



**PERÍMETRO DE PROTECCIÓN DEL POZO DE LOS
GALLARDOS DE ABASTECIMIENTO A VARIAS PEDANÍAS DEL
MUNICIPIO DE CANILES (GRANADA)**



ÍNDICE

Pag nº

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ABASTECIMIENTOS.....	5
2.1. INFRAESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN	6
2.1.1. Captaciones de abastecimiento.....	6
2.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO.....	7
2.2.1. Depósitos y conducciones.....	7
2.2.2. Esquema general	7
2.2.3. Importancia de la captación y volúmenes captados.....	9
3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.....	10
3.1. MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO	10
3.2. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO.....	13
3.3. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA	15
3.4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRAULICO.....	16
3.5. HIDROQUÍMICA DEL SECTOR	18
4. FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	22
4.1. ORIGEN DE LA INFORMACIÓN DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	22
4.2. INVENTARIO DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	23
4.2.1. Actividad agrícola.....	23
4.2.2. Actividad ganadera	23
4.2.3. Actividad industrial	23
4.2.4. Residuos sólidos urbanos	24
4.2.5. Aguas residuales.....	24
4.2.6. Otros focos potenciales de contaminación.....	24
4.3. FOCOS DE CONTAMINACIÓN PRÓXIMOS A LA CAPTACIÓN	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. Tipología de la distribución de presiones y vulnerabilidad	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.	<i>Límites hidrogeológicos y geometría del acuífero.....</i>	<i>32</i>
6.1.2.	<i>Funcionamiento (isopiezas y líneas de flujo)</i>	<i>34</i>
6.2.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS (BALANCE DE RECURSOS O MÉTODOS ANALÍTICOS)	34
6.3.	ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN	35
6.4.	ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS.....	35
6.5.	ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS	36
6.6.	ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS	37
6.7.	ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD	37
7.	RED DE CONTROL Y VIGILANCIA	39
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
9.	REFERENCIAS	42

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 Nº 1: SITUACIÓN DE LAS CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO

PLANO Nº 2: MAPA DE VULNERABILIDAD Y PRESIONES

PLANO Nº 3: MAPA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la delimitación y justificación técnica del perímetro de protección del Pozo de los Gallardos (224030087), que abastece a distintas pedanías y cortijos del municipio de Caniles (Los Gallardos, El Francés, Cantarranas, Los Pinos, Los Perales y un polígono industrial) y está situado en la Masa de Agua Subterránea (MAS) 05.09 "Baza-Caniles".

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 Caniles tiene una población residente estable de 4.956 habitantes (Cifras de población referidas al 01/01/2008), de los que 4.219, corresponden al núcleo de dicho municipio. Los habitantes restantes se distribuyen por las distintas pedanías del término municipal de la siguiente manera:

Núcleo	Habitantes
Caniles	4.219
Balax	121
El Francés	33
Los Gallardos	165
La Jauca	32
Maclite	48
Las Molineras	61
Los Olmos	18
Los Pinos	87
Rejano	46
La Vega	126
Total	4.956

En función del consumo anual en el año 2007, que fue de 225.000 m³ (616 m³/día), según datos facilitados por el Ayuntamiento, se ha calculado una dotación de unos 124,29 l/hab/día.

El abastecimiento al municipio de Caniles se realiza mediante aguas subterráneas que proceden de 3 captaciones: El pozo Fuente Maneta (224020284), que es el principal punto del municipio y abastece a Caniles y a las pedanías de Las Molineras y La Vega; Pozo Rejano (224070031), que abastece a las pedanías de Rejano, Balax, Los Alejos y Estación de Guijate; y por último, el que se trata en este informe, el Pozo

de Los Gallardos (224030087) (también conocido como Valcabra), que abastece a las pedanías de Los Gallardos, El Francés, Cantarranas, Los Pinos, Los Perales y un polígono industrial de la zona.. El Pozo de Los Gallardos drena agua de la MAS 05.09 “Baza-Caniles”.

La localización del Pozo de Los Gallardos se muestra en el plano de situación nº 1

La gestión del servicio de abastecimiento la realiza el Ayuntamiento de Caniles.

2.1. INFRAESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN

2.1.1. Captaciones de abastecimiento

- **Pozo de los Gallardos (224030087)**

Se localiza en materiales de la MAS 05.09 “Baza-Caniles”. En la zona es más conocido como Valcabra, ya que así se denomina al paraje en el que se sitúa (Rambla de Valcabra). Se encuentra ubicado a una altura de 901 metros snm. y tiene una profundidad de 120 metros. Su diámetro de perforación es de 350 mm y presenta un entubado de acero de 300 mm. La extracción de agua se realiza mediante una bomba eléctrica sumergible de 12 CV. Se extrae un caudal de unos 5 l/s durante 12 horas diarias a lo largo de todo el año.

Sus coordenadas UTM son X: 528127, Y: 4143793.

2.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO

2.2.1. Depósitos y conducciones

Depósito de Valcabra I, D-4: Se sitúa en la zona alta de la pedanía de Los Gallardos, a una cota de 922 m. Es un depósito superficial, construido en fábrica de hormigón, con 75 m³ de capacidad. Recibe agua de la captación por una tubería de PVC de 110 mm de diámetro, mientras que la distribuye a Los Gallardos y otras pedanías.

Depósito de Valcabra II, D-5: Se sitúa junto a la carretera de los Gallardos, en la entrada del camino al cortijo de Las Barreras, a una cota de 940 m. Se trata de un depósito superficial, construido en fábrica de hormigón y con unos 250 m³ de capacidad total. Recibe agua de la captación por una tubería de PVC de 110 mm de diámetro, mientras que la distribuye a Los Gallardos y otras pedanías.

2.2.2. Esquema general

El sistema de abastecimiento de la captación estas pedanías de Caniles se muestra en el siguiente esquema.

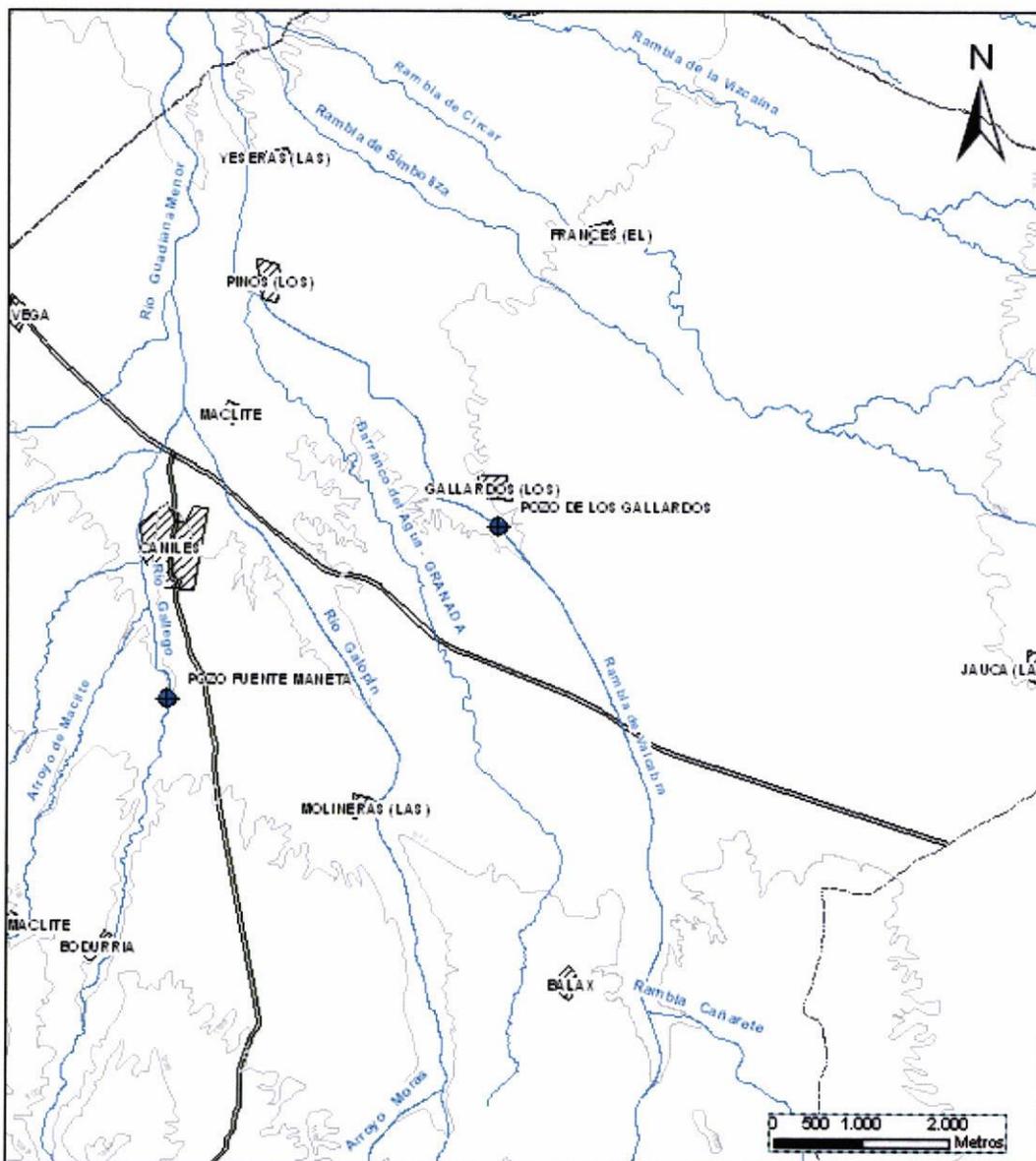


Fig. 1. Sistema de abastecimiento del pozo de Los Gallardos a las pedanías de Los Gallardos y alrededores.

El agua extraída se almacena en dos depósitos, el de Valcabra I o los Gallardos (75 m³), y el del Polígono Industrial o Valcabra II (250 m³). Desde allí se distribuye a la red de distribución de las distintas pedanías.

2.2.3. **Importancia de la captación y volúmenes captados**

Según los datos de consumo de agua, facilitados por el Ayuntamiento de Caniles, para el año 2007, el abastecimiento con aguas subterráneas supone un 100% del total del consumo anual.

