



**INFORME FINAL Y PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN
DEL SONDEO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE A LA LOCALIDAD DE LA CIERVA (CUENCA).**

Diciembre 2013

Sondeo: La Cierva

Término municipal: La Cierva

Provincia: Cuenca

Sonda/contratista: Rotopercusión /Sondeos Leñador, S.L.

SITUACIÓN:

Hoja topográfica: N° 611 Cañete

Coordenadas UTM: Datum: ED-50, **Huso:** 30, **X:** 598.237 **Y:** 4.435.526

Cota aproximada: 1.185 (+/-) 20 m s.n.m.

CARACTERÍSTICAS:

Profundidad: 45 m.

Referencias topográficas: situado al N de núcleo urbano de la Cierva, a unos 630 metros de esta localidad, en la zona del Cementerio a unos 300 metros del mismo.

Profundidad NE: \approx 10 m (1.175 m s.n.m.)

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo

2. EJECUCIÓN DEL SONDEO

2.1. Situación

2.2. Características específicas de las obras

2.2.1. Consideraciones constructivas

2.2.2. Perfil litológico

2.2.3. Acondicionamiento del sondeo

2.2.4. Hidroquímica

2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas

2.2.6. Resultados de los ensayos de bombeo

2.3. Resultados obtenidos

3. PROPUESTA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

3.1. Marco hidrogeológico regional

3.2. Marco hidrogeológico local

3.3. Inventario de focos potenciales de contaminación

3.4. Estimación de la vulnerabilidad

3.5. Perímetro de protección de la captación

3.5.1 Zona de restricciones absolutas

3.5.2 Zona de restricciones máximas

3.5.3 Zona de restricciones moderadas

3.5.4 Perímetro de protección de la cantidad

4. BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del convenio de asistencia técnica suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Excma. Diputación Provincial de Cuenca, se redacta el presente informe en el que se detalla el informe final y propuesta de perímetro de protección de la captación realizada en la localidad de La Cierva (Cuenca), cuyas características se muestran a continuación.

1.1. Objetivo

El objetivo era obtener agua de buena calidad y con un caudal suficiente para atender o complementar la demanda máxima de agua, tanto actual como futura, cifrada en **0,7 L/s**. Para ello se recomendó la perforación de un sondeo nuevo en las proximidades del actual sondeo de abastecimiento.

2. EJECUCIÓN DEL SONDEO

2.1. Situación

El sondeo de abastecimiento de la Cierva se localiza a unos 300 metros al Norte del Cementerio de la localidad de La Cierva, situado al norte del núcleo urbano y a unos 500 m del depósito al cual van a parar las aguas de Fuente la Cuesta y el pozo actual, que son las que abastecen la localidad de La Cierva. Dicha situación corresponde a un punto de la hoja nº 611 de coordenadas UTM. (ED-50) **X**: 598.237 **Y**: 4.435.526 y una cota aproximada de 1.185 m s.n.m.



Figura 1. Situación del sondeo La Cierva

2.2. Características específicas de las obras

2.2.1. Consideraciones constructivas

La ejecución del sondeo fue llevada a cabo por Sondeos Leñador, el día 6 de Noviembre de 2013, mediante rotopercusión con martillo en fondo.

La perforación del sondeo se realizó con un diámetro de 316 mm hasta el fin del sondeo, de 45 m de profundidad, previamente se utilizó un diámetro de avance de 240 mm de diámetro.

2.2.2. Perfil litológico

De acuerdo con el informe hidrogeológico previo realizado, los materiales atravesados en el sondeo La Cierva corresponden a materiales sedimentarios detríticos de edad Cretácico Inferior.

Se perforaron los siguientes materiales:

0-1m: Suelo pardo-marrón

1-4m: Arenas anaranjadas con alto contenido en cuarzo y con arcillas grisáceas.

4-7m: Arcillas de color gris claro

7-9m: Arenas anaranjadas y grisáceas.

9-27m: Arcillas marrón grisáceas, con tendencia a rojizo en los últimos cinco metros.

27-28m: Arenisca blanca con alto contenido en cuarzo.

28-33m: Arenisca calcárea de color marrón-rojizo, alto contenido en cuarzo y cemento calcáreo.

33-35m: Lutitas de color gris verdoso, arcillas compactas.

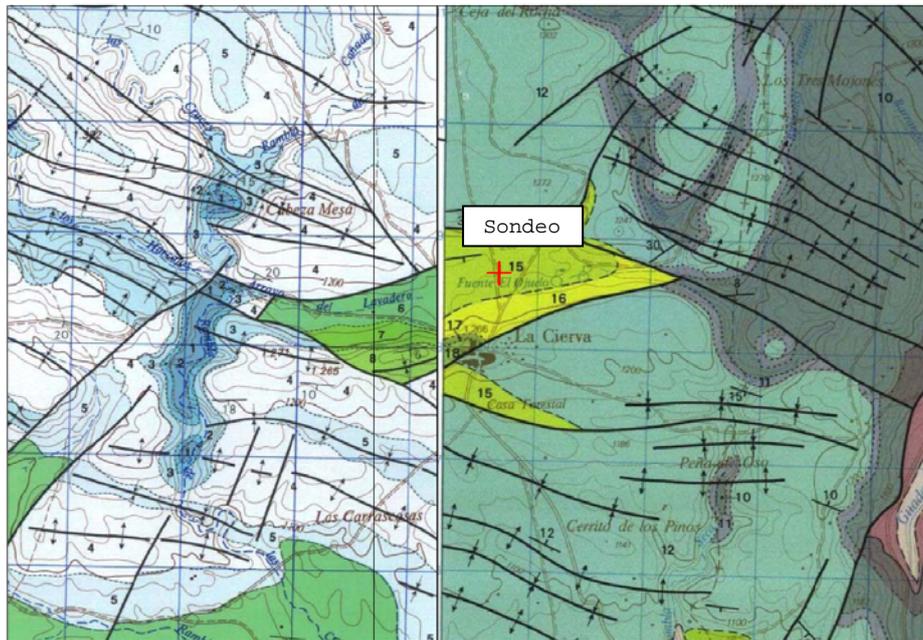
35-40 m: Lutitas rojas y grises con un nivel más arenoso en el metro 40.

40-45m: Lutitas grises, arcillas compactas.

A los 4 metros se capta agua por primera vez, tratándose de un nivel superficial y de muy bajo caudal. A 27 metros de profundidad se corta el tramo productivo, produciéndose un aumento paulatino del caudal hasta llegar a los 3-4 l/s en el metro 30. Los materiales atravesados corresponden al Barremiense-Aptiense (Cretácico Inferior).



Figura 3. Emplazamiento del sondeo de La Cierva.



LEYENDA

CUATERN.	HOLOCENO		28	27	26	25	<ul style="list-style-type: none"> 28 Gravas, arenas y arcillas. Aluviones 27 Travertinos 26 Cantos en matriz limo-arcilloso. Conos de deyección 25 Cantos, limos y arcillas. Coluvión 	
	PLEISTOCENO		23					24
CRETACICO	SUPERIOR	MIOCENO		22				<ul style="list-style-type: none"> 23 Gravas. Terrazas 22 Conglomerados, areniscas y limos 21 Dolomías, calizas dolomíticas. Brechas 20 Dolomías tableadas 19 Dolomías masivas 18 Dolomías tableadas. Arcillas verdes en la base y calizas nodulosas a techo
		SENONIENSE		21				
		TURONIENSE		20				
		CENOMANIENSE		19				
		ALBIENSE		18				
	INFERIOR	APTIENSE		17				<ul style="list-style-type: none"> 17 Calizas arenosas y areniscas calcáreas 16 Arenas, arenas caolóníferas, arcillas 15 Calizas con caráceas, areniscas y arcillas 14 Areniscas y arcillas rojas 13 Calizas con caráceas, margas y arcillas con estos carbonosos. Areniscas y arcillas en la base 12 Calizas tableadas, calizas oolíticas y dolomías 11 Alternancia de margas y calizas arcillosas 10 Dolomías y calizas dolomíticas. Calizas bioclásticas a techo 9 Brechas y carníolas. Dolomías tableadas en base 8 Arcillas y margas varioladas. Yesos 7 Dolomías. Intercalaciones margosas a techo 6 Arcillas varioladas. Limolitas 5 Dolomías tableadas. Areniscas calcáreas 4 Areniscas rojas 3 Limolitas y arcillas rojas. Areniscas 2 Conglomerados y areniscas 1 Pizarras
		BARREMIENSE		16				
		14		15				
		13		12				
		11		10				
JURASICO	LIAS	DOGGER		9				
		TOARCIENSE		8				
		PLIENSBACHIENSE		7				
TRIASICO	RHETIENSE		6					
	F. KEUPER		5					
	F. MUSCHELKALK		4					
PERMO TRIAS	F. BUNTSANDSTEIN		3					
	2		1					
SILU	SUPERIOR	WENLOCKIENSE		1				

Figura 2. Mapa Geológico de la zona de La Cierva. (MAGNA. 1:50.000. Hojas Nº 611. Cañete y Nº 610 Cuenca).

2.2.3. Acondicionamiento del sondeo

El sondeo se entubó con tubería ciega de 250 mm Ø de 5mm de grosor, hasta los 27 m de profundidad. Los tramos ranurados suman un total de 6 m, habiéndose colocado la rejilla en las profundidades de 27 a 33 metros, en el tramo filtrante la tubería es de 250 mm Ø y de 6mm de grosor. A continuación se instaló tubería ciega hasta el final del sondeo. No se instaló empaque de grava. Se cementaron los 5 primeros metros del sondeo.

