

**PERÍMETRO DE PROTECCIÓN DEL SONDEO LOMA PINEDA  
DE ABASTECIMIENTO AL NÚCLEO URBANO DE JAMILENA  
(JAÉN)**



## ÍNDICE

Pag nº

---

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ABASTECIMIENTOS.....</b>	<b>5</b>
2.1. INFRAESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN .....	6
2.1.1. <i>Captaciones de abastecimiento</i> .....	6
2.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO.....	8
2.2.1. <i>Depósitos y conducciones</i> .....	8
2.2.2. <i>Esquema general</i> .....	9
2.2.3. <i>Importancia de la captación y volúmenes captados</i> .....	10
<b>3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
3.1. MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO .....	12
3.2. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO.....	15
3.3. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA .....	17
3.4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO.....	18
3.5. HIDROQUÍMICA DEL SECTOR .....	20
<b>4. FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN .....</b>	<b>23</b>
4.1. ORIGEN DE LA INFORMACIÓN DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN .....	23
4.2. INVENTARIO DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN .....	24
4.2.1. <i>Actividad agrícola</i> .....	24
4.2.2. <i>Actividad ganadera</i> .....	24
4.2.3. <i>Actividad industrial</i> .....	25
4.2.4. <i>Residuos sólidos urbanos</i> .....	25
4.2.5. <i>Aguas residuales</i> .....	25
4.3. FOCOS DE CONTAMINACIÓN PRÓXIMOS A LAS CAPTACIONES .....	25
4.4. INDICIOS DE CONTAMINACIÓN EN LAS CAPTACIONES .....	27
<b>5. 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
5.3. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA VULNERABILIDAD Y DEL RIESGO.....	30

<b>6. DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN.....</b>	<b>33</b>
6.1. ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO .....	33
6.1.1. Límites hidrogeológicos y geometría del acuífero.....	33
6.1.2. Funcionamiento (isopiezas y líneas de flujo) .....	37
6.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS (BALANCE DE RECURSOS O MÉTODOS ANALÍTICOS) .....	37
6.3. ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN .....	38
6.4. ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS.....	38
6.5. ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS .....	39
6.6. ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS .....	40
6.7. ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD .....	40
<b>7. RED DE CONTROL Y VIGILANCIA .....</b>	<b>42</b>
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>9. REFERENCIAS .....</b>	<b>45</b>

#### ANEXOS

- ANEXO I: REPORTAJE FOTOGRÁFICO
- ANEXO II: FICHAS DE INVENTARIO DE CAPTACIONES
- ANEXO III: FICHAS DE INVENTARIO DE PRESIONES
- ANEXO IV: ANÁLISIS QUÍMICOS

#### PLANOS

- PLANO N° 1: SITUACIÓN DE LAS CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO
- PLANO N° 2: MAPA DE VULNERABILIDAD Y PRESIONES
- PLANO N° 3: MAPA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la delimitación y justificación técnica del perímetro de protección del sondeo Loma Pineda (183880035), que abastece al núcleo urbano de Jamilena y está situado en la Masa de Agua Subterránea (MASb) 05.16 "Jabalruz".

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 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 (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 Jamilena tiene una población residente estable de 3.523 habitantes (Cifras de población referidas al 01/01/2008), de los que 3.520, corresponden al núcleo de dicho municipio.

En función del consumo anual en el año 2007, que fue de 323.601 m<sup>3</sup> (886,58 m<sup>3</sup>/día), según datos facilitados por el Ayuntamiento, se ha calculado una dotación de unos 252 l/hab/día. En los meses de verano, julio, agosto y septiembre de 2007 sube a un consumo de 949,5 m<sup>3</sup>/día, esto representa una dotación de 269 l/hab/día para este periodo.

El abastecimiento a Jamilena se realiza mediante aguas superficiales procedentes de la estación de bombeo de la Venta, situada en Martos y que capta agua desde el embalse del río Víboras, de un sondeo y, en mucha menor cuantía, de un manantial. El sondeo, denominado sondeo de Loma Pineda (183880035), capta agua de la MAS 05.16 "Jabalruz". La localización del sondeo Loma Pineda se muestra en el plano de situación nº 1.

El manantial de Fuente Mayor (183880006) fue un punto habitual de abastecimiento, pero a partir de la sequía de 1995 disminuyó significativamente su caudal, y actualmente sólo aporta agua cuando existen precipitaciones. Hace unos años también se utilizaba otro sondeo ubicado en pleno casco urbano, Fuente Álamo (183880028), pero debido a su ubicación en zona potencialmente contaminante se dejó de usar hace unos años.

En la actualidad, está pendiente de tramitación un sondeo de abastecimiento de nueva construcción en las siguientes coordenadas: 414392, 4175355.

La gestión del servicio de abastecimiento la realiza el Servicio Municipal de Aguas de Jamilena.

## 2.1. INFRAESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN

### 2.1.1. Captaciones de abastecimiento

- **Sondeo Loma Pineda (183880035)**

Se localiza en materiales carbonatados de la MAS 05.16 "Jabalruz". Tiene una profundidad de 250 m (fue reprofundizado a finales de 1999 desde los 150 m) y está entubado con tubería metálica de 400 mm de diámetro en su totalidad. Se sitúa a cota 840 msnm.

Su caudal bombeado oscila entre 3 y 8 l/s según datos del servicio Municipal de Aguas de Jamilena. El nivel dinámico se situaba en noviembre de 2008, próximo a los 84 m de profundidad, a una cota de 756 msnm. Este nivel suele oscilar entre 65 y 110 m de profundidad. Está instalado con una electrobomba sumergible de 50 C.V., situada a 245 m de profundidad. La tubería de impulsión es metálica. Las coordenadas UTM del sondeo Loma Pineda son 418170, 4176891.

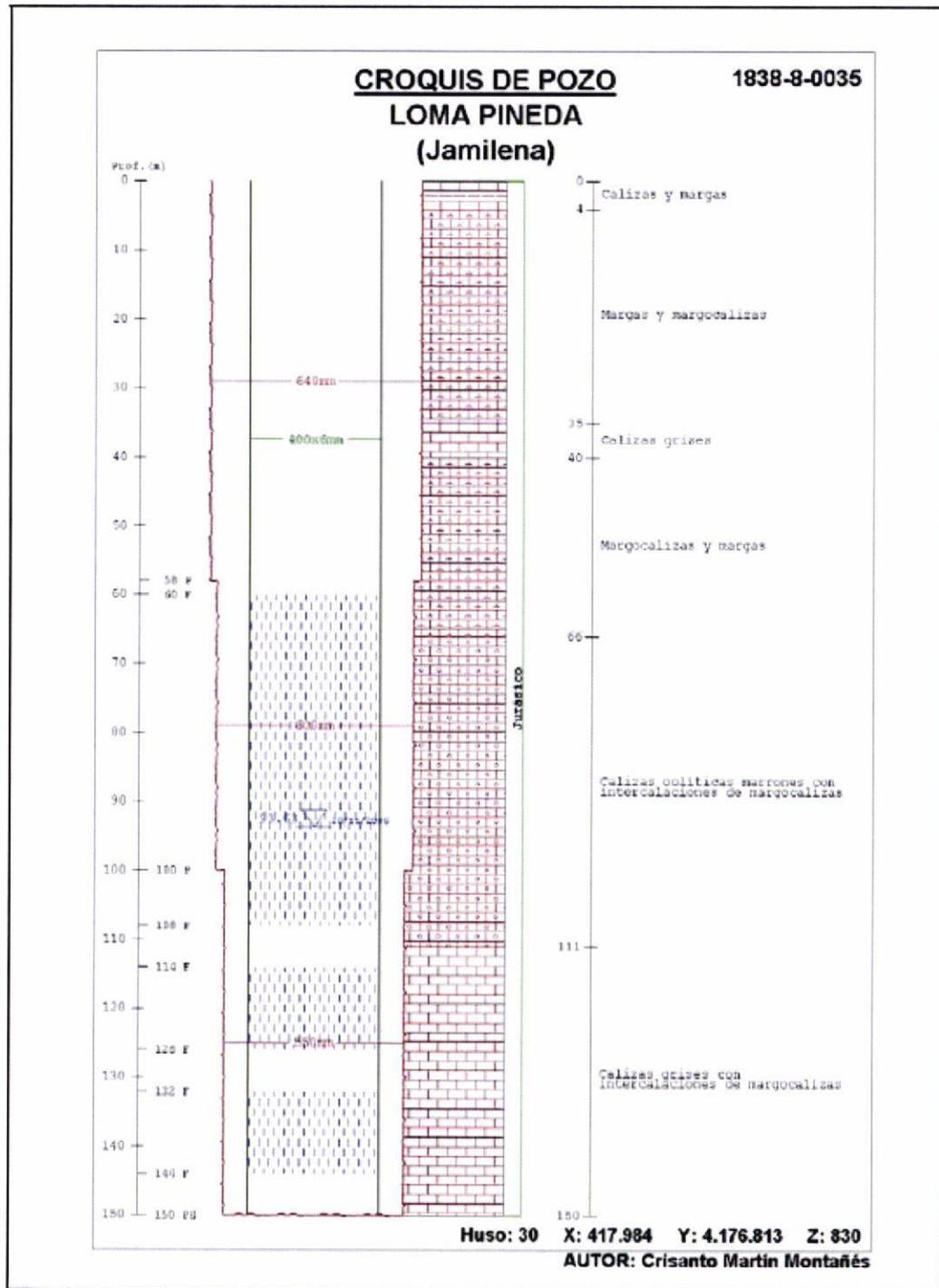


Fig 1. Columna estratigráfica del sondeo Loma Pineda

## 2.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO

### 2.2.1. Depósitos y conducciones

Existen un total de cuatro depósitos de regulación en uso. A continuación se presentan las características de los depósitos pertenecientes al sistema de abastecimiento de Jamilena.

#### - **DE23051001 Depósito de Fuente Mayor**

Cota (msnm): 780

Base: Rectangular

Tipo: Superficial

Capacidad (m<sup>3</sup>): 300

Origen del agua: Depósito de Loma Pineda y Manantial de Fuente Mayor.

