



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



Instituto Geológico
y Minero de España

**NOTA TÉCNICA DE LAS CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-QUÍMICAS DEL SONDEO BATÁN 4 EN
HORCAJO DE SANTIAGO (CUENCA)**

Abril de 2016

Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. UBICACIÓN	3
3. TOMA DE MUESTRA	4
4. HIDROGEOLOGIA REGIONAL.....	5
5. MATERIALES GEOLÓGICOS	7
6. CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA.....	9
6.1. Batán 4	9
6.2. Informe de aptitud para agua de consumo.....	13
7. RESULTADOS OBTENIDOS.....	14
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Ubicación del término municipal de Horcajo de Santiago.</i>	3
<i>Figura 2. Situación del sondeo Batán 4.</i>	4
<i>Figura 3. Masas de Agua Subterránea de la provincia de Cuenca y ubicación del municipio y las captaciones de Horcajo de Santiago.</i>	5
<i>Figura 4. Mapa geológico de la zona de estudio (fuente: IGME. Mapa Geológico serie MAGNA, escala 1:50.000, hoja 632, Horcajo de Santiago).</i>	8
<i>Figura 5. Batán 4. Diagrama de Piper-Hill-Langelier.</i>	10
<i>Figura 6. Batán 4. Diagrama de Stiff.</i>	10
<i>Figura 7. Batán 4. Diagrama de columnas logarítmicas de Schöeller-Berkaloff.</i>	11
<i>Figura 8. Batán 4. Gráfico de Potabilidad.</i>	12
<i>Figura 9. Batán 4. Diagrama de aptitud agrícola.</i>	12

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Coordenadas UTM del sondeo Batán 4.</i>	4
<i>Tabla 2. Resultados de la analítica correspondiente a la muestra tomada en el sondeo Batán 4.</i>	9
<i>Tabla 3. Informe de aptitud para agua de consumo de la muestra de agua del sondeo Batán 4.</i>	13

Apéndices

- APÉNDICE I. PLANOS DE SITUACIÓN DEL SONDEO
- APÉNDICE II. REPORTAJE FOTOGRÁFICO
- APÉNDICE III. RESULTADO DE LA ANALÍTICA

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 treinta y cinco 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, la investigación del patrimonio geológico-hidrogeológico y los estudios de riesgo geológico, para los años 2015-2018, en cuyo marco se emite el presente informe.

Su finalidad es aportar la caracterización físico-química de las aguas procedentes del sondeo denominado Batán 4, perforado en la parcela donde, actualmente, se ubican los sondeos de abastecimiento a la localidad de Horcajo de Santiago, provincia de Cuenca.

El sondeo Batán 4, perforado entre los meses de febrero y marzo de 2016, se localiza en las coordenadas UTM 512096 - 4409635 (ETRS 89, huso 30).

El objetivo principal de esta nota técnica es la determinación y características físico-químicas del agua captada en el sondeo Batán 4.

2. UBICACIÓN

El municipio de Horcajo de Santiago se ubica en el centro oeste de la provincia de Cuenca (Castilla La Mancha), a unos 98 km de la capital conquense, en la comarca de La Mancha. Posee una extensión de 96,03 km², que supone una densidad de población de 38,41 hab/km².

La situación geográfica del término municipal se muestra en la figura 1.



Figura 1. Ubicación del término municipal de Horcajo de Santiago.

3. TOMA DE MUESTRA

Con fecha 18 de marzo de 2016 se realizó un ensayo de bombeo y se procedió a la toma de la muestra de agua del citado sondeo Batán 4, para su posterior analítica de parámetros físico-químicos.

La situación del sondeo perforado se incluye en la figura 2, así como en los planos del Apéndice I, aportando fotografías del emplazamiento del sondeo en el Apéndice II.



Figura 2. Situación del sondeo Batán 4.