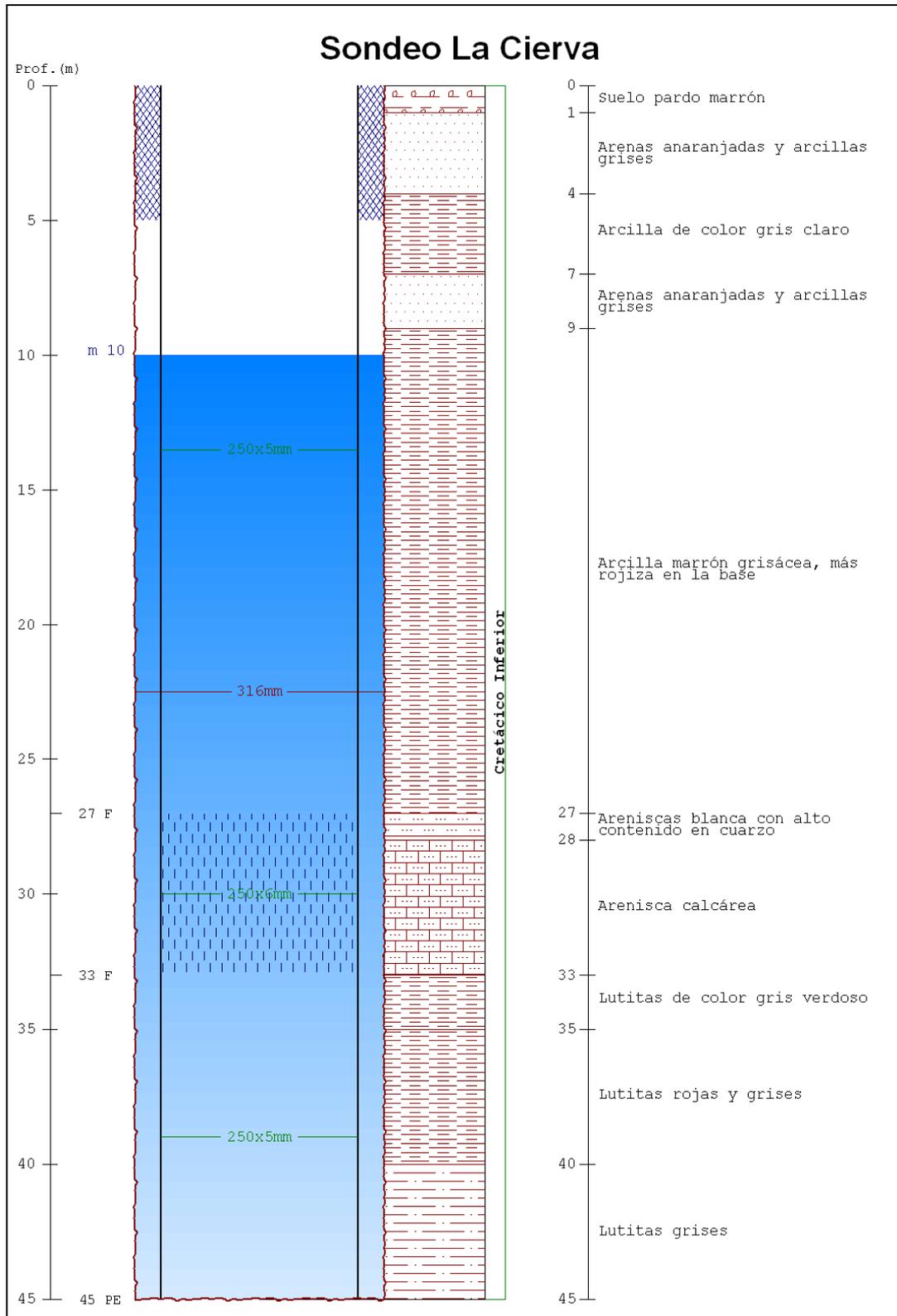


Figura 4. Perfil del sondeo La Cierva.

2.2.4. Hidroquímica

El agua del sondeo presenta una facies hidroquímica **bicarbonatada cálcica** con todos los componentes dentro de los límites que establece la legislación.

Se adjuntan los parámetros físico-químicos correspondientes al análisis de la muestra recogida en durante el ensayo de bombeo realizado y posteriormente analizada por el Laboratorio del IGME (Anexo III). Dichos valores han sido representados (Anexo I) en diferentes tipos de gráficos, con la finalidad de aportar una caracterización completa, debido a la elevada importancia de las aguas destinadas, en la actualidad o en un futuro próximo, para abastecimiento de población.

Resultados de la analítica

DQO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	mg/l
-	2	20	310	0	14	3	16	87	1	

pH	Cond	R.S. 180	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	F	CN	mg/l
7,42	433	311,6	<0,05	<0,05	<0,05	6,8	<0,5	<0,01	

Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Se	Cd	Hg	Pb	µg/l
0,18	3,12	20,1	<0,2	1,77	0,07	<0,5	<0,2	<0,5	<0,2	

Relaciones iónicas

Relaciones iónicas					
Mg/Ca	K/Na	Na/Ca	Na/Ca+Mg	Cl/HCO ₃	SO ₄ /Cl
0,30	0,20	0,03	0,02	0,01	7,38

Facies hidroquímica

Anionica	Cationica
HCO₃	Ca

Tabla 1. Componentes químicos (en mg/L), conductividad (en µS/cm).

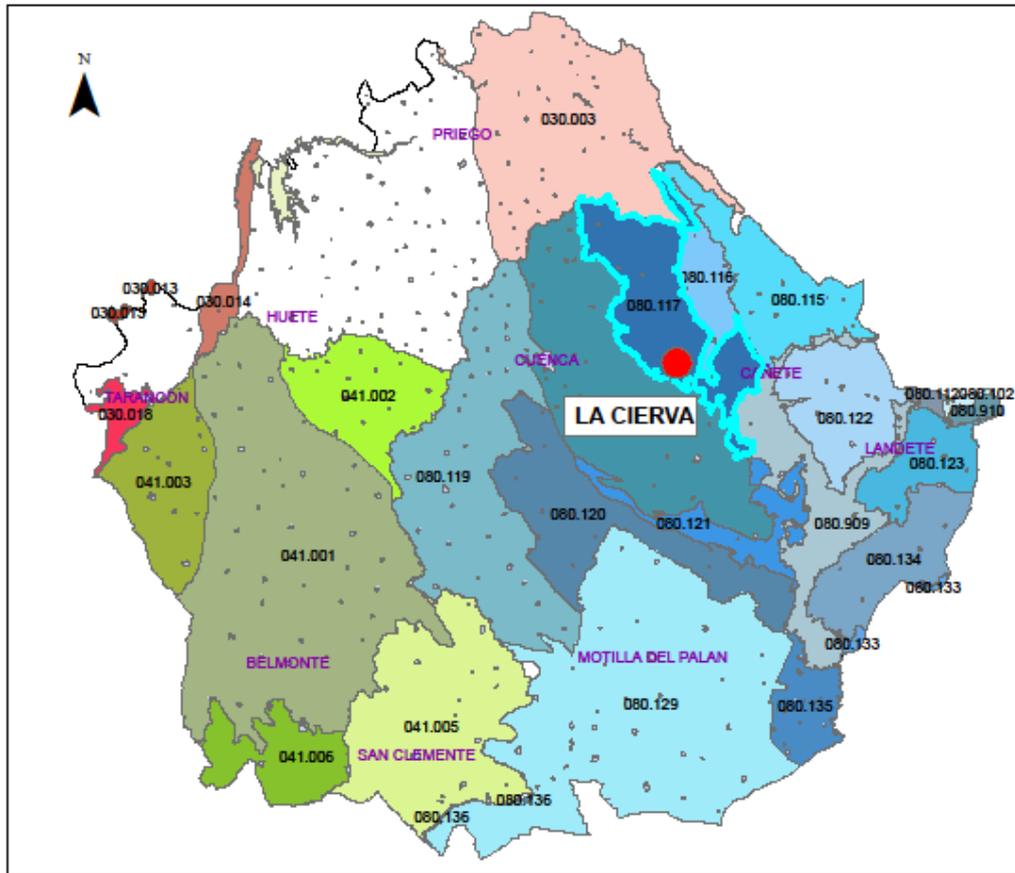
2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas

Desde el punto de vista hidrogeológico el sondeo se ubica en el acuífero Cretácico detrítico localizado en la **MASb 080.117**, llamada según la última delimitación de masas de agua subterránea de la Confederación Hidrográfica del Júcar, como “Jurásico de Uña” tal y como aparece en la cartografía de Masas de Agua Subterránea de la provincia de Cuenca. (Figura 5).

El sondeo atraviesa materiales detríticos del Cretácico Inferior, todos ellos comprendidos dentro de las facies Weald y capta los materiales arenosos de dichas Facies Weald , del Cretácico Inferior (Barremiense).

El funcionamiento hidrogeológico del entorno más próximo a la captación, está determinado por dos niveles freáticos distintos. Un nivel freático superior asociado a un nivel arenas que aflora a los cuatro metros de profundidad, y un segundo nivel freático asociado a las arenas rojas localizadas dentro de las facies Weald, que conforman un acuífero semiconfinado, este último el nivel interceptado por el sondeo del La Cierva a una profundidad de 27 metros.

La profundidad del nivel piezométrico para el sondeo La Cierva es de 10 m, tal como se apreció tras la ejecución del mismo.



MASb Tajo

- 030.003 Tajuña-Montes Universales
- 030.013 Aluvia del Tajo
- 030.014 Entrepeñas
- 030.018 Ocaña

MASb Guadiana

- 041.001 Sierra de Altomira
- 041.002 La Obispaña
- 041.003 Lillo-Quintanar
- 041.005 Rus-Valdelobos
- 041.006 Mancha Occidental II

MASb Júcar

- 080.136 Lezuza - El Jardín
- 080.102 Javalambre Occidental
- 080.112 Hoya de Tenuel
- 080.115 Montes Universales
- 080.116 Triásico de Boniches
- 080.117 Jurásico de Uña
- 080.118 Cretácico de Cuenca Norte
- 080.119 Terciario de Alarcón
- 080.120 Cretácico de Cuenca Sur
- 080.121 Jurásico de Cardenete
- 080.122 Vallanca
- 080.123 Alpuente
- 080.129 Mancha Oriental
- 080.133 Requena - Utiel
- 080.134 Mira
- 080.135 Hoces del Gabriel
- 080.909 Impermeable o acuífero de interés local 09
- 080.910 Impermeable o acuífero de interés local 10

Figura 5. Masas de Agua Subterránea de la provincia de Cuenca.

2.2.6. Resultados de los ensayos de bombeo

Sondeos Leñador, S.L. realizó, el 11 de Noviembre de 2013, el ensayo de bombeo del sondeo La Cierva, de 45 m de profundidad. Se realizaron seis escalones de bombeo de 1 l/s, 2 l/s, 4 l/s, 6 l/s, 8 l/s y 10 l/s respectivamente, y la recuperación correspondiente, siendo esta superior al 90%. Los datos del aforo se muestran en el anexo II.

El **caudal de explotación** recomendado, teniendo en cuenta un bombeo continuado, es de 6 L/s; no obstante dicho caudal podrá incrementarse según las necesidades de demanda y en base a ello analizar el comportamiento del sondeo.

2.3. Resultados obtenidos

El sondeo de La Cierva se finalizó alcanzando una profundidad final de 45 m. Dicho sondeo se consideró positivo y, tras la prueba de bombeo se recomienda un caudal de explotación no superior de 6 L/s, siendo este superior al requerido.

Los parámetros hidráulicos obtenidos del ensayo de bombeo realizado (Figuras 6 y 7) han sido interpretados con el software AQUIFER TEST. Se ha obtenido la transmisividad para cada escalón aplicando el método gráfico de Cooper-Jacob (1946) para acuíferos confinados en régimen transitorio. La transmisividad media del acuífero es de 750 m²/día. A partir de este dato, se ha obtenido un valor de conductividad hidráulica de 125 m/día, teniendo en consideración que el acuífero tiene un espesor de 6 metros.