Núcleo al que abastece: Jamilena (Zona Baja)

#### - **DE23051002 Depósito de Los Pinos**

Cota (msnm): 810

Base: Rectangular

Tipo: Superficial

Capacidad (m<sup>3</sup>): 240

Origen del agua: Depósito de Loma Pineda y Depósito de Fuente Mayor

Núcleo al que abastece: Jamilena (Zona Alta)

#### - **DE23003003 Depósito de Loma Pineda**

Cota (msnm): 750

Base: Rectangular

Tipo: Superficial

Capacidad (m<sup>3</sup>): 600

Origen del agua: Sondeo de Loma Pineda

Núcleo al que abastece: Jamilena (Dep. Fuente Mayor y Dep. Los Pinos)

- **DE23003004 Depósito de la Carretera de la Sierra**

Cota (msnm): 840

Base: Rectangular

Tipo: Superficial

Capacidad (m<sup>3</sup>): 1.500

Origen del agua: Captación superficial de Martos

Núcleo al que abastece: Jamilena

De estos datos se deduce que la capacidad total de regulación del sistema de abastecimiento de Jamilena es de 2.640 m<sup>3</sup>.

- **Conducciones**

El sistema de conducciones de abastecimiento tiene una longitud total próxima a los 6,5 km de tuberías. Sus principales características se incluyen en el cuadro siguiente.

Código	Diámetro (mm)	Tipo	Longitud (m)	Procedencia	Final
CO23051001	200	Fundición	2.877	Bombeo de La Venta	Dep. Carretera de la Sierra
CO23051002	90	Fibro cemento	104	Dep. Los Pinos	Dep. Fuente Mayor
CO23051003	75	PVC	237	Pozo Fuente Álamo	Dep. Fuente Mayor
CO23051004	160	Fundición	2.856	Loma Pineda	Dep. Fuente Mayor y Los Pinos
		<b>Total</b>	6.074		

**2.2.2. Esquema general**

El sistema de abastecimiento de las captaciones de abastecimiento a Jamilena se muestra en el siguiente esquema.

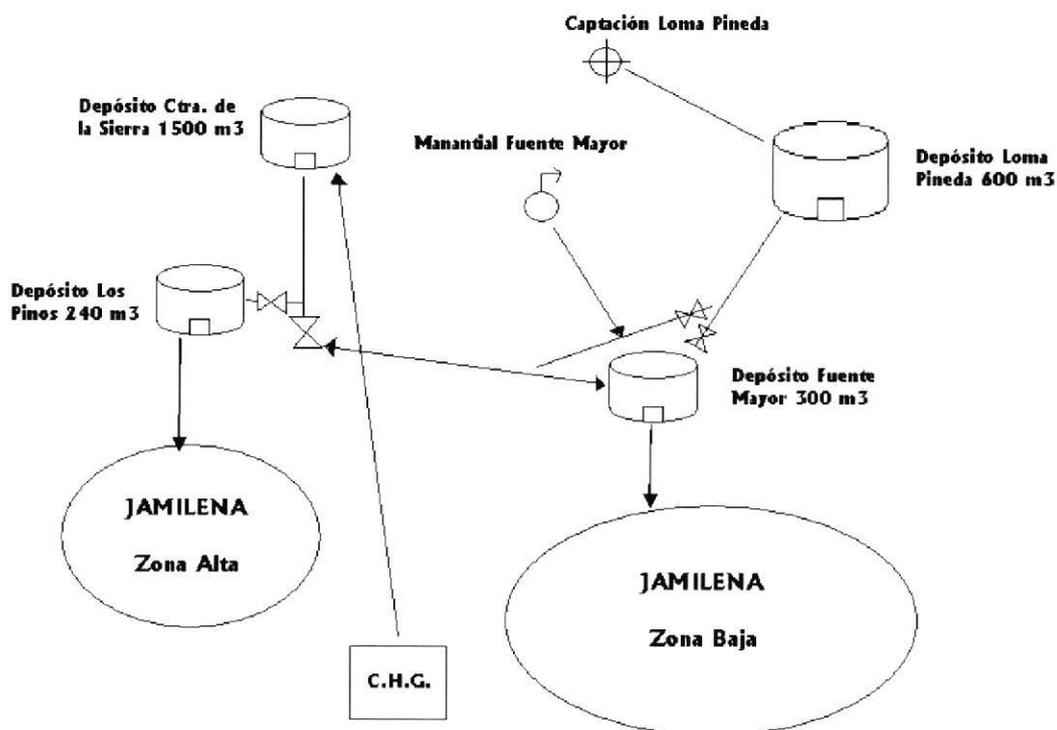


Fig. 2. Sistema de abastecimiento de las captaciones de abastecimiento a Jamilena

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

Según los datos de consumo de agua, facilitados por el Servicio Municipal de Aguas de Jamilena, para el año 2007, el abastecimiento con aguas subterráneas supone un 25% del total del consumo anual, frente al 75% del abastecimiento con aguas superficiales procedentes del embalse del río Víboras.

ABASTECIMIENTO A JAMILENA	
Tipo de abastecimiento	Consumo anual 2007 (m <sup>3</sup> )
Aguas superficiales	242.701
Aguas subterráneas	80.900
<b>Total</b>	<b>323.601</b>

<b>AGUAS SUBTERRÁNEAS DE ABASTECIMIENTO A JAMILENA</b>		
<b>Captación</b>	<b>Consumo anual 2007</b>	<b>Porcentaje del consumo (%)</b>
Sondeo Loma Pineda	80.898	99,99
Manantial Fuente Mayor	2	0,01
<b>Total</b>	<b>80.900</b>	<b>100</b>

En cuanto al abastecimiento con agua subterránea en el año 2007, el sondeo Loma Pineda es la captación de mayor importancia, aportando un 99,9% del volumen extraído en las captaciones. Teniendo en cuenta el abastecimiento con aguas superficiales del embalse del río Víboras, este caudal supone un 25% del total del agua utilizada para abastecimiento al núcleo de Jamilena, con un caudal bombeado que varía de los 3 a los 8 l/s.

### **3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA**

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

El sondeo Loma Pineda, del cual se abastece Jamilena, se localiza en materiales carbonatados pertenecientes a la MAS 05.16 "Jabalruz" que se incluyen principalmente en el dominio paleogeográfico denominado "Unidades Intermedias", caracterizado por su naturaleza litoestratigráfica mixta entre las zonas subbética y prebética. Además de estos materiales, existen dos afloramientos carbonatados (Cerro Fuente y la Peña de Martos) atribuibles al Subbético Externo.

Se trata de una MAS carbonatada permeable por fisuración y karstificación. Tiene una superficie total de afloramientos permeables de 7,7 km<sup>2</sup> distinguiéndose tres subunidades denominadas Lías de Jabalruz, Dogger de Jabalruz y de Cerro Fuente. Además de estas subunidades cabe destacar el acuífero formado por el conjunto de materiales neógenos, calcarenitas principalmente, situados al Oeste de la MAS, en las proximidades de Torredonjimeno.

La subdivisión entre el Lías y Dogger de Jabalruz responde a la individualización de estos materiales carbonatados jurásicos (pertenecientes a las Unidades Intermedias) en dos paquetes separados por un tramo de margocalizas y calizas margosas tableadas que tiene un carácter semipermeable, confiriéndoles esta circunstancia funcionamientos hidrogeológicos independientes. Asimismo se ha considerado la separación de estos materiales acuíferos de los del Dogger de Cerro Fuente, pertenecientes al Subbético Externo. El sustrato impermeable de la MAS está constituido por la denominada Unidad Olistostrómica de la Depresión del Guadalquivir en su sector norte y por materiales triásicos impermeables en el resto.

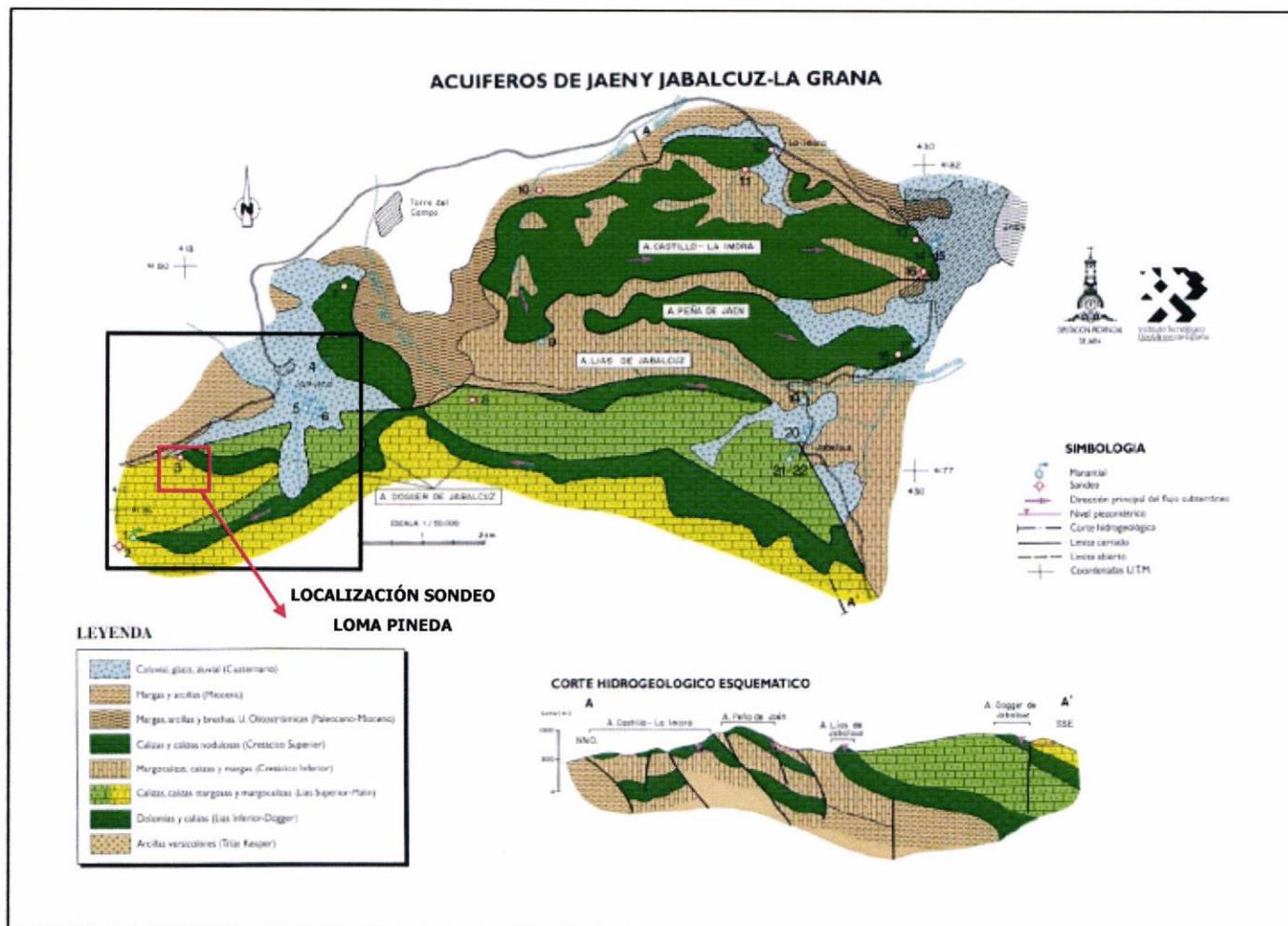


Fig. 3. Hidrogeología del área donde se ubica la captación Loma Pineda de abastecimiento a Jamilena

### 3.2. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

La estructura de la MAS en el sector de Jabalcuz es muy sencilla: monoclinas con buzamiento muy constante hacia el sur, entre 70° en el frente norte y 30° en el sector meridional. En la Sierra de La Grana no se mantiene este esquema y aparece un repliegue sinclinal no demasiado apretado flanqueado por fracturas. Sin embargo, la estructura de Cerro Fuente es muy compleja existiendo numerosas fracturas, de pequeña entidad, a través de las cuales surgen los materiales triásicos basales.

La captación de abastecimiento a Jamilena drena el agua de la subunidad del Dogger de Jabalcuz. En la secuencia monoclinas jurásicas, buzante al sur, que aflora desde Jabalcuz hasta las proximidades de Martos, aparece un tramo de 150 a 300 m de potencia formado por calizas con sílex del Dogger, que constituye el acuífero del Dogger de Jabalcuz.

Estos materiales permeables afloran en una superficie de 5 km<sup>2</sup> y se disponen sobre materiales de baja permeabilidad del Lías superior, constituidos por calizas margosas y calizas tableadas, o sobre el conjunto dolomítico del Lías inferior en los sectores más occidentales. Hacia el sur, el acuífero se introduce bajo margas, margocalizas y turbiditas calcáreas del Malm, que llegan a producir su confinamiento.

La única descarga natural visible corresponde al manantial de La Maleza, lo que denota un flujo subterráneo principal hacia el Oeste. Dentro del acuífero existen sectores desconectados del mismo, tales como el sector noroccidental, donde se encuentra el sondeo de abastecimiento a Jamilena, con los niveles situados por debajo de la cota de surgencia del manantial de La Maleza, manantial que se encuentra regulado por el sondeo del mismo nombre.

Otro sector desconectado del acuífero principal se encuentra en el extremo oriental, donde el nivel aparece a 635 msnm.

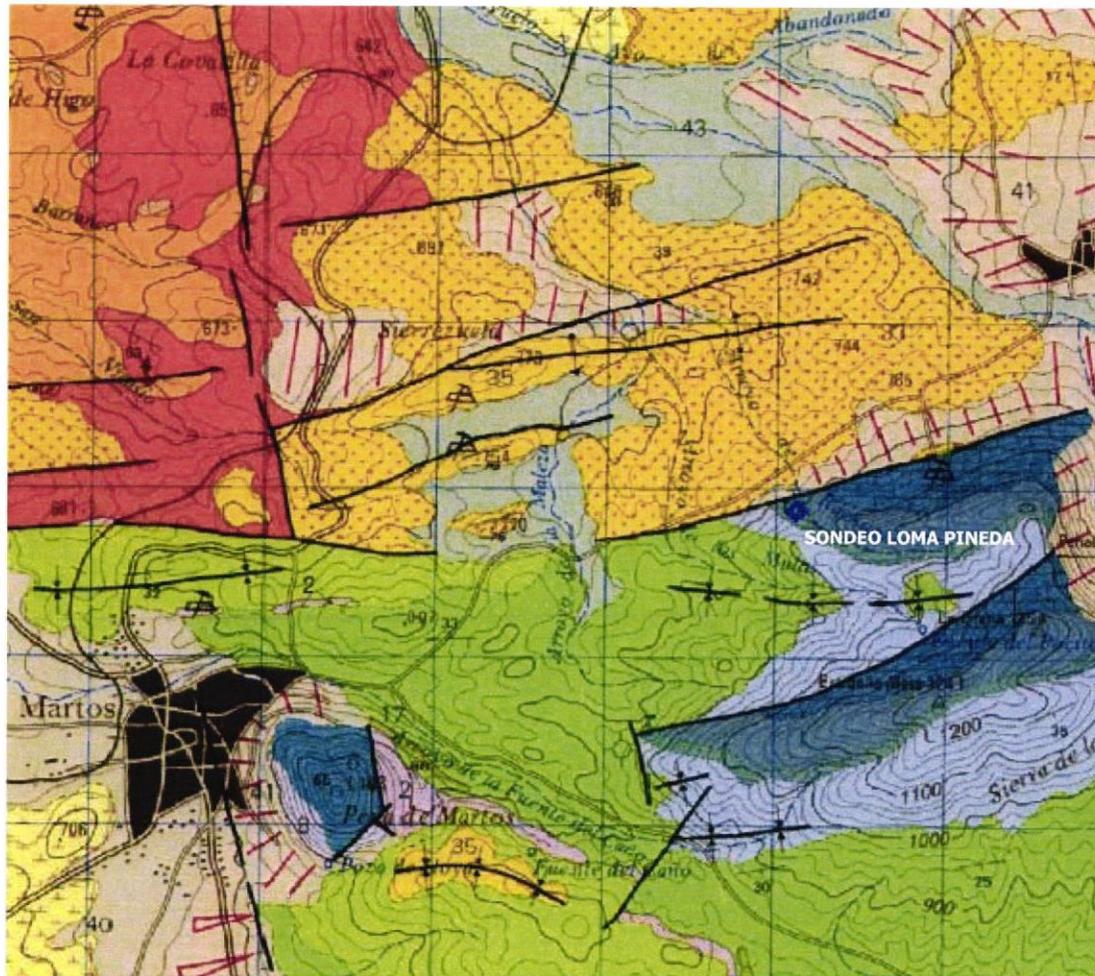
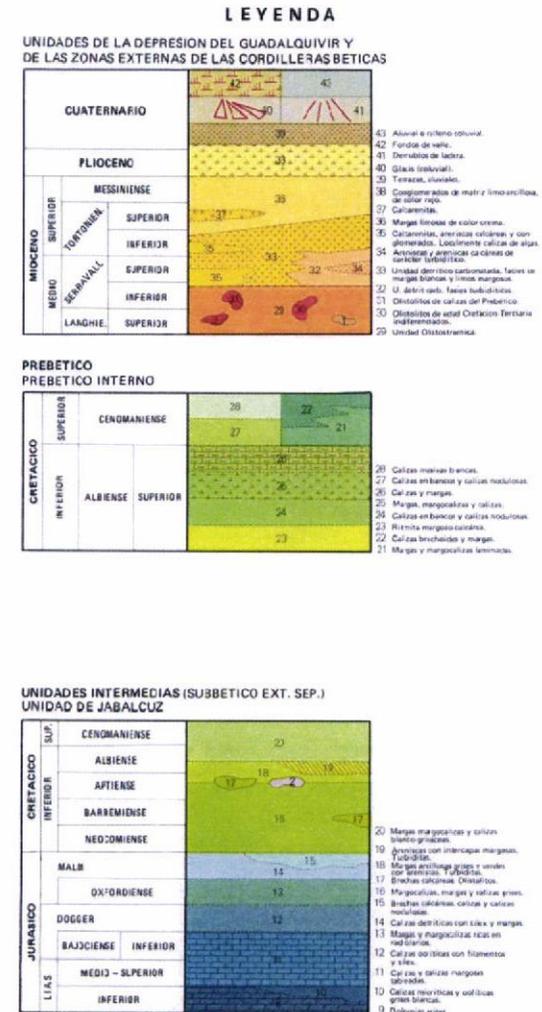


Fig. 4. Geología del área donde se ubica el sondeo Loma Pineda



### 3.3. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

Los parámetros hidráulicos de los materiales acuíferos que componen la subunidad del Dogger de Jabalcuz se han calculado en su mayor parte en los ensayos de bombeo realizados en los sondeos de abastecimiento existentes. Estos datos son los siguientes:

Las transmisividades obtenidas fueron las siguientes:

- Punto 1938/5/35: transmisividad de  $77 \text{ m}^2/\text{d}$  con un caudal de bombeo de  $8,5 \text{ l/s}$  durante 18 horas y con una depresión de  $51 \text{ m}$  (14)
- Punto 1838/7/28: transmisividad de  $70 \text{ m}^2/\text{d}$  con un caudal de bombeo de  $30\text{-}35 \text{ l/s}$  durante 40 horas y con una depresión de  $79 \text{ m}$  (9)
- En el sondeo Loma Pineda se dedujo una T de unas  $65 \text{ m}^2/\text{d}$  con un caudal de bombeo de  $60 \text{ l/s}$  durante 19 horas y con una depresión de  $14,5 \text{ m}$ . (Norma de explotación de la UH 05.16 "Jabalucz").

Como puede apreciarse, todos los valores de transmisividad están en el mismo orden de magnitud.

Según los datos recogidos en campo, en el sondeo Loma Pineda el nivel estático se sitúa a una cota aproximada de  $770 \text{ msnm}$ .

PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DE LA SUBUNIDAD DOGGER DE JABALCUZ						
FUENTE DE INFORMACIÓN	TRANSMISIVIDAD (m <sup>2</sup> /día)	GRADIENTE HIDRÁULICO	COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO	ESPESOR DEL ACUÍFERO (m)	ESPESOR SATURADO DEL ACUÍFERO	POROSIDAD EFICAZ (%)
Norma de explotación de la UH 05.16 (Jabalruz)	65 (ensayo en el sondeo Loma Pineda)	0,01	2.10 <sup>-2</sup>	150-300	100	
Atlas Hidrogeológico de Jaén				150-300		
Mapa Hidrogeológico de España				150-400		1-3

### 3.4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO

La recarga se produce por infiltración sobre la superficie de la unidad y existe una aportación desde los materiales semipermeables jurásicos que recubren a los permeables de las Subunidades del Lías y Dogger de Jabalruz. Su único punto de descarga natural es el manantial de La Maleza (1838/7/3) a cota 850 msnm que en la actualidad se encuentra regulado por el sondeo 1838/7/28 (Abastecimiento a Martos). Otros puntos significativos de este acuífero son el sondeo 1838/8/35 con el nivel piezométrico a 820 msnm y el 1938/5/35 con el nivel a 635 msnm (15).

Otro dato significativo es que el nivel piezométrico del sondeo 1838/8/35 (Loma Pineda), ubicado en esta subunidad y que abastece a Jamilena, se situaba en mayo de 1994 a 770 msnm. Esto indica que existe una clara descompensación de niveles entre las diversas captaciones de la subunidad, con lo que cabe pensar en una compartimentación hidráulica del acuífero.

En el sector donde se ubica el manantial de La Maleza (1838/7/3), las líneas de flujo deben ir de Este a Oeste y, puesto que en el sector occidental el nivel se sitúa en torno a la cota 635, debe existir desconexión hidrogeológica entre ambos extremos.

Para la Subunidad del Lías de Jabalruz, ante la falta de información, se estima que las reservas tendrán un valor próximo a 10-12 hm<sup>3</sup> (20% de las de la Subunidad del

Dogger de Jabalcuz) por lo que el total de las reservas de la unidad podría oscilar en torno a los 60 hm<sup>3</sup>.

El balance hídrico de la Unidad Hidrogeológica "Jabalucz" se ha realizado tomando una superficie permeable total de 7,7 km<sup>2</sup> (1,5 km<sup>2</sup> de la Subunidad del Lías de Jabalucz, 5 km<sup>2</sup> de la del Dogger de Jabalucz y 1,2 km<sup>2</sup> de la de Cerro Fuente). Se ha aplicado un valor de la Lluvia Útil de 250 mm para las Subunidades del Lías y Dogger de Jabalucz y de 225 mm para la de Cerro Fuente. El porcentaje de infiltración de esta Lluvia Útil considerado ha sido del 80%, 60% y 80%, respectivamente. Además se ha considerado que existe una aportación oculta desde los materiales semipermeables jurásicos que recubren a los permeables de las Subunidades del Lías y Dogger de Jabalucz.

**Entradas:**

- Subunidad del Lías de Jabalucz

- Infiltración de la precipitación ..... 0,3 hm<sup>3</sup>/a  
- Aportes subterráneos de mat. suprayacentes..... 1,0 hm<sup>3</sup>/a

- Subunidad del Dogger de Jabalucz

- Infiltración de la precipitación ..... 0,8 hm<sup>3</sup>/a  
- Aportes subterráneos de mat. suprayacentes..... 0,4 hm<sup>3</sup>/a

- Subunidad de Cerro Fuente

- Infiltración de la precipitación ..... 0,2 hm<sup>3</sup>/a

TOTAL..... 2,7 hm<sup>3</sup>/a

**Salidas:**

- Drenaje por manantiales

- Subunidad del Lías de Jabalcuz .....	1,0 hm <sup>3</sup> /a
- Subunidad del Dogger de Jabalcuz .....	0,2 hm <sup>3</sup> /a
- Subunidad de Cerro Fuente .....	0,2 hm <sup>3</sup> /a

- Extracciones por bombeo

- Subunidad del Lías de Jabalcuz .....	0,3 hm <sup>3</sup> /a
- Subunidad del Dogger de Jabalcuz .....	1,0 hm <sup>3</sup> /a

TOTAL..... 2,7 hm<sup>3</sup>/a

### 3.5. HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

Las Aguas Subterráneas de la Unidad de Jabalcuz (05.16) presentan en general, facies hidroquímica bicarbonatada cálcica con mineralización total reducida, circunstancias acordes con la naturaleza litológica de las formaciones permeables (Calvache, M.L. y Benavente, J., 2002).

En la Subunidad del Dogger de Jabalcuz, las aguas presentan facies bicarbonatada cálcica con un contenido salino bajo en su sector occidental. En cambio en el extremo oriental presentan una elevada salinidad y facies clorurada sódica con altos contenidos, así mismo, en sulfatos, calcio y magnesio. La salinidad podría estar relacionada con que el sondeo (193850035) se ubica en un sector desconectado del resto de la unidad por causas tectónicas y con la presencia próxima de materiales triásicos (CHG, 2001).

Con respecto al abastecimiento a Jamilena, la captación susceptible de realizarle perímetro es Captación Loma Pineda (183880035).

De estas captaciones se ha conseguido un análisis químico procedente del Ayuntamiento, pero este análisis, la muestra está tomada de la boca del depósito y está ya clorada. Los parámetros que contiene no son suficientes como para realizar una descripción de la facies hidroquímica ya que no se encuentran incluidos todos los iones mayoritarios. El resto de parámetros respecto a contaminantes se encuentran todos dentro de los valores aceptables.

Se dispone de un análisis químico procedente de la Base de datos del IGME relativamente reciente que se muestra en la siguiente tabla.

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
1838.8.0035	4	54	249	0	7	4	8	98	1	490	7,8	22/05/2000

Los análisis de las aguas correspondientes a las distintas captaciones se han representado en un diagrama de Piper.

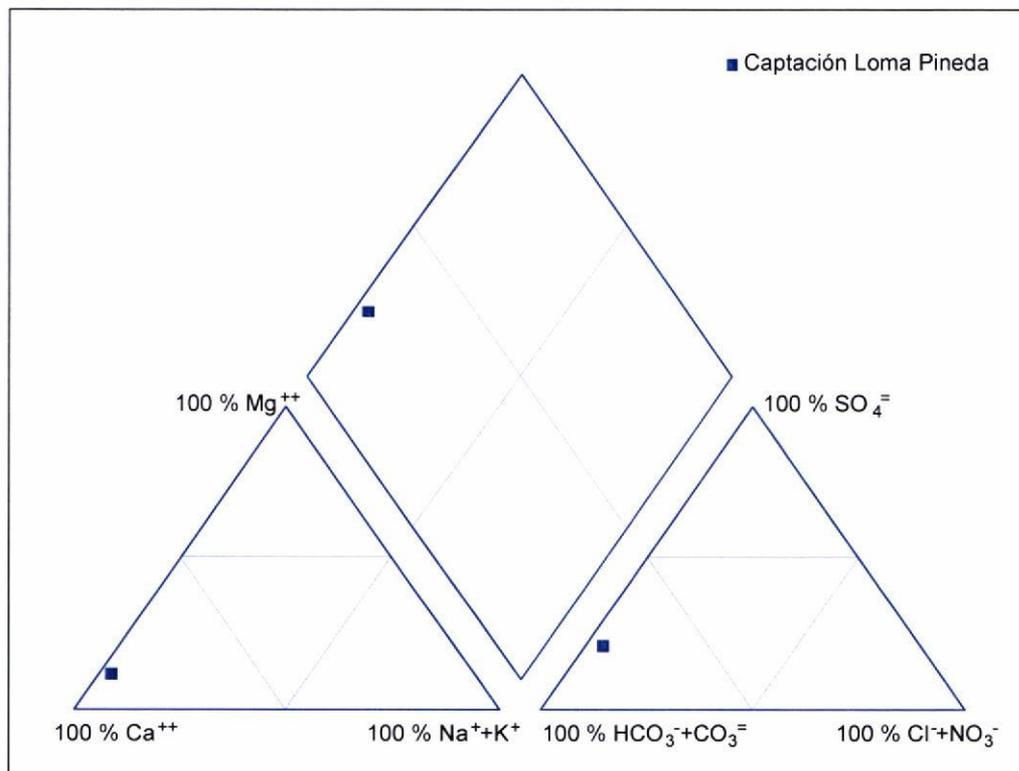


Fig. 5 Diagrama de Piper de las aguas del sondeo Loma Pineda, de abastecimiento a Jamilena

Como se puede observar en el diagrama de Piper las aguas procedentes de la captación presentan una facies hidroquímica bicarbonatada cálcica, que concuerda con la característica general de toda la unidad.

El contenido en nitratos es bajo, acorde con aguas procedentes de acuíferos carbonatados de montaña donde hay escasa roturación y están poco habitadas.

Los análisis de aguas facilitados por el Ayuntamiento se incluyen en el anexo 4.

### Microbiología

Como se observa en los análisis aportados por el Ayuntamiento, la ausencia de bacterias perjudiciales para la salud como Escherichia coli, Enterococo y Clostridium perfringens (incluidas las esporas) 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  $\text{kg}/\text{km}^2$ , 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

La mayoría de presiones de la zona se sitúan próximas al núcleo urbano de Jamilena. No obstante, existen presiones significativas en el entorno de la captación. 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

Respecto a la zona de recarga, los cultivos que se sitúan sobre esta zona corresponden a cultivos de olivar en secano que ocupan un área de 97,3 ha y se encuentran tanto en el entorno más próximo de la captación como distribuidos a lo largo de toda la zona de recarga.

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

Actividad agrícola	Hectáreas cultivadas
Herbáceos	0
Frutales	1
Olivar	518
Viñedo	0
Otras tierras labradas	0

### 4.2.2. Actividad ganadera

No existen emplazamientos ganaderos en las zonas de recarga de las captaciones ni en sus zonas próximas, por lo que el grado de afección sobre las aguas subterráneas captadas por ésta es nulo.

Según el Instituto Nacional de Estadística (datos referidos a 1.999) este municipio no presenta actividades ganaderas a gran escala.

#### **4.2.3. Actividad industrial**

La única actividad industrial próximas a la captación y situada sobre la zona de recarga de la misma corresponde a una cantera de áridos situada a 500 m hacia el noreste del sondeo. Esta cantera ocupa una superficie de 19,5 ha sobre el ámbito de la recarga.

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

Existe una escombre de residuos sólidos urbanos situada a una distancia de 2.500 m hacia el Este del sondeo, sobre los materiales carbonatados de la zona de recarga del mismo.

#### **4.2.5. Aguas residuales**

Las aguas residuales generadas en el municipio se vierten sin tratamiento junto al casco urbano al Río de Jamilena y no representan una afección para las aguas subterráneas captadas por el abastecimiento por encontrarse fuera del ámbito de su recarga.

### **4.3. FOCOS DE CONTAMINACIÓN PRÓXIMOS A LAS CAPTACIONES**

Los focos de contaminación próximos al sondeo se corresponden con los cultivos de olivar en secano que ocupan gran parte de la superficie del término municipal, con un área dentro de la zona de recarga al sondeo de 97,3 ha. Cercanos a la captación se

sitúan también una cantera de áridos y una escombrera de residuos sólidos urbanos a 500 y 2.500 m de la captación respectivamente.

La situación de estos focos respecto al sondeo Loma Pineda se muestra en la siguiente figura.

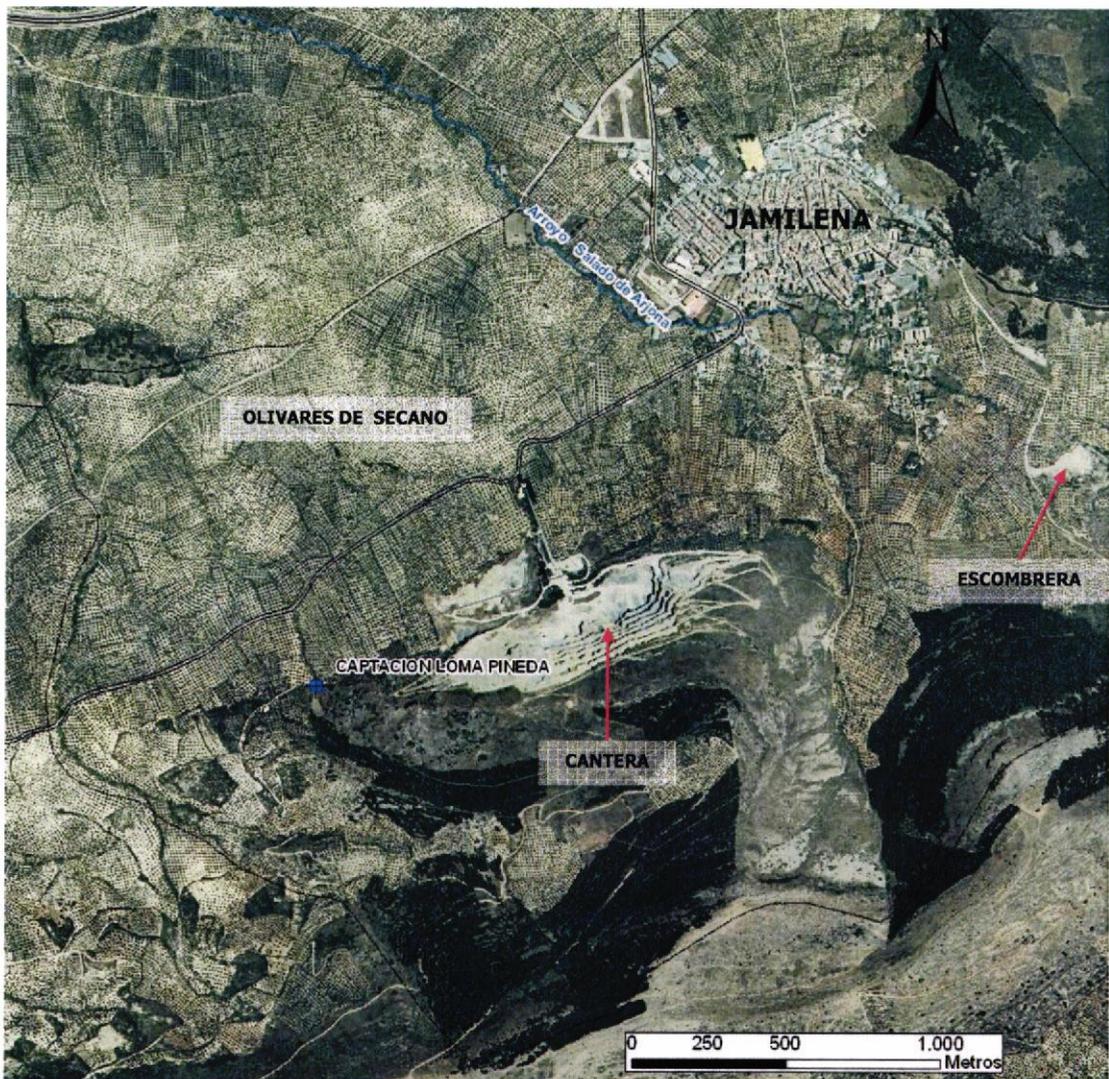


Fig. 6. Entorno de la captación de abastecimiento

#### **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 COP mediante el análisis de la cartografía de la vulnerabilidad intrínseca en medios kársticos. Estos valores de vulnerabilidad se han obtenido del Mapa de Vulnerabilidad de España realizado por el IGME.

A causa de la naturaleza kárstica de la mayor parte de los acuíferos de la MAS 05.16 “Jabalruz”, su vulnerabilidad frente a la contaminación es muy elevada, si bien es cierto que el riesgo de contaminación es pequeño ya que las zonas de recarga se sitúan a elevadas cotas, donde la actividad humana y las presiones son reducidas o nulas.

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

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

La distribución de la vulnerabilidad en el entorno de la captación a proteger se representa en el plano nº 2 junto con los focos potenciales de contaminación.

Los materiales carbonatados que conforman el área de recarga de las captaciones presentan en general una vulnerabilidad alta y moderada. La mayor parte de la superficie presenta una alta vulnerabilidad, en concreto en el entorno más próximo del sondeo, existiendo en esta zona valores de muy alta vulnerabilidad. Los valores de

baja vulnerabilidad suponen un área menor dentro de esta zona de recarga.

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

Los focos potenciales de contaminación que se sitúan en la zona de recarga (plano nº 2) están formados por los cultivos de olivar en secano, una cantera de áridos y una escombrera. Los cultivos de olivar y la cantera se sitúan principalmente sobre terrenos de alta y moderada vulnerabilidad. Los materiales sobre los que emplaza la escombrera tienen una vulnerabilidad moderada a la contaminación.

### 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, no se han detectado focos que puedan poner en peligro la calidad de las aguas subterráneas del sector, a excepción de los cultivos de olivar en secano que se encuentran en la zona de recarga alóctona al Oeste de la captación. Por tanto, únicamente existe un foco de contaminación difusa sobre la zona de recarga, que se sitúa en una zona de alta vulnerabilidad.

TIPO DE CONTAMINACIÓN	PRESIONES	CONTAMINANTES	DISTANCIA A LA CAPTACIÓN	VULNERABILIDAD
Difusa	Agrícola. Olivos de secano	Nitratos Plaguicidas	0 m	Moderada-Alta
Puntual	Cantera de áridos	Aceites Hidrocarburos	500 m	Moderada-Alta
Puntual	Escombrera de RSU	Lixiviados	2.500 m	Moderada

### 5.3. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA VULNERABILIDAD Y DEL RIESGO

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

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

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

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

Qn = cantidad de contaminante

Rf = probabilidad de ocurrencia del accidente

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

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

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  $Q_n$  es igual a 1,2. El valor asignado a este parámetro dependerá de la extensión que ocupe el foco potencial de contaminación dentro de la zona de recarga de las captaciones a proteger y de la cantidad del contaminante.

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

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

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

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

FOCO POTENCIAL DE CONTAMINACIÓN	H	$Q_n$	$R_f$	HI	Clase de peligrosidad	Factor COP	RII	Nivel de riesgo
Cultivos de olivar en secano	25	1,2	1	30	Baja	1,566	0,052	Bajo
Cantera de áridos	25	1,1	1	27,5	Baja	1,54	0,056	Bajo
Escombrera de RSU	35	1	1	35	Baja	1,155	0,033	Moderado

Los cultivos de olivar en seco y la cantera de áridos suponen un riesgo bajo para las aguas subterráneas, mientras que la escombrera de residuos sólidos urbanos supone un riesgo moderado.

## **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**

Desde el punto de vista hidrogeológico, el sondeo de la Loma Pineda se alimenta de una barra de calizas jurásicas (Dogger), con permeabilidades de conjunto medias ( $K=1-10$  m/día) y puntuales altas-muy altas ( $K=10 - >100$ ); es decir, con un amplio rango de variabilidad y un reparto muy heterogéneo. En el sondeo de Loma Pineda se obtuvieron valores de transmisividad de  $65$  m<sup>2</sup>/día.

Esta barra calcárea presenta unos 100-200 m de potencia y se dispone en dirección OSO-ENE, según una estructura monoclinal con buzamientos de unos 40-55° al SSE. El afloramiento se extiende más de 3 km en dirección, dando lugar al relieve estructural de Loma Pineda. La anchura media del afloramiento de calizas es de unos 300 m, por lo que la superficie ocupada por las unidades carbonatadas permeables alcanza los 1,7 km<sup>2</sup>.

El substrato de la unidad no aflora en el entorno de la unidad, aunque podría tratarse de las dolomías grises del Lías inferior que, por contraste de permeabilidades, podría actuar en la práctica como nivel impermeable. El techo de la unidad está constituido por un paquete de margas del Malm (Jurásico), que actúa como sello de techo.

Este sondeo explota una unidad carbonatada de edad jurásica (Dogger), con caudales medios anuales de extracción en torno a los 6 l/s. Cuando se bombea a máxima potencia (17 l/s), el pozo se viene abajo muy rápidamente, lo que ofrece una idea de la transmisividad de los tramos productivos del sondeo.

A partir de esta extracción media y de los parámetros climáticos, se ha extrapolado una cuenca de alimentación o zona de influencia del sondeo, considerándolo como si se tratara de una surgencia natural con un caudal drenado equivalente. Esta superficie sería aproximadamente de 0,75 km<sup>2</sup>.

A tenor de las características geológicas del macizo, los límites hidrogeológicos de la unidad acuífera vienen marcados por:

- Al Norte la unidad está limitada por una importante falla normal que recorre todo el borde septentrional de la sierra de la Grana. Esta estructura pone en contacto las calizas jurásicas con materiales terciarios de la depresión del Guadalquivir.
- Por el Sur, el límite del sistema viene dado por el contacto de techo de las calizas con las margas del Malm. Este contacto, en las zonas en las que se encuentra aguas abajo del paquete de margas, actuará como borde de recarga (alóctona).
- Hacia el lado oriental, el límite del sistema viene definido por la divisoria subterránea con el sistema de la Maleza. La localización de esta divisoria se ha establecido en el entorno del valle que separa la sierra de la Grana del cerro de Cuesta Negra.



Fig. 7. Vista general desde el NO de la unidad carbonatada (coloreada en verde) explotada por el sondeo de Loma Pineda. También se puede ver en primer término la localidad de Jamilena y el sistema de la Maleza al Sur.

A continuación se representa el esquema geológico de los límites definidos, diferenciándose las zonas de recarga autóctona y alóctona.

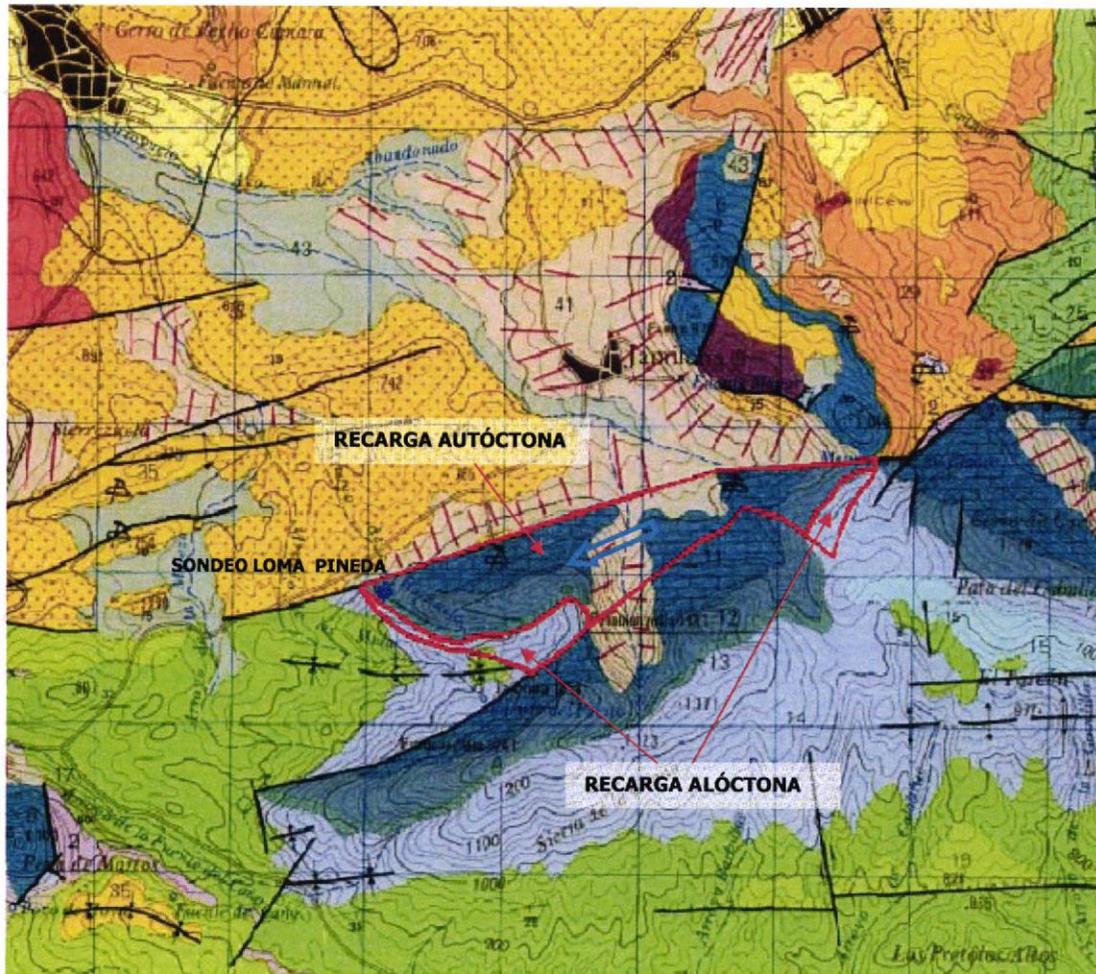
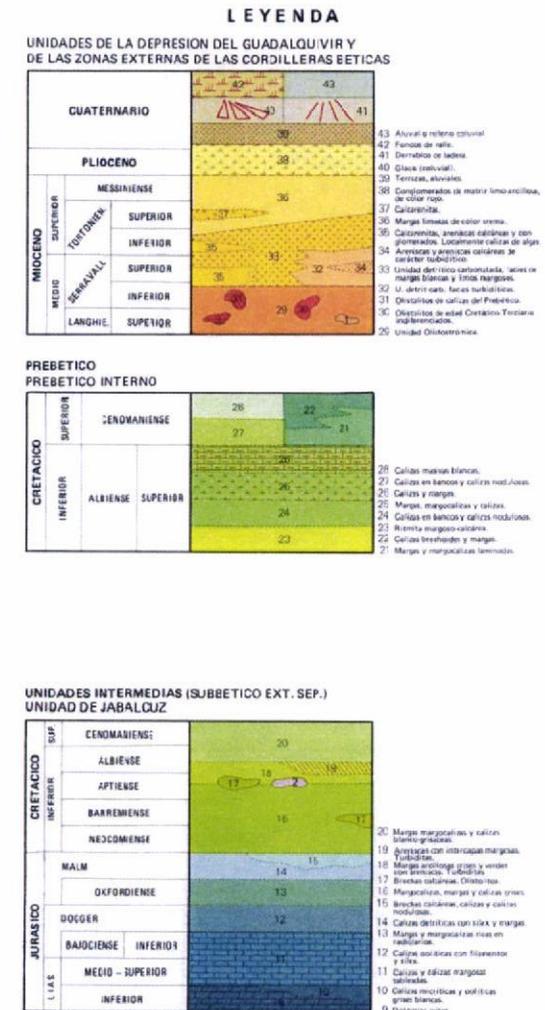


Fig. 8. Límites hidrogeológicos de la zona de recarga de las captaciones Dirección del flujo subterráneo  
 Límites hidrogeológicos de la zona de recarga



### **6.1.2. Funcionamiento (isopiezas y líneas de flujo)**

Se desconoce cual es la descarga natural del sistema, lo que incita a pensar en que se trata de alguna surgencia que en la actualidad ya no es funcional, posiblemente, por descenso del nivel freático debido a las extracciones y al drenaje libre generado hacia el hueco de la cantera que ocupa gran parte del afloramiento calcáreo, y cuyo fondo se halla por debajo de la cota 830 m. En condiciones naturales y atendiendo a la estructura de la unidad, el drenaje podría realizarse por el extremo occidental, cerca de la posición del sondeo Loma Pineda. Por tanto, la dirección del flujo subterráneo debía de ser hacia el OSO. En la situación actual, la dirección de los flujos subterráneos dependerá en gran medida de las condiciones de recarga del sistema. Así, en aguas altas cabe suponer el establecimiento de una divisoria subterránea entre el sondeo y la cantera, ya que ambos actuarán como zonas de descarga. Sin embargo, en épocas de estiaje es posible que el único punto de extracción se concentre en el sondeo, quedando el hueco de la cantera colgado en la zona vadosa del macizo. El nivel dinámico en el sondeo de Loma Pineda se encuentra a cota 770 m, con bombeos de 6 l/s.

Por tanto, esta inversión de flujo se producirá mediante la generación de una divisoria subterránea de aguas, entre la zona que sigue drenando de forma natural hacia el Este y la zona de influencia del sondeo donde los flujos se han invertido, hacia el Oeste.

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

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

CÓDIGO	Tipo Captación	Nombre	Q (l/s)	Tipo de Acuífero	Funcionamiento	Lluvia útil (mm/a)	Recarga Autóctona (km2)	Recarga Alóctona (km2)	Recarga Total (km2)
183880035	Sondeo	Loma Pineda	6	Kárstico	Libre	250	1,70	0,36	2,06

### 6.3. ZONAS DE INFLUENCIA Y ZONAS DE ALIMENTACIÓN

La lluvia útil reseñada en las Normas se sitúa en torno a los 250 mm/a. Atendiendo a la configuración geológica del sistema y teniendo en consideración sus posibles límites hidrogeológicos, se ha delimitado un área de recarga/influencia del sistema en torno a los 2 km<sup>2</sup>, bastante superior a la extensión prevista a través de los caudales y lluvia útil.

La recarga del sistema es prácticamente de naturaleza autóctona, por infiltración directa y difusa sobre el afloramiento calcáreo. Aunque una pequeña aportación procede de recarga alóctona, por infiltración de la escorrentía generada en materiales de menor permeabilidad. La distribución de la recarga según su naturaleza es de 1,7 km<sup>2</sup> para la infiltración difusa sobre el afloramiento y 0,35 km<sup>2</sup> para la recarga alóctona.

### 6.4. ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS

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

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

$i$  = gradiente hidráulico = 0,01

$Q$  = caudal de bombeo = 7 l/s

$k$  = permeabilidad horizontal = 10 m/día

$m_e$  = porosidad eficaz = 0,01

$b$  = espesor del acuífero (m) = 100 m

Los datos obtenidos son los siguientes:

	$S_o$ (m)	$S_u$ (m)	$B$ (m)	$B'$ (m)
<b>SONDEO LOMA PINEDA</b>	16	15	798	399

En vista a los resultados se define una zona de restricciones absolutas de radio 20 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)
<b>SONDEO LOMA PINEDA</b>	157	97	798	399

La zona de restricciones máximas se delimita con criterios hidrogeológicos ya que los datos obtenidos no son satisfactorios debido a la configuración hidrogeológica del acuífero. Por tanto, la zona de restricciones máximas se ha delimitado hasta la divisoria de aguas superficiales, al Este del arroyo de Guadalete.

La zona de restricciones máximas se extenderá 100 m aguas abajo del sondeo en vista al dato  $S_u$  (longitud de la zona aguas abajo del sondeo) obtenido con el método Wyssling.

## 6.6. ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS

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

Debido a la configuración geológica del acuífero del que explota agua la captación Loma Pineda, la zona de restricciones moderadas se ha delimitado basándose en criterios hidrogeológicos (zona de recarga, fracturación, heterogeneidad del medio, etc.).

Esta zona estará delimitada por las zonas de recarga autóctona y alóctona de la captación. Por tanto la zona de restricciones moderadas será la envolvente de las dos zonas indicadas.

## 6.7. ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD

Para la protección de los abastecimientos, 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 y con tiempos de bombeo prolongados.

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

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

Donde,

D = descenso del nivel piezométrico

T = transmisividad = 65 m<sup>2</sup>/día

Q = caudal (caudal máximo del sondeo a proteger) = 6 l/s (518,4 m<sup>3</sup>/día)

t = tiempo de bombeo (120 días)

r = distancia al sondeo de captación (500 m)

S = coeficiente de almacenamiento = 0,02

El descenso obtenido para estos valores es de 0,79 m, valor que no es muy significativo en comparación con el espesor del acuífero, por tanto la zona de protección de la cantidad tendrá un radio de 500 m en torno a la captación dentro de los límites de la poligonal envolvente.

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

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

Debido a que en la zona se desarrollan prácticas agrícolas, y se encuentran una cantera de áridos y una escombrera, 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.

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
<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**

El sondeo Loma Pineda explota el acuífero Dogger de Jabalcuz de la MAS 05.16 "Jabalcuz", constituido fundamentalmente por materiales carbonatados jurásicos. Este sondeo es el principal punto de captación de aguas subterráneas en el sistema de abastecimiento de Jamilena, y supone el 99% del consumo de aguas subterráneas y el 25% del total de agua de abastecimiento al núcleo de población.

Las presiones detectadas en el sector corresponden a los cultivos de olivar en secano, una cantera de áridos y una escombrera de residuos sólidos urbanos, y que en general suponen un riesgo moderado-bajo.

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

ITGE-Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. 2000-2001. Revisión y Actualización de las Normas de Explotación de las MAS de las cuencas del Guadalquivir y Guadalete – Barbate. Norma de Explotación de la Unidad Hidrogeológica 05.16 (Jabalruz).

ITGE. Mapa geológico de España, escala 1:50 000. Hoja de Martos nº 18-38 (946).

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

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.

Calvache, M.L y Benavente, J. 2002. Acuíferos Jurásicos y Cretácicos del entorno de la ciudad de Jaén. Aportaciones al Conocimiento de los acuíferos Andaluces. Libro Homenaje a Manuel del Valle Cardenete. Capítulo II, pp. 231-244.

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

## **ANEXOS**

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



Foto 1. Sondeo Loma Pineda, Jamilena.

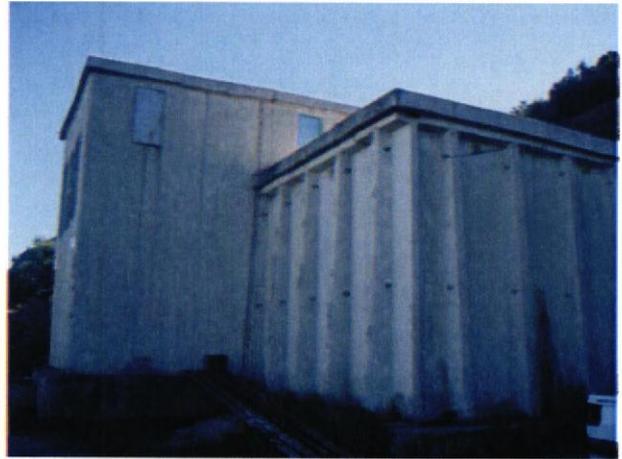
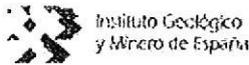


Foto 2. Depósito Loma Pineda, Jamilena.



Foto 3. Depósito Loma Pineda, Jamilena.

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



**INVENTARIO  
PUNTO ACUÍFERO**

① N° de registro **183880035**  
 N° de puntos descritos **011**  
 Hoja topográfica 1/50.000 **MARTOS**  
 Número **946**

② COORDENADAS Lambert  
 X **4176749** Y **4176749**  
 UTM  
 Huso Sector X **30 S** Y **4176749**

3 Croquis acotado o mapa detallado

④ Cuenca hidrográfica **GUADALQUIVIR** **05**  
 Unidad hidrogeológica **16**  
 Sistema acuífero  
 Provincia **JAEN** **23**  
 Término Municipal **JAMILENA**  
 Toponimia **LOMA PINEDA**

⑤ Objeto  
 Cota  
 Referencia topográfica  
 ⑥ Naturaleza **SONDEO**  
 Profundidad de la obra **250**  
 Profundidad/Longitud de la obra secundaria

⑦ Tipo de perforación  
 Trabajos aconsejados por  
 Año de ejecución Profundidad **150 m**  
 Reprofundizado el año **99-00** Profundidad final **250 m**

⑧ MOTOR  
 Naturaleza  
 Tipo equipo de extracción  
 Potencia **50** cv

BOMBA  
 Naturaleza  
 Capacidad  
 Marca y tipo

⑨ Utilización del agua **ABASTECIMIENTO**  
 Cantidad extraída (Dm<sup>3</sup>)  
 Durante **00** 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	Surgenza	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 **NARCISO CORRALES**  
 Nombre Propietario **SERVICIO MUNICIPAL DE AGUAS DE JAMILENA** Telf. **953566460 / 6619863** PY  
 Dirección **URB. PADRE REJAS, 2** Localidad **JAMILENA**

⑮ OBSERVACIONES **BOMBA A 240 m DE PROF. DE AQUÍ VIENE ÚNICAMENTE EL 25% DEL CONSUMO TOTAL DEL MUNICIPIO EL RESTO CON AGUAS SUPERFICIALES**

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

⑰ Instruido por  
 Fecha **20 / 11 / 08**

Consumo anual (m <sup>3</sup> /año)		Días de bombeo	
Caudal instantáneo (l/s)	<b>6-5 l/s</b>	Consumo municipio (m <sup>3</sup> /año)	<b>323.601</b>
Volumen diario (m <sup>3</sup> /día)		Entidad gestora	



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

## PRESIONES INVENTARIADAS EN CAMPO

Provincia	Término Municipal	Núcleo urbano	Dirección/Paraje	Nombre	Tipo de actividad	Topología	Estado	Descripción	Sustancias contaminantes	UTM X	UTM Y	Superficie (m2)	Captación	Distancia a la captación	Otras captaciones	Distancia al cauce más próximo	Nombre del cauce
Jaén	Jamilena	Jamilena	Carretera Jamilena-Martos	Cantera	Cantera	Puntual	Activo	Cantera de áridos	Aceites, hidrocarburos	418900	4177268		Captación Loma Pineda	1000			

**ANEXO IV**  
**ANÁLISIS QUÍMICOS**

RAMON B. DE BOSCH (ING. AGRÓNOMO) - JUAN A. TELLO JIMÉNEZ (QUÍMICO) - MANUEL ALCANTARA CASTILLO (FARMACÉUTICO)

CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE JAMILENA. SERVICIO DE AGUAS.  
 DIRECCION:  
 LOCALIDAD: JAMILENA. JAEN

ASUNTO: INFORME SOBRE ANALISIS COMPLETO DE AGUA.

REF. LABORATORIO: 532.08      FECHA RECEPCION MUESTRA: 02/07/08  
 REF. CLIENTE: DEPOSITO LOMA PINEDA

INFORME

LAS DETERMINACIONES QUE SOBRE LA CITADA MUESTRA SE HAN REALIZADO, ARROJAN LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

	RESULTADO	VALOR MAXIMO
ANTIMONIO (mg/l)	< 0.001	0.005
ARSENICO (mg/l)	< 0.005	0.01
BENCENO ( microg/l)	No se detecta	1.00
BENZO (ALFA) PIRENO (microg/l)	No se detecta	0.01
BORO ( mg/l)	0.60	1.00
CADMIO (microg/l)	0.49	5
CIANUROS (mg/l)	< 0.005	0.05
COBRE (mg/l)	< 0.005	2
CROMO (microg/l)	0.73	50
1,2 DICLOROETANO (microg/l)	No se detecta	3.00
FLUORURO (mg/l)	0.66	1.50
H.P.A. ( microg/l)	No se detecta	0.10
Benzo (b) Fluoranteno (microg/l)	No se detecta	
Benzo (ghi) Perileno ( microg/l)	No se detecta	
Benzo (k) Fluoranteno (microg/l)	No se detecta	
Indeno(1,2,3 cd)Pireno (microg/l)	No se detecta	
MERCURIO (microg/l)	< 0.005	1
NIQUEL (microg/l)	0.77	20
NITRATO (mg/l)	16.06	50
NITRITO (mg/l)	< 0.08	0.50
PLOMO ( microg/l)	3.51	25
SELENIO (microg/l)	< 0.05	10
T.H.M. s ( microg/l)	No se detecta	150
Bromodiclorometano (microg/l)	No se detecta	
Bromoformo (microg/l)	No se detecta	
Cloroformo ( microg/l)	No se detecta	
Dibromoclorometano (microg/l)	No se detecta	
TRICLOROETILENO-		
TETRACLOROETILENO (microg/l)	No se detecta	10

ORIO AGRITEST, C.B.

Polígono Industrial Los Olivares - 21111 - San Pedro de Macoris  
 República Dominicana  
 Tel: 809-242-1134

RUIZ BOSCH (ING. AGRÓNOMO) - JUAN A. TELLO JIMÉNEZ (QUÍMICO) - MANUEL ALCANTARA CASTILLO (FARMACÉUTICO)

	RESULTADO	VALOR MAXIMO
Tetracloroetano (microg/l)	No se detecta	
Tricloroetano ( microg/l)	No se detecta	
ALUMINIO (microg/l)	4.37	200
AMONIO ( mg/l)	< 0.20	0.50
CLORURO (mg/l)	14.18	250
COLOR ( PCo)	0.00	15
CONDUCTIVIDAD (20° C microS/cm)	490	2500
HIERRO (mg/l)	< 0.005	0.20
MANGANESO (microg/l)	0.26	50
OLOR	No se aprecia	3 a 25°
OXIDABILIDAD (mg O2/l)	1.16	5
pH( Potenciométricamente )	7.93	6.5-9.5
SABOR	No se aprecia	3 a 25°
SODIO ( ug/l)	2.59	200
SULFATO (mg/l)	41.39	250
TURBIDEZ ( U.N.F.)	< 0.50	1.00
PLAGUICIDAS TOTALES (microg/l)	< 0.03	0.50
Aldrin (microg/l)	< 0.03	0.03
Dieldrin (microg/l)	< 0.03	0.03
Heptacloro (microg/l)	< 0.03	0.03
Heptacloro epóxido (microg/l)	< 0.03	0.03
Simazina (microg/l)	< 0.10	0.10
Terbutilazina ( microg/l)	< 0.10	0.10
Atrazina ( microg/l)	< 0.10	0.10
Dimetoato ( microg/l)	< 0.10	0.10
CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/l)	1.00	1.00
CLORO RESIDUAL COMBINADO (mg/l)	1.23	2.00
RECuento A 22° C	Ausencia en 1 ml	100 U.F.C./ml
BACTERIAS COLIFORMES	Ausencia en 100 ml	0 U.F.C./100ml
E.COLI	Ausencia en 100 ml	0 U.F.C./100ml
ENTEROCOCO	Ausencia en 100 ml	0 U.F.C./100ml
CLOSTRIDIUM PERFRINGENS	Ausencia en 100 ml	0 U.F.C./100ml

COMENTARIOS: Se trata de un agua POTABLE según el R. D. 140/2003 de 7 de Febrero, en relación a los parámetros ensayados.

JAEN 17-07-08

M. ALCANTARA  
 PC01-PD03-F1/01

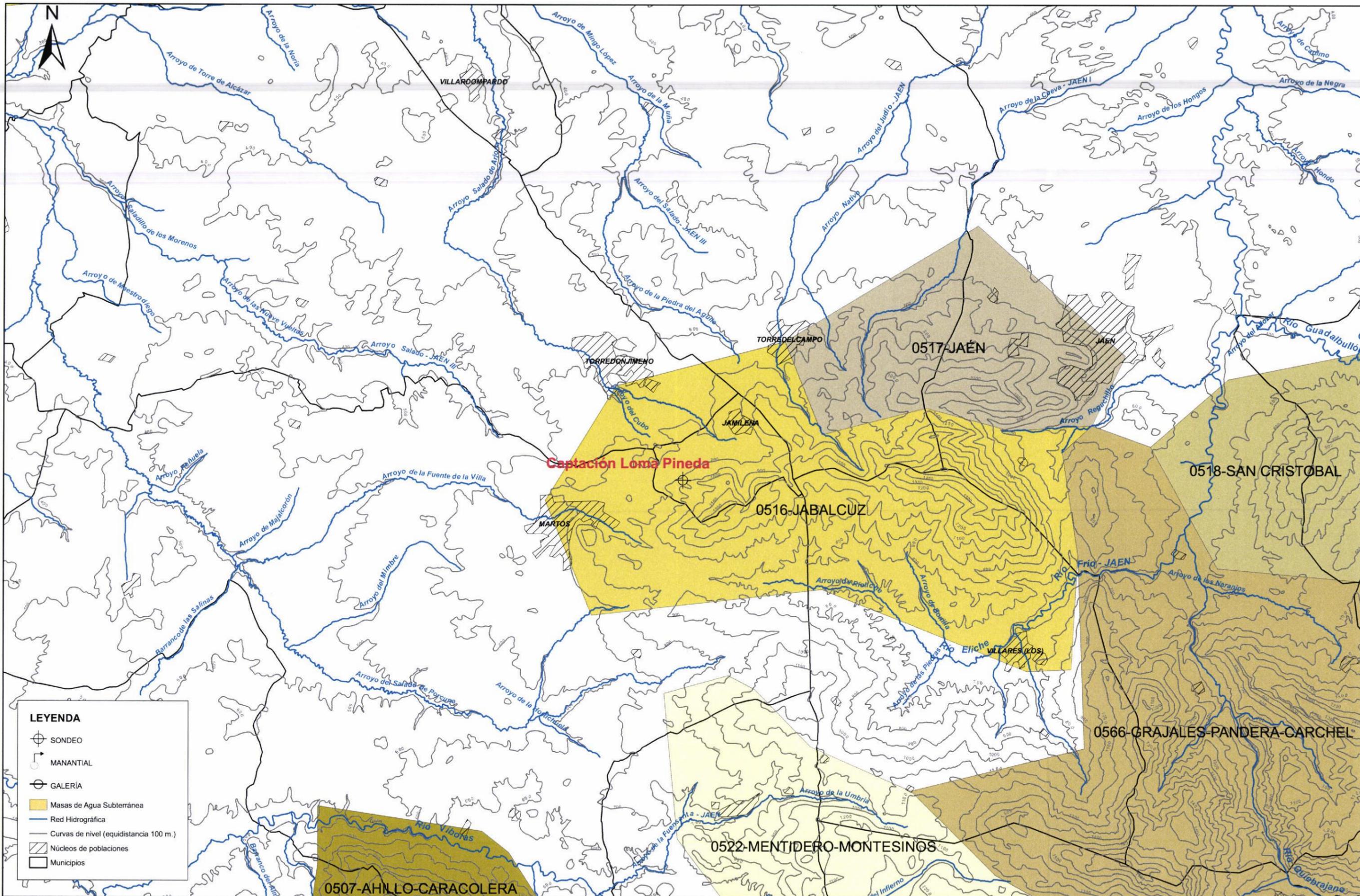
ANÁLISIS DE HOJAS (FOLIARES) / ABONOS / TIERRAS / AGUAS

## **PLANOS**

## INDICE DE PLANOS

---

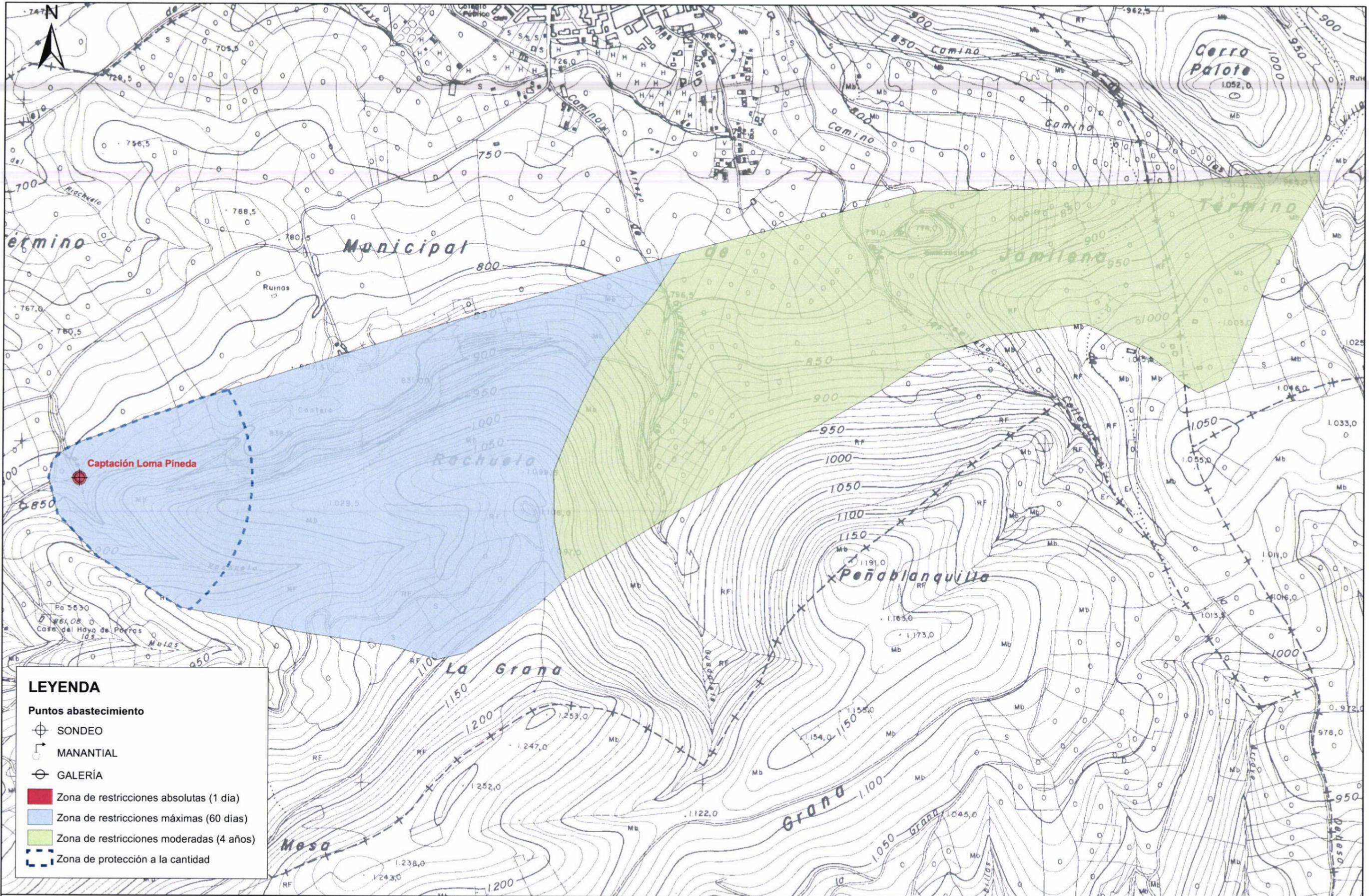
- Plano nº 1 - Situación de las captaciones de abastecimiento.
- Plano nº 2 - Mapa de vulnerabilidad y presiones.
- Plano nº 3 - Mapa del perímetro de protección.



**LEYENDA**

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





**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