

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

Julio 2007

Sondeo: MOTILLA-II

Término municipal: Motilla del Palancar

Provincia: Cuenca

Sonda/contratista: Rotoperusión /EDASU

SITUACIÓN:

Hoja topográfica: N° 691 Motilla del Palancar

Número Hoja/octante: 2427/8

Coordenadas U.T.M.: X: 589676 Y:4380150

Cota aproximada: 880 (+/-) 10 m s.n.m.

CARACTERÍSTICAS:

Profundidad: 280 m.

Referencias topográficas: Junto a los depósitos de Motilla de Palancar, a 3 km al Oeste de la localidad.

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. Hidroquímica

2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas

2.2.6. Resultados de los ensayos de bombeo

2.3. Resultados obtenidos

3.PROPOSTA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

3.1. Marco hidrogeológico regional

3.2. Marco hidrogeológico local

3.2.1. Formaciones susceptible de constituir acuíferos.

3.2.2. Sondeo MOTILLA II

3.3. Vulnerabilidad del acuífero

3.3.1. Inventario de focos de contaminación

3.3.2. Estimación de la vulnerabilidad

3.4. Perímetro de protección de las captaciones

4. BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

MAPA DE SITUACIÓN

ESQUEMA DEL SONDEO

ENSAYO DE BOMBEO

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del convenio de asistencia técnica suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.) y la Excm. Diputación Provincial de Cuenca, en abril de 2005 se redactó el *“Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento de agua potable del municipio de Motilla del Palancar (Cuenca)”*, en el que se recomendaba, de acuerdo con las características geológicas e hidrogeológicas de la zona, la perforación de un sondeo de investigación.

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 28 L/s. Para ello se recomendaron como opciones la perforación de un sondeo próximo al de la localidad de El Peral, la perforación de otro sondeo junto al situado en Valhermoso de la Fuente, o como tercera opción, una investigación junto a los depósitos de abastecimiento de Motilla del Palancar, que fue la opción finalmente elegida.

2. EJECUCIÓN DEL SONDEO

2.1. Situación

El sondeo MOTILLA-II se ubicó junto a los depósitos de agua de Motilla de Palancar, a 3 km al Oeste de la localidad .

Esta ubicación corresponde a un punto de la hoja nº 691 de coordenadas U.T.M. X:589676 Y:4380150 y una cota aproximada de 880 (+/-) 10 m s.n.m.

2.2. Características específicas de la obra

2.2.1. Consideraciones constructivas

La ejecución del sondeo MOTILLA-II se realizó en mayo de 2006, con los diámetros de perforación recogidos en la tabla 1 (figura 1).

DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (mm)	TRAMO (m)
510	0-6
385	6-102
315	102-280

Tabla 1.- Diámetros de perforación del sondeo MOTILLA-II



Figura 1- Vistas de la perforación de investigación con rotopercusión del sondeo MOTILLA-II

2.2.2. Perfil litológico

De acuerdo con el informe hidrogeológico previo realizado, los materiales atravesados en el sondeo MOTILLA-II corresponden principalmente a materiales de edad cretácica y terciaria.

Se perforaron los siguientes materiales:

- 0 - 6 m Suelo.
- 6 - 8 m Arcillas.
- 8 - 10 m Arenas gruesas.
- 10- 12 m Arcilla marrón.
- 12- 14 m Arena muy gruesa.

14- 16 m Arcillas.
16- 22 m Conglomerado poligénico, arcilla y arena.
22- 32 m Arcillas rojas.
32- 38 m Conglomerado cuarcítico y arcilla.
38- 48 m Arcillas rojas y cantos.
48-52 m Arcillas rojas con niveles de arena gruesa.
52-70 m Arcillas.
70-74 m Arcillas con fragmentos de caliza.
74-100 m Caliza micrítica gris, con pátinas rosáceas y recristalizaciones.
100-108 m Caliza margosa.
108-136 m Caliza micrítica blanca.
136-170 m Caliza micrítica gris, con recristalizaciones y pátinas rosáceas.
170-178 m Caliza micrítica gris-oscura, con recristalizaciones y tramos rojos.
178-190 m Calizas recristalizadas gris verdosas.
190- 212 m Caliza gris oscura y gris recristalizada.
212- 216 m Caliza margosa gris verdosa.
216- 222 m Margas verdes y ocre.
222-252 m Calizas gris claras recristalizadas grises, con pátinas ocre.
252-260 m Calizas recristalizadas blancas.
260- 264 m Calizas micríticas blancas.
264- 268 m Dolomías micríticas blancas.
268- 274 m Caliza blanca micrítica.
274- 280 m Calizas y margas verdes.

Se atravesaron formaciones acuíferas a 116 m (0.5 L/s) y a partir de 252 m (>10 L/s).

Las formaciones atravesadas corresponden a :

- 0- 74 m Terciario.
- 74-280 m Cretácico Superior.

2.2.3. Acondicionamiento de la obra

En el sondeo MOTILLA-II se instalaron las tuberías indicadas en la tabla 2.

DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN (mm)	TRAMO (m)
400	0-6
320	0-102
250	0- 280

Tabla 2.- Diámetros de entubación del sondeo MOTILLA-II

Posteriormente se cementó el tramo comprendido entre 0-102 m y las dos tuberías y se engravilló el espacio anular entre la perforación, la 2ª y 3ª tuberías, con macizo de grava de un diámetro de 4-8 mm.

2.2.4. Hidroquímica

Durante el bombeo de ensayo se tomó muestra por parte de la empresa concesionaria de la gestión de las aguas municipales (tabla 3). Aunque no se puede definir claramente su facies hidroquímica, las aguas presentan un considerable contenido en sulfatos (234 mg/L) y una conductividad de 880 μ S/cm. Estas aguas son similares, en cuanto a conductividad y sulfatos, a las captadas en el sondeo municipal de Motilla del Palancar situado en Valhermoso de la Fuente y corresponden al acuífero cretácico.

	Fecha	Na	Cl	SO ₄	NO ₃	NO ₂	NH ₄	Cond.
Sondeo Motilla	13/6/2006	9	18	234	10	0.13	0.09	880

Tabla 3.- Componentes químicos (en mg/L) y conductividad (en μ S/cm) del sondeo perforado.

2.2.5. Consideraciones hidrogeológicas

Desde el punto de vista hidrogeológico el sondeo MOTILLA-II afecta al acuífero cretácico carbonatado, dentro de la U.H. 08.17 "Serranía de Cuenca", perteneciente a la cuenca del Júcar. La profundidad del nivel piezométrico era de 196.32 (12/6/06) o una cota piezométrica de 683.7 m s.n.m.

