

PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN DE LA
CAPTACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A

GABALDÓN,

CUENCA

Diciembre 2021

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. UBICACIÓN	5
3. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO	6
4. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	9
4.1. Estratigrafía	9
4.2. Estructura	9
5. HIDROGEOLOGÍA	13
5.1. Hidrogeología Regional	13
5.2. Hidrogeología Local.....	15
6. PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN	15
6.1. Riesgo de contaminación.....	27
6.1.1. Focos potenciales de contaminación.....	27
6.1.2. Estimación de la vulnerabilidad del acuífero	29
6.2. Perímetro de protección de la captación.....	32
6.2.1. Zona de protección inmediata o de restricciones absolutas	33
6.2.2. Zona de protección próxima o de restricciones máximas	33
6.2.3. Zona de protección alejada o de restricciones moderadas	38
6.2.4. Perímetro de protección de la cantidad.....	39
6.3. Conclusiones y recomendaciones	40
7. BIBLIOGRAFÍA.....	43

Anexo: Análisis Químicos

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de situación del municipio de Gabaldón	5
Figura 2.	Sondeo de abastecimiento a Gabaldón	6
Figura 3.	Depósito actual (izq.) y depósito antiguo (dcha.) de Gabaldón	7
Figura 4.	Fuente del Caño.....	7
Figura 5.	Elementos del sistema de abastecimiento de Gabaldón sobre MTN E:1/25.000	8
Figura 6.	Elementos del sistema de abastecimiento de Gabaldón sobre ortofoto	8
Figura 7.	Corte geológico N-S de los alrededores de Gabaldón (Tomado de IGME, 2008).....	11
Figura 8.	Mapa geológico de los alrededores de Gabaldón (Tomado de MAGNA 691 Motilla del Palancar). E: 1/50.000	12
Figura 9.	Masas de Agua Subterránea de la Provincia de Cuenca y ubicación del municipio	14
Figura 10.	Columna del sondeo de abastecimiento a Gabaldón	16
Figura 18.	Focos potenciales de contaminación de los alrededores de Gabaldón sobre ortofoto	28
Figura 19.	Focos potenciales de contaminación de los alrededores de Gabaldón sobre MAGNA 691 Motilla del Palancar 1/50.000.....	28
Figura 20.	Esquema de la valoración del índice COP.....	30
Figura 21.	Cartografía de vulnerabilidad de la zona de estudio según el método COP de la MASb 080.129 (obtenido a partir del mapa de vulnerabilidad IGME-DGA, 2009)	31
Figura 22.	Perímetro de protección de restricciones absolutas del sondeo de abastecimiento de Gabaldón	33
Figura 23.	Parámetros del método Rehse para el cálculo del poder autodepurador del suelo (tomado de IGME, 2003)	34
Figura 24.	Modificación de Bolsenkötter al método de Rehese para medios kársticos y fisurados (Tomado de IGME, 1991)	35
Figura 25.	Propuesta de perímetro de protección para la zona próxima del sondeo de abastecimiento a Gabaldón.....	37
Figura 26.	Propuesta de perímetro de protección para la zona alejada o de restricciones moderadas para el sondeo de abastecimiento a Gabaldón	38
Figura 27.	Propuesta de perímetro de protección de la cantidad del sondeo de abastecimiento a Gabaldón.....	39
Figura 28.	Perímetros de protección propuestos para el sondeo de abastecimiento a Gabaldón	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Elementos del sistema de abastecimiento de Gabaldón.....	7
Tabla 2.	Resultados de las analíticas del sondeo de abastecimiento a Gabaldón	18
Tabla 3.	Resultados de las analíticas del manantial Fuente del Caño.....	19
Tabla 4.	Informe de aptitud de agua de consumo humano de las dos muestras	25
Tabla 5.	Focos potenciales de contaminación en los alrededores de Gabaldón	27
Tabla 6.	Propuesta de perímetros de protección del sondeo de abastecimiento a Gabaldón	43

1. INTRODUCCIÓN

La Diputación Provincial de Cuenca y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) suscribieron en 1980 un Convenio - Marco de Asistencia Técnica para “*la investigación y evaluación de las aguas subterráneas, conservación y aprovechamiento adecuado de los acuíferos*”. Durante los últimos cuarenta años, en aplicación del Convenio - Marco suscrito, el IGME ha venido colaborando, mediante sucesivos convenios específicos de colaboración con la Diputación Provincial de Cuenca, en la ampliación del conocimiento e investigación del medio hídrico subterráneo y en la utilización racional de dicho recurso.

Como continuación de esta colaboración, ambos organismos han establecido un nuevo Convenio Específico para el conocimiento hidrogeológico, el aprovechamiento y protección del abastecimiento de agua a poblaciones y la investigación del patrimonio geológico-hidrogeológico, para los años 2019-2021, en cuyo marco se emite el presente informe.

Su finalidad es realizar una propuesta de perímetro de protección de la captación de abastecimiento a la población de Gabaldón, Cuenca.

2. UBICACIÓN

El municipio de Gabaldón se localiza a 50 km al sur-sureste de la ciudad de Cuenca, en la comarca de la Manchuela, a una altitud de 919 m s.n.m. La superficie que ocupa su término municipal es de 84,8 km².

El municipio se localiza en la hoja geológica MAGNA a escala 1:50.000 nº 691 Motilla del Palancar.

La situación geográfica del municipio enmarcado en la provincia de Cuenca se muestra en la figura 1.

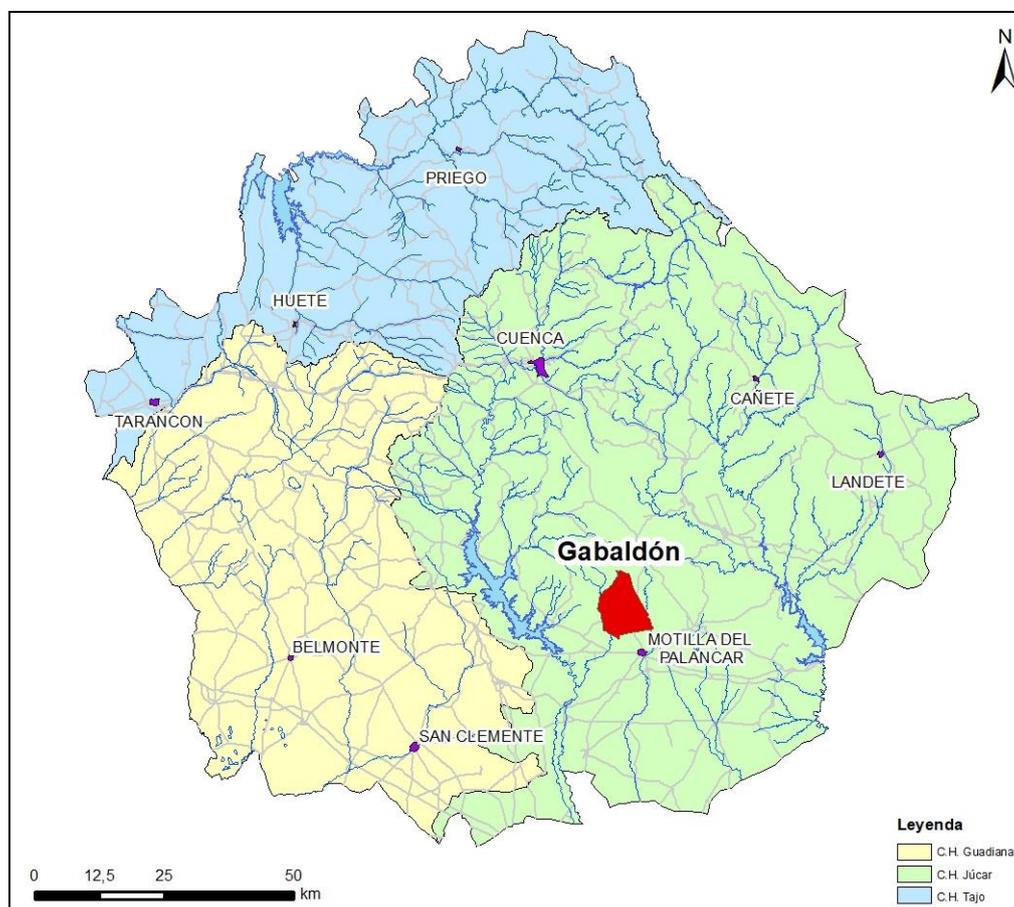


Figura 1. Mapa de situación del municipio de Gabaldón

Hidrográficamente, el municipio se encuentra ubicado íntegramente en la Demarcación Hidrográfica del Júcar, siendo el río Valdemembra el curso de agua superficial más importante de la zona, que discurre por el este de la localidad en dirección N-S.

3. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO

La Localidad de Gabaldón tiene una población actual de 178 habitantes (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2020), que se incrementa hasta los 500 habitantes de forma estacional (Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL), 2018).

El municipio se abastece a partir de una captación de agua subterránea situada unos 300 m al suroeste del núcleo urbano. Se trata de un sondeo de 242 m de profundidad perforado en 1982. La bomba se sitúa a 205 m de profundidad y el nivel estático del agua medido durante el ensayo de bombeo realizado en 1982 fue de 175,78 m (IGME,1983). Durante dicho ensayo de bombeo se observó que bombeando 5 L/s no variaba la profundidad del nivel del agua. En la actualidad el nivel estático del agua se sitúa a 173 m de profundidad (dato aportado por el alcalde de la localidad). El caudal de explotación del sondeo se sitúa en la actualidad en torno a los 5-6 L/s. 911



Figura 2. Sondeo de abastecimiento a Gabaldón

Desde el sondeo se bombea el agua hasta un depósito de 60 m³ desde el que se distribuye a la población. La cloración se realiza a la salida del sondeo. El municipio cuenta, además, con un depósito antiguo de menor capacidad que está en desuso en la actualidad, pero podría utilizarse en caso de necesidad.



Figura 3. Depósito actual (izq.) y depósito antiguo (dcha.) de Gabaldón

El municipio cuenta, además, con una fuente (Fuente del Caño) desconectada del sistema de abastecimiento que se utilizaba antiguamente para el abastecimiento a Gabaldón. En la actualidad el agua de la fuente no está tratada, aunque la gente sigue utilizándola para beber o cocinar.



Figura 4. Fuente del Caño

La ubicación del sondeo, la fuente y los depósitos queda reflejada en la tabla 1 y las figuras 5 y 6.

	Coordenadas UTM ETRS89 Huso 30		Cota m s.n.m
	X	Y	
Sondeo Abastecimiento	590284	4386624	900
Fuente El Caño	590751	4386676	916
Depósito actual	590831	4387132	928
Depósito antiguo	590789	4386950	926

Tabla 1. Elementos del sistema de abastecimiento de Gabaldón



Figura 5. Elementos del sistema de abastecimiento de Gabaldón sobre MTN E:1/25.000



Figura 6. Elementos del sistema de abastecimiento de Gabaldón sobre ortofoto

4. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

4.1. Estratigrafía

La zona de estudio se encuentra enclavada entre los dominios estructurales de la Meseta y la Cordillera Ibérica, siendo también afectada, por las directrices de la Sierra de Altomira. Los materiales aflorantes en la zona pertenecen a edades comprendidas entre el Cretácico y el Cuaternario.

4.2. Estratigrafía

Los materiales geológicos se corresponden con los descritos en la hoja geológica MAGNA, a escala 1/50.000, nº 691 Motilla del Palancar (figura 8), que presentan las siguientes características:

Mesozoico

En la zona de estudio el Mesozoico se encuentra únicamente representado por el Cretácico superior, que aflora en las proximidades en los alrededores de la zona de estudio. Bajo el Cretácico superior, yace tanto el Cretácico inferior como el Jurásico. La descripción de los materiales del mesozoico de la zona de estudio es la siguiente:

Jurásico

Compuesto por dolomías de colores beige a rosados con cristales de dolomita visibles al ojo. En la zona de estudio no aflora, quedando enterrado bajo el Cretácico inferior. Ha sido descrito a partir de los afloramientos de los anticlinales de Tébar y Barchín del Hoyo.

Cretácico

Cretácico inferior

- **Albiense-Cenomaniense. Formación Utrillas (C⁰⁻¹₁₆₋₂₁).** Está formado por arenas silíceas poco seleccionadas, sueltas o poco compactas, de grano medio a grueso y de colores abigarrados y claros, predominando el blanco. Su potencia es difícil de medir, aunque se han medido entre 60 y 40 m en los alrededores de la zona de estudio.

