



**PERÍMETRO DE PROTECCIÓN DEL SONDEO CUESTA NEGRA
DE ABASTECIMIENTO AL NÚCLEO URBANO DE
TORREDELCAMPO (JAÉN)**



ÍNDICE

Pag nº

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ABASTECIMIENTOS.....	5
2.1. INFRAESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN	6
2.1.1. <i>Captaciones de abastecimiento</i>	6
2.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL MUNICIPIO.....	8
2.2.1. <i>Depósitos y conducciones</i>	8
2.2.2. <i>Esquema general</i>	10
2.2.3. <i>Importancia de la captación y volúmenes captados</i>	10
3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.....	12
3.1. MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO	12
3.2. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO.....	14
3.3. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA	16
3.4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO Y BALANCE HIDRÁULICO	17
3.5. HIDROQUÍMICA DEL SECTOR	19
4. FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	22
4.1. ORIGEN DE LA INFORMACIÓN DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	22
4.2. INVENTARIO DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	23
4.2.1. <i>Actividad agrícola</i>	23
4.2.2. <i>Actividad ganadera</i>	24
4.2.3. <i>Actividad industrial</i>	24
4.2.4. <i>Residuos sólidos urbanos</i>	24
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	26
5. VULNERABILIDAD FRENTE A LA CONTAMINACIÓN	27
5.1. DISTRIBUCIÓN EN EL ENTORNO Y ÁREAS DE RECARGA	27
5.2. RELACIÓN DE LA VULNERABILIDAD CON LOS FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN	28
5.2.1. <i>Tipología de la distribución de presiones y vulnerabilidad</i>	28
5.3. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA VULNERABILIDAD Y DEL RIESGO.....	29

6. DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN.....	32
6.1. ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO	32
6.1.1. Límites hidrogeológicos y geometría del acuífero Lias de Jabalcuz.....	32
6.1.2. Funcionamiento (isopiezas y líneas de flujo)	35
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. ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS	37
6.6. ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS	38
6.7. ZONA DE PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD	38
7. RED DE CONTROL Y VIGILANCIA	40
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
9. REFERENCIAS	43

ANEXOS

ANEXO I: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEXO II: FICHAS DE INVENTARIO DE CAPTACIONES

ANEXO III: FICHAS DE INVENTARIO DE PRESIONES

ANEXO IV: ANÁLISIS QUÍMICOS

PLANOS

PLANO Nº 1: SITUACIÓN DE LAS CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO

PLANO Nº 2: MAPA DE VULNERABILIDAD Y PRESIONES

PLANO Nº 3: MAPA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la delimitación y justificación técnica del perímetro de protección del sondeo Cuesta Negra (183880036), que abastece al núcleo urbano de Torredelcampo y está situado en la MAS 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 m³ diarios o que abastezcan a más de cincuenta personas, y todas las masas de agua destinadas a tal uso en el futuro".

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

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

condicionadas.

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

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

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

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ABASTECIMIENTOS

El municipio de Torredelcampo tiene una población residente estable de 14.558 habitantes (Cifras de población referidas al 01/01/2008), de los que 14.527, corresponden al núcleo de Torredelcampo.

En función del consumo anual en el año 2007, que fue de 1.121.442 m³ (3.072 m³/día), según datos facilitados por el Ayuntamiento, se ha calculado una dotación de unos 210 l/hab/día. En los meses de verano, julio, agosto y septiembre de 2007 sube a un consumo de 3.901 m³/día, esto representa una dotación de 270 l/hab/día para este periodo.

El abastecimiento a Torredelcampo se realiza mediante aguas superficiales procedentes de la planta de tratamiento del río Víboras y de cuatro sondeos y un manantial. Los sondeos denominados Santa Ana I y II (183840021) y Cuesta Negra (183880036) captan aguas pertenecientes a la Masa de Agua Subterránea (MAS) 05.16 "Jabalcuz". El sondeo Pozo de Pericano (183840024), El Pozo de La Cueva (183840001) y el Manantial de Torrecillas (183840006) drenan materiales de la MAS 05.17 "Jaén". Todos ellos están situados dentro del término municipal de Torredelcampo.

La gestión del servicio de abastecimiento la realiza la empresa EMAT (Empresa Municipal de Aguas de Torredelcampo).

Este informe presenta la delimitación del perímetro de protección del sondeo Cuesta Negra. La localización del Sondeo Cuesta Negra se muestra en el plano de situación nº1 y en la figura 2.

2.1. INFRAESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN

2.1.1. Captaciones de abastecimiento

- **Sondeo Cuesta Negra (183880036)**

Se localiza en materiales carbonatados de la MAS 05.16 "Jabalruz". Tiene una profundidad de 203 m (fue reprofundizado en 2007 desde los 169 m) y un diámetro de perforación de 550 mm y está entubado con tubería metálica de 350 mm de diámetro en su totalidad. Se sitúa a cota 880 msnm

Su caudal medio de explotación es de 7 l/s según el Plan de Control de Jaén para el municipio de Torredelcampo. El nivel dinámico se situaba en noviembre de 2008, próximo a los 185 m de profundidad, a una cota de 695 msnm Según información de la empresa municipal de agua de Torredelcampo, el nivel estático se sitúa al parar la explotación del sondeo unos 75 m por encima del nivel dinámico, aproximadamente hacia la cota de 770 msnm.

Está instalado con una electrobomba sumergible de 90 C.V.. La tubería de impulsión es metálica. Las coordenadas UTM del sondeo Cuesta Negra son X: 422624, Y: 4178077.

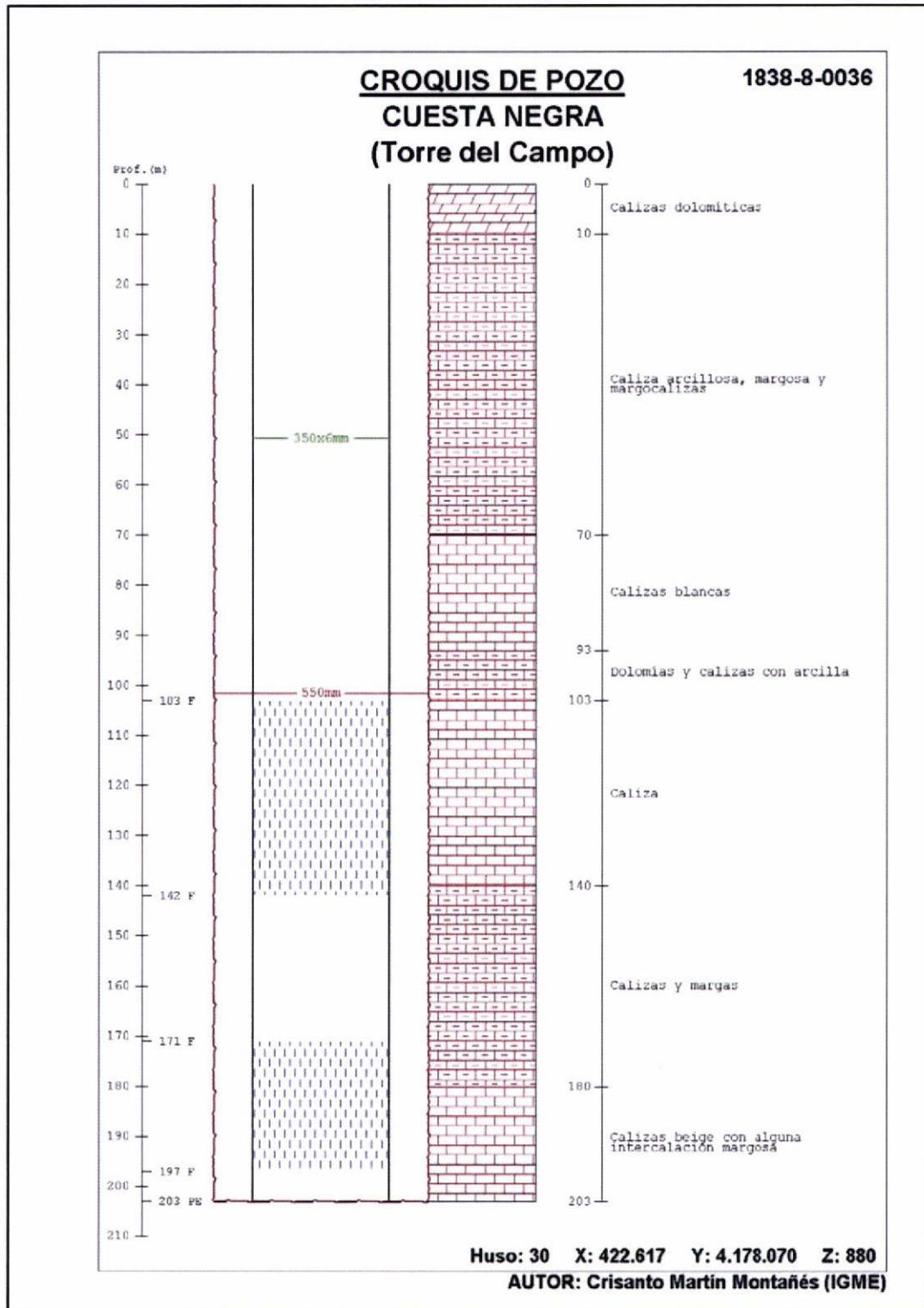


Fig 1. Columna estratigráfica del sondeo Cuesta Negra

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 Torredelcampo.