Este consumo total se reparte entre las diferentes captaciones según indica el siguiente cuadro:

AGUAS SUBTERRÁNEAS DE ABASTECIMIENTO A PRIEGO DE CORDOBA		
Captación	Consumo anual 2007	Porcentaje del consumo (%)
Pozo de los Gallardos	10.000	4,44
Pozo Fuente Maneta	200.000	88,89
Pozo Rejano	15.000	6,67
Total	225.000	100

En cuanto al abastecimiento en el año 2007, el manantial Pozo de los Gallardos, fue el de menor importancia (4,44%), en cuanto a cantidad extraída se refiere. El pozo principal en el municipio de Caniles es el Pozo de Fuente Maneta, con un porcentaje de consumo de 88,89%.

3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

3.1. MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

La MAS de Baza-Caniles se encuentra situada en una de las cuencas intramontañas neógenas que se disponen a lo largo del contacto entre las Zonas Internas y Externas de la Cordillera Bética: La Depresión de Guadix-Baza.

Se trata de una MAS detrítica con permeabilidad por porosidad intergranular. Tiene una superficie permeable de unos 190 km² distinguiéndose fundamentalmente dos subunidades cuya edad y geometría son diferentes: Subunidad Miopliocena y Subunidad Cuaternaria.

Las unidades litoestratigráficas que aparecen son de muro a techo las siguientes:

- Triásico: Son materiales pertenecientes a los complejos Nevado-Filábride y Alpujárride. Los primeros están constituidos por micaesquistos y micacitas grafitosas con intercalaciones de cuarcitas micáceas, los segundos por el apilamiento de varios mantos alpujárrides (fundamentalmente Blanquizares y Santa Bárbara) constituidos cada uno de ellos por dos tramos, uno superior de calizas y dolomías y otro inferior de filitas con intercalaciones de cuarcitas.
- Mioceno: Formado por depósitos marinos que se disponen discordantemente sobre el sustrato. En la zona de Bodurria está constituido por brechas rojas, conglomerados y arenas con intercalaciones de areniscas bioclásticas y construcciones arrecifales, los espesores son del orden de los 100 m. En la zona de Valcabra está constituido por margas y margas arenosas, conglomerados y arenas con potencias de unos 80 m.
- Pliocuaternario: Se suele distinguir entre las denominadas Formación Guadix y Formación Baza, la primera está formada básicamente por conglomerados, que hacia el centro de la cuenca intercalan arenas y lutitas, la Formación Baza

se encuentra interdigitada con la Formación Guadix y está constituida fundamentalmente por tres miembros, uno calizo-margoso, otro margoso-limoso y otro margoso-arenoso. A la Formación Guadix se le atribuye en la zona de Baza- Caniles, una potencia entorno a los 100-200 m, mientras que la Formación Baza sobre la base de datos geofísicos se han estimado potencias del orden de los 1000 m.

- Cuaternario: Por una parte se distingue el glacis (niveles de colmatación) y los depósitos aluviales recientes. El glacis está constituido por conglomerados con caliches a techo, su espesor puede variar entre 0,5 y 20 m aunque el más normal es de 2-5 m. Los depósitos aluviales están formados por gravas, arenas y en menor proporción limos y arcillas, son especialmente importantes en la terraza de la margen izquierda del río Baza donde tienen una potencia media de 20 m, si bien pueden alcanzar los 40-50 m

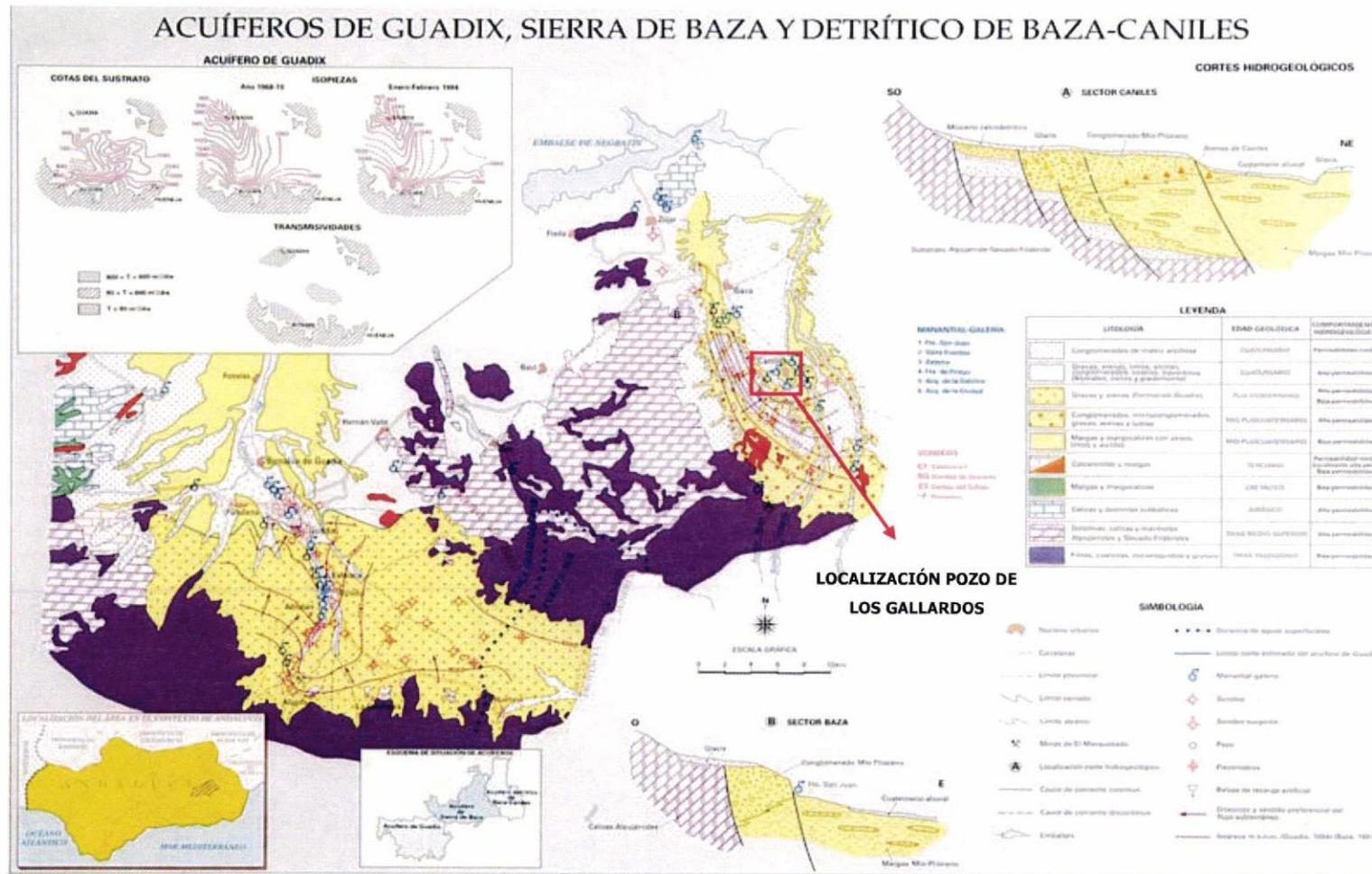


Fig. 2. Hidrogeología del área donde se ubica el Pozo de Los Gallardos

3.2. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

El sondeo Pozo de Los Gallardos capta recursos de la Subunidad Miopliocena. Su superficie de afloramientos permeables es de 155 km² y su espesor medio del orden de 200-300 m aunque presenta variaciones significativas de unos sectores a otros, desde 100-150 m en los alrededores de Baza, a más de 500 m en el entorno de Caniles. Está constituida por dos conjuntos hidrogeológicos diferentes: uno de edad Mioceno de origen marino y otro de edad Plioceno a Pleistoceno de naturaleza continental, resultado del depósito de diferentes abanicos aluviales. El primero lo componen de muro a techo, conglomerados, calcarenitas y margas cuya extensión y disposición hacia el centro de la cuenca es desconocida en detalle. El segundo está compuesto por conglomerados de matriz areno-arcilloso, posee un comportamiento hidrogeológico complejo como resultado de la diversa orientación y extensión de cada una de las generaciones de abanicos aluviales que lo forman y de los cambios de facies que se producen hacia el centro de la cuenca, motivo por el cual sus límites septentrional y oriental son difusos. El límite occidental está constituido por los carbonatos alpujárrides de la Sierra de Baza con los que existe continuidad hidrogeológica, el meridional por los afloramientos metapelíticos de la Sierra de los Filábres aunque hay una indefinición de los límites debido a la prolongación por el Corredor del Almanzora de parte de los materiales detríticos.

Sobre esta subunidad, se encuentra la Subunidad Cuaternaria que tiene una superficie de afloramientos de 35 km² y un espesor medio de 20 m. Se trata de un acuífero libre constituido por gravas con matriz lutítica y arenas limosas. Corresponde a los depósitos de llanura de inundación y antiguas terrazas que ocupan la margen izquierda del río Baza y los cauces de los ríos Gallego, Golopón y Valcabra. En cabecera tienen continuidad con los materiales detríticos del acuífero mioplioceno, mientras que hacia el centro de la cuenca quedan individualizados por las margas de la Formación Baza

En la siguiente figura se muestra la geología de la zona en la que se encuentra el Pozo de Los Gallardos.