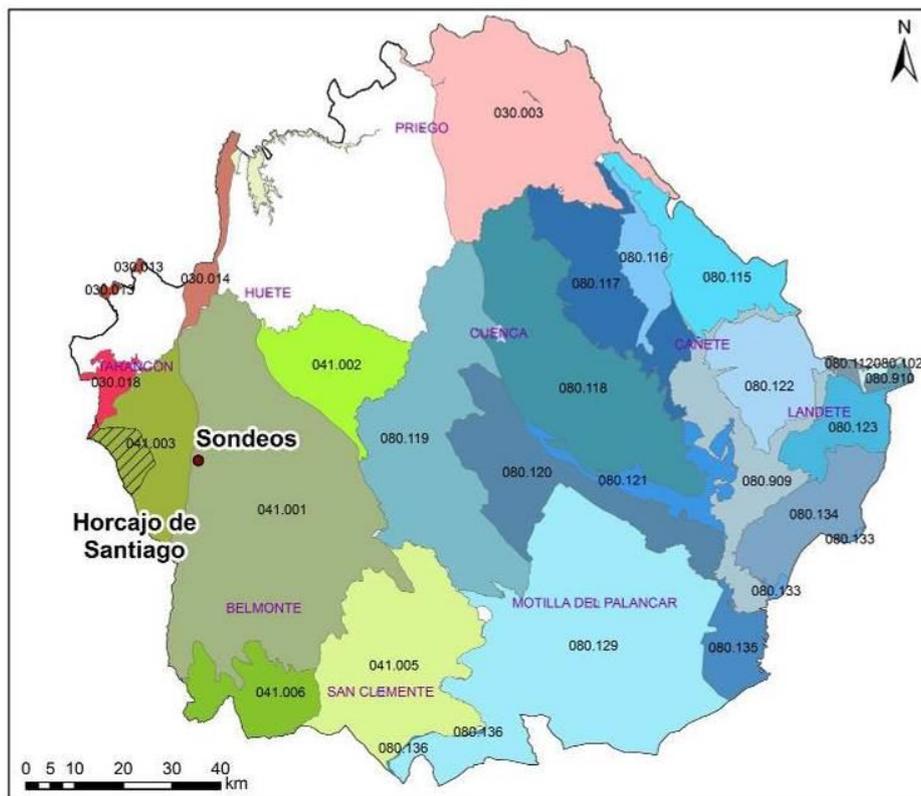
En la tabla 1 se detallan las coordenadas de su localización.

Sondeo	COORDENADAS (ETRS 89) H30		
Nomenclatura	X	Y	Z (m s.n.m.)
Batán 4	512096	4409635	776

Tabla 1. Coordenadas UTM del sondeo Batán 4.

4. HIDROGEOLOGIA REGIONAL

En la provincia de Cuenca se sitúan 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 3.



MASb Tajo

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

MASb Guadiana

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

MASb Júcar

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

Figura 3. Masas de Agua Subterránea de la provincia de Cuenca y ubicación del municipio y las captaciones de Horcajo de Santiago.

El núcleo urbano de Horcajo de Santiago está situado en la demarcación hidrográfica del Guadiana, en la MASb 041.003 Lillo-Quintanar, aunque los sondeos de los que se abastece se ubican en la MASb 041.001 Sierra de Altomira.

El límite oriental está definido por la divisoria hidrográfica de las cuencas del río Guadiana y río Júcar por una parte, el contacto con la MASb 041.002 La Obispalía en el margen noreste y el contacto con la vecina MASb 041.005 Rus-Valdelobos en la zona sureste.

En su parte occidental limita con las MASb 041.003 Lillo-Quintanar y MASb 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.

La MASb Sierra de Altomira está formada por una serie de calizas y dolomías jurásico-cretácicas que se apoyan sobre una base impermeable de arcillas, margas y yesos triásicos, y puede alcanzar una potencia de hasta 1.100 m en el sector oriental de la cuenca. Sobre ella se sitúa una serie margo-yesífera del tránsito cretácico-terciario y una sucesión de depósitos de origen continental (detríticos y evaporíticos), de edades paleógenas y miocenas, con potencias superiores a los 300 m, coronada por afloramientos dispersos de calizas, de reducido espesor (ITGE, 1989).

La MASb 041.001 está considerada como un acuífero complejo, que actúa en régimen libre o semiconfinado en profundidad, cuyo conjunto permeable principal está constituido por los materiales jurásicos (ITGE, 1989).

El funcionamiento hidrogeológico está condicionado en gran medida por la estructura, los niveles margosos favorecen el despegue de las distintas escamas y los cabalgamientos funcionan como impermeables de base que individualizan acuíferos. Los pliegues anticlinales y sinclinales, al igual que las fallas, que delimitan, además, las depresiones terciarias, pueden constituir divisorias locales del flujo subterráneo e incluso individualizar sectores acuíferos.

Los niveles acuíferos mesozoicos de la MASb Sierra de Altomira se captan para el abastecimiento a la población de Horcajo de Santiago.

5. MATERIALES GEOLÓGICOS

Los materiales más antiguos aflorantes en la zona de estudio pertenecen al mesozoico. De estos, los más cercanos a Horcajo de Santiago se sitúan en la Sierra de Altomira, a unos 12 km al Este de la localidad. Se trata de calizas y dolomías pertenecientes al jurásico, con un zócalo impermeable constituido por arcillas rojas del keuper. Por encima de estos materiales permeables jurásicos, encontramos niveles arcillosos, margosos y calizos del Jurásico superior y Cretácico.

Por su parte, el núcleo urbano de Horcajo de Santiago se sitúa sobre materiales terciarios y cuaternarios, consistentes en depósitos detríticos. Los depósitos terciarios más antiguos están compuestos por arcillas arenosas rojizas con intercalaciones de areniscas y conglomerados, sobre los que se sitúan bancos de yeso y calizas asociadas, así como margas y arcillas paleógenas.