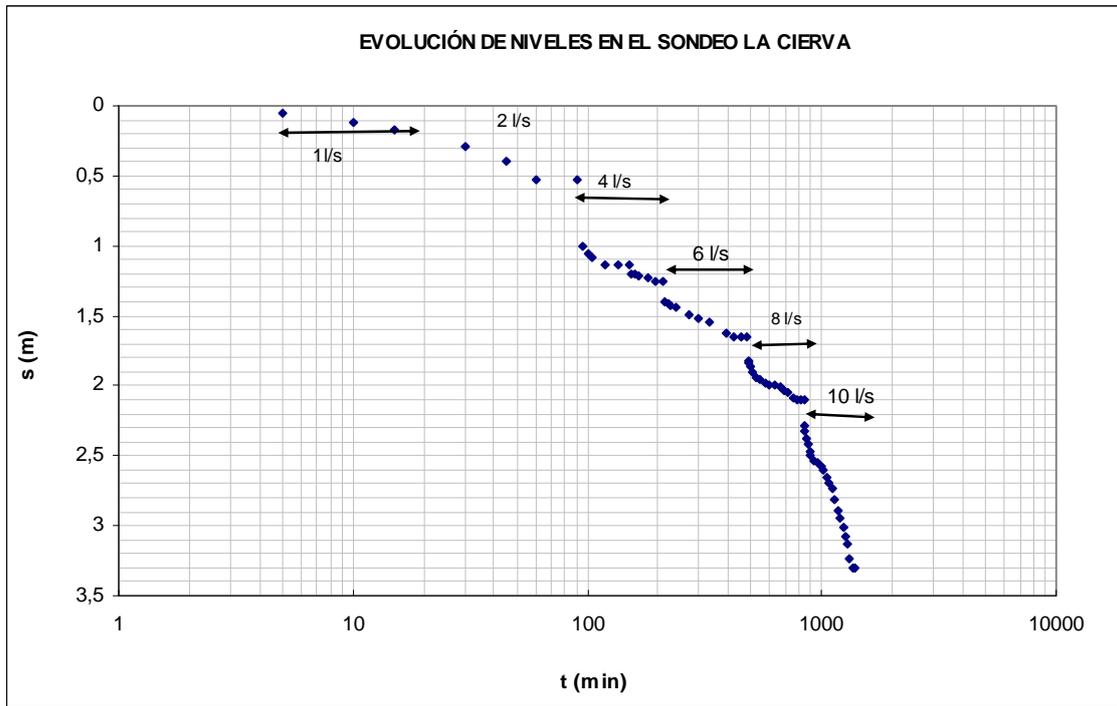


Figura 6. Evolución del nivel freático durante la realización del ensayo de bombeo.

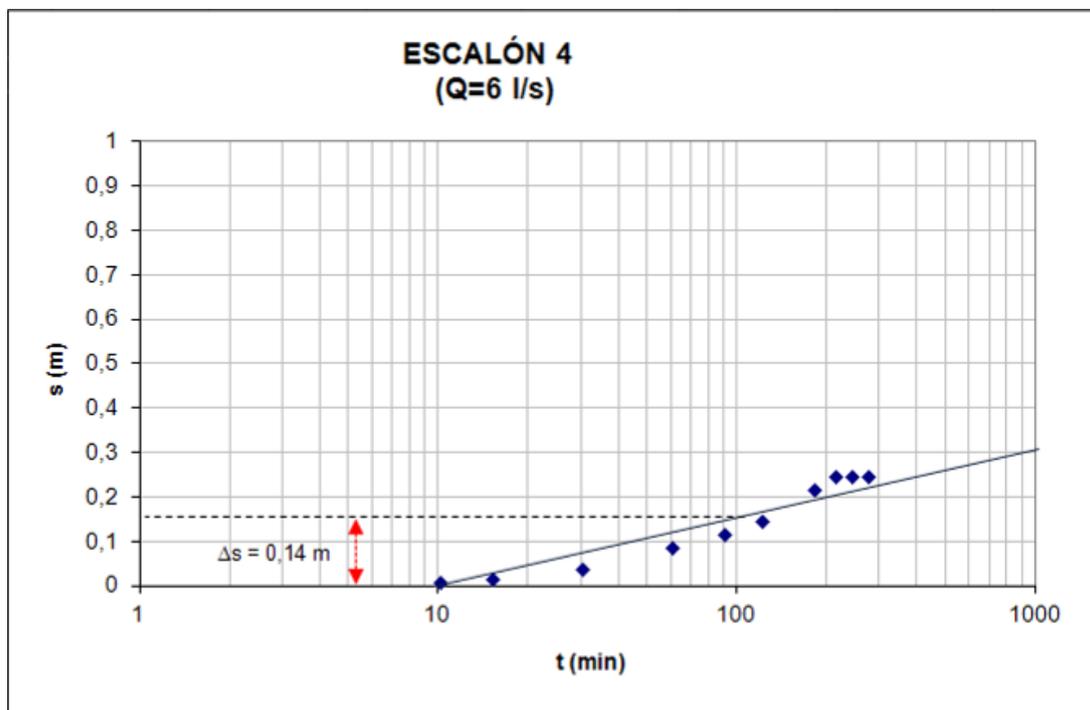


Figura 7. Método gráfico para el cálculo de la transmisividad del acuífero (Datos tomados del escalón 4 del ensayo de bombeo). Interpretación del ensayo de bombeo.

Se aporta, en los anexos, la analítica correspondiente a la muestra tomada durante el aforo. El agua del sondeo presenta una facies hidroquímica **bicarbonatada cálcica** con todos los componentes dentro de los límites que establece la legislación.

3. PROPUESTA DE LOS PERÍMETROS DE PROTECCIÓN

3.1. Marco hidrogeológico regional

La provincia de Cuenca participa de tres cuencas hidrográficas distintas: Guadiana, Júcar y Tajo, que a su vez quedan divididas en distintas Masas de Agua Subterránea (MASb) tal y como se muestra en la Figura 5. Canalejas del Arroyo está situada en la demarcación hidrográfica del Júcar, en el interior de la MASb 080.115: Serranía de Cuenca, la cual posteriormente fue dividida en 6 masas de agua quedando las captaciones de abastecimiento a Canalejas del Arroyo situadas en la masa de agua subterránea Jurásico de Uña (080.117).

La masa de agua subterránea Serranía de Cuenca, ocupa una extensión de 421.464 km², de los cuales 1.239 km² pertenecen a la masa de agua subterránea Jurásico de Uña delimitada posteriormente.

Comprende la Serranía de Cuenca y la Mancha conquense. Limita al S con las divisorias hidrográficas entre el río Gritos, vertiente aguas arriba de la presa de Alarcón, y el Guadazaon, vertiente al río Cabriel; con los ríos Ledaña, Valdemembra, arroyo Valhermoso vertientes al Júcar aguas abajo del embalse de Alarcón. Limita al N y O con el límite de cuenca entre el Júcar, Guadiana y Tajo. El límite oriental se define en los afloramientos de materiales triásicos desde la localidad de Cañete hasta el embalse de Contreras al SE. El límite NE se identifica con los Montes Universales.

Respecto a los límites de la masa de agua subterránea Serranía de Cuenca, el límite O y NO corresponde con la divisoria hidrográfica Júcar-Guadiana y Júcar-Tajo. Al E limita con los afloramientos triásicos de Cañetes, Villar de Humo y Las Minas, y en la mitad septentrional según el contacto del Triásico con el Jurásico de Montes Universales. El límite meridional corresponde

con las divisorias de aguas superficiales entre los ríos Gritos, Guadazaon, vertientes al río Cabriel y al río Júcar aguas arriba del embalse de Alarcón; con los ríos Ledaña, Valdemembra y arroyo Valhermoso vertientes al Júcar aguas abajo del embalse de Alarcón.

En referencia a sus características geológicas e hidrogeológicas, en el conjunto se identifican varios tramos acuíferos constituidos por materiales terciarios y cretácicos carbonatados, dos tramos carbonatados jurásicos separados por un conjunto emargo-arcilloso, y un acuífero formado por dolomías, conglomerados y areniscas de edad triásica. Estas cinco formaciones acuíferas se encuentran separadas por tramos impermeables, y en total tienen espesores de más de 500 m. La geometría es compleja, afectada por una tectónica que puede provocar la desconexión de algunos tramos. En general los materiales se disponen en estructuras plegadas de dirección aproximada NO SE, en las que los núcleos anticlinales están formados por materiales mesozoicos, jurásicos y cretácicos; y los sinclinales rellenos de materiales oligocenos y miocenos.

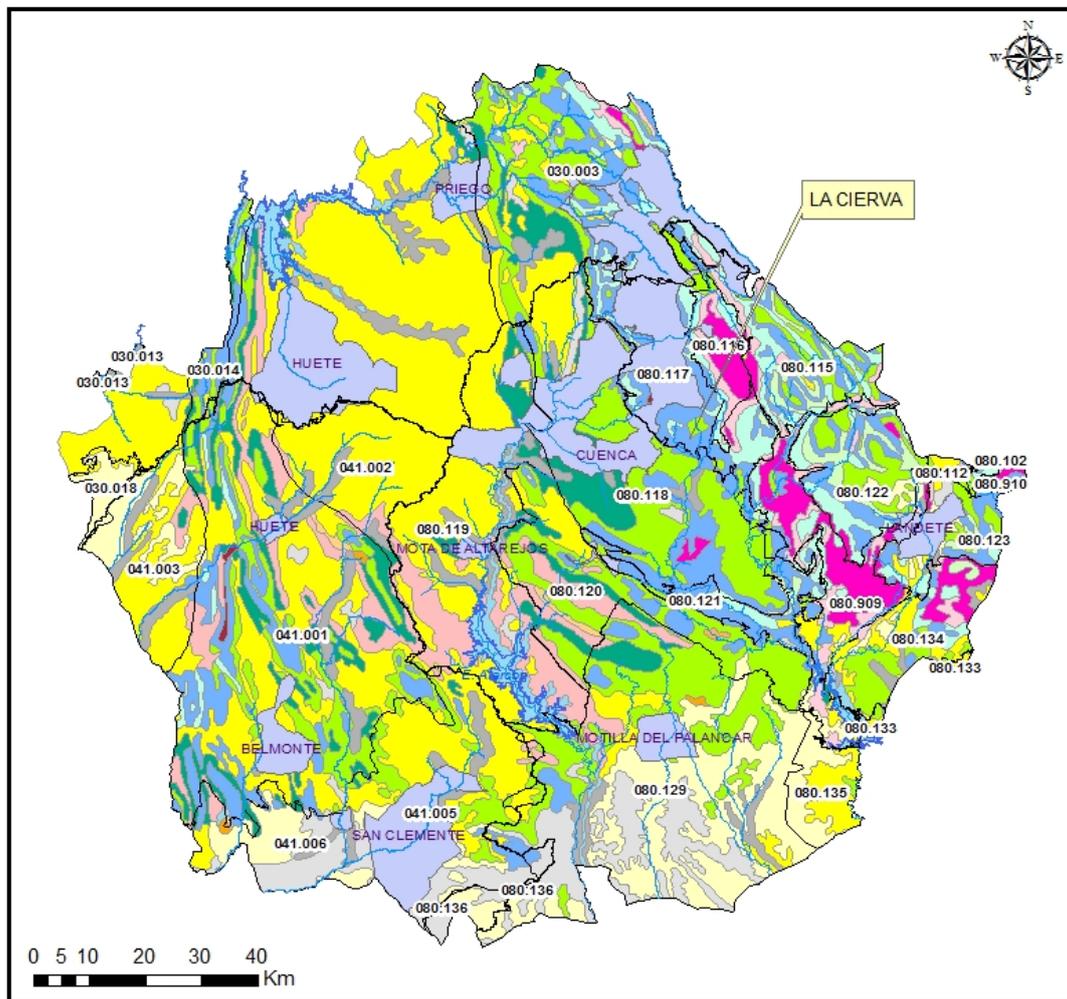
La recarga se produce principalmente por infiltración del agua de lluvia aunque también existe una pequeña parte que se realiza por infiltración de cursos de aguas superficiales, mientras que la descarga se produce hacia los ríos y manantiales.

