	se desconoce	727	Río Béjar	Caseta Polvorín
CO23073006	200	Fibro cemento	se desconoce	4.812	Caseta Polvorín	Magdalena
CO23073005	200	Fibro cemento	se desconoce	722	Cerro Villena	Caseta Polvorín
CO23073007	100	Fibro cemento	se desconoce	276	Magdalena	Puerto Alto
CO23073008	110	Polietileno	se desconoce	1.255	Bco. La Canal	Belerda Cementerio
CO23073009	63	PVC	se desconoce	965	Belerda Cementerio	Belerda Pueblo
CO23073010	75	PVC-Poliet.	se desconoce	1.046	Belerda Cementerio	La Piedra
CO23073011	50	Polietileno	se desconoce	832	Vadillo	Los Pinos
CO23073012	50	Polietileno	se desconoce	339	Los Pinos	La Piedra
CO23073013	50	Polietileno	se desconoce	463	Vadillo	Tíscar
CO23073014	40	Polietileno	se desconoce	97	Tíscar	Santuario Tíscar
CO23073015			se desconoce	3.528	Huesa	Los Rosales
CO23073016	50	Polietileno	se desconoce	1.379	Cañada de Vita	Los Rosales
			TOTAL	23.082		

2.2.2. Esquema general

A continuación se muestra el esquema general de abastecimiento al núcleo de Quesada. La arqueta del manantial El Artesón recibe el agua del sondeo El Hoyazo, desde esta arqueta el agua es conducida por gravedad hasta el depósito del Tesorillo. Existen otros siete depósitos para el abastecimiento de Quesada que reciben el agua de los manantiales Cerrada Villena, Río Béjar y manantial Barranco La Canal (este último abastece al municipio de Huesa), entre otras captaciones que abastecen a pedanías del municipio.

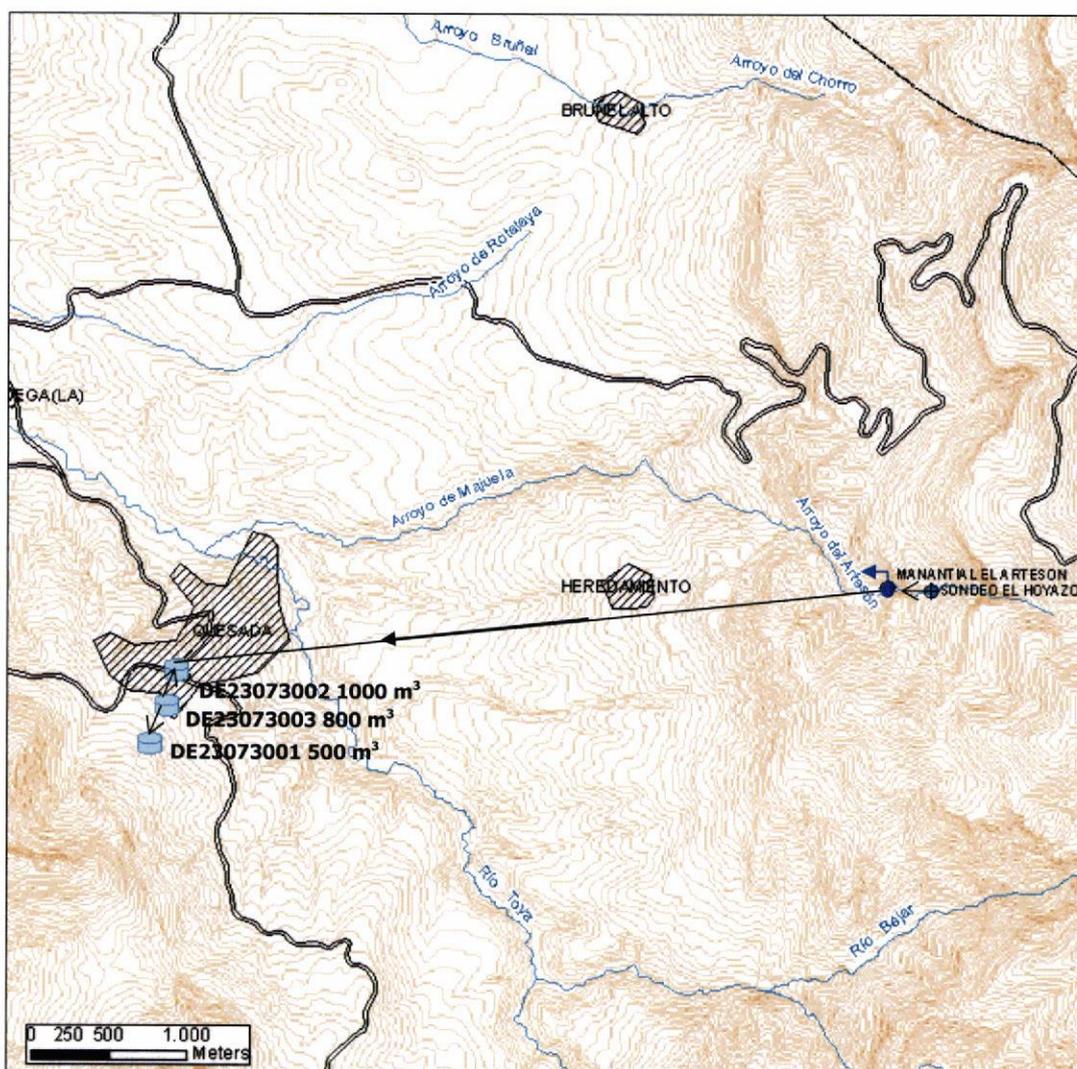


Fig. 1. Sistema de abastecimiento del manantial El Artesón y el sondeo El Hoyazo.

2.2.3. Importancia de las captaciones y volúmenes captados

El manantial El Artesón abastece a dos comunidades del extrarradio de Quesada (El Llano y Torrecilla) con un caudal que varía entre 0 y 60 l/s, no obstante, está conectado a la red principal de Quesada para el abastecimiento al núcleo en caso de necesidad. El sondeo El Hoyazo abastece al núcleo de Quesada con un caudal medio de 13 l/s. Ambas captaciones abastecen a Quesada junto con dos manantiales más, el manantial Cerrada Villena y el manantial Béjar, que tienen unos caudales de drenaje entre 8-30 y 34-50 l/s respectivamente.

3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

3.1. MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

El manantial El Artesón y el sondeo El Hoyazo se localizan en materiales pertenecientes a la MAS 05.01 "Sierra de Cazorla" que desde el punto de vista geológico se asienta en el extremo meridional del Prebético externo, caracterizado por el escaso desarrollo de la cobertera mesozoica en la que están ausentes o poco representados el Jurásico superior y el Cretácico.

La MAS presenta, sobre mapa, una geometría alargada con dirección NNE-SSO, y en ella se diferencian, desde el punto de vista geológico, dos unidades que son las siguientes:

- La Unidad de Beas de Segura, que ocupa la zona más occidental y se superpone mecánicamente a los materiales triásicos de la Cobertera Tabular de la Meseta hacia el norte y el Oeste, hacia el sur a las margas blancas del Mioceno de la Depresión del Guadalquivir y hacia el Este es limitada por la Unidad de la Sierra de Cazorla que cabalga sobre ella.
- La Unidad de la Sierra de Cazorla, que ocupa la zona más oriental. Su límite occidental coincide con la Unidad de Beas y con las margas blancas del Mioceno superior de la Depresión del Guadalquivir en el sur, cabalgando sobre ambas formaciones. El límite oriental está representado por los materiales triásicos de la Formación Hornos-Siles y la Unidad de la Sierra del Pozo en el sur (Prebético Interno).

El Zócalo Paleozoico está formado básicamente por filitas intensamente plegadas, intruidas por un batolito granítico. Discordantemente sobre el zócalo aparece la cobertera posthercínica, compuesta por materiales triásicos, jurásicos, cretácicos y neógenos. Los materiales cuaternarios, escasamente representados, son de origen aluvial y están constituidos por arenas, limos y conglomerados, discordantes sobre cualquiera de los anteriores.

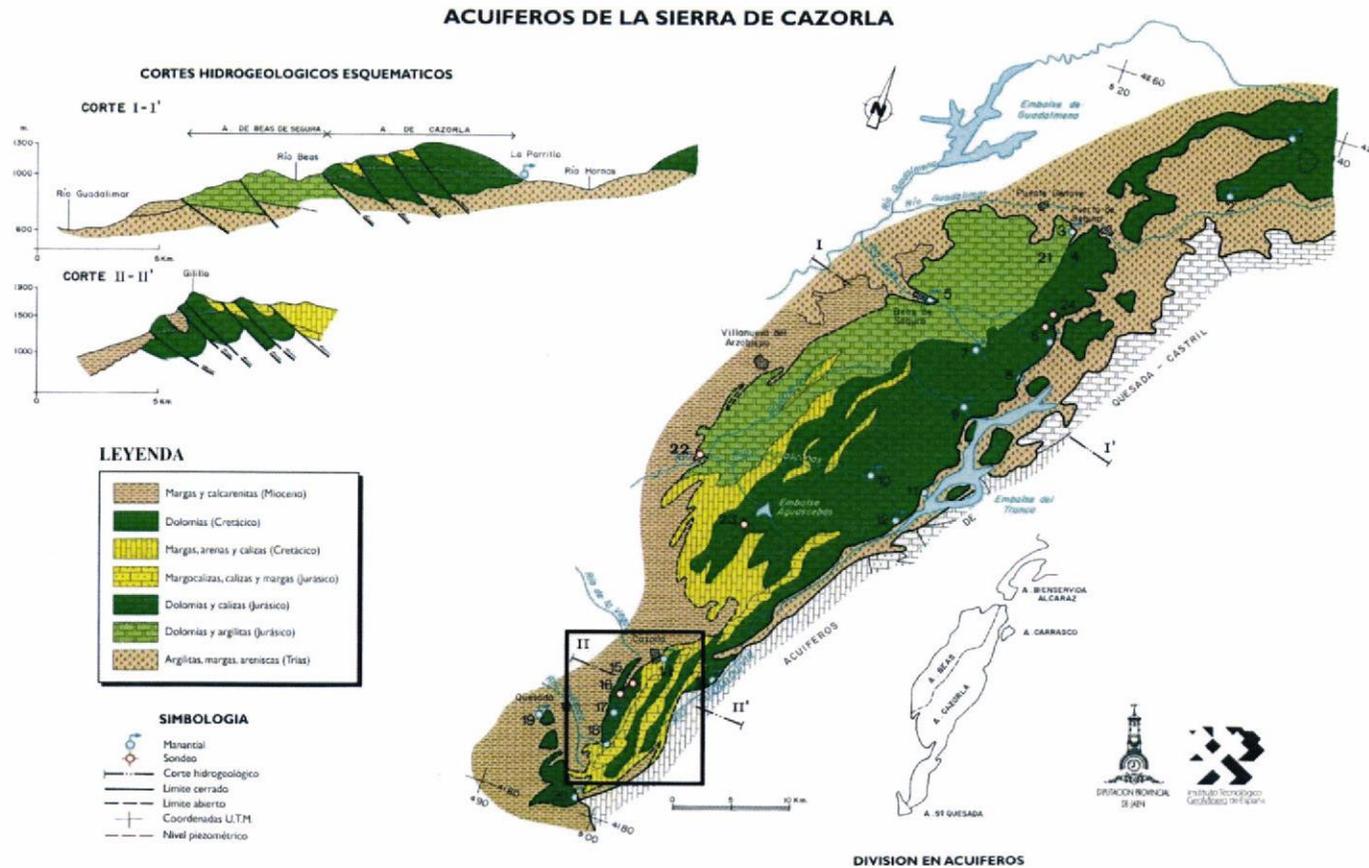


Fig. 2. Localización del manantial El Artesón y el sondeo El Hoyazo

3.2. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

Las captaciones drenan agua de la subunidad de Sierra de Cazorla. Esta subunidad tiene una extensión de 441 km² de los que 280 corresponden a materiales permeables, aproximadamente coincidentes con la unidad geológica del mismo nombre. Se diferencia de la Unidad de Beas por presentar una secuencia estratigráfica más compleja que la anterior y unos buzamientos mayores en las escamas. Debido a la complejidad litológica y estructural y las diferentes características hidrogeológicas se diferencian varios sectores con distintos acuíferos: Afloramientos Tabulares del Norte, Escamas del Guadalquivir, Escamas de Cazorla y Sierra de Quesada. La litología de la Subunidad se caracteriza por presentar una sucesión de niveles arcillosos, carbonatados y detríticos de edad triásica a cretácica, menos en el acuífero Carrasco que incluye materiales aluviales cuaternarios.