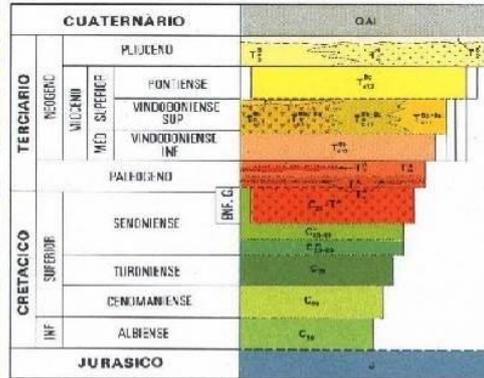
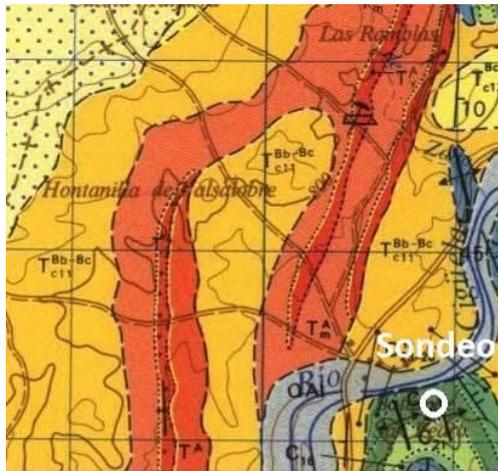
Discordante sobre el paleógeno aflora un conjunto de materiales miocenos fundamentalmente arcillosos y yesíferos, en ocasiones con niveles calcáneos. Hacia el Oeste de la población, aparecen calizas del páramo de edad pontiense, en contacto directo con los yesos vindobonienses. Estos materiales se encuentran parcialmente cubiertos por depósitos pliocenos.

Los materiales pliocenos son aluviales y coluviones constituidos por areniscas cuarcíticas de matriz areno-arcillosa o limosa sobre los que, en ocasiones, se sitúan discordantemente costras calcáneas.

Tanto los materiales mesozoicos como los terciarios paleógenos de las Sierras de Altomira y Almenara aparecen afectados por pliegues alargados orientados en dirección N-S.

Los cuaternarios son de tipo aluvial, constituidos por arenas limosas con lentejones de gravas, correspondientes a los depósitos de la red fluvial reciente.

En la figura 4 se incluye el marco geológico del entorno del sondeo.



QAI	Aluvial
T ₂	Caliza
T ₃	Arcillas y limos arenosos
T ₄	Arenosos conglomerados y limos
T ₅	Calizas y calizas margosas
T ₆	Calizas margosas
T ₇	Yesos sacarolitos blancos
T ₈	Arcillas con yesos
T ₉	Brechas calcáreas y sílex arcillosos
T ₁₀	Arcillas yesíferas y yesos lenticulares
T ₁₁	Yesos masivos y calizas
T ₁₂	Margas yesíferas
T ₁₃	Areniscas y conglomeradas
T ₁₄	Arcillas arenosas
C ₁₁ -T ₁₁	Yesos masivos y arcillas yesíferas
C ₁₀ -T ₁₀	Calizas y dolomías
C ₉ -T ₉	Calizas y margas arenosas
C ₈	Calizas dolomías y yesos margosas
C ₇	Calizas microporos y arenas margosas
C ₆	Facies lútilas
J	Calizas y dolomías Brechas calco-dolomíticas

Figura 4. Mapa geológico de la zona de estudio (fuente: IGME. Mapa Geológico serie MAGNA, escala 1:50.000, hoja 632, Horcajo de Santiago).

6. CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA

Para la caracterización hidroquímica del agua captada en el sondeo Batán 4, el día 18 de marzo del 2016 se tomó una muestra de agua correspondiente al ensayo de bombeo del citado sondeo, la cual fue remitida al laboratorio del IGME, para su posterior análisis.

A continuación se muestran los resultados de la analítica (incluida en el Apéndice III), relaciones iónicas, facies hidroquímicas y representaciones gráficas más significativas.

6.1. Batán 4

DQO	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	NO ₃	Na	Mg	Ca	K	mg/L
0,60	16	568	264	0	17	17	67	224	1	

pH (*)	Cond. (**)	R.S. 180°	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	F	CN	mg/L
7,27	1589	1182,8	0	0	0	12,2	< 0,5	< 0,01	

* Unid. pH ** μS/cm

Ag	Al	As	B	Ba	Be	Cd	Co	μg/L
	< 1	0,4	< 100			< 0,2		

Cr	Cu	Fe	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	μg/L
< 0,05	< 0,2	< 15	< 0,5		2,68		< 0,5	

Pb	Sb	Se	Th	Ti	U	V	Zn	μg/L
< 0,2		1,4					120	

Turbidez	UNF
< 1	

Relaciones iónicas

Relaciones iónicas					
Mg/Ca	K/Na	Na/Ca	Na/Ca+Mg	Cl/HCO ₃	SO ₄ /Cl
0,49	0,03	0,07	0,04	0,10	26,20

Facies hidroquímica

Aniónica	Catiónica
SO₄	Ca²⁺

Tabla 2. Resultados de la analítica correspondiente a la muestra tomada en el sondeo Batán 4.