Los depósitos Jurásicos y Cretácicos calco-dolomíticos sobre los que se sitúa la zona de estudio son buenos acuíferos potenciales ya que tienen elevada permeabilidad debido a la fisuración y karstificación de los materiales que los componen.

Las facies hidroquímicas de este sistema acuífero son bicarbonatada cálcica con conductividades que varían en torno a los 500-600 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

3.2. Marco hidrogeológico local

La formación hidrogeológica que aflora en el entorno del nuevo sondeo de La Cierva la constituyen afloramientos correspondientes a materiales sedimentarios detríticos de edad cretácica.



Columna estratigráfica

MAS Júcar

- 080.136 Lezuza - El Jardín
- 080.102 Javalambre Occidental
- 080.112 Hoya de Teruel
- 080.115 Montes Universales
- 080.116 Triásico de Boniches
- 080.117 Jurásico de Uña
- 080.118 Cretácico de Cuenca Norte
- 080.119 Terciario de Alarcón
- 080.120 Cretácico de Cuenca Sur
- 080.121 Jurásico de Cardenete
- 080.122 Vallanca
- 080.123 Alpuente
- 080.129 Mancha Oriental
- 080.133 Requena - Utiel
- 080.134 Mira
- 080.135 Hoces del Cabriel
- 080.909 Impermeable o acuífero de interés local 09
- 080.910 Impermeable o acuífero de interés local 10

MAS Guadiana

- 041.001 Sierra de Altomira
- 041.002 La Obispaña
- 041.003 Lillo-Quintanar
- 041.005 Rus-Valdelobos
- 041.006 Mancha Occidental II

MAS Tajo

- 030.003 Tajuña-Montes Universales
- 030.013 Aluvial del Tajo
- 030.014 Entrepeñas
- 030.018 Ocaña

- MASA DE AGUA SUPERFICIAL
- HOLOCENO
- PLEISTOCENO
- PLIOCENO-PLEISTOCENO INFERIOR
- MIOCENO
- OLIGOCENO-MIOCENO
- EOCENO-OLIGOCENO-MIOCENO
- PALEOCENO-OLIGOCENO-MIOCENO
- PALEOCENO-EOCENO
- CRETÁCICO SUPERIOR-PALEOCENO-EOCENO
- CRETÁCICO SUPERIOR-PALEOCENO-EOCENO
- CRETÁCICO SUPERIOR
- CRETÁCICO INFERIOR
- JURÁSICO SUPERIOR
- JURÁSICO INFERIOR
- KEUPER
- BUNT SANDSTEIN-MUSCHELKALK
- ORDOVÍCIO INFERIOR

Figura 8. Geología y Masas de agua subterránea de la Provincia de Cuenca.

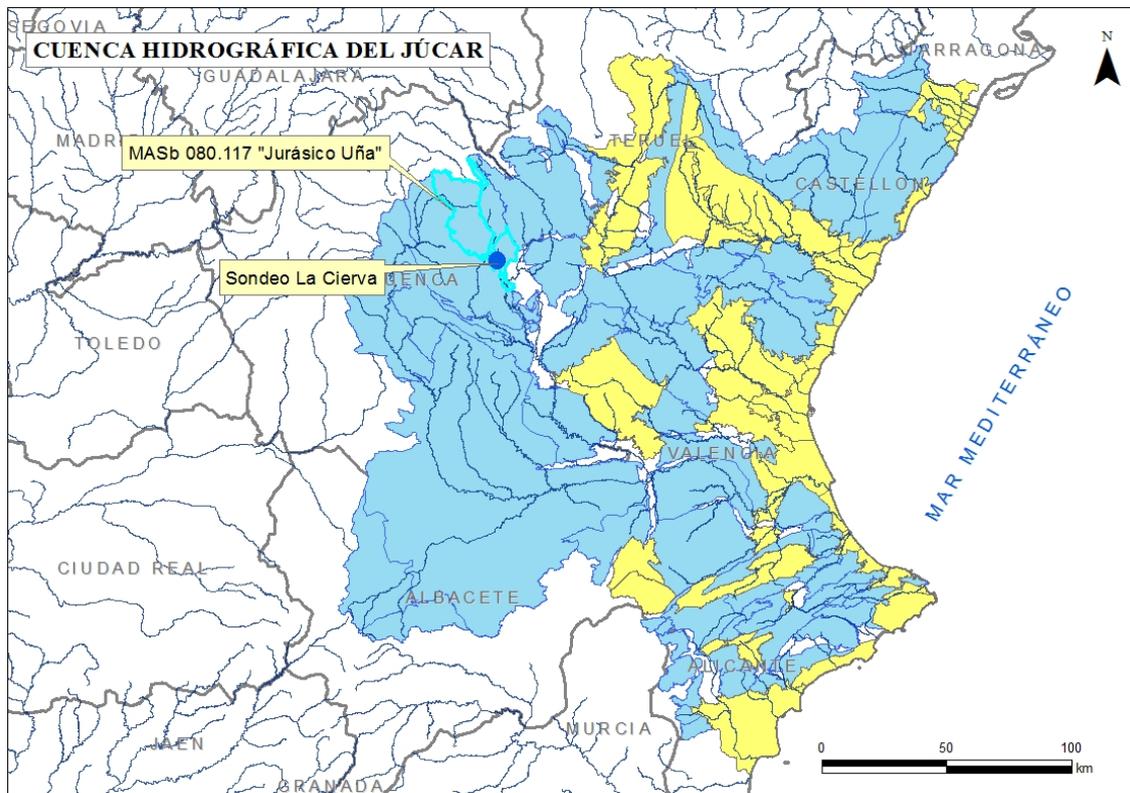


Figura 9. Cuenca Hidrográfica del Júcar y delimitación de sus Masas de Agua Subterránea.

3.3. Inventario de focos potenciales de contaminación

Tras la visita a la zona de campo, por parte de técnicos del IGME, no se apreciaron focos puntuales de contaminación, suficientemente próximos a la ubicación del sondeo, como para constituir un riesgo potencial. En los alrededores no existen cultivos y sólo hay presencia de montes.

3.4. Estimación de la vulnerabilidad

Una de las metodologías más adecuadas para la determinación de la vulnerabilidad es la realización de una cartografía de vulnerabilidad. Para la realización de este apartado se ha considerado el método COP.

El método COP (Vías *et al.*, 2006) fue diseñado para evaluar la vulnerabilidad de los

acuíferos carbonatados a partir de tres factores: concentración de flujo (C), protección del agua subterránea (O) y precipitación (P). El método COP representa una interpretación integral de la propuesta europea contemplada en la Acción COST 620.

El factor O tiene en cuenta la capacidad de atenuación del contaminante ejercida por la zona no saturada en función de la textura y espesor de suelo, la litología, el espesor de la zona no saturada y el grado de confinamiento del acuífero. El factor C es específico de acuíferos carbonatados y considera dos escenarios posibles, por un lado diferencia las zonas de infiltración preferencial del acuífero donde la existencia de conductos y velocidades elevadas de flujo provocan un aumento de la vulnerabilidad, y por otro las áreas donde se produce una infiltración difusa sin una concentración significativa de los flujos del agua de recarga. Para evaluar el factor P hay que tener en cuenta tanto la cantidad como la intensidad de las precipitaciones.

El índice COP se calcula mediante el producto de los tres factores. Sus valores varían entre 0 y 15 y se agrupan en cinco clases de vulnerabilidad, de manera que los índices más bajos indican máxima vulnerabilidad (Figura 10).

Según este método se obtiene una vulnerabilidad a la contaminación moderada y baja en la zona donde se ubica el sondeo, si bien hay que resaltar la existencia de zonas de vulnerabilidad alta en su zona de alimentación.

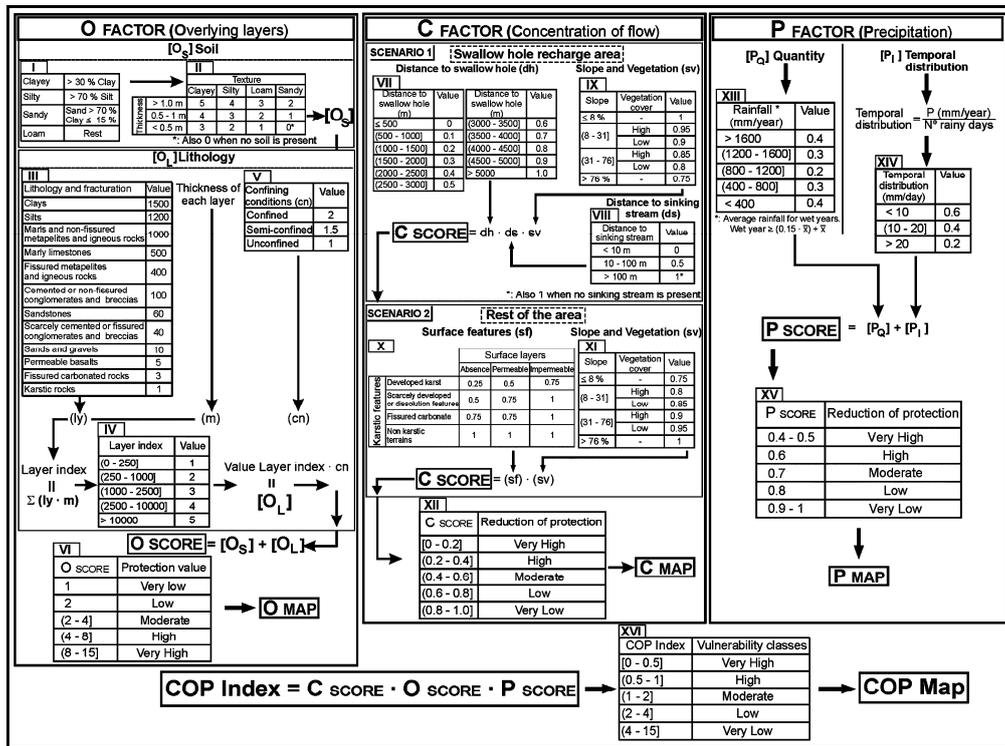


Figura 10. Esquema de la valoración del índice COP.

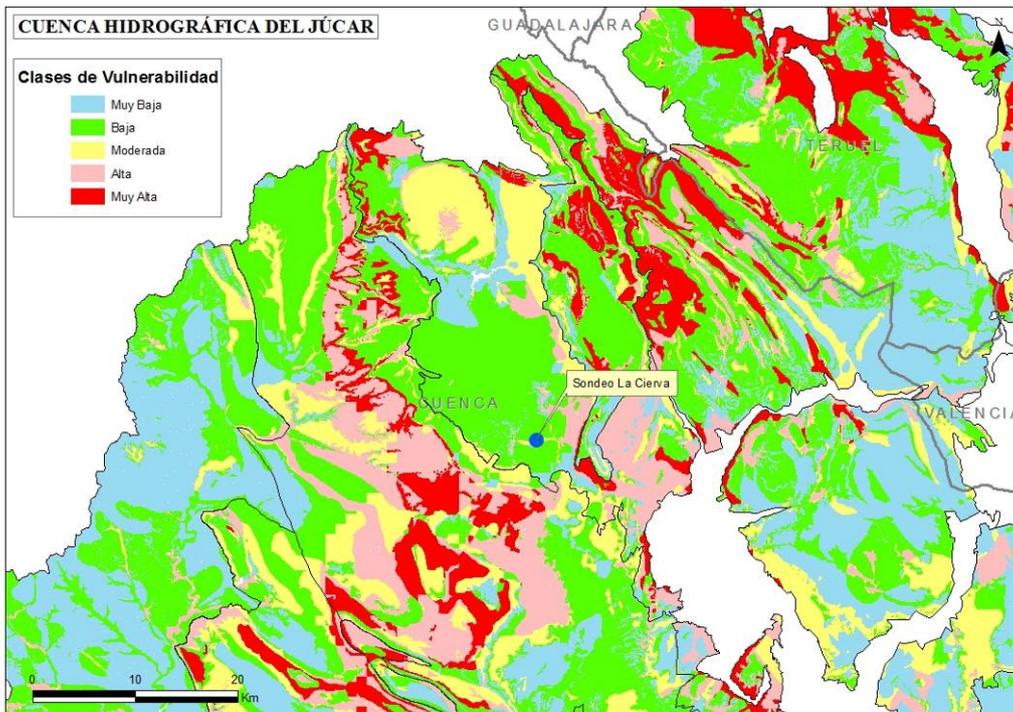


Figura 11. Cartografía de vulnerabilidad según el método COP.