Las captaciones se encuentran en el sector Escamas de Cazorla, que se estructura en 4 escamas, que duplican la secuencia litológica. En las dos escamas más bajas los buzamientos son suaves hacia el Este, mientras que en las dos superiores se definen sendos sinclinales vergentes al Oeste. La presencia de materiales de baja permeabilidad en la base de cada lámina tectónica, o entre los tramos acuíferos, hace individualizar el conjunto en varios acuíferos: Acuífero Béjar, Acuífero Gilillo, Acuífero de la Viñuela y Nacimiento del Guadalquivir. El manantial El Artesón y el sondeo El Hoyazo se encuentran en el Acuífero Béjar.

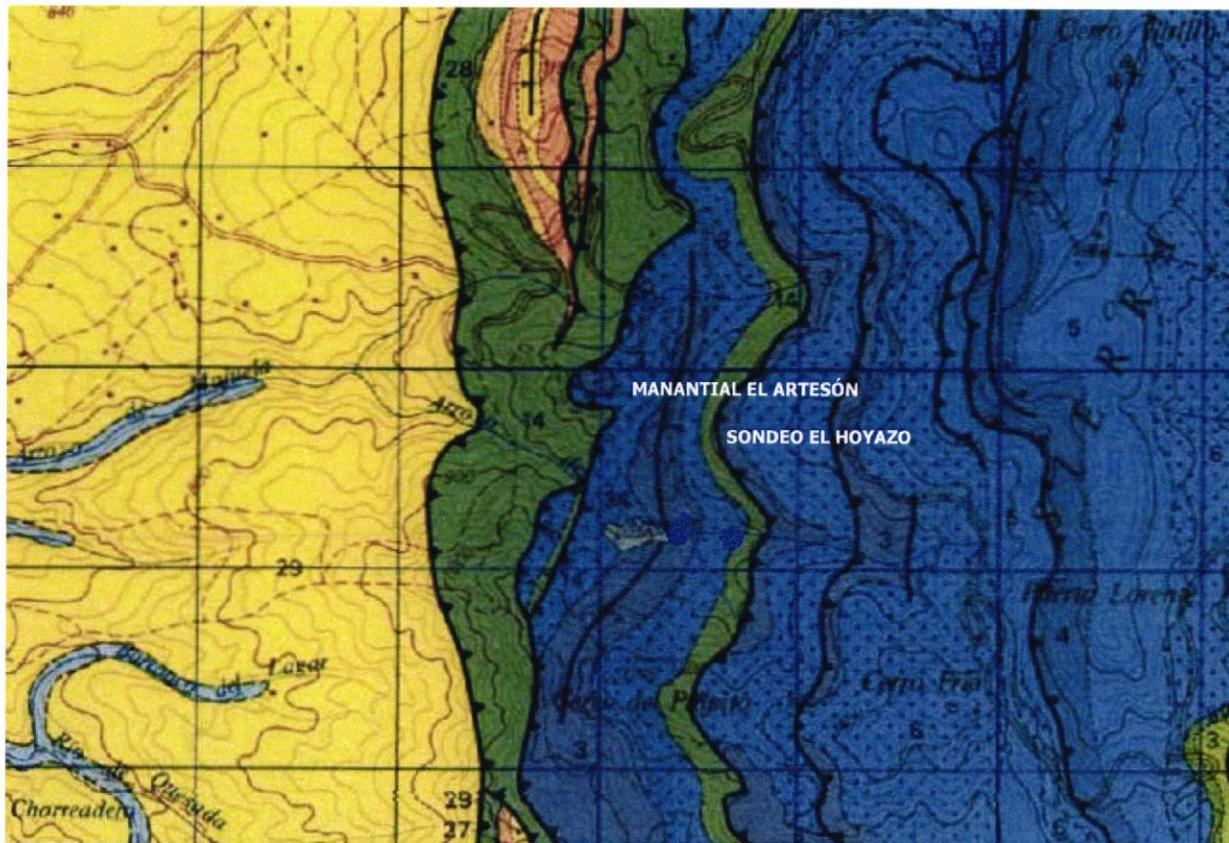
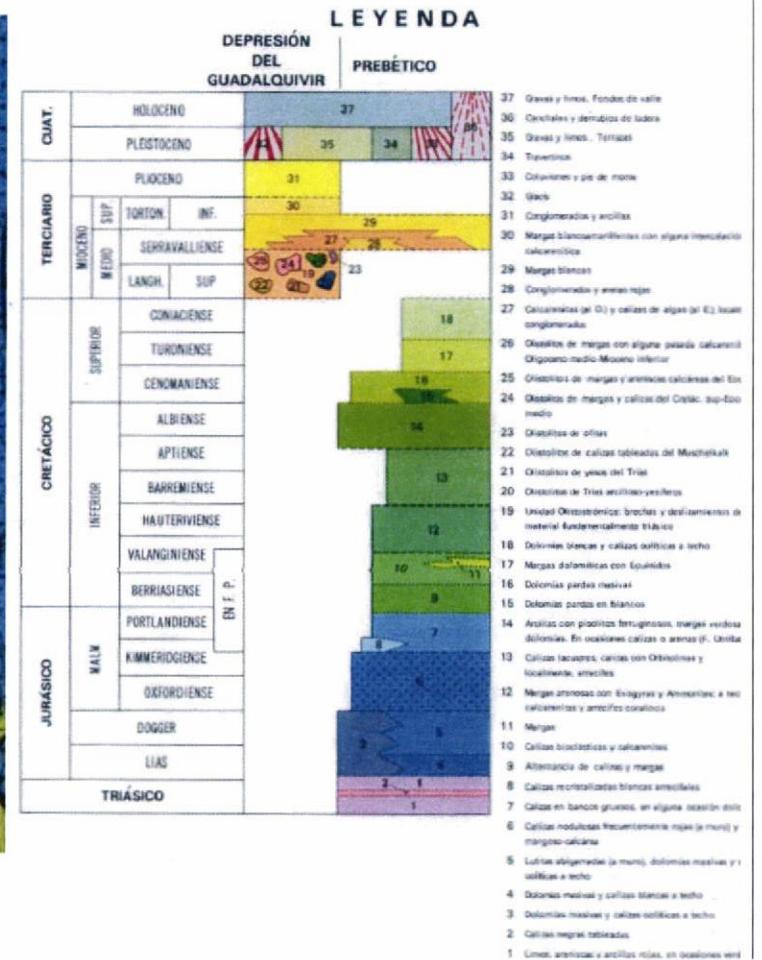


Fig. 3 Geología del área donde se ubican el manantial El Artesón y el sondeo El Hoyazo



3.3. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

En la Subunidad de Sierra de Cazorla se dispone de los ensayos de bombeo efectuados por el IGME en las captaciones de abastecimiento a algunas poblaciones. Los más significativos son: sondeo del Alemán (213680032) con transmisividad de 50 m²/d, del coeficiente de almacenamiento de 5,21 x 10⁻⁴ sondeo 213670057 con una transmisividad de 19 m²/d, S de 13,09 x 10⁻³; El Puerto (223520109) con T = 164 m²/d; Yegüerizos V (223520110) con T = 50 m²/d; Abastecimiento a Beas de Segura (223550053) con T = 35 m²/d; Valdemarín (223520111) con T = 2.000-3.000 m²/d y Abastecimiento a Quesada (213770008) con T = 250 m²/d. Se deduce de esos valores que, en general, la magnitud de la transmisividad en esta subunidad es baja a media, aunque existen casos excepcionales en los que se alcanzan valores mayores. Esta heterogeneidad es habitual en las formaciones carbonatadas en las que los procesos kársticos han tenido un escaso desarrollo, y la circulación subterránea tiene lugar, preferentemente, a través de discontinuidades menores y, ocasionalmente, por conductos de mayor tamaño.

El nivel piezométrico en el sondeo de El Puerto II se sitúa a cota 930 msnm, mientras que en el Castillo de Altamira está a cota 805 msnm.

PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DE LA UNIDAD DE SIERRA DE CAZORLA			
FUENTE DE INFORMACIÓN	TRANSMISIVIDAD (m²/día)	COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO	ESPESOR DEL ACUÍFERO (m)
Norma de explotación de la UH 05.01 (Sierra de Cazorla)	250 (Acuífero Béjar)	5,21 x 10 ⁻⁴ 13,9 x 10 ⁻³	
Atlas Hidrogeológico de Jaén			> 200

3.4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO

La alimentación del sistema se produce mayoritariamente por infiltración directa del agua de lluvia, pudiendo existir una transferencia hídrica desde la MAS vecina 05.02 “Quesada-Castril”.

La descarga se produce principalmente a través de un elevado número de manantiales (más de 500), que surgen a cotas comprendidas entre los 430 y los 1040 m s.n. en el caso de la Subunidad de Beas y entre los 650 y 1250 msnm. en el de la Subunidad de Cazorra y cuyos caudales suelen ser escasos, generalmente inferiores a 10 l/s y mayoritariamente inferiores a 5 l/s. Esta proliferación de manantiales a diferentes cotas es producto de la compleja compartimentación en pequeños sistemas. La complejidad estructural (estructuración en escamas), conjuntamente con la segmentación de los afloramientos carbonatados por niveles arcillomargosos intercalados, induce a que la piezometría presente bruscos cambios de cota y sin continuidad. Igualmente las direcciones del flujo subterráneo varían sustancialmente de un acuífero a otro. El funcionamiento hidrogeológico es complejo, hasta tal punto que existen sectores de escamas en los que podría darse un dispositivo de dirección de flujo variable en función de la profundidad del nivel piezométrico.

El balance hídrico más afinado del que se dispone es el elaborado por el IGME en 2001 (IGME-CHG, 2001) y es el siguiente:

Entradas:

- Subunidad de Beas

- Infiltración del agua de lluvia Sector Beas de Segura 16,0 h m³/a
- Infiltración del agua de lluvia Sector Sierra de Las Villas 13,5 h m³/a
- SUBTOTAL29,5 hm³/a

- Subunidad de Sierra de Cazorla

- Infiltración del agua de lluvia Ac. Afl. Tabulares del Norte	21,5 h m ³ /a
- Infiltración del agua de lluvia Ac. Esc. del Guadalquivir	65,5 h m ³ /a
- Infiltración del agua de lluvia Ac. Escamas de Cazorla	19,5 h m ³ /a
- Infiltración del agua de lluvia Ac. Sierra de Quesada	2,5 h m ³ /a
- Recarga subterránea desde U.H. Quesada-Castril	2,5 h m ³ /a
- SUBTOTAL	111,5 h m ³ /a

TOTAL.....141,0 hm³/a

Salidas:

- Subunidad de Beas

- Manantiales	16,0 h m ³ /a
- Bombeo	1,5 h m ³ /a
- Drenaje a ríos y subterráneo hacia la U.H. Loma de Úbeda	12,0 h m ³ /a
- SUBTOTAL	29,5 h m ³ /a

- Subunidad de Sierra de Cazorla

- Manantiales	87,0 h m ³ /a
- Manantiales no cuantificados	8,0 h m ³ /a
- Bombeo	2,5 h m ³ /a
- Drenaje difuso a ríos.....	14,0 h m ³ /a
- SUBTOTAL	111,5 h m ³ /a

TOTAL.....141,0 h m³/a

3.5. HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

La calidad del agua de la Subunidad de Sierra de Cazorla (05.01) se ha tomado de los análisis químicos realizados, en su mayoría después de 1996, en todos los acuíferos diferenciados de la subunidad. Las muestras analizadas presentan unas características muy homogéneas en todos los acuíferos, con conductividades siempre comprendidas entre 230 y 820 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y, en su mayoría, inferiores a 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El valor medio es de 445 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (CHG, 2001).