Cretácico superior

- **Cenomaniense (C₂₁).** Sobre la Fm. Arenas de Utrillas se sitúa, concordantemente, un tramo de margas verdes de entre 2 y 3 m de espesor sobre las que se dispone una serie blanca alternante dolomítica y margosa. Su potencia total es de entre 35 y 40 m.
- **Turonense (C₂₂₋₂₃).** Se trata de una formación calcárea que a base presenta dolomías bien estratificadas que van pasando a masivas y calizas menos dolomitizadas. El espesor total varía entre 50 y 60 m.
- **Senoniense (C₂₃₋₂₅).** A base presenta una alternancia de términos margo-calcárea de tonos blancos o blanco verdoso que se utiliza como nivel guía (“**m**” en el mapa geológico), de 3- m de potencia. La serie continúa con dos tramos: uno inferior compuesto por calizas blancas a veces margosas, y otro superior, formado por calizas con niveles brechoides intercalados. El espesor total del conjunto ronda los 80 m.

Terciario

Paleógeno

- **Oligoceno arcilloso (Ta^A_{c3}).** Formado por arcillas rojas con intercalaciones de arenas silíceas. Presenta 15 m de espesor.
- **Oligoceno detrítico (T^A_{c3}).** Está formado por una sucesión arenosa-conglomerática con frecuentes cambios de facies y algunas intercalaciones arcillosas, más frecuentes hacia base. Tienen un espesor de 80-100 m.
- **Brecha calcárea (Tcg^A_{c3}).** Es el equivalente lateral del oligoceno detrítico, presentando mayor desarrollo hacia los afloramientos cretácicos. Se trata de una brecha formada por cantos de caliza con matriz arcillo-arenosa fuertemente cementada, haciéndola más resistente a la erosión que los depósitos detríticos. Tiene un espesor de 15-20 m, observado en las proximidades de Motilla del Palancar.

Neógeno

- **Mioceno detrítico (T^B_{c1}).** Formado por series arcillosas rojizas que eventualmente intercalan paleocauces de cantos silíceos, generalmente de pequeño tamaño. Está ampliamente desarrollado en la zona de estudio. El núcleo urbano de Gabaldón y el sondeo se ubican sobre estas litologías. Se

calcula que su espesor total es de 30-40 m, aunque en el sondeo de abastecimiento a la población se han descrito únicamente 17 m de Mioceno detrítico arcilloso.

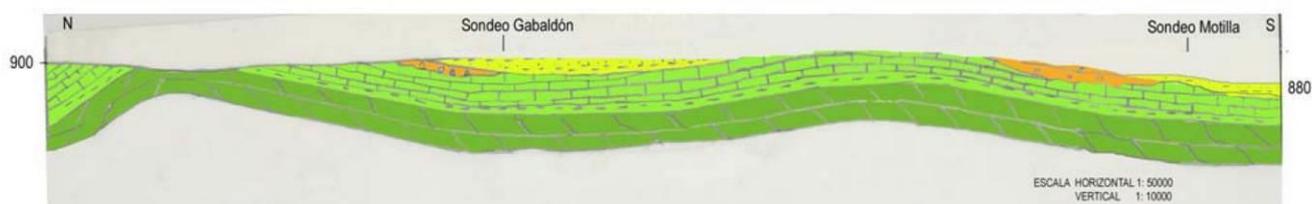
Cuaternario

- **Aluvial (QAI)**. Está representado por depósitos aluviales de la Rambla de la Hoz del Madroñal, al oeste de la localidad.

4.3. Estructura

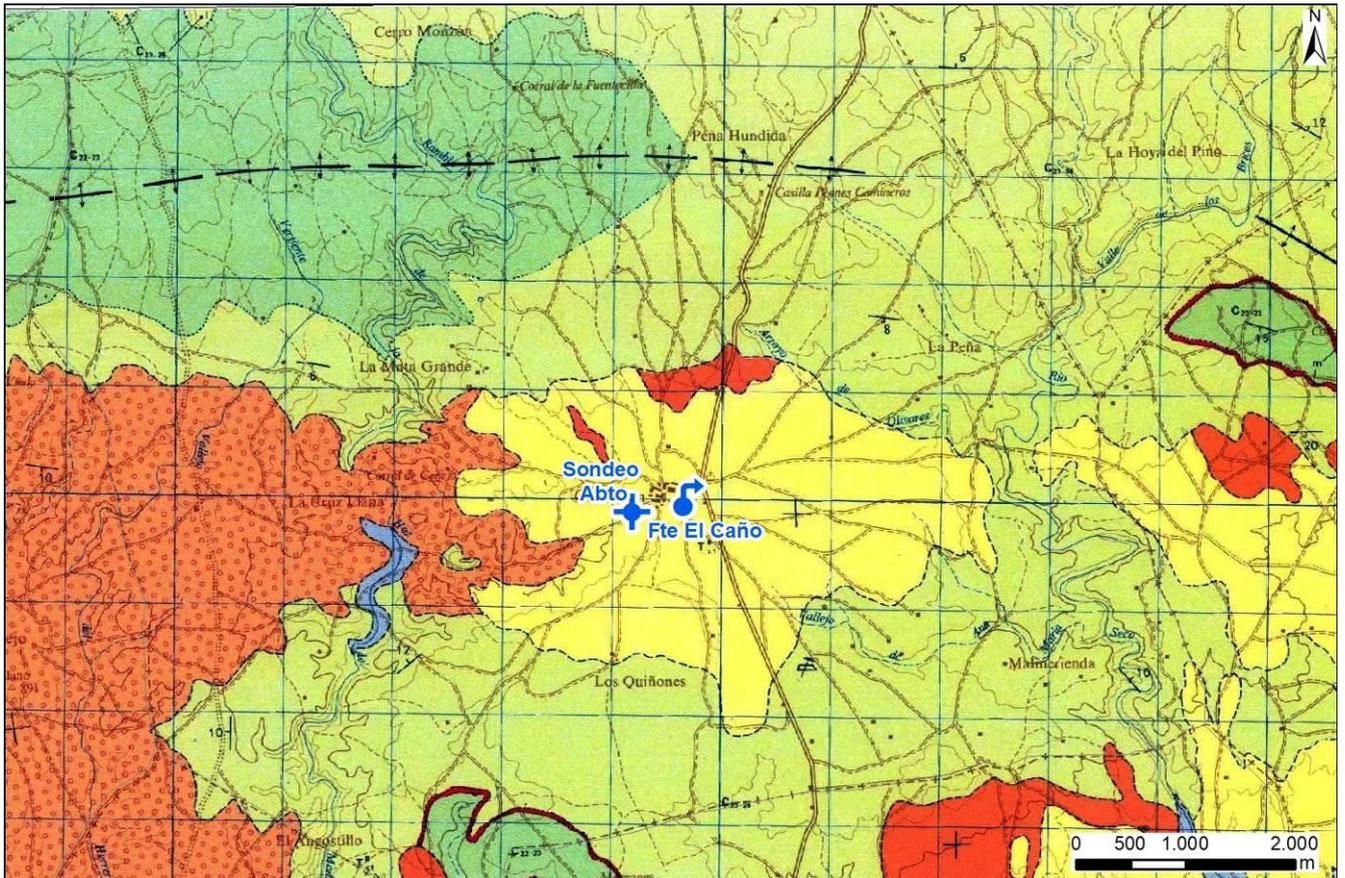
Respecto a la estructura, el Mesozoico se encuentra plegado, con dirección predominantemente ibérica NO-SE. El Terciario Paleógeno se dispone por encima del Mesozoico, rellenando los pliegues de forma subhorizontal o ligeramente plegado, siguiendo las estructuras mesozoicas. El Neógeno no muestra ninguna deformación, apareciendo completamente atectónico.

La población de Gabaldón se sitúa sobre este Neógeno con disposición horizontal sobre materiales carbonatados del Senoniense, que está ligeramente plegado y formando un laxo sinclinal (IGME, 2008) (figura 7).



Leyenda: Amarillo y naranja: Terciario; Verdes: Mesozoico

Figura 7. Corte geológico N-S de los alrededores de Gabaldón (Tomado de IGME, 2008)



LEYENDA

CUATERNARIO			QA1	QC ₄	
TERCIARIO	NEOGENO	PLIOCENO	T _{c2} ^B G	T _{c2} ^B	Grava y materiales heterométricos sin cementar
		MIOCENO	T _{c1} ^B	T _{c1} ^B	Gravas, arenas y arcillas
CRETACICO	PAL.	OLIGOCENO	T _{c3} ^A	T _{c3} ^A	Gravas y arenas de elementos cuarcíticos
		CAMPANIENSE	T _{c3} ^A	T _{c3} ^A	Conglomerados polimicticos formando un glacis
		SANTONIENSE	T _{c3} ^A	T _{c3} ^A	Calizas rojizas muy arenosas
	SUPERIOR	CONIACIENSE	T _{c3} ^A	T _{c3} ^A	Arcillas y areniscas
		TURONIENSE	T _{c3} ^A	T _{c3} ^A	Areniscas, conglomerados y arcillas
		CENOMANIENSE	T _{c3} ^A	T _{c3} ^A	Brechas rojas de cementos calizos
INFER.	ALBIENSE	C ₂₃₋₂₅	C ₂₃₋₂₅	Arcillas rojas	
		C ₂₂₋₂₃	C ₂₂₋₂₃	Calizas y calizas brechoid	
JURAS.	MALM	m	m	Margas calcáreas	
	DOGGER	C ₂₂₋₂₃	C ₂₂₋₂₃	Dolomias masivas y calizas	
		C ₂₁	C ₂₁	Alternancia de dolomia y margas dolomíticas	
		C ₂₁ ⁰⁻¹	C ₂₁ ⁰⁻¹	Arcillas	
		C ₁₆₋₂₁ ⁰⁻¹	C ₁₆₋₂₁ ⁰⁻¹	Dolomias	
		J ₂	J ₂	Arenas cuarcíticas	
		J ₂	J ₂	Caliza oolítica	
		J ₂	J ₂	Dolomias	

Figura 8. Mapa geológico de los alrededores de Gabaldón (Tomado de MAGNA 691 Motilla del Palancar). E: 1/50.000

5. HIDROGEOLOGÍA

5.1. Hidrogeología Regional

La provincia de Cuenca participa de tres cuencas hidrográficas distintas: Guadiana, Júcar y Tajo, que a su vez quedan divididas en distintas unidades de gestión denominadas masas de agua subterránea (MASb). El municipio de Gabaldón está situado en la Demarcación Hidrográfica del Júcar y, y más concretamente, en la masa de agua subterránea definida en el Plan Hidrológico del Júcar 080.129 Mancha Oriental, tal y como se muestra en la figura 9.

La MASb **080.129 – Mancha Oriental** está formada por la superposición de tres acuíferos:

- Un acuífero profundo (nivel Jurásico, Formaciones Chorro-Colleras), formado por dolomías y calizas del Lías-Dogger. Es el más importante y extenso de la masa y prácticamente el único de interés en la zona meridional. Se encuentra confinado por las facies impermeables suprayacentes.
- Un acuífero intermedio (nivel Cretácico, Formación Benejama), constituido por un tramo dolomítico (Turonense) y calizo (Senoniense) en su mayor parte confinado.
- Un acuífero superior (nivel Mioceno, Pontiense carbonatado). Es el más importante por su situación en zonas de mayor demanda.

La recarga de la MASb se produce a través de la infiltración directa de la precipitación, la infiltración de los ríos Lezuza y Balazote, entradas laterales, retornos de riego y, en menor medida, de retornos urbanos. La descarga se realiza a través del drenaje hacia los ríos Júcar y Cabriel y a través de manantiales.

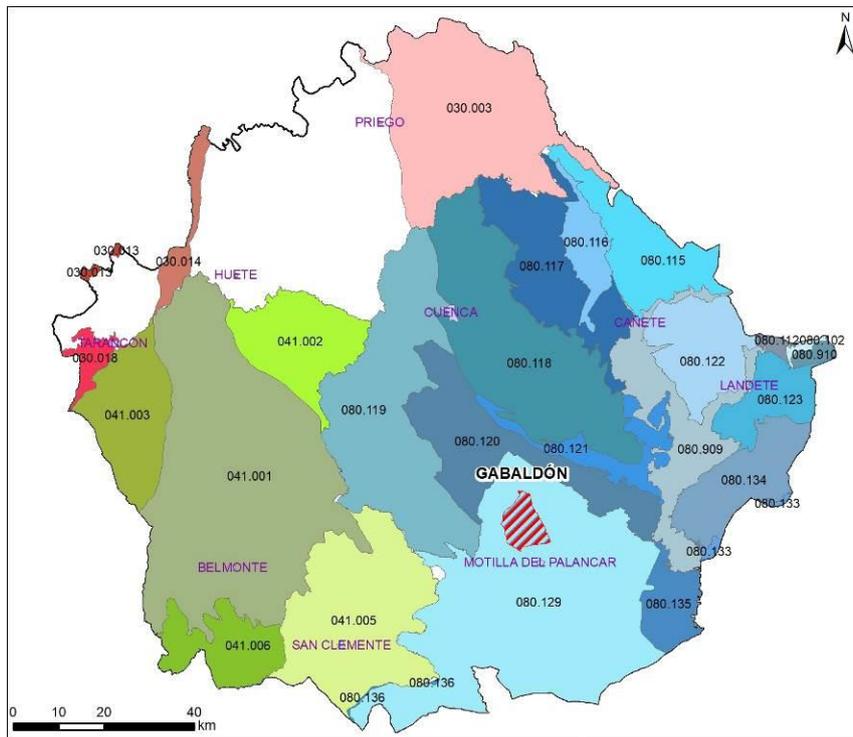


Figura 9. Masas de Agua Subterránea de la Provincia de Cuenca y ubicación del municipio

5.2. Hidrogeología Local

Los acuíferos presentes en los alrededores de Gabaldón están formados por los materiales detríticos y carbonatados del Terciario y del Mesozoico.