2.2.6. Resultados de los ensayos de bombeo

BOINS S.L. realizó el ensayo de bombeo del sondeo MOTILLA-II en junio de 2006 con caudales de 10, 17, 22 y 28 L/s, descendiendo un total de 1.18 m, a partir de una profundidad de nivel piezométrico de 196.32 m. La transmisividad estimada es del orden de los 2100 m²/día, y considerando un descenso de 5 m y un coeficiente de almacenamiento de un acuífero confinado, de 0.0005, el caudal de explotación recomendable es de 40 L/s, suficiente para la demanda estimada de 28 L/s.

2.3. Resultados obtenidos

El sondeo MOTILLA-II alcanzó una profundidad final de 280 m. Dicho sondeo se consideró positivo y, tras la última prueba de bombeo se recomienda un caudal de explotación de 40 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. No obstante en los análisis químicos realizados por la empresa concesionaria de la gestión del agua muestran un notable contenido en sulfatos (234 mg/L), aunque los nitratos son del orden de 10 mg/L.

3.PROPOSTA DEL PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

3.1.Marco hidrogeológico regional

Regionalmente, la zona estudiada se encuentra dentro de la U.H. 08.17 “Serranía de Cuenca” (figura 2). Según IGME-CHJ (1992) el área estudiada se encuentra dentro del Acuífero Cretácico de Cuenca, con una extensión de 5130 km² y una superficie aflorante de 1100 km². Este acuífero limita a oeste y sur con los materiales terciarios, por el este con los materiales jurásicos y al norte con materiales cretácicos.

El acuífero está constituido por rocas carbonatadas del Cretácico con una potencia estimada para la zona de 350 m, siendo su permeabilidad en general alta.

El sondeo MOTILLA-II afecta a dichos depósitos del Cretácico superior. Para esta captación se va a realizar el consiguiente perímetro de protección, destinado al abastecimiento de la población.



Figura 2.- Situación del área estudiada en la UU.HH 08.17 “Serranía de Cuenca”. En el rectángulo se indica el área de estudio.

3.2. Marco hidrogeológico local

3.2.1. Formaciones susceptibles de constituir acuíferos

Calizas y calizas dolomíticas del Cretácico Superior

Constituyen un acuífero regional, correspondiendo a las formaciones del Cenomaniense al Campaniense. El espesor teórico es de 180 m en la zona de estudio. Su base está constituida por un nivel margoso-arcilloso verde, que aísla al acuífero de los materiales inferiores existentes. Existe un conjunto de captaciones que explotan el acuífero (figura 4).

En Valhermoso de la Fuente, a 10 km al Oeste de Motilla del Palancar, el perfil litológico varía notablemente siendo difícil su atribución a una edad o formación. Es el siguiente, de techo a base:

51 m de margas.

6 m de calizas brechoideas.

52 m de alternancia de calizas y margas.

9 m de margas y yesos.

124 m de calizas y margas.

3 m de margas y yesos.

Al S de Motilla del Palancar, en el Corral del Maestro, se han realizado varios sondeos (tabla 4) que han alcanzado a la formación cretácica a 105 m en Corral del maestro mientras que hacia el Oeste, en Granja Agar, se alcanza a más profundidad, a 240 m.

PUNTOS DE AGUA	COTA	PROF.	PNP (cota piezométrica y fecha medida)	CAUDAL	USO
Sondeo El Peral	810	248	150.2 (4/05)	20	AU
Sondeo Nagares	830	352		33	I
Sondeo Motilla-Valhermoso	819	272	144,8(685.2) (6/89)	25	AU
Granja Agar 2427-8-0008	839	185	43.5(673.5)(3/91)	8	G
Granja Agar 2	839	420		10	G
2427-8-0010 S.Viejo Motilla-El Peral	776	444	138 (638) (3/1991) 134(642)(4/2001)	23-30	AU
Sondeo Motilla I 2427-8-0011	771	200	119.3(651.7)(10/83) 125 (646)(5/95) 130.6(640.4)(1/01) 131.38(639.62)(1/02) 132.88 (638.12) (4/05)	15	AU
Nuevo Motilla-El Peral	790	268	131.1 (658.9) (2/01) 132.4 (657.6)(1/02) 133.3 (656.7) (4/05)	5-12	AU

Tabla 4.- Captaciones que afectan al acuífero cretácico (LEYENDA: PROF. Profundidad, PNP- profundidad de nivel piezométrico, AU- abastecimiento urbano, G-ganadería, I-industrial).

La transmisividad deducida de los ensayos de bombeo se encuentra en torno a 40-300 m²/día en en el área aflorante, incrementándose en áreas donde se capta a una profundidad superior a 200 m, hasta 2300 m²/día .

Según la geofísica (ITGE, 1984) parece establecerse un sistema de bloques que interrumpe la continuidad de este acuífero hacia el S, hacia El Peral, donde se delimita una fosa.

Las cotas piezométricas se encuentran, con datos de marzo de 2000 y abril de 2005, en torno a 633-687 m s.n.m., pudiéndose establecer dos direcciones de flujo, hacia el S en la parte septentrional y hacia el NE en su parte occidental.

Las aguas muestran una transición de bicarbonatada cálcica (Nagares, El Peral) a facies con mayor presencia de sulfatos (Motilla-viejo, Valhermoso-Motilla) (figura 5). Los sondeos de menor profundidad son de facies bicarbonatada cálcica, aunque en Valhermoso de la Fuente presentan elevados contenidos en sulfatos (hasta 275 mg/L), que se están incrementando progresivamente. En general presentan contenidos de 35 a 122 mg/L de sulfatos y contenidos en nitratos entre 4 y 43 mg/L. Estas variaciones en el contenido en nitratos se deben al emplazamiento de los puntos acuíferos. Así los sondeos de Granja Agar se encuentran en una actividad ganadera, el sondeo Nagares en un área periurbana al igual que el sondeo 2427-8-0009. Los puntos que menor contenido en nitratos presentan se encuentran alejados de las poblaciones.

