

**INFORME FINAL DEL SONDEO DE
INVESTIGACION PARA EL ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE A LA MANCOMUNIDAD
DEL PUERTO (CUENCA) Y PROPUESTA
DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN**

Noviembre 2006

Sondeo: Torralba- 4

Término municipal: Torralba **Provincia:** Cuenca

Sonda/contratista: RotoperCUSión /EDASU

SITUACIÓN:

Hoja topográfica: N° 585 Gascueña

Número Hoja/octante:

Coordenadas U.T.M.: X: 562933 **Y:** 4462096

Cota aproximada: 1059 (+/-10) m s.n.m.

CARACTERÍSTICAS:

Profundidad: 286 m

Referencias topográficas: Junto al sondeo “La Cantera” o Torralba-3, a 2 km al NE de Torralba.

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo

2. EJECUCIÓN DEL SONDEO

2.1. Situación

2.2. Características específicas de la obra

2.2.1. Consideraciones constructivas

2.2.2. Perfil litológico

2.2.3. Acondicionamiento de la obra

2.2.4. Consideraciones hidrogeológicas

2.2.5. Resultados del ensayo de bombeo

2.3. Resultados obtenidos

3.PROPUUESTA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

3.1. Metodología

3.2. Conclusiones

4. BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

MAPA DE SITUACIÓN
ESQUEMA DEL SONDEO

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del convenio de asistencia técnica suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.) y la Excma. Diputación Provincial de Cuenca, en mayo de 2005 se redactó el *"Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento a la Mancomunidad del Puerto (Cuenca)"*, en el que se recomendaba, de acuerdo con las características geológicas e hidrogeológicas de la zona, la perforación de un sondeo.

1.1. Objetivo

El objetivo era obtener agua de buena calidad y con un caudal suficiente para atender la demanda máxima de agua de la Mancomunidad del Puerto, que comprende los municipios de Torralba, Arrancacepas, Castillo-Albaráñez, Olmeda de la Cuesta y Olmedilla de Eliz, cifrada en 2.55 L/s. Para ello se recomendaron varias alternativas: mezclar el agua de la captación de Santa Quiteria con la del sondeo de La Cantera, reconocimiento litológico del sondeo abandonado, o perforación de un nuevo sondeo en la Cantera, extremo último que se ha realizado.

2. EJECUCIÓN DEL SONDEO

2.1. Situación

El sondeo TORRALBA-4 se situó en la Cantera, junto al sondeo "La Cantera", a unos 2 km al NE de la población.

Esta ubicación corresponde a un punto de la hoja nº 585 "Gascueña" de coordenadas U.T.M. **X:** 562933 **Y:** 4462096 y una cota aproximada de 1059 (+/-) 10 m s.n.m.

2.2. Características específicas de la obra

2.2.1. Consideraciones constructivas

La ejecución del sondeo se realizó durante el mes de agosto de 2006.

La perforación del sondeo se inicia con un diámetro de emboquille de 0-6 m de 500 mm, posteriormente se perforó hasta 136 m con un diámetro de 400 mm y de 312 mm de 136-286 m.

2.2.2. Perfil litológico

De acuerdo con el informe hidrogeológico previo realizado, los materiales atravesados en los sondeos se corresponden principalmente a materiales de edad cretácica.

Se perforaron los siguientes materiales:

- 0- 2 m Caliza gris.
- 2- 78 m Caliza recristalizada blanca con pátinas ocres.
- 78- 80 m Calizas y margas.
- 80- 82 m Calizas recristalizadas.

- 82- 84 m Margas.
- 84- 98 m Caliza gris clara recristalizada.
- 98- 170 m Caliza granuda gris, con pátinas rosáceas y ocre.
- 170-176 m Caliza micrítica rosácea y gris.
- 176-194 m Caliza margosa gris y ocre.
- 194-216 m Margas grises y gris oscuras.
- 216-218 m Calcarenitas negras.
- 218-224 m Caliza micrítica gris.
- 224-236 m Margas gris oscuras.
- 236-254 m Caliza margosa gris oscura y gris.
- 254-258 m Margas grises.
- 258-262 m Calcarenitas.
- 262-266 m Margas verdes.
- 266-286 m Alternancia de calizas margosas y margas.

Las formaciones atravesadas parecen corresponder a:

- 0-286 m Depósitos carbonatados cretácicos.