Carbonatos Cretácico superior

Constituyen el acuífero más importante de la zona de estudio. Está formado por calizas y calizas dolomíticas con permeabilidad alta o muy alta debida a la karstificación y brechificación de los carbonatos, alcanzando un espesor en torno a los 200 m en la zona de estudio. La base del acuífero está constituida por un paquete de margas verdes (primer tramo del cenomaniense) que lo independizan de los materiales inferiores.

El Cretácico superior se encuentra dividido a su vez en dos acuíferos:

- Senoniense. Está formado por calizas y calizas margosas. A base posee un nivel de margas (“m” en el mapa geológico MAGNA E/1:50.000 n°691), que funcionan como base del acuífero y lo independiza del Turoniense. En la zona de Gabaldón se sitúa bajo un terciario detrítico arcilloso de escaso espesor (17 m descritos en la columna del sondeo). Funciona como un acuífero semiconfinado en la zona debido a la existencia de las arcillas terciarias y varias capas de calizas margosas por encima del nivel piezométrico.
- Turoniense. En Motilla del Palancar, al sur de Gabaldón, es considerado el tramo más productivo, siendo el tramo captado por sus sondeos de abastecimiento (IGME, 2021). El Turoniense aflora en los núcleos de los anticlinales (por ejemplo, al norte-noreste de la población), donde funciona como un acuífero libre, y se hunde bajo el Senoniense y el Terciario en la zona de ubicación del sondeo de abastecimiento a Gabaldón, donde está confinado bajo las margas “m” de base del Senoniense.

El perfil del sondeo de abastecimiento a Gabaldón queda reflejado en el siguiente croquis, realizado a partir de los datos obtenidos del archivo de puntos de agua del IGME:

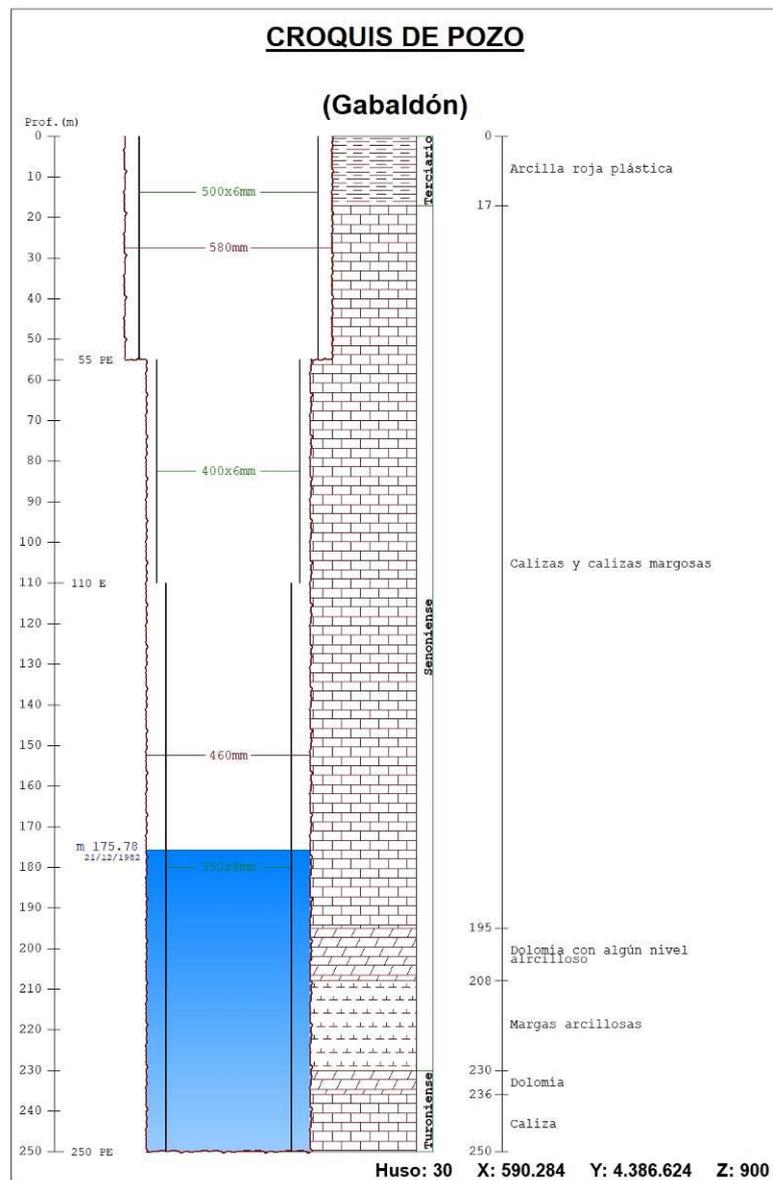


Figura 10. Columna del sondeo de abastecimiento a Gabaldón

Se desconoce la ubicación de los filtros en la captación, aunque posiblemente estén situados en la parte más baja del sondeo, captando el acuífero formado por las calizas del Cretácico Turoniense. La cota del nivel del agua es de 727 m s.n.m.

Según los datos del informe IGME, 2021 las cotas piezométricas del acuífero Turoniense en Motilla del Palancar se encuentran situadas en torno a los 650-690 m s.n.m. y parecen seguir una dirección general de

flujo N-S a NE- SO. El informe IGME, 2008 también interpreta una dirección N-S del flujo subterráneo para el acuífero Turoniense en Gabaldón.

Asimismo, el informe IGME, 2021 indica que se observan transmisividades de entre 40-300 m²/d en el área aflorante del acuífero Turoniense, que se incrementan hasta 2.400 m²/d donde el acuífero se capta a profundidades superiores a 200 m. Estas elevadas transmisividades son coherentes con los datos del ensayo de bombeo de 1982, donde se observó que con un caudal de 6 L/s, el nivel piezométrico del acuífero permanecía invariable.

Depósitos detríticos terciarios

Se sitúan inmediatamente por encima de las calizas del Cretácico superior. Forman un acuífero libre con permeabilidad debida a la porosidad intersticial. La permeabilidad es media-baja ya que presenta una elevada proporción de arcillas, aunque en ocasiones es algo más elevada debido a la existencia de paleocauces. La fuente del Caño drena estos materiales. En el aforo realizado el día de la visita técnica a la localidad (25/08/2021) resultó un caudal de 0,1 L/s. Según el alguacil y el alcalde de la localidad, el manantial nunca llega a secarse, aunque tienen una rápida respuesta a las lluvias, notándose diferencias en su caudal en función de las condiciones meteorológicas.

5.3. Caracterización Hidroquímica

Para la caracterización hidroquímica del agua subterránea consumida en Gabaldón, se tomó una muestra tomada del grifo tomamuestras situado en la caseta del sondeo de abastecimiento a la localidad y otra del manantial Fuente del Caño, durante la visita técnica el 25 de agosto de 2021 y se remitieron a los laboratorios del IGME para su posterior análisis.

A continuación, se muestran los resultados de las analíticas (incluidas en el Anexo: Análisis Químicos), relaciones iónicas, facies hidroquímicas y representaciones gráficas más significativas de las muestras.

M-1 Sondeo de abastecimiento a Gabaldón

DQO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	mg/l
0,5	9	6	312	0	42	8	17	92	0	

pH(*)	Cond(**)	R.S. 180	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	F	CN	mg/l
7,45	556	392,8	0,00	0,00	0,00	8,8	<0,5	<0,010	

*ud pH ** μS/cm

Ag	Al	As	B	Ba	Be	Cd	Co	μg/l
	2,27	0,27	< 100			0,36		

Cr	Cu	Fe	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	μg/l
0,06	433	< 15	< 0,5		1		12,3	

Pb	Sb	Se	Th	Ti	U	V	Zn	μg/l
56,6		< 0,5					1067	

Turbidez	UNF
<1	

Relaciones iónicas

Mg/Ca	K/Na	Na/Ca	Na/Ca+Mg	Cl/HCO ₃	SO ₄ /Cl
0,31	0,00	0,08	0,06	0,05	0,49

Facies Hidroquímica

Aniónica	Catiónica
HCO ₃	Ca

Tabla 2. Resultados de las analíticas del sondeo de abastecimiento a Gabaldón

M-2 Manantial Fuente del Caño

DQO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	mg/l
0,5	84	53	256	0	110	15	12	152	13	

pH(*)	Cond(**)	R.S. 180	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	F	CN	mg/l
7,24	853	612,2	0,00	0,00	0,00	26,6	<0,5	<0,010	

*ud pH ** μS/cm

Ag	Al	As	B	Ba	Be	Cd	Co	μg/l
	< 1	0,67	< 100			< 0,2		

Cr	Cu	Fe	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	μg/l
0,32	0,36	< 15	< 0,5		0,54		< 0,5	