Representaciones hidroquímicas

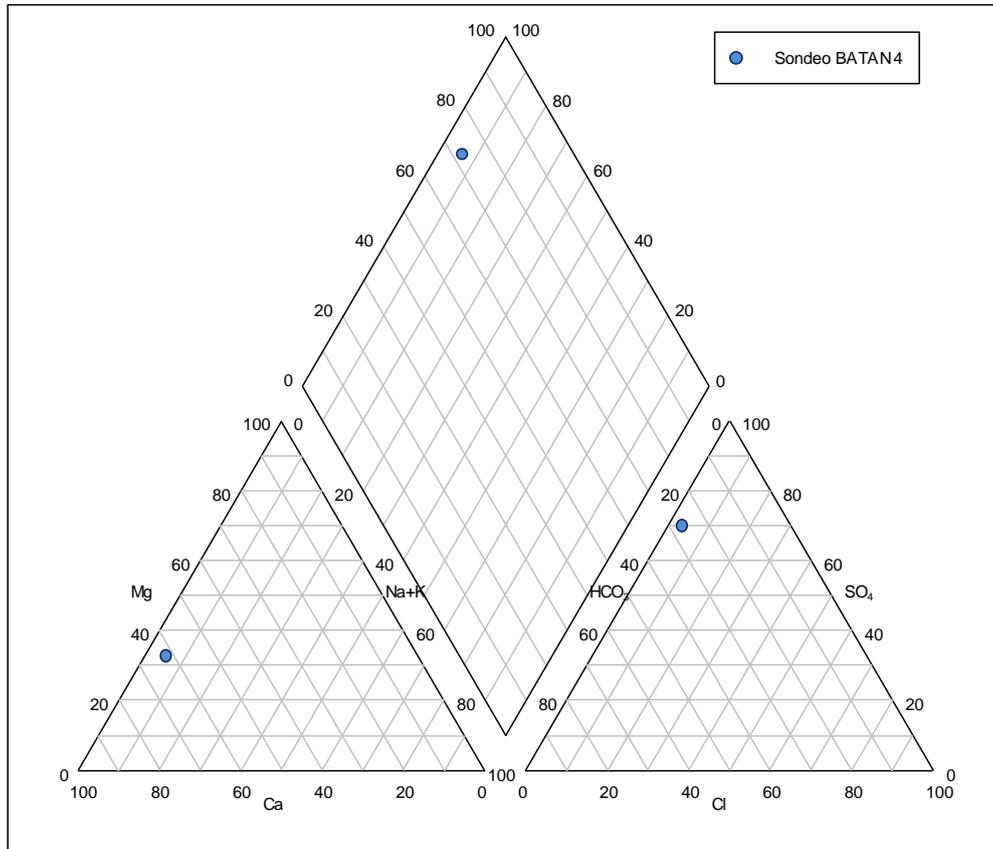
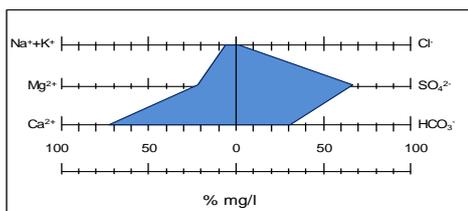


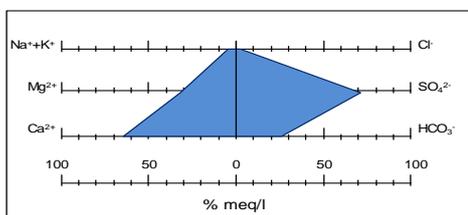
Figura 5. Batán 4. Diagrama de Piper-Hill-Langelier.



Muestra : Sondeo Batán 4
Fecha de Toma : 18/03/2016
Fecha de Terminación : 27/04/2016

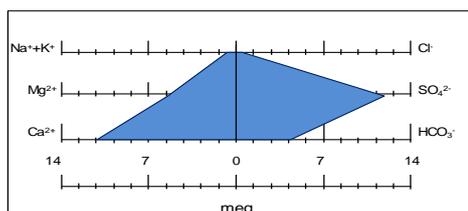
	mg/l	meq/l	%mg/l
Na+K	18	0,77	5,83
Mg	67	5,51	21,68
Ca	224	11,18	72,49

	mg/l	meq/l	%mg/l
Cl	16	0,45	1,89
SO₄	568	11,83	66,98
HCO₃	264	4,33	31,13



	mg/l	meq/l	%meq/l
Na+K	18	0,77	4,39
Mg	67	5,51	31,62
Ca	224	11,18	64,13

	mg/l	meq/l	%meq/l
Cl	16	0,45	2,72
SO₄	568	11,83	71,22
HCO₃	264	4,33	26,06



	mg/l	meq/l
Na+K	18	0,77
Mg	67	5,51
Ca	224	11,18

	mg/l	meq/l
Cl	16	0,45
SO₄	568	11,83
HCO₃	264	4,33

Figura 6. Batán 4. Diagrama de Stiff.