2.2.3. Acondicionamiento de la obra

En el sondeo TORRALBA-4 se instalaron las siguientes tuberías definitivas (tabla 1).

TRAMO	DIÁMETRO (mm)
0-6 m	500
0-136 m	320
136-286 m	250
TRAMOS CON TUBERÍA RAJADA	
220-280 m	250

Tabla 1.- Detalle de los tipos de entubación.

Posteriormente se acidificó y se cementaron de 0-6 m con un tapón, el resto no se instaló filtro alguno.

2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas

Desde el punto de vista hidrogeológico el sondeo afecta a los acuíferos cretácicos de la U.H. 03.02 "Tajuña-Montes Universales", perteneciente a la cuenca del Tajo. La profundidad del nivel piezométrico era de 199.04 m (19/09/2006) o una cota piezométrica aproximada de 860 m s.n.m.

2.2.6. Resultados del ensayo de bombeo

BOINS S.L. realizó un ensayo de bombeo tras la acidificación del 19 al 20 de septiembre de 2006. Se realizaron 4 escalones: 6 h (5 L/s), 5 h (9 L/s), 5 h (14 L/s) y 7 h (8 L/s). El descenso total es de 60.96 m, hasta la rejilla. Una aproximación de la transmisividad puede ser del orden de 40 m²/día. Para un descenso máximo de 25 m y un tiempo de bombeo de 60 días, el caudal de explotación recomendable es de 6 L/s.

2.3. Resultados obtenidos

El sondeo TORRALBA-4 alcanzó una profundidad de 286 m. Dicho sondeo se consideró positivo y, tras la prueba de bombeo se recomienda un caudal de explotación de 6 L/s.

Se desconoce la calidad química y bacteriológica del agua para el consumo humano, ya que aún no se ha realizado el correspondiente informe sanitario por parte de la Junta de Castilla-La Mancha. siendo recomendable su realización para determinar la potabilidad.

3.PROPUESTA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

3.1. Metodología

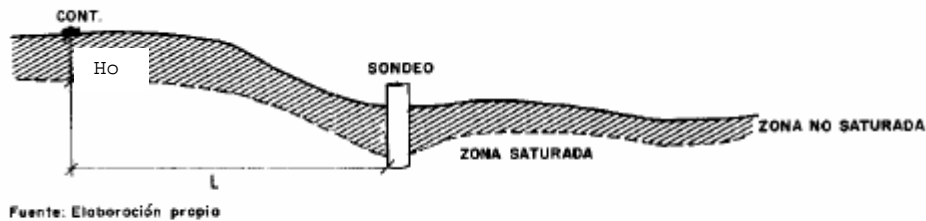
En el informe denominado “Estudio para la delimitación de perímetros de protección a las captaciones de abastecimiento urbano sitas en Torralba (Cuenca)” elaborado en julio de 2005 se proponía un perímetro de protección que es aplicable a la nueva captación. Las características de la misma son muy similares a las de las otras captaciones existentes en el entorno (Sondeo Torralba, Sondeo la Cantera) y al encontrarse dentro del perímetro ya propuesto en el informe de 2005, se considera que dicho perímetro es aplicable al nuevo sondeo, sin modificaciones.

Habitualmente es recomendable para el diseño de un perímetro de protección de captaciones para abastecimiento urbano la definición de tres zonas de protección (Moreno y Martínez, 1991; Martínez y García, 2003):

- *Zona inmediata o de restricciones absolutas*: tiempo de tránsito 1 día o área fija de 100-400 m². Suele estar vallada.
- *Zona próxima o de restricciones máximas*: tiempo de tránsito 50 días. Protege de la contaminación microbiológica con criterios hidrogeológicos. En algunos estudios se ha usado el descenso del nivel piezométrico o el poder autodepurador.
- *Zona alejada o de restricciones moderadas*: se usa el tiempo de tránsito de varios años en función de los focos contaminantes, criterios hidrogeológicos o ambos.

Para la definición de **zona de restricciones absolutas** se ha utilizado la **modificación de Bolsenkötter para medios kársticos y/o fisurados del método de Rehse (Moreno y Martínez, 1991)**, que propone un método empírico para el cálculo del poder depurador del suelo sobre los efluentes contaminantes que pudieran atravesarlo. Para ello considera la circulación del contaminante en dos tramos diferenciados, un tramo vertical a través de la zona no saturada del terreno, y un segundo tramo, horizontal, hasta el punto de extracción del agua, circulando por la zona saturada del acuífero.