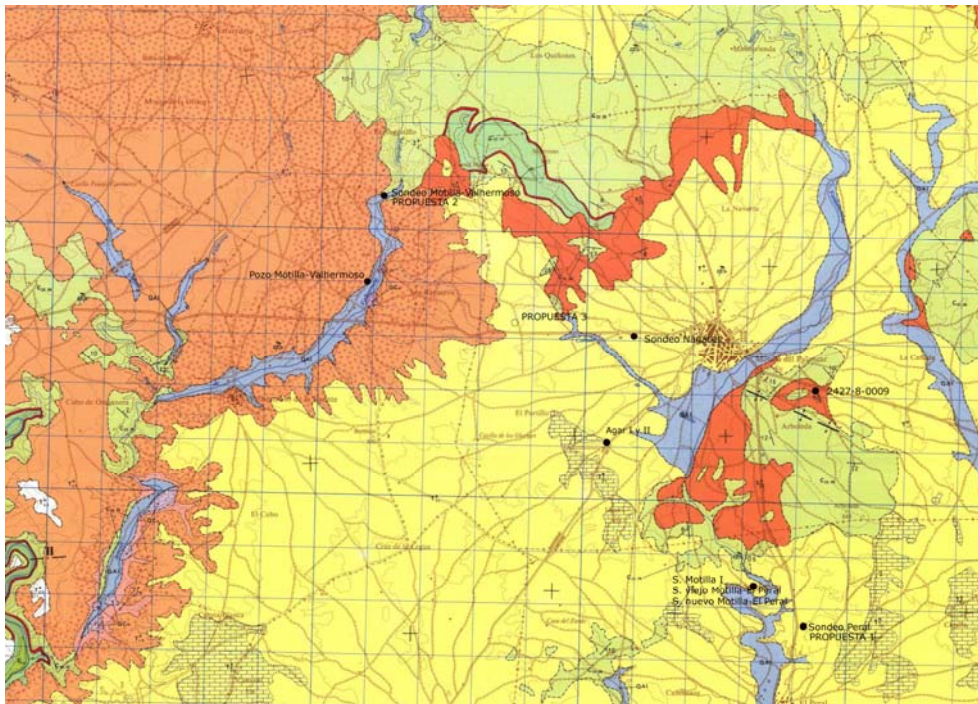


Figura 4 .- Situación de los puntos acuíferos. El sondeo MOTILLA-II corresponde a la propuesta 3.

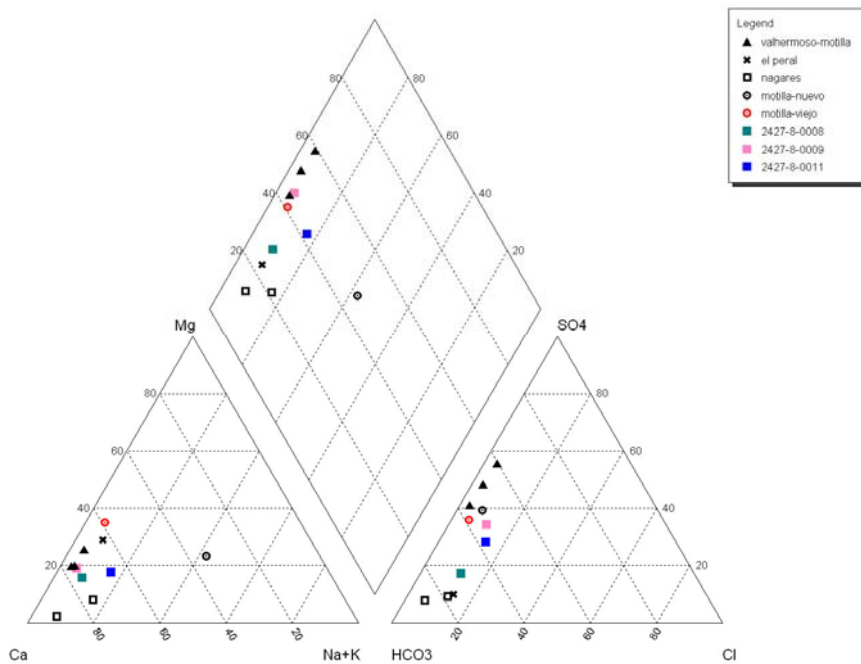


Figura 5. Diagrama de Piper-Hill-Langelier de las aguas del área de estudio.

Calizas jurásicas

No son aflorantes, alcanzándose en dos sondeos realizados en el paraje del Corral del Maestro, a una profundidad de 384-385 m (405-406 m s.n.m.), si bien el primer tramo, de 74 m, es una alternancia de calizas y margas que no constituye un acuífero, así la formación acuífera se encuentra a una profundidad próxima a 450 m (tabla 5).

Litológicamente corresponden a calizas grises, recristalizadas. El nivel piezométrico de este acuífero parece ser más bajo que el del acuífero cretácico suprayacente; así en el 2427-8-0010 se encontraban, en 1974, a 114,64 el jurásico y a 109,87 el cretácico. Es difícil conocer sus parámetros hidráulicos, ya que el único sondeo que parece explotar este acuífero, también explota el cretácico.

N° DE INVENTARIO	COTA (m s.n.m.)	PROF. (m)	PROF. NIVEL PIEZOMETRICO(m)/ COTA PIEZOMETRICA (m s.n.m.)	ESPESOR ACUIFERO (m)	USO	CAUDAL (L/s)
2427-8-0010 S.Viejo Motilla-El Peral	776	444	138 (638) (3/1991) 134(642)(4/2001)	182 (cretácico) 8 (jurásico)	AU	23-30

Tabla 5.- Captación que afecta a las formaciones jurásicas (y también a las cretácicas) (prof.-profundidad, AU-abastecimiento urbano).

La calidad química de sus aguas (que corresponde a una mezcla de cretácicas y jurásicas) muestra una facies bicarbonatada cálcica con un notable contenido en sulfatos (56-156 mg/L) y un contenido de nitratos entre 10-41 mg/L.

3.2.2. Sondeo MOTILLA II

La formación captada por el sondeo corresponde a materiales carbonatados del Cretácico superior que cuentan en el sondeo con una potencia de 206 m. De todo este tramo, sólo los últimos 58 m se han considerado productivos a efectos de su explotación, existiendo a la profundidad de 216 m un espesor de seis metros de margas que confinan los materiales situados por debajo. La base del sondeo está constituida por un nivel margoso-arcilloso verde, que aísla al acuífero de los materiales inferiores existentes.

La transmisividad deducida para el Sondeo MOTILLA-II es de 2100 m²/día. El acuífero explotado se considera confinado. A partir de los datos de niveles piezométricos disponibles, es factible que la dirección del flujo sea hacia el Sur.

3.3. Vulnerabilidad del acuífero

3.3.1. Inventario de focos de contaminación

El sondeo MOTILLA-II se encuentra junto a los depósitos de agua de la población, 3 km al oeste de ésta y distante 40 m de la carretera N- III. En el entorno de los depósitos se encuentran pequeñas parcelas de olivos y campos de cereal de secano así como fincas sin cultivar arboladas. Estos cultivos pueden suponer una contaminación agraria de tipo difuso por empleo de abonos orgánicos e inorgánicos, así como productos fitosanitarios. El punto de vertido de las aguas residuales de Motilla de Palancar se encuentra a 3,5 km aguas abajo del sondeo por lo que se considera despreciable su posible afección.

