

**PERÍMETRO DE PROTECCIÓN DEL SONDEO VILLANUEVA  
DE ABASTECIMIENTO DE EMERGENCIA AL NÚCLEO  
URBANO DE VILLANUEVA DEL RÍO Y MINAS (SEVILLA)**



## ÍNDICE

Pag nº

---

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO.....</b>	<b>5</b>
2.1	INFRAESTRUCTURAS.....	5
2.1.1.	<i>Captaciones de abastecimiento.</i> .....	5
2.2.2.	<i>Depósitos y conducciones.</i> .....	6
2.2	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO800 .....	6
2.2.1.	<i>Importancia de la captación y volúmenes captados.</i> .....	6
<b>3.</b>	<b>GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.....</b>	<b>7</b>
3.1	MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO.....	7
3.2	LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO .....	12
3.3	PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA.....	12
3.4	FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO. ....	13
3.5	HIDROQUÍMICA DEL SECTOR.....	16
<b>4.</b>	<b>FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN.....</b>	<b>22</b>
4.1	ORIGEN DE LA INFORMACIÓN SOBRE PRESIONES Y FOCOS 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> .....	23
4.2.3.	<i>Actividad Industrial</i> .....	24
4.2.4.	<i>Residuos sólidos urbanos</i> .....	24
4.2.5.	<i>Aguas Residuales</i> .....	24
4.2.6.	<i>Focos de contaminación próximos a la captación</i> .....	25
4.2.7.	<i>Indicios de focos de contaminación en las captaciones</i> .....	26
<b>5.</b>	<b>VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN .....</b>	<b>28</b>

5.1	DISTRIBUCIÓN EN EL ENTORNO Y ÁREAS DE RECARGA .....	28
5.2	RELACIÓN DE LA VULNERABILIDAD CON LOS FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN. ....	29
5.2.1.	<i>Tipología de la distribución de presiones y vulnerabilidad</i> .....	29
5.2.2.	<i>Evaluación cualitativa de la vulnerabilidad y el riesgo</i> .....	30
<b>6.</b>	<b>DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN .....</b>	<b>33</b>
6.1	ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO. ....	33
6.1.1.	<i>Análisis hidrogeológico y geometría del acuífero</i> .....	33
6.1.2.	<i>Funcionamiento (Isopiezas y líneas de flujo)</i> .....	34
6.2	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS (BALANCE DE RECURSOS O MÉTODOS ANALÍTICOS) .....	35
6.3	ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN.....	36
6.4	ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS.....	37
6.5	ZONAS DE RESTRICCIONES MÁXIMAS .....	37
6.6	ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS .....	38
6.7	ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD .....	39
6.8	POLIGONAL ENVOLVENTE.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>7.</b>	<b>RED DE CONTROL Y VIGILANCIA .....</b>	<b>40</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>

#### ANEXOS

ANEXO I: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEXO II: FICHAS DE CAMPO DE LA CAPTACIÓN

ANEXO III: FICHAS DE INVENTARIO DE PRESIONES

#### PLANOS

PLANO 1: SITUACIÓN DE LAS CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO

PLANO 2: MAPA DE VULNERABILIDAD Y PRESIONES

PLANO 3: MAPA DE DELIMITACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

## 1. **INTRODUCCIÓN**

El presente informe corresponde a la delimitación y justificación técnica del perímetro de protección del sondeo Villanueva (nº de registro IGME 133920084), que actualmente están en reserva para el abastecimiento del núcleo urbano de Villanueva del Río y Minas, en la provincia de Sevilla. Estas captaciones cortan la Masa de Agua Subterránea Almonte Marismas (MAS 05.51).

La realización de este informe se enmarca dentro de “ESTABLECIMIENTO DE PERÍMETROS DE PROTECCIÓN Y ZONAS DE SALVAGUARDA EN CAPTACIONES PARA CONSUMO HUMANO EN MASAS DE AGUA DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR” Expediente 1453 / 08, que el INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, IGME, ha convocado por medio de su Departamento de Investigación en Recursos Geológicos.

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 m<sup>3</sup> 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 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 se describen los condicionamientos que podrán imponerse en el perímetro delimitado con el objeto de impedir la afección a la cantidad o 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 la captación 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 ha tomado medidas de nivel en sondeos en el entorno de la captación.
- Inventario de focos potenciales de contaminación.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO**

El punto en reserva para abastecimiento de Villanueva del Río y Minas se localiza a 100 m al Oeste de la pedanía Villanueva del Río. Esta captación corta la Masa de Agua Subterránea 05.49 Gerena-Posadas.

La gestión del agua la realiza la empresa Aguas y Servicios del Huesna A.I.E. situada en el municipio de Brenes en la calle San Sebastián nº 1. Toda la demanda de agua es abastecida con aguas del embalse del Huesna.

En el plano nº1 recogido en el anexo nº1 se representa la ubicación de la captación dentro de la MAS.

### **2.1 INFRAESTRUCTURAS**

#### **2.1.1. Captaciones de abastecimiento**

A continuación se describen la captación objeto del presente perímetro de protección, que forma parte del sistema de abastecimiento del municipio de Villanueva del Río y Minas.

- Sondeo Villanueva (nº de registro IGME 133920084)

Actualmente el sondeo está en reserva. El sondeo Regajo conejo (nº de registro IGME 123920046), antiguo sondeo de abastecimiento de Villanueva del Río y Minas, no se le establece perímetro de protección debido a la mala calidad de sus aguas (alta salinidad).

- **Sondeo Villanueva (nº de registro IGME 133920084)**

La perforación se hizo con un diámetro de 660 mm. Está revestido con tubería de hierro de 350 mm. No está equipado y está en estado de abandono. Existe un alto riesgo de caída debido a su fácil acceso.

### **2.2.1. Depósitos y conducciones**

El agua extraída del sondeo abastecía solamente la pedanía Villanueva del Río que era conducida a un depósito y desde allí se distribuía el agua por todo el casco urbano.

## **2.2 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO**

### **2.2.1. Importancia de la captación y volúmenes captados**

El municipio de Villanueva del río y Minas demanda anualmente aproximadamente 482.350. m<sup>3</sup> de agua (datos estimados para un caudal de 250 l por habitante y día) para una población estable de 5.286 habitantes (datos aportados para el 2008 por el Instituto Nacional de Estadística).

Toda el agua demandada proviene del embalse del Huesna. El sondeo Villanueva está en reserva y su uso está limitado a épocas de extrema sequía o cuando existan problemas de abastecimiento al municipio.

### 3. **GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA**

#### 3.1 **MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO**

Desde el punto de vista geológico la zona de estudio la masa de agua subterráneas 05.49 “Gerena-Posadas” se encuentra en la Depresión del Guadalquivir, en su borde Suroccidental, en el contacto de la meseta Hercínica.

Desde el punto de vista estratigráfico se pueden distinguir de muro a techo los siguientes materiales (ver figura nº 1):

**Paleozoico:** Están compuestos por materiales muy variados: pizarras, esquistos metavulcanitas, calizas, dolomías, conglomerados, filitas, rocas intrusivas, etc. Sepueden distinguir gran cantidad de facies a lo largo de toda la unidad. Su edad se extiende entre el Cámbrico inferior y el Pérmico.

**Triásico:** No son muy extensos, y suelen aparecer fosilizando paleorrelieves anteriores. Los materiales más abundantes son los detrítico-conglomeráticos (facies Buntsandstein) y los carbonatados (facies Muschelkalk).

**Mioceno transgresivo:** Se encuentra discordante sobre los materiales paleozoicos y mesozoicos. En algunos sectores presenta bruscos cambios de facies en horizontal y en vertical, así como variaciones importantes en el espesor, resultado de la transgresión marina sobre un paleorrelieve con canalizaciones preestablecidas. Esencialmente está constituido por biomicroruditas más o menos arenosas, areniscas calcáreas, gravas, biomicritas arenosas, conglomerados, calizas, en distintas proporciones según la situación. Constituyen el acuífero principal de la masa de agua subterránea.

**Tortonense:** está compuesto por margas azules, concordantes con las facies anteriores. En corte fresco son de color azul, en superficie son amarillentas y verdosas por meteorización. Su potencia aumenta hacia el Sur, hasta alcanzar los 150 m. En su parte superior aumenta la proporción de limos y arenas finas.



**Mioceno Regresivo:** son limos arenosos y margas de colores amarillentos, concordante con el tramo anterior. En ocasiones aparecen bancos de lumaquelas carbonatadas de 20 a 80 m de potencia.

**Pliocuaternario:** constituido por arenas, arenas con gravas, arenas limosas y, localmente, intercalaciones de láminas arcillo-limosas. Su coloración varía del blanco-amarillento al rojo hacia techo. Su importancia varía mucho a lo largo de la unidad, suele estar cubierto por los glacis suprayacentes.

**Cuaternario:** Existen una gran cantidad de depósitos de origen fluvial y eólico formando glacis antiguos y actuales. Están constituidos por gravas, arenas y areniscas y se localizan a lo largo de toda la MAs. Esporádicamente aparece un manto eólico degradado de arenas blancas de hasta 3 m de potencia. Lo más importante a destacar es el gran desarrollo del sistema de terrazas del Guadalquivir. Se distinguen hasta cuatro niveles que se depositan entre cotas que varían de 10 a 120 m. Los materiales de las terrazas están constituidos por gravas de cantos medios a gruesos, arenas, limos, areniscas en general poco cementadas.