Así pues se definen las variables siguientes (figura 1):



Fuente: Elaboración propia

Figura 1 .-Zona a considerar por el método Rehse (Moreno y Martínez, 1991)

$I_r = 1/H$ donde I_r = Índice de depuración en la zona no saturada
 H_o =Espesor vertical de la zona no saturada
 I_a = Índice de depuración de la zona saturada
 L =Longitud atravesada de zona saturada para la depuración completa

El poder depurador vendrá dado por:

$$M_x = M_a + M_r$$

Donde

M_x = Poder depurador sobre la totalidad del transporte

M_r = Poder depurador en el trayecto vertical

M_a = Poder depurador en el trayecto horizontal

Cuando $M_x \geq 1$ la depuración es completa

En la Zona no saturada

$$M_r = H_o * I_r \text{ (índice materiales) (tablas 2, 3).}$$

Tabla 2.- Poder depurador del suelo en el recubrimiento (suelo+ zona no saturada)(Moreno y Martínez, 1991)

M	Descripción del material	H (m)	$I_r = 1/H$
1	Humus, 5 - 10 % humus, 5-10% arcilla	1,2	0,8
2	Arcilla sin grietas de desecación, limo-arcilloso, arena muy arcillosa	2	0,5
3	Limo arcilloso a limo	2,5	0,4
4	Limo, arena poco limosa, arena limosa	3-4,5	0,33-0,22
5	Arena fina a media	6	0,17
6	Arena media a gruesa	10	0,1
7	Arena gruesa	15	0,07
8	Grava con abundante matriz arenosa y limo arcillosa	8	0,13
9	Grava con abundante matriz arenosa y limo arcillosa	12	0,08
10	Grava fina a media, rica en arena	25	0,04
11	Grava media a gruesa con poca arena	35	0,03
12	Guajarros	50	0,02

M = Nº de clasificación granulométrica

H = Espesor de la capa de suelo necesaria para la depuración

I_r = Índice de depuración de la zona de recubrimiento

Arena Diámetro de grano 2 mm - 0,063
 Limo Diámetro de grano 0,063 mm - 0,005 mm
 Arcilla Diámetro de grano < 0,005 mm

Fuente Rehse, 1977

En la zona saturada, si M_x es igual a 1 existirá depuración completa antes de llegar el agua a la captación y el poder depurador de la zona saturada será:

$$M_a = 1 - M_r$$

La longitud de recorrido necesaria para la depuración total es L:

$$L = M_a / I_a, \text{ siendo } I_a \text{ índice del material acuífero (tabla 3).}$$

Tabla 3.- Poder depurador de las rocas (Bolsenkötter) (Moreno y Martínez, 1991).

M	Descripción del material	H(m)	$I_s = 0,5/h$
1	Margas	10	0,05
2	Arenisca con capas arcillosas. Arcillas, micaesquistos y filitas	20	0,025
3	Basaltos y rocas volcánicas	30	0,017
4	Grauwaca, arcosas, arenisca arcillosa. limosa	50	0,01
5	Granito, granodiorita, diorita sienita	70	0,007
6	Cuarzitas, areniscas con sílex	100	0,005
7	Caliza	200	0,0025

Fuente: A Lallemad y J.C.- Roux, 1989.

En el caso de las captaciones de Torralba, el acuífero más próximo a la superficie y a proteger es el carbonatado cretácico. Los datos utilizados y la distancia L o radio de protección se recoge en la tabla 4.

Tabla 4.-Datos empleados para la aplicación del método de Bolsenkötter (LEYENDA: H-PNP es la profundidad del nivel piezométrico en su caso más desfavorable, más próximo a la superficie).

CAPTACIÓN	H-PNP (m)	Mr	Ma	L (m)
Torralba-1 o Sondeo Torralba	128	0.69	0.36	144
Torralba-2 o Sondeo del Puerto	173	0.87	0.13	54
Torralba-3 o Sondeo de la Cantera	193	0.96	0.04	16

Para el Sondeo Torralba 2 o Del Puerto se ha considerado también el acuífero cretácico, aunque en la actualidad parece que no tiene agua y únicamente proviene del detrítico cretácico, que está protegido por su carácter confinado. No obstante, podría contaminarse a través del mismo sondeo, ya que su nivel piezométrico es inferior al del cretácico carbonatado.