3.3.2. 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 ello se pueden usar distintos métodos, aunque uno de ellos es el índice DRASTIC. Este fue desarrollado para la Environmental Protection Agency (EPA), con el objeto de evaluar la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos. De uso muy difundido, tanto para la cualificación (evaluación cualitativa) como para la cartografía, se basa en la asignación de índices que van de 1 a 10, de acuerdo a las características y el comportamiento de las variables consideradas en el acrónimo DRASTIC: **D** (profundidad del agua), **R** (recarga neta), **A** (litología del acuífero), **S** (suelo) **T** (topografía) **I** (impacto en zona no saturada), **C** (conductividad hidráulica del acuífero).

Además de lo expresado, a cada variable se le asigna un peso o ponderación, de acuerdo a la influencia respecto a la vulnerabilidad. Para el peso ponderado se emplean índices entre 1 y 5, adoptando los autores el mayor (5) para la profundidad del agua (D) y la litología de la sección subsaturada (I) y el menor (1) para la topografía (T) (tabla 6).

La Ecuación utilizada para calcular el índice DRASTIC:

$$D_R D_W + R_R R_W + A_R A_W + S_R S_W + T_R T_W + I_R I_W + C_R C_W$$

Donde R = VALOR, W = ÍNDICE DE PONDERACIÓN.

Ambos índices se multiplican y luego se suman los 7 resultados, para obtener un valor final o índice de vulnerabilidad, cuyos extremos son 23 (mínima) y 230 (máxima).

Esto se aplica a celdas cuadradas de 400 x 400 m.

El rango posible de valores del índice DRASTIC está comprendido entre 23-226 siendo mas frecuentes valores entre 50-200. Los intervalos de vulnerabilidad o riesgo se definen en función de la aplicación. En el trabajo realizado se han establecido los siguientes grados:

- <100 Vulnerabilidad insignificante
- 101-119 Vulnerabilidad muy baja
- 120-139 Vulnerabilidad baja
- 140-159 Vulnerabilidad moderada
- 160-179 Vulnerabilidad alta
- 180-199 Vulnerabilidad muy alta
- >200 Vulnerabilidad extrema

Para el presente estudio se ha considerado acuífero productivo los últimos 58 m de sondeo, considerando que los 6 metros de margas sitos a 216 m de profundidad actúan como nivel confinante de las calizas infrayacentes. Así, se va a considerar acuífero de carácter confinado con espesor saturado de 58 m.

Los datos que se han empleado para la estimación del índice son los siguientes:

- La profundidad del nivel piezométrico se ha tomado la obtenida el día 12/6/06:

$$NP = 196.32 \text{ m ; cota piezométrica} = 683.7 \text{ m s.n.m. (D = 1)}$$

- Respecto a la recarga se ha tomado una infiltración por lluvia de $220 \text{ hm}^3/\text{año}$ para una superficie aflorante de 1245 km^2 (ITGE, 1992). La recarga resultante es de unos 177 mm ($R = 6$).
- Para la litología del acuífero se ha considerado un valor DRASTIC de $A = 9$ correspondiente calizas cretácicas carstificadas.
- Para el suelo se ha considerado el caso más desfavorable, el de suelo ausente $S=0$ en las celdas donde aflora el cretácico carbonatado. En las celdas donde aflora el terciario detrítico arcilloso se asume la presencia de un suelo de naturaleza arcilloso-limoso, con un valor DRASTIC de $S = 5$. En las zonas de aluvial, el índice toma valor de $S = 10$.
- El índice DRASTIC para la topografía da un valor de $T = 10$ para toda el área, significativo de unas pendientes de 0 a 2% .
- El valor adjudicado al parámetro I (impacto de la zona no saturada) oscila de $I = 3$ a $I = 10$, en función de los materiales encontrados por encima del nivel piezométrico. Este valor será menor cuando por encima de los materiales susceptibles de constituir acuífero se disponen materiales terciarios detríticos (arcillas principalmente, areniscas, conglomerados) junto con los materiales carbonatados cretácicos no saturados. El valor de 10 se adjudica cuando se encuentran aflorantes las calizas y calizas brechoides carstificadas del Cretácico.
- Para la conductividad hidráulica se ha utilizado la información proveniente del ensayo de bombeo. Este arrojaba una transmisividad de $2100 \text{ m}^2/\text{día}$. Considerando un espesor saturado de 58 m , se obtiene un conductividad hidráulica de 35 m/día y un parámetro DRASTIC de $C = 6$.

ÍNDICE DE PONDERACIÓN		
PARÁMETROS		DRASTIC
D	Profundidad del nivel piezométrico	5
R	Recarga neta	4
A	Naturaleza del acuífero	3
S	Tipo de suelo	2
T	Topografía. Pendientes	1
I	Impacto en la zona no saturada	5
C	Permeabilidad	3
D) RANGO PROFUNDIDAD (m)		VALOR
< 1.5		10
1.5-5		9
5-10		7
10-20		5
20-30		2
> 30		1

R) RANGO RECARGA (mm)	VALOR
0-50	1
50-100	3
100-180	6
180-255	8
> 255	9

Tabla 6.- Índices de ponderación y valores del índice DRASTIC.

A) DESCRIPCIÓN LITOLÓGÍA	RANGO	VALOR TÍPICO
Arcillas, margas, limos	1-3	2
Rocas ígneas y metamórficas	2-5	3
Rocas ígneas y metamórficas alteradas	3-5	4
Alternancia de areniscas, arcillas y calizas	5-9	6
Areniscas masivas	4-9	6
Calizas masivas	4-9	6
Arenas, gravas y conglomerados	4-9	8
Basalto	2-10	9
Calizas carstificadas	9-10	10
S) NATURALEZA DEL SUELO	VALOR	
Arcilla no expansiva y desagregada	1	
Suelo orgánico	2	
Marga arcillosa	3	
Marga limosa	4	
Marga	5	
Marga arenosa	6	
Arcilla expansiva y/o agregada	7	
Turba	8	
Arena	9	
Grava	10	
Delgado o ausente	10	

T) RANGO TOPOGRAFÍA (% de pendiente máxima)		
0-5	10	
2-6	9	
6-12	5	
12-18	3	
> 18	1	
I) DESCRIPCIÓN LITOLÓGÍA ZNS	RANGO	VALOR TÍPICO
Arcilla, limo	1-2	1
Esquistos, pizarras	2-5	3
Calizas	2-7	6
Areniscas	4-8	6
Alternancia de calizas, areniscas y arcillas	4-8	6
Arenas y gravas con contenido en arcilla	4-8	6
Rocas metamórficas e ígneas	2-8	4
Arenas y gravas	6-9	8
Volcánicas	2-10	9
Calizas carstificadas	8-10	10
C) RANGO CONDUCTIVIDAD (m / día)	VALOR	
< 4	1	
4-12	2	
12-28	4	
28-40	6	
40-80	8	
> 80	10	

Como se desprende de la figura 6, la **vulnerabilidad es muy baja** en toda la zona donde afloran los materiales terciarios (arcillosos fundamentalmente) lo que supone una protección natural del acuífero a una potencial contaminación. Se obtiene una **vulnerabilidad baja** en la zona del aluvial, donde no existe formación acuífera local,, ya que esta franja esta desprovista de suelo protector. Se obtiene una **vulnerabilidad moderada** en las zonas donde afloran las dolomías masivas cretácicas juntamente con los detríticos terciarios y se considera **vulnerabilidad alta** en la zona noroeste, posible zona de recarga del acuífero que drena el sondeo, donde afloran las calizas y calizas brechoides cretácicas con buen desarrollo de la karstificación.