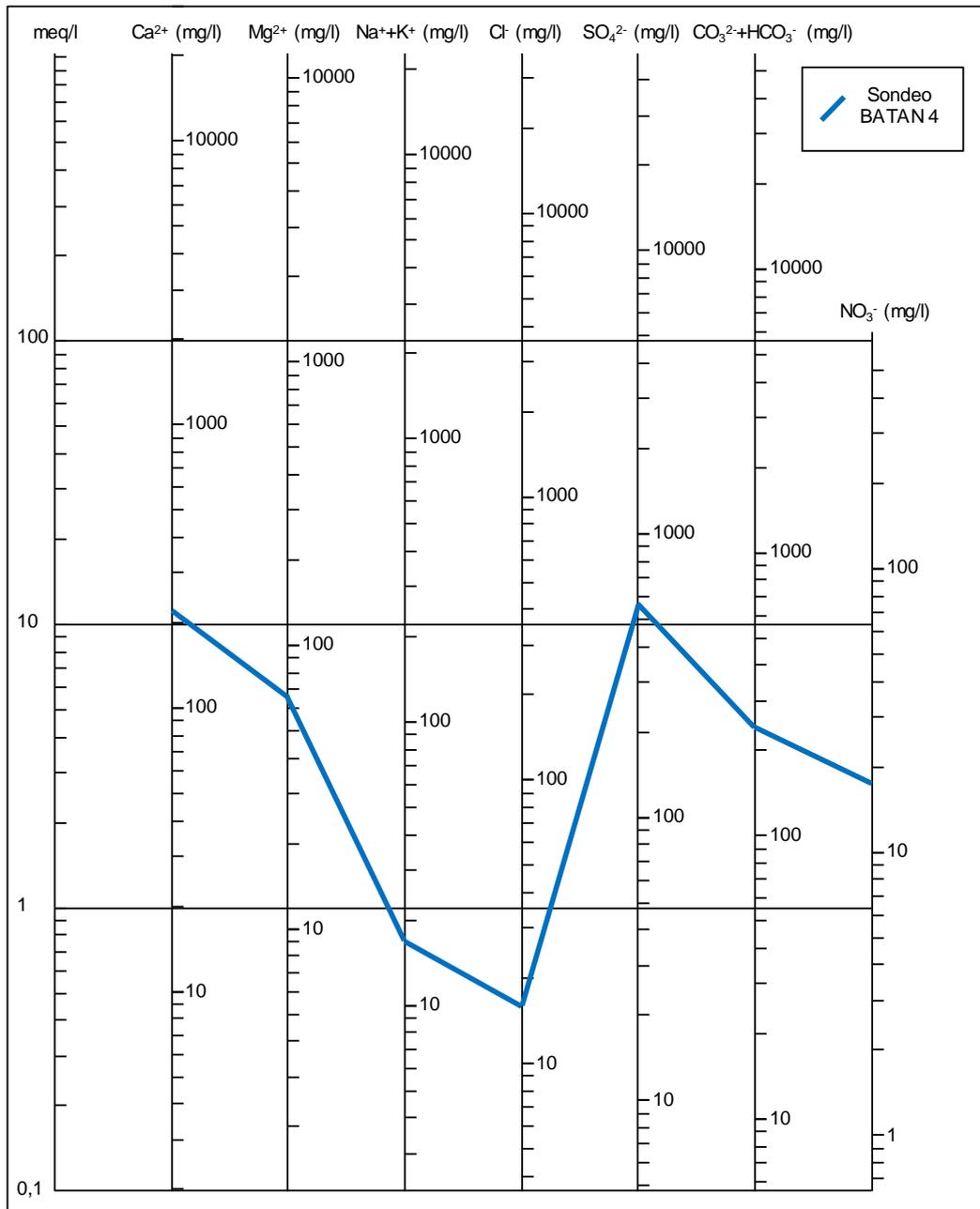


Figura 7. Batán 4. Diagrama de columnas logarítmicas de Schöeller-Berkaloff.