Para el establecimiento de la **zona próxima o de restricciones máximas se han empleado criterios hidrogeológicos.** Para ello se ha supuesto una dirección de flujo hacia el norte, se ha deducido la permeabilidad mayor, en otro a 60 m/día, a partir de los datos del sondeo Torralba 1 o Sondeo Torralba (espesor saturado en torno a 150 m y una transmisividad de 10.000 m³/día) y se ha calculado la distancia que

recorrería un contaminante durante 50 días, que corresponde a 3000 m. Se ha limitado este radio con la divisoria de aguas que constituye el eje anticlinal, ampliado con la posible área de recarga superficial dada por la topografía.

Para la definición de **zona alejada o de restricciones moderadas** se ha decidido emplear también el **criterio hidrogeológico**. Se han utilizado criterios similares a los de la zona próxima, en cuanto al eje anticlinal y la topografía; también se ha añadido parte de los depósitos terciarios por si estos pudiesen estar alimentando a las calizas cretácicas y que la falla funcionase como colector y no como barrera impermeable. Al tratarse los terrenos terciarios de tipo arcilloso y de vulnerabilidad baja, se ha decidido establecer en ellos una zona alejada y no una próxima.

Así la definición de las poligonales envolventes se recogen en la tabla 5.

La definición de actividades a restringir en función de la zonación se recogen en la tabla 6.

Respecto al **establecimiento del perímetro de protección de la cantidad** surgen los mismos problemas que para los perímetros de cantidad; no se dispone de una serie piezométrica amplia en el tiempo y se desconocen parámetros hidráulicos para poder aplicar herramientas informáticas. Se ha observado que la profundidad del nivel piezométrico del sondeo Torralba 3 o de La Cantera ha descendido progresivamente, al igual que el de Torralba 2 o del Puerto, llegando a secarse el acuífero superior. Esta es una zona muy agreste en la que no existen captaciones próximas a los sondeos, por lo que los descensos pueden atribuirse a fenómenos naturales. El caudal conjunto a extraer (14 L/s) entre la captación de Torralba, de la Cantera y Torralba-4 no es elevado; por ello, la propuesta del perímetro de protección de la cantidad es la misma que la del área de restricciones moderadas.

En esta zona, para proteger la cantidad de agua, se prohibirá la realización de nuevas obras de captación de aguas subterráneas excepto las necesarias para garantizar el abastecimiento a las poblaciones de la mancomunidad de servicios “El Puerto”.

En la figura 2 se recoge la representación gráfica de los perímetros de protección propuestos.

3.2. Conclusiones

La delimitación de perímetros de protección tienen el objetivo de proteger en calidad y cantidad las aguas procedentes de las captaciones actuales de abastecimiento de la mancomunidad de servicios “El Puerto” y el nuevo sondeo perforado denominado TORRALBA-4.

Se ha utilizado el perímetro ya definido anteriormente, en 2005, ya que las características del sondeo así lo permiten.

El perímetro de protección consigue su objetivo de protección del recurso y trata de hacerlo compatible, en la medida de lo posible, con la actividad socioeconómica existente en la zona de aplicación, recurriendo a la restricción o prohibición graduada de las actividades que son susceptibles de modificar la calidad del agua subterránea. Para ello se crean una serie de zonas de protección (zona inmediata o de restricciones absolutas, zona próxima o de restricciones máximas y zona alejada o de restricciones moderadas) donde, en función de su situación, se prohibirán, regularán o permitirán las actividades potencialmente contaminantes. También se define una zona de protección de la cantidad del agua, coincidente con la zona alejada, para preservar los caudales que realmente son aprovechados para el abastecimiento de la población.

Para delimitar los perímetros se han utilizado principalmente criterios hidrogeológicos y el método de Bolsenkötter. Los perímetros resultado de este trabajo se recogen en la tabla 5.