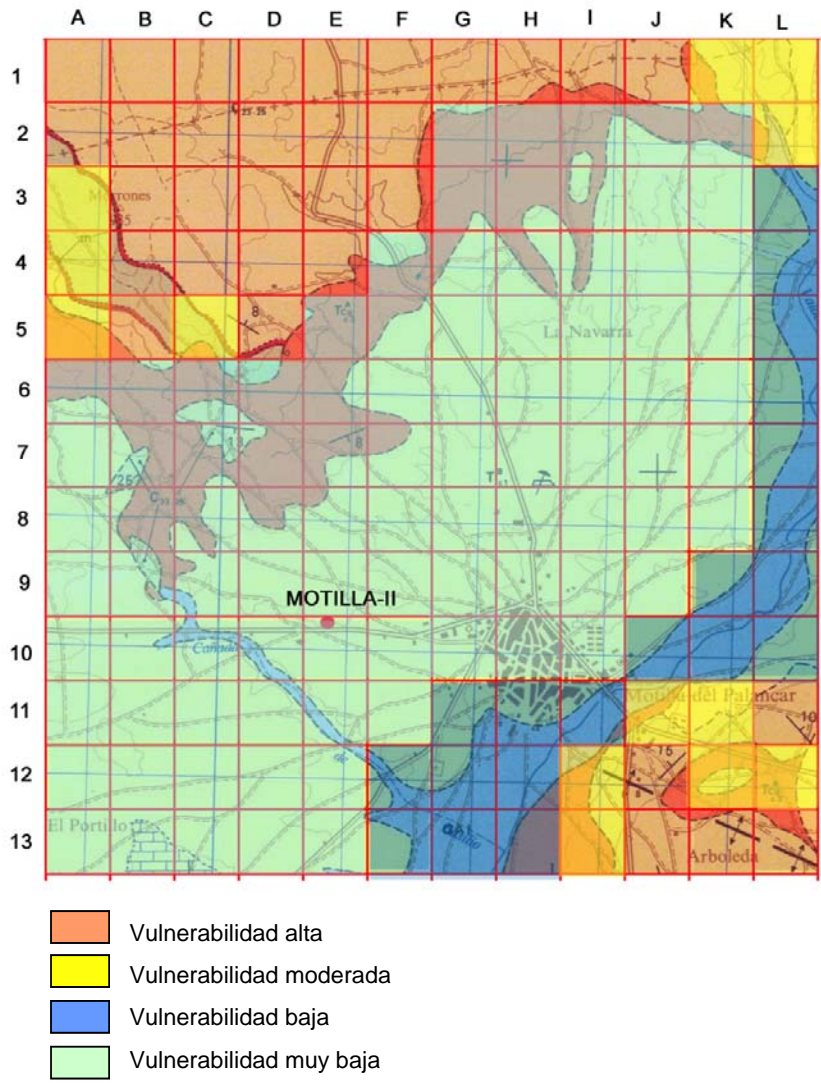


Figura 6. Mapa de estimación de la vulnerabilidad mediante el método DRASTIC.

3.4. Perímetro de protección de las captaciones

Habitualmente es recomendable para el diseño de un perímetro de protección de captaciones para abastecimiento urbano la definición de tres zonas de protección:

- 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.

3.4.1. Perímetro de protección de MOTILLA-II

El sondeo MOTILLA-II capta un tramo de 58 m del acuífero carbonatado cretácico, limitado tanto a techo como a muro por materiales arcilloso-margosos que suponen una protección natural del acuífero.

Para la definición de **zona de restricciones absolutas** se propone aplicar un área fija que contemple el vallado y protección del área que encierre al sondeo MOTILLA-II, situado junto a los dos depósitos de agua de la población. Se propone englobar el sondeo junto a dichos depósitos mediante un vallado de 40m x 35m, tal y como se muestra en la figura 4. La captación debe estar adecuadamente protegida de efectos exteriores mediante el cierre de la cabeza de la tubería del sondeo y un suave cono con una inclinación para la circulación de agua, con un diámetro de unos 2 m (figura 7, tabla 7).

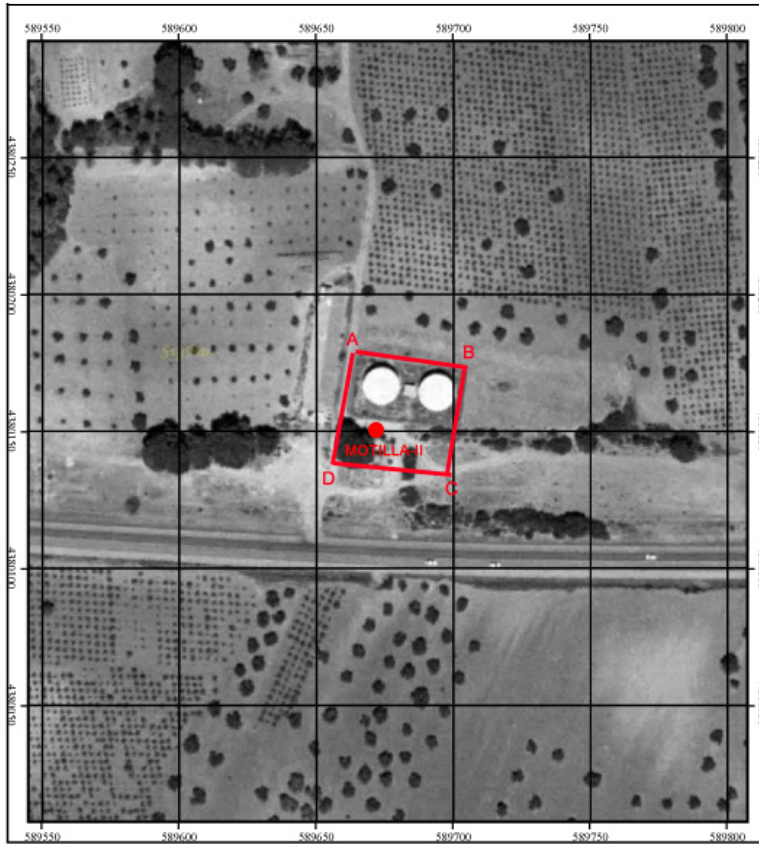


Figura 7. Mapa de la propuesta del perímetro de zona inmediata.