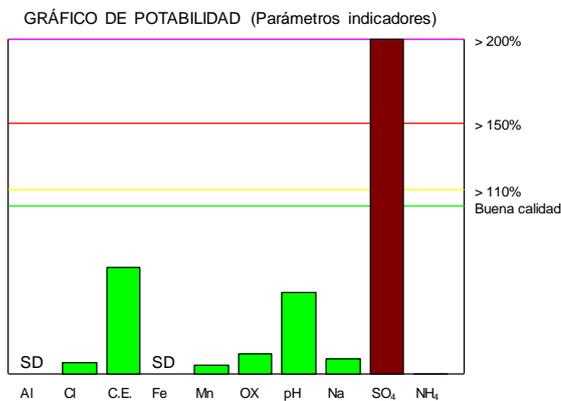
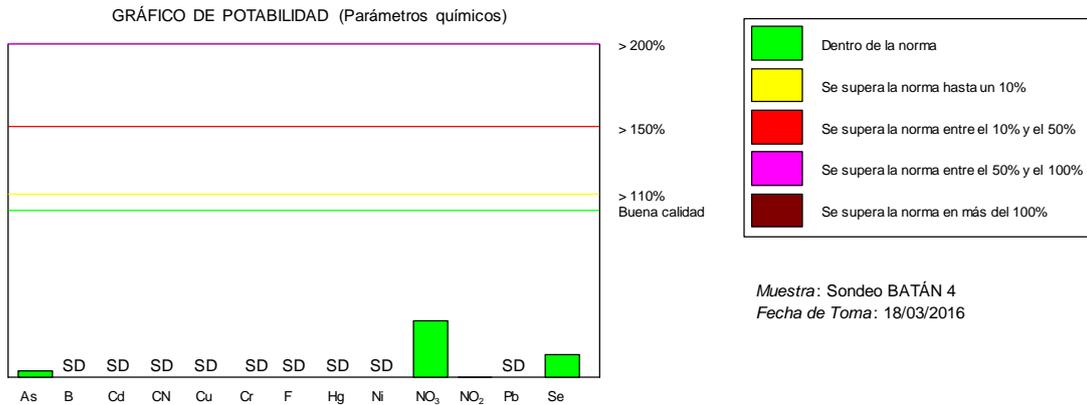


Figura 8. Batán 4. Gráfico de Potabilidad.

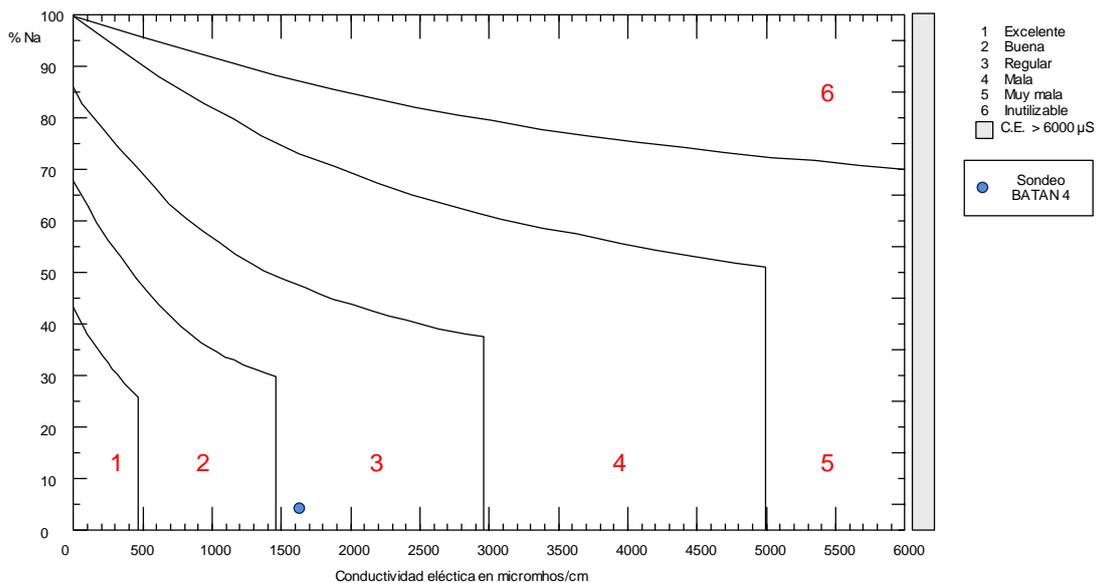


Figura 9. Batán 4. Diagrama de aptitud agrícola.

6.2. Informe de aptitud para agua de consumo

Los resultados enviados por el laboratorio se han incluido en la tabla 3, así como en el Apéndice III. 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).

Fechas	Fecha de toma			18/03/2016	-
	Fecha Terminación de análisis			27/04/2016	-
	Parámetro	Símbolo	Unidad	VALOR DE LA ANALÍTICA	Valores paramétricos fijados en el R.D. 140/2003
				Batán 4	
Parámetros químicos	Arsénico	As	µg/L	0,4	10
	Boro	B	mg/L	< 0,1	1
	Cadmio	Cd	µg/L	< 0,2	5
	Cianuro	CN	µg/L	< 10	50
	Cobre	Cu	mg/L	< 0,0002	2
	Cromo	Cr	µg/L	< 0,05	50
	Fluoruro	F	mg/L	< 0,5	1,5
	Mercurio	Hg	µg/L	< 0,5	1
	Níquel	Ni	µg/L	< 0,5	20
	Nitrato	NO ₃	mg/L	17	50
	Nitrito	NO ₂	mg/L	0,00	0,5
	Plomo	Pb	µg/L	< 0,2	10
	Selenio	Se	µg/L	1,4	10
Parámetros indicadores	Amonio	NH ₄	mg/L	0,00	0,5
	Aluminio	Al	µg/L	< 1	200
	Cloruro	Cl	mg/L	16	250
	Conductividad	CE	µS/cm	1.589	2.500
	Hierro	Fe	µg/L	< 15	200
	Manganeso	Mn	µg/L	2,68	50
	Oxidabilidad	-	mg O ₂ /L	0,6	5
	pH	-	Ud de pH	7,27	6,5 - 9,5
	Sodio	Na	mg/L	17	200
	Sulfato	SO ₄	mg/L	568	250

Tabla 3. Informe de aptitud para agua de consumo de la muestra de agua del sondeo Batán 4.