Pb	Sb	Se	Th	Ti	U	V	Zn	μg/l
< 0,2		0,63					12	

Turbidez	UNF
<1	

Relaciones iónicas

Mg/Ca	K/Na	Na/Ca	Na/Ca+Mg	Cl/HCO ₃	SO ₄ /Cl
0,13	0,51	0,09	0,08	0,56	0,47

Facies Hidroquímica

Aniónica	Catiónica
HCO ₃ Cl	Ca

Tabla 3. Resultados de las analíticas del manantial Fuente del Caño

5.3.1. Representaciones hidroquímicas

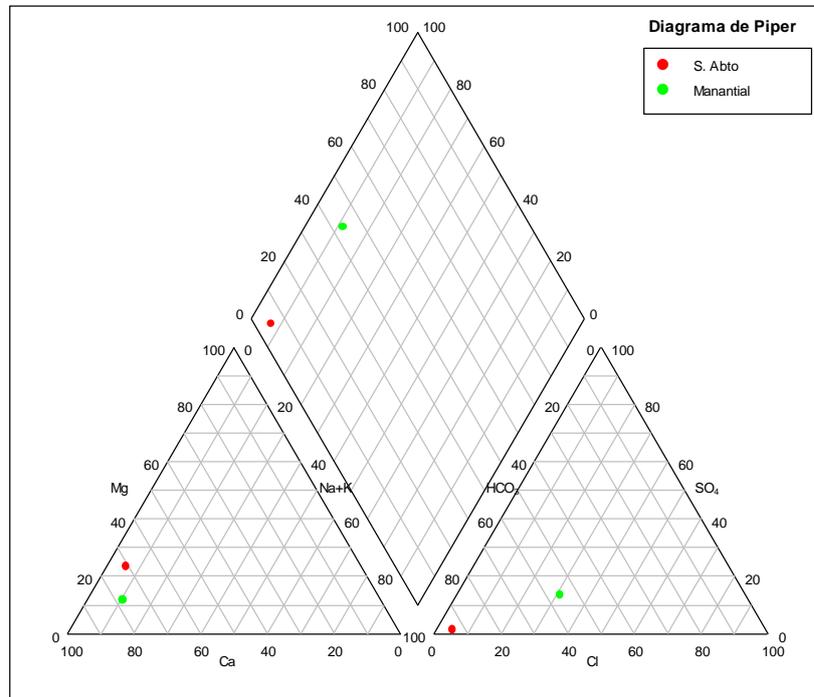


Figura 11. Diagrama de Piper-Hill-Langelier de las dos muestras

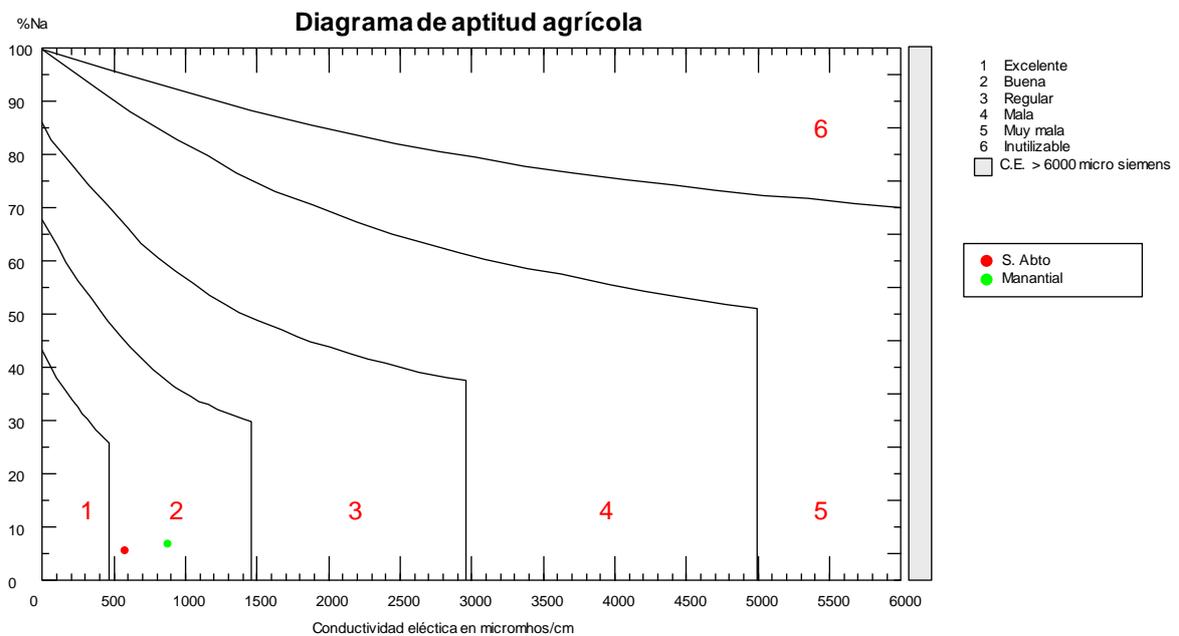
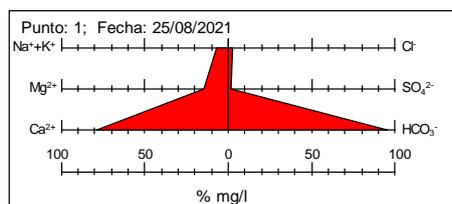
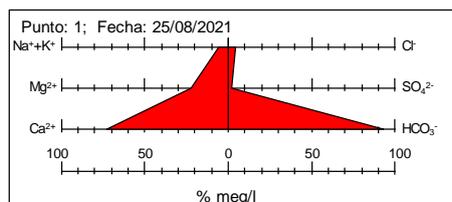


Figura 12. Diagrama de aptitud agrícola de las dos muestras



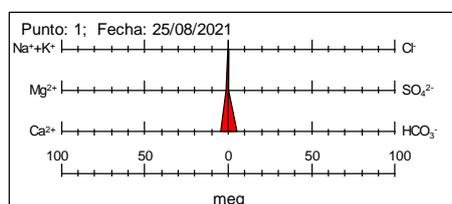
	mg/l	meq/l	%mg/l
Na+K	8	0,35	6,84
Mg	17	1,40	14,53
Ca	92	4,59	78,63

	mg/l	meq/l	%mg/l
Cl	9	0,25	2,75
SO4	6	0,12	1,83
HCO3	312	5,11	95,41



	mg/l	meq/l	%meq/l
Na+K	8	0,35	5,49
Mg	17	1,40	22,07
Ca	92	4,59	72,44

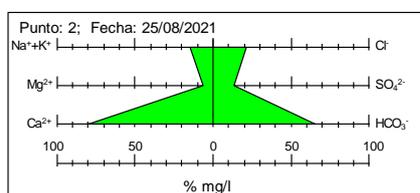
	mg/l	meq/l	%meq/l
Cl	9	0,25	4,62
SO4	6	0,12	2,27
HCO3	312	5,11	93,10



	mg/l	meq/l
Na+K	8	0,35
Mg	17	1,40
Ca	92	4,59

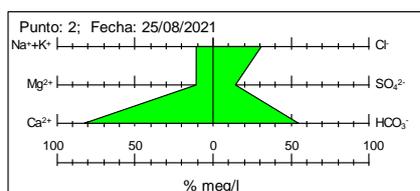
	mg/l	meq/l
Cl	9	0,25
SO4	6	0,12
HCO3	312	5,11

Figura 13. Diagramas de Stiff del Sondeo de abastecimiento a Gabaldón



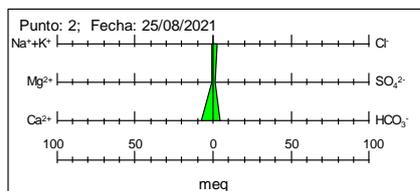
Manantial	mg/l	meq/l	%mg/l
Na+K	28	0,98	14,58
Mg	12	0,99	6,25
Ca	152	7,58	79,17

	mg/l	meq/l	%mg/l
Cl	84	2,37	21,37
SO4	53	1,10	13,49
HCO3	256	4,20	65,14



Manantial	mg/l	meq/l	%meq/l
Na+K	28	0,98	10,68
Mg	12	0,99	10,70
Ca	152	7,58	82,23

	mg/l	meq/l	%meq/l
Cl	84	2,37	30,90
SO4	53	1,10	14,39
HCO3	256	4,20	54,71



Manantial	mg/l	meq/l
Na+K	28	0,98
Mg	12	0,99
Ca	152	7,58

	mg/l	meq/l
Cl	84	2,37
SO4	53	1,10
HCO3	256	4,20

Figura 14. Diagramas de Stiff del Manantial Fuente del Caño

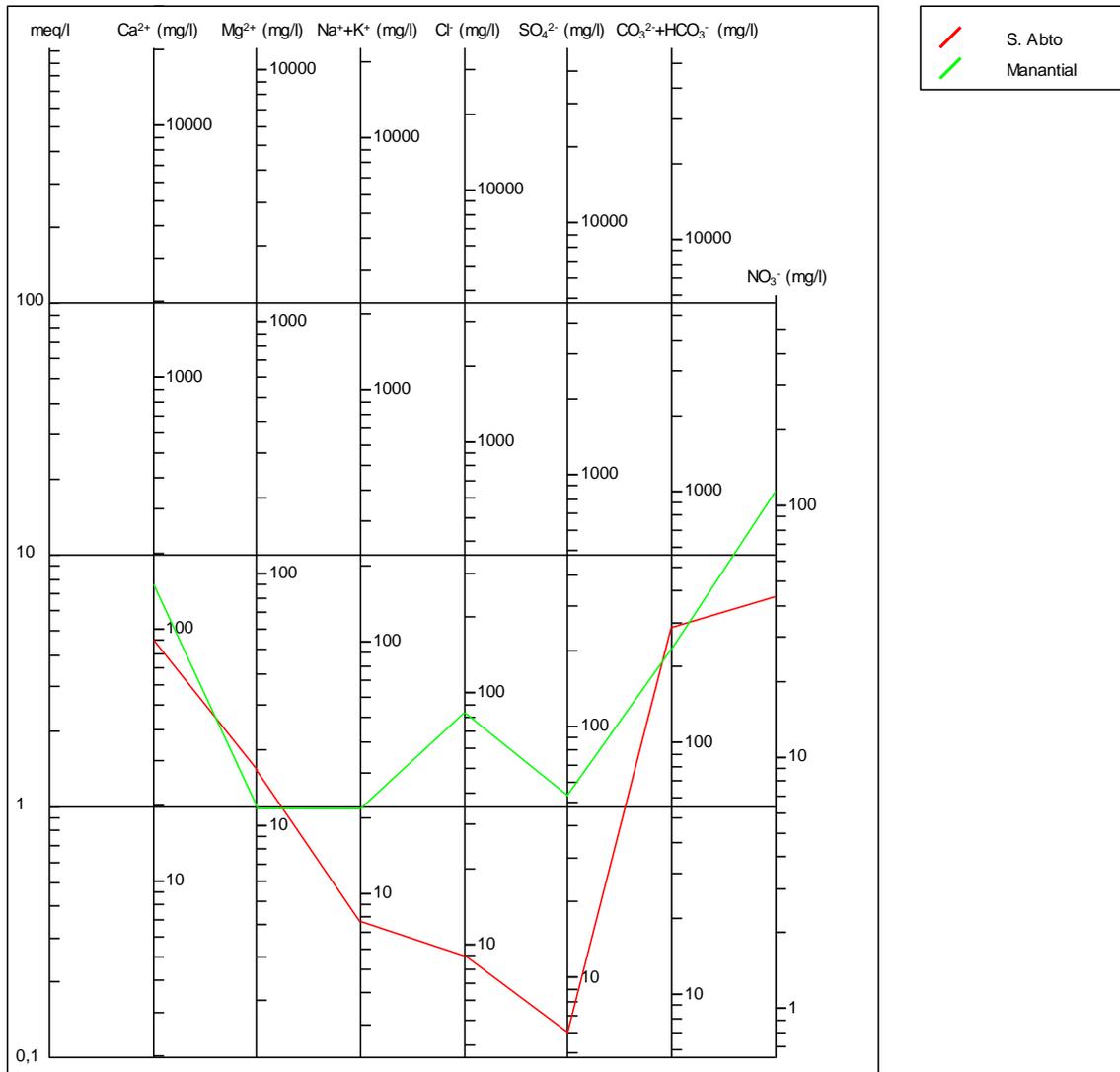


Figura 15. Diagrama de Schöeller de las dos muestras

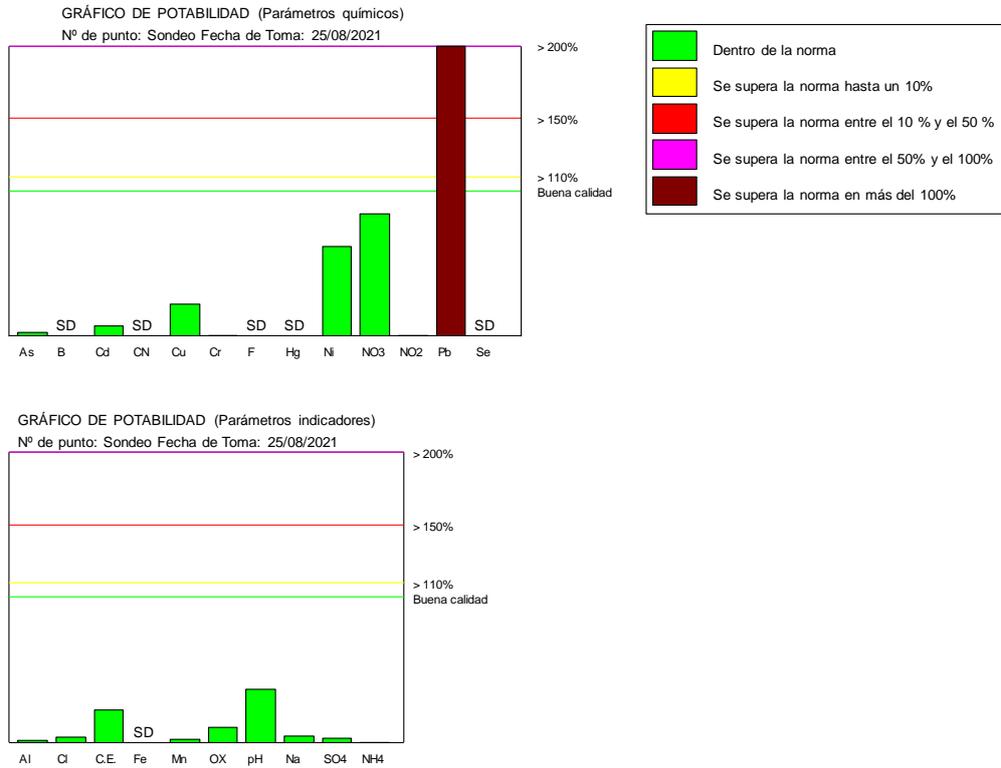


Figura 16. Gráficos de potabilidad del sondeo de abastecimiento a Gabaldón

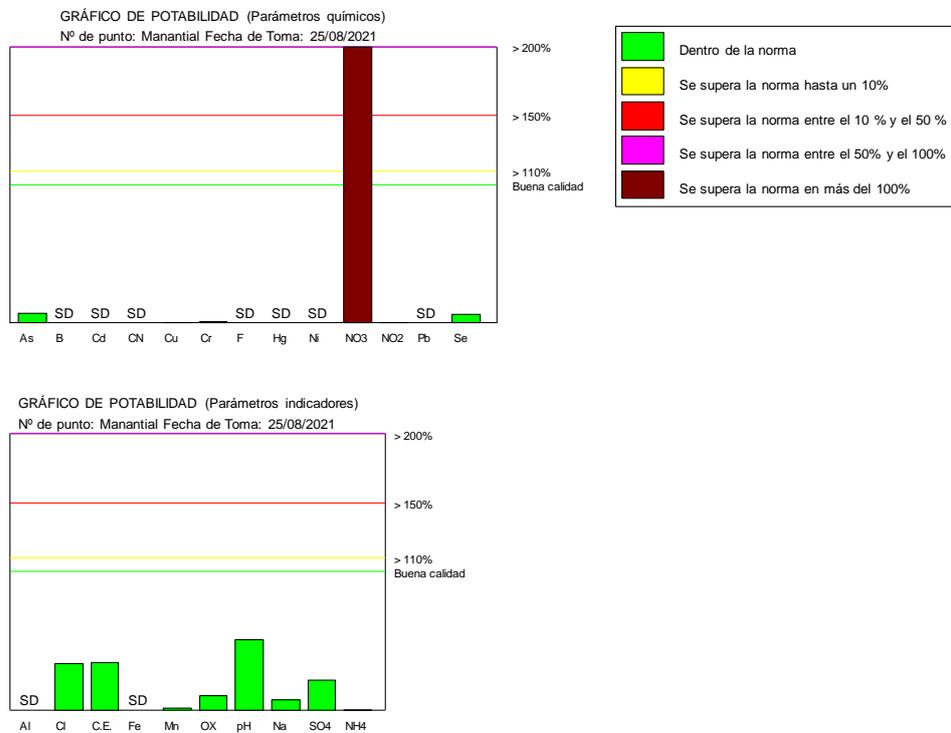


Figura 17. Gráficos de potabilidad del manantial Fuente del Caño

Al observarse tan elevada concentración de plomo en la muestra tomada en el grifo tomamuestras de la caseta del sondeo de abastecimiento, se solicitó un nuevo análisis del agua captada para el abastecimiento a la población de Gabaldón. La muestra fue tomada por la empresa Aquona a solicitud de la Excm. Diputación de Cuenca, en una fuente pública del pueblo. Los valores obtenidos difieren de los analizados previamente (ver Anexo: Análisis Químicos), observándose que **el valor obtenido en la concentración de plomo pasa de 56,6 µg/L a < 1 µg/L**, y en el caso del cromo, disminuye de 433 µg/L detectados en la primera analítica, a <0,002 µg/L en la segunda.