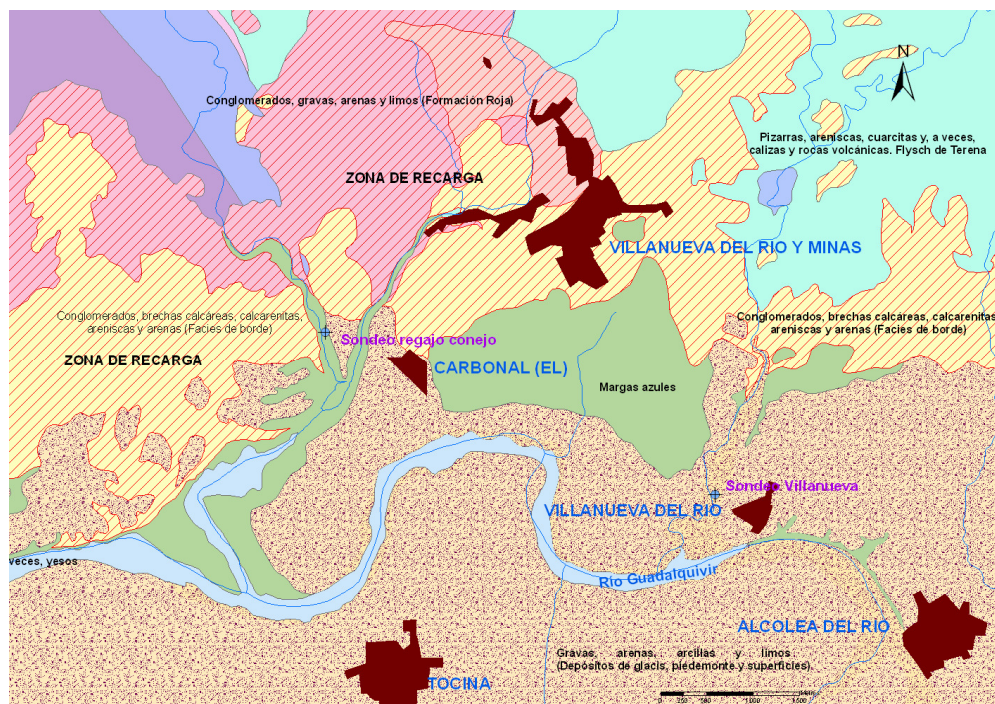


Fig. 1 Geología de la zona de captación

Hay que distinguir dos zonas, la compuesta por materiales paleozoicos y la compuesta por materiales más recientes. Los primeros configuran el sustrato impermeable del acuífero y están afectados por la enorme deformación sufrida durante el hercínico. Los más recientes, que componen la serie neógena, dentro de los que se encuentra el acuífero, apenas se encuentran deformados, y presentan suaves buzamientos hacia el Sur. El acuífero está compartimentado debido a una serie de fallas de orientación Norte-Sur y NNE-SSO.

Desde el punto de vista hidrogeológico la zona de estudio se encuentre englobada dentro de la masa de agua subterránea (MAs) nº 05.49 "Gerena-Posadas" perteneciente al distrito hidrológico del Guadalquivir. La superficie de la MAs es de unos 1.306 km<sup>2</sup>, de los que unos 287 km<sup>2</sup> corresponden a afloramientos de terrenos permeables y el resto a impermeables sobre todo a superficie ocupada por las margas azules del tortoniense (ver figura nº 2).

Los niveles acuíferos están constituidos fundamentalmente por materiales detríticos con porosidad primaria (areniscas, conglomerados, biomicritas,...) cuya potencia varía desde 10-15 m en Gerena, hasta 80-100 m en su límite más oriental, aunque la potencia depende de las deformaciones que haya sufrido el zócalo. El acuífero se hunde progresivamente en dirección Sur, con pendientes suaves (2-6 %), hasta alcanzar la línea de flexión del zócalo a distancias comprendidas entre 5-6 km en los extremos y 9 km en el centro.

El sustrato impermeable, común para todas las subunidades, está constituido por materiales paleozóicos del borde meridional de la Meseta. Al Sur, sobre los afloramientos permeables, se sitúan las margas azules tortonienses que confinan el acuífero. Se distinguen cuatro subunidades:

- **Subunidad Gerena-Cantillana:** Los materiales acuíferos en esta subunidad son conglomerados y calizas detríticas sobre las que se apoyan niveles de arenas y areniscas de facies más carbonatadas hacia el este. La potencia de la formación aumenta progresivamente hacia el este y pasa de 10-20 m, en la región de Gerena-Guillena, a 50 m, en Burguillos. Su espesor se reduce conforme se hunde en profundidad en dirección a Brenes. El afloramiento ocupa una superficie de unos 55 km<sup>2</sup>. Lateralmente está limitado por las fallas del Río Guadiamar y la del Río Viar.
- **Subunidad Cantillana-Lora del Río:** Predominan los conglomerados sobre los que descansan arenas fosilíferas y areniscas con niveles arcillosos. Su potencia es de 90-100 m en Villanueva del Río y Minas, disminuyendo hacia el Oeste, hasta los 30-40 m en Cantillana. La superficie de afloramiento es de 52 km<sup>2</sup>. Lateralmente el acuífero está limitado por la falla de Viar, en el borde oriental, y por el levantamiento del zócalo paleozoico en los alrededores de Lora del Río. Los levantamientos del zócalo rompen la homogeneidad del acuífero en esta subunidad.
- **Subunidad Lora del Río-Hornachuelos:** El acuífero está constituido por conglomerados de base y calizas detríticas que se hacen arcillosas hacia techo. La potencia es de 20 a 70 m, condicionada por la morfología del Paleozoico sobre el que descansa. La superficie de afloramiento es de aproximadamente 84 km<sup>2</sup>. La subunidad está muy compartimentada debido a los levantamientos y hundimientos del zócalo. Se encuentra limitada en su borde occidental por el levantamiento del zócalo en Lora del Río y en su borde oriental por el Río Bembézar.

- **Subunidad de Puebla de los Infantes:** Se sitúa al Norte de la MAS. y está desconectada del resto de las subunidades. Tiene una superficie de 29 km<sup>2</sup> y está constituida por calizas con intercalaciones de pizarras del Cámbrico inferior y sedimentos carbonatados y arenosos miocenos, ambos estrechamente relacionados hidráulicamente. Las calizas del Cámbrico inferior configuran afloramientos alargados según una dirección aproximada E-O, mientras que los sedimentos carbonatados y arenosos miocenos cubren la depresión de la Puebla de los Infantes.

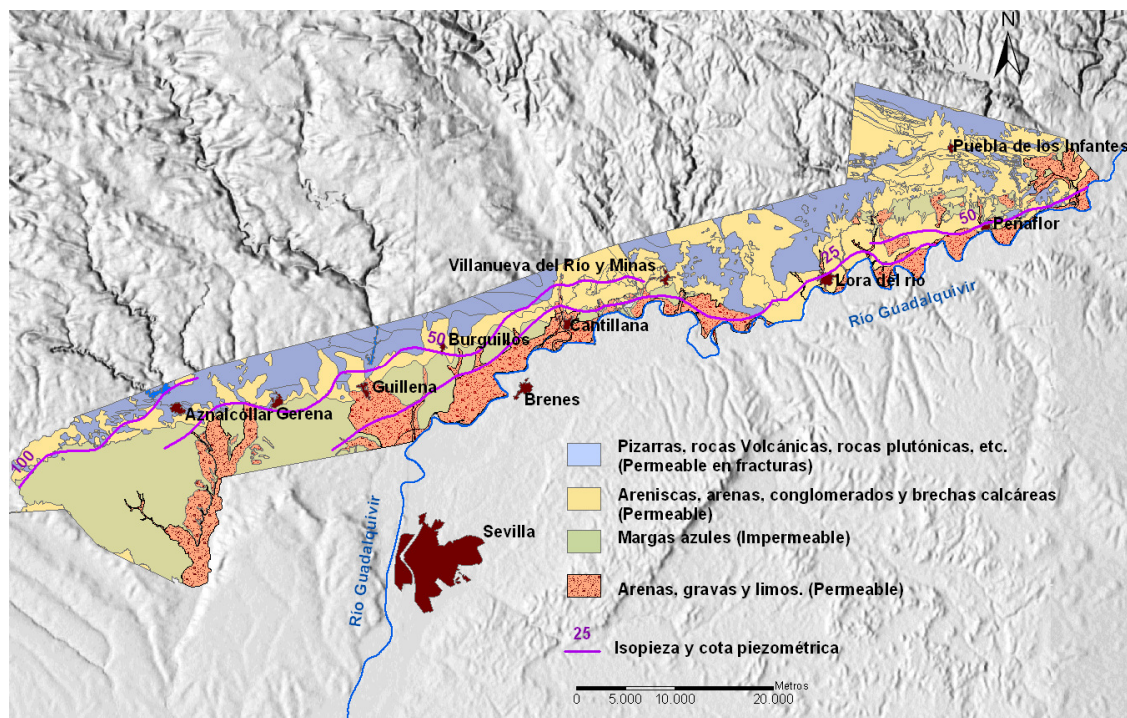


Fig. 2 Esquema hidrogeológico

Encima de las margas azules que confinan hacia el Sur los materiales acuíferos de la MAS Gerena Posadas existe otro acuífero de menor importancia constituido por las terrazas del Río Guadalquivir formada por gravas, arenas y limos con tramos de muy alta permeabilidad. El sustrato impermeable lo componen las margas azules del Mioceno de la Depresión del Guadalquivir. Se extiende en una estrecha franja de uno 3 km de ancho a lo largo de la margen derecha del Río Guadalquivir entre Mesas del Guadalora y Guillena. El espesor medio de este acuífero oscila entre los 5 y 15 m. Los flujos son generalmente perpendiculares al cauce actual del río.

### **3.2 LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO**

La MAS Gerena-Posadas se extiende como una franja de unos 10-15 km de ancho por 150 km de longitud a lo largo de la banda que se extiende en dirección OSO-ENE, en el contacto entre la Sierra Norte y la Depresión del Guadalquivir desde Mesas del Guadalora hasta la divisoria de aguas del río Tinto. Se incluye en la Cuenca Media-Baja del Guadalquivir, dentro de los términos municipales de Alcalá del Río, Alcolea del Río, Algaba (La), Aznalcóllar, Brenes, Burguillos, Cantillana, Castilleja del Campo, Gerena, Guillena, Hornachuelos, Lora del Río, Olivares, Peñaflor, Palma del Río, Puebla de los Infantes (La), Villanueva del Río y Minas, Sanlúcar la Mayor, Villaverde del Río.

Los materiales acuíferos (mioceno transgresivo de base) formados principalmente por materiales detríticos están limitados en su zona Norte, por los materiales paleozoicos del Macizo Hespérico (sustrato impermeable) y. al Sur, por las margas azules tortonienses (impermeables) que lo confinan y lo aíslan de los acuíferos localizados en los depósitos cuaternarios. Conforme la serie miocena se hunde en profundidad, los materiales detríticos reducen su potencia y se hacen margosos, llegando a desaparecer a cierta profundidad.