7. RESULTADOS OBTENIDOS

La caracterización de las aguas subterráneas adquiere una elevada importancia, máxime las destinadas, en la actualidad o en un futuro próximo, para abastecimiento.

En la presente nota técnica, se han adjuntado los valores correspondientes a los distintos parámetros físico-químicos obtenidos tras la analítica de la muestra recogida en el ensayo de bombeo y que permiten una caracterización completa.

Dichos valores han sido representados en diferentes tipos de gráficos (de figura 5 a la figura 9), con la finalidad de aportar una caracterización lo más completa de la muestra analizada.

Estos valores se han resumido en la tabla 3 y se han contrastado con los valores fijados para varios parámetros 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).

De esta manera, la muestra de agua procedente del sondeo Batán 4 presenta una facies hidroquímica sulfatada cálcica; en cuanto a los parámetros químicos, se encuentran dentro de los límites establecidos por la legislación vigente para la calidad del agua de consumo humano. Respecto a los parámetros indicadores, los sulfatos superan el valor paramétrico establecido.

Madrid, 29 de abril de 2016

El autor del informe

Fdo. Carlos Camuñas Palencia

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

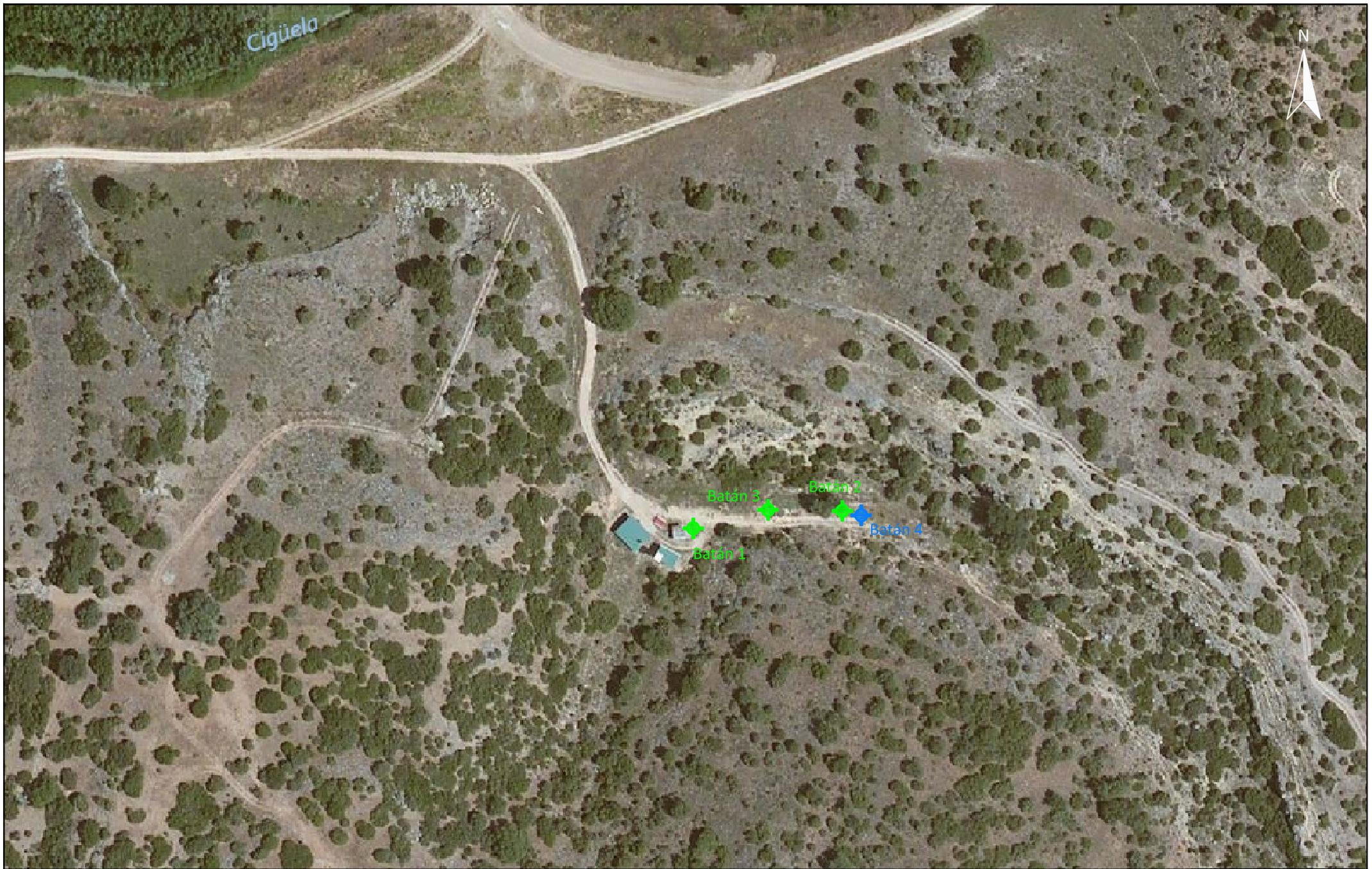
IGME. 1974. *Mapa geológico de España, serie MAGNA*. Hoja 632, *Horcajo de Santiago*. Escala 1:50.000. Mapa y memoria.

IGME. 1999. *Mapa geológico de España, serie MAGNA*. Hoja 660, *Corral de Almaguer*. Escala 1:50.000. Mapa y memoria.

ITGE. 1989. *Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis*. Servicio de publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. Madrid, 600 pp.

APÉNDICE I
PLANOS DE SITUACIÓN DEL SONDEO





APÉNDICE II
REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Emplazamiento del sondeo Batán 4 (anterior a la perforación)



Emplazamiento del sondeo Batán 4 (durante la perforación)

APÉNDICE III
RESULTADO DE LA ANALÍTICA



“El contenido del presente informe no está cubierto por la acreditación de ENAC ni por sus acuerdos internacionales de reconocimiento.”

Informe N°	16/0088
Referencia de Laboratorio	5681-1
Referencia de envío (Ident. de la muestra)	CUENCA-1
Fecha de entrega a Laboratorio	31/03/2016
Proyecto N°	35300200

De Laboratorio Aguas a Dirección de Aguas Subterráneas

INFORME DE DETERMINACIONES REALIZADAS

Nombre Muestra	N° Registro	F. de toma	Minutos	Profundidad	F. Terminación	Num. Muestra
SONDEO BATAN 4(HORCAJ		18/03/2016			27/04/2016	1

Físico-Químicos (*):

Mayoritarios (mg/L):

Oxidab. al MnO4K (mg/L)	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃
0,6	17	1	224	67	16	568	264
Conductividad 20° (µS/cm)	CO ₃	NO ₃	NO ₂	NH ₄	PO ₄	SiO ₂	
1589	0	17	0,00	0,00	0,00	12,2	

pH (Unid. pH)
7,27

Metales (µg/L):

R. S. 180° (mg/L)	Ag	Al	As	Boro	Ba	Be	Cd	Co	Cr
1182,8		< 1	0,4	< 100			< 0,2		< 0,05
R. S. 260° (mg/L)	Cu	Fe	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb
	< 0,2	< 15	< 0,5		2,68		< 0,5	< 0,2	
	Se	Sr	Ta	Th	Tl	U	V	Zn	
	1,4							120	

La Jefe de Laboratorio: 	RECIBIDO D.A.S. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	V° B°
--	---	--------------------

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

OBSERVACIONES:

NO SE APRECIAN SULFUROS



“El contenido del presente informe no está cubierto por la acreditación de ENAC ni por sus acuerdos internacionales de reconocimiento.”

Informe N°	16/0088
Referencia de Laboratorio	5681-1
Referencia de envío (Ident. de la muestra)	CUENCA-1
Fecha de entrega a Laboratorio	31/03/2016
Proyecto N°	35300200

De Laboratorio Aguas a Dirección de Aguas Subterráneas

INFORME DE DETERMINACIONES REALIZADAS

Nombre Muestra	N° Registro	F. de toma	Minutos	Profundidad	F. Terminación	Num. Muestra
SONDEO BATAN 4(HORCAJ		18/03/2016			27/04/2016	1

Específicos (*):

Fluoruro (mg/L)	CN (mg/L)	Sulfuros (mg/L)	Fenoles (mg/L)	Detergentes (mg/L)	CO2 (mg/L)
<0,5	<0,01				
Materias en suspensión (mg/L)	Dureza (mg/L)	COT (mg/L)	CT (mg/L)	IC (mg/L)	Bromato (mg/L)
Bromuro (mg/L)	N org (mg/L)	Cloruro cromatogr. iónica (mg/L)	Cl/Br	Color (UC)	Turbidez (UNF)
					<1

Nitrógeno Total

Isótopos (Bq/L):

Radalfa	Erradalfa	Radbeta	Erradbeta	Titrio
---------	-----------	---------	-----------	--------

La Jefe de Laboratorio:	RECIBIDO D.A.S.	V° B°
	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

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

OBSERVACIONES:

NO SE APRECIAN SULFUROS