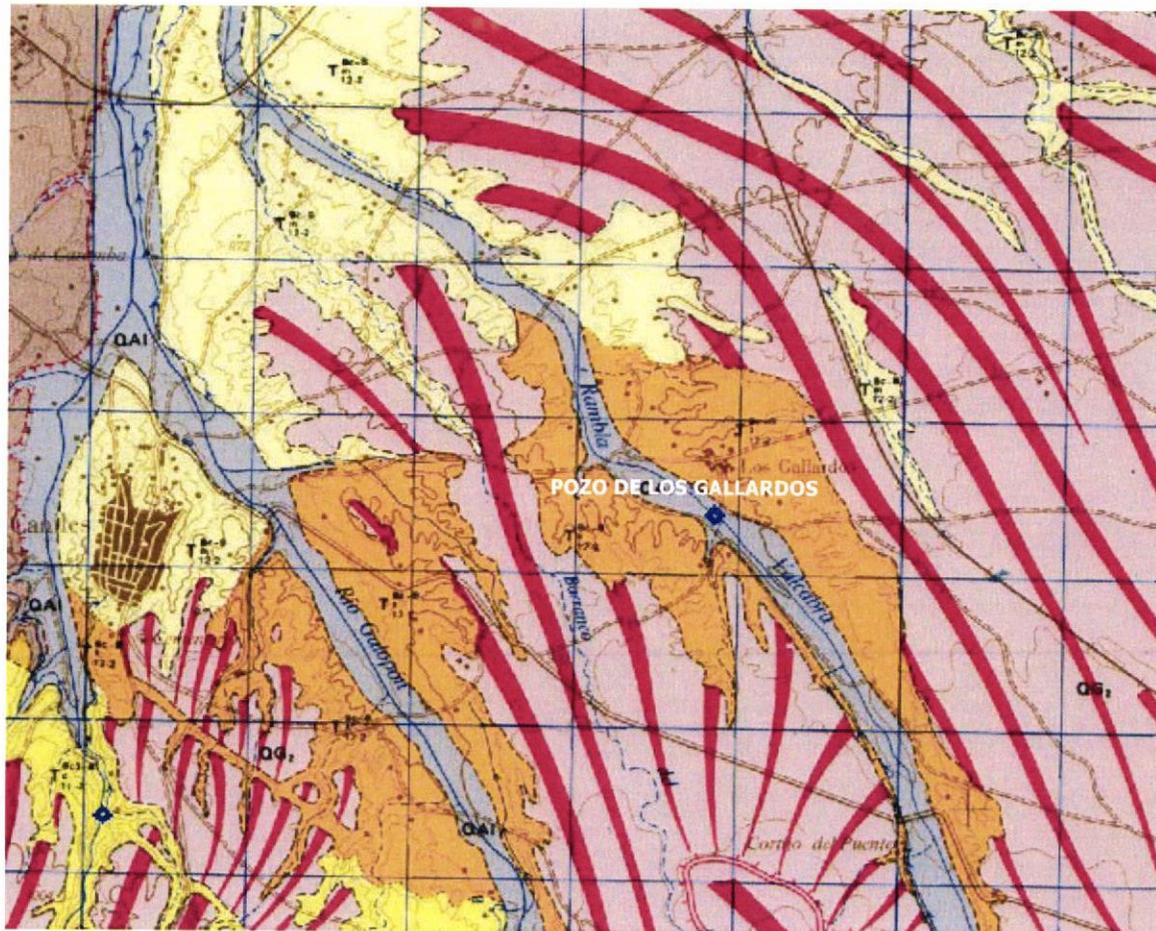
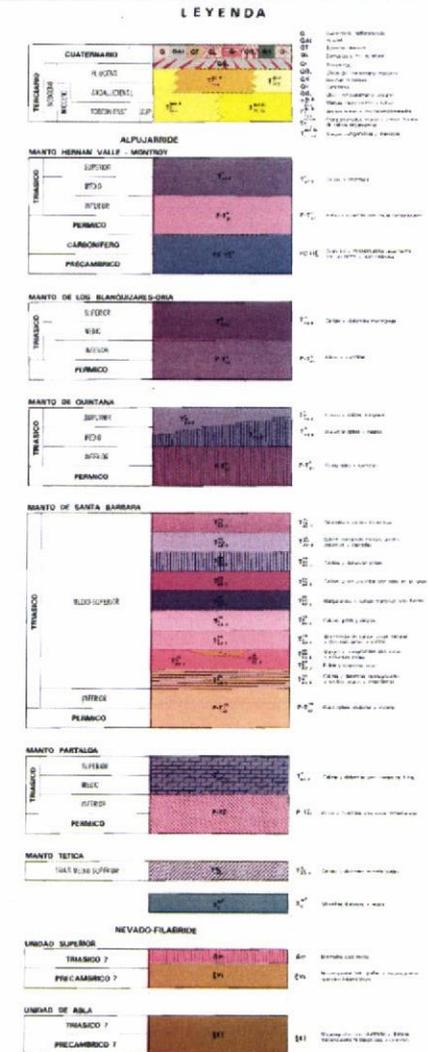


Fig. 3 Geología del área donde se ubica el pozo de los Gallardos.



3.3. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

La información disponible procede de cuatro pruebas de bombeo realizadas en el Proyecto del Guadalquivir (FAO) en 1969, en los sondeos 2240/6/1, 2240/2/39, 2240/2/38 y 2240/2/1 y una prueba de bombeo realizada por comisaría de aguas en 1991 en el sondeo 2240/2/397.

En el sondeo 2240/6/1 se obtuvo una transmisividad entre 850 y 1700 m²/d, en el 2240/2/39 entre 250 y 350 m²/d, en el 2240/2/38 entre 430 y 520 m²/d, en el 2240/2/1 del mismo orden que en el 2240/6/1 y en el 2240/2/397 de 43 m²/d.

El punto 2240/2/39 es el sondeo más próximo a la captación objeto del perímetro de protección, y se emplaza en los mismos materiales de los que explota agua el Pozo de Los Gallardos.

En cuanto a coeficiente de almacenamiento se citan valores comprendidos entre 10⁻² y 10⁻³ obtenidos en las pruebas de bombeo realizadas en el Proyecto del Guadalquivir (FAO).

PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS						
FUENTE DE INFORMACIÓN	TRANSMISIVIDAD (m ² /día)	GRADIENTE HIDRÁULICO	COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO	ESPESOR DEL ACUÍFERO (m)	ESPESOR SATURADO (m)	POROSIDAD EFICAZ (%)
Norma de explotación de la UH 05.09 (Baza-Caniles)	250-350	0,02 - 0,03	10 ⁻² -10 ⁻³	200-300	200	
Atlas Hidrogeológico de Andalucía	430-1730	0,02 - 0,03		150-200		1-3

3.4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO

La alimentación se produce por infiltración del agua de lluvia sobre sus afloramientos permeables, por infiltración de la escorrentía generada sobre las cuencas impermeables vertientes a dichos afloramientos y por aporte subterráneo desde el sector oriental de la Sierra de Baza. Las descargas se producen a través de los manantiales, mediante extracciones por bombeo, descarga subterránea de la Subunidad Miopliocena a la Subunidad Cuaternaria a través de los aluviales de los ríos Gallego, Galopón y Valcabra y subterránea hacia los materiales pliocuaternarios del sector noroccidental.

La piezometría de la Subunidad Miopliocena está condicionada por las principales descargas de la unidad. Estas descargas, a excepción de la más septentrional (2240/1/1, Fuentes de San Juan) se sitúan en los arroyos que de Norte a Sur jalonan la unidad: Arroyo de Siete Fuentes, Rambla del Chopo, Arroyo del Lunchar, río Gallego, río Golopón y Rambla de Valcabra.

El sector nororiental presentaría unas líneas piezométricas generales orientadas en dirección E-O, con flujo regional en sentido Norte; existiría una inflexión en las proximidades de los manantiales de Siete Fuentes (2240/1/2) y Fuente de San Juan (2240/1/1) condicionada por un flujo local hacia dichos manantiales. La recarga en este sector procede fundamentalmente de aportes subterráneos de la MAS 05.11 Sierra de Baza, unidad con la que está en continuidad hidráulica. Su nivel piezométrico se encuentra comprendido entre los 910 y 940 msnm.

Las isopiezas del sector suroriental tendrían también orientación general E-O; aunque hacia el Norte, debieran notarse unas inflexiones que marcarían la descarga a través de los aluviales de los ríos Gallego, Golopón y Valcabra. La recarga de este sector procede fundamentalmente de la escorrentía de la cuenca impermeable vertiente. Su nivel piezométrico se encuentra algo más elevado, entre 960 y 1006 msnm.

El balance de la MAS 05.09 "Baza-Caniles" es el siguiente:

Entradas:

- Infiltración de agua de lluvia.	7,5 hm ³ /a
- Infiltración de la escorrentía de las cuencas de los ríos Gallego, Golopón y Valcabra.....	15 hm ³ /a
- Aportes subterráneos del sector oriental de la MAS 05.11.	10 hm ³ /a
- Infiltración de las descargas de los manantiales del sector suroriental de la MAS. 05.11.....	1,5 hm ³ /a
TOTAL....	34 hm ³ /a

Salidas:

- Manantiales y galerías.....	18,5 hm ³ /a
- Extracciones por bombeo.....	4 hm ³ /a
- Derivaciones para riego de la Acequia de Morax.....	2 hm ³ /a
- Descargas subterráneas a través de los ríos Gallego, Golopón y Valcabra.....	8,5 hm ³ /a
- Descargas subterráneas hacia los materiales pliocuaternarios de la zona noroccidental.....	1 hm ³ /a
TOTAL....	34 hm ³ /a

3.5. HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

Las aguas subterráneas de la MAS Baza-Caniles (05.09) presentan una amplia variedad de facies hidroquímicas.

En el acuífero de la Sierra de Baza, el agua presenta una facies predominantemente bicarbonatada cálcico-magnésica, con valores en torno a 500 mg/l para el total de sólidos disueltos. Esta facies hidroquímica es indicativa de la recarga procedente desde estos materiales carbonatados y caracteriza las aguas subterráneas de los sectores no confinados del acuífero Mio-Plioceno, como Siete Fuentes. En el sector nororiental de la Sierra de Baza, sin embargo, las facies que aparecen tanto en manantiales como sondeos surgentes del entorno de Zújar son de tipo bicarbonatadas-sulfatadas magnésico-cálcicas, con conductividades entre 800-1000 $\mu\text{S/cm}$. Esto sugiere un mayor recorrido subterráneo, en relación con los límites plio-cuaternarios de naturaleza margoyesífera. Mención aparte merecen las aguas termales de los Baños de Zújar que, con facies clorurada-sulfatada sódico-cálcica y una salinidad media de 5 g/l, deben estar ligadas a sistemas de flujo más complejos.

En las aguas del sector confinado superior del acuífero Mio-Plioceno, las hidrofacies son parecidas a las antes mencionadas en los sectores próximos a los carbonatos alpujárrides, aunque evolucionan hacia facies bicarbonatadas-sulfatadas y sulfatadas-bicarbonatadas, con un moderado aumento de la salinidad, a medida que se alejan de la zona de recarga.

Hacia el Sur de la Hoya de Baza domina la facies bicarbonatada-sulfatada cálcica, representativa del quimismo de la recarga procedente del borde nevado-filábride. Ya en el seno del acuífero detrítico Mio-Plioceno, y en relación con algunos afloramientos de conglomerados y arenas de origen marino, aparecen facies mixtas sulfatadas-cloruradas y bicarbonatadas-cloruradas con elevados contenidos en Na^+ (300-360 mg/l) y Cl^- (220-300 mg/l).