### **3.3 PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA**

La información disponible procede de los ensayos de bombeo realizados en los sondeos con número de inventario del IGME 1339/3/39, 1339/1/57 y 1040/8/63, de las memorias de las Normas de explotación realizada en el año 1993 2001, La profundidad de los sondeos que explotan la MAS no suele superar los 170 m y los caudales de explotación más frecuentes oscilan entre 1 y 10 l/s, y de 20 a 30 l/s, alcanzándose de forma puntual los 80l/s.

La gran extensión de la MAS y dados a los cambios laterales de las distintas facies que la componen, implica que sus parámetros hidráulicos sean muy variables.

Los resultados de transmisividad obtenidos en ensayos de bombeo son del orden de 100 m<sup>2</sup>/día, aunque se dan valores extremos, desde 2 m<sup>2</sup>/día hasta 1000 m<sup>2</sup>/día.

Los valores del coeficiente de almacenamiento varían desde los típicos de acuíferos libres ( $10^{-2}$ ), hasta valores propios de acuíferos confinados (de orden de  $10^{-3}$  a  $10^{-5}$ ).

### 3.4 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO

La mayor parte del acuífero Mioceno está confinado y en carga bajo las margas tortonienses. Excepto donde afloran los materiales permeables, que pasa a ser un acuífero libre.

Las entradas se producen por infiltración del agua de lluvia caída sobre la unidad y por infiltración de agua procedente de la escorrentía de los relieves próximos de Sierra Morena. La importancia de los retornos de riego varía mucho entre cada subunidad. Aparentemente los ríos que atraviesan los acuíferos en sentido Norte-Sur no recargan el acuífero, aunque aún no se sabe con seguridad por falta de aforos diferenciales en los cauces de dichos ríos.

Las salidas se producen por bombeos en la zona confinada, y a través de pequeños manantiales situados en el contacto entre los materiales acuíferos y los impermeables del techo, margas tortonienses, en las zonas libres. La importancia de estos manantiales está directamente relacionada con las extracciones, puesto que se llegan a secar en las zonas donde la extracción es relevante.

El sentido general del flujo es Norte-Sur, aunque localmente en cada subunidad toma direcciones distintas.

- **Subunidad Gerena-Cantillana.** Se comporta como acuífero libre en los afloramientos adosados al Paleozoico de Sierra Morena, confinándose hacia el Sur, cuando la serie se hunde bajo las margas azules del Tortoniense.

La recarga de la subunidad se produce por infiltración de agua de lluvia. Esta alimentación se estima entre 8 y 9 hm<sup>3</sup>/a. La descarga de la subunidad se realiza por bombeo. Tiene un comportamiento similar a la Subunidad de Niebla-Gerena, salvo que en el sector más oriental se encuentra cubierta en parte por los materiales detríticos correspondientes a los depósitos aluviales del Río Guadalquivir.

El sentido general del flujo es Norte-Suroeste al Sur de Gerena y Norte-Sureste en las proximidades de Cantillana.

El gradiente es del 1%. La recarga de la subunidad se produce por infiltración de agua de lluvia. Esta alimentación se estima en unos 6 hm<sup>3</sup>/a. La descarga se produce esencialmente por bombeos.

- **Subunidad Cantillana-Lora del Río.** Se comporta como acuífero libre en los afloramientos adosados al Paleozoico de Sierra Morena, pasando en un corto espacio a ser un acuífero confinado bajo la serie de las margas azules del Tortonense y de los depósitos del Guadalquivir.

El sentido general del flujo es Norte-Suroeste al este de Villanueva del Río y Minas, y de Norte a Sureste al Oeste de la misma población. Tiene un gradiente entre 1,5 y el 2%. La recarga de la subunidad se produce por infiltración de agua de lluvia. Esta alimentación se estima en torno a 6 hm<sup>3</sup>/a. Las descargas se realizan esencialmente por bombeos.

- **Subunidad Lora del Río-Hornachuelos.** Tiene un comportamiento similar a la Subunidad de Cantillana-Lora del Río, aunque su funcionamiento es algo más complejo debido a las importantes irregularidades del zócalo paleozoico.

El sentido general de la circulación es Norte-Suroeste y Norte-Sureste, con gradientes del 2-2,5 %. La alimentación se produce por infiltración directa y se estima en 9 hm<sup>3</sup>/a. Las descargas se realizan fundamentalmente por bombeos

- **Subunidad Puebla de los Infantes.** Los materiales acuíferos son conglomerados, arenas, areniscas y calcarenitas con una permeabilidad media-alta.

La dirección general de flujo, en las calizas del Cámbrico, es generalmente paralela a los ejes longitudinales de los afloramientos. En el acuífero de los materiales miocenos el sentido de flujo es Sureste.

No existen datos completos sobre las reservas de agua explotables acumuladas en los acuíferos que componen la unidad. Para el acuífero Mioceno libre, considerando una extensión de 90 km<sup>2</sup>, un espesor saturado de 20 m y un coeficiente de almacenamiento de 10<sup>-2</sup>, se obtienen unas reservas de 18 hm<sup>3</sup>. Para el acuífero confinado se ha estimado una superficie de acuífero saturada de 500 km<sup>2</sup>, un espesor explotable de 50 m y una porosidad que puede estar comprendida entre el 0,5% y el 2%, obteniéndose un rango de valores entre 125 y 500 hm<sup>3</sup> de reservas potencialmente explotables, cifra que puede considerarse como una estimación orientativa de la potencialidad del embalse subterráneo.

El balance hídrico de la MAS 05.49 se basa en estimaciones a partir de la información aportada por el IGME. Hay que tener en cuenta la relativa validez del balance hídrico debido a su extensión y al distinto grado de conocimiento de sus zonas, así como el desconocimiento que existe de las posibles relaciones con los ríos, embalses y los relieves carbonatados de Sierra Morena. En el caso del Aluvial del Guadalquivir es difícil establecer un balance al estar muy influido por el propio río y por la alta variación interanual de las precipitaciones, así como su uso generalizado para cultivos de regadío.

El balance hídrico de la MAS 05.49 Gerena-Posadas según se incluye en su Norma de explotación de 2001 (CHG-IGME) es el siguiente:



## ENTRADAS

Infiltración de agua de lluvia y entradas laterales:

Subunidad Gerena-Cantillana.....	6 hm <sup>3</sup> /a
Subunidad Cantillana-Lora del Río.....	6 hm <sup>3</sup> /a
Subunidad Lora del Río-Hornachuelos.....	9 hm <sup>3</sup> /a
Subunidad Puebla de los Infantes.....	11 hm <sup>3</sup> /a
Retorno de riegos.....	1 hm <sup>3</sup> /a
<b>TOTAL ENTRADAS.....</b>	<b>33 hm<sup>3</sup>/a</b>

## SALIDAS

Bombeos: Subunidad Gerena-Cantillana.....	6 hm <sup>3</sup> /a
Subunidad Cantillana-Lora del Río.....	5 hm <sup>3</sup> /a
Subunidad Lora del Río-Hornachuelos.....	1,5 hm <sup>3</sup> /a
Subunidad Puebla de los Infantes.....	0,5 hm <sup>3</sup> /a
Salidas no controladas.....	20 hm <sup>3</sup> /a
<b>TOTAL SALIDAS.....</b>	<b>33 hm<sup>3</sup>/a</b>

### 3.5 HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

En general la calidad química del agua la MAS Gerena-Posadas (05.49) es buena encontrándose dentro de los valores permitidos que la hacen apta tanto para el consumo humano como para regadío. Aunque recientemente se sabe que se han abandonado algunas captaciones por presentar contaminación por nitratos.

La existencia de distintas facies hidroquímicas está asociada a la presencia de distintas facies litológicas y a los frecuentes cambios laterales de facies de éstas, esto implica la variación del contenido de elementos en el agua del acuífero.

En general, el agua del acuífero presenta una facies bicarbonatada cálcica-magnésica con predominio de la facies clorurada sódica en determinadas zonas que presentan altos contenidos de estos elementos (Arroyo del Parroso-Villanueva del Río y Minas, Brenes, Alcalá del Río-Guillena). En la región de Aznalcóllar los sondeos situados en la parte más meridional del acuífero presentan unas facies cloruradas sódicas, pero con contenidos menores de los elementos que en las zonas antes indicadas.

Las facies bicarbonatadas están asociadas a los afloramientos del acuífero, sin embargo las zonas con mayor profundidad y mayor distancia al afloramiento que aún no han sufrido mezcla con agua más reciente, y que corresponden a materiales con litología más arcillosa, presentan una facies clorurada sódica sin llegar a tener altos contenidos de estos elementos. En general, existe una relación entre las facies hidroquímicas y las mineralizaciones, correspondiendo a las facies bicarbonatadas bajas mineralizaciones y a facies cloruradas notables y altas mineralizaciones. Las mineralizaciones aumentan debido fundamentalmente al enriquecimiento de cloruros y sodio y en ocasiones a sulfatos.

Destacan las zonas de Villanueva de las Minas y Brenes-Alcalá del Río, donde el agua presenta elevada salinidad con facies cloruradas sódicas y máximas durezas. Dicha contaminación es puntual y puede tener su origen en aguas congénitas depositadas en terrenos sedimentarios de origen marino y naturaleza más arcillosa que el resto del acuífero.

La empresa que gestiona el abastecimiento a Villanueva del Río y Minas es la empresa Aguas y Servicios del Huesna A.I.E. no ha facilitado ningún dato de análisis de agua por lo que se ha hecho uso de datos de la Base de datos del IGME. Se dispone de 19 análisis del Sondeo Regajo Conejo (nº inventario 133920046) cuyo análisis más reciente es de fecha del 26 de abril del 2001 (ver tabla) y 1 análisis del Sondeo Villanueva (nº inventario 133920084) cuyo análisis es del 31 de enero de 1995.