3.5. Perímetro de protección de las captaciones

La delimitación de zonas de protección de las captaciones para abastecimiento urbano se viene revelando como práctica fundamental para asegurar tanto la calidad del agua suministrada a la población como la gestión sostenible del recurso agua.

En el presente documento se proponen los perímetros de protección en torno a las captaciones utilizadas para el abastecimiento de La Cierva, para proteger tanto la **calidad** como la **cantidad** de agua necesaria para satisfacer la demanda. En el primer caso, la protección tiene en cuenta la contaminación puntual o difusa que pudiera poner en riesgo la calidad del agua del abastecimiento, y en el segundo caso, la protección considera la afección provocada por otros pozos o por bombeos intensos no compatibles con el sostenimiento de los acuíferos.

Para lograr ambos objetivos se suele recomendar el diseño de un perímetro dividido en tres zonas de protección en función de distintos criterios, los cuales habrá que establecer para cada caso.

En el desarrollo de la definición de los perímetros de protección de la captación se basa fundamentalmente en **criterios hidrogeológicos y análisis de vulnerabilidad a la contaminación**, apoyándose además, en los cálculos realizados siguiendo el **método de Wyssling**, que tiene en cuenta el tiempo de tránsito. Este método permite evaluar el tiempo que un contaminante tardaría en llegar a la captación que se quiere proteger. Como resultado se obtiene una zonación dentro del perímetro de protección de las distintas captaciones en tres zonas las cuales contarán con restricciones de uso tanto mayor cuanto más próximas se encuentren a la captación:

- *Zona inmediata o de restricciones absolutas*: el criterio de delimitación suele ser un tiempo de tránsito de 1 día o un área fija de unos 100 m². Estará vallada para impedir el acceso de personal no autorizado a las captaciones.
- *Zona próxima o de restricciones máximas*: se dimensiona generalmente en función de un tiempo de tránsito de 50 días. Protege de la contaminación microbiológica. Puede

delimitarse también empleando criterios hidrogeológicos y en algunos casos se usa también un criterio de descenso del nivel piezométrico o el poder autodepurador del terreno.

- Zona alejada o de restricciones moderadas: el criterio más utilizado para su dimensionado es un tiempo de tránsito de varios años, en función de los focos contaminantes, criterios hidrogeológicos o ambos. Su objetivo es proteger la captación frente a contaminantes de larga persistencia.

La aplicación de métodos hidrogeológicos, exclusivamente, delimitaría el área de alimentación de cada captación, pero no permite su subdivisión en diferentes zonas, como sí lo posibilita el empleo de métodos que consideran el tiempo de tránsito, lo que favorece la regulación de actividades en el entorno de la captación.

Con la combinación de ambos métodos, la definición del perímetro de protección permite asegurar que la contaminación será inactivada en el trayecto entre el punto de vertido y el lugar de extracción del agua subterránea y, al mismo tiempo, en el caso de contaminantes de larga persistencia se proporciona un tiempo de reacción que permita el empleo de otras fuentes de abastecimiento alternativas, hasta que el efecto de la posible contaminación se reduce a niveles tolerables.

El método para calcular el tiempo de tránsito aplicado en este caso es el desarrollado por Wyssling, consistente en el cálculo de la zona de influencia de una captación y búsqueda posterior del tiempo de tránsito deseado. El método es simple y supone que el acuífero se comporta como un acuífero homogéneo (este hecho puede considerarse válido en primera aproximación para una escala de detalle). Por ello en este trabajo no se considera de forma exclusiva, sino como apoyo en la definición de perímetros aplicando criterios hidrogeológicos y el análisis de la vulnerabilidad frente a la contaminación.

La resolución del método precisa conocer las siguientes variables:

- i = gradiente hidráulico
- Q = caudal de bombeo (m^3/s)

- k = permeabilidad horizontal (m/s)
- m_e = porosidad eficaz
- b = espesor del acuífero (m)

A partir de estos datos se calcula el radio de influencia o de llamada (x_o), la velocidad efectiva (v_e) y la distancia (s) en metros recorrida entre un punto y la captación en un determinado tiempo, o tiempo de tránsito (t). El procedimiento de cálculo es el siguiente:

- a) Se calcula en primer lugar la zona de llamada.

En un acuífero libre, si B (Figura 12) es la anchura del frente de llamada:

$$Q = K \cdot B \cdot b \cdot i$$

$$B = \frac{Q}{K \cdot b \cdot i}$$

- b) El radio de llamada puede obtenerse de la ecuación:

$$X_o = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot K \cdot b \cdot i}$$

y el ancho del frente de llamada a la altura de la captación:

$$B' = \frac{B}{2} = \frac{Q}{2 \cdot K \cdot b \cdot i}$$

- c) La velocidad eficaz V_e se calcula como:

$$V_e = \frac{K \cdot i}{m_e}$$

Una vez determinada la zona de llamada ha de buscarse en la dirección del flujo la distancia correspondiente al tiempo de tránsito deseado (isocronas).

Se emplean las ecuaciones:

$$S_o = \frac{+l + \sqrt{l \cdot (l + 8 \cdot X_o)}}{2}$$

$$S_u = \frac{-l + \sqrt{l \cdot (l + 8 \cdot X_o)}}{2}$$

Donde:

$$l = V_e \cdot t$$

t : Tiempo de tránsito

V_e : Velocidad eficaz

S_o : Distancia aguas arriba en la dirección del flujo correspondiente a un tiempo de tránsito t

S_u : Distancia aguas abajo en la dirección del flujo correspondiente a un tiempo de tránsito t .

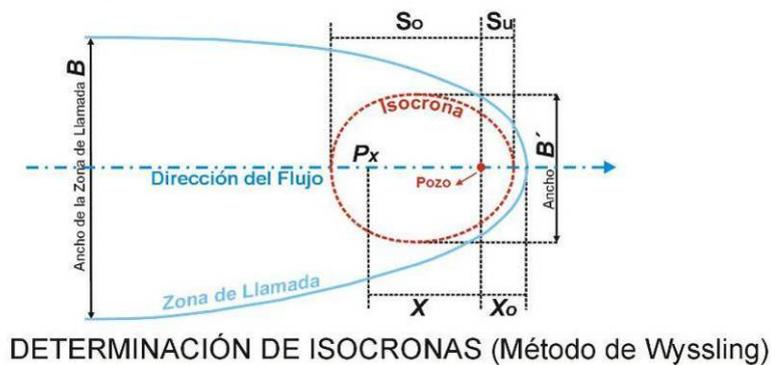


Figura 12. Método de Wyssling para el cálculo del tiempo de tránsito

Para el cálculo de las distintas zonas de protección del sondeo de abastecimiento a La Cierva se han utilizado los valores obtenidos de la interpretación del ensayo de bombeo así como valores medios de origen bibliográfico acordes con la información litológica e hidrogeológica existente (columnas litológicas de sondeos, reconocimientos de campo, etc.). El gradiente hidráulico se ha establecido en función de los datos de campo que se disponen. Asimismo, como espesor saturado del acuífero se ha considerado 6 metros.

ID	DATOS ED-50			NIVEL PIEZOMÉTRICO	CAUDAL (L/S)
	X	Y	Z		
FUENTE LA BUENA	599.031	4.435.620	1.162		0,14
FUENTE LA CUESTA	597.160	4.435.009	1.207		0.065 (sobrante)
POZO	597.196	4.435.312	1.161	1,90	

La Cierva	
Espesor del acuífero (m)	6
Porosidad eficaz	0.1
Permeabilidad horizontal (m/día)	125
Permeabilidad horizontal (m/s)	$1,44 \times 10^{-3}$
Caudal de bombeo (l/s)	6
Caudal de bombeo (m ³ /s)	0.006
Gradiente hidráulico	0.015

Tabla 2. Parámetros utilizados para el cálculo del tiempo de tránsito según el método Wyssling

3.5.1 Zona de restricciones absolutas

Para la definición de **zona de restricciones absolutas** se propone el círculo cuyo centro es la captación a proteger y cuyo radio (sI) es la distancia que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en un día.

Esta zona tendrá forma circular u oval, dependiendo de las condiciones hidrodinámicas. Sin embargo, se va a representar de forma cuadrangular para que resulte más fácil su manejo a la hora de definir la superficie y ajustado a las peculiaridades del terreno.

A continuación se incluyen los resultados obtenidos para según el método de Wyssling.

La Cierva	
S0 (aguas arriba)	28 metros
Su (aguas abajo)	10 metros

Tabla 3. Dimensiones de la zona de restricciones absolutas del perímetro de protección.

La zona de restricciones según Wyssling abarcaría las distancias mostradas en la Tabla 3, pero dadas las características del terreno, éste se adecuará de la manera que muestran las coordenadas de la Tablas 6 así como la Figura 13, rectángulo de aproximadamente 25 m x 25 m.

Para proteger la propia captación y sus proximidades se recomienda la construcción de una caseta, el cierre de la cabeza de la tubería del sondeo y la instalación de un drenaje perimetral con una leve inclinación para la circulación de agua. En esta zona se evitarán todas las actividades, excepto las relacionadas con el mantenimiento y explotación de la captación.



Figura 13. Mapa de la propuesta de zona de restricciones absolutas del perímetro de protección en el sondeo de abastecimiento a La Cierva.

3.5.2 Zona de restricciones máximas

Para determinar **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 50 días. Queda delimitada entre la zona de restricciones absolutas y la isocrona de 50 días. A continuación se incluyen los resultados obtenidos según el método de Wyssling.

La Cierva	
S0 (aguas arriba)	948 metros
Su (aguas abajo)	15 metros

Tabla 4. Dimensiones de la zona de restricciones máximas del perímetro de protección.

Por criterios de seguridad y atendiendo a criterios hidrogeológicos dada las características del acuífero, se delimitará como zona de restricciones máximas, una superficie poligonal que incluye las zonas con vulnerabilidad moderada más próximas a la captación. Las coordenadas de dicho perímetro se encuentran en la Tabla 6. Dentro de este perímetro no queda englobado ningún foco de contaminación de entidad.