El sector confinado profundo del acuífero se caracteriza por unas aguas más mineralizadas (entre 2-4 g/l) con facies de tipo sulfatado-clorurado magnésico-

cálcicas, escaso contenido en oxígeno disuelto (en torno a 1 mg/l) y un fuerte olor a sulfhídrico.

Al considerar las aguas del acuífero Cuaternario, se observa que las facies bicarbonatadas cálcico-magnésica y magnésico-cálcica, presentes en el límite con la Formación Guadix, evolucionan hacia el centro de la cuenca a facies sulfatada-bicarbonatada y sulfatada (1000-3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), con un alto contenido en nitratos. Esta distribución de facies está influenciada no solo por la relación con el límite de margas y yesos pliocenos sino también por la reutilización del agua del acuífero e incluso por el empleo de aguas residuales para riego.

Existen algunos pozos excavados en los niveles arenosos intercalados en la Formación Baza cuyas aguas son altamente salinas (más de 4 g/l), con facies sulfatada magnésico-cálcica, como consecuencia de la disolución de los materiales evaporíticos presentes en esta formación.

En los sectores más permeables del acuífero Cuaternario se ha detectado la presencia de plaguicidas en las aguas subterráneas, tanto organoclorados como organofosforados. Aunque el estado actual de contaminación por plaguicidas no puede considerarse alarmante, dada la baja concentración en que aparecen, su presencia resulta en cualquier caso indeseable y sería conveniente controlar la respuesta del sistema en diferentes pocas del año.

Para abastecimiento las aguas presentan, en general, buena calidad química para el consumo humano. En el acuífero Cuaternario y al Sureste de Caniles existen zonas con aguas que superan los límites de máximos admitidos generalmente en sulfatos.

Se ha obtenido una analítica procedente del informe *"Plan de Control de Recursos y Gestión de Captaciones de Aguas Subterráneas para Abastecimientos Urbanos de la Provincia de Granada. Municipio: Caniles. Ampliación 7ª Fase"* del IGME y la Diputación de Granada, de fecha 24 de abril de 2007

PUNTO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	C.E	pH	FECHA
	(mg/l)									μS/cm		
Pozo de Los Gallardos	32	80	173	<3	6	46	15	48	1	493	7,8	24/04/2007

El agua que presenta la captación es de mineralización media, y presenta un contenido bastante bajo de nitratos, por lo que no existe contaminación. El agua que presenta es de gran calidad química, sin que hayan detectado en los análisis propios problemas de calidad bacteriológica.

El análisis de agua correspondiente a la captación Pozo de Los Gallardos (224030087) se ha representado en un diagrama de Piper-Hill-Langelier.

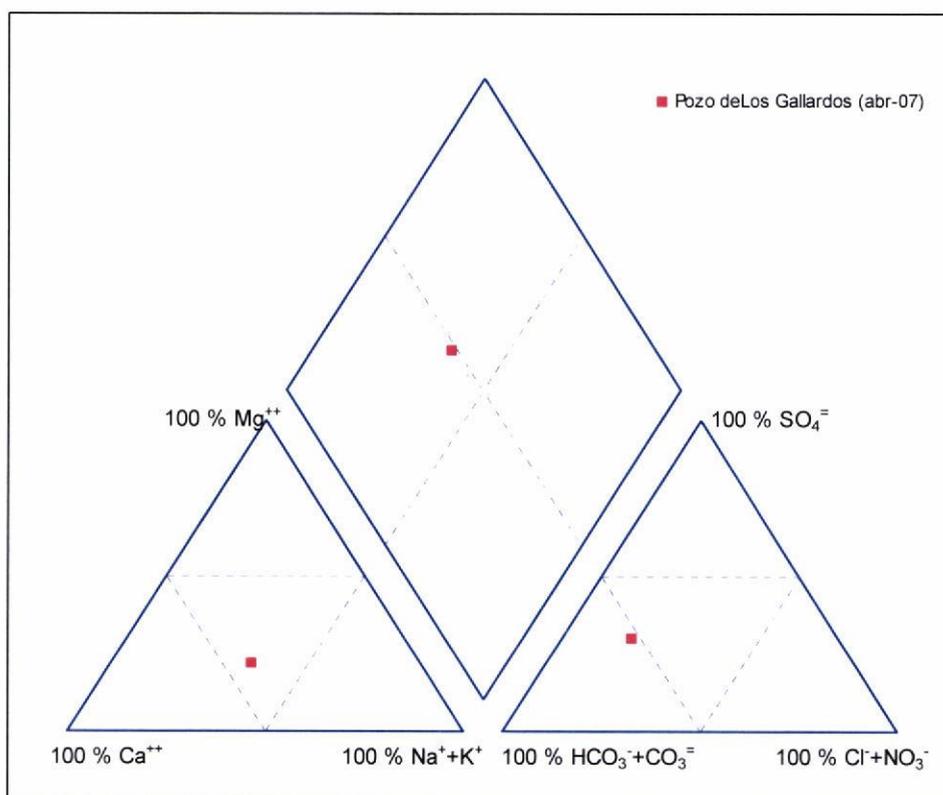


Fig. 4. Diagrama de Piper de las aguas del pozo de Los Gallardos

Como se puede observar en el diagrama de Piper-Hill-Langelier las aguas de este manantial presentan una facies hidroquímica bicarbonatada cálcico-sódica.

Microbiología

Como se observa en los análisis aportados por el Ayuntamiento (Anexo 4), la ausencia de bacterias perjudiciales para la salud como *Escherichia coli* y otras bacterias coniformes, hacen a este agua apta para el consumo humano, desde el punto de vista microbiológico.

4. FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

4.1. ORIGEN DE LA INFORMACIÓN DE FOCOS POTENCIALES 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

Las presiones de la zona están constituidas fundamentalmente por la actividad agrícola de la zona. 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

La actividad agrícola en esta zona es muy importante. El Pozo de los Gallardos se encuentra en una zona de cultivos de regadío, en la Rambla de Valcabra. También se encuentran cultivos de secano en la zona, que presentan una gran extensión, y se sitúan a unos 120 m de la captación.

4.2.2. Actividad ganadera

En la zona de recarga de la captación se encuentran cuatro establos ganaderos y dos granjas avícolas, situándose la actividad ganadera más cercana a unos 400 m del sondeo.

4.2.3. Actividad industrial

En la zona existe una cantera situada a unos 600 al Suroeste del sondeo y un polígono industrial a una distancia de 1370 m, próximo al Barranco del Agua. El polígono industrial está formado por varias naves industriales de actividad

desconocida.

4.2.4. Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos son tratados en la planta de recuperación y compostaje de Alhendín, por lo que no suponen una afección potencial para las aguas subterráneas del sector.

4.2.5. Aguas residuales

No se han encontrado vertidos de aguas residuales en las zonas de recarga de la captación.

Aguas arriba del sondeo se encuentran los núcleos urbanos de Balax y Las Molineras, así como el de Los Gallardos, que se encuentra aguas abajo de la captación, pero cercano a ésta. Las pérdidas en la red de saneamiento de estos núcleos pueden suponer una afección a las aguas subterráneas.

4.2.6. Otros focos potenciales de contaminación

La carretera A-334 se encuentra a una distancia de unos 1.500 m aguas arriba de la captación.

4.3. FOCOS DE CONTAMINACIÓN PRÓXIMOS A LA CAPTACIÓN

Los focos de contaminación más próximos a la captación están constituidos por las actividades agrícolas de la zona, una cantera, el núcleo urbano de Los Gallardos y una granja avícola situada en este casco urbano.

La situación de estos focos respecto al sondeo 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 la captación 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 DRASTIC mediante el análisis de la cartografía de la vulnerabilidad intrínseca en medios detríticos. Estos valores de vulnerabilidad se han obtenido del Mapa de Vulnerabilidad de España realizado por el IGME.

Además se ha realizado una evaluación hidrogeológica de la MAS 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 la captación a proteger se representa en el plano nº 2 junto con los focos potenciales de contaminación.

La vulnerabilidad en la zona presenta principalmente valores bajos y muy bajos. Existen zonas con valores moderados y altos relacionados con los cauces de la Rambla de Valcabra y el Río Galopín.

En la Rambla de Valcabra, donde se encuentra situado el Pozo de Los Gallardos, Los valores de vulnerabilidad moderada se encuentran a una distancia de unos 2.600 m, y los valores de alta vulnerabilidad a unos 4.600 m. El sondeo se localiza sobre materiales de vulnerabilidad baja.

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

Los focos potenciales de contaminación que se sitúan sobre la zona de recarga (plano nº 2) están formados por los cultivos de secano y de regadío, los núcleos urbanos de Los Gallardos, Balax y Las Molineras, la carretera A-334, la actividad ganadera de la zona, una cantera y un polígono industrial.

Los núcleos urbanos se sitúan sobre terrenos de vulnerabilidad baja y muy baja, a excepción de Las Molineras que también se encuentra sobre una zona de vulnerabilidad moderada.

Los cultivos de secano se encuentran sobre zonas de vulnerabilidad baja y muy baja, sin embargo, los cultivos de regadío, al estar situados en los márgenes de la Rambla de Valcabra y el Río Galopín, se desarrollan también sobre terrenos de moderada y alta vulnerabilidad.

Los establos ganaderos y las granjas avícolas se encuentran sobre materiales de baja y muy baja vulnerabilidad, al igual que la cantera, la carretera A-334 y el polígono industrial.

5.2.1. Tipología de la distribución de presiones y vulnerabilidad

Teniendo en cuenta la distribución de los focos de contaminación que se sitúan sobre las zonas de alimentación de la captación, todas estas presiones se sitúan sobre terrenos de vulnerabilidad baja y muy baja, a excepción de los cultivos de regadío, que también se encuentran en zonas de moderada y alta vulnerabilidad, y el núcleo urbano de Las Molineras, que se encuentra también en zonas de vulnerabilidad moderada.

TIPO DE CONTAMINACIÓN	PRESIONES	CONTAMINANTES	DISTANCIA A LA CAPTACIÓN	VULNERABILIDAD
Difusa	Agrícola. Cultivos de secano	Nitratos Plaguicidas	120 m	Muy baja-Baja
Difusa	Agrícola. Cultivos de regadío	Nitratos Plaguicidas	0 m	Muy baja-Alta
Puntual	Cantera	Hidrocarburos	600 m	Muy baja
Puntual	Polígono industrial	Desconocido	1.370 m	Baja
Puntual	Establos ganaderos	Materia orgánica	900 m	Muy baja-Baja
Puntual	Granjas avícolas	Materia orgánica	400 m	Muy baja-Baja
Difusa	Zona urbanizada con red de alcantarillado	Aguas residuales	300 m	Muy baja-Moderada
Difusa	Carretera	Hidrocarburos	1.500 m	Muy baja-Baja

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.

$$HI = H \cdot Qn \cdot Rf$$

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 Qn según la dimensión del peligro a partir de su identificación en el campo. El valor máximo de Qn 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 Rf se le ha dado la mayor puntuación (Rf=1) excepto cuando existen datos que demuestran que la probabilidad de contaminación es nula.

En función de la clase de peligrosidad y el valor de la vulnerabilidad en la zona donde se sitúa el foco potencial de contaminación se obtiene un valor cualitativo del nivel de riesgo.

EVALUACIÓN DEL RIESGO					
Peligrosidad	Vulnerabilidad				
	Muy baja	Baja	Moderada	Alta	Muy alta
Muy baja	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo-Moderado
Baja	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo-Moderado	Moderado
Moderada	Bajo	Bajo	Moderado	Moderado	Alto
Alta	Bajo-Moderado	Moderado	Moderado-Alto	Alto	Alto
Muy alta	Moderado	Moderado	Alto	Alto	Muy alto

A continuación se muestran los resultados obtenidos para la captación objeto del perímetro de protección:

FOCO POTENCIAL DE CONTAMINACIÓN	H	Qn	Rf	HI	Clase de peligrosidad	Vulnerabilidad	Nivel de riesgo
Cultivos de secano	25	1,2	1	30	Baja	Muy baja-Baja	Muy bajo-Bajo
Cultivos de regadío	30	1,2	1	36	Baja	Muy baja-Alta	Bajo
Cantera	25	1	1	25	Baja	Muy baja	Muy bajo
Polígono industrial	30	1	1	30	Baja	Baja	Bajo
Establos ganaderos	30	1,1	1	33	Baja	Muy baja-Baja	Muy bajo-Bajo
Granjas avícolas	30	0,9	1	27	Baja	Muy baja-Baja	Muy bajo-Bajo
Zona urbanizada con red de alcantarillado	35	1	1	35	Baja	Muy baja-Moderada	Muy bajo-Bajo
Carretera	35	0,8	1	28	Baja	Muy baja-Baja	Muy bajo-Bajo

Las presiones de la zona suponen un riesgo muy bajo-bajo para las aguas subterráneas del sector.

6. DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

En la definición del perímetro de protección 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 sondeo capta recursos de la Subunidad Miopliocena, formada por margas y margas arenosas del mioceno y conglomerados y arenas miopliocenas con un espesor medio de 200-300m, aunque en este sector, podrían presentar un espesor mayor. En los cauces del Río Galopín y la Rambla de Valcabra se encuentran los depósitos de llanura de inundación y terrazas que forman parte de la Subunidad Cuaternaria, y que presentan unos espesores medios de unos 20 m.

El sustrato impermeable está formado por materiales alpujárrides y nevado-filábrides en el sector occidental y por facies detríticas arcillosas y margosas en el resto.

El flujo subterráneo presenta una dirección SE-NO, situándose el límite oriental del acuífero en los materiales carbonatados y metapelíticos alpujárrides.

A continuación se representa el esquema geológico de la zona.

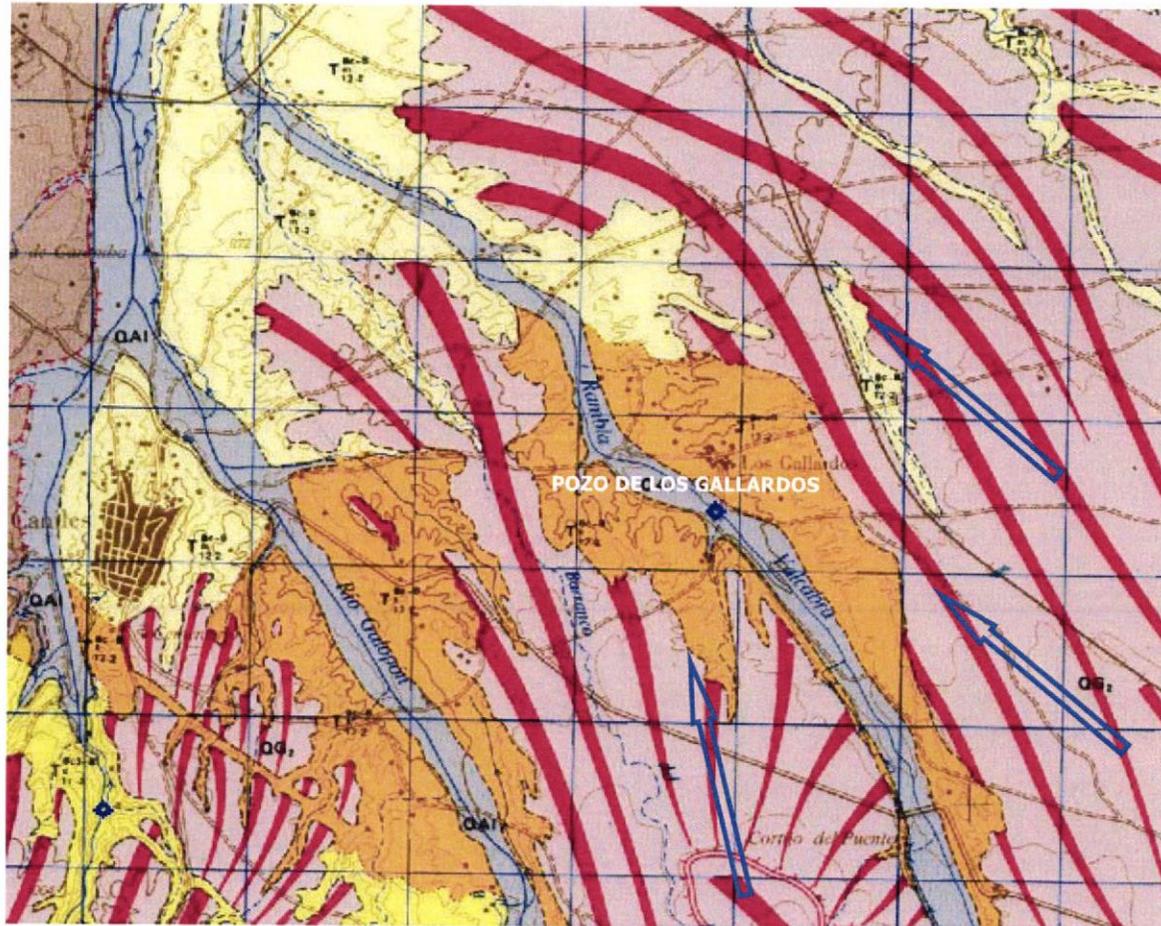
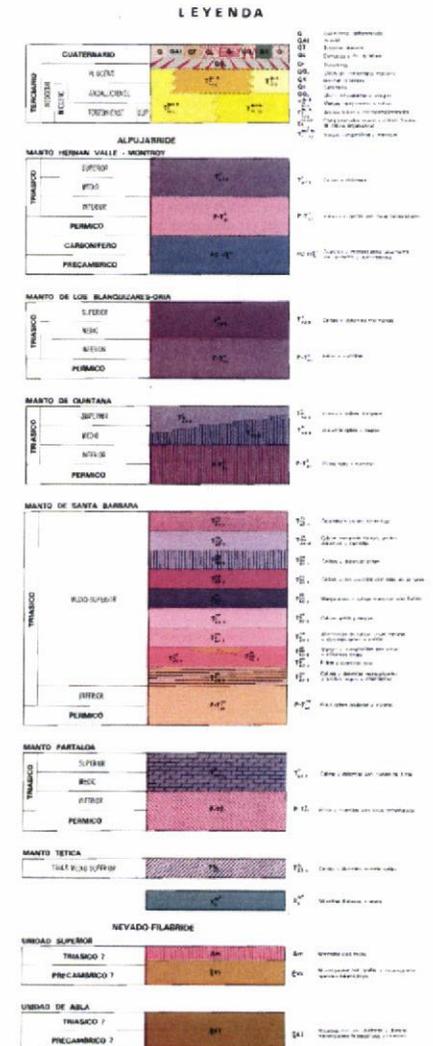


Fig. 6. Límites hidrogeológicos de la zona de recarga del manantial Fuente de Los Chorros

← Dirección del flujo subterráneo



6.1.2. Funcionamiento (isopiezas y líneas de flujo)

La alimentación se produce por infiltración del agua de lluvia sobre sus afloramientos permeables, tanto sobre la subunidad Miopliocena como la subunidad Cuaternaria.

La subunidad cuaternaria recibe la descarga de la Subunidad Miopliocena a través de los aluviales del Río Galopón y Valcabra. Por tanto la descarga de los materiales miopliocenos, que constituyen el acuífero, se realiza mediante extracciones por bombeo y hacia los materiales cuaternarios en la Rambla de Valcabra y el Río Galopón.

La Subunidad Miopliocena presenta un gradiente del 3% y el flujo subterráneo presenta una dirección SE-NO.

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

Para la delimitación del perímetro de protección se ha utilizado el criterio del tiempo de tránsito según el método de Wyssling.

La resolución del método precisa conocer las siguientes variables:

i = gradiente hidráulico

Q = caudal de bombeo (m^3/s)

k = permeabilidad horizontal (m/s)

m_e = porosidad eficaz

b = espesor del acuífero (m)

A partir de estos datos se calcula el radio de influencia o de la llamada zona (X_0), la anchura del frente de llamada (B), el ancho de llamada a la altura de la captación (B') y la velocidad efectiva (V_e) según las expresiones siguientes:

$$X_0 = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot b \cdot i \cdot k}; \quad B = \frac{Q}{k \cdot b \cdot i}; \quad B' = \frac{B}{2}; \quad V_e = \frac{K \cdot i}{m_e}$$

La distancia desde la captación a un punto con un tiempo de tránsito t (en días) viene dada por la expresión:

$$S = \frac{\pm l + \sqrt{l \cdot (l + 8 \cdot X_0)}}{2}$$

Donde l es el producto de la velocidad efectiva por el tiempo de tránsito. El signo positivo inicial se utiliza para calcular la distancia aguas arriba de la captación y el signo negativo para calcular la distancia aguas abajo de la captación.

6.3. ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN

La alimentación se produce por infiltración de la lluvia útil sobre los afloramientos permeables. Los materiales miopliocenos también alimentan la unidad cuaternaria a través de los aluviales.

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 = 0,03

Q = caudal = 5 l/s

T = transmisividad = 300 m²/día

m_e = porosidad eficaz = 0,01

Los datos obtenidos son los siguientes:

	S_o (m)	S_u (m)	B (m)	B' (m)
POZO DE LOS GALLARDOS	15	9	72	36

En vista a los resultados se define una zona de restricciones absolutas de radio 15 m en torno a la captación.

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)
POZO DE LOS GALLARDOS	382	22	72	36

En vista a los resultados se define una zona de restricciones máximas de radio 400 m en torno a la captación.

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

Los datos obtenidos con el método de Wyssling empleando las variables antes descritas en el apartado 6.4, para un tiempo de 4 años, son los siguientes:

	S_o (m)	S_u (m)	B (m)	B' (m)
POZO DE LOS GALLARDOS	8.783	23	72	36

Se define una zona de restricciones moderadas mediante el método de Wyssling con los datos obtenidos, sin embargo, la zona de restricciones moderadas se define finalmente hasta el límite de la zona de salvaguarda para las captaciones de abastecimiento a Caniles.

6.7. ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD

Para la protección del sondeo de abastecimiento, 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:

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

Donde,

D = descenso del nivel piezométrico

T = transmisividad = 300 m²/día

Q = caudal (caudal máximo del sondeo a proteger) = 5 l/s (432 m³/día)

t = tiempo de bombeo (120 días)

r = distancia al sondeo de captación (500 m)

S = coeficiente de almacenamiento = 0,01

El descenso obtenido para estos valores es de 0,39 m, valor que no es muy significativo en comparación con el espesor saturado del acuífero, por lo que se define una zona de protección de la cantidad de 500 m de radio en torno a la captación.

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.

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, así como, especies nitrogenadas, fosforadas, pesticidas y fungicidas fundamentalmente, debido a la actividad agrícola que se realiza en la zona. En cualquier caso, se aconseja que este control sea semestral. Se establece como punto de control la propia captación de abastecimiento y se recomienda llevar a cabo un seguimiento de la evolución del nivel piezométrico y de los volúmenes extraídos en el sondeo.

En caso de producirse una situación especial que provoque un vertido potencialmente contaminante, en las proximidades de la captación, se llevará a cabo una campaña de seguimiento de la calidad del agua, en el sondeo de abastecimiento y en algunos piezómetros intermedios entre el vertido y el sondeo, 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 Pozo de Los Gallardos explota los materiales detríticos de la Subunidad Miopliocena de la MAS 05.09 "Baza-Caniles" y abastece a varias pedanías del municipio de Caniles. Se extrae un caudal de unos 5 l/s durante 12 horas diarias a lo largo de todo el año.

El sondeo capta recursos de la Subunidad Miopliocena, formada por margas y margas arenosas del mioceno y conglomerados y arenas miopliocenas.

Los materiales que conforman la recarga del acuífero presentan en general una vulnerabilidad baja y muy baja a la contaminación. Las presiones detectadas en la zona suponen un riesgo muy bajo-bajo para las aguas subterráneas del sector.

La zonación realizada se ha basado fundamentalmente en criterios hidrogeológicos, apoyándose en cálculos previos realizados según el método de Wyssling. Se han delimitado cuatro zonas de restricciones: absolutas, máximas, moderadas y una de protección de la cantidad. Esta zonificación se presenta en el plano nº 3.

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.

9. REFERENCIAS

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

ITGE-Diputación de Granada. 1990. Atlas hidrogeológico de la provincia de Granada.

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 Unidad Hidrogeológica 05.09 (Baza-Caniles)

ITGE-Diputación de Granada. 2007. Plan de Control de Recursos y Gestión de Captaciones de Aguas Subterráneas para Abastecimientos Urbanos de la Provincia de Granada. Municipio: Caniles. Ampliación 7ª Fase.

ITGE. Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Hoja de Baza nº 22-40 (994)

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

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

Hidalgo Estévez, M.C. (2002). *Estado del conocimiento de la Hidrogeología de la Comarca de Baza-Caniles (Provincia de Granada)*. Libro Homenaje a Manuel del Valle Cardenete. Capítulo II, pp. 363-372.

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

ANEXOS

ANEXO I
REPORTAJE FOTOGRÁFICO

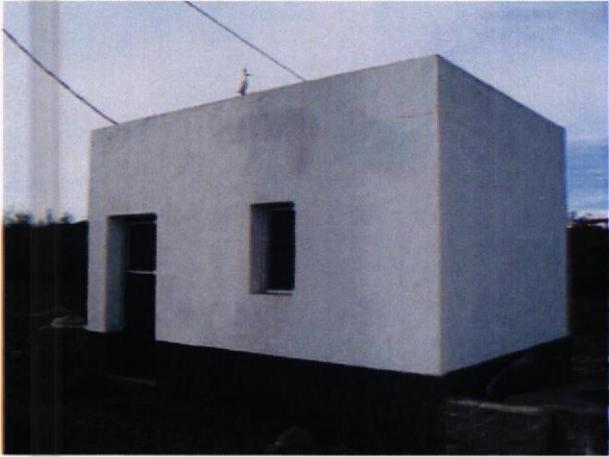
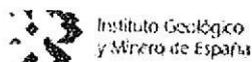


Foto 1. Pozo de los Gallardos, Caniles.



Foto 2. Pozo de Los Gallardos, Caniles.

ANEXO II
FICHAS DE INVENTARIO DE CAPTACIONES



**INVENTARIO
PUNTO ACUÍFERO**

① N° de registro **224030087**
 N° de puntos descritos **11**
 Hoja topográfica 1/50.000
 Número

② **COORDENADAS Lambert**
 X **30** Y **5**
 Huso Sector X **S** Y **548127** **4143793**
 UTM

3 Croquis acotado o mapa detallado

④ Cuenca hidrográfica **GUADALQUIVIR**
 Unidad hidrogeológica
 Sistema acuífero
 Provincia **GRANADA**
 Término Municipal **CANILES**
 Toponimia **LOS GALLEGOS / RAMBLA DE VAQUIBRA**

⑤ Objeto
 Cota **901**
 Referencia topográfica
 ⑥ Naturaleza **Pozo**
 Profundidad de la obra **120**
 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 **110** cv

BOMBA
 Naturaleza **ELECTRICA**
 Capacidad **SUMERGIBLE**
 Marca y tipo

9 Utilización del agua **ABASTECIMIENTO**
 Cantidad extraída (Dm³)
 Durante **365** 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: **P C I G H Ex U Va**

11 **MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL**

Fecha	Surgenida	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m/h	Cota absoluta del agua	Método de medida

12 Sistema de Explotación:
 13 Zonas Húmedas:

14 Usuario
 Nombre Propietario **AYTO DE CANILES** Telf. **958 710903**
 Dirección **PZA DE LA CONSTITUCION 2** Localidad **M. CANILES**

15 **OBSERVACIONES** **ABASTECE A VARIAS PEDANÍAS DE CANILES**
SE MIDIO EL NIVEL FREÁTICO DE 2 CAPTACIONES CERCANAS
9.57 a 10m del pozo y 10.83 a 15m

16 Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero
 Año en que se efectuó la modificación

17 Insuido por
 Fecha

Consumo anual (m ³ /año)	10.000 m³/a	Días de bombeo	365 12h
Caudal instantáneo (l/s)		Consumo municipio (m ³ /año)	
Volumen diario (m ³ /día)		Entidad gestora	Ayto.

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
Granada	Caniles	Caniles	Carretera de Escullar	Cementerio de Caniles	Cementerio	Puntual	Activo	Cementerio	Materia orgánica	524582	4142924		Pozo de Fuente Maneta	1170		150	Barranco San Sebastián
Granada	Caniles	Caniles	Caniles	Gasolinera	Gasolinera	Puntual	Activo	Estación de servicio	Hidrocarburos	524626	4144056		Pozo de Fuente Maneta	2300		400	Río Galopón
Granada	Caniles	Caniles	Carretera GR-800 K.48	Cantera	Cantera	Puntual	Abandonada	Cantera abandonada	Aceites, hidrocarburos	525437	4142787		Pozo de Fuente Maneta	1445		50	Barranco de los Cardos
Granada	Caniles	Los Gallardos	Carretera A-334 K.13	Polígono industrial	Polígono industrial	Puntual	Activo	Naves industriales	Residuos industriales	527053	4142900		Pozo de Los Gallardos	1600		150	Barranco de Andacli
Granada	Caniles	Caniles	El Tortán	Fábrica de productos químicos	Fábrica de productos químicos	Puntual		Fábrica de productos químicos		523733	4146698		Pozo de Fuente Maneta	4800		400	Acequia de Guaguix
Granada	Caniles	Los Gallardos	Casas de Parella	Cantera San Teodoro	Cantera	Puntual	Activa	Cantera de arcillas	Aceites, hidrocarburos	527608	4143473		Pozo de Los Gallardos	840		390	Barranco del Agua
Granada	Caniles	Rejano	Rejano	Cementerio de Rejano	Cementerio	Puntual	Activo	Cementerio	Materia orgánica	529197	4133893		Pozo Rejano	300		280	Rambra de Balax
Granada	Caniles	Caniles	Salto de la China	Polígono industrial	Polígono industrial	Puntual	Activo	Naves industriales	Residuos industriales	524957	4142484		Pozo de Fuente Maneta	630		225	Barranco San Sebastián
Granada	Caniles	Caniles	Salto de la China	Tratamiento de plantas aromáticas y esencias	Planta de tratamiento de plantas aromáticas	Puntual	Activo	Tratamiento de plantas aromáticas y esencias		524749	4142102		Pozo de Fuente Maneta	330		260	Acequia de las Acequillas
Granada	Caniles	Caniles	Carretera a Escullar s/n	Colchones Buensueño	Almacén	Puntual	Activo	Almacén de colchones	Residuos industriales	524825	4142739		Pozo de Fuente Maneta	630		350	Barranco de Los Cardos
Granada	Caniles	Caniles	Carretera a Escullar s/n	Agro-Caniles S.L.	Productos agroalimentarios	Puntual	Activo	Comercio al por mayor de frutas y verduras		524771	4141982		Pozo de Fuente Maneta	630		350	Barranco de Los Cardos

ANEXO IV
ANÁLISIS QUÍMICOS

Cliente: Ayuntamiento de Caniles	Ref. muestra: 259/08/AG/095
Dirección: Plaza de la Constitución 2	Tipo de Análisis: De control en grifo
Localidad: 18810 Caniles (Granada)	

TIPO DE AGUA: De abastecimiento público	
Fecha de muestra: 14-10-08	Fecha de comienzo del análisis: 14-10-08
Red de muestreo: Red de abastecimiento de Caniles	
Punto de muestreo: Parque de San Sebastián	
Cond. de transporte: Refrigeración	Cond. de almacenamiento: Refrigeración

ANALITICA SEGUN REAL DECRETO 140/2003 DE 7 DE FEBRERO

	Resultados obtenidos	Unidades	[] máx. admisible	Método Analítico
ANALISIS ORGANOLEPTICO				
	Olor : No se aprecia		3 diluciones a 25 °C	PNT FQ19
	Sabor : No se aprecia		3 diluciones a 25 °C	PNT FQ19
	Color = <10 mg Pt/l		15 mg Pt/l	PNT FQ17
	Turbidez = 1,64 U.N.F.		5 U.N.F.	PNT FQ18
ANALISIS FISICO				
	pH = 7,82		6,5-9,5	PNT FQ21
	Conductividad a 20 °C = 400 µS/cm		2.500 µS/cm	PNT FQ20
ANALISIS QUIMICO				
	Amonio (NH ₄ ⁺) = <0,1 mg/litro		0,5 mg/litro	PNT FQ5
	Cobre = <0,2 mg/litro		2,0 mg/litro	PNT FQ11
ANALISIS MICROBIOLÓGICO				
	Bacterias Coliformes = Ausencia u.f.c./100 ml		0 en 100 ml	PNT M1
	Escherichia Coli = Ausencia u.f.c./100 ml		0 en 100 ml	PNT M1
OTROS				
	Agente desinfectante residual			
	Cloro residual libre = 0,21 mg Cl ₂ /litro		0,2-1,0 mg Cl ₂ /litro	PNT FQ12

Dictamen: Los parámetros ensayados cumplen con el R.D. 140/2003

En Baza, a 16 de octubre de 2008

VºBº El Director Técnico
Fdo: José H. Hortal Sánchez
Lcdo. en Ciencias Químicas

VºBº El Responsable de Calidad
Fdo: Fº José Martínez Pozo
Lcdo. en Ciencias Químicas y T. A.

QUIMICA BAZA responde únicamente de las características por él ensayadas y no del producto en general

Cliente: Ayuntamiento de Caniles	Ref. muestra: 259/08/AG/094
Dirección: Plaza de la Constitución 2	Tipo de Análisis: De control en grifo
Localidad: 18810 Caniles (Granada)	

TIPO DE AGUA: De abastecimiento público	
Fecha de muestra: 14-10-08	Fecha de comienzo del análisis: 14-10-08
Red de muestreo: Red de abastecimiento de Valcabra	
Punto de muestreo: Fuente pública	
Cond. de transporte: Refrigeración	Cond. de almacenamiento: Refrigeración

ANALITICA SEGUN REAL DECRETO 140/2003 DE 7 DE FEBRERO

	Resultados obtenidos	Unidades	[] máx. admisible	Método Analítico
ANALISIS ORGANOLEPTICO				
	Olor : No se aprecia		3 diluciones a 25 °C	PNT FQ19
	Sabor : No se aprecia		3 diluciones a 25 °C	PNT FQ19
	Color = <10 mg Pt/l		15 mg Pt/l	PNT FQ17
	Turbidez = 0,99 U.N.F.		5 U.N.F.	PNT FQ18
ANALISIS FISICO				
	pH = 7,94		6,5-9,5	PNT FQ21
	Conductividad a 20 °C = 408 µS/cm		2.500 µS/cm	PNT FQ20
ANALISIS QUIMICO				
	Amonio (NH ₄ ⁺) = <0,1 mg/litro		0,5 mg/litro	PNT FQ5
	Cobre = <0,2 mg/litro		2,0 mg/litro	PNT FQ11
ANALISIS MICROBIOLOGICO				
	Bacterias Coliformes = Ausencia u.f.c./100 ml		0 en 100 ml	PNT M1
	Escherichia Coli = Ausencia u.f.c./100 ml		0 en 100 ml	PNT M1
OTROS				
	Agente desinfectante residual			
	Cloro residual libre = 0,41 mg Cl ₂ /litro		0,2-1,0 mg Cl ₂ /litro	PNT FQ12

Dictamen: Los parámetros ensayados cumplen con el R.D. 140/2003

En Baza, a 16 de octubre de 2008.

VºBº El Director Técnico

Fdo: José H. Hortal Sánchez

Ldo. en Ciencias Químicas

QUIMICA BAZA, S.L.L.
 C.I.F.: B - 18553420
 C/ Solares, 26 - Bajos
 18800 BAZA (Granada)

VºBº El Responsable de Calidad

Fdo: Fco José Martínez Pozo

Ldo. en Ciencias Químicas y T. A.

QUIMICA BAZA responde únicamente de las características por él ensayadas y no del producto en general

Cliente: Ayuntamiento de Caniles	Ref. muestra: 259/08/AG/093
Dirección: Plaza de la Constitución 2	Tipo de Análisis: De control en grifo
Localidad: 18810 Caniles (Granada)	

TIPO DE AGUA: De abastecimiento público	
Fecha de muestra: 14-10-08	Fecha de comienzo del análisis: 14-10-08
Red de muestreo: Red de abastecimiento de Rejano	
Punto de muestreo: Cortijo en Balax	
Cond. de transporte: Refrigeración	Cond. de almacenamiento: Refrigeración

ANALITICA SEGUN REAL DECRETO 140/2003 DE 7 DE FEBRERO

	Resultados obtenidos	Unidades	[] máx. admisible	Método Analítico
ANALISIS ORGANOLEPTICO				
	Olor : No se aprecia		3 diluciones a 25 °C	PNT FQ19
	Sabor : No se aprecia		3 diluciones a 25 °C	PNT FQ19
	Color = <10 mg Pt/l		15 mg Pt/l	PNT FQ17
	Turbidez = 2,15 U.N.F.		5 U.N.F.	PNT FQ18
ANALISIS FISICO				
	pH = 7,66		6,5-9,5	PNT FQ21
	Conductividad a 20 °C = 653 µS/cm		2.500 µS/cm	PNT FQ20
ANALISIS QUIMICO				
	Amonio (NH ₄ ⁺) = <0,1 mg/litro		0,5 mg/litro	PNT FQ5
	Cobre = <0,2 mg/litro		2,0 mg/litro	PNT FQ11
ANALISIS MICROBIOLOGICO				
	Bacterias Coliformes = Ausencia u.f.c./100 ml		0 en 100 ml	PNT M1
	Escherichia Coli = Ausencia u.f.c./100 ml		0 en 100 ml	PNT M1
OTROS				
	Agente desinfectante residual			
	Cloro residual libre = 0,29 mg Cl ₂ /litro		0,2-1,0 mg Cl ₂ /litro	PNT FQ12

Dictamen: Los parámetros ensayados cumplen con el R.D. 140/2003

En Baza, a 16 de octubre de 2008

VºBº El Director Técnico
 Fdo. José H. Hortal Sánchez
 Lcdo. en Ciencias Químicas

QUIMICA BAZA, S.L.L.
 C.I.F.: B - 18553420
 C/ Solares, 26 - Baza
 18800 BAZA (Granada)

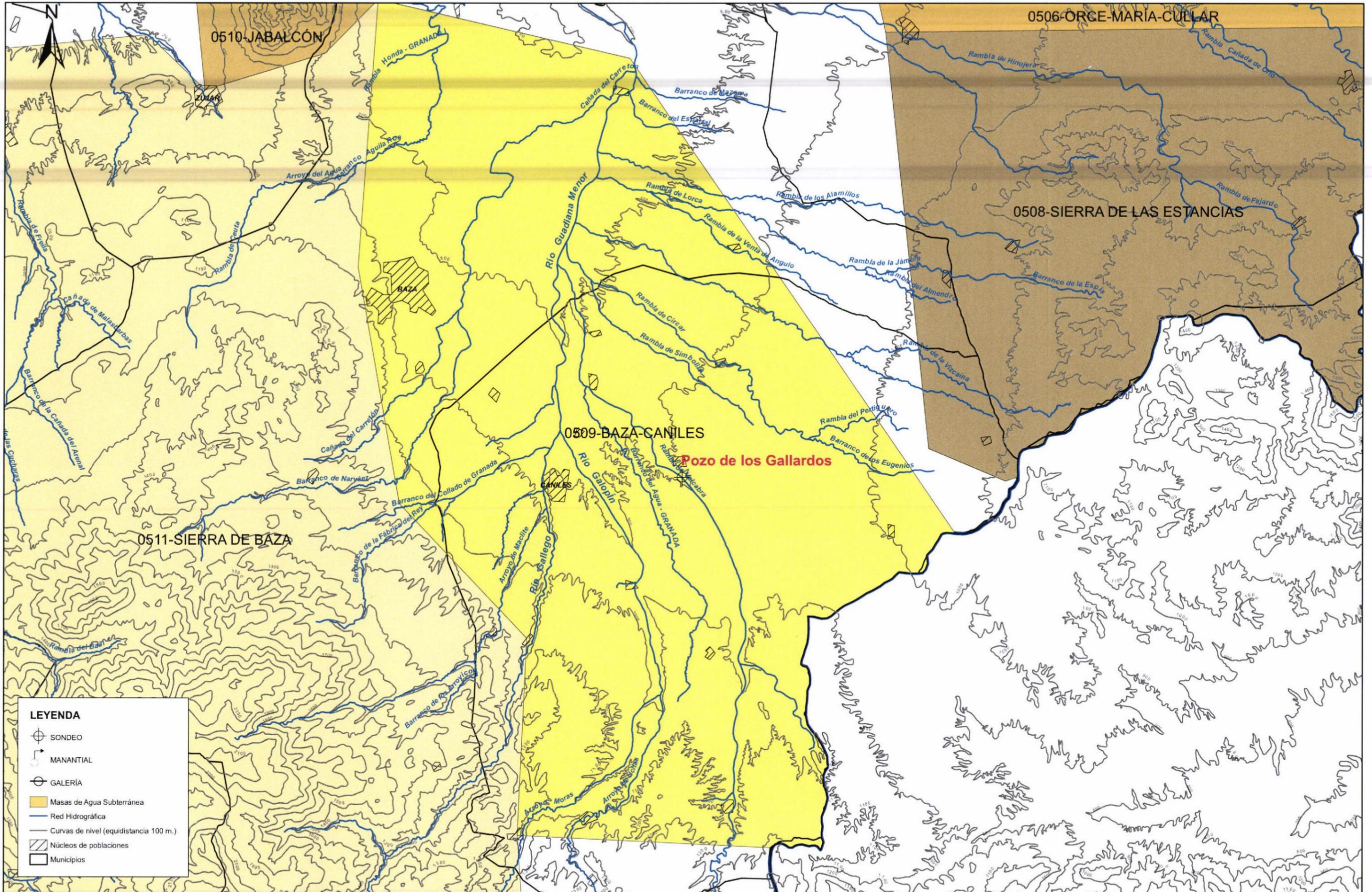
VºBº El Responsable de Calidad
 Fdo. Fºº José Martínez Pozo
 Lcdo. en Ciencias Químicas y T. A.

QUIMICA BAZA responde únicamente de las características por él ensayadas y no del producto en general

PLANOS

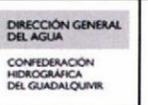
INDICE DE PLANOS

- 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.



LEYENDA

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

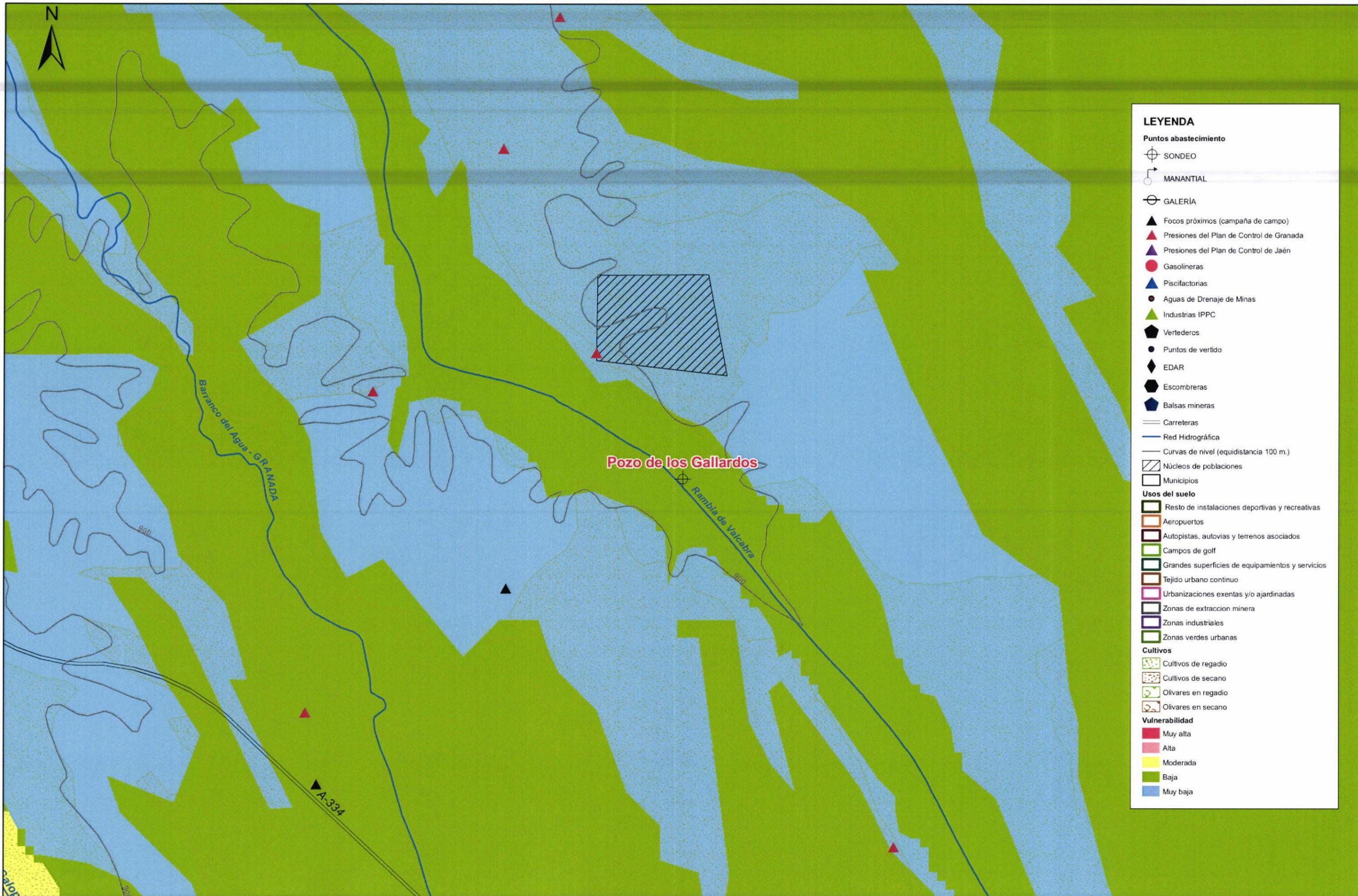


ESCALA:
1:100.000

0 1.000 2.000 m.

TÍTULO:
PLANO DE SITUACIÓN. MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

PLANO
Nº 1



LEYENDA

Puntos abastecimiento

- SONDEO
- MANANTIAL
- GALERÍA

Focos próximos (campana de campo)

- Presiones del Plan de Control de Granada
- Presiones del Plan de Control de Jaén
- Gasolineras
- Piscifactorias
- Aguas de Drenaje de Minas
- Industrias IPPC
- Vertederos
- Puntos de vertido
- EDAR
- Escombreras
- Balsas mineras

Carreteras

- Carreteras
- Red Hidrográfica
- Curvas de nivel (equidistancia 100 m.)
- Núcleos de poblaciones
- Municipios

Usos del suelo

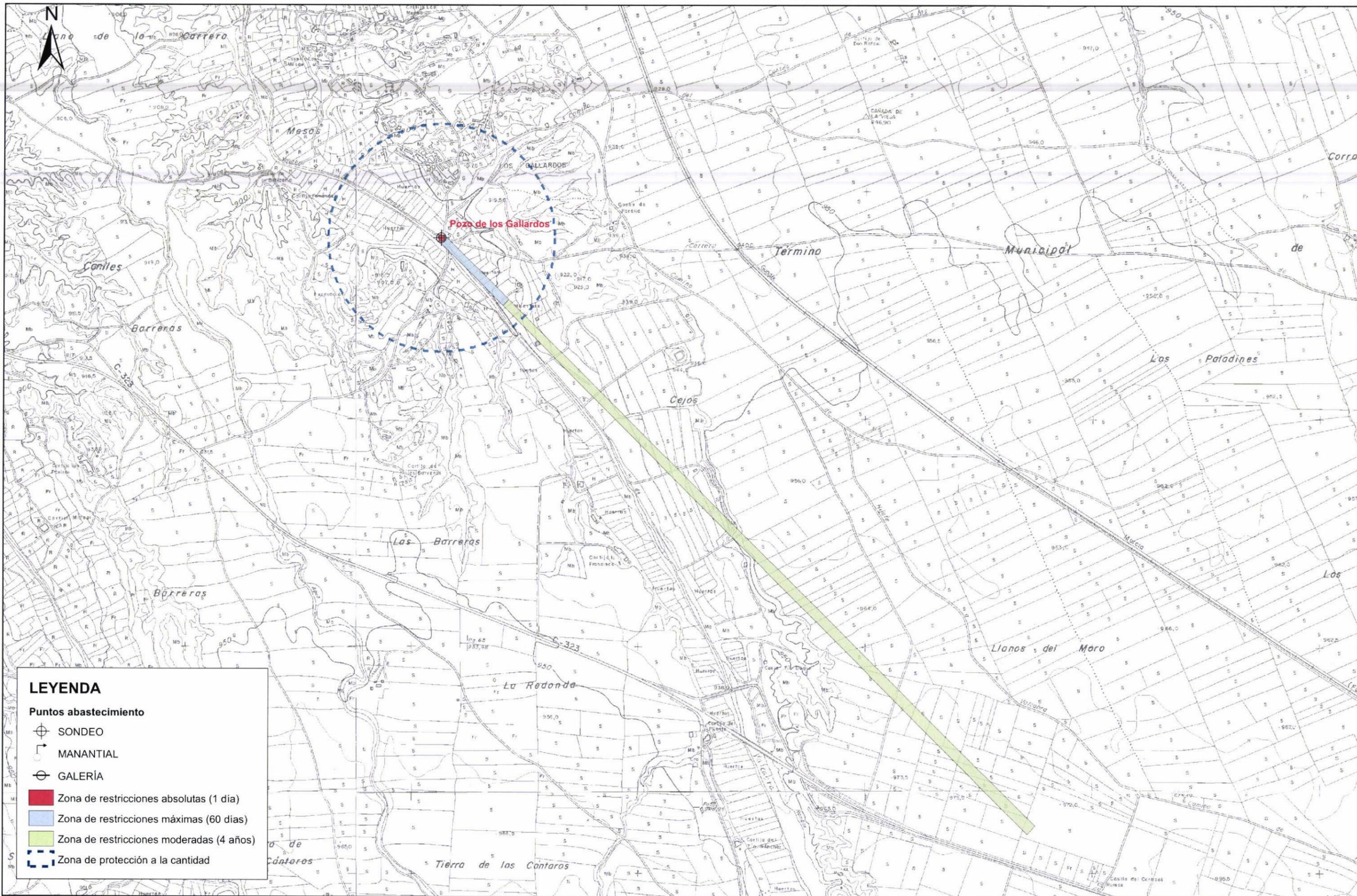
- Resto de instalaciones deportivas y recreativas
- Aeropuertos
- Autopistas, autovías y terrenos asociados
- Campos de golf
- Grandes superficies de equipamientos y servicios
- Tejido urbano continuo
- Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas
- Zonas de extracción minera
- Zonas industriales
- Zonas verdes urbanas

Cultivos

- Cultivos de regadío
- Cultivos de secano
- Olivares en regadío
- Olivares en secano

Vulnerabilidad

- Muy alta
- Alta
- Moderada
- Baja
- Muy baja



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



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



Agencia Andaluza del Agua
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA
CONFERENCIACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR

ESCALA:
1:15.000
0 150 300 m.

TÍTULO:
PLANO DE DELIMITACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

PLANO Nº 3