Se deduce que los elevados valores obtenidos en la primera analítica del agua del sondeo proceden del deterioro del propio grifo tomamuestras, por lo que no afectan al agua de abastecimiento a la población al tratarse de un problema puntual en el grifo y no en la calidad del agua captada.

5.3.2. [Informe de aptitud para agua de consumo](#)

Los resultados de las primeras muestras enviadas por el laboratorio del IGME y del segundo análisis del agua del sondeo de abastecimiento proveniente de los laboratorios Labaqua, se han incluido en la tabla 3, así como en el Anexo: Análisis Químicos. En la última columna de la tabla, se han incluido alguno de los valores paramétricos recogidos en la normativa que regula la calidad para aguas de consumo humano (Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano).

El agua del sondeo del abastecimiento a la población de Gabaldón presenta una facies hidroquímica bicarbonatada cálcica con todos sus parámetros dentro de los límites establecidos por la legislación vigente para aguas de consumo humano, aunque presenta una elevada concentración de nitratos en el agua (42 mg/L en la primera analítica y 36,9 mg/L en la segunda).

El agua del manantial Fuente del Caño presenta una facies hidroquímica bicarbonatada clorurada cálcica, con concentración en **nitratos** que supera en más del doble el límite máximo establecido por la legislación vigente para aguas de consumo humano.

Fechas	Fecha de toma		25/08/2021	11/11/2021	25/08/2021	Valores paramétricos fijados en el R.D. 140/2003	
	Fecha Terminación de análisis		24/09/2021	23/11/2021	24/09/2021		
Parámetro	Símbolo	Unidad	VALOR DE LA ANALÍTICA	VALOR DE LA ANALÍTICA	VALOR DE LA ANALÍTICA		
			M-1 S. Abto Gabaladón	M-1. S. Abto Gabaladón. 2 muestra	M-2 Fte del Caño		
Parámetros químicos	Arsénico	As	μg/L	0,27	<2	0,67	10
	Boro	B	μg/L	< 100	18	< 100	1000
	Cadmio	Cd	μg/L	0,36	<1	< 0,2	5
	Cianuro	CN	mg/L	<0,010	<0,005	<0,010	0,05
	Cobre	Cu	μg/L	433	<0,002	0,36	2000
	Cromo	Cr	μg/L	0,06	<2	0,32	50
	Fluoruro	F	mg/L	<0,5	0,13	<0,5	1,5
	Mercurio	Hg	μg/L	< 0,5	<0,20	< 0,5	1
	Níquel	Ni	μg/L	12,3	<2	< 0,5	20
	Nitrato	NO ₃	mg/L	42	36,9	110	50
	Nitrito	NO ₂	mg/L	0,00	<0,05	0,00	0,5
	Plomo	Pb	μg/L	56,6	<1	< 0,2	10
	Selenio	Se	μg/L	< 0,5	<1	0,63	10
Parámetros indicadores	Amonio	NH ₄	mg/L	0,00	<0,05	0,00	0,5
	Aluminio	Al	μg/L	2,27	<2	< 1	200
	Cloruro	Cl	mg/L	9	7,5	84	250
	Conductividad	CE	μS/cm	556	553	853	2500
	Hierro	Fe	μg/L	< 15	<10	< 15	200
	Manganeso	Mn	μg/L	1	<2	0,54	50
	Oxidabilidad	-	mg O ₂ /L	0,5	0,5	0,5	5
	pH	-	Ud de pH	7,45	7,7	7,24	6,5 - 9,5
	Sodio	Na	mg/L	8	4,7	15	200
	Sulfato	SO ₄	mg/L	6	19,7	53	250
	Turbidez	-	mg/L	<1	<0,10	<1	1

Tabla 4. Informe de aptitud de agua de consumo humano de las tres muestras

6. PROPUESTA DE PERÍMETRO DE PROTECCIÓN

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.

Tal y como se ha indicado anteriormente, el sondeo de abastecimiento de Gabaldón capta, con una profundidad de 250 m de profundidad, el acuífero carbonatado del Cretácico superior. Este acuífero está constituido por materiales carbonatados con una elevada permeabilidad por fisuración y karstificación, que conlleva a una elevada transmisividad. El acuífero Turoniense presenta un comportamiento hidrodinámico de carácter confinado bajo las margas de base del Senoniense, aunque se desconoce la posición de los filtros y por tanto se desconoce si parte del sondeo se surte del agua del Senoniense, que forma un acuífero semiconfinado en la zona de estudio. Para este estudio, y con el fin de atender a criterios de mayor seguridad frente a la contaminación en el sondeo, se considerará que el agua captada es en parte del Senoniense y en parte del Turoniense, ya que el acuífero Senoniense es más vulnerable a la contaminación que el Turoniense.

El nivel piezométrico del sondeo se sitúa en torno a 727 m s.n.m., y soporta un caudal de explotación de 6-7 L/s.

La dirección general de flujo subterráneo en el acuífero captado se dirige hacia el sur.

6.1. Riesgo de contaminación

El riesgo de contaminación de la captación de abastecimiento requiere analizar los focos potenciales de contaminación y la vulnerabilidad del acuífero.

6.1.1. Focos potenciales de contaminación

Los focos potenciales de contaminación observados durante la visita técnica al municipio el 25 de agosto de 2021 quedan reflejados en la tabla 5 y las figuras 18 y 19.

FPC	Coordenadas UTM ETRS89 Huso 30		Cota m s.n.m	Distancia al sondeo (m)
	X	Y		
Granja Conejos	590412	4386285	910	362
Granja Pollos	590378	4386173	916	460
Granja Ovejas	590550	4387177	929	711
Granja Cerdos	590902	4385089	926	1655
Punto Limpio	590742	4386480	915	480
Vertido A.R.	590092	4386508	898	224
Cementerio	590938	4386906	927	712
Tierras de cultivo	Areal			

Tabla 5. Focos potenciales de contaminación en los alrededores de Gabaldón

El sondeo de abastecimiento se encuentra situado en una zona rodeada de tierras de cultivo, y a escasa distancia del núcleo urbano, que supone un foco potencial de contaminación en sí mismo y se encuentra aguas arriba del punto de captación. Estos puntos podrían, potencialmente, afectar a la calidad del agua captada por el sondeo. La granja de ovejas también se ubica aguas arriba del sondeo, aunque a una distancia de 700 m que minimiza la probabilidad de contaminación.

Respecto al punto de vertido de aguas residuales de la localidad, se encuentra muy próximo al sondeo, aunque en este caso se ubica aguas abajo del mismo.

El resto de focos potenciales de contaminación no deberían suponer una amenaza a la calidad del agua captada por el sondeo al ubicarse lejos o aguas abajo del mismo.

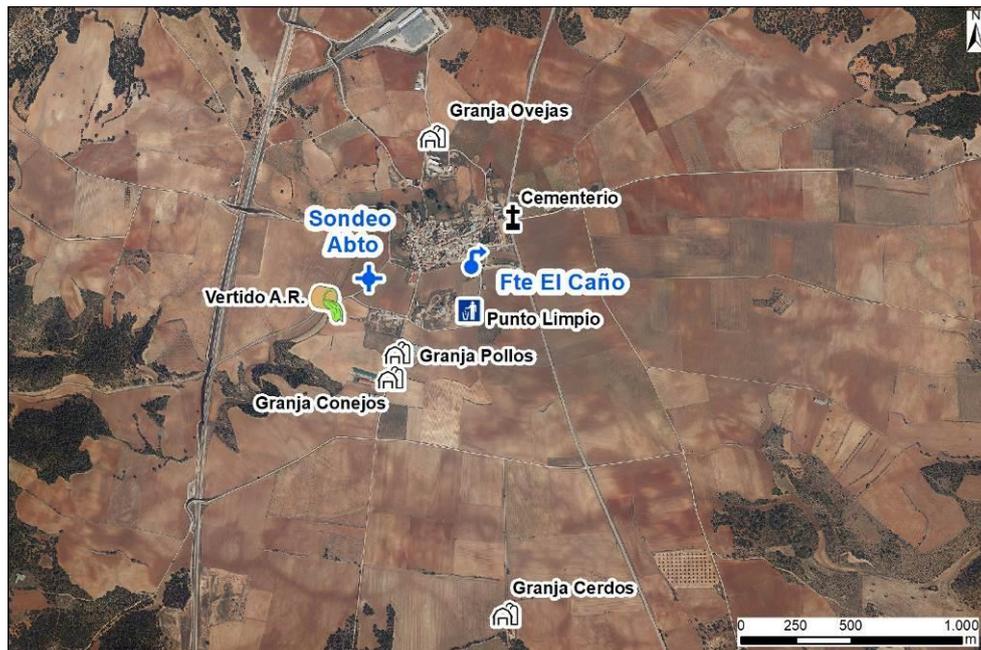


Figura 18. Focos potenciales de contaminación de los alrededores de Gabaldón sobre ortofoto

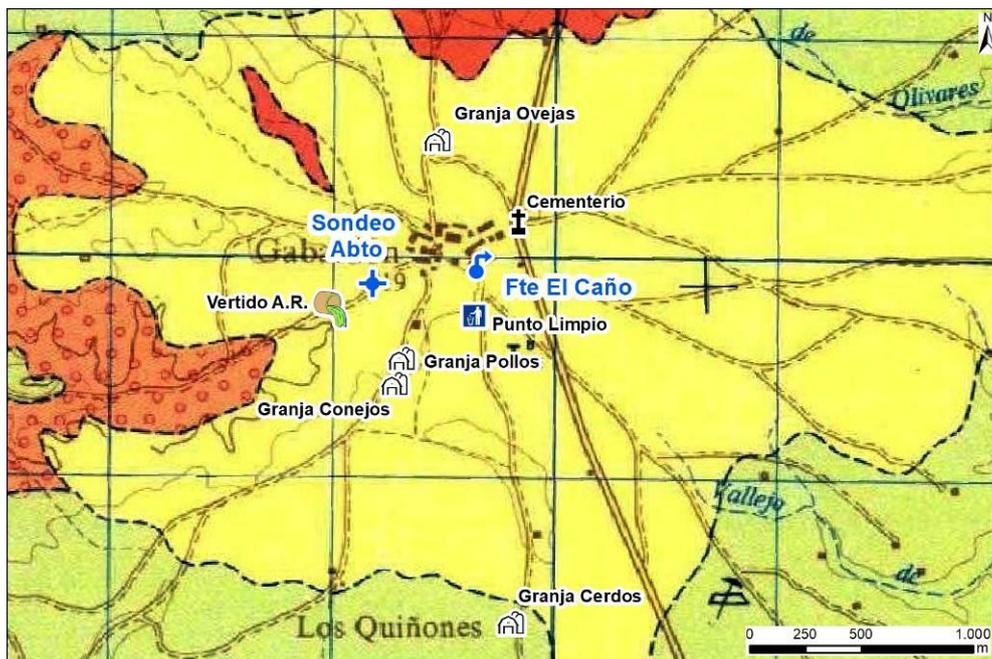


Figura 19. Focos potenciales de contaminación de los alrededores de Gabaldón sobre MAGNA 691 Motilla del Palancar 1/50.000

6.1.2. Estimación de la vulnerabilidad del acuífero

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.