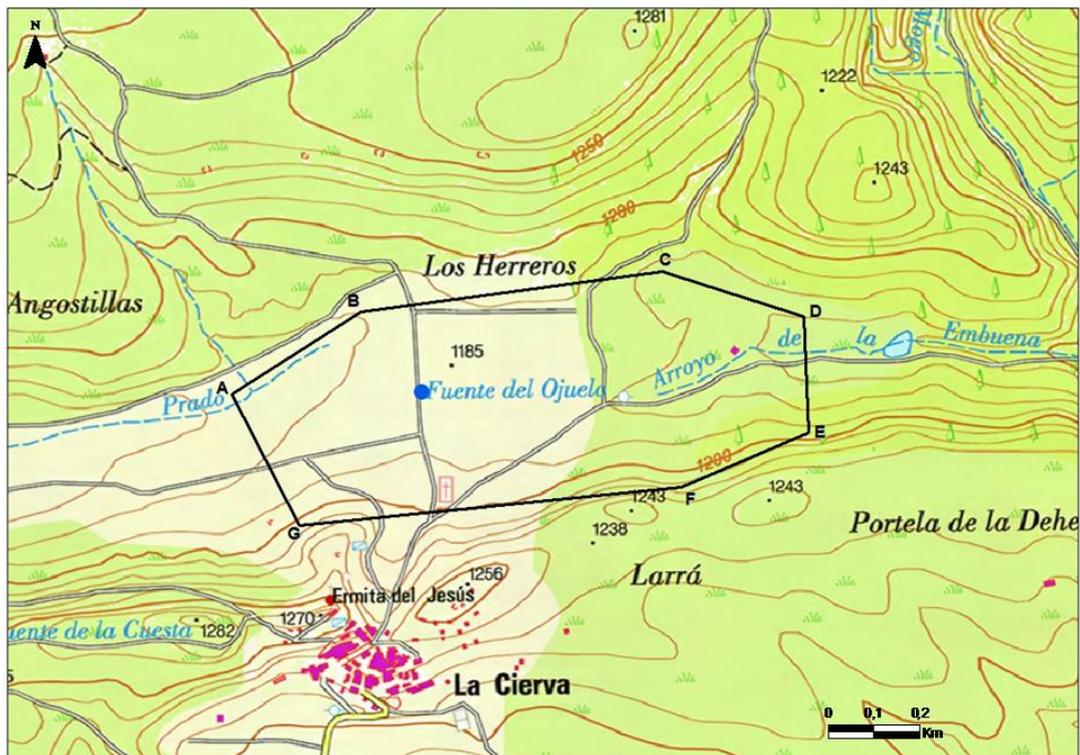


Figura 14. Mapa de la propuesta de zona de restricciones máximas del perímetro de protección en el sondeo de abastecimiento a La Cierva.

3.5.3 Zona de restricciones moderadas

La **zona de restricciones moderadas** limita el área comprendida entre la zona de restricciones máximas (isocrona de 50 días) y la isocrona de 10 años. Cuando el límite de la zona de alimentación del sondeo o manantial esté a una distancia menor que la citada isocrona, el límite de la zona lejana coincidirá con el límite de la zona de alimentación.

La Cierva	
S0 (aguas arriba)	>10.000 metros
Su (aguas abajo)	15 metros

Tabla 5. Dimensiones de la zona de restricciones moderadas del perímetro de protección.

Los resultados obtenidos con este método se han adecuados a las características geológicas e hidrogeológicas de la zona. La poligonal delimitada incluye las zonas de vulnerabilidad a la contaminación moderada, alta y muy alta cartografiada dentro del área de alimentación la captación.

Las coordenadas de dicho perímetro se encuentran en la Tabla 6 y su representación cartográfica en la Figura 15.

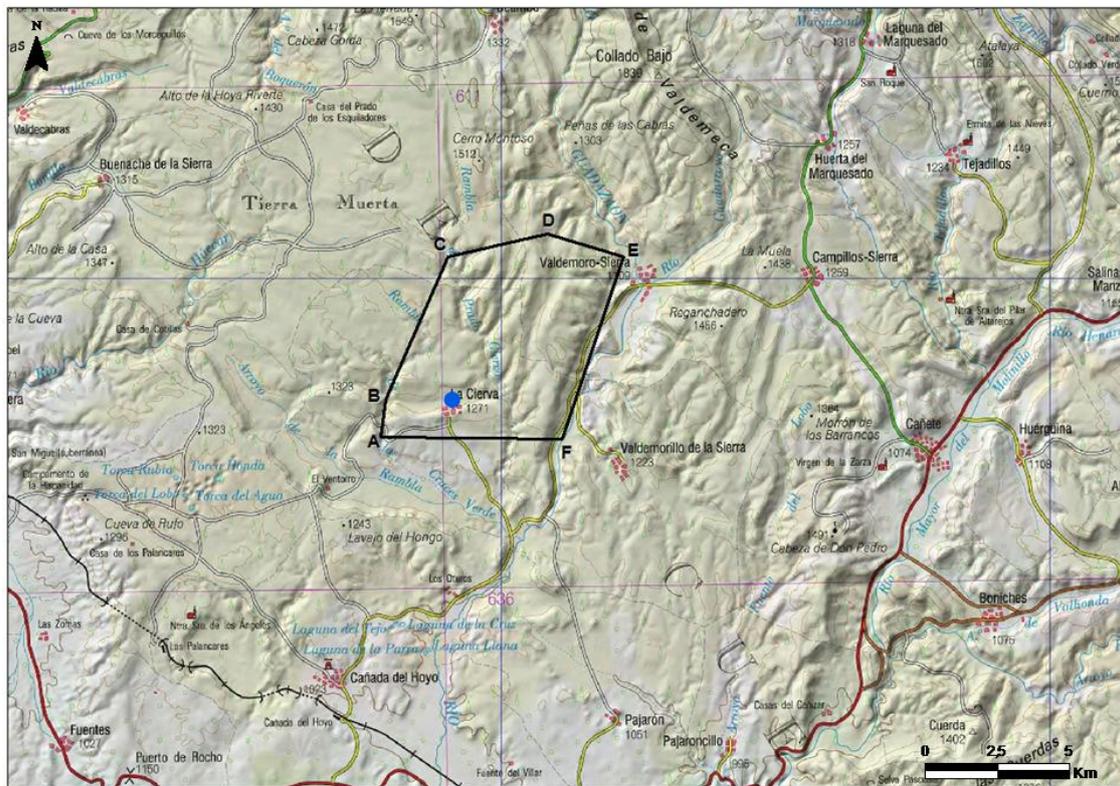


Figura 15. Mapa de la propuesta de zona de restricciones moderadas del perímetro de protección en el sondeo de abastecimiento a La Cierva.

3.5.4 Perímetro de protección de la cantidad

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

Para la protección de la captación del sondeo se calcula el descenso en el nivel piezométrico que podrían provocar sondeos situados a determinadas distancias.

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

$$D = \frac{0.183}{T} Q \log \frac{2.25Tt}{r^2 S}$$

D = Descenso del nivel piezométrico

T = Transmisividad = 750 m²/día

Q = Caudal (caudal máximo de la captación a proteger): 6 l/s = 518,4 m³/día

t = Tiempo de bombeo (120 días)

r = Distancia al sondeo de captación (1.000 m)

S = Coeficiente de almacenamiento = 0.1

Con los datos indicados se obtiene que el descenso del nivel piezométrico que provocaría un sondeo que explote 6 l/s durante 120 días continuados, situado a 1.000 m de distancia de la captación sería de 0,038 metros. En base a los datos calculados, se delimita una zona de protección de la captación con un radio de 1.000 metros al considerarse el descenso producido perfectamente asumible. Su representación cartográfica se puede observar en la Figura 16.

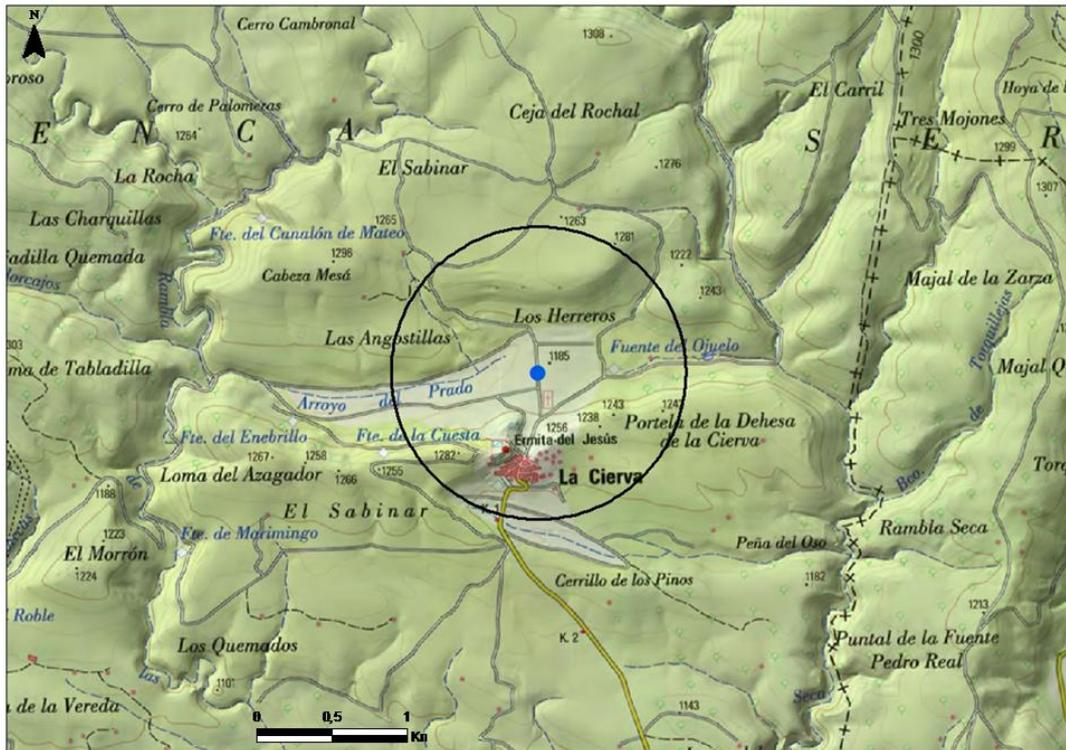


Figura 16. Perímetros de protección de la cantidad en el sondeo de abastecimiento a La Cierva.

	Nº PUNTO	UTM_X	UTM_Y
ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS	A	598.229	4.435.534
	B	598.248	4.435.534
	C	598.248	4.435.513
	D	598.229	4.435.513
ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS	A	597.777	4.435.521
	B	598.086	4.435.719
	C	598.820	4.435.815
	D	599.157	4.435.707
	E	599.172	4.435.428
	F	598.863	4.435.294
	G	597.934	4.435.201
ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS	A	595.644	4.434.189
	B	595.781	4.435.514
	C	598.111	4.440.768
	D	601.674	4.441.636
	E	604.415	4.440.859
	F	602.222	4.434.097

Tabla 6. Coordenadas UTM propuestas para los distintos perímetros de protección del sondeo.

Las actividades a restringir en las distintas zonas del perímetro se recogen en la Tabla 7.

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	S
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

Tabla 7. Definición de las actividades restringidas o prohibidas dentro del perímetro de protección.