	PUNTO	COORDENADAS UTM (X)	COORDENADAS UTM (Y)	Z(m s.n.m.)
ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS	1	562600	4462500	980
	2	562900	4462500	1020
	3	562900	4462250	1020
	4	563200	4462250	1040
	5	563200	4462025	1080
	6	563800	4462025	1040
	7	562800	4462175	1000
	8	562600	4462175	1000
	PUNTO	COORDENADAS UTM (X)	COORDENADAS UTM (Y)	Z(m s.n.m.)
ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS	A	562650	4464200	980
	B	564100	4463950	1100
	C	564200	4462700	1120
	D	563750	4461650	1180
	E	564750	4459650	1260
	F	564650	4459150	1280
	G	563250	4459200	1040
	H	562600	4459825	980
	PUNTO	COORDENADAS UTM (X)	COORDENADAS UTM (Y)	Z(m s.n.m.)
ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS I	1'	561650	4465300	880
	2'	563350	4465250	1060
	3'	564100	4464200	1100
	4'	564100	4463950	1100
	5'	562650	4964200	980
	6'	562600	4459825	980
	7'	563250	4459200	1040
	8'	561900	4459350	1000
ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS II	7'	563250	4459200	1040
	9'	564650	4459150	1280
	10'	564600	4459825	1280
	11'	565300	4457650	1180
	12'	563700	4456900	1100

Tabla 5. Poligonal envolvente del perímetro de protección de la calidad propuesto.

Existen dos focos potenciales de contaminación: un vertido incontrolado de, como mínimo, escombros, en el emplazamiento de un antiguo sondeo de investigación petrolífera y un vertedero de residuos inertes del Ayuntamiento. El primero debe clausurarse y retirar todos los vertidos y para el segundo deben tomarse medidas de

vallado y la realización de un informe técnico que contemple las condiciones a tomar para no alterar la calidad de las aguas subterráneas.

El perímetro de la cantidad es coincidente con el perímetro de restricciones moderadas.

Las actividades a restringir en cuanto a los perímetros de calidad se recogen en la tabla 6. Respecto al perímetro de la cantidad los sondeos que se perforen dentro de dicho perímetro de protección de la cantidad, no deben afectar a los sondeos de la Mancomunidad, por lo que se les deberá exigir la realización de un ensayo de bombeo y controlar durante la realización del mismo que no afecte notablemente a los sondeos municipales (figura 2, tabla 6).

Madrid, Noviembre de 2006

El autor del informe

Fdo. Marc Martínez

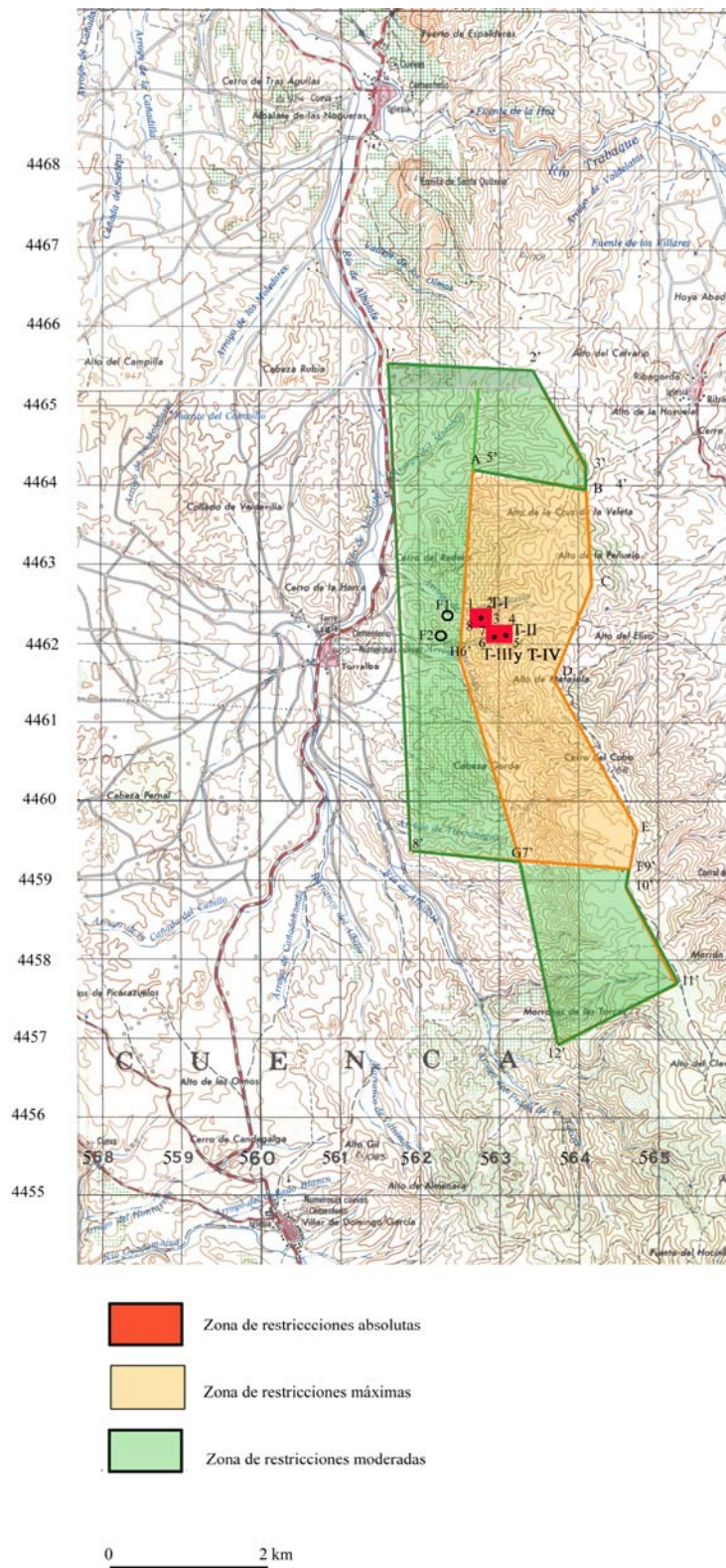


Figura 2. Mapa geográfico con la representación de los polígonos que definen los perímetros de protección de calidad (LEYENDA: T-I-Torralba I; T-II-Sondeo del Puerto; T-III-Sondeo de la Cantera; T-IV- sondeo nuevo, F-I- Vertedero incontrolado; F-II- Vertedero del Ayuntamiento).

	DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES	ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS	ZONA DE RESTRICCIONES MÁXIMAS			ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS		
		Prohibido	Prohib.	Cond.*	Permit.	Prohib.	Cond.*	Permit.
ACTIVIDADES AGRÍCOLAS	Uso de fertilizantes	•	•				•	
	Uso de herbicidas	•	•				•	
	Uso de pesticidas	•	•				•	
	Almacenamiento de estiércol	•	•				•	
	Vertido de restos de animales	•	•				•	
	Ganadería intensiva	•	•				•	
	Ganadería extensiva	•	•					•
	Almacenamiento de materias fermentables para alimentación del ganado	•	•				•	
	Abrevaderos y refugios de ganado	•	•				•	
	Silos	•	•				•	
ACTIVIDADES URBANAS	Vertidos superficiales de aguas residuales urbanas sobre el terreno	•	•				•	
	Vertidos de aguas residuales urbanas en fosas sépticas, pozos negros o balsas	•	•			•		
	Vertidos de aguas residuales urbanas en cauces públicos	•	•			•		
	Vertido de residuos sólidos urbanos	•	•			•		
	Cementerios	•	•				•	
ACTIVIDADES INDUSTRIALES	Asentamientos industriales	•	•				•	
	Vertido de residuos líquidos industriales	•	•			•		
	Vertido de residuos sólidos industriales	•	•			•		
	Almacenamiento de hidrocarburos	•	•				•	
	Depósito de productos radiactivos	•	•			•		
	Inyección de residuos industriales en pozos y sondeos	•	•			•		
	Conducciones de líquido industrial	•	•			•		
	Conducciones de hidrocarburos	•	•			•		
	Apertura y explotación de canteras	•	•				•	
	Relleno de canteras o excavaciones	•	•				•	
OTRAS	Campings	•	•				•	
	Acceso peatonal	•			•			•
	Transporte redes de comunicación	•		•			•	
	Vertidos incontrolados de cualquier tipo	•	•			•		
	Vertidos controlados de residuos inertes	•	•				•	

* El proyecto de actividades deberá incluir informe técnico sobre las condiciones que debe cumplir para no alterar la calidad existente del agua subterránea.

Tabla 6. Actividades a restringir dentro de las zonas definidas en los perímetros de protección de calidad.

4. BIBLIOGRAFÍA

IGME-CHJ (1992): Propuesta de normas de explotación de Unidades Hidrogeológicas en el sistema hidráulico Alarcón-Contreras. 1991-1992.

IGME (2005) Estudio para la delimitación de perímetros de protección a las captaciones de abastecimiento urbano sitas en Torralba (Cuenca).

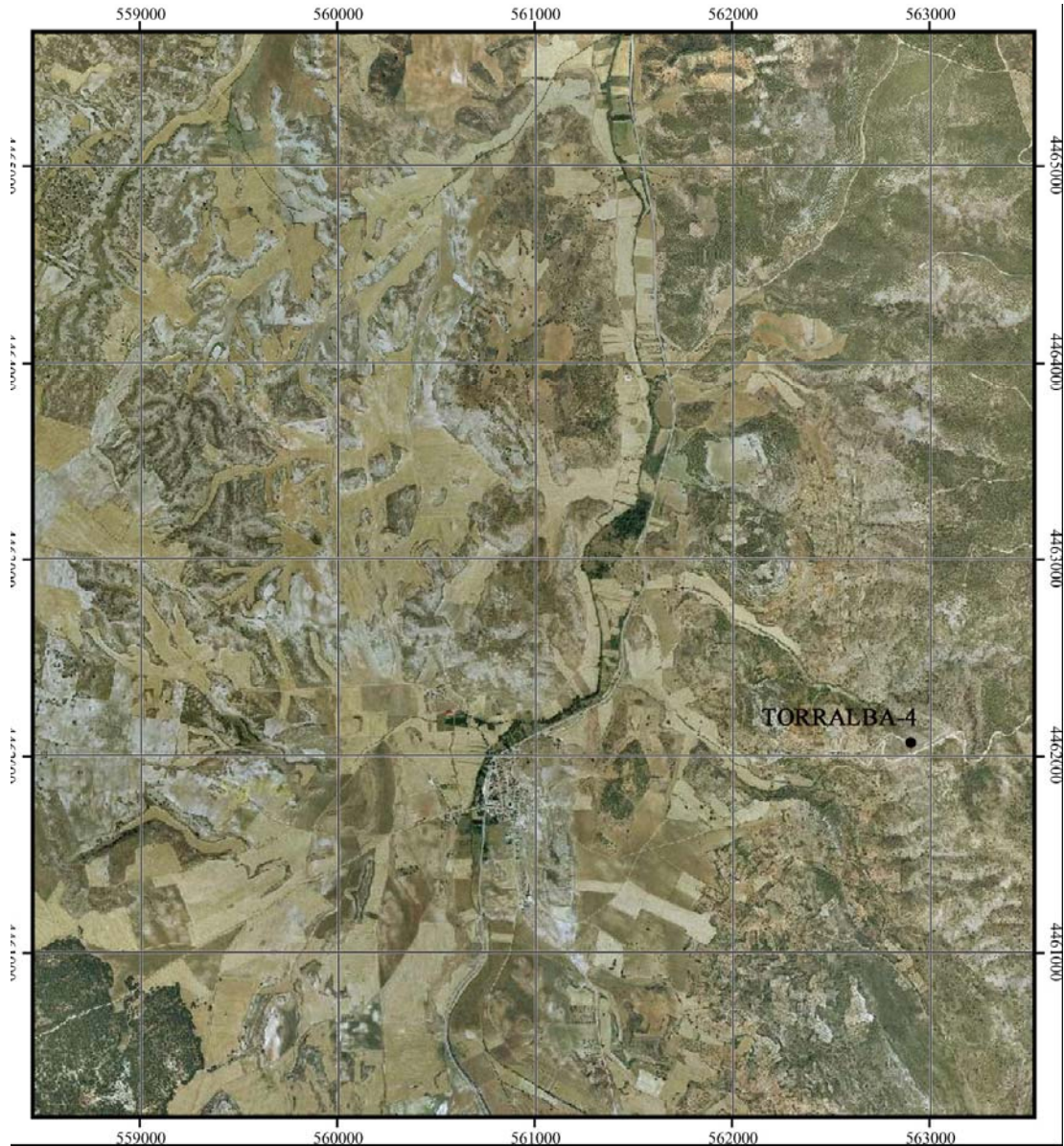
Martínez, C.; García, A. (2003): Perímetros de Protección para captaciones de aguas subterráneas destinada al consumo humano. Metodología y aplicación al territorio.

Moreno, L.; Martínez, C. (1991): Guía metodológica para la elaboración de perímetros de protección de captaciones de aguas subterráneas.

ANEXOS

**MAPA DE SITUACIÓN
ESQUEMA DEL SONDEO**

MAPA DE SITUACIÓN



0  1 Km

CROQUIS DE POZO TORRALBA 4 (Torralba)