En la zona de estudio existe una cartografía de vulnerabilidad de acuíferos previa, obtenida mediante el empleo del método COP. 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 (IGME-DGA, 2009).

El método COP fue diseñado para evaluar la vulnerabilidad de los acuíferos carbonatados a partir de tres factores:

- concentración de flujo (**C**)
- protección del agua subterránea (**O**)
- precipitación (**P**)

El método COP representa una interpretación integral de la propuesta europea contemplada en la Acción COST 620.

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.

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.

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 (Muy Alta, Alta, Moderada, Baja, Muy Baja), de manera que los índices más bajos indican máxima vulnerabilidad (figura 20).

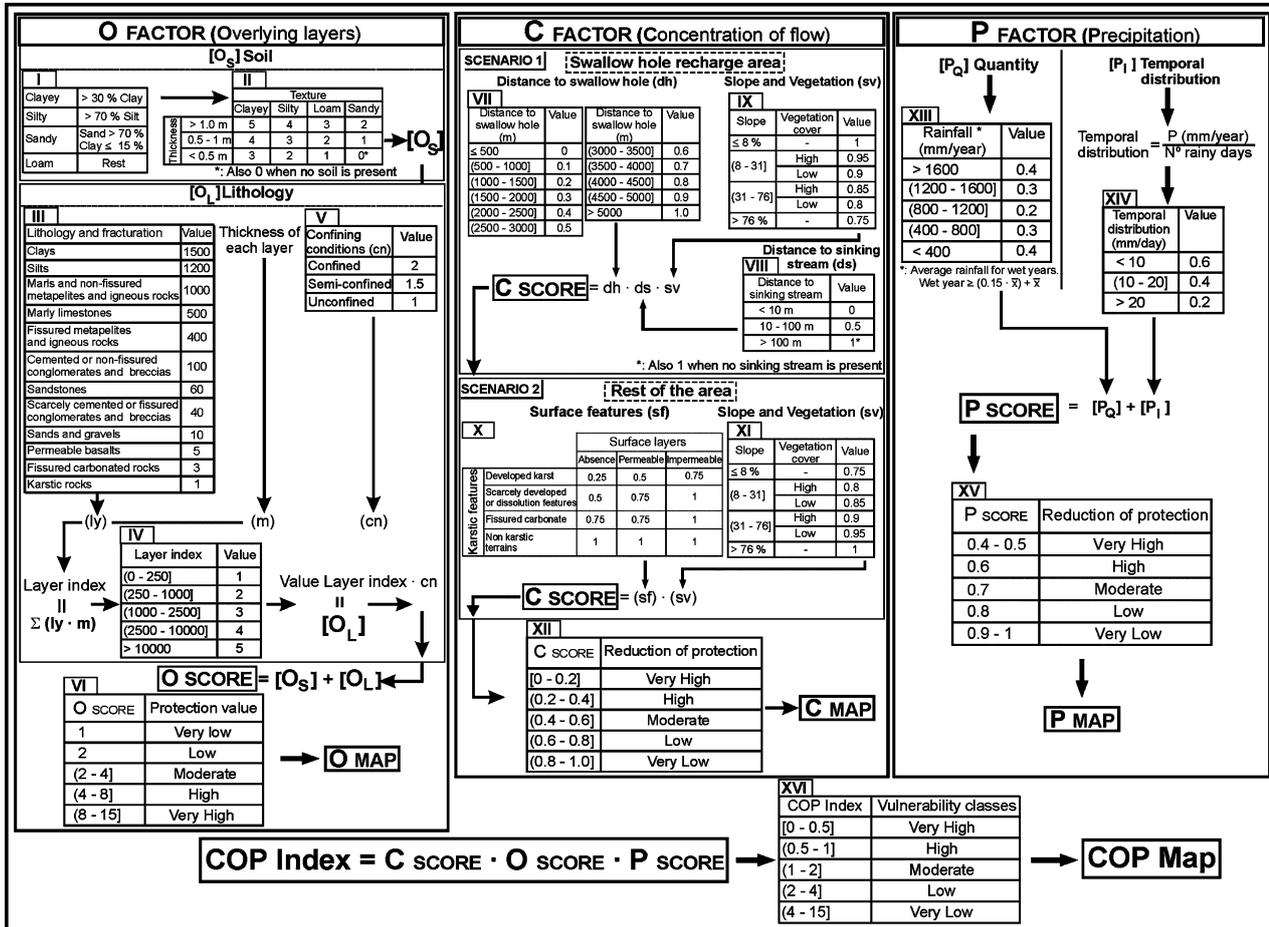


Figura 20. Esquema de la valoración del índice COP

En el presente estudio se ha tomado como válido el citado mapa de vulnerabilidad elaborado en IGME-DGA, 2009 mediante el método COP, incluido en la figura 21.

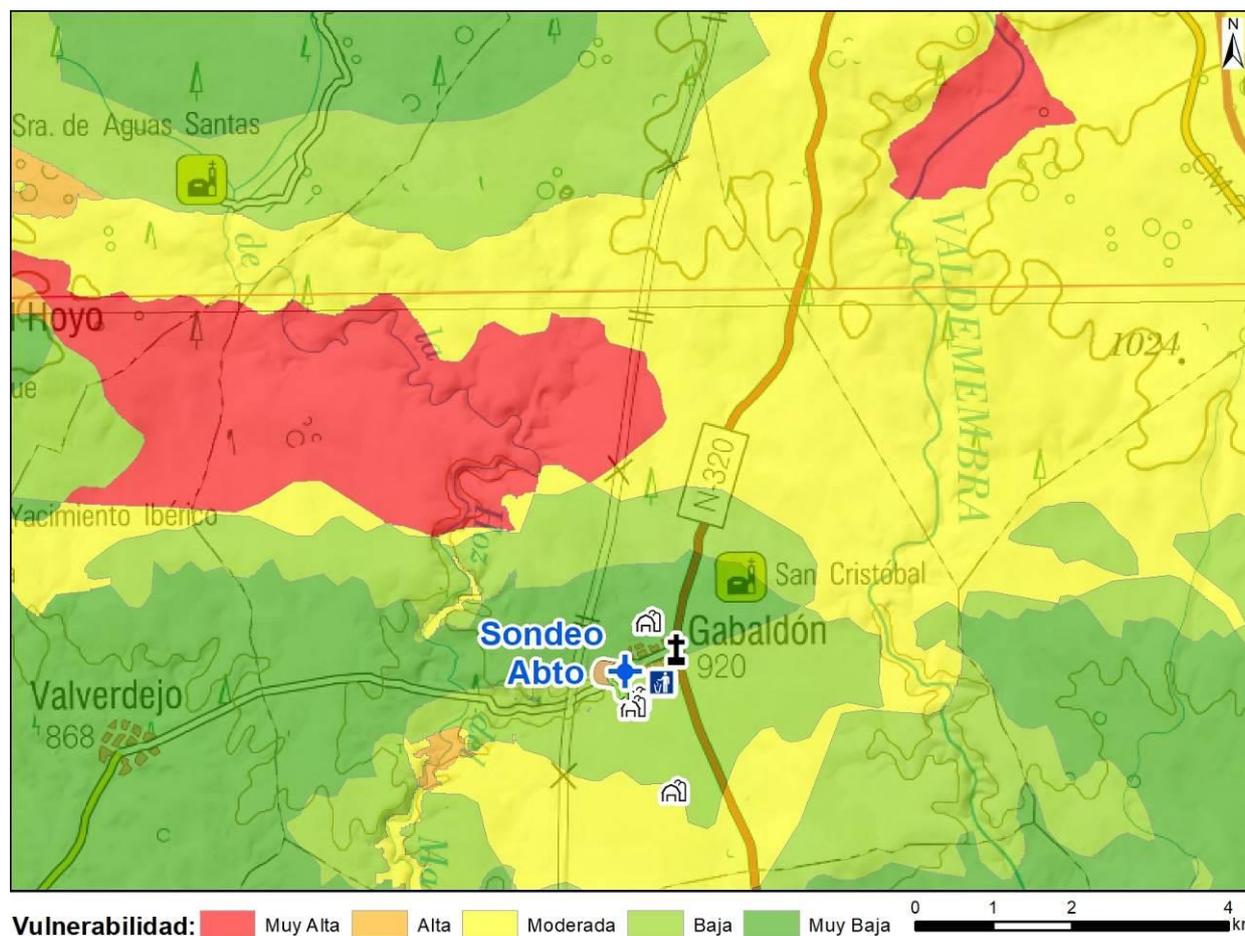


Figura 21. Cartografía de vulnerabilidad de la zona de estudio según el método COP de la MASb 080.129 (obtenido a partir del mapa de vulnerabilidad IGME-DGA, 2009)

Los resultados del método COP muestran que los alrededores inmediatos del sondeo de abastecimiento a Gabaldón se sitúan en una zona de vulnerabilidad baja a muy baja, rodeada de una zona de vulnerabilidad media. Al NNO del sondeo se observa una amplia zona de vulnerabilidad muy alta coincidente con parte del área de alimentación del acuífero captado para el abastecimiento. Más al NE del sondeo, existe otra zona menos extensa de vulnerabilidad muy alta, rodeando un tramo del río Valdemembra. También se observa una pequeña zona de vulnerabilidad alta a dos km al SO del sondeo, aguas abajo del mismo.

Tanto el sondeo como los focos potenciales de contaminación se ubican dentro del área de vulnerabilidad baja o muy baja, por lo que se considera que el riesgo de contaminación al sondeo a partir de estos focos potenciales de contaminación es bajo.

6.2. Perímetro de protección de la captación

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

- Zona inmediata o de restricciones absolutas: el criterio de delimitación suele ser un tiempo de tránsito 1 día o un área fija de entre 100 m² y 400 m². Suele estar vallada impidiendo el acceso de personal no autorizado a la captación.
- 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 con criterios hidrogeológicos combinado con el análisis de la vulnerabilidad y, según el caso, se puede usar el 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. Protege la captación frente a contaminantes de larga persistencia.

El hecho de tratarse de un acuífero semiconfinado, con un nivel piezométrico situado alrededor de 180 m de profundidad, varias capas de calizas margosas por encima del acuífero y una capa detrítico-arcillosa en superficie, implica que la protección del acuífero estará favorecida por la zona no saturada (ZNS), es decir, por los materiales arcillosos y margosos suprayacentes.

Las características hidrogeológicas del acuífero captado y los valores de sus parámetros hidráulicos representativos hacen poco apropiado en este caso el método de Wyssling, frecuentemente utilizado para el establecimiento de perímetros de protección, por lo que las diferentes zonas se definirán en base al análisis hidrogeológico combinado con la evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación y el poder autodepurador de los materiales.

6.2.1. [Zona de protección inmediata o de restricciones absolutas](#)

La zona de restricciones absolutas tiene como objeto impedir el acceso de personal no autorizado a la captación, así como la realización de cualquier actividad en este recinto, ya que repercutiría directamente en la propia captación. En esta zona se evitarán todas las actividades, excepto las relacionadas con el mantenimiento y explotación de la captación. Actualmente el sondeo está situado dentro de un recinto vallado y está tapado con una arqueta con tapa metálica. El recinto vallado se considera suficiente como zona de protección inmediata.



Figura 22. Perímetro de protección de restricciones absolutas del sondeo de abastecimiento de Gabaldón

6.2.2. [Zona de protección próxima o de restricciones máximas](#)

Para determinar esta zona se ha de considerar que, apoyándonos en la descripción geológica e hidrogeológica realizada durante los trabajos de perforación, el acuífero que capta el sondeo de abastecimiento a Gabaldón tiene un comportamiento hidráulico confinado o semiconfinado. En la zona más superficial, los materiales predominantes son 17 m de arcillas (Terciario) bajo las cuales hay 156 m de calizas y calizas margosas (Cretácico superior Senoniense) por encima del nivel piezométrico, que actúan como protección natural del acuífero.

El método de Rehse para el cálculo del poder depurador de los materiales respecto a la contaminación microbiológica, contempla que el poder depurador de un suelo viene dado por:

$$M_x = M_{zns} + M_{zs}$$

Donde M_x es el poder depurador sobre la totalidad del transporte, M_{zns} es el poder depurador en el trayecto vertical (zona no saturada) y M_{zs} es el poder depurador en el trayecto horizontal (zona saturada o acuífero).

- M_{zns} = Suma de los diferentes espesores de materiales en la ZNS multiplicado por el Índice de depuración de cada uno de estos materiales según Rehse.
- M_{zs} = Suma de los diferentes espesores de materiales en la zona saturada multiplicado por el Índice de depuración de cada uno de estos materiales según Rehse.

Poder depurador del suelo en el recubrimiento (Suelo y zona no saturada).