Para determinar **la zona de protección próxima o de restricciones máximas se puede establecer como método el de radio en función del tiempo de tránsito** (IGME, 1991):

La ecuación volumétrica es la siguiente:

$$Qt = m * H \pi R^2$$

$H \pi R^2 =$ Volumen total del cilindro

$m * H \pi R^2 =$ Volumen de agua contenido

Siendo:

Q = caudal bombeado
 I = tiempo de tránsito hasta la captación
 m = porosidad eficaz del acuífero
 H = espesor saturado en la captación
 R =radio del perímetro de protección

Si consideramos un caudal bombeado de 40 L/s, un tiempo de tránsito de 50 días, el coeficiente de almacenamiento del acuífero cautivo carbonatado de 0,0005 y el espesor saturado igual a 58 m, se obtiene un radio de protección máxima de 1380 m. Basándonos en criterios hidrogeológicos y teniendo en cuenta la cartografía de vulnerabilidad elaborada mediante el método DRASTIC, se observa que la zona de protecciones máximas obtenida mediante el método del radio se ubica en una zona en la que la protección natural del acuífero es alta y por tanto, la vulnerabilidad a la contaminación bacteriológica para un tiempo de 50 días, es muy baja. Se considera que el espesor de 70-75 m de los materiales terciarios detríticos fundamentalmente arcillosos ofrece una protección del acuífero suficiente y se desestima la propuesta de zona de protecciones máximas.

Para el establecimiento de la **zona alejada o de restricciones moderadas se han empleado criterios hidrogeológicos y el método del radio en función del tiempo de tránsito** (IGME, 1991). Aplicando dicho método para un tiempo de 4 años se obtiene un radio de 7 km aproximadamente. Teniendo en cuenta que la dirección de flujo en la zona es hacia el sur, se protegerán aquellas zonas dentro de dicho radio y situadas al norte del sondeo, en las que afloran los materiales carbonatados cretácicos, que presentan vulnerabilidad alta ante una potencial contaminación (figura 8, tabla 7).

En la zona establecida como de protección moderada de la calidad estarán prohibidos los vertidos de aguas residuales urbanas en fosas sépticas y cauces públicos, vertederos y vertidos industriales. Los vertidos superficiales de aguas residuales urbanas sobre el terreno tendrán que estar sujetos a supervisión técnica. La ganadería

extensiva está permitida. La ganadería intensiva así como la agricultura estará sometida a un Código de buenas prácticas agrarias y ganaderas que aseguren el correcto uso de fertilizantes y herbicidas, vertidos de restos de animales, almacenamiento de estiércol, etc, de manera que la calidad del agua no se vea afectada. Así mismo, el permiso para asentamiento de cementerios, industrias, canteras o campings deberá estar sujeta a un informe técnico previo.

Las actividades a restringir en las distintas zonas del perímetro se recogen en la tabla 8.

Respecto al **establecimiento del perímetro de protección de la cantidad**, el sondeo se sitúa en una zona de campos de cereal y de olivos y, aunque no existen sondeos que interfieran en el bombeo de MOTILLA-II (los más próximos son los de AGAR I y II, a más de 2 km al sur del sondeo), es posible debido a la naturaleza agrícola del área que se perforen nuevos sondeos para riego. Así, se propone un perímetro de protección de la cantidad, de radio 4 km hacia el norte del sondeo MOTILLA-II y un km hacia el sur. Los sondeos que se perforen dentro de dicho perímetro de protección de la cantidad, no deben afectar al sondeo del Ayuntamiento, 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 al sondeo municipal (figura 9, tabla 7).

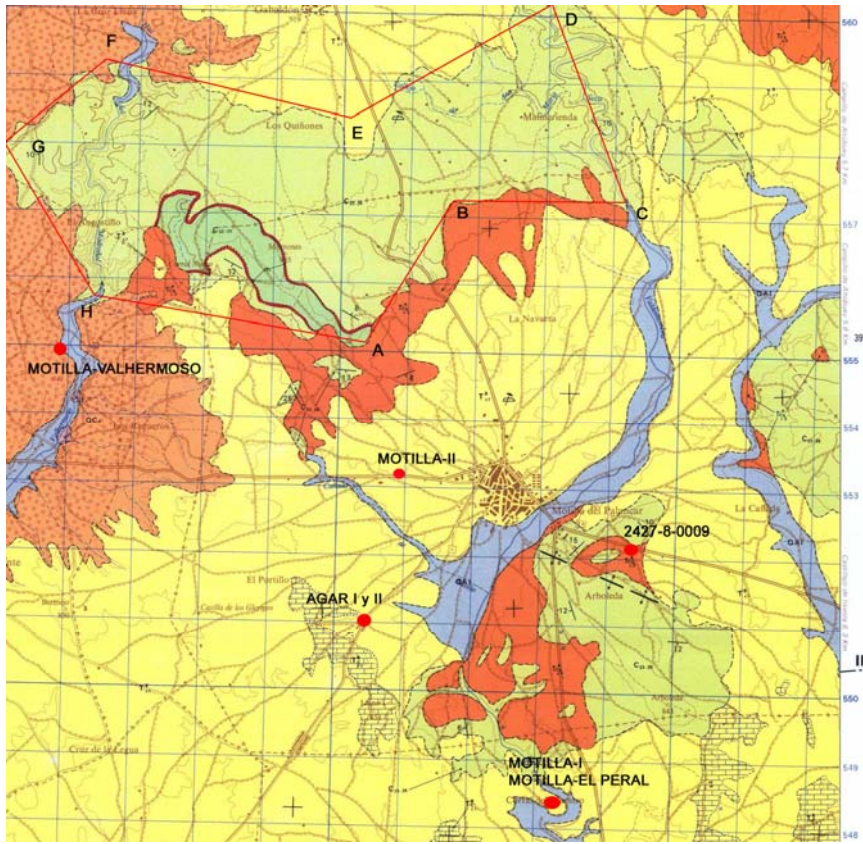


Figura 8.- Perímetro de protección de calidad propuesto para restricciones moderadas.

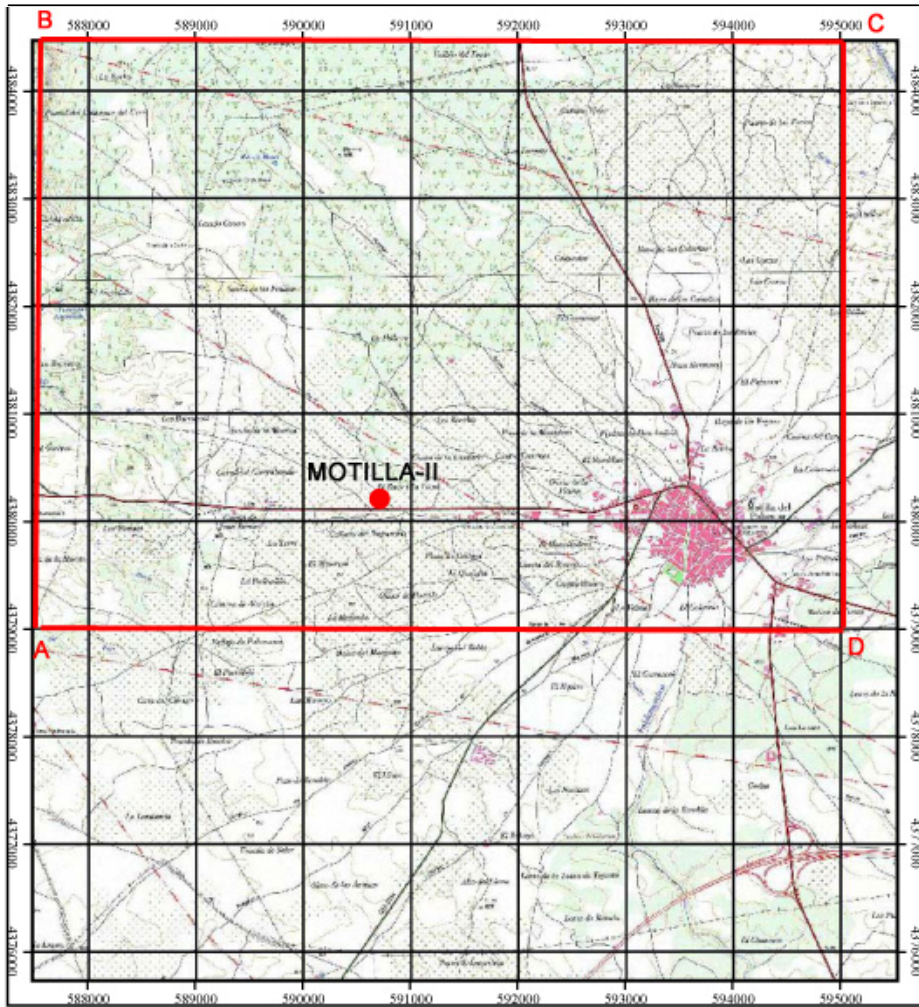


Figura 9. Perímetro de protección de la cantidad.

Con formato: Fuente: Cursiva

Tabla 7. Poligonal envolvente del perímetro de protección de la cantidad y de la calidad propuesto.

	Nº PUNTO	COORDENADAS UTM (X)	COORDENADAS UTM (Y)	Z (m s.n.m.)
ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS	A	589666	4380178	850
	B	589705	4380173	850
	C	589701	4380137	850
	D	589663	4380144	850
ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS	A	589500	4381737	835
	B	592996	4383791	895
	C	595535	4383791	855
	D	594176	4387382	890
	E	591075	4385700	930
	F	587780	4386418	870
	G	586748	4385017	905
	H	587236	4386418	900
ZONA PROTECCIÓN DE LA CANTIDAD	A	587500	4379000	815
	B	587500	4384500	840
	C	595000	4384500	900
	D	595000	4379000	870

Madrid, julio de 2007

Los autores del informe

Fdo. Esther Alonso y Marc Martínez

	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	•		•			•	

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

Tabla 8. Definición de las actividades dentro del perímetro de protección restringidas o condicionadas.

4. BIBLIOGRAFÍA

IGME (1991): Guía metodológica para la elaboración de perímetros de protección de captaciones de aguas subterráneas.

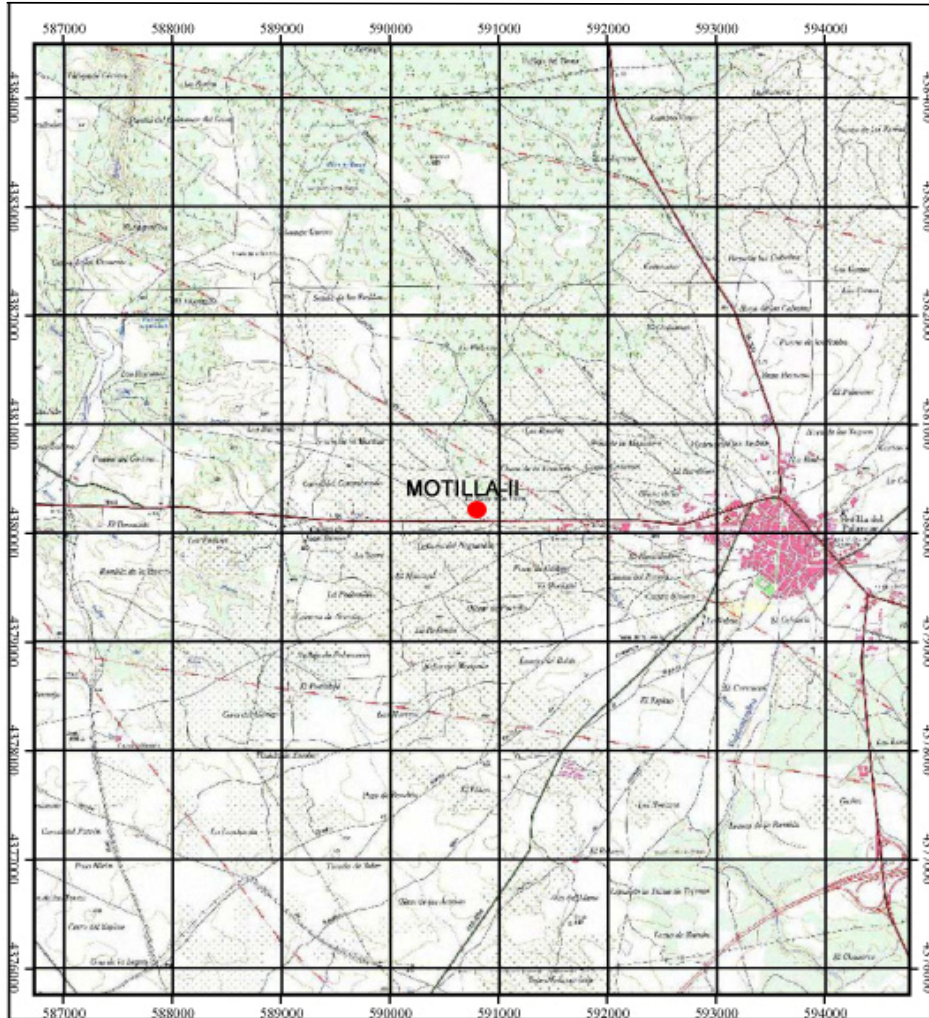
IGME-CHJ (1992): Propuesta de normas de explotación de Unidades Hidrogeológicas en el sistema hidráulico Alarcón-Contreras. 1991-1992.

ITGE (1984): Trabajos geoeléctricos de apoyo a investigaciones hidrogeológicas. Zona “Manchuela” (Cuenca y Albacete).

ANEXOS

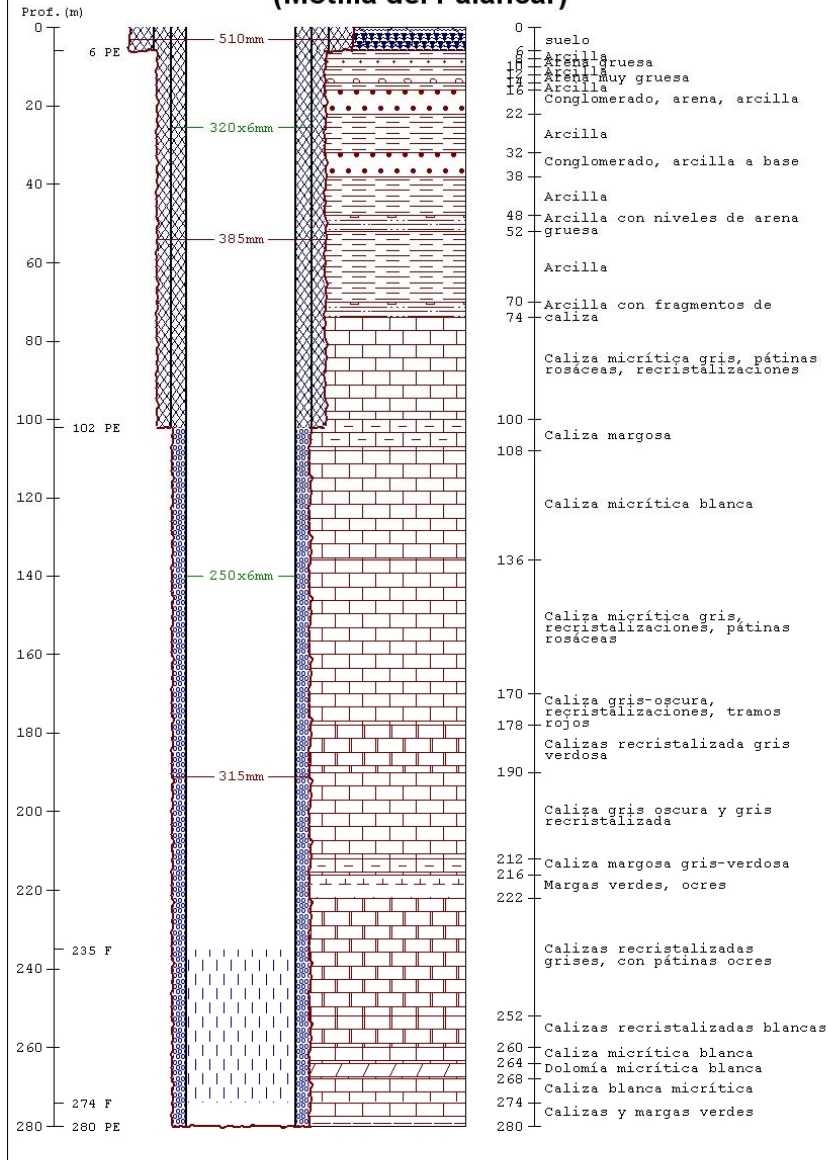
**MAPA DE SITUACIÓN
ESQUEMA DEL SONDEO
ENSAYO DE BOMBEO**

MAPA DE SITUACIÓN



CROQUIS DE POZO

(Motilla del Palancar)



EDASU, S.L.
 AVDA. ALCOIANES, 7
 POL.IND.EL CASCAJAL
 28320 PINTO
 (MADRID)

FECHA: 14 de Junio de 2006

Sondeo: EL DEPOSITO MOTILLA	Municipio: MOTILLA DEL PALANCAR	Provincia : CUENCA
-----------------------------	---------------------------------	--------------------

Comienzo: 12-06-06	Hora: 12:40	NE: 196'32	Terminación: 13-06-06	Hora: 12:40	ND: 197'50
--------------------	-------------	------------	-----------------------	-------------	------------

Grupo Generador	Grupo Motobomba	Perforación m
Marca: Mecc-Alto	Marca: GRUNDFOS	250Ø
KVA: 250	Tensión: 760	Profundidad rejilla: 240 m.
Motor: Fiat-Aifo	Tipo: SP 77-22	Q.medidad con: TUBO PITOT
Potencia: 400CV	Potencia : 125 CV	Niveles Medidos con: SONDA
		Ø Tubería 100 mm

RECUPERACION

TIEMPO MINUTOS	RECUPERACIÓN METROS	TIEMPO MINUTOS	RECUPERACIÓN METROS	TIEMPO MINUTOS	RECUPERACIÓN METROS
½		6	196'32	20	196'32
1	196'40	7	196'32	25	196'32
2	196'35	8	196'32	30	196'32
3	196'32	9	196'32	40	196'32
4	196'32	10	196'32	50	196'32
5	196'32	15	196'32	60	196'32

Observaciones:

1° ESCALON

HORA	Q l/s	N.D. m.	
0m	NE	196'32	NE
5m	10	196'40	SUCIA
10m	10	196'47	SUCIA
15m	10	196'50	COLOR
20m	10	196'52	COLOR
25m	10	196'52	COLOR
30m	10	196'52	COLOR
45m	10	196'52	CLARA
60m	10	196'52	CLARA
1'5h	10	196'52	CLARA
2h	10	196'52	CLARA
2'5h	10	196'52	CLARA
3h	10	196'52	CLARA
3'5h	10	196'52	CLARA
4h	10	196'52	CLARA
5h	17	196'94	CLARA
6h	17	196'94	CLARA
7h	17	196'94	CLARA
8h	22	197'21	CLARA
9h	22	197'21	CLARA
10h	22	197'21	CLARA
11h	28	197'50	CLARA
12h	28	197'50	CLARA
13h	28	197'50	CLARA
14h	28	197'50	CLARA
15h	28	197'50	CLARA
16h	28	197'50	CLARA
17h	28	197'50	CLARA
18h	28	197'50	CLARA
19h	28	197'50	CLARA
20h	28	197'50	CLARA
21h	28	197'50	CLARA
22h	28	197'50	CLARA
23h	28	197'50	CLARA
24h		RECUPERACION	