- **DE23086001 Depósito del Megatín**

Cota (msnm): 900

Base: Rectangular

Tipo: Superficial

Capacidad (m³): 150

Origen del agua: Manantial de Torrecillas y Pozo de Pericano

Núcleo al que abastece: Urbanización Peñón del Megatín

- **DE23086002 Depósito de La Ratonera**

Cota (msnm): 700

Base: Rectangular

Tipo: Superficial

Capacidad (m³): 2.500

Origen del agua: Torrecillas, La Cueva, Dep. La Sierra y Captación superficial

Núcleo al que abastece: Torredelcampo

- **DE23086003 Depósito de La Sierra**

Cota (msnm): 750

Base: Rectangular

Tipo: Semienterrado

Capacidad (m³): 6.000

Origen del agua: Cuesta Negra y Depósito de Fuente Nueva

- **DE23086004 Depósito de Fuente Nueva**

Cota (msnm): 670

Base: Rectangular

Tipo: Superficial

Capacidad (m3): 1.250

Origen del agua: Captación superficial y depósito de la Ratonera

Núcleo al que abastece: Torredelcampo.

De estos datos se deduce que la capacidad total de regulación del sistema de abastecimiento de Torredelcampo es de 9.900 m³.

- **Conducciones**

El sistema de conducciones de abastecimiento tiene una longitud total próxima a los 12 km de tuberías. Sus principales características se incluyen en el cuadro siguiente.

Código	Diámetro (mm)	Tipo	Longitud (m)	Procedencia	Final
CO23086001	150	Fibrocemento	2.338	Bombeo de La Venta	Dep. Fuente Nueva
CO23086002	160	Polietileno	690	Dep. de La Sierra	Dep. Ratonera
CO23086003	110	PVC	582	Dep. Fuente Nueva	Dep. Ratonera
CO23086004	90	PVC	329	Pozo Pericano	Dep. Megatín
CO23086005	140	PVC	1.427	Man. Torrecillas	Dep. Megatín
CO23086006	63	Polietileno	1.655	Dep. Megatín	Arqueta Cueva-Megatín
CO23086007	63	Polietileno	417	Pozo De La Cueva	Arqueta Cueva-Megatín
CO23086008	160	Fibrocemento	1.827	Arqueta Cueva-Megatín	Dep. Ratonera
CO23086009	160	PVC	2.516	Cuesta Negra	Dep. de La Sierra
		Total	11.781		

2.2.2. Esquema general

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

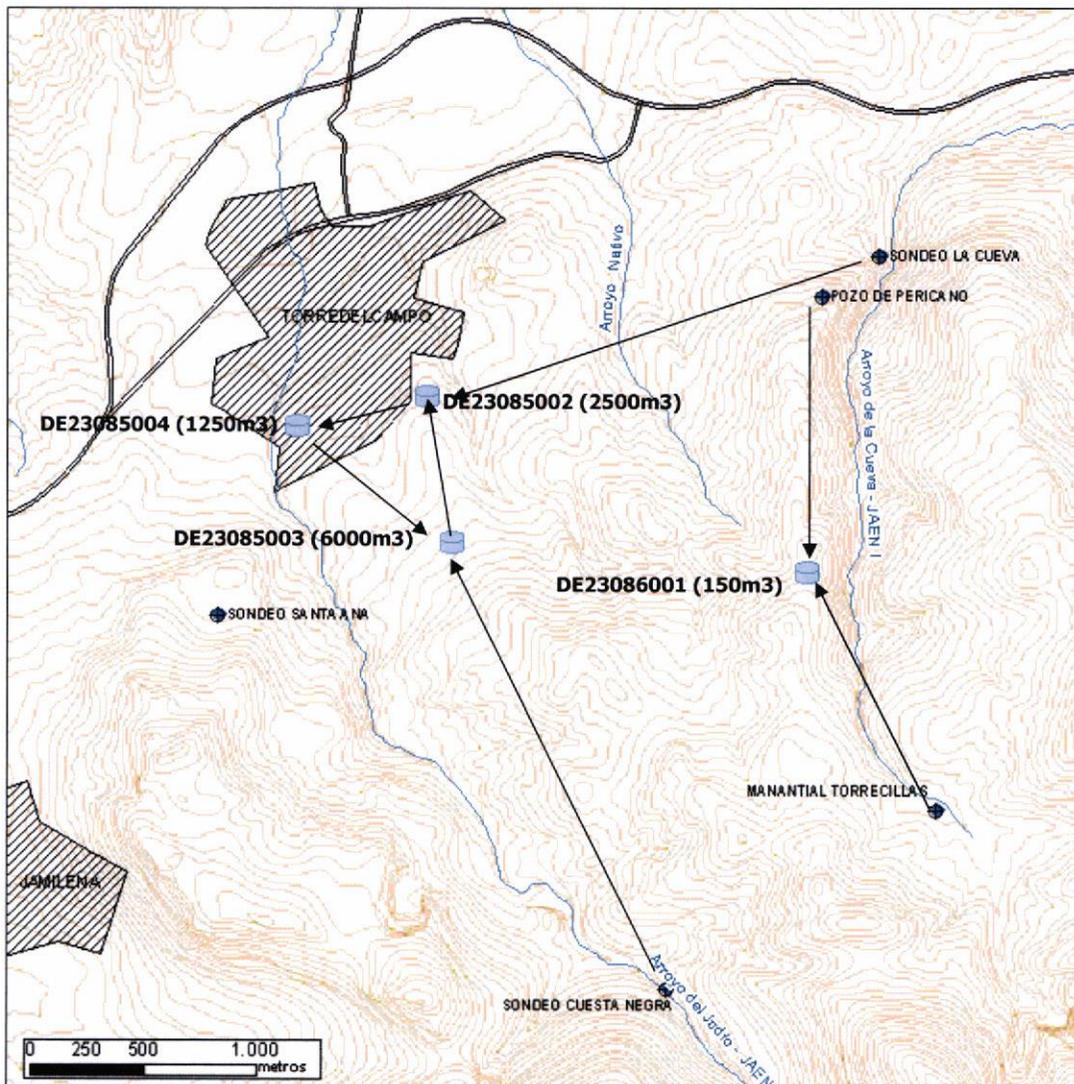


Fig. 2. Sistema de abastecimiento de las captaciones de abastecimiento a Torredelcampo

2.2.3. Importancia de la captación y volúmenes captados

Según los datos de consumo de agua, facilitados por el Ayuntamiento de Torredelcampo, para el año 2007, el abastecimiento con aguas subterráneas supone

un 23,4 % del total del consumo anual, frente al 73,6 % del abastecimiento con aguas superficiales procedentes de la planta de tratamiento del río Víboras.

ABASTECIMIENTO A TORREDELCAMPO	
Tipo de abastecimiento	Consumo anual 2007 (m3)
Aguas superficiales	859.311
Aguas subterráneas	262.131
Total	1.121.442

AGUAS SUBTERRÁNEAS DE ABASTECIMIENTO A TORREDELCAMPO		
Captación	Consumo anual 2007	Porcentaje del consumo (%)
Sondeo Cuesta Negra	195.943	74,75
Pozo de la Cueva	9.713	3,7
Manantial Torrecilla	31.322	11,95
Pozo Pericano	25.153	9,6
Total	262.131	100

En cuanto al abastecimiento con agua subterránea en el año 2007, el sondeo Cuesta Negra es la captación de mayor importancia, aportando un 74,75% del volumen extraído en las captaciones. Teniendo en cuenta el abastecimiento con aguas superficiales del río Víboras, este caudal supone un 17,5% del total del agua utilizada para abastecimiento al núcleo de Torredelcampo, con un caudal de explotación de unos 7 l/s.

3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

3.1. MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

El sondeo Cuesta Negra, del cual se abastece el núcleo de Torredelcampo, 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 km² 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.

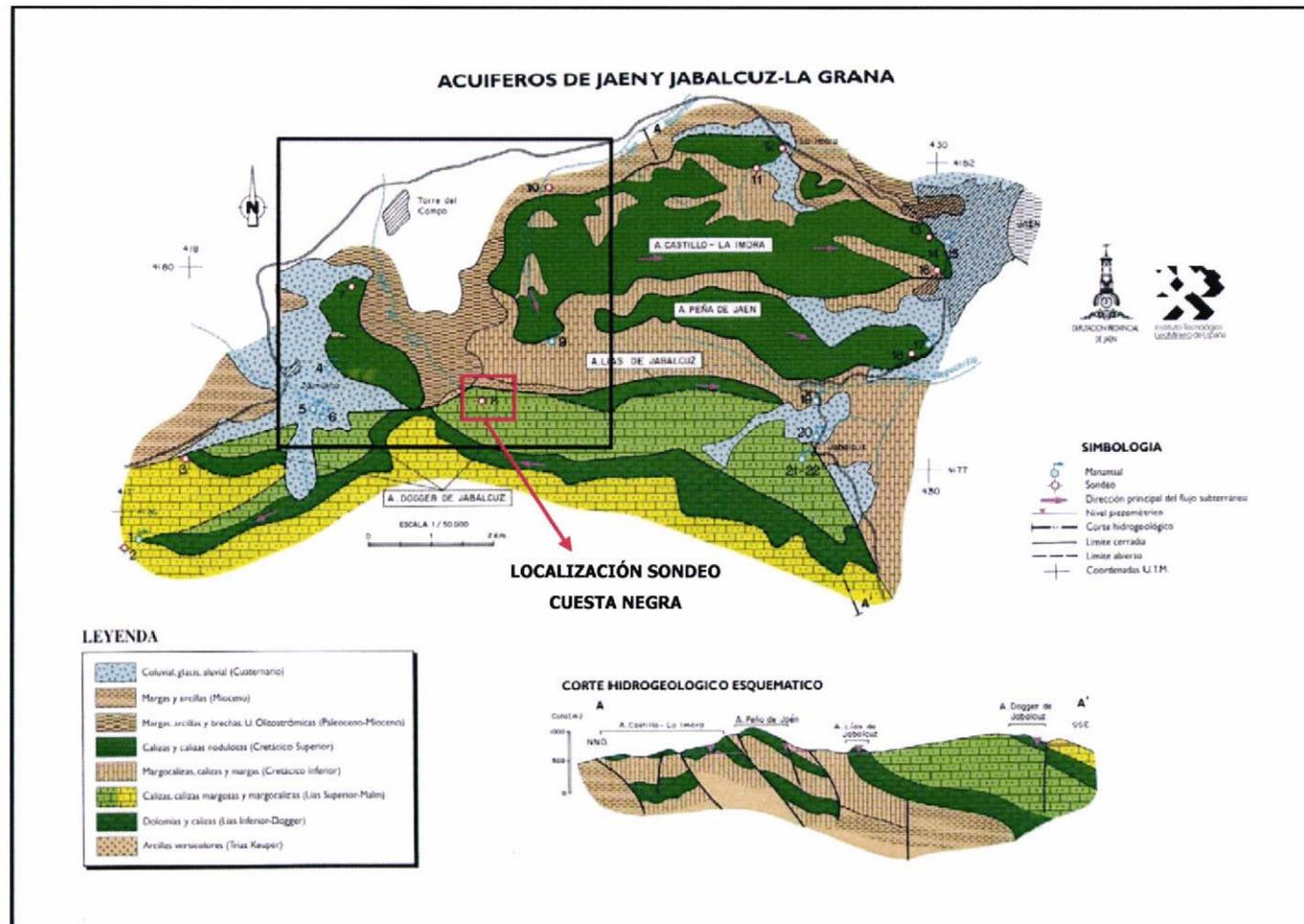


Fig. 3. Hidrogeología del área donde se ubican las captaciones de abastecimiento a Torredelcampo

3.2. LÍMITES Y GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO

La estructura de la MAS en el sector de Jabalcuz es muy sencilla: monoclinal 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 Torredelcampo drena el agua de la subunidad del Lías de Jabalcuz. Esta subunidad está situada al noreste de la MAS, consiste en una estrecha franja de 4 km de longitud y 1,5 km² de superficie que alcanza una potencia máxima de 300 m. Está compuesta por el conjunto de materiales calizo-dolomíticos del Lías inferior. El sustrato impermeable lo integran los materiales arcillosos del Triás de la base de la unidad, así como las margas y margocalizas del Cretácico superior de la unidad de Jaén.

En la siguiente figura se muestra la geología de la zona en la que se encuentra el sondeo Cuesta Negra.

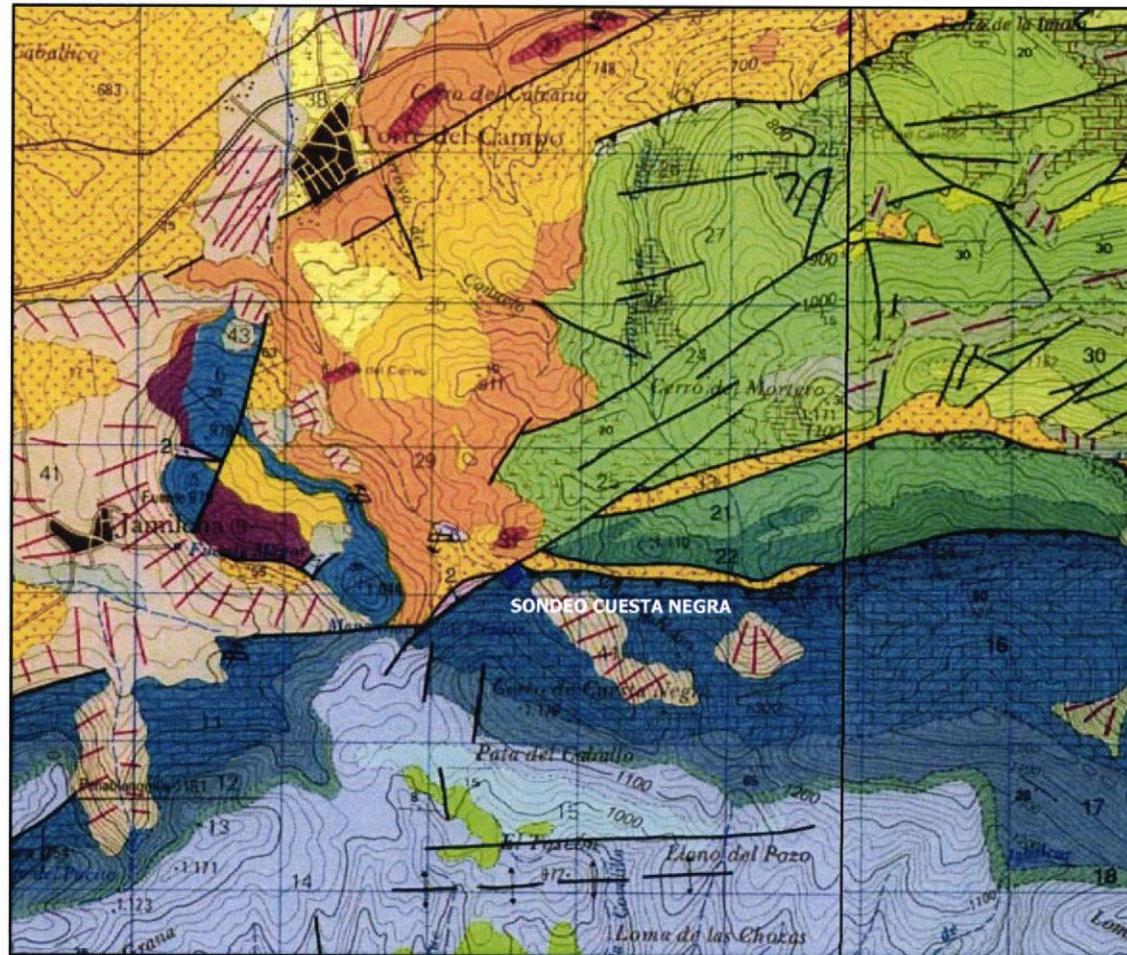
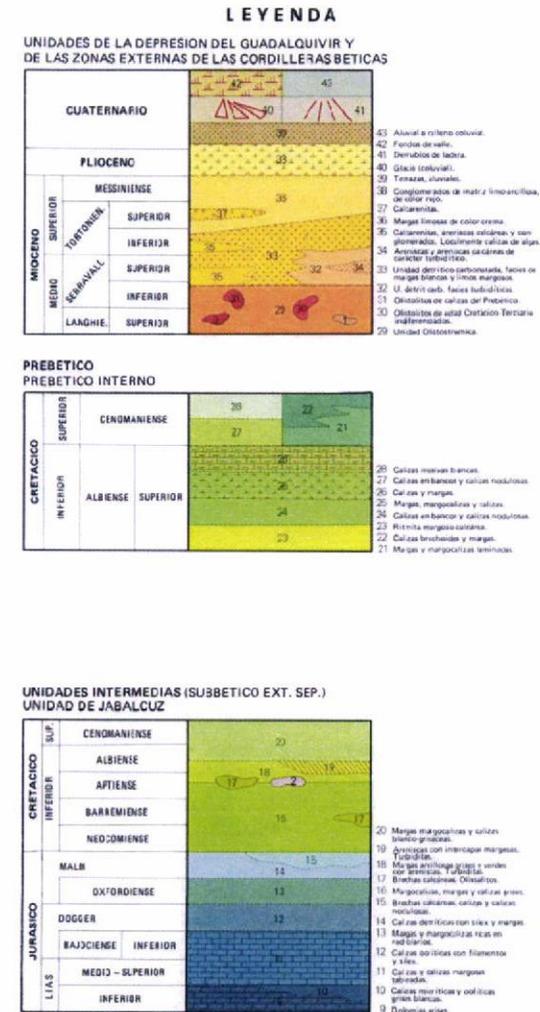


Fig. 4. Geología del área donde se ubica el sondeo Cuesta Negra



3.3. PARÁMETROS HIDRODINÁMICOS Y PIEZOMETRÍA

Los parámetros hidráulicos de la subunidad del Lías 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:

En el sondeo Cuesta Negra se dedujo una T de unas 860 m²/d con un caudal de bombeo de 34 l/s durante 24 horas y con una depresión de 6,5 m. (Norma de explotación de la UH 05.16 (Jabalucz).

Considerando la diferencia de cota entre las surgencias naturales, que se sitúan a 670-680m y de cota del agua en el sondeo 1838/8/36 cuyo nivel estático se sitúa a 780 msnm, se puede indicar que el flujo subterráneo es de oeste a este con un gradiente hidráulico próximo al 1 %.

Según los datos recogidos en campo, en el sondeo Cuesta Negra el nivel estático se sitúa a unos 770 msnm.

PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DE LA SUBUNIDAD LÍAS DE JABALCUZ						
FUENTE DE INFORMACIÓN	TRANSMISIVIDAD (m ² /día)	GRADIENTE HIDRÁULICO	COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO	ESPESOR DEL ACUÍFERO (m)	ESPESOR SATURADO DEL ACUÍFERO	POROSIDAD EFICAZ (%)
Norma de explotación de la UH 05.16 (Jabalucz)	860 (ensayo en el sondeo Cuesta Negra)	0,01	2.10 ⁻²	300		
Atlas Hidrogeológico de Jaén	500-1000	0,01		300 (espesor máximo)		
Mapa Hidrogeológico de España	Entre 50 y varios centenares			100-350	100	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 Jabalcuz. La circulación general es desde el oeste hacia el este. En el extremo oriental de la subunidad Lías de Jabalcuz se localizan los manantiales de los Baños de Jabalcuz (1938/5/4) a cota 680 msnm y Los Prados (1938/5/32) a cota 670 msnm que, aunque no surgen directamente en la formación permeable, deben corresponder al drenaje natural de la unidad. Estos puntos de descarga natural se encuentran a unos 5,5 km del sondeo Cuesta Negra.

La primera de estas surgencias está ligada a la intersección de dos importantes fracturas. Una de ellas es la denominada “Falla normal de Jabalcuz” con un salto vertical del orden de 1200 m. La surgencia tiene un caudal medio de 3 l/s presentando una respuesta rápida a las precipitaciones de forma que se han llegado a registrar caudales del orden del metro cúbico. La temperatura de surgencia es de 30° C, lo que supone una anomalía térmica posiblemente debida a un flujo profundo.

Para la Subunidad del Lías de Jabalcuz, ante la falta de información, se estima que las reservas tendrán un valor próximo a 10-12 hm³ (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 hm³.

El balance hídrico de la MAS “Jabalcuz” se ha realizado tomando una superficie permeable total de 7,7 km² (1,5 km² de la Subunidad del Lías de Jabalcuz, 5 km² de la del Dogger de Jabalcuz y 1,2 km² 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 Jabalcuz 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 Jabalcuz.

Entradas:

- Subunidad del Lías de Jabalcuz

- Infiltración de la precipitación 0,3 hm³/a
- Aportes subterráneos de mat. suprayacentes..... 1,0 hm³/a

- Subunidad del Dogger de Jabalcuz

- Infiltración de la precipitación 0,8 hm³/a
- Aportes subterráneos de mat. suprayacentes..... 0,4 hm³/a

- Subunidad de Cerro Fuente

- Infiltración de la precipitación 0,2 hm³/a

TOTAL..... 2,7 hm³/a

Salidas:

- Drenaje por manantiales

- Subunidad del Lías de Jabalcuz 1,0 hm³/a
- Subunidad del Dogger de Jabalcuz 0,2 hm³/a
- Subunidad de Cerro Fuente 0,2 hm³/a

- Extracciones por bombeo

- Subunidad del Lías de Jabalcuz 0,3 hm³/a
- Subunidad del Dogger de Jabalcuz 1,0 hm³/a

TOTAL..... 2,7 hm³/a

3.5. HIDROQUÍMICA DEL SECTOR

Las Aguas Subterráneas de la MAS de Jabalcuz (05.16) presentan en general, facies hidroquímica bicarbonatada cálcica con mineralización total reducida, datos acordes con la naturaleza litológica de las formaciones permeables.

Entre las aguas de la MAS 05.16 "Jabalcuz" se pueden establecer ciertas diferencias. Las aguas subterráneas de la Subunidad del Lías inferior de Jabalcuz presentan, en general, facies bicarbonatada cálcica y un contenido en sales total moderadamente bajo. Sin embargo, su manantial más significativo, el de los Baños de Jabalcuz (193850004) presenta facies sulfatada cálcica (máximo valor de sulfatos en la MAS) siendo aguas de alta salinidad que estarían en relación con su carácter termal y con un esquema de flujo profundo.

En la Subunidad del Dogger de Jabalcuz, las aguas presentan facies bicarbonatada cálcica con un contenido salino bajo en su sector occidental, mientras que en el extremo oriental las aguas del sondeo 193850035 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 se ubica en un sector con presencia próxima de materiales triásicos.

PUNTO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	C.E	pH	FECHA
Manantial Torrecillas	13	83	204	0	24	7	18	86	3	533	8,1	22/05/2000
Sondeo La Cueva	6	52	291	0	4	4	16	98	1	550	7,6	22/05/2000
Sondeo Cuesta Negra	14	10	1680			14	14	88		510		13/04/1967
Sondeo Santa Ana	39	250	69			30	24	106		870		13/04/1967

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

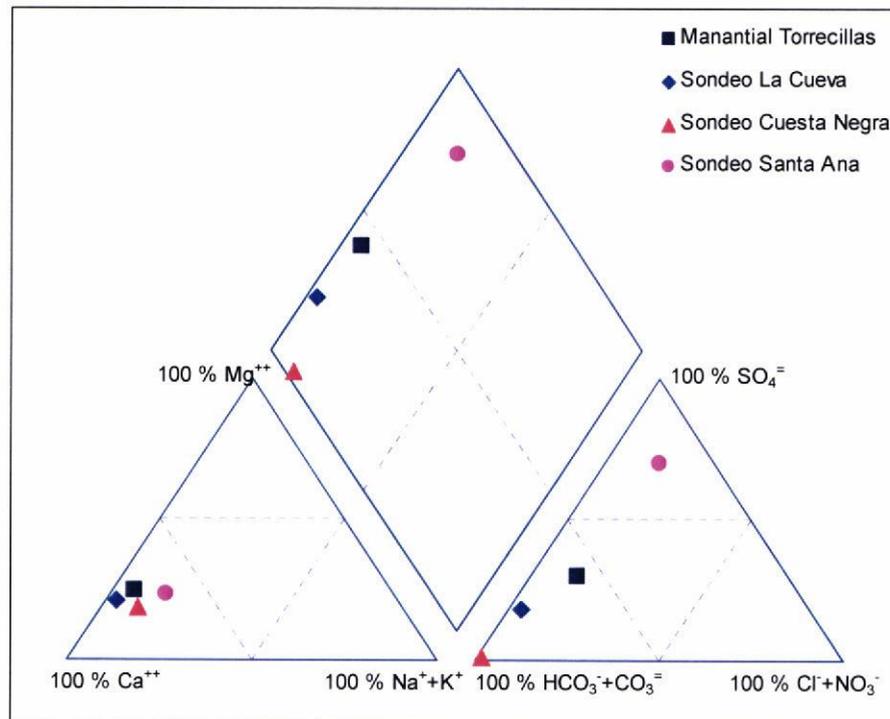


Fig. 5 Diagrama de Piper de las aguas de las captaciones de abastecimiento a Torredelcampo

Como se puede observar en el diagrama de Piper las aguas de las captaciones son bicarbonatadas cálcicas con mineralizaciones medias. Corresponden a acuíferos carbonatados de montaña, que normalmente son zonas escasamente roturadas y habitadas. Exceptuando el Sondeo de Santa Ana que presenta una facies hidroquímica sulfatada cálcica con salinidad relativamente alta por lo que esta agua deben de proceder de un sistema de flujo de cierta profundidad y con influencia de materiales triásicos.

Las aguas del sondeo de Cuesta Negra son las menos sulfatadas del diagrama de la figura 5, y las más bicarbonatadas, indicando aguas menos influenciadas por el sustrato y bordes con arcillas y yesos.

En el anexo 4 se encuentran los análisis ofrecidos por EMAT.

Microbiología

Como se observa en los análisis aportados por EMAT, 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 kg/km^2 , respectivamente, siendo estos valores los correspondientes a la totalidad de la comarca en la que se encuentra la captación)
 - CORINE: Usos del suelo del año 2000. Los focos de contaminación obtenidos mediante esta fuente de información han sido contrastados en campo y mediante el análisis de ortofoto digital para incluir las presiones correspondientes a los distintos usos del suelo

4.2. INVENTARIO DE FOCOS POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN

El municipio de Torredelcampo presenta una importante actividad industrial y agrícola, pero el sondeo Cuesta Negra se sitúa aguas arriba de las principales actividades de la zona. La distribución de los focos potenciales de contaminación se muestra junto con la vulnerabilidad en el plano nº 2.

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

4.2.1. Actividad agrícola

El principal cultivo tanto de secano como de regadío es el olivar. En general, se desarrollan principalmente sobre materiales impermeables y el grado de afección potencial a las aguas subterráneas sería bajo. En los cultivos de regadío, menos del 4 % del total de los cultivos se desarrollan mayoritariamente sobre materiales detríticos de naturaleza permeable. Sin embargo, dada la poca extensión de estos cultivos, el grado de afección potencial a las aguas subterráneas sería medio.

Respecto a la zona de recarga, los cultivos que se sitúan sobre esta zona corresponden a cultivos de olivar que ocupan un área de 12,6 Ha al suroeste de la captación, a una distancia de 1 km.

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	466
Frutales	90
Olivar	14.494
Viñedo	69
Otras tierras labradas	1

4.2.2. Actividad ganadera

Dada la situación de la captación de abastecimiento, 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) las unidades ganaderas para el municipio de Torredelcampo son las siguientes:

Actividad ganadera	Unidades ganaderas
Bovinos	284
Ovinos	48
Caprinos	38
Porcinos	0
Equinos	9
Aves	0

4.2.3. Actividad industrial

La actividad industrial del municipio es muy importante, pero la actividad industrial cercana la captación es prácticamente inexistente. Existe tres canteras cercanas a la captación, pero dada la situación respecto a la zona de recarga, su afección potencial a las aguas subterráneas captadas por el sondeo Cuesta Negra es nula.

4.2.4. Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos son tratados fuera del término municipal. Existen además dos escombreras incontroladas una de ellas sobre materiales de baja permeabilidad cuya afección potencial a las aguas subterráneas se considera insignificante y otra situada sobre materiales detríticos permeables. En esta última, la afección potencial a las aguas subterráneas se considera baja debido al carácter inerte de la mayoría de los residuos depositados.

En ningún caso los emplazamientos de vertido y tratamiento de residuos se encuentran en zonas de recarga del sondeo Cuesta Negra.

4.2.5. Aguas residuales

Las aguas residuales urbanas (ARU) generadas en el municipio se vierten sin tratamiento alguno en dos puntos del término aunque existe una EDAR que entrará en funcionamiento próximamente. Los puntos de vertido se encuentran en el Arroyo del Cañuelo, 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 son los cultivos de olivar en secano y una cantera situada a unos 1000 m al este de la captación. Existen otras dos canteras cercanas situadas al NO, pero éstas se encuentran aguas abajo del abastecimiento. Como ya se ha comentado en los apartados anteriores, las canteras no representan una afección potencial a la captación por encontrarse situadas fuera del ámbito de la recarga, mientras que los olivares, al encontrarse dentro de la zona de recarga sí pueden suponer una afección a las aguas subterráneas captadas.

La situación de estos focos respecto al sondeo Cuesta Negra 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. No obstante, existen antecedentes de contaminación por nitratos en la parte llana del término municipal, llegando a ser declarada agua no potable el manantial de la Muña.

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

5.1. DISTRIBUCIÓN EN EL ENTORNO Y ÁREAS DE RECARGA

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

Los materiales carbonatados que conforman el área de recarga de las captaciones presentan una vulnerabilidad alta a la contaminación debido a su elevada permeabilidad por fisuración-karstificación.

En esta zona de recarga, en el cerro de Cuesta Negra, las calizas jurásicas presentan la mayor vulnerabilidad, con valores altos, y en menor medida presentan valores moderados en el sector este de la zona de recarga. La captación se sitúa sobre los materiales calcáreos de alta vulnerabilidad.

En el cerro de Cuesta Negra también aparecen materiales detríticos que corresponden a derrubios de ladera y presentan valores bajos y medios de vulnerabilidad.

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 nº2) están constituidos únicamente por los cultivos de olivar que se sitúan en la zona de recarga alóctona al oeste del sondeo (ver figura 7). Estos cultivos se sitúan sobre una zona de alta vulnerabilidad, que corresponde con materiales calcáreos del jurásico superior. Los cultivos ocupan una superficie de aproximadamente 12,6 Ha.

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	1 km	Alta

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, en base a las presiones actuales, 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.

El riesgo de contaminación 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	Qn	Rf	HI	Clase de peligrosidad	Factor COP	RII	Nivel de riesgo
Cultivos de olivar en secano	25	1	1	25	Baja	0,81	0,032	Bajo

Los cultivos de olivar en secano situados en la zona de recarga del sondeo Cuesta Negra suponen un riesgo bajo para las aguas subterráneas captadas por el abastecimiento, ya que estos cultivos ocupan un área pequeña (12,6 Ha) dentro del ámbito de la recarga.

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 Lías de Jabalcuz

Desde el punto de vista hidrogeológico, el sondeo de Cuesta Negra capta aguas de un paquete de calizas y dolomías del Lías (jurásico), con permeabilidades de conjunto altas ($K=10-100$ m/día), aunque con una distribución muy heterogénea y anisótropa según las direcciones preferenciales de las discontinuidades del macizo (ONO-ESE). Este paquete carbonatado muestra una potencia en torno a los 300 m, y se extiende a lo largo de unos 6,5 km en dirección ONO-ESE, con buzamientos moderados hacia el Sur, y abarcando una superficie de aproximadamente $6,6$ km². Dentro de este contexto, el sondeo Cuesta Negra se halla próximo al borde Oeste del afloramiento calcáreo y su zona de influencia se extiende 2 km² desde dicho borde.

Este sondeo extrae entre los 3-9 l/s. A partir del orden de magnitud de esta extracción media y de los parámetros climáticos, se ha determinado, en primer lugar una zona de influencia del sondeo, considerándolo como el área de recarga de un caudal drenado equivalente. Esta superficie sería aproximadamente del orden de $1,6 - 1,9$ km².

Esta zona de influencia coincide en gran medida con el profundo valle que forma el arroyo Cuesta Negra en su cabecera.

Los límites hidrogeológicos de la zona de influencia y área de recarga del sondeo Cuesta Negra vienen marcados en gran medida por los límites septentrional y meridional de la subunidad del Lías de Jabalcuz, esto es:

- Al Norte todo el conjunto está limitado por un borde tectónico (cabalgamiento) que monta los materiales carbonatados jurásicos sobre las margas y margocalizas cretácicas pertenecientes a la unidad de Jaén.
- Por el Sur, el límite está constituido por el contacto de techo entre las calizas del Lías y las margas y margocalizas silíceas del Malm.
- Por el Este, la divisoria subterránea de aguas generada por la depresión generada en el pozo Cuesta Negra, la que dibuje dicho límite.
- El límite de la zona por el Oeste se establece en una gran fractura de dirección SO-NE que constituye también el borde occidental del afloramiento calcáreo y de la sierra de Jabalcuz.



Fig.7 Vista general desde el Norte de la unidad explotada (coloreada de verde) por el sondeo de Cuesta Negra. También, en primer término el sondeo de Santa Ana.

A continuación se representa el esquema geológico de los límites definidos, diferenciándose las zonas de recarga autóctona y alóctona (figura 8). La zona de recarga alóctona corresponde a las calizas y margas del Dogger superior.

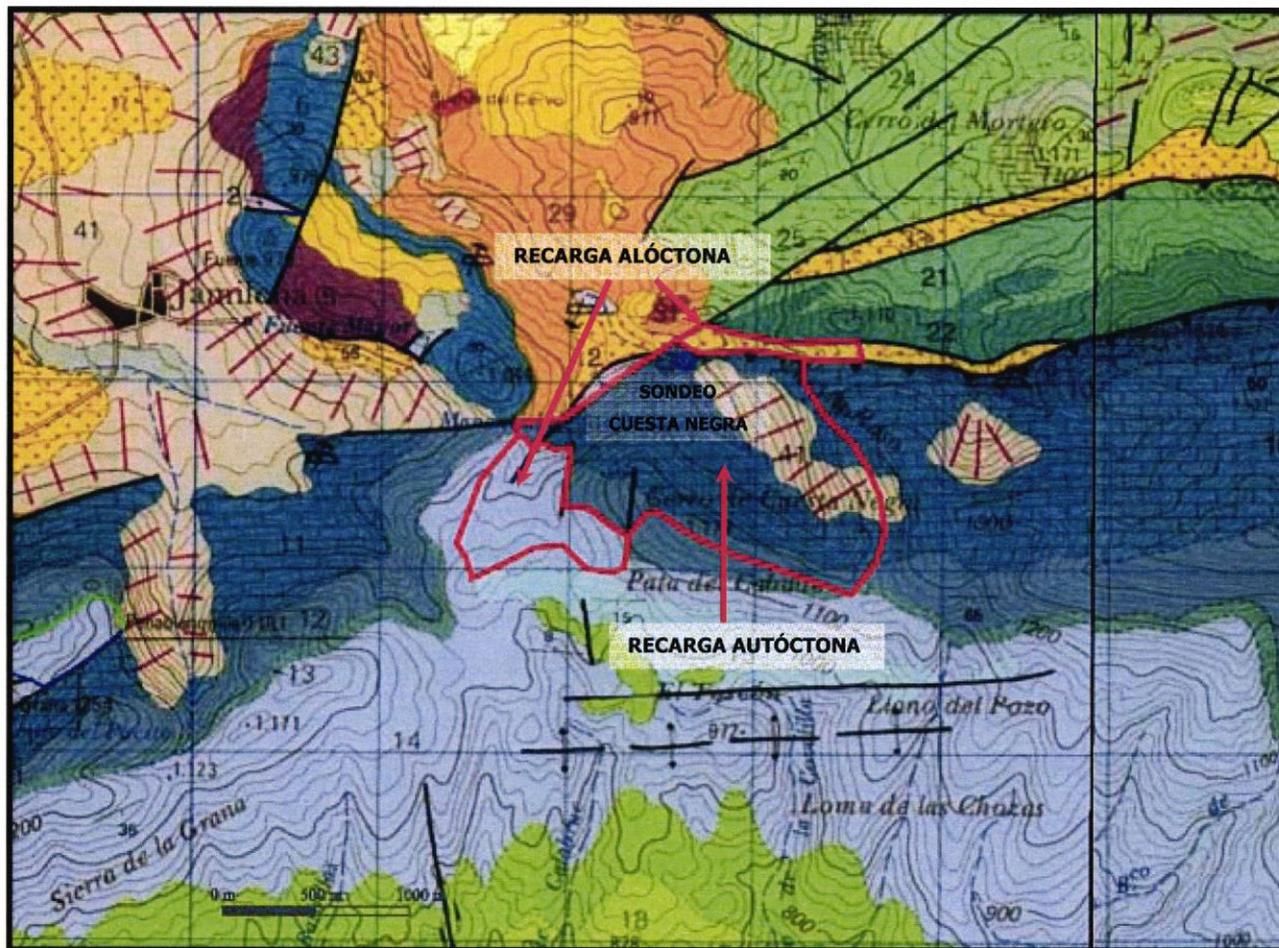
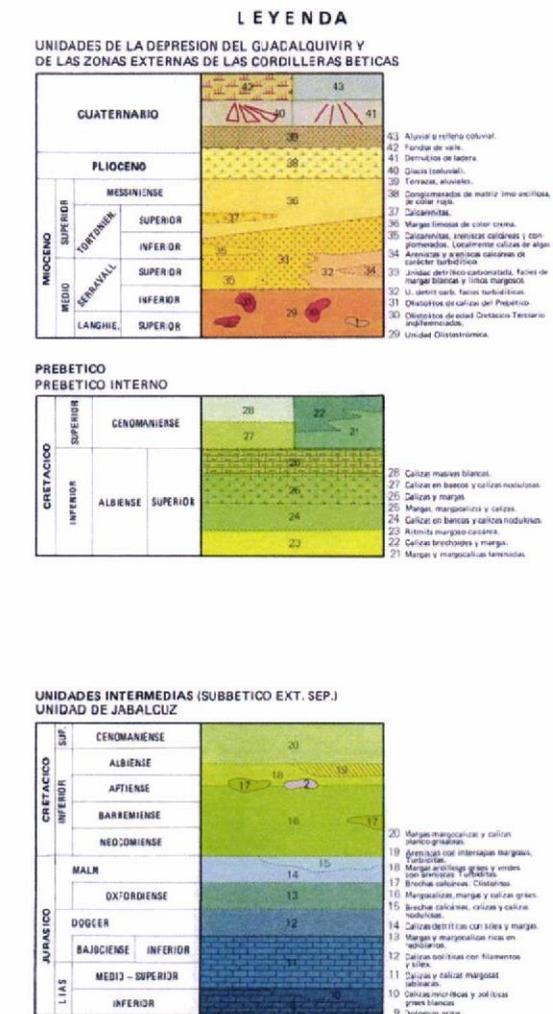


Fig. 8. Límites hidrogeológicos de la zona de recarga de las captaciones

 Dirección del flujo subterráneo
 Límites hidrogeológicos de la zona de recarga



6.1.2. Funcionamiento (isopiezas y líneas de flujo)

La descarga natural de esta subunidad es hacia el Este, donde se sitúan las cotas más bajas del afloramiento calcáreo, como Baños de Jabalcuz (680 m) y los Prados (670 m). Como el sondeo Cuesta Negra se localiza en el extremo Oeste o cabecera del sistema hidrogeológico, su zona de influencia genera una divisoria subterránea de aguas situada al Este. Dicha divisoria se extenderá tanto más lejos hacia el Este cuanto mayor sea la extracción, y desaparecerá una vez pare el bombeo y se recuperen los niveles naturales. Prueba de ello es que sin extracciones, el nivel freático se localiza a cotas en torno a los 775 m, mientras que durante el bombeo el nivel se deprime hasta los 685-690 msnm. Así, al entrar en funcionamiento la bomba, el gradiente se invierte, redirigiendo el flujo subterráneo hacia donde se localiza el pozo.

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 tanteear 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)
183880036	Sondeo	Sondeo Cuesta Negra	9	Kárstico	Libre	250	1,50	0,47	1,97

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. Para la estimación del área de recarga en el entorno de influencia del sondeo se ha considerado un valor algo menor, de 225 mm, ya que el afloramiento calcáreo muestra amplias áreas con cobertera vegetal y desarrollo de suelos.

Atendiendo a la configuración geológica del sistema y teniendo en consideración sus límites hidrogeológicos, se ha delimitado un área de recarga del sistema en torno a los 2 km², muy similar a la extensión estimada a partir de los recursos anuales de los caudales extraídos y de la lluvia útil.

La recarga del sistema es mayoritariamente de naturaleza autóctona, por infiltración directa y difusa sobre el afloramiento calcáreo. Además, algunas pequeñas laderas próximas al sondeo y desarrolladas en materiales de baja permeabilidad (margas y margocalizas) pueden aportar algo de recarga alóctona. La ponderación de ambas es aproximadamente de 1,5 km² para la recarga directa sobre el afloramiento calcáreo y 0,5 km² 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) = 100m

Los datos obtenidos son los siguientes:

	S_o (m)	S_u (m)	B (m)	B' (m)
SONDEO CUESTA NEGRA	20	10	60	30

En vista a los resultados se define una zona de restricciones absolutas de radio 20m 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)
SONDEO CUESTA NEGRA	619	19	60	30

Teniendo en cuenta la longitud obtenida aguas arriba en la dirección de flujo, la zona de restricciones máximas se delimita con una radio de 650 m en torno a la captación, dentro de los límites de la poligonal envolvente.

6.6. ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS

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

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

Esta zona estará delimitada por las zonas de recarga autóctona y alóctona para las captaciones de abastecimiento. 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 = 1000 m²/día

Q = caudal (caudal máximo del sondeo a proteger) = 7 l/s (604,8 m³/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 0,19 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 la actividad agrícola que se realiza en la zona, 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. En cualquier caso, se aconseja que este control sea semestral. Así mismo, 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 las captaciones, se llevará a cabo una campaña de seguimiento de la calidad del agua, en el sondeo de abastecimiento y en algunos piezómetros intermedios entre el vertido y el sondeo, con el análisis de los parámetros que en cada momento se juzgue necesario determinar, y con la periodicidad que aconsejen las circunstancias.

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

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

A: Actividad aceptable

S: Actividad sujeta a condicionantes

P: Actividad no autorizada

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sondeo Cuesta Negra explota el acuífero Lías de Jabalcuz de la MAS 05.16 "Jabalcuz", constituido fundamentalmente por materiales calizo-dolomíticos del Lías inferior. Este sondeo es el principal punto de captación de aguas subterráneas en el sistema de abastecimiento de Torredelcampo, y supone el 74,75% del consumo de aguas subterráneas y el 17,5% del total de agua de abastecimiento al núcleo de población.

No se han detectado focos de contaminación que pueden poner en peligro la calidad de las aguas subterráneas del sector, a excepción de la contaminación difusa que pueda aportar las prácticas agrícolas, por las zonas de olivares situadas en el área de recarga, en un sector muy limitado de su superficie y que representan un riesgo bajo para las aguas subterráneas.

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. Por las escasas presiones existentes, el riesgo estimado actual se considera bajo.

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 Unidades Hidrogeológicas 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) y Hoja de Jaén nº 19-38 (947).

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

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 Cuesta Negra, Torredelcampo.



Foto 2. Sondeo Cuesta Negra, Torredelcampo.



Foto 3. Cantera abandonada (Sondeo Cuesta Negra), Torredelcampo.

ANEXO II
FICHAS DE INVENTARIO DE CAPTACIONES

 INVENTARIO PUNTO ACUÍFERO	① N° de registro 183880036 N° de puntos descritos 01 Hoja topográfica 1/50.000 MARTOS Número 946	② COORDENADAS Lambert X 305422624 Y 4178077 Huso Sector X Y 30 5 422624 4178077																									
	③ Croquis acotado o mapa detallado	④ Cuenca hidrográfica GUADALQUIVIR 05 Unidad hidrogeológica 01 Sistema acuífero 01 Provincia JAEN 23 Término Municipal TORREDELCAMPO Toponimia CUESTA NEGRA	⑤ Objeto Cota 874 Referencia topográfica ⑥ Naturaleza SONDEO 1 Profundidad de la obra 203 Profundidad/Longitud de la obra secundaria																								
⑦ Tipo de perforación <input type="checkbox"/> Trabajos aconsejados por Año de ejecución 2009 Profundidad 169 Reprofundizado el año 2009 Profundidad final 203	⑧ MOTOR Naturaleza Tipo equipo de extracción <input type="checkbox"/> Potencia 90 cv		BOMBA Naturaleza Capacidad Marca y tipo																								
⑨ Utilización del agua ABASTECIMIENTO E Cantidad extraída (Dm ³) Durante 00 días	⑩ ¿Tiene perímetro de protección? <input type="checkbox"/> Bibliografía del punto acuífero Documentos intercalados Entidad que contrata y/o ejecuta la obra Escala de representación Redes e las que pertenece el punto P C I G H Ex LI Ve																										
⑪ MEDIDAS DE NIVEL Y/O CAUDAL		⑫ Sistema de Explotación:																									
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Fecha</th> <th>Surgenca</th> <th>Altura del agua respecto a la referencia</th> <th>Caudal m/h</th> <th>Cota absoluta del agua</th> <th>Método de medida</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>201108</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>185</td> <td>000</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0000</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>000</td> <td>000</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0000</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>000</td> <td>000</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Fecha	Surgenca	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m/h	Cota absoluta del agua	Método de medida	201108	<input type="checkbox"/>	185	000			0000	<input type="checkbox"/>	000	000			0000	<input type="checkbox"/>	000	000			⑬ Zonas Húmedas:		
Fecha	Surgenca	Altura del agua respecto a la referencia	Caudal m/h	Cota absoluta del agua	Método de medida																						
201108	<input type="checkbox"/>	185	000																								
0000	<input type="checkbox"/>	000	000																								
0000	<input type="checkbox"/>	000	000																								
⑭ Usuario MANUEL JESÚS CUELLAR ORTEGA Nombre Propietario ETIAT (EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA) Telf. 619651962 Dirección C/ PUERTA DE MARTOS, 15 Localidad TORREDELCAMPO																											
⑮ OBSERVACIONES																											
⑯ Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero <input type="checkbox"/> Año en que se efectuó la modificación 00		⑰ Instruido por Fecha / /																									

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

DESCRIPCIÓN DEL CORTE GEOLÓGICO							
Nº de litologías descriptas..... <input type="text"/>							
Número de orden	Edad geológica	Litología	Profundidad del techo	Profundidad del muro	Esta 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"/>

ENSAYOS DE BOMBEO	
Fecha	<input type="text"/>
Caudal extraído (m ³ /h)	<input type="text"/>
Duración del bombeo	horas <input type="text"/> minutos <input type="text"/>
Depresión en metros	<input type="text"/>
Transmisividad (m ² /seg)	<input type="text"/>
Coficiente de almacenamiento	<input type="text"/>
Fecha	<input type="text"/>
Caudal extraído (m ³ /h)	<input type="text"/>
Duración del bombeo	horas <input type="text"/> minutos <input type="text"/>
Depresión en metros	<input type="text"/>
Transmisividad (m ² /seg)	<input type="text"/>
Coficiente de almacenamiento	<input type="text"/>

COLUMNA ESTRATIGRAFICA	
metros	LITOLOGIAS (EDAD GEOLÓGICA)
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
PERFORACIÓN			
De	a	Ø en mm.	OBSERVACIONES
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

REVESTIMIENTO			
De	a	Ø en mm.	OBSERVACIONES
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

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	Torredelcampo	Torredelcampo	Cuesta Rasa	Cantera	Cantera	Puntual	Abandonada	Cantera de extracción de áridos	Aceites, hidrocarburos	422072	4178500	1500	Pozo Cuesta Negra	700			
Jaén	Torredelcampo	Torredelcampo	Urbanización Megatín	Urbanización	Urbanización	Puntual	Activo	Existencia de fosas sépticas	Aguas residuales	423174	4180605		Pozo de la Cueva y Megatín	500			
Jaén	Torredelcampo	Torredelcampo	Cuesta Rasa	Cantera	Cantera	Puntual	Abandonada	Cantera de áridos	Aceites, hidrocarburos	424162	4178000	30000	Manantial Torrecilla	1000		15	Barranco de la Torrecilla

ANEXO IV
ANÁLISIS QUÍMICOS

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

CLIENTE: EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS DE TORREDELCAMPO

DIRECCION:

LOCALIDAD: TORREDELCAMPO. JAEN

ASUNTO: INFORME SOBRE ANALISIS COMPLETO DE AGUA.

REF. LABORATORIO: 20.08 FECHA RECEPCION MUESTRA: 11/01/08

REF. CLIENTE: DEPOSITO RATONERA

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)	0.46	1.00
CADMIO (microg/l)	< 0.01	5
CIANUROS (mg/l)	< 0.005	0.05
COBRE (mg/l)	< 0.005	2
CROMO (microg/l)	0.64	50
1,2 DICLOROETANO (microg/l)	No se detecta	3.00
FLUORURO (mg/l)	0.70	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)	< 0.01	20
NITRATO (mg/l)	4.81	50
NITRITO (mg/l)	< 0.08	0.50
PLOMO (microg/l)	4.10	25
SELENIO (microg/l)	< 0.05	10
T.H.M. s (microg/l)	7.95	150
Bromodiclorometano (microg/l)	3.75	
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

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

	RESULTADO	VALOR MÁXIMO
Tetracloroetano (microg/l)	No se detecta	
Tricloroetano (microg/l)	No se detecta	
ALUMINIO (microg/l)	4.31	200
AMONIO (mg/l)	< 0.20	0.50
CLORURO (mg/l)	24.82	250
COLOR (Pt/Co)	0.00	15
CONDUCTIVIDAD (20° C microS/cm)	600	2500
HIERRO (mg/l)	0.0005	0.20
MANGANESO (microg/l)	1.16	50
OLOR	No se aprecia	3 a 25°
OXIDABILIDAD (mg O2/l)	1.15	5
pH(Potenciométricamente)	7.81	6.5-9.5
SABOR	No se aprecia	3 a 25°
SODIO (mg/l)	24.65	200
SULFATO (mg/l)	60.89	250
TURBIDEZ (U.N.F.)	< 0.50	1.00
PLAGUICIDAS TOTALES (microg/l)	< 0.03	0.50
Aldrín (microg/l)	< 0.03	0.03
Dieldrín (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
COLOR RESIDUAL LIBRE (mg/l)	0.60	1.00
COLOR RESIDUAL COMBINADO (mg/l)	0.40	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 05-02-08

M. ALCANTARA

PC01-PD03-F1/01

RAMON RUIZ BOSCH (ING. AGRONOMO) - JUAN A. TELLO JIMENEZ (QUIMICO) - MANUEL ALCANTARA CASTILLO (FARMACEUTICO)

CLIENTE: EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS DE TORREDELCAMPO.

DIRECCION:

LOCALIDAD: TORREDELCAMPO. JAEN

ASUNTO: INFORME SOBRE ANALISIS COMPLETO DE AGUA.

REF. LABORATORIO: 778.08 FECHA RECEPCION MUESTRA: 21/07/08

REF. CLIENTE: DEPOSITO CUESTA NEGRA

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)	0.31	1.00
CADMIO (microg/l)	< 0.005	5
CIANUROS (mg/l)	< 0.005	0.05
COBRE (mg/l)	< 0.005	2
CROMO (microg/l)	0.006	50
1,2 DICLOROETANO (microg/l)	No se detecta	3.00
FLUORURO (mg/l)	0.55	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)	< 0.005	20
NITRATO (mg/l)	10.43	50
NITRITO (mg/l)	< 0.08	0.50
PLOMO (microg/l)	1.23	25
SELENIO (microg/l)	< 0.05	10
T.H.M. s (microg/l)	No se detecta	150
Bromodichlorometano (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

LABORATORIO AGRITEST, C.B.

N.I.F. E-23373723

LABORATORIO AUTORIZADO POR LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA N.º A - 92 - AU
LABORATORIO AUTORIZADO POR LA CONSEJERÍA DE SANIDAD N.º A 85/A

Polígono Industrial «Los Olivares» - C/ La Iruela, 8

Teléfono y fax: 953 28 00 40

23009 JAÉN

RAMON RUIZ BOSCH (ING. AGRONOMO) - JUAN A. TELLO JIMENEZ (QUIMICO) - MANUEL ALCANTARA CASTILLO (FARMACEUTICO)

	RESULTADO	VALOR MAXIMO
Tetracloroetano (microg/l)	No se detecta	
Tricloroetano (microg/l)	No se detecta	
ALUMINIO (microg/l)	9.09	200
AMONIO (mg/l)	< 0.20	0.50
CLORURO (mg/l)	17.73	250
COLOR (Pt/Co)	0.00	15
CONDUCTIVIDAD (20° C microS/cm)	630	2500
HIERRO (mg/l)	< 0.005	0.20
MANGANESO (microg/l)	0.91	50
OLOR	No se aprecia	3 a 25°
OXIDABILIDAD (mg O2/l)	1.23	5
pH(Potenciométricamente)	7.83	6.5-9.5
SABOR	No se aprecia	3 a 25°
SODIO (mg/l)	3.50	200
SULFATO (mg/l)	31.16	250
TURBIDEZ (U.N.F.)	< 0.50	1.00
PLAGUICIDAS TOTALES (microg/l)	< 0.03	0.50
Aldrín (microg/l)	< 0.03	0.03
Dieldrín (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
COLOR RESIDUAL LIBRE (mg/l)	0.50	1.00
COLOR RESIDUAL COMBINADO (mg/l)	0.62	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 05-08-08

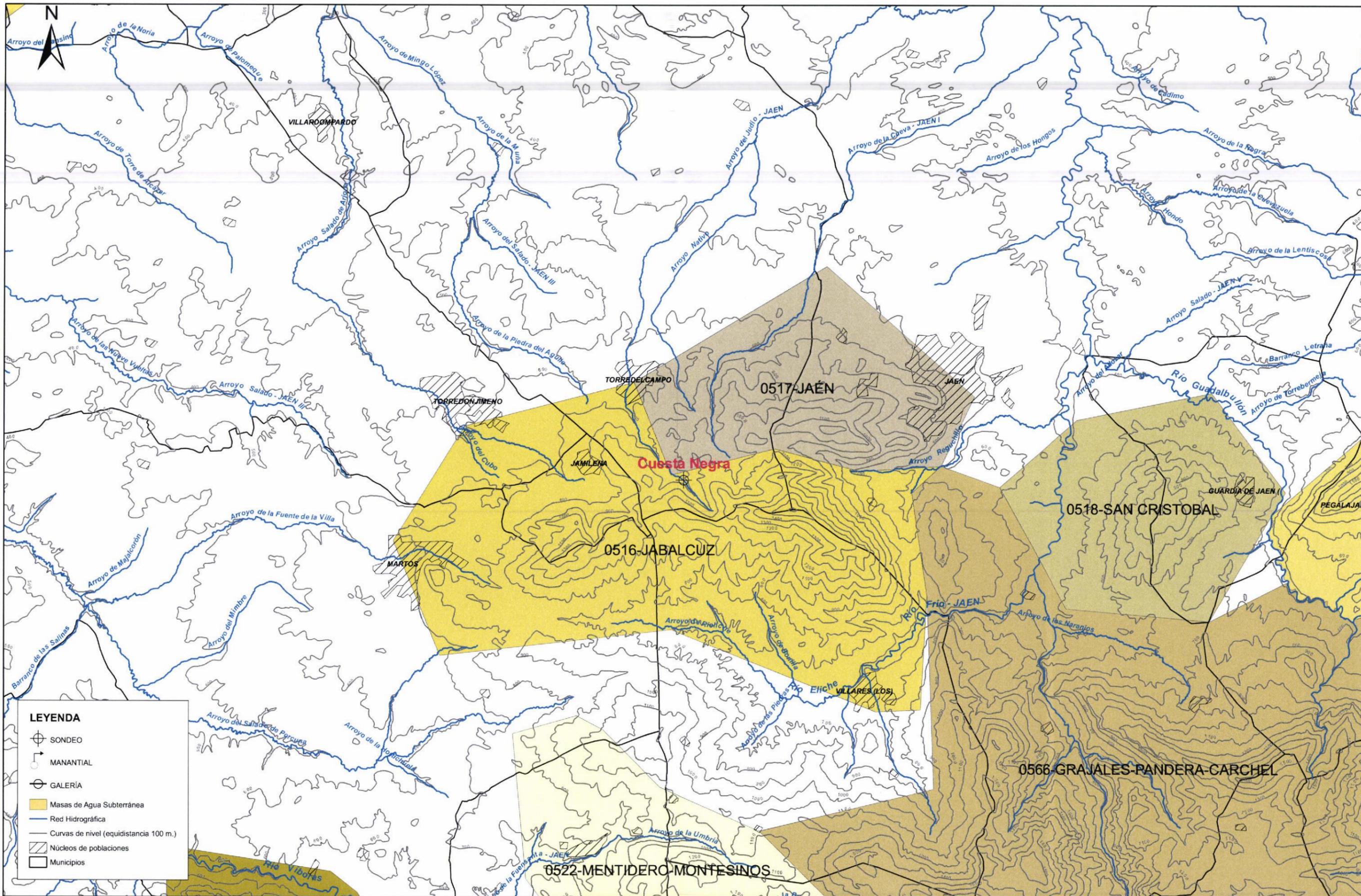
PC01-PD03-F1/01

M. ALCANTARA

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



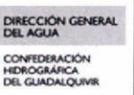
GOBIERNO DE ESPAÑA



Agencia Andaluza del Agua
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE



GOBIERNO DE ESPAÑA



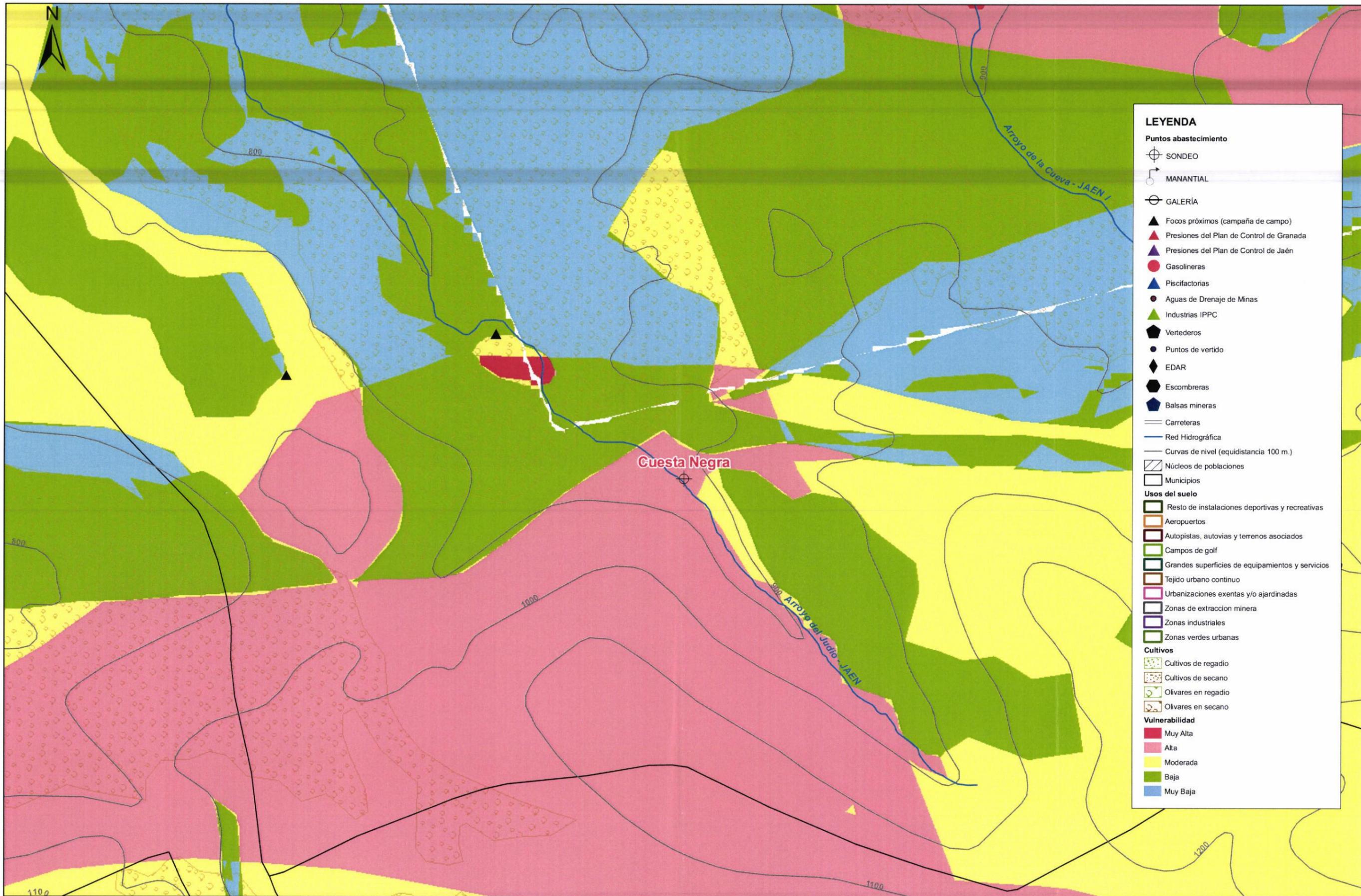
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA
CONFERENCIACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR

ESCALA:
1:100.000



TÍTULO:
PLANO DE SITUACIÓN. MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

PLANO Nº 1



LEYENDA

Puntos abastecimiento

- SONDEO
- MANANTIAL
- GALERÍA
- Focos próximos (campana de campo)
- Presiones del Plan de Control de Granada
- Presiones del Plan de Control de Jaén
- Gasolineras
- Piscifactorias
- Aguas de Drenaje de Minas
- Industrias IPPC
- Vertederos
- Puntos de vertido
- EDAR
- Escombreras
- Balsas mineras

Carreteras
Red Hidrográfica
Curvas de nivel (equidistancia 100 m.)

Núcleos de poblaciones
Municipios

Usos del suelo

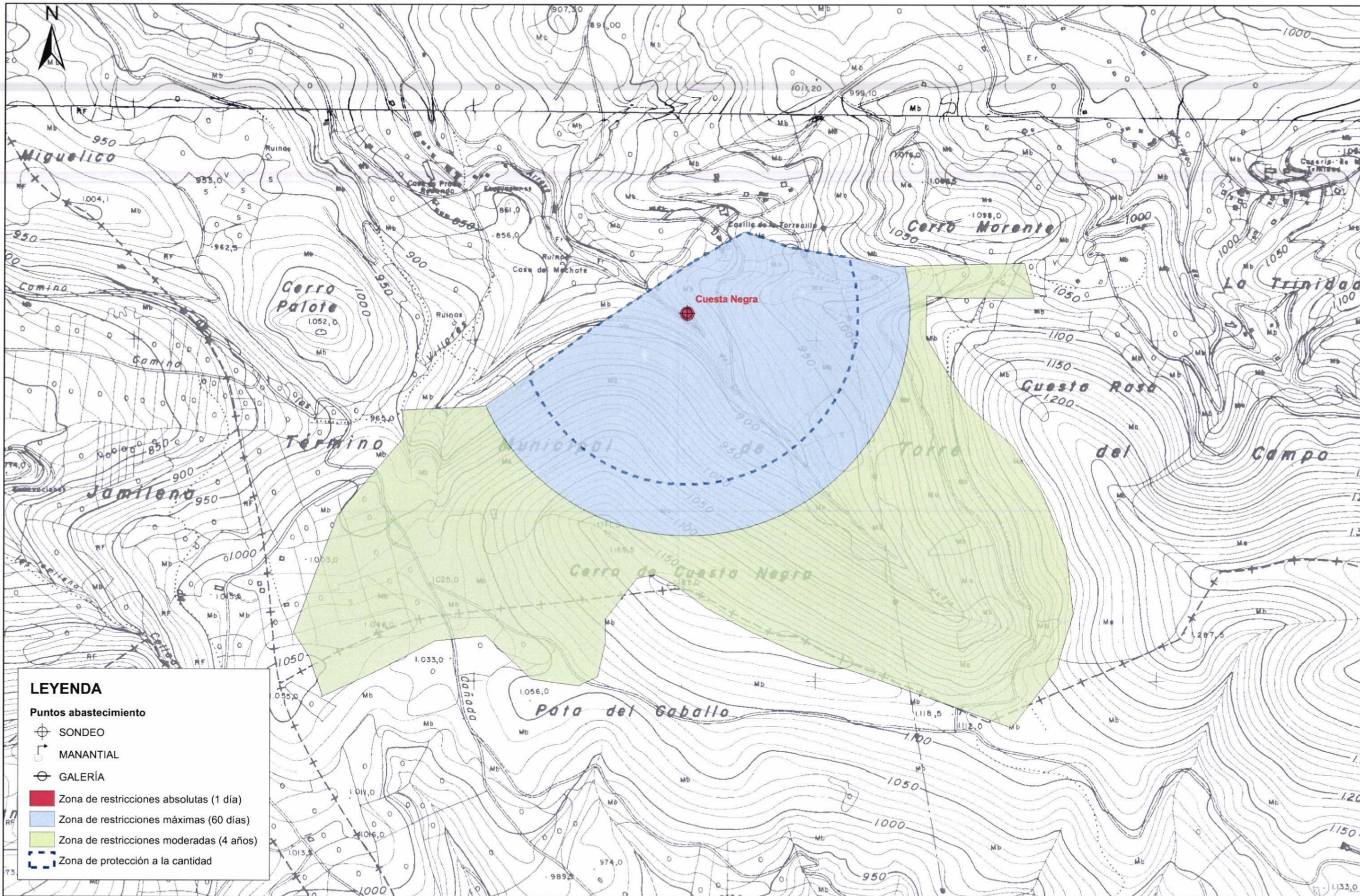
- Resto de instalaciones deportivas y recreativas
- Aeropuertos
- Autopistas, autovías y terrenos asociados
- Campos de golf
- Grandes superficies de equipamientos y servicios
- Tejido urbano continuo
- Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas
- Zonas de extracción minera
- Zonas industriales
- Zonas verdes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

Cultivos

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

Vulnerabilidad

- Muy Alta
- Alta
- Moderada
- Baja
- Muy Baja



LEYENDA

Puntos abastecimiento

- ⊕ SONDEO
- ⌊ MANANTIAL
- ⊖ GALERÍA

- Zona de restricciones absolutas (1 día)
- Zona de restricciones máximas (60 días)
- Zona de restricciones moderadas (4 años)
- Zona de protección a la cantidad



GOBIERNO DE ESPAÑA



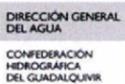
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



Instituto Geológico y Minero de España



GOBIERNO DE ESPAÑA



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO



DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

CONFERENCIACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR

ESCALA: 1:10.000

0 100 200 m.

TÍTULO: PLANO DE DELIMITACIÓN DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

PLANO Nº 3