M	Descripción del material	H (m)	$I_f = 1/H$
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 escasamente limosa	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	Gravas, guijarros	50	0,02

M = Número de clasificación granulométrica

H = Espesor de la capa necesario para la depuración

I_f = Índice de depuración en la zona no saturada

Arena: Diámetro de grano 2 – 0,063 mm

Limo: Diámetro de grano 0,063 – 0,005 mm

Arcilla: Diámetro de grano < 0,005 mm

Modificado de Rehse, 1977.

Poder depurador del suelo en la zona saturada.

M	Descripción del material	L (m)	$I_s = 1/L$
9	Grava con abundante matriz arenosa y escasamente limosa	a) 100	0,01
		b) 150	0,007
		c) 170	0,006
		d) 200	0,005
10	Grava fina a media, rica en arena	a) 150	0,007
		b) 200	0,005
		c) 220	0,0045
		d) 250	0,004
11	Grava media a gruesa con poca arena	a) 200	0,005
		b) 250	0,004
		c) 270	0,0037
		d) 300	0,0033
12	Gravas, guijarros	a) 300	0,0033
		b) 340	0,0029
		c) 360	0,0027
		d) 400	0,0025

L = Distancia horizontal necesaria para la depuración (m)

a) Velocidad eficaz < 3 m/día

b) Velocidad eficaz comprendida entre 3 y 20 m/día

c) Velocidad eficaz comprendida entre 20 y 50 m/día

d) Velocidad eficaz > 50 m/día

I_s = índice de depuración en el acuífero

Modificado de Rehse, 1977.

Figura 23. Parámetros del método Rehse para el cálculo del poder autodepurador del suelo (tomado de IGME, 2003)

Si M_x es mayor o igual a 1 la depuración en la ZNS es completa y, según Rehse, no es necesario determinar ningún perímetro de protección de la calidad ya que se considera que los materiales de la ZNS suponen una barrera depuradora natural que garantiza la protección del acuífero.

Además, Bolsenkötter completa el método de Rehese haciendo una modificación aplicable a medios kársticos y fisurados:

Poder depurador de las rocas (Bolsenkötter)

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	Grauvaca, arcosas, arenisca arcillosa, limosa	50	0,01
5	Granito, granodiorita, diorita sionita	70	0,007
6	Cuarcitas, areniscas con sílex	100	0,005
7	Caliza	200	0,0025

Figura 24. Modificación de Bolsenkötter al método de Rehese para medios kársticos y fisurados (Tomado de IGME, 1991)

En el caso del sondeo de abastecimiento a Gabaldón, se obtendría un valor de depuración del terreno en la vertical, solo en la capa detrítica terciaria, de entre 8,5 (en el caso de que todo el terciario estuviese constituido por arcillas) y 2,2 (en caso de que haya un paleocauce, asimilable a “grava con abundante matriz arenosa o limosa”) con lo que, según Rehese, esta capa de 17 m de terciario detrítico sería suficiente para proteger al acuífero.

Por debajo del detrítico existe un mínimo de 156 m de material carbonatado cretácico bajo el Terciario hasta llegar al nivel piezométrico. En estos materiales, utilizando la modificación de Bolsenkötter, se obtendría un valor mínimo de depuración de 0,39 suponiendo que la litología estuviese únicamente formada por calizas, más favorables al paso de la contaminación que las calizas con margas.

De este modo, quedándonos del lado de la seguridad, obtendríamos un valor del poder depurador del terreno respecto a la contaminación microbiológica en la zona no saturada mayor de 1 (mínimo de 2,59 suponiendo

que los materiales de la zona no saturada son los más permeables de los materiales posibles en la zona), por lo que según Rehse no sería necesario determinar ningún perímetro de protección de la calidad frente a la contaminación microbiológica en los alrededores del sondeo.

Respecto a la contaminación dentro de la zona saturada o acuífero, calculamos la distancia horizontal necesaria para que haya una depuración completa según Rehese, aplicando la modificación de Bolsenkötter:

$$M_x = M_{zns} + M_zs$$

Para la depuración total M_x tiene que ser mayor o igual a 1:

$$M_zs = 1 - M_{zns}$$

$$M_{zns} = 158,78 \times 0,0025 = 0,39695$$

Entonces

$$M_zs = 1 - 0,39695; M_zs = 0,60305$$

La distancia (L) que el contaminante debería realizar en la zona saturada hasta diluirse por completo y resultar inocuo viene dado por:

$$L = M_zs / I_zs$$

Donde

M_zs : poder depurador en el trayecto horizontal que realiza el contaminante

I_zs : Índice de depuración en el acuífero

Dado que el acuífero está formado por calizas, $I_zs = 0,0025$ según Bolsenkötter

$$L = \mathbf{241 \text{ m}}$$
 para la depuración total en el acuífero

Al no ser aflorante el acuífero en la zona de 241 m definida alrededor del sondeo, no debería haber problemas de contaminación microbilogica puesto que, como hemos visto anteriormente, la zona no saturada protege al acuífero en las proximidades del sondeo. En el caso que nos ocupa, tal y como se ha dicho con anterioridad, el sondeo presenta elevadas concentraciones de plomo y nitratos que probablemente se deban a la rotura o erosión de la tubería de acondicionamiento, permitiendo la entrada de contaminantes al acuífero a partir de las capas más superficiales desde el propio sondeo.

Asimismo, cualquier sondeo que captase el acuífero dentro de la zona de 241 m alrededor del sondeo, u obra que llegase hasta el Cretácico, bajo la protección que ofrece el Terciario, podría suponer una potencial entrada directa de contaminantes al acuífero, poniendo en riesgo la calidad del agua captada. Por este motivo, se propone un perímetro de protección de 241 m alrededor del sondeo en el cual se maximicen las precauciones respecto a las características constructivas de futuros sondeos de captación del Cretácico, que deberán asegurar el adecuado aislamiento de los niveles acuíferos superiores, o cualquier otra obra u actuación que pueda implicar una llegada directa de contaminantes al mismo.

Respecto al punto de vertido de aguas residuales, no debería suponer un riesgo para la calidad del agua captada por el sondeo al encontrarse aguas abajo del mismo y sobre materiales terciarios, pero se recomienda alejarlo algunos metros aguas abajo ya que se encuentra excesivamente cerca del sondeo, dentro del perímetro de protección propuesto.

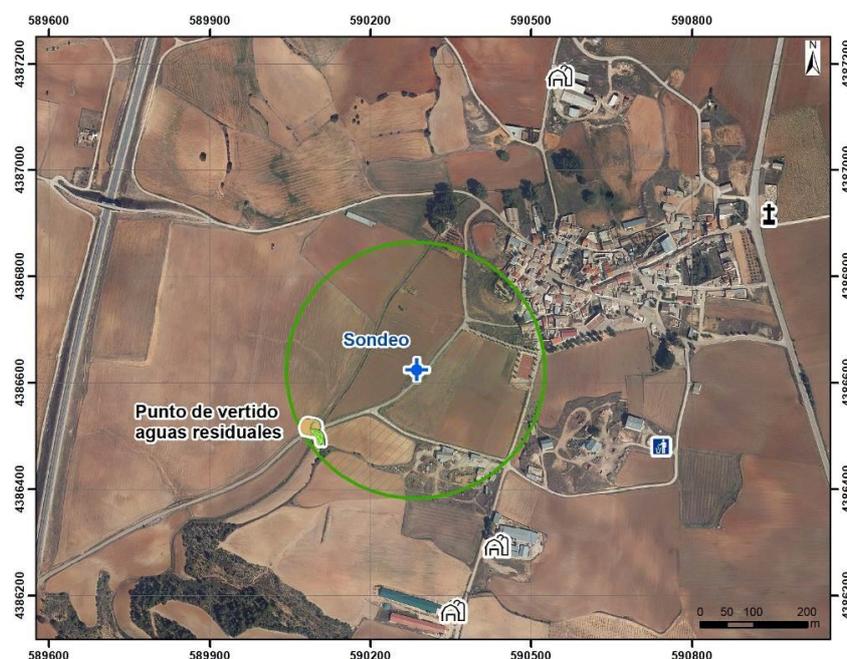


Figura 25. Propuesta de perímetro de protección para la zona próxima del sondeo de abastecimiento a Gabaldón

6.2.3. Zona de protección alejada o de restricciones moderadas

Como zona de protección alejada o de restricciones moderadas se propone proteger la zona de alimentación del acuífero, donde aflora el Cretácico superior, aguas arriba del sondeo atendiendo a criterios geológicos e hidrogeológicos y, por tanto, a la vulnerabilidad de los materiales frente a la contaminación. La zona a proteger presenta vulnerabilidades entre bajas y muy altas.

La zona propuesta es un pseudo-rectángulo alargado en la dirección de flujo subterráneo (N-S) que comienza en la zona de afloramiento del Cretácico y llega hasta donde los materiales geológicos son menos vulnerables a la contaminación, unos 6 km aguas arriba del sondeo, tal y como queda de manifiesto en la figura 26:

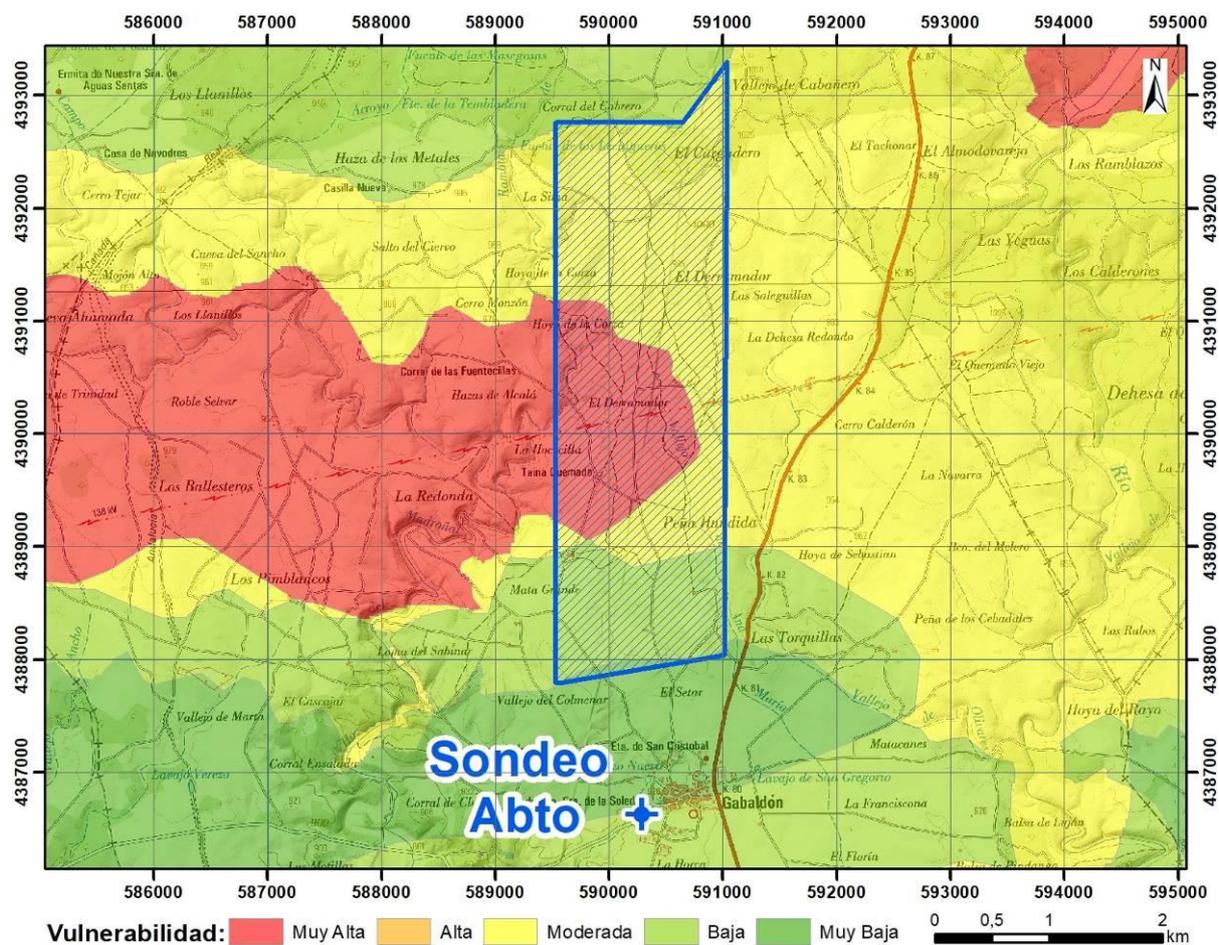


Figura 26. Propuesta de perímetro de protección para la zona alejada o de restricciones moderadas para el sondeo de abastecimiento a Gabaldón

6.2.4. Perímetro de protección de la cantidad

No se reportan problemas de cantidad del recurso en la localidad, no obstante, se propone un perímetro de protección de la cantidad, con el apoyo de criterios hidrogeológicos, en función del grado de afección cuantitativa que podrían producir determinadas captaciones en los alrededores. Para ello, se calcula el descenso en el nivel piezométrico que podrían provocar sondeos situados a determinadas distancias mediante la fórmula de Jacob:

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

D = Descenso del nivel piezométrico

T = Transmisividad = 2.500 m²/día (para una K= 50 m/d bibliográfica y un espesor saturado de 50 m)

Q = Caudal (caudal máximo de la captación a proteger: 7 L/s) = 604,8 m³/día

t = Tiempo de bombeo= 120 días

r = Distancia al sondeo de captación (500 m)

S = Coeficiente de almacenamiento = 0,0005 (valor bibliográfico)

Con los datos indicados, se obtiene que el descenso del nivel piezométrico que provocaría un sondeo que explote 7 L/s durante 120 días continuados, situado a 500 m de distancia de la captación sería de 0,16 m. En base a los datos calculados, se delimita una zona de protección de la captación con un radio de 500 metros al considerarse el descenso producido asumible (mucho menor al 10% recomendado). Su representación cartográfica se puede observar en la figura 27.

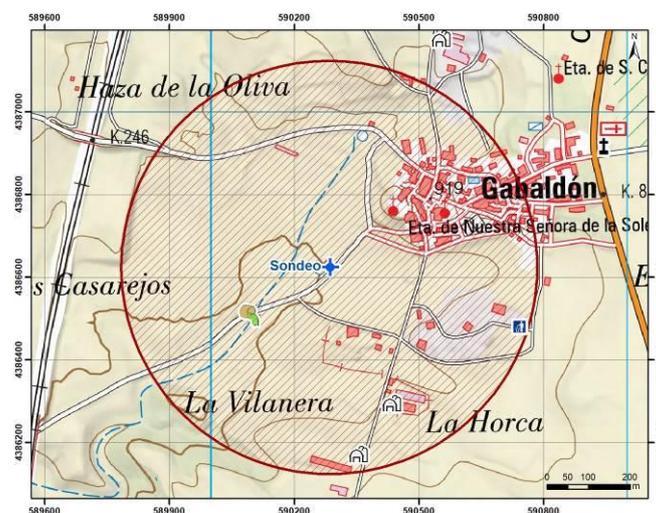


Figura 27. Propuesta de perímetro de protección de la cantidad del sondeo de abastecimiento a Gabaldón

6.3. Conclusiones y recomendaciones

Los acuíferos más importantes de la zona de estudio están formados por materiales carbonatados del cretácico superior. Se dividen, a su vez, en dos acuíferos separados por un paquete de margas que los independiza. El acuífero superior data del Senoniense y está semiconfinado en los alrededores del sondeo por el terciario arcilloso y varias capas de calizas margosas por encima del nivel piezométrico. El acuífero inferior data del Turoniense y es más productivo. Está confinado en los alrededores del sondeo. Ambos acuíferos presentan permeabilidad alta o muy alta por karstificación y fisuración de los carbonatos.

El nivel piezométrico actual en el sondeo es de 727 m s.n.m. y la dirección del flujo subterráneo es hacia el sur.

El agua captada por el sondeo presenta facies hidroquímica bicarbonatada cálcica. Con todos sus parámetros dentro de los límites establecidos por la legislación vigente. No obstante, presenta elevadas concentraciones de nitratos. Se sugiere realizar un seguimiento exhaustivo de su evolución.

El sondeo de abastecimiento a Gabaldón tiene una profundidad de 250 m. Las litologías en el sondeo pertenecen al Terciario y al Cretácico superior. La columna perforada es la siguiente:

0-17 m: arcillas terciarias

17-195 m: calizas y calizas margosas (Cretácico Senoniense)

195-208 m: dolomías con algún nivel arcilloso (Cretácico Senoniense)

208-230 m: margas (Cretácico Senoniense)

230-236: dolomías (Cretácico Turoniense)

236-250: calizas (Cretácico Turoniense)

Se desconoce la posición de los filtros en el sondeo, aunque posiblemente estén situados en las calizas del Cretácico Turoniense. No obstante, y con el fin de atender a criterios de mayor seguridad para el sondeo, para la determinación de los perímetros de protección del sondeo se considerará que los filtros están colocados para captar el agua tanto de las calizas del Senoniense como de las del Turoniense.

Las tierras de cultivo situadas alrededor del sondeo, el propio núcleo urbano de Gabaldón y el punto de vertido de aguas residuales son focos potenciales de contaminación que se encuentran muy próximos al sondeo y podrían, potencialmente, afectar a la calidad el agua captada. No obstante, el acuífero captado se

encuentra confinado o semiconfinado bajo las arcillas del terciario y algunas capas de calizas margosas que minimizan la probabilidad de contaminación.

El sondeo se ubica en una zona de vulnerabilidad baja o muy baja rodeada por zonas de vulnerabilidad media. Al NNO de la captación, en el área de alimentación del acuífero captado, existe una zona de vulnerabilidad muy alta.

Las propuestas de perímetro de protección son las siguientes (figura 28 y tabla 6):

Zona de protección inmediata o restricciones absolutas: El actual recinto vallado junto con la arqueta que protege al sondeo se consideran suficientes como zona de protección inmediata o de restricciones absolutas.

En esta zona se evitarán todas las actividades, excepto las relacionadas con el mantenimiento y explotación de la captación.

Zona de protección próxima. Se observa un elevado poder autodepurador del terreno y una baja o muy baja vulnerabilidad del suelo. No obstante, se propone la delimitación de un perímetro de protección de 241 m alrededor del sondeo, suficientes para conseguir la depuración total en el acuífero y protegerlo frente a posibles sondeos u obras que alcanzasen el acuífero y pudiesen afectar a la calidad del agua captada. En esta zona se debe priorizar la prevención de posibles entradas directas de contaminantes al acuífero. Se recomienda alejar el punto de vertido de aguas residuales de su ubicación actual.

Zona de protección alejada o de restricciones moderadas. Se propone la protección del área más próxima de alimentación del acuífero frente a contaminantes de larga persistencia. La zona se ha definido como un pseudo-rectángulo con su lado más alargado en la dirección del flujo subterráneo.

Perímetro de cantidad. Se considera suficiente un perímetro de una circunferencia de 500 m alrededor del sondeo de abastecimiento a Gabaldón para proteger la cantidad de agua en el mismo.

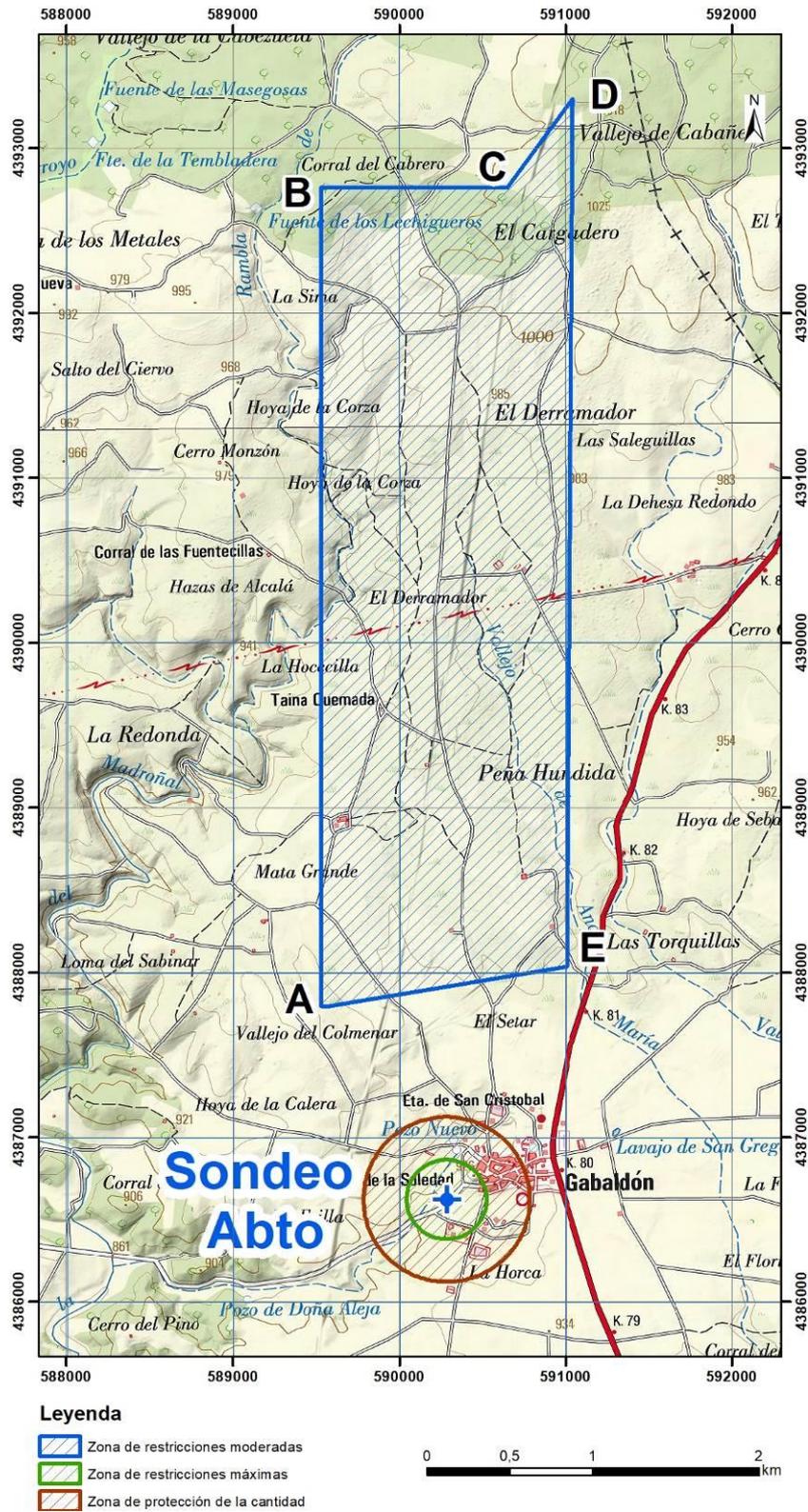


Figura 28. Perímetros de protección propuestos para el sondeo de abastecimiento a Gabaldón

		Coordenadas UTM ETRS89 H30	
		X	Y
Zona inmediata. Restricciones absolutas		Actual recinto vallado alrededor del sondeo	
Zonas próxima. Restricciones máximas		Circunferencia de 241 m de radio alrededor del sondeo	
Zona alejada. Restricciones Moderadas*	A	589526	4387799
	B	589528	4392759
	C	590646	4392761
	D	591039	4393299
	E	591010	4388037
Cantidad		Circunferencia de 500 m de radio alrededor del sondeo	

Tabla 6. Propuesta de perímetros de protección del sondeo de abastecimiento a Gabaldón

7. BIBLIOGRAFÍA

IGME, 1976. Mapa geológico E 1:50.000 n° 691 – Motilla del Palancar

IGME, 1983. Nota técnica sobre el bombeo de ensayo realizado en Gabaldón, Cuenca

IGME, 1991. Guía metodológica para la elaboración de perímetros de protección de captaciones de aguas subterráneas.

IGME, 2003. Martínez Navarrete, C. y García García, A. Perímetros de protección para captaciones de agua subterránea destinada al consumo humano. Metodología y aplicación al territorio

IGME, 2008. Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento público de agua potable a la localidad de Gabaldón (Cuenca)

IGME-DGA, 2009. Actividad 9. Protección de las aguas subterráneas empleadas para consumo humano según los requerimientos de la Directiva Marco del Agua. Evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de las masas de agua subterránea intercomunitarias. Masas carbonatadas. Demarcación Hidrográfica del Júcar. 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

EIEL, 2018. Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales. <http://eiel.dipucuenca.es/geocuenca/>.

Fecha de consulta: agosto 2021

IGME, 2021. Informe hidrogeológico para la mejora del abastecimiento público de agua potable a la localidad de Motilla del Palancar (Cuenca)

INE, 2021. Nomenclátor: Población del Padrón Continuo por Unidad Poblacional.

<https://www.ine.es/nomen2/index.do>. Fecha de consulta: agosto 2021

IGME, 2021. Base de datos del inventario de puntos de agua. <http://info.igme.es/BDAguas/>. Fecha de consulta: agosto 2021

MITECO, 2021. Redes de seguimiento de las aguas subterráneas. <https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/?herramienta=Piezometros>. Fecha de consulta: agosto 2021

En Madrid, diciembre de 2021

Vº Bº: Jefa del Proyecto

La autora del informe

Raquel Morales García

Ana Castro Quiles

Área de Hidrogeología General

Área de Hidrogeología

y Calidad del Agua del IGME

Aplicada del IGME

ANEXO

ANÁLISIS QUÍMICOS