En el caso de propuesta de perforación de nuevos sondeos, éstos deberán estar supeditados a la presentación de un estudio hidrogeológico en el que se contemple la inexistencia de afección del sondeo a la captación municipal. Si se autoriza, será necesario el correspondiente informe final de obras con ensayo de bombeo y adecuación de los sondeos para su medida periódica de niveles piezométricos. Asimismo será necesario el equipamiento de contadores para determinar y en su caso regular el caudal extraído.

Las restricciones de diversas actividades en el ámbito de los perímetros de protección definidos (zona de restricciones absolutas, zona de restricciones máximas y zona de restricciones moderadas) limitado por las coordenadas reseñadas en la tabla 6 serán las indicadas en la tabla 7 para garantizar la calidad del agua de consumo humano objeto del presente informe.

Madrid, diciembre de 2013



Fdo. Carlos Martínez Navarrete
Asistencia Técnica: Alberto Jiménez Madrid (CRN Consultores)
M^a Jesús Minaya Ovejeros (CRN Consultores)

4. BIBLIOGRAFÍA

Mapa geológico E 1:50.000 n° 611 "Cañete". Memoria e informe hidrogeológico complementario.

Mapa geológico E 1:50.000 n° 610 "Cuenca". Memoria e informe hidrogeológico complementario.

IGME (2012). Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento público de agua potable a la localidad de La Cierva (Cuenca).

IGME (2009). Evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de las masas de agua subterránea intercomunitarias. Masas carbonatadas demarcación hidrográfica del Guadiana. Acuerdo para la encomienda de gestión por el Ministerio de Medio Ambiente (Dirección General del Agua), al Instituto Geológico y Minero de España (IGME), del Ministerio de Educación y Ciencia, para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas.

IGME (2003): Perímetros de protección para captaciones de agua subterránea destinada al consumo humano: metodología y aplicación al territorio. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, 276 páginas. Martínez Navarrete, C. y García García, A.

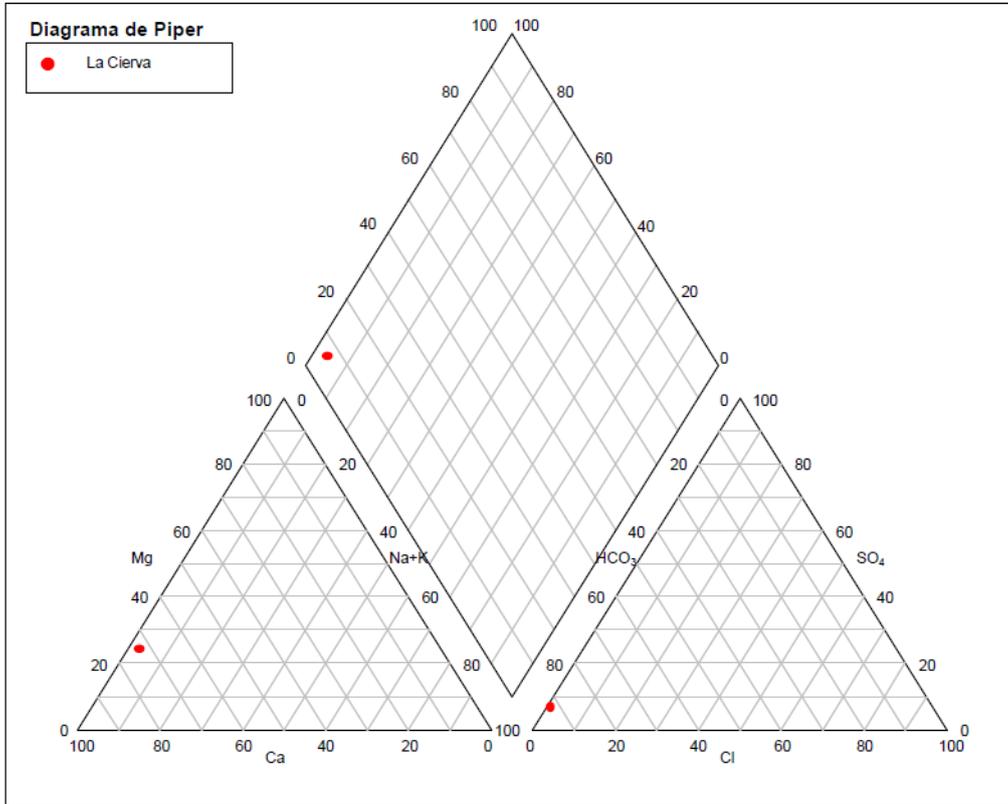
IGME (1984): Pozos y acuíferos. Técnicas de evaluación mediante ensayos de bombeo. Iglesias, A; Villanueva, M.

Vías, J.M., Andreo, B., Perles, M.J., Carrasco, F., Vadillo, I. y Jiménez P. (2006): Proposed method for groundwater vulnerability mapping in carbonate (karstic) aquifers: the COP method. Application in two pilot sites in Southern Spain. Hydrogeology Journal, 14: 912-925.

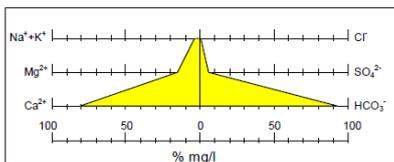
ANEXO I

Representaciones hidroquímicas

Piper- Hill-Langelier

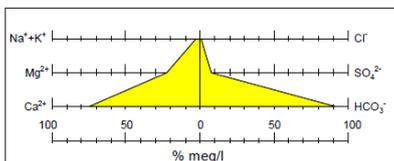


Stiff



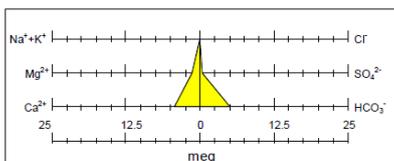
	mg/l	meq/l	%mg/l
Na+K	4	0,16	3,74
Mg	16	1,32	14,95
Ca	87	4,34	81,31

	mg/l	meq/l	%mg/l
Cl	2	0,06	0,60
SO4	20	0,42	6,02
HCO3	310	5,08	93,37



	mg/l	meq/l	%meq/l
Na+K	4	0,16	2,70
Mg	16	1,32	22,74
Ca	87	4,34	75,01

	mg/l	meq/l	%meq/l
Cl	2	0,06	1,02
SO4	20	0,42	7,50
HCO3	310	5,08	91,49



	mg/l	meq/l
Na+K	4	0,16
Mg	16	1,32
Ca	87	4,34

	mg/l	meq/l
Cl	2	0,06
SO4	20	0,42
HCO3	310	5,08

Schoeller

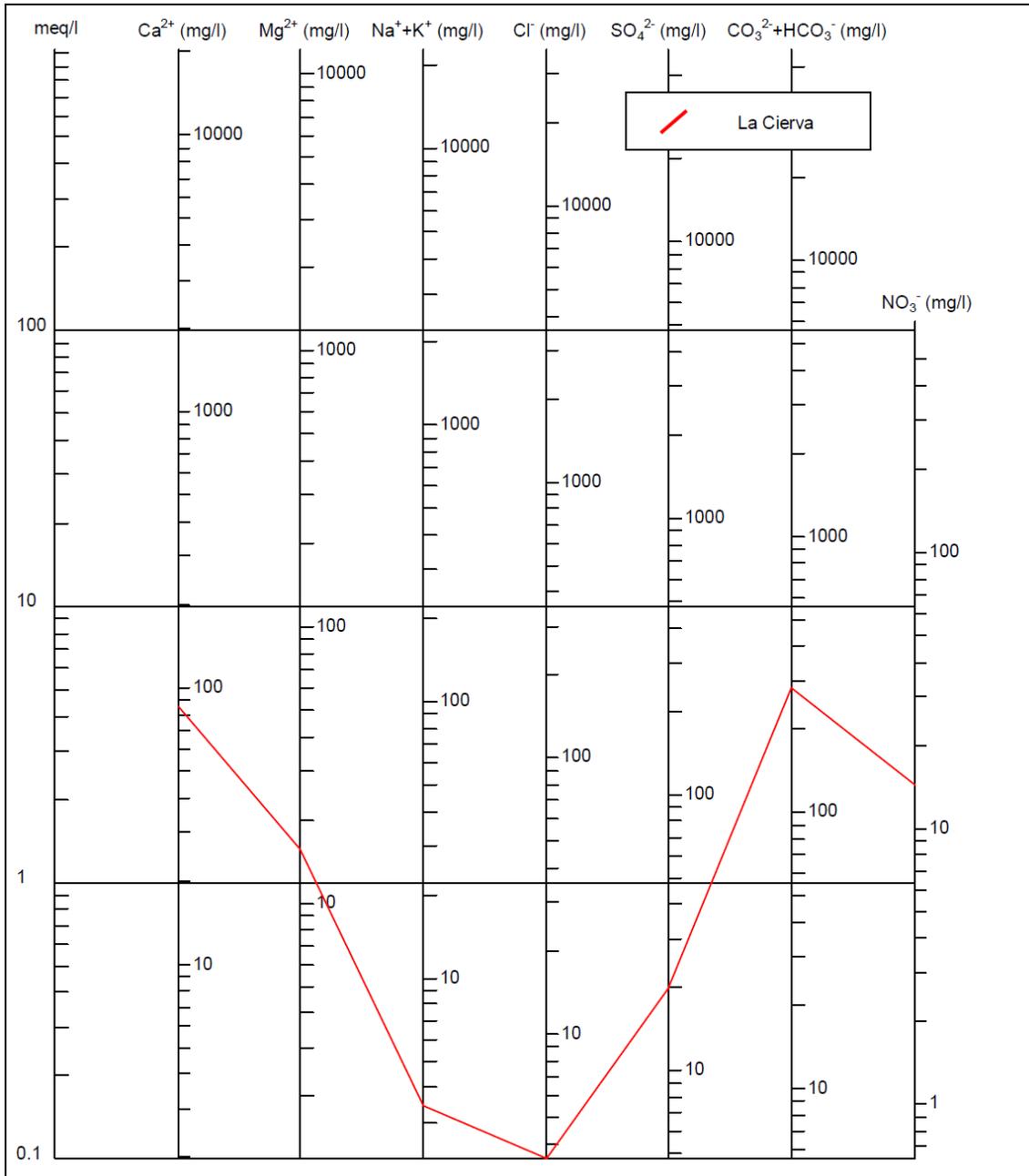


Gráfico de Potabilidad

INFORME APTITUD AGUA DE CONSUMO

Parámetros físico-químicos

	Límite	Valor	Alerta
Arsénico	10 µ/l	0,07	
Boro	1 mg/l		
Cadmio	5 µg/l		
Cianuro	50 µg/l		
Cobre	2 mg/l		
Cromo	50 µg/l	0,18	
Fluoruro	1.5 mg/l		
Mercurio	1 µg/l		
Niquel	20 µg/l		
Nitrato	50 mg/l	14	
Nitrito	0.5 mg/l	0,05	
Plomo	25 µg/l	0,2	
Selenio	10 µg/l		

Parámetros indicadores

	Límite	Valor	Alerta
Aluminio	200 µg/l		
Cloruro	250 mg/l	2	
C.E.	2500 µS/cm	433	
Hierro	200 µg/l	20,1	
Manganeso	50 µg/l	3,12	
Oxidabilidad	5 mg O2/l	0,8	
pH	6.5 -9.5	7,42	
Sodio	200 mg/l	3	
Sulfato	250 mg/l	20	

GRÁFICO DE POTABILIDAD (Parámetros químicos)