Las facies hidroquímicas son predominantemente bicarbonatadas, variables de cálcicas a magnésicas, aunque en segundo término puede haber localmente una cierta incidencia de sulfatos o cloruros. Los contenidos iónicos en los diversos componentes mayoritarios son lógicamente bajos o moderados y característicos de aguas procedentes de materiales calizo dolomíticos: 150 a 465 mg/l de bicarbonatos, inferior a 50 mg/l los sulfatos (aunque excepcionalmente se superan los 200 mg/l), menos de 50 mg/l y generalmente menos de 10 mg/l para los cloruros, de 1 a 34 mg/l para el sodio y de 30 a 80 mg/l para el calcio (en ocasiones se llega hasta 145 mg/l) (CHG, 2001)

Dentro de esta homogeneidad se puede apreciar que los valores mas altos de cloruros, sulfatos, calcio y magnesio aparecen en los afloramientos tabulares del norte, cambiando hacia el sur en las Escamas de Cazorla a agua fuertemente bicarbonatada cálcica. De la misma manera los valores de conductividad decrecen de norte a sur, salvo anomalías puntuales como el sondeo correspondiente al acuífero de Escamas del Tranco, que es el de mayor conductividad de la subunidad (820 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y el que presenta los mayores valores de sulfatos (218 mg/l) y calcio (145 mg/l), probablemente por la influencia local de materiales evaporíticos triásicos (CHG, 2001).

El contenido en nitratos de las aguas subterráneas es muy bajo en toda la subunidad, con valores inferiores a 10 mg/l en la mayoría de los acuíferos y una media global de 2 mg/l (CHG, 2001).

Se dispone de un análisis del Manantial El Artesón procedente de la Base de datos del IGME (Datos facilitados por la Oficina del IGME en Granada).

PUNTO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	C.E	pH	FECHA
Manantial El Artesón	2	38	264	0	4	0	25	59	0	434	7,4	15/06/2006

El agua de este manantial es de mineralización media con concentraciones de nitratos muy bajas, por lo que es un agua en principio de buena calidad.

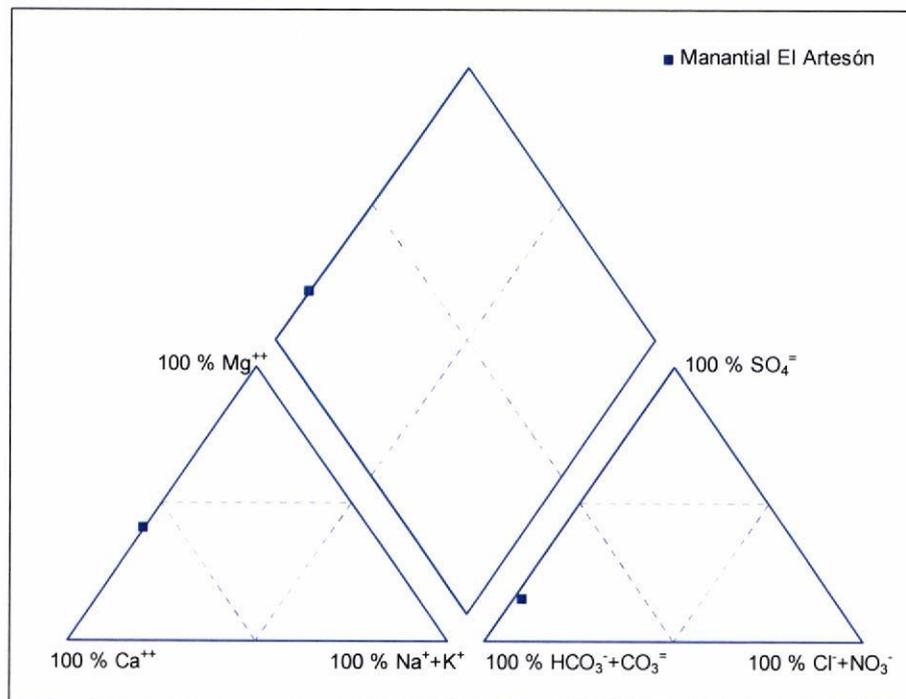


Fig. 4. Diagrama de Piper de las aguas de las captaciones de abastecimiento a Torredelcampo

El manantial presenta un agua con facies bicarbonatada cálcica, característica del acuífero carbonatado en el que se encuentra.

4. FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

4.1. ORIGEN DE LA INFORMACIÓN SOBRE FOCOS DE CONTAMINACIÓN

Los focos potenciales de contaminación se han recopilado de las siguientes fuentes de información:

- Inventario de campo. Focos de contaminación puntuales más próximos a las captaciones visitadas en la campaña de campo.
- Focos de contaminación del Plan de Control de Granada y Jaén. El emplazamiento y descripción de estos focos se ha importado desde las bases de datos del Plan de Control para su representación en GIS. Estos focos de contaminación corresponden a presiones puntuales.
- Focos de contaminación y presiones en coberturas GIS:
 - IMPRESS: Graveras, vertederos, industrias IPPC, aguas de drenaje de minas, piscifactorías y gasolineras
 - SIA (Sistema Integral de Información del Agua): EDAR, puntos de vertido, cabezas de ganado y contaminación difusa (estos dos últimos se representan por miles de cabezas de ganado por comarca y kg/km^2 , respectivamente, siendo estos valores los correspondientes a la totalidad de la comarca en la que se encuentra la captación)
 - CORINE: Usos del suelo del año 2000. Los focos de contaminación obtenidos mediante esta fuente de información han sido contrastados en campo y mediante el análisis de ortofoto digital para incluir las presiones correspondientes a los distintos usos del suelo.

4.2. INVENTARIO DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

Los manantiales se encuentran inmediatamente aguas abajo del Parque Nacional de Sierra de Cazorla, no habiéndose identificado focos potenciales de contaminación significativos en todo ese ámbito de la recarga

Aguas abajo de los manantiales existen focos de contaminación relacionados con los núcleos de población de Quesada, La Vega y Heredamiento, que son los más cercanos a las captaciones de abastecimiento.

La distribución de los focos potenciales de contaminación se muestra junto con la vulnerabilidad en el plano nº 2

El listado de los focos potenciales de contaminación se presenta en el Anexo de presiones (Anexo 3)

4.2.1. Actividad agrícola

El cultivo más importante es el olivar, tanto de regadío como de secano, siendo mayoritario este último. También existen zonas con cultivos en regadío situados en su mayoría en los materiales detríticos de los márgenes del río Toya y del Arroyo de Majuela. En la zona también se encuentran áreas de tierras de labor en secano, compuestas mayoritariamente por almendro, cereal, legumbres y forraje. Todas estas áreas agrícolas se encuentran aguas abajo de las captaciones, a excepción de una zona de cultivo de olivar situada en la zona de recarga de las captaciones y muy cercana al sondeo El Hoyazo, siendo esta superficie cultivada de unas 15,1 ha dentro de dicha zona de recarga.

Según el Instituto Nacional de Estadística (datos referidos a 1.999) el aprovechamiento de las tierras labradas de este municipio es el siguiente:

Actividad agrícola	Hectáreas cultivadas
Herbáceos	1.603
Frutales	147
Olivar	9.165
Viñedo	0
Otras tierras labradas	0

4.2.2. Actividad ganadera

No existen actividades ganaderas en la zona que puedan suponer una afección potencial a las aguas subterráneas captadas por las captaciones de abastecimiento.

Según el Instituto Nacional de Estadística (datos referidos a 1.999) las unidades ganaderas para el municipio de Quesada son las siguientes:

Actividad ganadera	Unidades ganaderas
Bovinos	0
Ovinos	821
Caprinos	68
Porcinos	3
Equinos	20
Aves	145

4.2.3. Actividad industrial

No existen actividades industriales en el entorno de las captaciones ni en todo el ámbito de la recarga. Las actividades industriales existentes se encuentran aguas abajo de los abastecimientos, en las proximidades de los cascos urbanos de la zona, siendo el núcleo urbano más cercano el de Heredamiento, situado unos 1500 m aguas abajo de las captaciones.

4.2.4. Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos son tratados en vertedero fuera del término municipal, y al igual que las actividades industriales no se encuentran en la zona de recarga de las captaciones, por lo que no suponen una afección a las aguas subterráneas captadas por las mismas.

4.2.5. Aguas residuales

Las aguas residuales generadas en Quesada se vierten después de un tratamiento secundario de aireación prolongada al Río de Quesada (Río Toya). Las ARU de los núcleos de Belerda y de Don Pedro, se vierten sin ningún tipo de tratamiento al río Tíscar, no obstante todos los vertidos a cauces del municipio están aguas abajo del manantial El Artesón y el sondeo El Hoyazo, y fuera de las zonas de recarga.

4.3. FOCOS DE CONTAMINACIÓN PRÓXIMOS A LAS CAPTACIONES

Los focos de contaminación más próximos a las captaciones están constituidos por los cultivos de la zona. Éstos corresponden a cultivos de secano, siendo mayoritario el cultivo del olivar. Los cultivos de olivar en secano se encuentran a escasos metros del sondeo El Hoyazo y ocupan un área de unas 15,1 ha sobre la zona de recarga de ambas captaciones.

El resto de actividades agrícolas se encuentran aguas abajo de las captaciones, situados a una distancia de unos 500 m de las mismas.

No se han encontrado focos de contaminación puntuales significativos en el entorno de las captaciones.

La situación de los focos respecto a las captaciones se muestra en la siguiente figura:

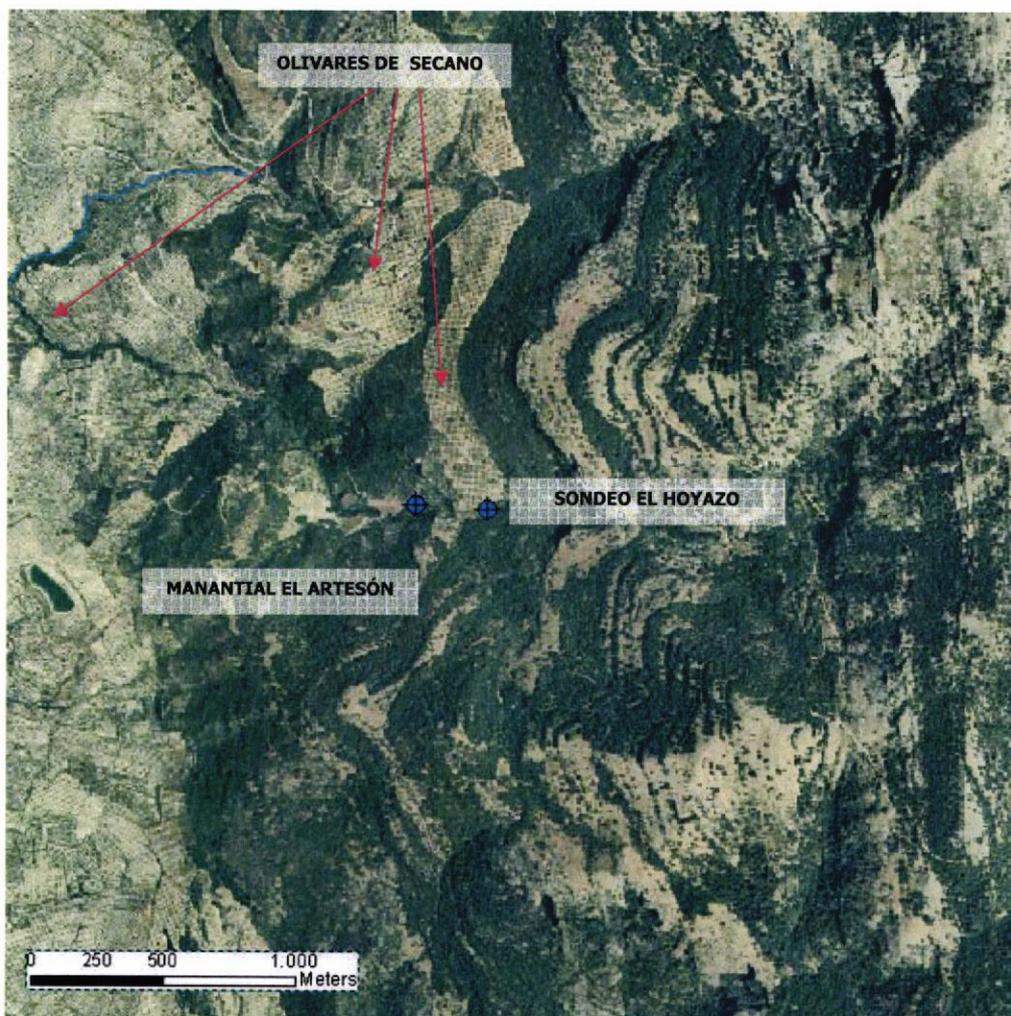


Fig. 5. Entorno de la captación de abastecimiento

4.4. INDICIOS DE CONTAMINACIÓN EN LAS CAPTACIONES

No se han encontrado indicios de contaminación en las captaciones objeto del perímetro de protección.

5. VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN

La vulnerabilidad frente a la contaminación en las captaciones de abastecimiento se ha definido como la susceptibilidad del agua subterránea a la contaminación generada por la actividad humana en función de las características geológicas, hidrológicas e hidrogeológicas de un área.

Los valores empleados para la estimación de la vulnerabilidad son los correspondientes al método COP mediante el análisis de la cartografía de la vulnerabilidad intrínseca en medios kársticos. Estos valores de vulnerabilidad se han obtenido del Mapa de Vulnerabilidad de España realizado por el IGME.

A causa de la naturaleza kárstica de la mayor parte de los acuíferos de la MAS 05.02 "Quesada-Castril", su vulnerabilidad frente a la contaminación es muy elevada, si bien es cierto que el riesgo de contaminación es pequeño ya que las zonas de recarga se sitúan a elevadas cotas, donde la actividad humana y las presiones son reducidas o nulas.

Además se ha realizado una evaluación hidrogeológica de la unidad en base al funcionamiento hidrogeológico, zonas de recarga, circulación del flujo subterráneo, zonas de circulación preferencial, etc., así como un análisis de la distribución de la vulnerabilidad en el entorno, las áreas de recarga de las captaciones y su relación con los focos potenciales de contaminación.

5.1. DISTRIBUCIÓN EN EL ENTORNO Y ÁREAS DE RECARGA

La distribución de la vulnerabilidad en el entorno de las captaciones a proteger se representa en el plano nº2 junto con los focos potenciales de contaminación.

En general, los valores de vulnerabilidad de los materiales carbonatados de la Sierra de Cazorla varían desde muy baja, baja y moderada en franjas perpendiculares a la dirección de flujo del agua subterránea, existiendo algunas zonas próximas con

valores de vulnerabilidad alta y muy alta en el valle del Arroyo El Artesón.

En la zona de recarga del manantial El Artesón y el sondeo El Hoyazo, constituida por los materiales carbonatados del jurásico, y por arcillas del cretácico inferior, la vulnerabilidad varía de muy baja a moderada. Aguas arriba del sondeo El Hoyazo y a escasos metros de éste, existe una zona de alta vulnerabilidad de unos 7.000 m²., que constituye la zona de mayor vulnerabilidad dentro del área de recarga.

5.2. RELACIÓN DE LA VULNERABILIDAD CON LOS FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

Las presiones que se sitúan sobre la zona de recarga corresponden a los olivares que se cultivan próximos a las captaciones. Estos cultivos se localizan sobre zonas de vulnerabilidad muy baja a moderada, al norte de los abastecimientos. El área ocupada por ellos dentro de la zona de recarga es de aproximadamente 15,1 ha. Esta zona, que no aparece en las coberturas GIS de usos del suelo (CORINE 2000), se muestra en la figura 5 del apartado 4.3, donde se muestra mediante ortofoto del 2007 el entorno próximo de las captaciones.

El resto de focos, principalmente constituidos por los cultivos en secano, se sitúan sobre zonas que no constituyen el área de recarga de las captaciones, por lo que no suponen un riesgo potencial para el agua subterránea captada por los abastecimientos, así como los focos puntuales, que se encuentran alejados de éstas, próximos a los núcleos urbanos de la zona.

5.2.1. Tipología de la distribución de presiones y vulnerabilidad

Tendiendo en cuenta la distribución de las presiones que se sitúan sobre las zonas de alimentación de las captaciones, las posibles afecciones al agua subterránea estarían relacionadas con los cultivos de olivar que se sitúan en el entorno inmediato del sondeo El Hoyazo. Esta presión se sitúa en una zona con una vulnerabilidad que

varía de muy baja a moderada.

TIPO DE CONTAMINACIÓN	PRESIONES	CONTAMINANTES	DISTANCIA A LA CAPTACIÓN	VULNERABILIDAD
Difusa	Agrícola. Olivos de secano	Nitratos Plaguicidas	Manantial El Artesón: 200m Sondeo El Hoyazo: 0 m	Muy baja-moderada

5.3. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA VULNERABILIDAD Y DEL RIESGO

En el ámbito de riesgo de contaminación de acuíferos, la peligrosidad viene dada por la capacidad del contaminante de producir mayor o menor daño sobre el agua subterránea. La peligrosidad de un contaminante es función de tres factores (De Keteleare et al., 2004):

- La nocividad intrínseca del contaminante inherente a su propia naturaleza.
- La intensidad potencial del episodio de contaminación, dependiente de la cantidad de contaminante vertido.
- La probabilidad de que el peligro se active, esto es, de que se desencadene una fuga o vertido del contaminante.

A partir de estos factores, la metodología propuesta por De Keteleare et al. 2004 para la evaluación y cartografía de la peligrosidad se resume en el siguiente Índice de Peligrosidad (Hazard Index, HI):

H = nocividad del contaminante o de una actividad antrópica potencialmente contaminante

Qn = cantidad de contaminante

Rf = probabilidad de ocurrencia del accidente

El índice de peligrosidad HI se obtiene mediante el producto de los tres factores y puede variar entre un factor mínimo de 0 y un máximo de 120.

$$HI = H \cdot Q_n \cdot R_f$$

HI index	Clase de peligrosidad
[0 – 24]	Muy baja
(24 – 48]	Baja
(48 – 72]	Moderada
(72 – 96]	Alta
(96 – 120]	Muy alta

Para el análisis de la peligrosidad se ha procedido a puntuar cada presión según sus características. El valor H viene definido por el método. Se ha puntuado el factor Q_n según la dimensión del peligro a partir de su identificación en el campo. El valor máximo de Q_n es igual a 1,2. El valor asignado a este parámetro dependerá de la extensión que ocupe el foco potencial de contaminación dentro de la zona de recarga de las captaciones a proteger y de la cantidad del contaminante.

Al factor R_f se le ha dado la mayor puntuación ($R_f=1$) excepto cuando existen datos que demuestran que la probabilidad de contaminación es nula.

El riesgo de contaminación, en base a las presiones actuales, se obtiene a partir de la combinación de la peligrosidad obtenida de las actividades ubicadas sobre el acuífero y de la vulnerabilidad de este último. El índice de intensidad del riesgo (RII) se ha calculado a partir del cociente entre el índice de vulnerabilidad obtenido con el método COP y el índice de peligrosidad (HI). El valor del factor COP se ha obtenido como la media de los distintos valores de éste en la zona en la que se sitúa el foco potencial de contaminación. (*Jimenez Madrid et al., 2009. Groundwater pollution risk assessment. Application to different carbonate aquifers in south Spain, European Geosciences Union, General Assembly, Vienna 2009*).

FACTOR COP	FACTOR HI	1/HI	RII= COP * 1/HI	CLASE DE RIESGO	NIVEL DE RIESGO
4-15	0-24	>0.042	>0.168	1	Muy bajo
2-4	24-48	0.042-0.021	0.168-0.042	2	Bajo
1-2	48-72	0.021-0.014	0.042-0.014	3	Moderado
0.5-1	72-96	0.014-0.010	0.014-0.005	4	Alto
0-0.5	96-120	<0.010	<0.005	5	Muy alto

A continuación se muestran los resultados obtenidos para las captaciones objeto del perímetro de protección:

FOCO POTENCIAL DE CONTAMINACIÓN	H	Qn	Rf	HI	Clase de peligrosidad	Factor COP	RII	Nivel de riesgo
Cultivos de olivar en secano	25	1,1	1	27,5	Baja	3,42	0,124	Bajo

El riesgo que suponen para las aguas subterráneas los cultivos de olivar es bajo debido a que éstos se encuentran en zonas de muy baja a moderada vulnerabilidad.

6. DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

Por la proximidad entre ambos puntos y por compartir un mismo contexto hidrogeológico, estos dos puntos han sido agrupados y analizados como uno sólo.

En el desarrollo de este trabajo se delimitan cuatro zonas en torno a las captaciones, denominadas:

- Zona I, Inmediata o de Restricciones Absolutas (Tiempo de tránsito de 1 día)
- Zona II, Próxima o de Restricciones Máximas (Tiempo de tránsito de 60 días)
- Zona III, Alejada o de Restricciones Moderadas (Tiempo de tránsito de 4 años)
- Zona de Protección de la Cantidad

6.1. ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO

6.1.1. Límites hidrogeológicos y geometría del acuífero

El manantial de Artesón se localiza en las laderas suroccidentales de los relieves externos de la Sierra de Cazorla, a unos 1.000 msnm y a unos cinco kilómetros de la localidad de Quesada, próximo al Cortijo El Artesón. Por su parte, el sondeo de El Hoyazo se encuentra en la misma vaguada pero unos 40 m más alto. Al compartir una misma localización geológica, se ha considerado su agrupación para la definición de un perímetro común. Como ya se ha comentado, estas captaciones se encuentran en la subunidad de Cazorla y en el Sector Escamas de Cazorla, acuífero Béjar.

Los recursos que drena el manantial El Artesón y que son extraídos del sondeo de El Hoyazo, corresponden a una escama de la serie de cabalgamientos apilados que componen el frente de la Sierra Cazorla. Esta escama está compuesta por materiales carbonatados jurásicos (dolomías, alternancia de marga-caliza y calizas nodulosas).

El Sector Escamas de Cazorla se caracteriza por constituir un frente de cabalgamientos apilados, de vergencia Oeste, en el que se identifican hasta cuatro

escamas principales. Las captaciones de El Artesón y El Hoyazo se localizan en la escama carbonatada inferior del apilamiento, cuya estructura responde a un pliegue tumbado de vergencia Oeste, contenido entre los cabalgamientos basal y cenital de la escama. Los materiales carbonatados de estas escamas inferiores muestran una estructura monoclinial, con suaves buzamientos hacia el Este.

Los materiales carbonatados, de edad jurásica, corresponden a dolomías, calizas nodulosas y alternancias de margas y calizas, aunque en algunos casos también aparece una formación arcillosa del Albiense (Cretácico) a techo de los carbonatos jurásicos. La presencia de estas arcillas es limitada, pues parece haber actuado como superficie de despegue para el desarrollo de los planos de cabalgamiento.

A partir de estas características y configuración geológica, los límites hidrogeológicos de la unidad acuífera vienen marcados por:

- El límite septentrional de esta unidad se ha establecido en una divisoria subterránea próxima al arroyo de Majuela, donde se localiza otro manantial y sondeo de abastecimiento (213770008 y 2132760002, respectivamente).
- Hacia el Sur, el límite del sistema se ha establecido en otra divisoria subterránea desfasada de la superficial hacia el Sur, con el fin de incorporar el relieve del cerro del Púlpito.
- Hacia el Este, el conjunto carbonatado se encuentra sellado por la formación de arcillas cretácicas y por el cabalgamiento superior de la escama tectónica en la que se desarrolla el sistema.
- Hacia el Oeste se localiza la zona de descarga de esta pequeña unidad, coincidiendo con la zona de charnela del pliegue tumbado que estructura la escama tectónica del sistema.

Considerando estos límites, la zona de recarga por infiltración difusa sobre los materiales carbonatados es de 0,99 km², mientras que las laderas desarrolladas sobre las arcillas cretácicas que vierten hacia los carbonatos ocupan una estrecha franja de

unos 0,14 km². Por tanto, atendiendo a los límites hidrogeológicos del sistema, y sumando la recarga autóctona y la alóctona, se acota una superficie de 1,12 km².

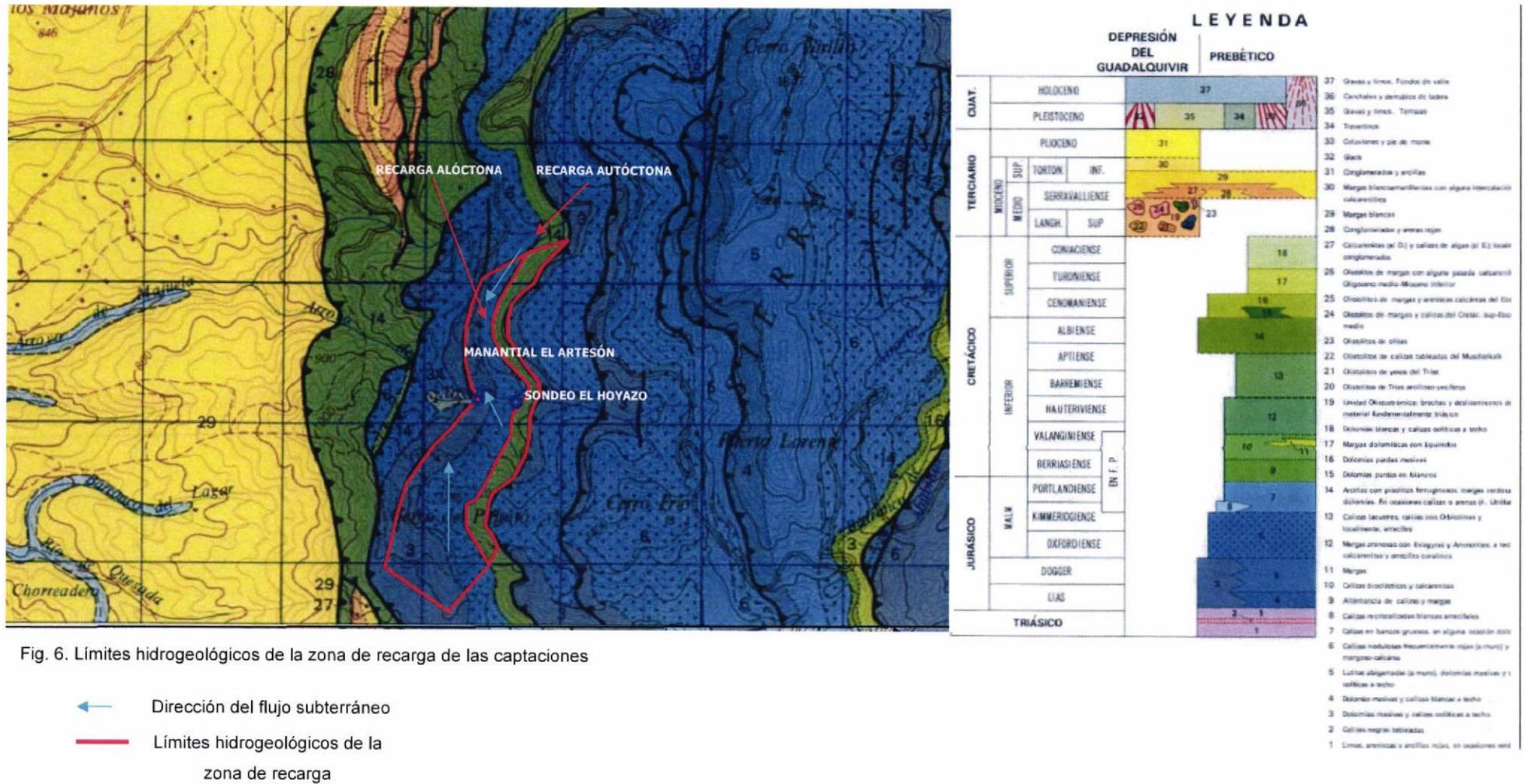


Fig. 6. Límites hidrogeológicos de la zona de recarga de las captaciones

- Dirección del flujo subterráneo
- Límites hidrogeológicos de la zona de recarga

6.1.2. Funcionamiento (isopiezas y líneas de flujo)

La recarga del sistema es prácticamente por infiltración directa y difusa sobre el afloramiento detrítico. Aunque una proporción en torno al 10 % se debe a la infiltración procedente de las laderas impermeables, desarrolladas sobre los materiales arcillosos del Albiense (Cretácico), y que contornean la zona superior del relieve carbonatado.

Al tratarse de una estrecha banda de materiales carbonatados, orientada Norte-Sur, los flujos principales de esta unidad van a ser laterales, provenientes desde el Norte y desde el Sur. El hecho de que el bombeo no mantenga seco al manantial vendría a apoyar la preponderancia de dichos flujos laterales.

A pesar de no disponer de datos relativos a piezometrías locales, en el conjunto del litosoma carbonatado las isopiezas van a mostrar una pendiente algo oblicuas a la ladera del relieve, e insinuando una suave vaguada piezométrica hacia el manantial El Artesón y un conoide alargado según la estructura del macizo (N-S), con centro en el bombeo de El Hoyazo.

Como ya se ha indicado, la descarga del sistema se produce en la zona de charnela del pliegue tumbado que estructura la escama tectónica en la que se desarrolla el sistema. El sondeo se localiza unos metros por encima, en el flanco oriental de dicho pliegue.

6.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS (BALANCE DE RECURSOS O MÉTODOS ANALÍTICOS)

Para tantear la extensión de la zona de alimentación del sistema y poder contrastarla con sus límites hidrogeológicos, se ha considerado la relación entre la recarga y la descarga de la unidad.

CÓDIGO	Tipo Captación	Nombre	Q (l/s)	Tipo de Acuífero	Funcionamiento	Lluvia útil (mm/a)	Recarga Autóctona (km ²)	Recarga Alóctona (km ²)	Recarga Total (km ²)
213770053	Sondeo	Sondeo El Hoyazo	0-60	Kárstico	Libre	500	0,99	0,14	1,13
213770001	Manantial	Manantial El Artesón	12	Kárstico	Libre	500	0,99	0,14	1,13

6.3. ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN

Las referencias de caudal para el manantial El Artesón varían entre 0 y 60 l/s, mostrando un comportamiento típicamente kárstico. Con este intervalo de caudales, se puede considerar que el aporte medio anual ha de ser de 5-10 l/s. Por otra parte, el caudal de explotación en el sondeo de El Hoyazo es de 12 l/s. Por tanto, de cara al análisis hidrogeológico, cabe considerar a estos dos puntos como una única zona de descarga con una aportación de unos 15-20 l/s.

Atendiendo a una lluvia útil de 500 mm/a, con una superficie de recarga de 1,12 km², se obtiene un caudal de 17,8 l/s. Precisamente, este caudal se encuentra en el rango de los 15-20 l/s estimados como caudal medio conjunto de las dos captaciones, por lo que se validan los límites hidrogeológicos del sistema y, en consecuencia, la zona de recarga establecida.

A partir de esta aportación media de 15-20 l/s y los parámetros climáticos, se ha extrapolado una cuenca de alimentación para ambas captaciones de de aproximadamente 1,2 km².

6.4. ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS

La zona de restricciones absolutas se considera como el círculo cuyo centro es cada una de las captaciones a proteger y cuyo radio es la distancia que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en un día.

Para la delimitación de la zona de restricciones absolutas se ha empleado el método de Wyssling. La resolución del método precisa conocer las siguientes variables:

i = gradiente hidráulico = 0,01

Q = caudal de bombeo = manantial El Artesón: 7 l/s, sondeo El Hoyazo: 12 l/s

T = 250 m²/día

m_e = porosidad eficaz = 0,01

Los datos obtenidos son los siguientes:

	S_o (m)	S_u (m)	B (m)	B' (m)
SONDEO EL HOYAZO	28	23	415	207
MANANTIAL EL ARTESÓN	22	17	242	121

En vista a los resultados obtenidos se delimita una zona de restricciones absolutas con un radio de 30 m para el sondeo El Hoyazo y radio 25 m para el manantial El Artesón, con centro en cada una de las captaciones.

6.5. ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS

La zona de restricciones máximas se considera como el espacio que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en más de un día y menos de 60 días. Queda delimitada entre la zona de protección inmediata y la isocrona de 60 días.

Los datos obtenidos con el método de Wyssling empleando las variables antes descritas en el apartado 6.4, para un tiempo de 60 días, son los siguientes:

	S_o (m)	S_u (m)	B (m)	B' (m)
SONDEO EL HOYAZO	399	99	415	207
MANANTIAL EL ARTESÓN	364	64	242	121

Los resultados obtenidos no se consideran satisfactorios, por lo que se determinará una zona de restricciones máximas mayor en base a criterios hidrogeológicos. Esta zona se ha delimitado mediante divisorias de aguas superficiales en los límites norte y sur, y mediante el cabalgamiento entre las dolomías y las calizas del jurásico en el Este. El límite Oeste de esta zona coincide con la zona de restricciones moderadas.

6.6. ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS

La zona de restricciones moderadas limita el área comprendida entre la zona de restricciones máximas y la isocrona de 4 años.

Debido a la configuración geológica del acuífero del que explotan agua las captaciones de abastecimiento a Quesada, la zona de restricciones moderadas se ha delimitado basándose en criterios hidrogeológicos (zona de recarga, fracturación, heterogeneidad del medio, etc.)

Esta zona estará delimitada por las zonas de recarga autóctona y alóctona para las captaciones de abastecimiento, ampliando los límites hacia el Este hasta el Cerro Puerto Lorena y en el sur hasta el cerro Frío, delimitando así la zona de restricciones moderadas en base a la zona de alimentación definida y a divisorias superficiales.

6.7. ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD

Se delimita un perímetro de protección de la cantidad, con el apoyo de criterios hidrogeológicos, en función del grado de afección que podrían producir determinadas captaciones en los alrededores.

- Cálculos de la zona de protección de la cantidad para el manantial El Artesón

Para la protección de la cantidad del manantial de abastecimiento se definirá un perímetro en función del radio de influencia R:

$$R = 1,5 (T t / S)^{1/2} = 6.943 \text{ m}$$

Donde:

T = transmisividad = 250 m²/día

t = tiempo de bombeo (120 días)

S = coeficiente de almacenamiento = 13,9 x 10⁻³

El valor obtenido es más extenso que la zona de recarga de las captaciones, por lo que se tomará como zona de protección de la cantidad el valor obtenido para el sondeo El Hoyazo, cuyos cálculos se muestran en el siguiente apartado.

- Cálculos de la zona de protección de la cantidad para el sondeo El Hoyazo

Para la protección del sondeo de abastecimiento a Quesada, se ha calculado el descenso en el nivel piezométrico que podrían provocar sondeos de semejantes características a las de la captación a proteger, situados a determinadas distancias.

Para los cálculos de descensos se utiliza la fórmula de Jacob:

$$D = \frac{0,183}{T} Q \log \frac{2,25Tt}{r^2 S}$$

Donde,

D = descenso del nivel piezométrico

T = transmisividad = 250 m²/día

Q = caudal (caudal máximo del sondeo a proteger) = 12 l/s (1036,8 m³/día)

t = tiempo de bombeo (120 días)

r = distancia al sondeo de captación (500 m)

S = coeficiente de almacenamiento = 13,9 x 10⁻³

El descenso obtenido para estos valores es de 1,73 m. Tomando una distancia al sondeo de captación de 1000 m el descenso obtenido es de 1,2 m, el cual no es muy significativo teniendo en cuenta el espesor saturado del acuífero.

Así, se tomará como zona de protección de la cantidad para ambas captaciones, la incluida en un radio de 1000 m dentro de los límites de la zona moderada, con centro en el punto medio de ambas captaciones. Esta zona queda definida dentro de los límites de la poligonal envolvente.

7. RED DE CONTROL Y VIGILANCIA

Se debe plantear un sistema de vigilancia ante la posible afección de actividades potencialmente contaminantes y dentro de la envolvente, para llevar a cabo un seguimiento de la eficiencia del perímetro de protección delimitado, que garantice el mantenimiento de la calidad del agua en los puntos de abastecimiento.

Debido a la actividad agrícola que se desarrolla sobre los afloramientos permeables es aconsejable, sobre todo durante y después de lluvias de cierta importancia, hacer algunos análisis para comprobar la posible presencia de contaminación de origen orgánico, y así como, especies nitrogenadas, fosforadas, pesticidas y fungicidas fundamentalmente. Se aconseja que este control sea semestral. Se establecen como puntos de control las propias captaciones, que responden a los puntos de descarga del sistema.

En caso de producirse una situación especial que provoque un vertido potencialmente contaminante, en las proximidades de las captaciones, se llevará a cabo una campaña de seguimiento de la calidad del agua, con el análisis de los parámetros que en cada momento se juzgue necesario determinar, y con la periodicidad que aconsejen las circunstancias.

El cuadro adjunto sintetiza el régimen de autorizaciones recomendado en las zonas de sectorización del perímetro de protección.

ACTIVIDAD	ZR. ABSOLUTAS	ZR. MÁXIMAS	ZR. MODERADAS
AGRICULTURA Y GANADERÍA			
Uso de fertilizantes y pesticidas	P	P	S
Uso de herbicidas	P	P	S
Almacenamiento de estiércol	P	P	S
Granjas porcinas y de vacuno	P	P	S
Granjas de aves y conejos	P	P	S
Ganadería extensiva	P	S	A
Aplicación de purines porcinos y vacunos estabilizados por compostaje	P	P	P
Depósitos de balsas de purines	P	P	P
Almacenamiento de materias fermentables para alimentación del ganado	P	P	S
Silos	P	P	S
RESIDUOS SÓLIDOS			
Vertederos incontrolados de cualquier naturaleza	P	P	P
Vertederos controlados de residuos sólidos urbanos	P	P	S
Vertederos controlados de residuos inertes	P	S	S
Vertederos controlados de residuos peligrosos	P	P	P
VERTIDOS LÍQUIDOS			
Aguas residuales urbanas	P	P	P
Aguas residuales con tratamiento primario, secundario y terciario	P	P	S
Aguas residuales industriales	P	P	P
Fosas sépticas, pozos negros o balsas de aguas negras	P	P	P
Estaciones depuradoras de aguas residuales	P	P	S
ACTIVIDADES INDUSTRIALES			
Asentamientos industriales	P	P	P
Canteras y minas	P	P	P
Almacenamiento de hidrocarburos	P	P	P
Conducciones de hidrocarburos	P	P	P
Depósitos de productos radiactivos	P	P	P
Inyección de residuos industriales en pozos y sondeos	P	P	P
OTROS			
Cementerios	P	P	P
Campings, zonas deportivas y piscinas públicas	P	P	S
Ejecución de nuevas perforaciones o pozos no destinados para abastecimiento	P	P	S

A: Actividad aceptable

S: Actividad sujeta a condicionantes

P: Actividad no autorizada

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sondeo El Hoyazo y el manantial El Artesón explotan el acuífero Béjar de la MAS 05.01 "Sierra de Cazorla", constituido fundamentalmente por materiales carbonatados jurásicos. Ambas captaciones abastecen al núcleo urbano de Quesada.

No se han detectado focos potenciales de contaminación que puedan poner en peligro la calidad de las aguas subterráneas del sector, a excepción de la contaminación difusa que pueda aportar las prácticas agrícolas, que suponen un riesgo bajo para las aguas subterráneas.

Se recomienda llevar a cabo un control de la evolución del nivel piezométrico en el sondeo y de los caudales bombeados. Esto implica equipar el sondeo con una tubería piezométrica para la introducción de la sonda de nivel.

La vulnerabilidad de esta unidad se debe considerar moderada, por lo que las precauciones y vigilancia sobre posibles actividades potencialmente contaminantes dentro de la poligonal se consideran suficientes habida cuenta de la protección que conlleva el Parque Natural de Sierra de Cazorla.

La zonación realizada se ha basado fundamentalmente en criterios hidrogeológicos, apoyándose en cálculos previos realizados según el método de Wyssling.

Es deber del Ayuntamiento velar por el cumplimiento de las restricciones, dentro de unos límites razonables, de cada una de las zonas definidas en esta propuesta. Cabe incidir en la importancia que tiene el control de actividades en el entorno más próximo a las captaciones, zona de restricciones absolutas, en relación a la ganadería extensiva o a prácticas agrícolas en las proximidades de las captaciones.

9. REFERENCIAS

ITGE-Junta de Andalucía. 1998. Atlas hidrogeológico de Andalucía.

ITGE-DPJ. 1997. Atlas hidrogeológico de la provincia de Jaén.

ITGE-Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. 2000-2001. Revisión y Actualización de las Normas de Explotación de las Unidades Hidrogeológicas de las cuencas del Guadalquivir y Guadalete – Barbate. Norma de Explotación de la MAS 05.01 (Sierra de Cazorla)

ITGE. Mapa geológico de España, escala 1:50 000. Hoja de Cazorla nº 21-37 (928) y Hoja de Pozo Alcón nº 21-38 (949)

ITGE. Plan de Control de la provincia de Jaén. 3ª Fase. Municipio de Quesada.

Martínez Navarrete, C. y García García, A. 2003. Perímetros de protección para captaciones de agua subterránea destinada a consumo humano. Metodología y aplicación al territorio. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. Serie: Hidrogeología y Aguas Subterráneas nº 10. Madrid.

De Ketelaere D., Hötzl H., Neukum C., Civitta M. y Sappa G. (2004). Hazard análisis and mapping. En F. Zwahlen (ed) Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karst) aquifers. Informe final de la Acción COST 620, 86-105

Jimenez Madrid et al., 2009. Groundwater pollution risk assessment. Application to different carbonate aquifers in south Spain, European Geosciences Union, General Assembly, Vienna 2009.

Instituto Nacional de Estadística (INE): <http://www.ine.es>.

ANEXOS

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Foto 1. Manantial El Artesón, Quesada.



Foto 2. Manantial El Artesón, Quesada.



Foto 3. Sondeo El Hoyazo, Quesada.



Foto 4. Sondeo El Hoyazo, Quesada.

ANEXO II
FICHAS DE INVENTARIO DE CAPTACIONES

 INVENTARIO PUNTO ACUÍFERO	① N° de registro 213170053 N° de puntos descritos 01 Hoja topográfica 1/50.000 CATORLA Número 028	② COORDENADAS Lambert X <input type="text"/> <input type="text"/> Y <input type="text"/> <input type="text"/> UTM Huso Sector X Y 30 5 498634 4189151																									
	③ Croquis acotado o mapa detallado		④ Cuenca hidrográfica GUADALQUIVIR 05 Unidad hidrogeológica 01 Sistema acuífero Provincia JAEN 23 Término Municipal QUESADA Toponimia EL HOYARO																								
	⑤ Objeto Cota Referencia topográfica		⑥ Naturaleza SONDEO Profundidad de la obra Profundidad/Longitud de la obra secundaria																								
⑦ Tipo de perforación Trabajos aconsejados por Año de ejecución Profundidad Reprofundizado el año Profundidad final		⑧ MOTOR Naturaleza Tipo equipo de extracción Potencia CV																									
⑨ Utilización del agua ABASTECIMIENTO Cantidad extraída (Dm ³) Durante días		⑩ ¿Tiene perímetro de protección? Bibliografía del punto acuífero Documentos interesados Entidad que contrata y/o ejecuta la obra Escala de representación Redes a las que pertenece el punto																									
⑪ MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Fecha</th> <th>Surgencia</th> <th>Altura del agua respecto a la referencia</th> <th>Caudal m/h</th> <th>Cota absoluta del agua</th> <th>Método de medida</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Fecha	Surgencia	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m/h	Cota absoluta del agua	Método de medida	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>			⑫ Sistema de Explotación: ⑬ Zonas Húmedas:	
Fecha	Surgencia	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m/h	Cota absoluta del agua	Método de medida																						
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																								
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																								
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																								
⑭ Usuario JUAN JOSE ARGUDO Nombre Propietario SOMAJAJA Tel. 953714041/953778371 Dirección C/ MEDICO BASILIO RODRIGUEZ, 9 Localidad QUESADA																											
⑮ OBSERVACIONES NO HAY INFORMACION CONSTRUCTIVA DEL SONDEO EN LA EMPRESA																											
⑯ Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero Año en que se efectuó la modificación		⑰ Instruido por Fecha																									

Consumo anual (m ³ /año)		Días de bombeo	
Caudal instantáneo (l/s)		Consumo municipio (m ³ /año)	
Volumen diario (m ³ /día)		Entidad gestora	

Instituto Geológico y Minero de España

INVENTARIO PUNTO ACUÍFERO

1 N° de registro **213770001**

2 COORDENADAS Lambert

N° de puntos descritos **01**

X Y

Hoja topográfica 1/50.000 **CABOZA**

UTM

Huso Sector X Y

30 S **498363** **4189167**

3 Croquis acotado o mapa detallado

4 Cuenca hidrográfica **GUADALQUIVIR** **05**

Unidad hidrogeológica **011**

Sistema acuífero

Provincia **JAEN** **23**

Término Municipal **QUESADA**

Toponimia **EL ARTEJON**

5 Objeto

Cota

Referencia topográfica

6 Naturaleza **MANANTIAL** **3**

Profundidad de la obra

Profundidad/Longitud de la obra secundaria

7 Tipo de perforación

Trabajos aconsejados por

Año de ejecución Profundidad

Reprofundizado el año Profundidad final

8 MOTOR

Naturaleza

Tipo equipo de extracción

Potencia cv

BOMBA

Naturaleza

Capacidad

Marca y tipo

9 Utilización del agua **ABAST. Y RIEGO** **4**

Cantidad extraída (Dm³)

Durante días

10 ¿Tiene perímetro de protección?

Bibliografía del punto acuífero

Documentos intercalados

Entidad que contrata y/o ejecuta la obra

Escala de representación

Redes a las que pertenece el punto

11 MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL

Fecha	Subsistencia	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m/h	Cota absoluta del agua	Método de medida
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

12 Sistema de Explotación:

13 Zonas Húmedas:

14 Usuario **JUAN JOSE ARGUDO**

Nombre Propietario **SOMAJASA** Telf. **953214041/953228391**

Dirección **CL. MEDICO BASILIO RODRIGUEZ 19** Localidad **QUESADA**

15 OBSERVACIONES **ABASTECE A LAS COMUNIDADES 'EL LLANO' Y 'LA TORRECIJA'**

16 Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero

Año en que se efectuó la modificación

17 Instruido por

Fecha **25.11.02**

Consumo anual (m ³ /año)		Días de bombeo	
Caudal instantáneo (l/s)		Consumo municipio (m ³ /año)	
Volumen diario (m ³ /día)		Entidad gestora	

ANEXO III
FICHAS DE INVENTARIO DE PRESIONES

PRESIONES INVENTARIADAS EN CAMPO

Provincia	Término Municipal	Núcleo urbano	Dirección/Paraje	Nombre	Tipo de actividad	Topología	Estado	Descripción	Sustancias contaminantes	UTM X	UTM Y	Superficie (m ²)	Captación	Distancia a la captación	Otras captaciones	Distancia al cauce más próximo	Nombre del cauce
Jaén	Quesada	Quesada	Carretera Quesada-Belera	Escombrera	Escombrera	Puntual	Activa	Vertido de escombros	Lixiviados	497579	4178657		Manantial Barranco La Canal	2000	Manantial Fuente del Vadillo		Río Tiscar

ANEXO IV
ANÁLISIS QUÍMICOS

TÉCNICA Y CALIDAD ALIMENTARIA DE LA SUBBÉTICA, S.L. - C.I.F. B-14469985

C162

Reg. Informe: 35160

pág. 1 de 3

LABORATORIO BIOFERBA, S.L.
Paseo 1º de mayo, 22-Bajo
23500 JODAR (Jaén)

IDENTIFICACIÓN: Agua. Ref: 144-08. Iimo. Ayto. de Huesa. 12-08-08.

ENTREG./RECOG.: Entregada al laboratorio.

PRESENTACIÓN: Bote de plástico de 1,5 litros y bote de cristal de 1 litro.

FECHA ENTRADA: 14/08/08 FECHA FINALIZACIÓN: 10/09/08

ANÁLISIS COMPLETO (R.D. 140/2003)

A. Parámetros Microbiológicos.

Parámetro	Resultado	Valor Paramétrico		Notas (ver R.D. 140/2003)
1 Escherichia coli	Ausencia	0 UFC	En 100 ml	
2 Enterococo	Ausencia	0 UFC	En 100 ml	
3 Clostridium perfringens (Incl. las esporas)	Ausencia	0 UFC	En 100 ml	1 y 2

B.1. Parámetros Químicos.

Parámetro	Resultado	Valor paramétrico		Notas R.D.
4 Antimonio	< 2	5,0	µg/l	
5 Arsénico	< 2	10	µg/l	
6 Benceno	< 0,2	1	µg/l	
7 Benzo(α)pireno	< 0,005	0,010	µg/l	
8 Boro	< 0,3	1,0	mg/l	
9 Bromato	---	25	µg/l	1
10 Cadmio	< 2	5,0	µg/l	
11 Cianuro	< 20	50	µg/l	
12 Cobre	< 0,02	2,0	mg/l	
13 Cromo	< 5	50	µg/l	
14 1,2-Dicloroetano	< 1	3	µg/l	
15 Fluoruros	< 0,2	1,5	mg/l	
16 Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HPA) (Suma de: Benzo(b)fluoranteno, Benzo(ghi)perileno, Benzo(k)fluoranteno, Indeno(1,2,3-cd)pireno.)	< 0,025	0,10	µg/l	
17 Mercurio	< 0,5	1,0	µg/l	
18 Microcistina	---	1	µg/l	2
19 Níquel	< 5	20	µg/l	
20 Nitratos	2	50	mg/l	3
21 Nitritos	< 0,2	0,5 R, 0,1 S	mg/l	3 y 4
22 Total de plaguicidas	Ver tabla	0,50	µg/l	5 y 6
23 Aldrín	Ver tabla	0,03	µg/l	
Dieldrín	Ver tabla	0,03	µg/l	
Heptacloro	Ver tabla	0,03	µg/l	
Heptacloro epóxido	Ver tabla	0,03	µg/l	
24 Plomo	< 2	25	µg/l	
25 Selenio	< 5	10	µg/l	
26 Trihalometanos (THMs): (Suma de: Bromodicloro- metano, Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano.)	19,2	150	µg/l	7 y 8
27 Tricloroetano + Tetracloroetano:	< 2	10	µg/l	

TÉCNICA Y CALIDAD ALIMENTARIA DE LA SUBBÉTICA, S.L. - C.I.F. B-14469985

C162

Reg. Informe: 35160

pág. 2 de 3

B.2. Parámetros químicos que se controlan según las especificaciones del producto.

	Parámetro	Resultado	Valor Paramétrico		Notas r.d.
28	Acrlamida	---	0,10	µg/l	1
29	Epiclorhidrina	---	0,10	µg/l	1
30	Cloruro de vinilo	---	0,50	µg/l	1

C. Parámetros Indicadores.

	Parámetro	Resultado	Valor Paramétrico		Notas r.d.
31	Bacterias coliformes	Ausencia	0 UFC	En 100 ml	
32	Recuento de colonias a 22 °C	Ausencia	100 UFC en Salid., Sin cambios anómalos en Red		
33	Aluminio	< 100	200	µg/l	
34	Amonio	< 0,2	0,50	mg/l	
35	Carbono Orgánico total	---	Sin cambios anómalos	mg/l	1
36	Cloro combinado residual	< 0,05	2,0	mg/l	2, 3 y 4
37	Cloro libre residual	0,3	1,0	mg/l	2 y 3
38	Cloruros	13	250	mg/l	
39	Color	< 5	15	mg/l Pt/Co	
40	Conductividad (20 °C)	481	2.500	µS/cm ⁻¹ a 20°C	5
41	Hierro	< 20	200	µg/l	
42	Manganeso	< 10	50	µg/l	
43	Olor	1	3 a 25°C	Índ. de dil.	
44	Oxidabilidad	0,4	5,0	mg O ₂ /l	1
45	pH (20 °C)	8,32	6,5 a 9,5		5 y 6
46	Sabor	---	3 a 25 °C	Índ. de dil.	
47	Sodio	16	200	mg/l	
48	Sulfatos	40	250	mg/l	
49	Turbidez	< 0,5	1 S, 5 R	UNF	
	Potasio	1,6	---	mg/l	
	Calcio	57,5	---	mg/l	
	Magnesio	16,3	---	mg/l	
	Bicarbonatos	209	---	mg/l	
	Carbonatos	5,9	---	mg/l	
	Dureza	210	---	mg/l en CaCO ₃	
	Sólidos totales disueltos	361	---	mg/l	
	Índice de Langeller	0,70	Debe estar comprendido entre ± 0,5		

D. Radiactividad.

	Parámetro	Resultado	Valor Paramétrico		Notas r.d.
50	Dosis indicativa total	---	0,10	mSv/año	1
51	Tritio	---	100	Bq/l	
52	Actividad α total	---	0,1	Bq/l	
53	Actividad β resto	---	1	Bq/l	2

"---" Parámetros no solicitados por el cliente en este pedido.

TÉCNICA Y CALIDAD ALIMENTARIA DE LA SUBBÉTICA, S.L. - C.I.F. B-14469985

C162

Reg. Informe: 35160

pág. 3 de 3

MULTI-RESIDUO PLAGUICIDAS (Concentraciones en µg/l. Método: GC-MS/MS). ND (< 0,02)

Acefato	ND	Diazina	ND	Fosmet	ND	Pendimetalina	ND
Alaclor	ND	Diazinona	ND	γ-HCH (lindano)	ND	Permetrin I+II	ND
Aldrin-R	ND	Diclofuanid	ND	Heptacloro	ND	Pirimifos metil	ND
Atrazina	ND	Dicloran	ND	Heptacloro	ND	Procimidona	ND
Azinfos metil	ND	Diclorvos	ND	Imazalil	ND	Propazina	ND
Azinfos etil	ND	Dicofol deg.	ND	Iprodiona	ND	Pyrazofos	ND
α-HCH	ND	Dicofol	ND	Malation	ND	Simazina	ND
Benfuracarb	ND	Dieldrin	ND	Metaxil	ND	Suprofezin	ND
β-HCH	ND	Diflufenican	ND	Metamidofos	ND	Terbutilazina	ND
Bromopropilato	ND	Dimetoato	ND	Metidation	ND	Tetradifon	ND
Carbaril	ND	Diuron	ND	Metoxicloro	ND	Tiabendazol	ND
Carbofenotion	ND	Endosulfan I	ND	Miclobutanil	ND	Triadimefon	ND
Cipermetrinas	ND	Endosulfan II	ND	Norfluorazon	ND	Triadimenol	ND
Clorfenvinfos I	ND	Endosulfan	ND	Nuarimol	ND	Trifluralina	ND
Clorfenvinfos II	ND	Endrin	ND	Oxifluorfen	ND	Vinclozolin	ND
Clorotalonil	ND	Etion	ND	p, p'-DDE	ND		
Clorpirifos metil	ND	Fenitroton	ND	p, p^DDD	ND		
Clorpirifos	ND	Fenpropatrin	ND	p, p^DDT	ND		
Deltametrin	ND	Fluazifop butil	ND	Paration metil	ND		
δ-HCH	ND	Fonofos	ND	Paration	ND		

Valor paramétrico individual: 0,10 µg/l

Lucena, 11 de septiembre de 2008

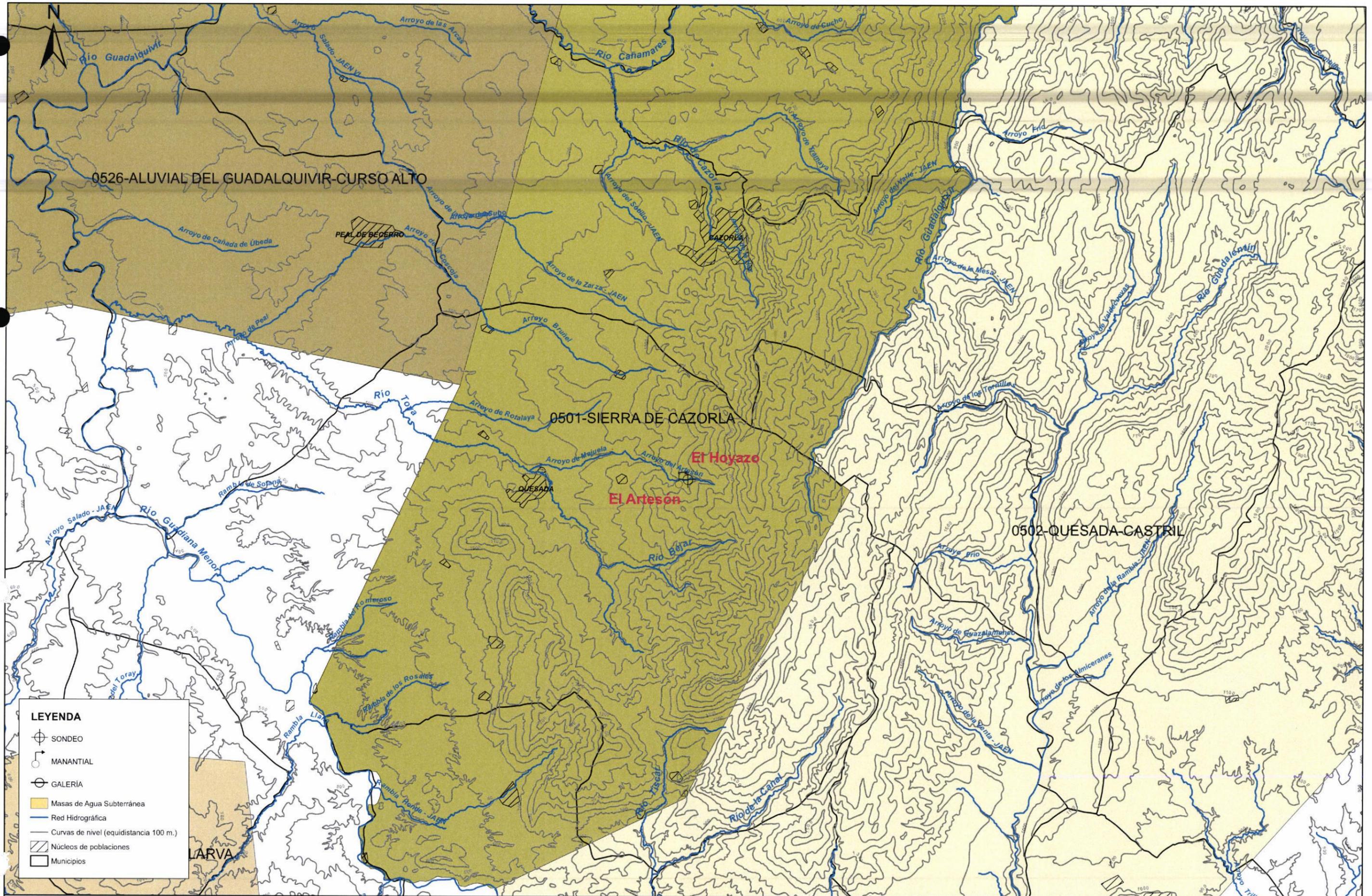

Director Técnico
 TÉCNICA Y CALIDAD ALIMENTARIA DE LA SUBBÉTICA, S.L.
 Mesón, 29 - 2.º D
 CABA JUCENA (Córdoba)
 C.I.F. B - 14.469.985

Advertencia: - Los resultados analíticos corresponden a la muestra ensayada.

PLANOS

INDICE DE PLANOS

- Plano nº 1 - Situación de las captaciones de abastecimiento.
- Plano nº 2 - Mapa de vulnerabilidad y presiones.
- Plano nº 3 - Mapa del perímetro de protección.



0526-ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR-CURSO ALTO

0501-SIERRA DE CAZORLA

0502-QUESADA-CASTRIL

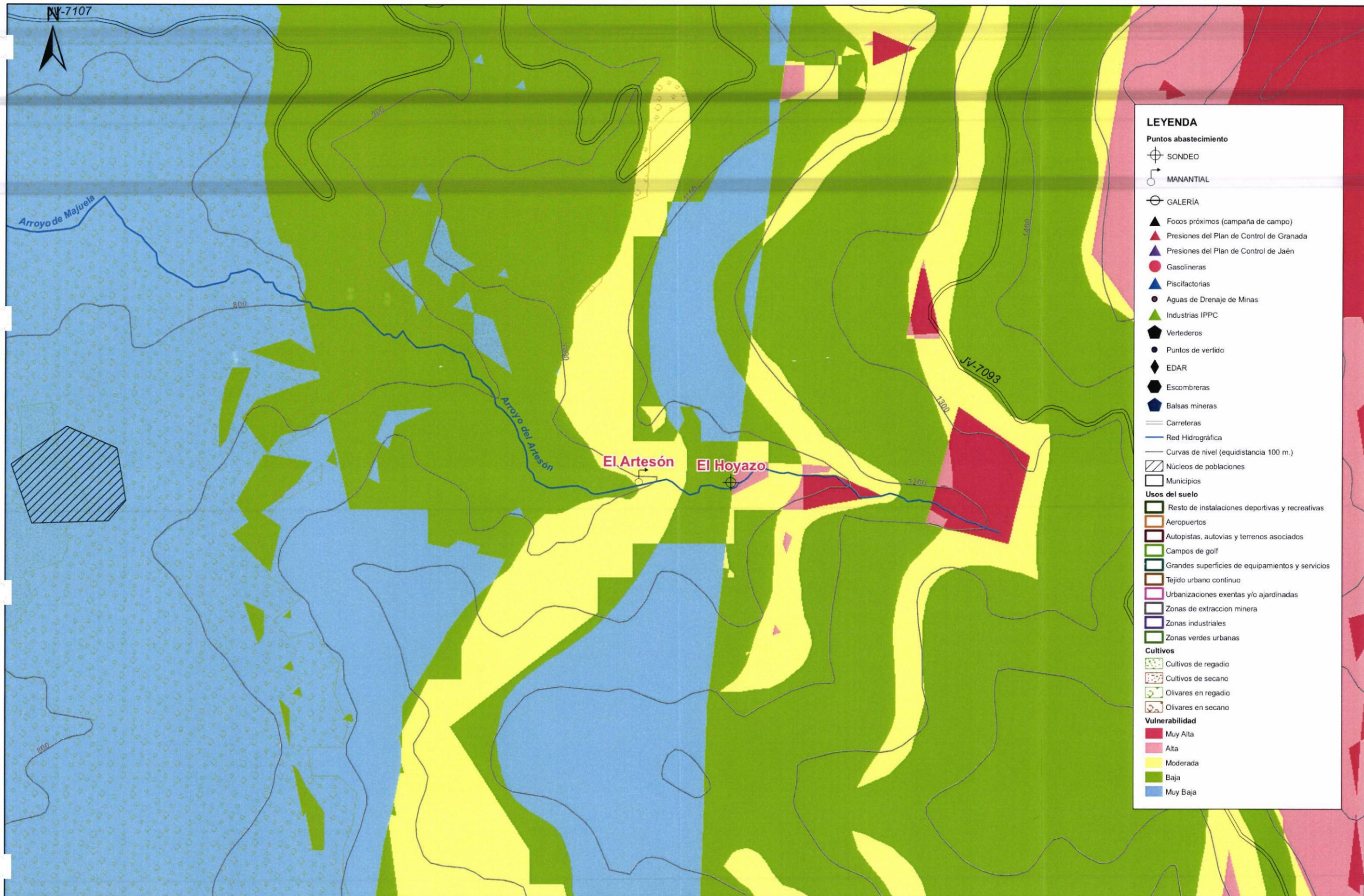
LEYENDA

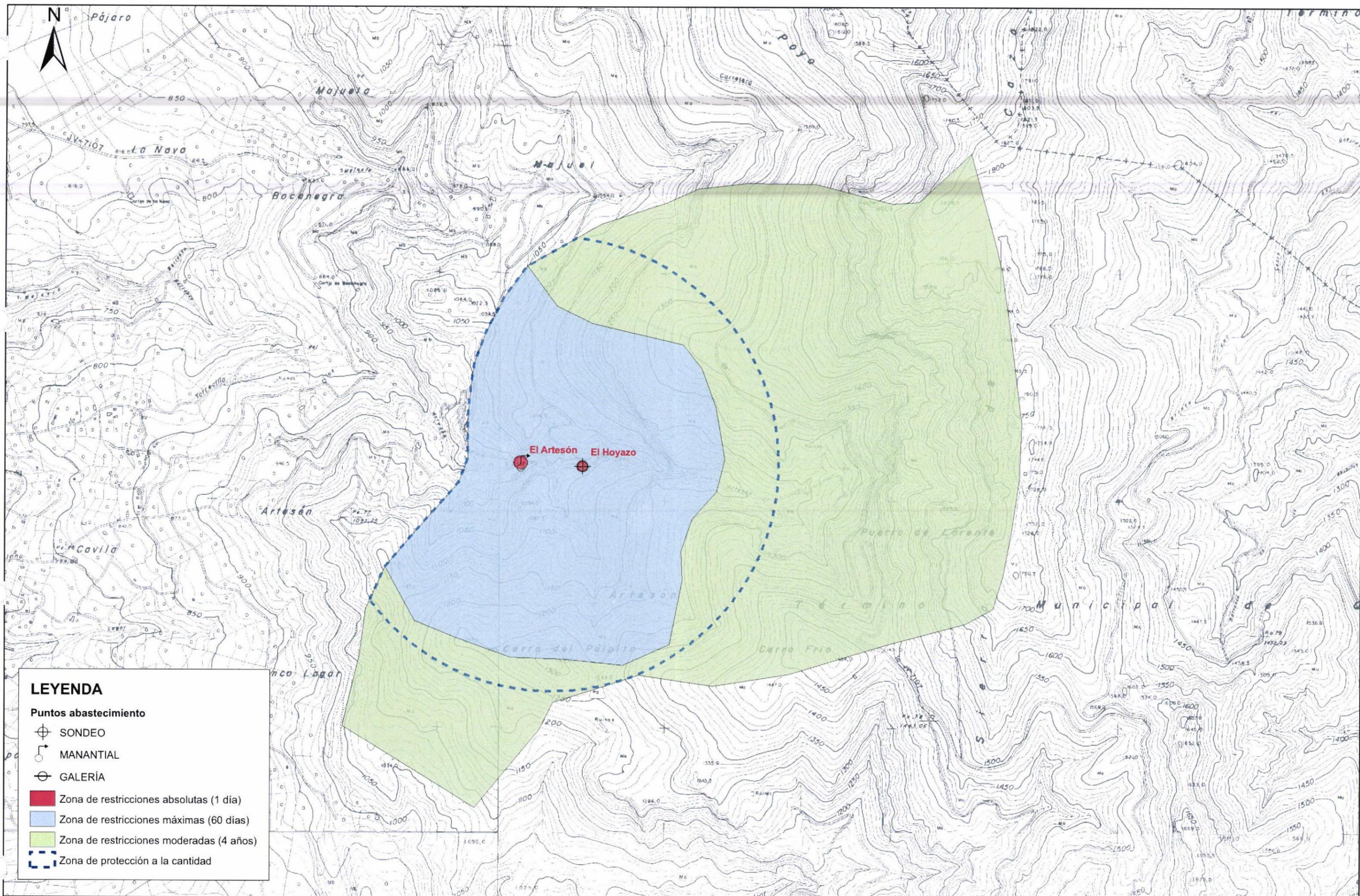
- SONDEO
- MANANTIAL
- GALERIA
- Masas de Agua Subterránea
- Red Hidrográfica
- Curvas de nivel (equidistancia 100 m.)
- Núcleos de poblaciones
- Municipios

ESCALA:
1:100.000
0 1.000 2.000 m.

TÍTULO:
PLANO DE SITUACIÓN. MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

PLANO
Nº 1





LEYENDA

Puntos abastecimiento

⊕ SONDEO

⊕ MANANTIAL

⊕ GALERÍA

■ Zona de restricciones absolutas (1 día)

■ Zona de restricciones máximas (60 días)

■ Zona de restricciones moderadas (4 años)

⋯ Zona de protección a la cantidad