PUNTO	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	Na	Mg	Ca	K	C.E	pH	FECHA
	(mg/l)									μS/cm		
133920046	22	3	98			19	11	19	1	154	7,7	22/10/1982
	25	33	255	0	1	18	8	81	5	436	8,3	20/05/1991
	23	22	289	0	1	24	6	86	2	486	7,4	05/03/1992
	18	38	240			19	8	69	1	437	8,1	20/04/1993
	16	30	271	0	1	18	11	69	1	399	8	26/04/1994
	27	21	303	0	2	25	7	86	1	494	7,4	17/10/1994
	38	21	300	0	1	24	17	83	1	542	7,7	31/01/1995
	31	38	269	0	1	22	7	97	1	507	7,2	24/04/1995
	22	23	325	0	3	25	7	86	2	445	7,3	13/11/1995
	24	38	274	0	1	23	9	83	1	507	7,7	23/04/1996
	27	28	223	0	1	25	9	69	1	465	7,9	11/10/1996
	66	38	248	0	1	31	8	102	2	607	7,4	15/10/1997
	130	65	254	0	4	53	13	116	2	810	7,5	24/04/1998
	358	87	251	0	2	156	12	175	3	1484	7,4	28/10/1998
	600	94	177	0	4	285	21	169	5	2523	7,9	22/04/1999
	431	62	135	0	3	192	17	131	4	1712	7,5	26/10/1999
	429	56	159	0	2	179	30	125	4	1622	7,4	26/04/2000
376	29	75	0	3	157	16	90	4	1227	7,4	26/04/2001	

Los análisis de aguas correspondientes a la captación 133920046 en distintos años se han representado en un diagrama de Piper-Hill-Langelier (ver figura nº 3). Los primeros años presentan aguas con mineralización media, pero que se incrementa en los últimos años y pasan a ser aguas con mineralización alta a muy alta. Se puede observar que los últimos años se supera con creces el límite legal establecido para los cloruros de 250 mg/l (RD 140/2003), incluso en abril de 1999 se supera también el límite del sodio de 200 mg/l y el de conductividad de 2500 μS/cm.

Con respecto a los nitratos presenta concentraciones muy bajas, por lo que no existe contaminación de este tipo.

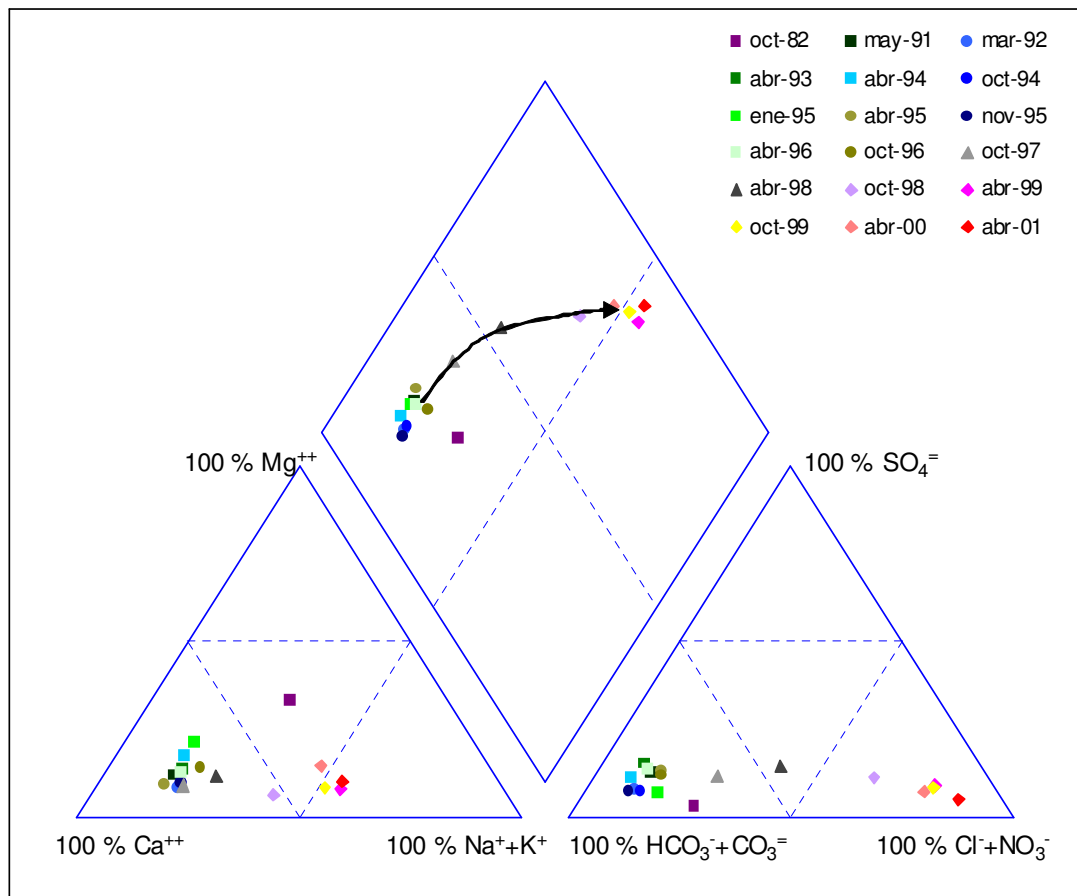


Fig. 3 Diagrama de Piper-Hill-Langelier de la captación n° 133920046.

Como se puede observar en el diagrama de Piper-Hill-Langelier la captación desde 1982 hasta 1996 presenta aguas con facies bicarbonatada cálcica y como va evolucionando durante los años 1996 y 1997 hacia facies clorurada sódica que es la que presenta en los últimos años, desde 1998 hasta el 2001.

Es un ejemplo claro de la salinización de una captación. Esto normalmente ocurre en zonas costeras donde hay intrusión salina, pero nos encontramos en el interior. En las inmediaciones de Villanueva del Río y Minas existen aguas congénitas de carácter salino, por lo que seguramente, al producirse un incremento de los bombeos durante esos años, se hayan “llamado” a estas aguas y se haya producido el deterioro de la calidad de las aguas al movilizar esas aguas salinas.

PUNTO	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	Na	Mg	Ca	K	C.E	pH	FECHA
	(mg/l)									μS/cm		
133920084	108	118	390	0	5	94	34	103	8	1054	7,5	31/01/1995

Las aguas de esta captación son de mineralización alta y todos sus parámetros se encuentran dentro de los límites legales establecidos (RD 140/2003). Los contenidos en nitratos son muy bajos, por lo que no hay contaminación. El análisis se ha representado en un diagrama de Piper-Hill-Langelier para ver su facies hidroquímica.

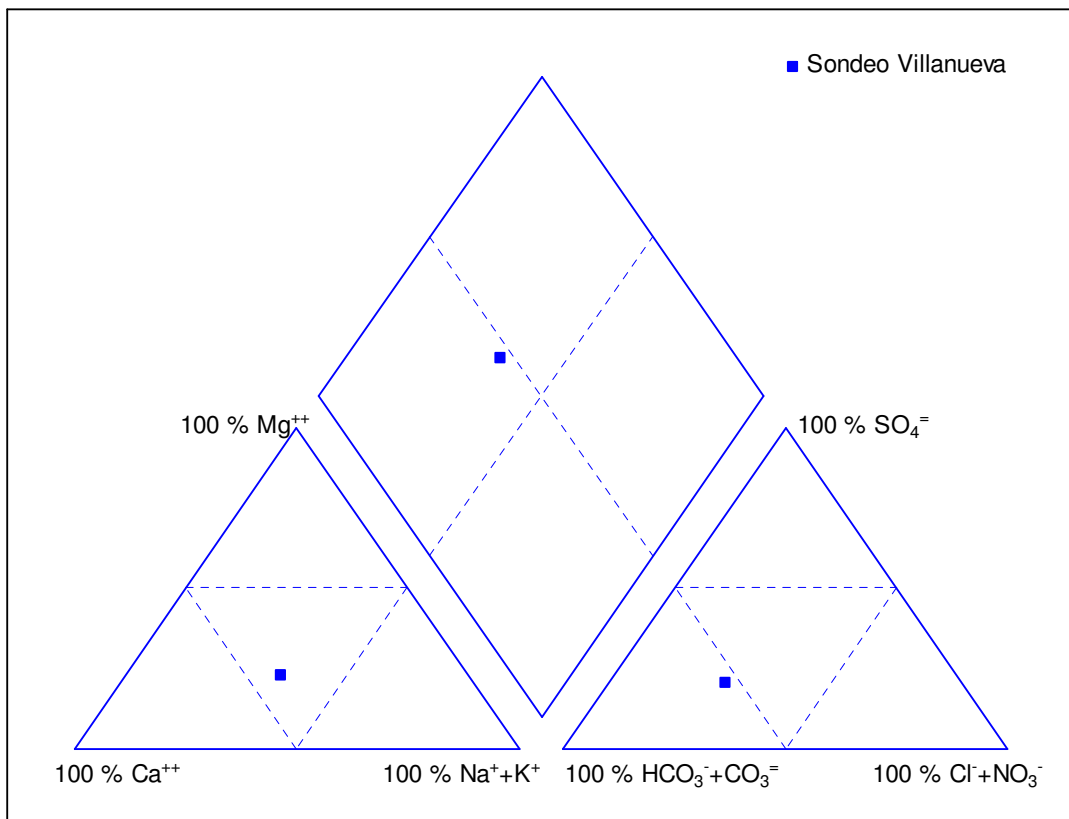


Fig. 4 Diagrama de Piper-Hill-Langelier de la captación nº 133920084.

Como se puede observar en el diagrama de Piper-Hill-Langelier en el año 1995 presentaba aguas de facies bicarbonatada cálcico-sódica. A no disponer de datos más recientes y sabiendo que el otro sondeo que abastecía a Villanueva del Río y Minas se ha salinizado, sería conveniente ver en que estado se encuentran estas aguas actualmente.

El Sondeo Regajo Conejo presenta salinización por lo que no se le va a realizar perímetro de protección al no ser aguas aptas para consumo humano, sin embargo como según los datos de los que disponemos el Sondeo Villanueva presenta una calidad aceptable, se le realizará a éste perímetro de protección.

#### **4. FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN**

##### **4.1 ORIGEN DE LA INFORMACIÓN SOBRE PRESIONES Y 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 visitados en la campaña de campo.
  
- Focos de contaminación en coberturas GIS:
  - IMPRESS: Graveras, vertederos, industrias IPPC, aguas de drenaje de minas, piscifactorias 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 nº de cabezas de ganado y kg/km<sup>2</sup>, respectivamente, siendo estos valores los correspondientes a la totalidad de la comarca en la que se encuentra la captación).
  
  - CORINE: Usos del suelo para el año 2000. Los focos de contaminación poligonales y lineales 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 que no se incluyan en el CORINE.

## 4.2 INVENTARIO DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

### 4.2.1. Actividad agrícola

En el término municipal de Villanueva del Río y Minas, el principal cultivo es el olivar, de hecho un 16% de los cultivos desarrollados en este término municipal corresponde a este cultivo. En segundo lugar se desarrolla el melocotón ocupando el 14 % de la superficie para cultivos.

En la zona de recarga más próxima a los puntos de abastecimiento no suele predominar cultivos.

Según el Instituto Nacional de Estadística de Andalucía para el año 2007 el aprovechamiento de las tierras labradas en el municipio de Villanueva del río y Minas es de un total de 4.469 Has.

Cultivos	Hectáreas
Melocotón	630
Olivar	716
Otros cultivos leñosos	1.360
Algodón	333
Trigo	328
Otros cultivos herbáceos	1.102

Debido a la naturaleza y características de las formaciones permeables de la zona de estudio, tratándose de zonas detríticas, hay que tener en cuenta que un uso de fertilizantes químicos en exceso para el abonado de los regadíos intensivos puede provocar una contaminación.

### 4.2.2. Actividad ganadera

Los datos de actividad ganadera para toda la comarca de la Vega según datos del 2005 del SIA (Sistema Integral de Información del Agua) se muestran en la siguiente tabla.



<b>Actividad ganadera</b>	<b>Nº de cabezas de ganado</b>
Porcino	23.681
Bovino	26.425
Ovino y Caprino	76.415
Equino	2.252
Aves	278.000

Cabe destacar que dentro de la comarca de la Vega la actividad ganadera ha aumentado considerablemente en los últimos años.

#### **4.2.3. Actividad Industrial**

La actividad industrial es escasa en el municipio ya que gran parte de la economía está basada en la agricultura y ganadería.

#### **4.2.4. Residuos sólidos urbanos**

Durante la visita al emplazamiento y su entorno no se localizó ningún vertedero.

#### **4.2.5. Aguas Residuales**

El municipio vertía las aguas residuales en los arroyos Peregrina y Parroso. El Consorcio de Aguas del Huesna ha instalado en Villanueva del Río y Minas un colector de 600 milímetros de diámetro y 3,15 kilómetros de longitud que discurre paralelo al río Huesna y que recoge en más de 20 puntos, los vertidos de aguas residuales.

Esta actuación canaliza las aguas fecales y las conduce hacia la zona Sureste de la localidad, junto a la carretera comarcal C-431, donde se levantará la estación depuradora de aguas residuales (EDAR), con la que se eliminarán los vertidos sin tratamiento previo.

#### 4.3 FOCOS DE CONTAMINACIÓN PRÓXIMOS A LA CAPTACIÓN

El principal foco de contaminación para los puntos de abastecimiento de Brenes es el uso del suelo y las actividades derivadas, sobre todo el cultivo permanente de cítricos y frutales en las zonas de recarga. También cabe resaltar todos los problemas de contaminación que conlleva un municipio situado en la zona de recarga como es Villaverde del Río (fugas de aguas residuales, contaminación de hidrocarburos, etc.). En la figura nº 5 se muestra la situación de los puntos de abastecimiento y su entorno con los posibles focos de contaminación.

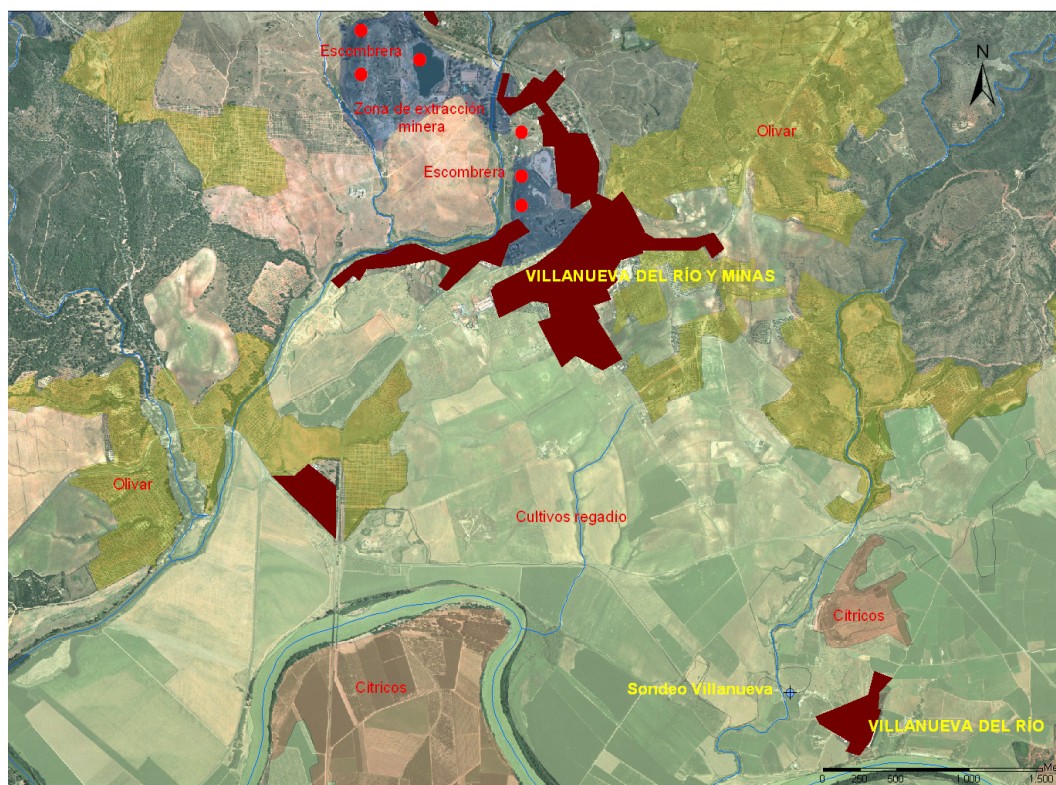


Fig. 5 Esquema situación de los puntos de abastecimiento y posibles focos de contaminación

#### **4.4 INDICIOS DE FOCOS DE CONTAMINACIÓN EN LAS CAPTACIONES**

En las zonas de recarga de los materiales acuíferos principal foco de contaminación para las captaciones es la actividad agrícola cercanos a los puntos de abastecimiento. El uso de fertilizantes y plaguicidas pueden alcanzar las aguas subterráneas provocando una contaminación del contenido de nitratos.

En la zona en donde están confinados los materiales acuíferos no existe una contaminación directa de las aguas subterráneas por fertilizantes agrícolas debido a que las margas azules impide que estos contaminantes percolen en el suelo y llegue a las aguas subterráneas.

La aplicación de fertilización nitrogenada puede ocasionar problemas, cuando la cantidad de nitrógeno aplicado excede de la dosis crítica adecuada para cada cultivo, al aumentar rápidamente la lixiviación de nitratos, y por tanto, el riesgo de incorporación a las aguas subterráneas, mientras que la producción apenas se incrementa.

Otra de las variables a tener en cuenta es la forma química en la que se presenta en el abonado el nitrógeno. Aquellos fertilizantes que se presentan en forma de nitratos, de elevada movilidad, son fácilmente arrastrados por el agua de infiltración procedente de la lluvia, riego o de ambos, frente a los amoniacales que presentan una baja movilidad. El paso de la urea y de los compuestos amoniacales a la forma más estable de nitrógeno, los nitratos, se realiza con rapidez, siempre que se den las condiciones de temperatura y humedad adecuadas, lo que aumenta el riesgo de contaminación.

Otro de los factores, que junto con las prácticas contribuyen de forma significativa a la incorporación de nitratos al flujo subterráneo, es el hidrogeológico. La litología, permeabilidad y espesor de la zona no saturada del acuífero, va a condicionar las reacciones que se producen en el tránsito del nitrato desde la zona radicular de los cultivos hasta el nivel del agua y, por tanto, la cantidad de nitrato que se incorpore al flujo subterráneo.

Las captaciones están situadas en formaciones detríticas, lo que hace que sea extremadamente vulnerable a la contaminación, dada la rápida propagación de cualquier hipotético contaminante a zonas alejadas de la fuente de contaminación.

## **5. VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN**

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 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.

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, funcionamiento libre o confinado, etc, así como un análisis de la distribución de la vulnerabilidad en el entorno y áreas de recarga de las captaciones y su relación con los focos de contaminación.

En general, Las zonas más vulnerables de MAS 05.49 corresponden a aquellas donde la permeabilidad es mayor dentro del acuífero libre. También será más sensible cuanto más próximo se encuentre el nivel freático de la superficie.

### **5.1 DISTRIBUCIÓN EN EL ENTORNO Y ÁREAS DE RECARGA**

Las areniscas, arenas y conglomerados del Mioceno de base que conforman el área de recarga de las captaciones presentan una vulnerabilidad media a alta a la contaminación debido a su elevada permeabilidad por porosidad.

## **5.2 RELACIÓN DE LA VULNERABILIDAD CON LOS FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN**

El acuífero asociado a la MAS 05.49 Gerena-Posadas es muy vulnerable a la contaminación debido a su carácter detrítico. Las zonas más vulnerables corresponden al acuífero libre que será más sensible cuanto más próximo se encuentre el nivel freático a la superficie. El acuífero confinado no presenta riesgo de contaminación precisamente por estar recubierto por las margas azules del Tortoniense que son impermeables.

Las altas concentraciones salinas tienen posiblemente un origen natural. Aunque no se descarta una probable contaminación procedente de las minas de la región, debida a la evacuación de aguas de las minas, que llegarían al acuífero a través de los ríos o por procesos de extracción y reinyección al acuífero. Puntualmente también se han encontrado altas concentraciones de nitratos cuyo origen hay que buscarlo en las actividades agrícolas de la zona. La fuente principal de contaminación tiene su origen en las actividades agrícolas con el uso de fertilizantes y productos fitosanitarios.

### **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 las captaciones, se han detectado como focos que puedan poner en peligro la calidad de las aguas subterráneas del sector los cultivos de regadío y cítricos que se encuentran en las zonas de recarga del acuífero más próximas al punto de abastecimiento de reserva de Villanueva del río y Minas así como antiguas escombreras de minas de carbón y el núcleo urbano de Villanueva del Río y Minas ambos situados aguas arriba del sondeo Villanueva en la zona de recarga del acuífero.

TIPO DE CONTAMINACIÓN	PRESIONES	CONTAMINANTES	DISTANCIA A LAS CAPTACIONES	VULNERABILIDAD
Puntual	Núcleo Urbano Villanueva del Río y Minas	Nitratos, Hidrocarburos, Coliformes fecales.	2500 m.	Muy baja-baja
Puntual	Escombreras de carbón	Hidrocarburos	4000 m	Moderada
Difusa	Agrícola. Naranjos y regadíos	Nitratos Plaguicidas	50-100 m	Alta

### 5.2.2. Evaluación cualitativa de la vulnerabilidad y el 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 de Villanueva del Río y Minas, objeto del perímetro de protección:

FOCO POTENCIAL DE CONTAMINACIÓN	H	Qn	Rf	HI	Clase de peligrosidad	Vulnerabilidad	Nivel de riesgo
Núcleo urbano (Villanueva del río y Minas)	70	1,2	1,0	82	Alta	Baja	Moderado
Escombrera de carbón	70	1,2	1,0	82	Alta	Moderada	Moderado-alto
Naranjos y regadíos	30	1,2	1,0	36	Baja	Alta	Bajo-moderado

Las presiones del sector suponen un riesgo entre moderado y alto para las aguas subterráneas.

## **6. DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN**

### **6.1 ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO**

#### **6.1.1. Análisis hidrogeológico y geometría del acuífero**

Desde el punto de vista hidrogeológico, el punto de reserva para el abastecimiento de Villanueva del Río y Minas y la pedanía de Villanueva del Río capta aguas de limos y arenas Mioceno-Pliocenas, con permeabilidades entorno a 5 m/día. En la zona se dispone de datos de parámetros hidrogeológicos de un sondeo de abastecimiento (sondeo Regajo del Conejo, situado a 4500 m. al NorOeste del punto de reserva para el abastecimiento, que en febrero de 1982 se realizó un ensayo de bombeo obteniéndose para un espesor saturado de acuífero de 65 m., un caudal de 120 l/s y una transmisividad en descenso de 322 m<sup>2</sup>/día.

El substrato del acuífero que está constituido por materiales paleozóicos y que actúa como impermeable aflora a unos 2 km del sondeo Villanueva. En su entorno afloran las margas azules del tortoniense que debido a su baja permeabilidad provoca el confinamiento de los materiales acuíferos sobre los que están depositados.

Los límites naturales de la subunidad Cantillana-Lora del Río vienen impuestos al Norte por el contacto de la Sierra Norte y la Depresión del Guadalquivir, al Oeste por la falla del río Viar, al Este por el levantamiento del zócalo paleozoico en los alrededores de Lora del Río y al Sur los materiales acuíferos se hunden progresivamente hasta llegar a acuñarse.

### 6.1.2. Funcionamiento (Isopiezas y líneas de flujo)

Basándose en la piezometría obtenida del informe “incorporación de las aguas subterráneas del acuífero Niebla-Posadas al sistema de emergencia del abastecimiento de la ciudad de Sevilla y su área de influencia (EMASESA)”. La piezometría realizada en la zona indica que en la zona de recarga existe un importante cono de bombeo tal vez generado por los puntos de abastecimiento. La piezometría se adapta a la orografía del terreno en la zona de recarga, hecho que no ocurre en los puntos situados más al Sur donde el acuífero sufre un cierto grado de confinamiento (ver figura nº 6). En general la dirección del flujo subterráneo que tiene sentido norOeste-sudeste (NO-SE).

La cota piezométrica de los puntos de la zona oscila entre 25 y 50 m. (s.n.m). El gradiente hidráulico es entorno al 1 % en la zona de recarga.

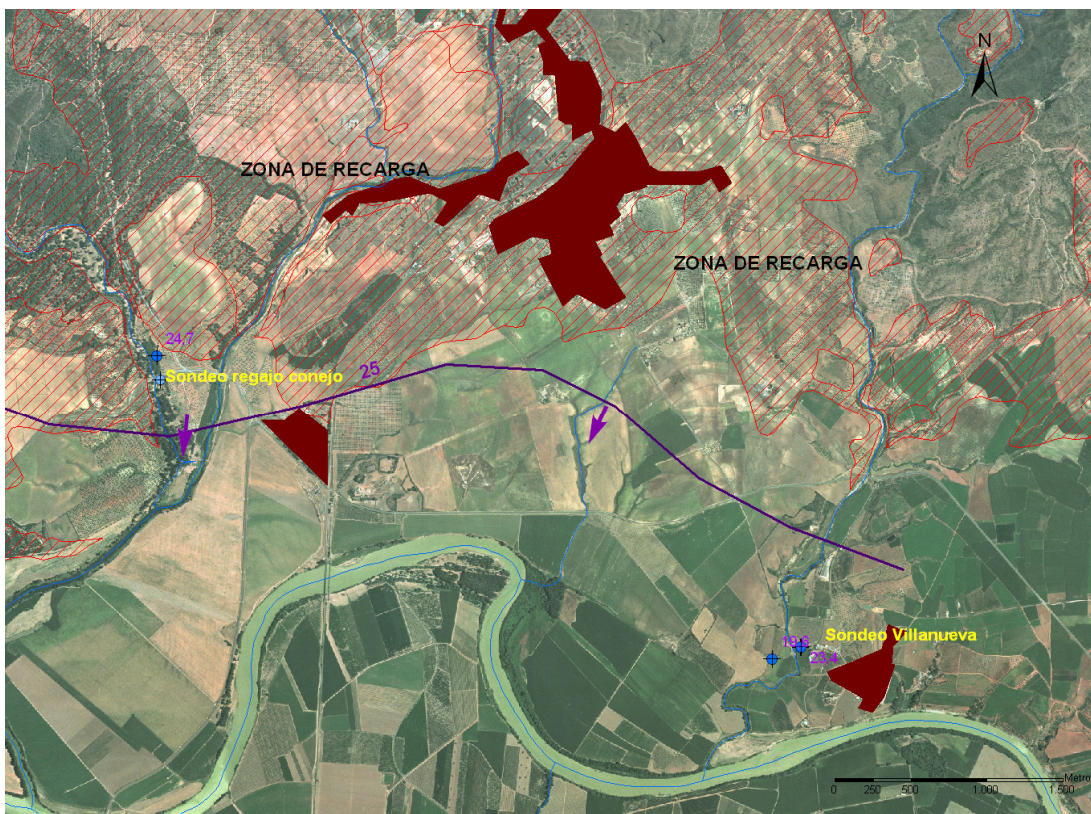


Fig. 6 Esquema del flujo subterráneo.

## 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, en el que se distinguen tres áreas de restricciones de uso crecientes con la proximidad a la captación, denominadas:

- Zona I o de restricciones absolutas (tiempo de tránsito 1 día)
- Zona II o de restricciones máximas (tiempo de tránsito 60 días)
- Zona III o de restricciones moderadas (tiempo de tránsito 4 años)

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

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.

Para establecer el perímetro de protección se han considerado los siguientes datos de partida en el punto de reserva (Sondeo Villanueva) para el abastecimiento de Villanueva del río y Mina.

Parámetro	Abreviatura	Datos	Procedencia
Caudal de drenaje (l/seg)	$Q_d$	50	Estimación Propia
Transmisividad ( $m_2/día$ )	T	322	Datos IGME
Espesor total zonas transmisivas (m)	b	30	Estimación Propia
Permeabilidad (m/día)	K	11	Cálculo
Porosidad	m	0,01	Atlas Hidrogeológico
Gradiente hidráulico	i	0,01	Cálculo datos piezometría
Dirección del flujo respecto al Norte	grados	105	Datos piezometría

Con estos valores, los parámetros de partida para definir las zonas de protección de acuerdo con el método de Wyssing se recogen para el punto de reserva (Sondeo Villanueva) para el abastecimiento de Villanueva del río y Mina en la siguiente tabla.

Parámetros	Sondeo de reserva
$X_o$ o radio de llamada (m)	208
B o ancho de llamada (m)	1.309
B' o ancho de llamada a la altura de la captación (m)	685
$V_e$ o velocidad eficaz (m/día)	11,0

### 6.3 ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN

La alimentación se produce fundamentalmente a partir de la infiltración de la lluvia y en menor parte por el retorno de los excedentes de agua empleados en regadío. La descarga natural se produce por drenaje difuso hacia los arroyos existentes en la zona, el río Guadiamar y el río Viar o por extracciones por bombeo.

#### 6.4 ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS

Se considera como el círculo cuyo centro es la captación a proteger y cuyo radio (sl) es la distancia que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en un día. Esta zona tendrá una forma circular u oval dependiendo de las condiciones hidrodinámicas.

Parámetro	Sondeo de reserva
S <sub>1</sub> aguas arriba (m)	73
S <sub>1</sub> aguas abajo (m)	62

En esta zona se evitarán todas las actividades, excepto las relacionadas con el mantenimiento y explotación de la captación, para lo que se recomienda la construcción de una caseta que proteja la captación (en el caso de que no exista), que se valle la zona definida y se instale un drenaje perimetral.

#### 6.5 ZONAS 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. Cabe resaltar que para el punto de abastecimiento de emergencia (sondeo Villanueva) no se adoptará el polígono teórico ya que en esta zona existen afloras margas de varios metros de potencia que preservan el acuífero (confinado) de cualquier foco de contaminación.

Parámetro	Sondeos de reserva
S <sub>2</sub> aguas arriba (m)	950
S <sub>2</sub> aguas abajo (m)	290

A efectos prácticos, no existe una zona de restricciones máxima debido a que la zona obtenida por el método Wyssling se encuentra protegido el material acuífero de sustancias contaminantes por un importante paquete de margas azules impermeables.

## 6.6 ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS

Los datos obtenidos con el método de Wyssling empleando las variables antes descritas en el apartado 6.2, para un tiempo de 4 años, se recogen en la tabla.

Este perímetro queda restringido al sur por la existencia de materiales impermeables del paleozoico.

Parámetro	Sondeos Depuradura
S <sub>3</sub> aguas arriba (m)	16.026
S <sub>3</sub> aguas abajo (m)	406

Al igual que en el caso de la zona de restricciones máximas, a efectos prácticos, se adoptará el polígono teórico salvo que éste supere los límites establecidos en la poligonal envolvente de la captación.

## 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.

Este perímetro queda restringido al norte y sur por la existencia de materiales impermeables del paleozoico.

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

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

Donde:

T = transmisividad

t = tiempo de bombeo

S = coeficiente de almacenamiento

Brenes	Sondeos de reserva
T(m <sub>2</sub> /día)	322
t (días)	120
S	0,01
R	3.000

Dadas las características hidrogeológicas del acuífero se delimitará una zona de protección de la cantidad para la captación de abastecimiento de 3.000 m. de radio para los puntos de abastecimiento, dentro de los límites de la zona moderada.



## **7. RED DE CONTROL Y VIGILANCIA**

En general, 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. En cualquier caso, se aconseja que este control sea semestral, efectuando dichos análisis a todos los puntos de abastecimiento.

Asimismo, en caso de producirse una situación especial que provoque un vertido potencialmente contaminante, en las proximidades de la captación, se llevara 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
<b>AGRICULTURA Y GANADERÍA</b>			
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
<b>RESIDUOS SÓLIDOS</b>			
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
<b>VERTIDOS LÍQUIDOS</b>			
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
<b>ACTIVIDADES INDUSTRIALES</b>			
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
<b>OTROS</b>			
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**

Actualmente no se ha detectado focos de contaminación (uso de abonos en cultivos) que pueden poner en peligro la calidad de las aguas subterráneas del sector.

La vulnerabilidad de esta unidad se debe considerar como alta, por lo que las precauciones y vigilancia sobre posibles actividades potencialmente contaminantes dentro de la poligonal deben ser suficientes.

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. Aquellas zonas que pudieran estar parcialmente fuera de los límites del municipio, deberían comunicárselo a los Ayuntamientos afectados y coordinar actuaciones para velar, en la medida de lo posible, porque se cumplan las normas correspondientes.

## 9. **REFERENCIAS**

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

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 05.49 (Niebla - Posadas).

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.

Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. 1981. Informe técnico sondeo nº 1 bis. Villanueva del Río y Minas. Ref 46 (VI)81.

Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. 1981. Informe técnico sondeo nº 2. Villanueva del Río y Minas. Ref 45 (VI)81.

Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. 1981. Informe técnico sondeo nº 3. Villanueva del Río y Minas. Ref 130 (VI)81.

Instituto Nacional de Estadística; <http://www.ine.es/>.

[Instituto Nacional de Estadística de Andalucía;  
http://www.juntadeandalucia.es:9002/sima/htm/sm21005.htm](http://www.juntadeandalucia.es:9002/sima/htm/sm21005.htm)

# **ANEXOS**

**ANEXO I**  
**REPORTAJE FOTOGRÁFICO**



***Sondeo regajo del conejo***



***Detalle sondeo regajo del conejo.***



***Pozo superficial próximo al sondeo Villanueva***



***Sondeo Villanueva***





*Interior caseta sondeo Villanueva*

**ANEXO II**  
**FICHAS DE INVENTARIO DE CAPTACIONES**

**INVENTARIO  
PUNTO ACUÍFERO**

① N° de registro **133920084**  
 N° de puntos descritos **01**  
 Hoja topográfica 1/50.000 .....  
 Número .....

② COORDENADAS Lambert  
 X ..... Y .....  
 UTM  
 Huso Sector X Y  
**30** **282249** **4168147**

Croquis acotado o mapa detallado

③ Cuenca hidrográfica **05**  
 Unidad hidrogeológica **49**  
 Sistema acuífero **GORONA - PESADAS**  
 Provincia **SEVILLA** **41**  
 Término Municipal **VILLANUEVA DEL**  
 Toponimia **RIO Y MINAS**

⑤ Objeto .....  
 Cota .....  
 Referencia topográfica .....

⑥ Naturaleza **Sondeo** **1**  
 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.**  
**RESERVA**  
 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 .....  
 P C I G H Ex LI Ve

⑪ MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL

Fecha	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m/h	Cota absoluta del agua	Método de medida
<b>24/11/08</b>	<b>360</b>			

⑫ Sistema de Explotación: .....  
 ⑬ Zonas Húmedas: .....

⑭ Usuario .....  
 Nombre Propietario **AYUNTAMIENTO VILLANUEVA** Telf. ....  
 Dirección ..... Localidad .....

⑮ OBSERVACIONES  
**Sondeo en alternativa estado de abandono**

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

⑰ Instruido por **Antonio Carmona**  
 Fecha ..... / ..... / .....

Consumo anual (m³/año)		Días de bombeo	<b>RESERVA</b>
Caudal instantáneo (l/s)		Consumo municipio (m³/año)	<b>482.350</b>
Volumen diario (m³/día)		Entidad gestora	

18

DESCRIPCIÓN DEL CORTE GEOLÓGICO

Nº de litologías descritas.....

Número de orden	Edad geológica	Litología	Profundidad del techo	Profundidad del muro	Está interconectado	¿Es acuífero?	OBSERVACIONES
<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="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="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="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"/>	.....

19

ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha

Caudal extraído ( m<sup>3</sup>/h)

Duración del bombeo                      horas                       minutos

Depresión en metros

Transmisividad (m<sup>2</sup>/seg)

Coficiente de almacenamiento

---

Fecha

Caudal extraído ( m<sup>3</sup>/h)

Duración del bombeo                      horas                       minutos

Depresión en metros

Transmisividad (m<sup>2</sup>/seg)

Coficiente de almacenamiento

20

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA

metros	LITOLOGIAS (EDAD GEOLÓGICA)
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

21

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

PERFORACIÓN

De	a	Ø en mm.	OBSERVACIONES
		66.0	

REVESTIMIENTO

De	a	Ø en mm.	OBSERVACIONES
		3.50	

**ANEXO III**  
**FICHAS DE INVENTARIO DE PRESIONES**

	Nombre	Tipo de actividad	Estado	Descripción	Datos de producción	Sustancias contaminantes
1	WU LAGO UPHINA	VIVIENDAS	ACTIVO	ALCANTARILLADO EN MANEJO		AGUAS RESIDUALES NITRATOS
2	AS COMODORAS CARBOL	CARBOL	INACTIVO	CONTAMINACION DE RINDORABAN	VARIAS TONELADAS	NITRATOS
3	CULTIVOS	VARANES Y ALTOSES	ACTIVO		VARIAS HECTAREAS	NITRATOS
4						
5						
6						

	Residuos producidos	Residuos o material abandonado	Medidas de contencion existentes	Estado de las medidas	Observaciones
1	NITRATOS				
2	NITRO CARBOL				
3	NITRATOS PESTICIDAS				
4					
5					
6					

	Dirección	Término Municipal	Provincia	Coordenadas	Superficie	Superficie consumida
1		VILLANUEVA DOZ RICOY VIMAS	SEVILLA	X:260 981 y = 4171262		86,52 Hcs
2		VILLANUEVA DOZ RICOY VIMAS	SEVILLA	X:2669353 y = 4171262		
3		VILLANUEVA DOZ RICOY VIMAS	SEVILLA		VARIAS HCS	
4						
5						
6						

	Presencia de otros pozos/manantial	Distancia al cauce más próximo	Nombre del cauce	Posición respecto a la zona de recarga
1				BN zona NO RECARGA
2				BN zona NO RECARGA
3				BN zona NO RECARGA
4				
5				
6				

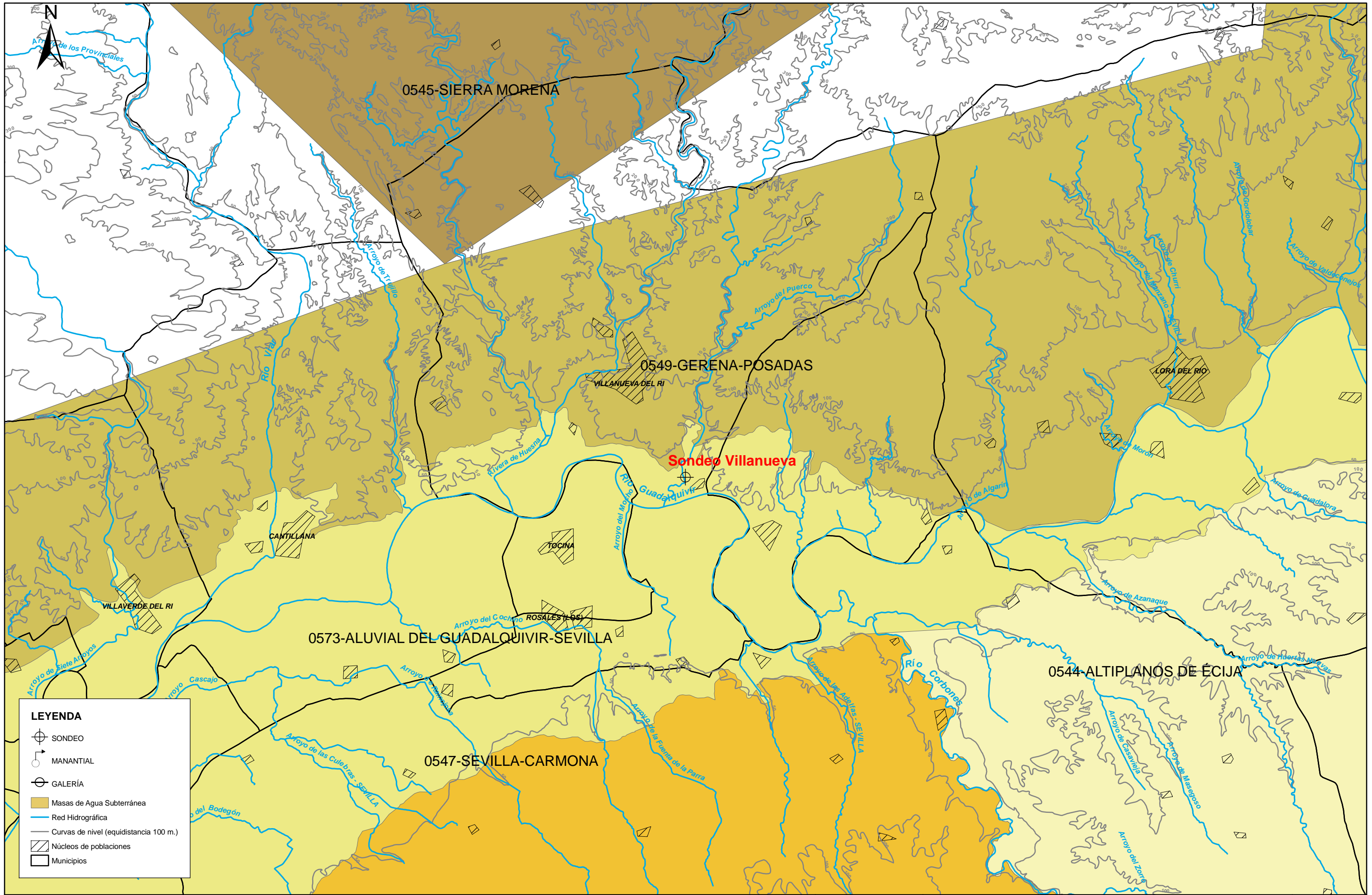
# PLANOS



## 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



GOBIERNO DE ESPAÑA



MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN  
Instituto Geológico y Minero de España



Agencia Andaluza del Agua  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE



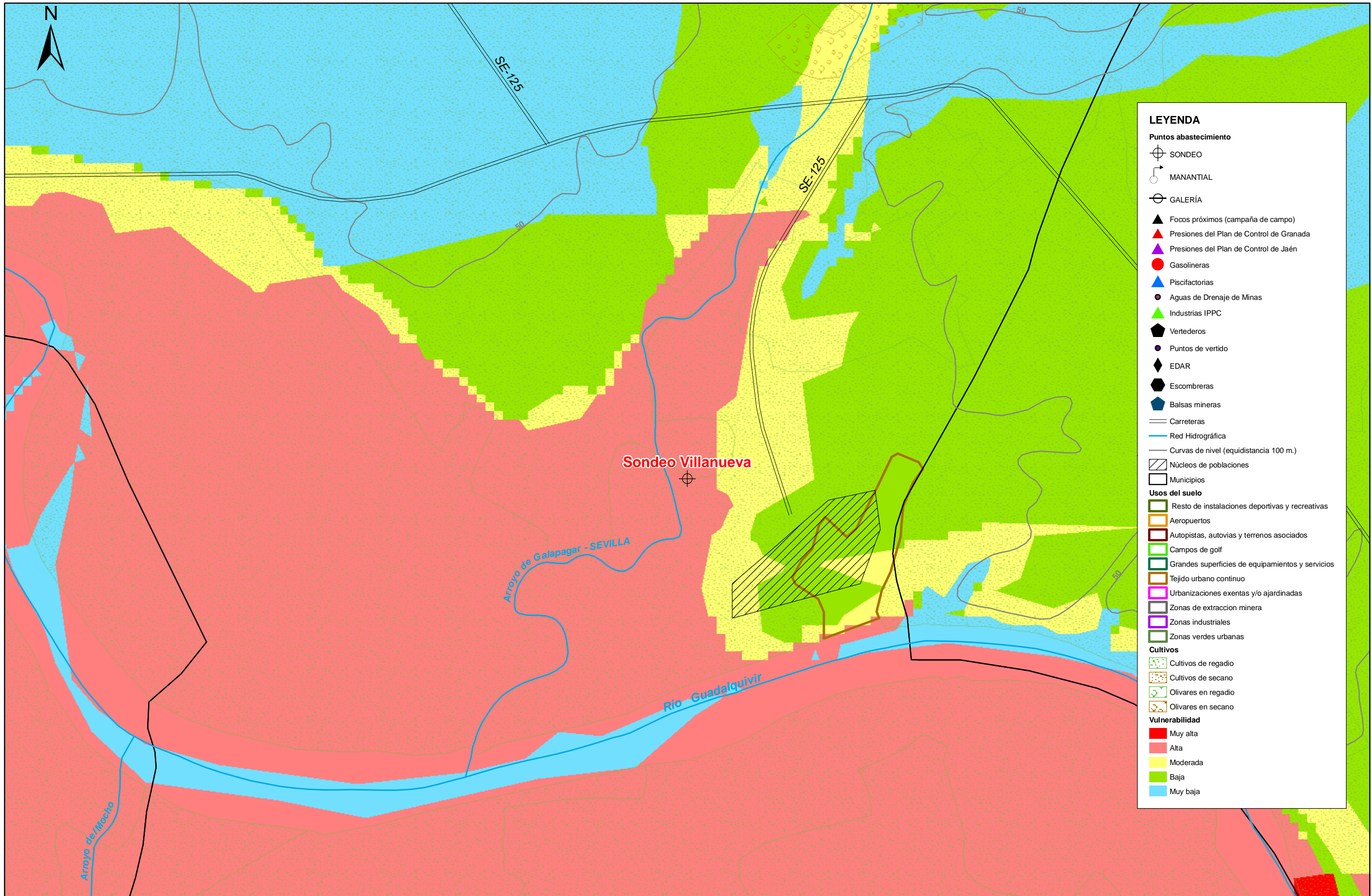
GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO



DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA  
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 (campeña 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
- Red Hidrográfica
- Curvas de nivel (equidistancia 100 m.)
- ▨ Núcleos de poblaciones
- Municipios

**Usos del suelo**

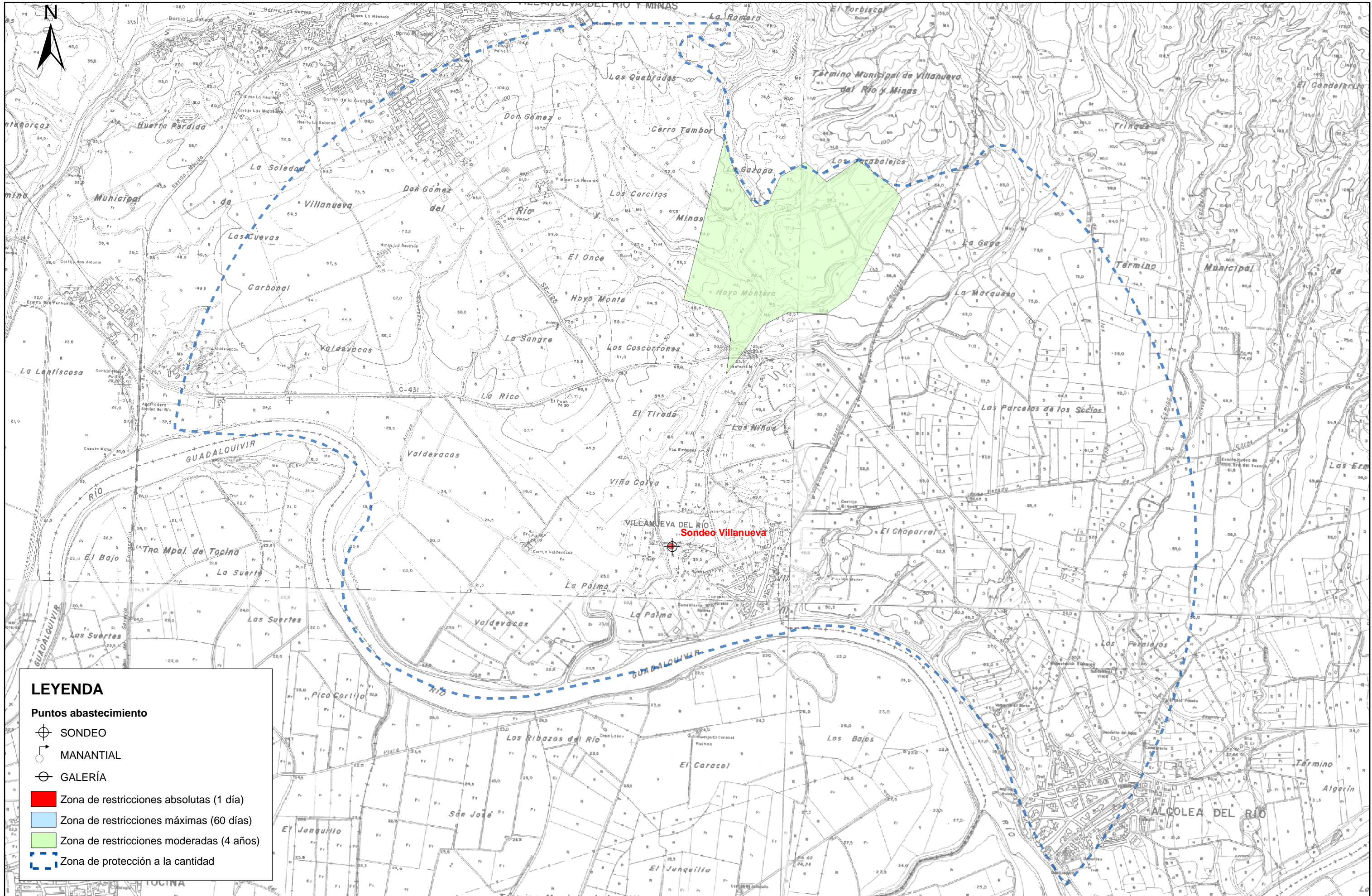
- ▨ Resto de instalaciones deportivas y recreativas
- ▨ Aeropuertos
- ▨ Autopistas, autovías y terrenos asociados
- ▨ Campos de golf
- ▨ Grandes superficies de equipamientos y servicios
- ▨ Tejido urbano continuo
- ▨ Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas
- ▨ Zonas de extracción minera
- ▨ Zonas industriales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