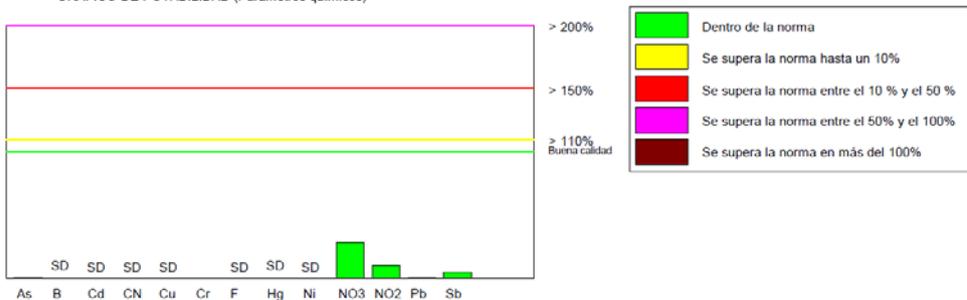


GRÁFICO DE POTABILIDAD (Parámetros indicadores)

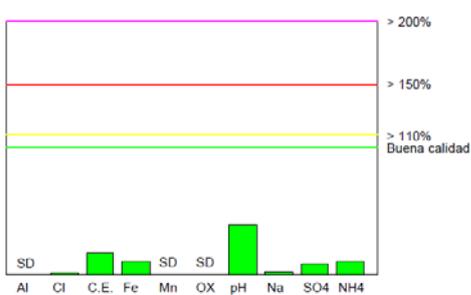
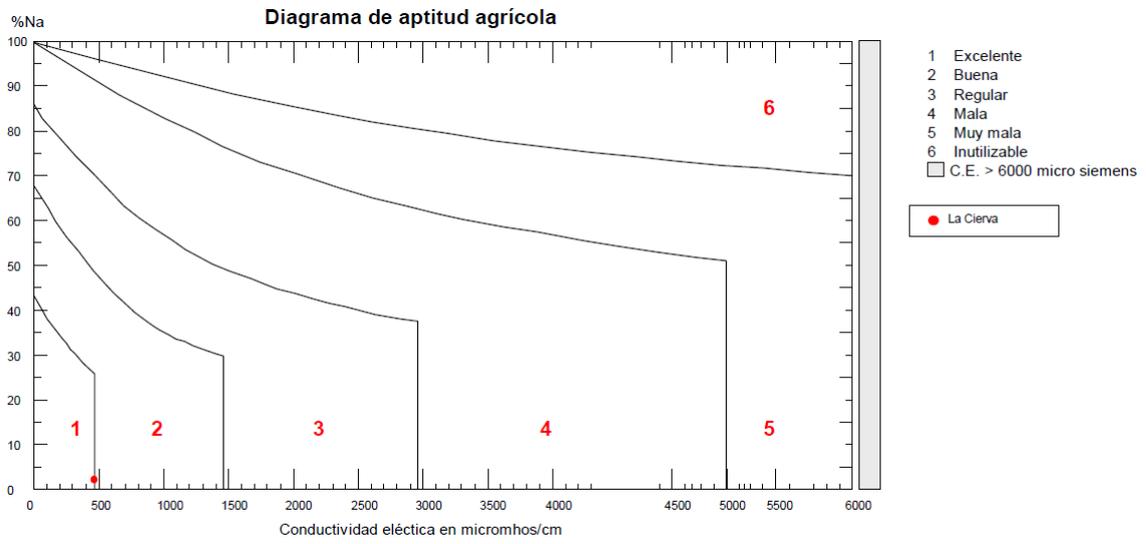


Diagrama de aptitud agrícola



ANEXO II

Ensayo de Bombeo

LA CIERVA, SONDEO DE 43M DE PROFUNDIDAD
BOMBA MONTADA A 43M
NIVEL DE AGUA AL ARRANQUE 10M

1L/S

HORA	NIVEL
10:00	10M
10:05	10,05M
10:10	10,12M
10:15	10,17M
10:30	10,29M
10:45	10,39M
11:00	10,53M
11:30	10,53M

ESTABILIZADO

2L/S

HORA	NIVEL
11:35	11,0M
11:40	11,05M
11:45	11,08M
12:00	11,13M
12:15	11,13M
12:30	11,14M

ESTABILIZADO

4L/S

HORA	NIVEL
12:35	11,20M
12:40	11,20M
12:45	11,22M
13:00	11,23M
13:15	11,25M
13:30	11,25M

ESTABILIZADO

6L/S

HORA	NIVEL
13:35	11,40M
13:40	11,41M
13:45	11,42M
14:00	11,44M
14:30	11,49M
15:00	11,52M
15:30	11,55M
16:30	11,62M
17:00	11,65M
17:30	11,65M
18:00	11,65M

ESTABILIZADO

8L/S

HORA	NIVEL
18:05	11,82M
18:10	11,84M
18:15	11,86M
18:30	11,90M
18:45	11,94M
19:00	11,96M
19:30	11,98M
20:00	12,0M
20:30	12,0M
21:00	12,01M
21:30	12,03M
22:00	12,05M
22:30	12,09M
23:00	12,10M
23:30	12,10M
0:00	12,10M

ESTABILIZADO

10L/S

HORA	NIVEL
0:05	12,28M
0:10	12,32M
0:15	12,38M
0:30	12,42M
0:45	12,47M
1:00	12,50M
1:30	12,53M
2:00	12,55M
2:30	12,58M
3:00	12,60M
3:30	12,65M
4:00	12,69M
4:30	12,74M
5:00	12,81M
5:30	12,89M
6:00	12,94M
6:30	13,01M
7:00	13,08M
7:30	13,13M
8:00	13,24M
8:30	13,30M
9:00	13,30M

ESTABILIZADO

PARADA DE BOMBA A LAS 9:00 HORAS
NIVEL DEL POZO: 13,30 METROS
RECUPERACIÓN A NIVEL EN 3:30 HORAS

ANEXO III
Resultados analíticos



Informe N°	<input type="text" value="13/0401"/>
Referencia de Laboratorio	<input type="text" value="4684-2"/>
Referencia de envío (Ident. de la muestra)	<input type="text" value="CUENCA-2"/>
Fecha de entrega a Laboratorio	<input type="text" value="02/12/2013"/>
Proyecto N°	<input type="text" value="35300320"/>

De Laboratorio Aguas a Dirección de Aguas Subterráneas

INFORME DE DETERMINACIONES REALIZADAS

Nombre Muestra	N° Registro	F. de toma	Minutos	Profundidad	F. Terminación	Num. Muestra
LA CIERVA		15/11/2013			15/01/2014	2

Físico-Químicos (*):	Mayoritarios (mg/L):																		
Oxidab. al MnO4K (mg/L) 0,8	<table border="0"> <tr> <td>Na</td> <td>K</td> <td>Ca</td> <td>Mg</td> <td>Cl</td> <td>SO₄</td> <td>HCO₃</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1</td> <td>87</td> <td>16</td> <td>2</td> <td>20</td> <td>310</td> </tr> </table>	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃	3	1	87	16	2	20	310				
Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃													
3	1	87	16	2	20	310													
Conductividad 20° (µS/cm) 433	<table border="0"> <tr> <td>CO₃</td> <td>NO₃</td> <td>NO₂</td> <td>NH₄</td> <td>PO₄</td> <td>SiO₂</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>14</td> <td><0,05</td> <td><0,05</td> <td><0,05</td> <td>6,8</td> </tr> </table>	CO ₃	NO ₃	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	0	14	<0,05	<0,05	<0,05	6,8						
CO ₃	NO ₃	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂														
0	14	<0,05	<0,05	<0,05	6,8														
pH (Unid. pH) 7,42	Metales (µg/L):																		
R. S. 180° (mg/L) 311,6	<table border="0"> <tr> <td>Ag</td> <td>Al</td> <td>As</td> <td>Boro</td> <td>Ba</td> <td>Be</td> <td>Cd</td> <td>Co</td> <td>Cr</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0,07</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>< 0,2</td> <td></td> <td>0,18</td> </tr> </table>	Ag	Al	As	Boro	Ba	Be	Cd	Co	Cr			0,07				< 0,2		0,18
Ag	Al	As	Boro	Ba	Be	Cd	Co	Cr											
		0,07				< 0,2		0,18											
R. S. 260° (mg/L)	<table border="0"> <tr> <td>Cu</td> <td>Fe</td> <td>Hg</td> <td>Li</td> <td>Mn</td> <td>Mo</td> <td>Ni</td> <td>Pb</td> <td>Sb</td> </tr> <tr> <td>< 0,2</td> <td>20,1</td> <td>< 0,5</td> <td></td> <td>3,12</td> <td></td> <td></td> <td>< 0,2</td> <td></td> </tr> </table>	Cu	Fe	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	< 0,2	20,1	< 0,5		3,12			< 0,2	
Cu	Fe	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb											
< 0,2	20,1	< 0,5		3,12			< 0,2												
	<table border="0"> <tr> <td>Se</td> <td>Sr</td> <td>Ta</td> <td>Th</td> <td>Tl</td> <td>U</td> <td>V</td> <td>Zn</td> </tr> <tr> <td>< 0,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1,77</td> </tr> </table>	Se	Sr	Ta	Th	Tl	U	V	Zn	< 0,5							1,77		
Se	Sr	Ta	Th	Tl	U	V	Zn												
< 0,5							1,77												

La Jefe de Laboratorio: 	RECIBIDO D.A.S. <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div> </div>	Vº Bº
--	--	----------------

(*): Las determinaciones serán expresadas en mg/l, excepto Conductividad (µS/cm) y pH (unidades de pH).
Valor = 0,00 es inferior a su límite de determinación.

OBSERVACIONES:

Informe N°	<input type="text" value="13/0401"/>
Referencia de Laboratorio	<input type="text" value="4684-2"/>
Referencia de envío (Ident. de la muestra)	<input type="text" value="CUENCA-2"/>
Fecha de entrega a Laboratorio	<input type="text" value="02/12/2013"/>
Proyecto N°	<input type="text" value="35300320"/>

De Laboratorio Aguas a Dirección de Aguas Subterráneas

INFORME DE DETERMINACIONES REALIZADAS

Nombre Muestra	N° Registro	F. de toma	Minutos	Profundidad	F. Terminación	Num. Muestra
LA CIERVA		15/11/2013			15/01/2014	2

Específicos (*):

Fluoruro (mg/L)	CN (mg/L)	Sulfuros (mg/L)	Fenoles (mg/L)	Detergentes (mg/L)	CO2 (mg/L)
<0,5	<0,01				
Materias en suspensión (mg/L)	Dureza (mg/L)	COT (mg/L)	CT (mg/L)	IC (mg/L)	Bromato (mg/L)
Bromuro (mg/L)	N org (mg/L)	Cloruro cromatogr. iónica (mg/L)	Cl/Br	Color (UC)	Turbidez (UNF)

Nitrógeno Total

Isótopos (Bq/L):

Radalfa Erradalfa Radbeta Erradbeta Titrio

La Jefe de Laboratorio:	RECIBIDO D.A.S.	Vº Bº
	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>

(*) Las determinaciones serán expresadas en mg/L, excepto Cl/Br, Color (UC) y Turbidez (UNF).
Valor = 0,00 es inferior a su límite de determinación.

OBSERVACIONES:

