

**PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN
DE LA CAPTACIÓN PARA ABASTECIMIENTO DE
VILLAR DE CAÑAS (CUENCA)**

Febrero 2013

ÍNDICE

1. Introducción

1.1 Ubicación

1.2 Situación actual de abastecimiento

2. Estudios previos

2.1. Marco geológico: estratigrafía y estructura

2.1.1 Estratigrafía

2.1.2 Estructura

2.2 Marco hidrogeológico regional

3. Propuesta de perímetro de protección

3.1. Inventario de potenciales focos de contaminación

3.2 Estimación de la vulnerabilidad

3.3. Perímetro de protección de las captaciones

3.3.1 Perímetro de restricciones absolutas

3.3.2 Perímetro de restricciones máximas

3.3.3 Perímetro de restricciones moderadas

3.3.4 Perímetro de protección de la cantidad

4. Bibliografía

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del convenio 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 establece el perímetro de protección de las captaciones de Villar de Cañas, cuyas características se muestran a continuación.

1.1 Ubicación

El municipio de Villar de Cañas está situado, unos 820 m s.n.m., en la comarca de la Mancha Alta, en la provincia de Cuenca. Tiene un área de 70,60 km² con una población de 461 habitantes (INE 2008) y una densidad de 6,53 hab/km².

Limita al norte con el término municipal de Zafra de Záncara y Montalbo, al este con los de Villares del Saz, al oeste con los de Villarejo de Fuentes, y al sur con el de Alconchel de la Estrella y Montalbanejo.

Hidrográficamente la zona de estudio se sitúa en la Cuenca hidrográfica del Guadiana.



Figura 1. Mapa de ubicación de la localidad de Villar de Cañas.

1.2 Situación actual del abastecimiento

La situación del sondeo de abastecimiento a Villar de Cañas es el indicado a continuación.

CAPTACIÓN	UTM X	UTM Y	Z (m s. n. m.)	C ($\mu\text{s/cm}$)
Sondeo de abastecimiento	540933	4407486	910	626

Tabla 1. Coordenadas de la actual captación de abastecimiento de Villar de Cañas.

2. ESTUDIOS PREVIOS

2.1. Marco geológico: estratigrafía y estructura

Geográficamente la Sierra de Altomira corresponde a las estribaciones más occidentales de la Cordillera Ibérica y las estribaciones septentrionales de la llanura Manchega.

Situada al sur del río Záncara, los materiales que afloran en la zona de estudio son fundamentalmente mesozoicos: cretácicos y jurásicos, y también terciarios. Los materiales mesozoicos están representados por una serie predominantemente calcárea y los materiales terciarios fundamentalmente detríticos que recubren parcialmente a los anteriores.

2.1.1 Estratigrafía

Los materiales son los correspondientes a los definidos en la Hoja 661 del MAGNA. La distribución espacial de los materiales se muestra en el mapa geológico de la zona. Figura 3.

JURÁSICO

-Lías (Pliensbachiense-Hetangiense) Carniolas, calizas y dolomías. Engloba tres formaciones:

Formación Carniolas de Cortes de Tajuña, constituida por dolomías oscuras muy recrystalizadas y carniolas, presentando mala estratificación. Se les supone un espesor de 50-100 m.

Formación Calizas y dolomías tableadas de Cuevas Labradas, bien estratificadas, presentando bancos masivos de espesor métrico. Su potencia está comprendida entre 50-100 m.

Formación Calizas y dolomías de Cuevas Labradas, constituidas por dolomías brechoides y carniólicas muy recrystalizadas y dolomías y calizas laminadas y masivas entre las que pueden aparecer niveles decimétricos de margas verdosas. La potencia oscila entre 50 y 60 m. pudiendo alcanzar los 100 m.

-Dogger-Lías superior Calizas micríticas y bioclásticas.

En concordancia con la serie anterior, sobre el "hard ground" que marca el techo de la formación Cuevas Labradas, se dispone una formación de calizas de grises a beige, a veces recrystalizadas, el espesor de esta unidad es de poco más de los 25 m.

A continuación aparece una serie de calizas micríticas grises, bien estratificadas, diferenciándose en la parte superior un tramo de dolomías cristalinas de color beige y amarillentas. La potencia total es del orden de los 80 m.

-Dogger Dolomías macrocristalinas. Este conjunto carbonatado de unos 20 m. de espesor está constituido por dolomías de grano grueso, estratificadas en capas y bancos de mediano espesor.

CRETÁCICO

-Cretácico inferior Alternancia de margas y calizas. Brechas calcáreas. Arenas de Utrillas.

El Cretácico inferior se encuentra representado por materiales calco-margosos y brechoides en Facies Weald y por los depósitos arenosos de la Formación Arenas de Utrillas.

El tramo inferior de la Facies Weald está constituido por una alternancia de lutitas y margas versicolores y calizas micríticas nodulizadas. La potencia es de unos 30 m.

El tramo superior está formado por brechas calcáreas, a veces muy cementadas y otras recristalizadas con un espesor entre los 20 y 40 m.

Sobre el tramo anterior se dispone la Formación Arenas de Utrillas, litológicamente constituida por arenas y areniscas de grano fino, rojas, amarillentas y blancas, arcillas versicolores y esporádicamente cantos cuarcíticos subredondeados de pequeño tamaño. El espesor es variado, el máximo reconocido en la zona es de unos 40 m.

-Cretácico superior Turoniense-Cenomaniense Dolomías y margas.

Constituidas por las tres formaciones siguientes:

Formación Dolomías tableadas de Villa de Ves. Corresponde a una sucesión de dolomías estratificadas que presentan niveles margosos intercalados. Su potencia es de unos 50 m.

Formación Margas de Casa Medina. Formada por margas grises bioturbadas. La potencia es de 7 a 12 m.

Formación Dolomías de la Ciudad Encantada. Constituida por dolomías masivas, cristalinas, estratificadas en gruesos bancos.

- Coniaciense Margas.

Sobre las dolomías de la unidad anterior se disponen del orden de 10 a 20 m. de margas grises, ocre y verdes, entre las que se intercalan algunos nódulos calcáreos y niveles calco-dolomíticos.

-Campaniense-Santoniense Calizas, brechas, dolomías y margas.

Este conjunto de materiales calcáreos se dispone mediante un contacto brusco y rápido sobre las margas de la unidad anterior y suele presentar una gran variedad litológica.

En la zona se presenta bajo el mismo aspecto de brechas calcáreas y dolomíticas con un grado variable de recristalización, aunque también se han diferenciado dos subunidades en las que el tramo basal se caracteriza por la presencia de dolomías y calizas dolomíticas tableadas, con planos de estratificación a veces difusos y generalmente presentando una cierta brechificación, y un tramo superior constituido por dolomías, brechas y margas que se caracterizan por presentar un aspecto masivo y brechoide.

-Cretácico de transición Margas, arcillas y yesos.

El Cretácico de transición está constituido por la Formación Margas, arcillas y yesos de Villalba de la Sierra, constituida por una sucesión de margas abigarradas grises y verdes; yesos masivos, alabastrinos y nodulares con intercalaciones margosas; margas verdosas; areniscas blanquecinas de grano fino; arcillas rojizas y margas yesíferas; acabando con yesos masivos grisáceos con niveles de margas yesíferas. La potencia es muy variable pudiendo alcanzar los 250 m.

TERCIARIO

- Paleógeno-Neógeno Limos, arenas y gravas con yesos, margas y calizas.

Parte de la zona está ocupada por sedimentos terciarios que se reparten entre el Paleogeno inferior y el Mioceno superior.

Las unidades cartografiadas, generalmente son heterolíticas, con mayor profusión de materiales limo arenosos y yesíferos, siendo de orden secundario los materiales de naturaleza conglomerática y los de naturaleza calcárea.

CUATERNARIO

Formado por coluviones, aluviales, terrazas y depósitos lacustres, están constituidos por gravas, arenas y escasos limos.

2.1.2. Estructura

Todo el área de estudio se encuentra influenciada por la tectónica que afecta a la Sierra de Altomira; presenta pliegues alargados orientados en dirección N-S, con suaves inflexiones y buzamiento generalmente inferior a los 35°, que pueden estar verticalizados en los flancos. Los depósitos terciarios se disponen discordantes sobre los materiales mesozoicos, más o menos subhorizontales o con ligeros buzamientos, como se aprecia en la Figura 2.

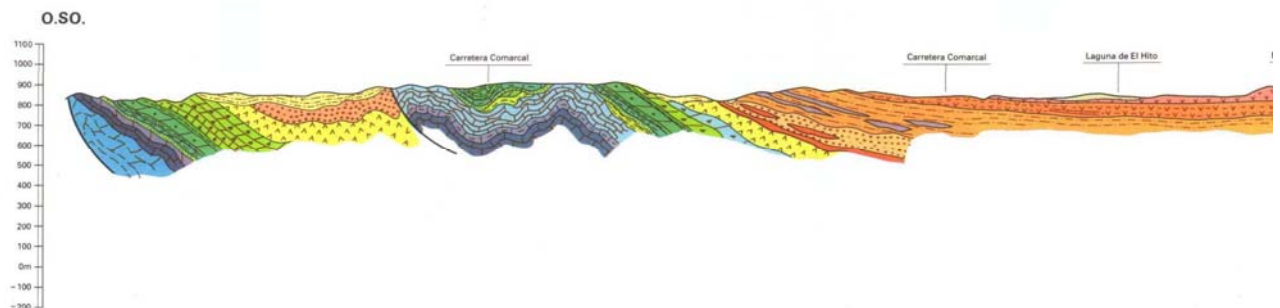


Figura 2. Corte geológico esquemático de los materiales próximos a Villar de Cañas.

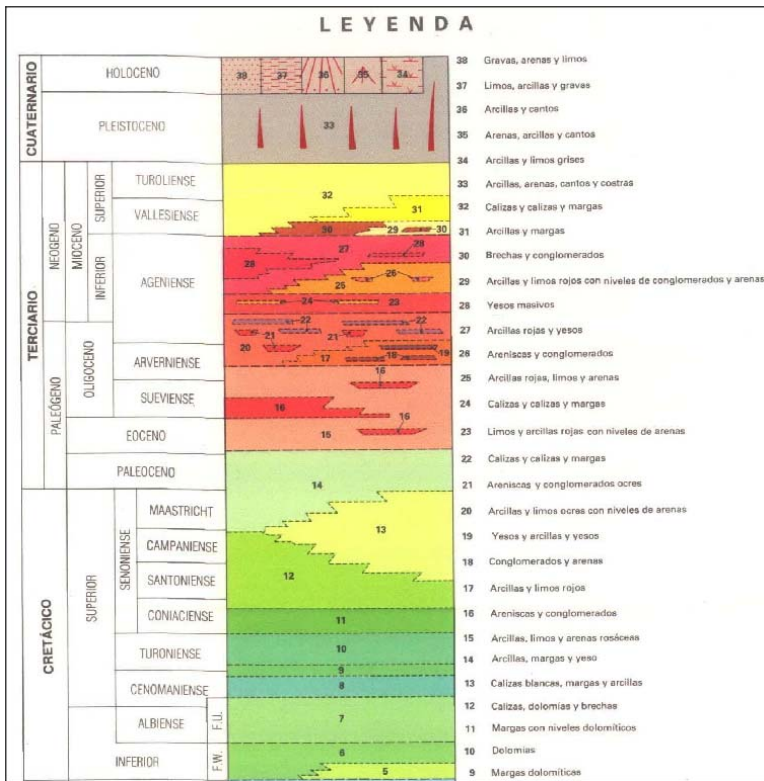
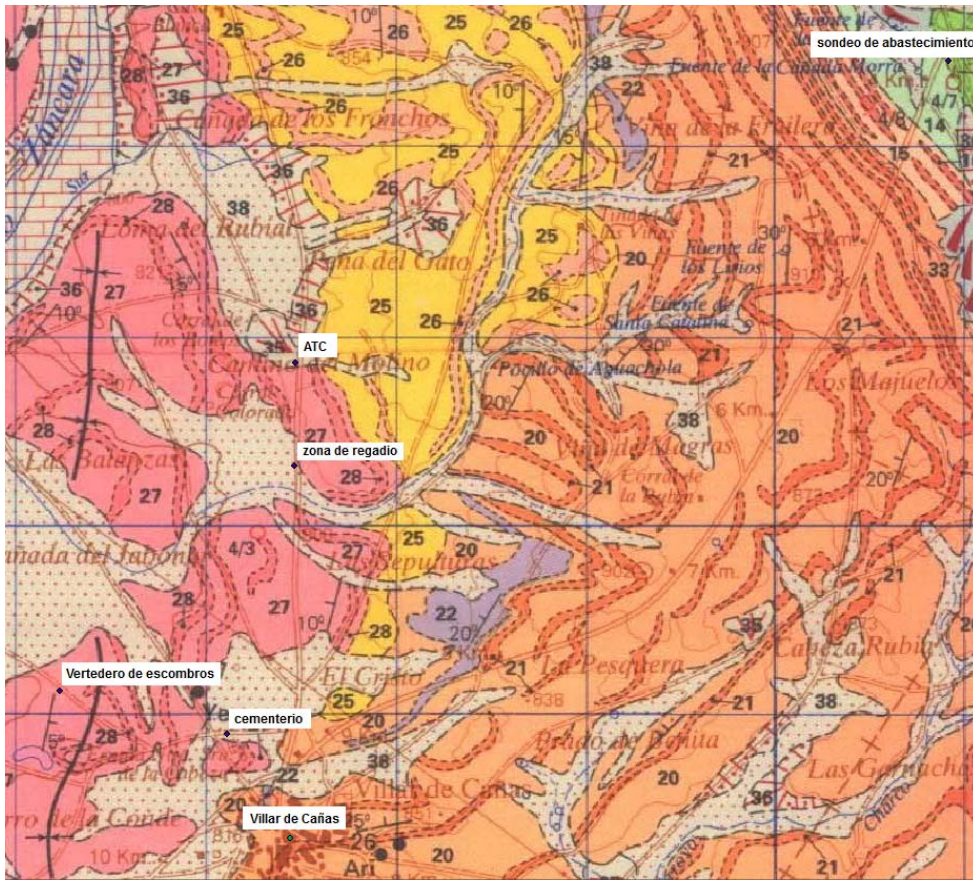


Figura 3. Mapa geológico de la zona de estudio y posibles focos contaminantes.

2.2 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 4. Villar de Cañas está situada en la demarcación hidrográfica del Guadiana, más exactamente en la Cuenca Alta del Guadiana y en la posición más oriental de la MASb 041.001 (Sierra de Altomira). Según la división del territorio en unidades hidrogeológicas (UH), se encontraba fuera de ninguna UH, situándose entre la UH 04.01 Sierra de Altomira y la UH 08.17 Serranía de Cuenca.

La MASb Sierra de Altomira (041.001) está considerada como un acuífero complejo, el cual funciona en régimen libre o de semiconfinamiento en profundidad, cuyo acuífero principal está constituido por los materiales jurásicos. El límite oriental está definido por la divisoria hidrográfica de las cuencas del Guadiana y Júcar por una parte, el contacto con la MASb (041.002) La Obispalía al NE y el contacto con la vecina MASb (041.005) Rus-Valdelobos al SE. En su parte occidental limita con las MASb (041.003) Lillo-Quintanar y (041.004) Consuegra-Villacañas y en su parte más meridional limita con la MASb (041.006) Mancha Occidental II, en contacto con los materiales terciarios de la fosa manchega y con la MASb (041.005) Rus-Valdelobos.

Los acuíferos están formados por una serie de calizas y dolomías jurásico-cretácicas que se apoyan sobre una base impermeable de arcillas, margas y yesos triásicos y que pueden alcanzar una potencia de hasta 1.100 m en el sector oriental de la cuenca.

Sobre ellas se sitúa una serie margo-yesífera del tránsito cretácico-terciario y una sucesión de depósitos de origen continental, detríticos a evaporíticos, de edades paleógenas y miocenas y potencias superiores a los 300 m, coronada por afloramientos dispersos de calizas de reducido espesor (IGME, 1983).

La estructura tiene una gran importancia en el funcionamiento hidrogeológico. Así, los niveles margosos que favorecen el despegue de las distintas escamas y cabalgamientos funcionan como impermeables de base que individualizarán acuíferos. Los pliegues anticlinales y sinclinales funcionarán de divisoria de flujo subterráneo, así como las fallas

que individualizan bloques y definen las depresiones terciarias. Se consideraba que el funcionamiento de los acuíferos podía ser libre o semiconfinado, según las zonas.

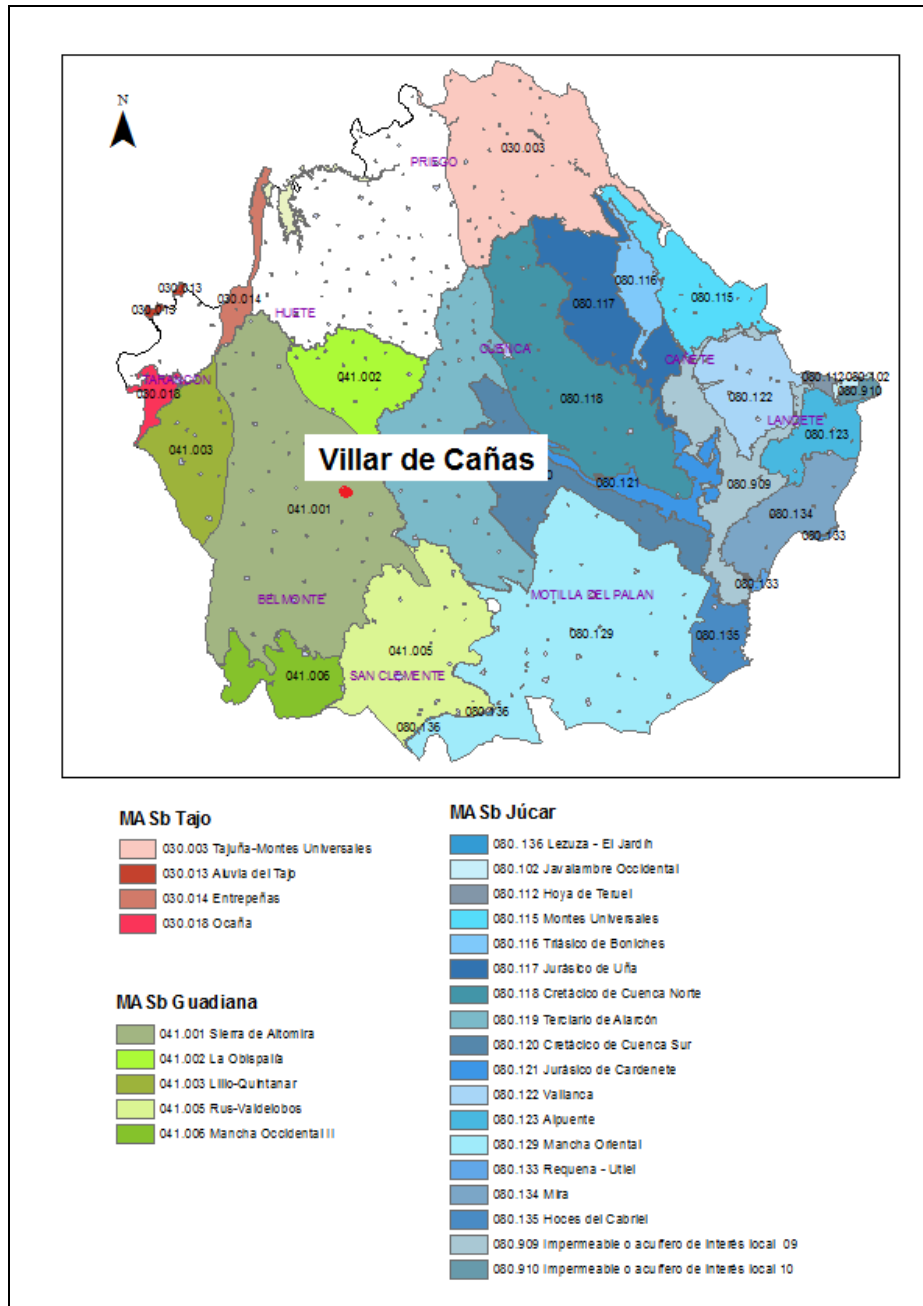


Figura 4. Masas de Agua Subterránea de la provincia de Cuenca.

Sin embargo, esta es una simplificación que no refleja la realidad, en cuanto existen más acuíferos explotables. Así específicamente se pueden considerar las siguientes formaciones acuíferas, que de techo a base son:

-Acuíferos carbonatados jurásicos: aunque se tiende a considerar un único acuífero, se han identificado en los sondeos de investigación hidrogeológica, diferentes horizontes acuíferos, algunos de interés más local y con calidades químicas distintas.

-Acuíferos detríticos cretácicos: las Facies Weald y Utrillas, de escaso espesor y poco afloramiento, sí suponen acuíferos de interés local.

-Acuíferos carbonatados cretácicos: todo el conjunto, que corresponde a la alternancia de calizas y margas del Cenomaniense hasta los depósitos calcodolomíticos turonienses. Al estar más próximo a la superficie, es el acuífero más intensamente explotado.

-Acuífero calco-yesífero del tránsito cretácico-terciario: aunque su utilización está condicionada por la mala calidad del agua, muy mineralizada, potencialmente supone un gran recurso muy poco explotado.

-Acuíferos detríticos terciarios: típico acuífero multicapa, con horizontes arenosos y conglomeráticos alternantes con arcillas, y con cambios laterales de facies hacia litologías más evaporíticas, constituye otro acuífero poco conocido y de gran potencial.

-Acuíferos carbonatados terciarios: constituyen pequeños acuíferos que hacia el S presentan mayores extensiones pero poco espesor que aparecen, también próximas a la superficie, sobretudo hacia el S del sistema acuífero, siendo muy vulnerables a las afecciones, tanto de explotación como de calidad de las aguas.

Según IGME (1989) existen dos direcciones principales, hacia el río Cigüela y hacia los ríos Saona, Záncara y Rus, esto es, en dirección SE.

Las facies hidroquímicas correspondiente a la formación acuífera cuaternaria correspondiente a los tres sondeos ejecutados en la Urbanización Casalonga son sulfatada cálcica. Según los análisis realizados en las muestras tomadas durante los aforos el contenido en sulfatos era alto (1170 a 1440 mg/L) el cual excede el límite máximo establecido de 250 mg/L en la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público (RD 1138/1990) al igual que con el magnesio. La conductividad tomada in situ es muy alta, entre 1930-2720 microS/cm.

Tal como se aprecia en la figura 5, la piezometría general de la MASb para el año 2008 presenta una flujo de las aguas subterráneas con un sentido NE-SW y otro NW-SE. Las isopiezas oscilan entre valores correspondientes a los 650 y 800 m s.n.m.

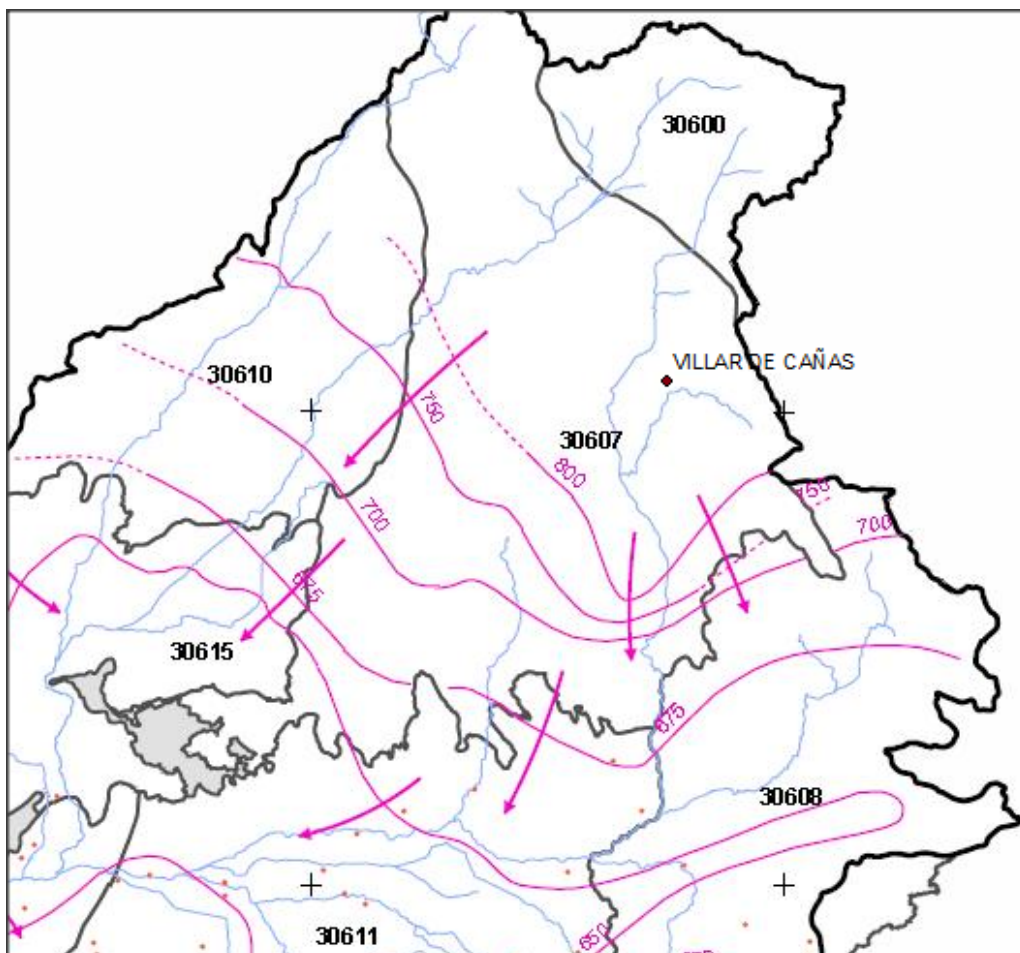


Figura 5. Piezometría mayo 2008. “Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas.MIMAR-IGME”

3. PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

3.1. Inventario de potenciales focos de contaminación

Tras la visita realizada por técnicos del IGME a Villar de Cañas el día 5 de febrero de 2013, y tal como nos indica la persona del ayuntamiento, no se aprecian focos potenciales de contaminación en las inmediaciones de la captación que pudiesen influenciar negativamente en la calidad del agua de las mismas. Estos focos, situados en la Figura 2 quedan reflejados en la siguiente tabla:

Foco contaminante	UTM_X	UTM_Y	Distancia captación (m)	Contaminación potencial
Vertedero inertes	536240	4404159	5.700	Variado
Cementerio	537123	4403934	5.200	Fosfatos
Campos de cultivo de secano	Areal			Nitratos, fosfatos y potasio

Tabla 2. Potenciales focos de contaminación en el entorno de Villar de Cañas.

El Almacén Temporal Centralizado (ATC) de residuos nucleares, gestionado por la empresa pública ENRESA, tal como indicó el técnico del ayuntamiento durante la visita, presenta una extensión total de unas 132 ha. con una forma irregular, alargada de este a oeste, con una longitud máxima de 2.050 m y una anchura máxima de 870 m. Se ubica en el pago de las Balanzas-Hontanillas, a unos 3,5 km del sondeo de abastecimiento en dirección SW. El ATC será considerado un foco potencialmente contaminante y como consecuencia objeto de análisis.

Tras la representación espacial de los principales focos de contaminación, en el entorno de la captación de Villar de Cañas, y la disposición de las líneas de flujo correspondientes a las aguas subterráneas, se puede indicar que quedan ubicadas aguas abajo del sondeo de abastecimiento.



Figura 6. Parte superior, de izda a dcha. Vertedero de inertes y cementerio municipal.

Parte inferior, de izda a dcha. Campo de regadío y posible ubicación del ATC.

3.2. Estimación de la vulnerabilidad

Como herramienta preventiva frente a la contaminación, tradicionalmente se ha venido trabajado en el desarrollo de metodologías tendentes a evaluar la posible vulnerabilidad de los acuíferos frente a las presiones externas.

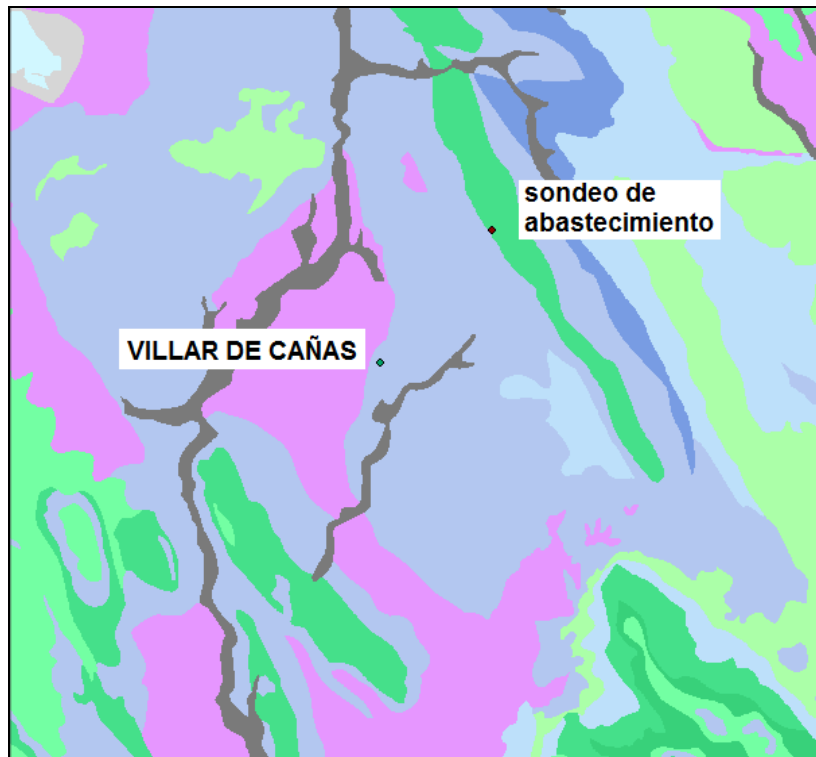
Como primera aproximación para caracterizar el medio se aporta el mapa de permeabilidad (Figura 7), indicando la caracterización de los materiales sobre los que se disponen los sondeos y los focos contaminantes.

En la MASb 041.001, Sierra de Altomira, el método utilizado para cartografiar la vulnerabilidad del acuífero ha sido el denominado como método COP, desarrollado por el Grupo de Hidrogeología de la Universidad de Málaga (GHUMA). Este trabajo forma parte de las actividades realizadas en el “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”, firmado por ambos organismos en septiembre de 2007.

El método COP, denominado por los términos ingleses de las 3 variables que representa. Estas son:

- ✓ **flow Concentration** (condiciones de infiltración)
- ✓ **Overlaying Layers** (características de la zona no saturada)
- ✓ **Precipitación** (relativo a la precipitación)

El factor C considera las condiciones de superficie que controlan los flujos de agua hacia zonas de infiltración rápida, donde la capacidad de atenuación de la contaminación es menor. El factor O tiene en cuenta la capacidad de protección o de filtro ante la contaminación que tienen las capas de la zona no saturada. El factor P tiene en cuenta la influencia de la precipitación para el transporte de los potenciales contaminantes hacia la zona saturada.



PERMEABILIDAD

LITOLOGÍAS		PERMEABILIDAD					
		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA	
CON AGUAS UTILIZABLES	FISURABLES ↓ SOLUBLES	CARBONATADAS	C-MA	C-A	C-M	C-B	C-MB
		DETRÍTICAS (Cuaternario)	Q-MA	Q-A	Q-M	Q-B	Q-MB
	POROSAS	DETRÍTICAS	D-MA	D-A	D-M	D-B	D-MB
		VOLCÁNICAS (Firoclásticas y lavas)	V-MA	V-A	V-M	V-B	V-MB
		META-DETRÍTICAS	M-MA	M-A	M-M	M-B	M-MB
	POROSAS POR METEORIZACIÓN	FISURABLES	IGNEAS	I-MA	I-A	I-M	I-B
EVAPORÍTICAS			E-MA	E-A	E-M	E-B	E-MB
CON AGUAS NO UTILIZABLES O DE MUY BAJA CALIDAD	SOLUBLES						

Figura 7. Mapa de permeabilidad de la zona de estudio. (IGME)

Los factores C y P son factores correctores del grado de protección del acuífero definido a partir del factor O. El factor C es un factor específico de medios kársticos con valores

comprendidos entre 0 y 1, es decir, la capacidad de protección del acuífero puede ser nula allí donde el factor C es igual a cero y puede no disminuir allí donde el factor C es igual a uno. El factor P varía entre 0,5 y 1.

El índice de vulnerabilidad COP se obtiene como resultado del producto de los tres factores anteriormente mencionados, siendo la expresión :

Índice COP=C.O.P

El rango de valores del índice de vulnerabilidad intrínseca varían entre 0 y 15. Los valores se agrupan en muy alta, alta, moderada, baja y muy baja siendo los intervalos COP, los siguientes, respectivamente: (0-0,5), (0,5-1), (1-2), (2-4),(4-15). Los valores próximos a 0 indican vulnerabilidad máxima y los próximos a 15 vulnerabilidad mínima del acuífero.

En la figura 8 se indican los principales focos de contaminación así como la vulnerabilidad de la zona de estudio.

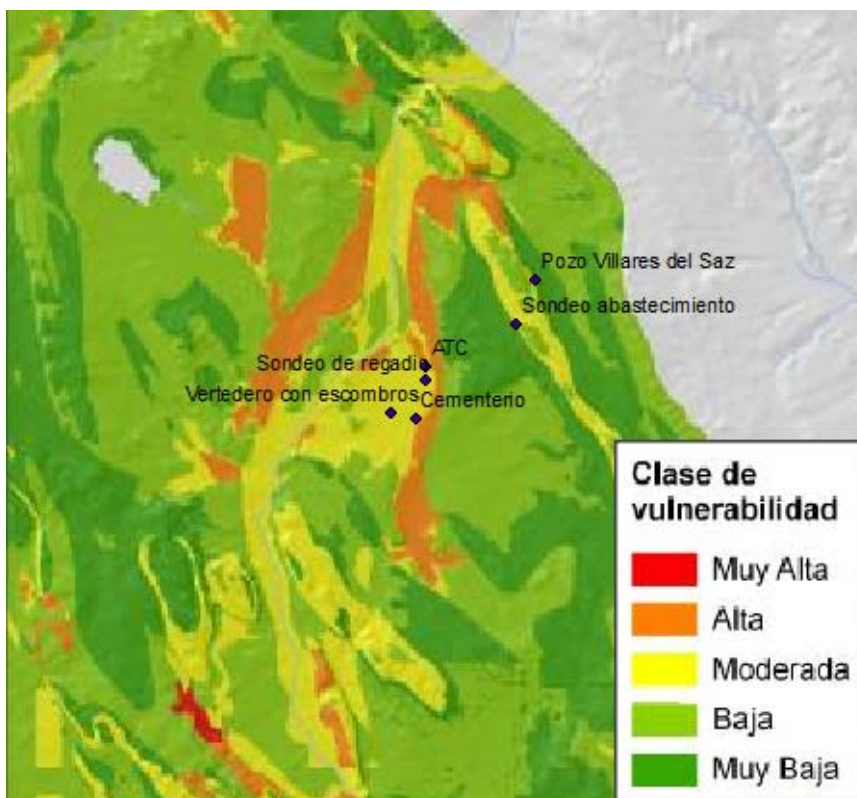


Figura 8. Cartografía de vulnerabilidad empleando el método COP

3.3 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 la captación utilizada para el abastecimiento de Villar de Cañas, 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**, 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: tiempo de tránsito 1 día o área fija de 100 m^2 . 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.

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.

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, 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.

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_0), 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).

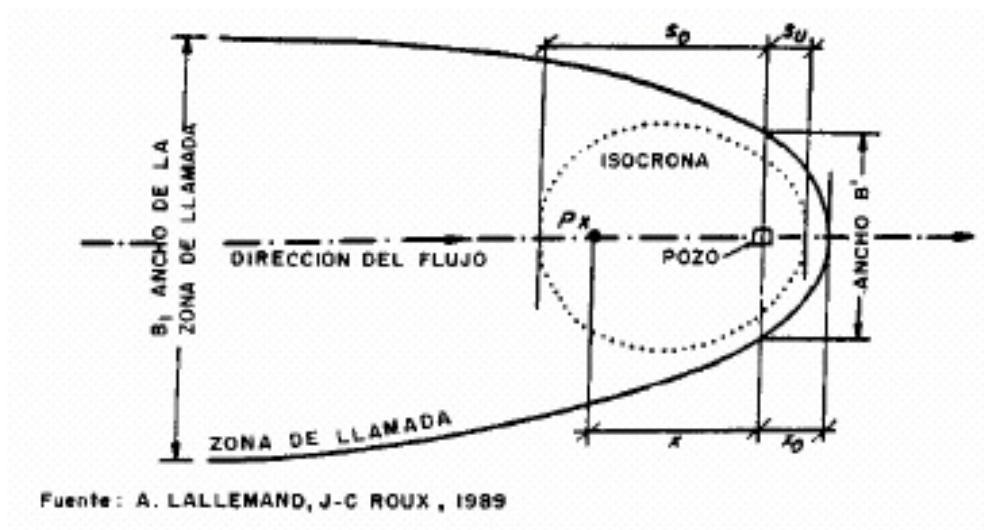


Figura 9. Método de Wyssling para el cálculo del tiempo de tránsito

Para el cálculo de las distintas zonas de protección del abastecimiento a Villar de Cañas se dispone de los parámetros e información correspondiente a los sondeos realizados en la urbanización Casalonga (Casalonga 1, Casalonga 2 y Casalonga 3) en Villar de Cañas; así como datos hidráulicos medios de origen bibliográfico acordes con la información litológica, cartográfica e hidrogeológica existente (columnas litológica del sondeos, ensayo de bombeos, reconocimientos de campo, etc). Como espesor del acuífero se ha tomado el espesor saturado encontrado en el sondeo (125 m).

	Prof (m)	NP (m s.n.m.)	Q (l/s)	T (m ² /día)
Casalonga 1	134	811,30	3	5
Casalonga 2	40	812,25	5	450
Casalonga 3	40	514,0	6,8	100

Tabla 3. Características de los sondeos realizados en la Urbanización Casalonga. Datos tomados de los correspondientes informes finales.

Para la determinación de la propuesta del perímetro de protección para la captación que actualmente abastece de agua a la localidad de Villar de Cañas se han considerado los siguientes parámetros:

Villar de Cañas	
Espesor saturado del acuífero (m)	125
Porosidad eficaz	0.001
Permeabilidad horizontal (m/día)	70
Permeabilidad horizontal (m/s)	$8.10 \cdot 10^{-4}$
Caudal de bombeo (l/s)	5
Caudal de bombeo (m ³ /s)	0.005
Gradiente hidráulico	0.004

Tabla 4. Parámetros utilizados para el cálculo del tiempo de tránsito según el método Wyssling.

3.3.1 Perímetro 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 s según el método Wyssling.

Villar de Cañas	
S0 (aguas arriba)	110
Su (aguas abajo)	21

Tabla 5. Valores del radio del perímetro de restricciones absolutas

Como se muestra en la fotografía (Figura 10), el sondeo ya cuenta con una caseta que proteja la captación y un perímetro vallado de aproximadamente 12 m de lado por lo que no sería necesario la construcción de otro nuevo. En esta zona se evitarán todas las actividades, excepto las relacionadas con el mantenimiento y explotación de la captación.



Figura 10. Captación de Villar de Cañas y perímetro de restricciones absolutas.

3.3.2 Perímetro de restricciones máximas

Para determinar **la zona de protección próxima** se considera como el espacio (sII) que tendría que recorrer una partícula para alcanzar la captación en más de un día y menos de 60 días. Queda delimitada entre la zona de protecciones absolutas y la isocrona de 60 días.

A continuación se incluyen los resultados obtenidos para sII.

Sondeo Villar de Cañas	
S0 (aguas arriba)	6515
Su (aguas abajo)	2085

Tabla 6. Valores del radio del perímetro de restricciones máximas.

Por criterios de seguridad y atendiendo a criterios hidrogeológicos, se delimitará como zona de restricciones máximas, una superficie cuadrangular con el eje mayor en la dirección principal del flujo subterráneo (de NW a SE) que se extenderá 1900 m aguas arriba de la captación y 800 m aguas abajo. Las coordenadas de dicho perímetro se encuentran en la Tabla 8. Dentro de este perímetro no queda englobado ninguno de los focos de contaminación inventariados excepto la posible contaminación areal derivada de posible aplicación de fertilizantes en los campos de cultivo.

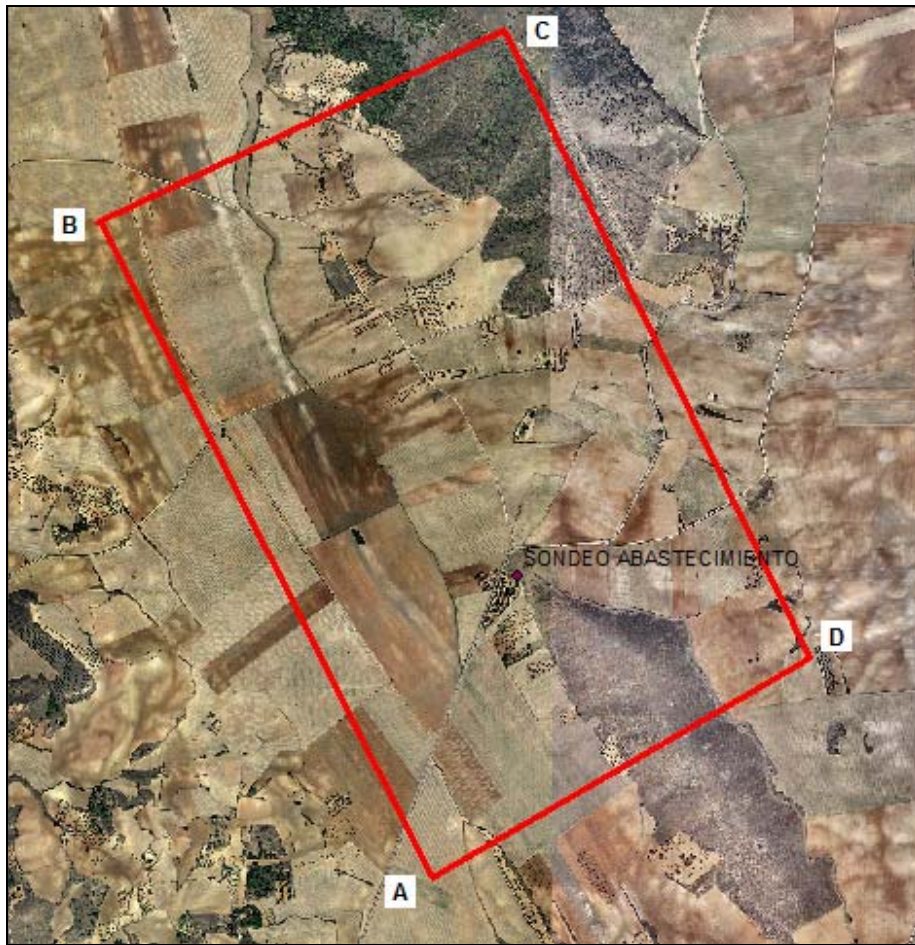


Figura 11. Mapa de la propuesta del perímetro de zona de restricciones máximas.

3.3.3 *Perímetro de restricciones moderadas*

La zona de restricciones moderadas limita el área comprendida entre la zona de protección próxima (radio sII) y la isocrona de 10 años (radio sIII). Cuando el límite de la zona de alimentación del sondeo esté a una distancia menor que la citada isocrona, el límite de la zona lejana coincidirá con el límite de la zona de alimentación.

Sondeo Villar de Cañas.	
S0 (aguas arriba)	>10000
Su (aguas abajo)	>10000

Tabla 7. Valores del radio del perímetro de restricciones moderadas

Los resultados obtenidos con este método se han adecuado a las características geológicas e hidrogeológicas de la zona

Las coordenadas de dicho perímetro se encuentran en la Tabla 8 y su representación cartográfica en la Figura 12.

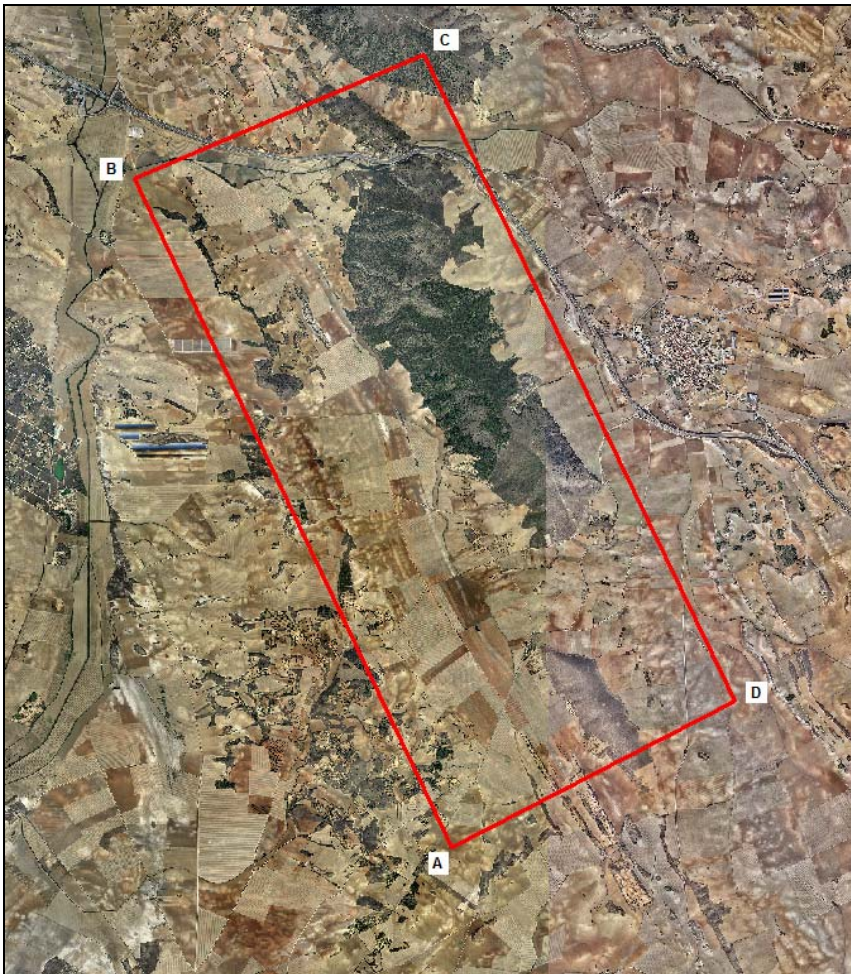


Figura 12. Mapa de la propuesta del perímetro de zona de restricciones moderadas.

3.3.4 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 = 250 m²/día (Dato medio obtenido de los sondeos Casalonga)

Q = Caudal (caudal máximo del sondeo a proteger: 5 l/s) = 432 m³/día

t = Tiempo de bombeo (120 días)

r = Distancia al sondeo de captación (1500 m)

S = Coeficiente de almacenamiento = 0.03

Con los datos indicados se obtiene el descenso provocado por un sondeo, que explote 5 l/s durante 120 días continuados, y situado a unos 1000 m de distancia de la captación. El hipotético descenso obtenido de unos **3 m**, valor asumible respecto a los **125 m** de espesor saturado considerado. Su representación cartográfica se puede observar en la Figura 13 y sus coordenadas en la Tabla 8.

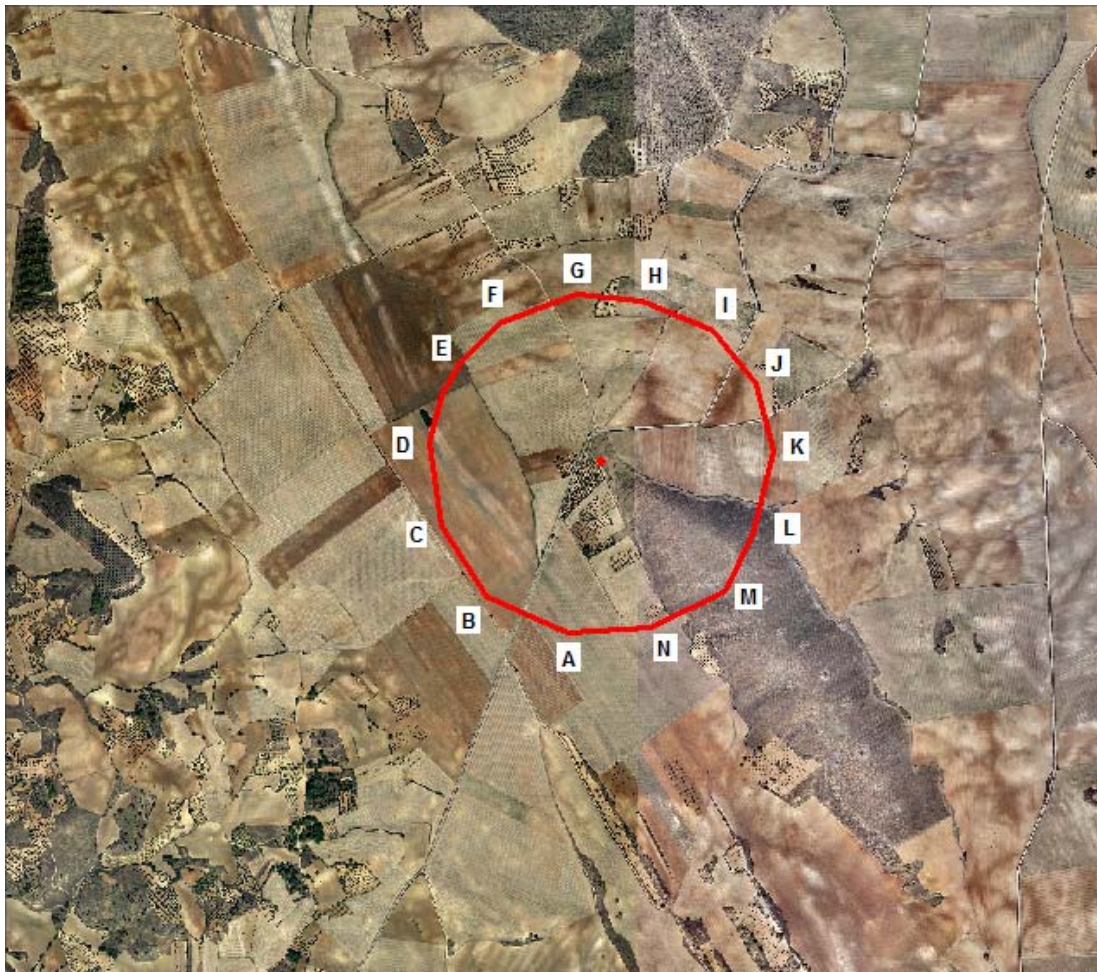


Figura 13. Perímetros de protección de la cantidad.

	Nº PUNTO	UTM_X	UTM_Y
ZONA DE RESTRICCIONES ABSOLUTAS	A	540826	407354
	B	540836	4407362
	C	540844	4407351
	D	540834	4407343
ZONA DE RESTRICCIONES MAXIMAS	A	540513	4406244
	B	539287	4408666
	C	540780	4409372
	D	541912	4407058
ZONA DE RESTRICCIONES MODERADAS	A	539978	4405272
	B	536735	4412107
	C	539681	4413386
	D	542885	4406758
ZONA DE RESTRICCIONES DE CAUDAL	A	540725	4406762
	B	540446	4406888
	C	540289	4407134
	D	540246	4407413
	E	540351	4407685
	F	540482	4407828
	G	540747	4407923
	H	540979	4407902
	I	541217	4407802
	J	541367	4407615
	K	541429	4407389
	L	541355	4407108
	M	541260	4406910
	N	541005	4406783

Tabla 8. Coordenadas UTM (ED 50) propuestas para los distintos perímetros de protección de los sondeos de abastecimiento a Villar de Cañas.

Las actividades a restringir en las distintas zonas del perímetro se recogen en la Tabla 9:

	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								

Tabla 7. Coordenadas UTM propuestas para los distintos perímetros de protección de los sondeos de abastecimiento a Sotos.

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

Tras la definición de los correspondientes perímetros de protección se indica que en el perímetro de restricciones máximas se ha de restringir el uso de fertilizantes y pesticidas. Así mismo, en esta zona también se prohíbe la instalación futura de granjas y canteras.

En el perímetro de restricciones moderadas se ha de acompañar de informe técnico que asegure la no afección de las distintas actividades inventariadas que pudieran estar afectando negativamente a la calidad de agua del sondeo. En el caso de la 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. Este control debe repetirse en el caso del perímetro de protección de la cantidad, dentro del cual, todos los sondeos precisarán de dicho estudio hidrogeológico y, si se autoriza, de un adecuado informe final de obras con ensayo de bombeo y adecuación de los sondeos para su medida periódica de niveles piezométricos. Asimismo estarán equipados de contadores para determinar que caudal se extrae.

Madrid, febrero de 2013

El autor del informe
Fdo. José Ángel Díaz Muñoz

4. BIBLIOGRAFÍA

Ayuntamiento de Villar de Cañas (2010): Examen de terrenos presentados por municipios candidatos (resumen). Municipio de Villar de Cañas. Proyecto ATC y su centro tecnológico.

http://www.emplazamientoatc.es/Candidatos/Proyectos/Villar%20de%20Cañas/AnexoII_Terrenos_Villar.pdf

Mapa geológico E 1:50.000 n° 633 "Palomares Del Campo". Memoria e informe hidrogeológico complementario.

Mapa geológico E 1:50.000 n° 634 "S. Lorenzo de la Parilla". Memoria e informe hidrogeológico complementario.

Mapa geológico E 1:50.000 n° 661 "Villarejo de Fuentes". Memoria e informe hidrogeológico complementario.

Mapa geológico E 1:50.000 n° 662 "Valverde del Júcar. Memoria e informe hidrogeológico complementario.

Díaz, A.; Cabra, P.; Delgado, G. (1999): Mapa geológico E 1:50.000 n° 662 "Valverde de Júcar". Memoria e informe hidrogeológico complementario.

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-CHG (2010): Actividad 2: Apoyo a la caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales en 2015. Demarcación Hidrográfica del Guadiana Masa de agua subterránea 041.001 Sierra de Altomira.

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

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

IGME (2011). Actualización del conocimiento hidrogeológico de la masa de agua subterránea “Sierra de Altomira (041.001)”.

IGME (Inédito): Mejora del conocimiento en las MASb Sierra de Altomira (041.001) y Rus Valdelobos (041.005). Martínez, M; Díaz, J.

Martínez, M. (1999): Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento público de agua potable a la localidad de Villarejo de Fuentes. IGME-DIPUTACIÓN CUENCA.

Martínez, M. (1999b): Informe final de los sondeos de investigación para el abastecimiento de agua potable a la localidad de Villarejo de Fuentes. IGME-DIPUTACIÓN CUENCA.

Martínez, M. (2002): Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento público de agua potable a la Urbanización Casalonga, sita en el término municipal de Villar de Cañas (Cuenca) IGME-DIPUTACIÓN CUENCA.

Martínez, M. (2006): Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento público de agua potable a la localidad de Montalbo. IGME-DIPUTACIÓN

CUENCA.

Martínez, M. (2006b): Informe final de los sondeos de investigación para el abastecimiento de agua potable a la localidad de Montalbo y propuesta de perímetros de protección. IGME-DIPUTACIÓN CUENCA.

Martínez, M. (2007): Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento público de agua potable a la localidad de El Hito. IGME-DIPUTACIÓN CUENCA.

Rubio, M. (2002): Laguna de El Hito. Ficha informativa de los Humedales Ramsar.

Tóth, J. (2000). Las aguas subterráneas como agente geológico, causas procesos y manifestaciones, Boletín Geológico y Minero, Vol.111(4):9-26.