

CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA



MSBT: ES091MSBT076 - PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN

CONTENIDO

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

- 1.1 Identificación y ámbito administrativo
- 1.2 Caracterización funcional y territorial
- 1.3 Población asentada
- 1.4 Mapa de localización y topográfico

2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

- 2.1 Presiones significativas en la MSBT
- 2.2 Impactos en la MSBT
- 2.3 Riesgo de la MSBT

3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

- 3.1 Ámbito geoestructural
- 3.2 Mapa geológico
- 3.3 Naturaleza y extensión de los afloramientos
- 3.4 Columna litológica tipo
- 3.5 Cortes geológicos
- 3.6 Descripción geológica

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

- 4.1 Zona no saturada (Z.N.S.)
- 4.2 Suelos edáficos
- 4.3 Mapa de suelos
- 4.4 Vulnerabilidad intrínseca
- 4.5 Mapa de vulnerabilidad intrínseca

5.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

- 5.1 Límites hidrogeológicos de la MSBT
- 5.2 Formaciones geológicas permeables
- 5.3 Acuíferos
- 5.4 Parámetros hidráulicos
- 5.5 Funcionamiento hidrogeológico
- 5.6 Recintos hidrogeológicos

6.- ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

- 6.1 Ecosistemas dependientes de las aguas subterráneas (EDAS)
- 6.2 Zonas protegidas relacionadas con las aguas subterráneas

7.- EVALUACIÓN DE RECURSOS

- 7.1 Balance hídrico
- 7.2 Recurso disponible (RD) e índice de explotación (IE)
- 7.3 Recarga artificial

8.- PIEZOMETRÍA

- 8.1 Programa de seguimiento del estado cuantitativo
- 8.2 Mapas de localización de puntos de control
- 8.3 Evolución temporal de la piezometría
- 8.4 Evaluación de tendencias

9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

- 9.1 Programa de seguimiento del estado químico
- 9.2 Indicadores de la calidad química de la MSBT
- 9.3 Facies hidrogeoquímicas representativas
- 9.4 Sustancias o indicadores del riesgo en la MSBT
- 9.5 Análisis de parámetros y sustancias causantes del riesgo

10.- CONCLUSIONES

11.- PLAN DE ACCIÓN

12.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

1.1 IDENTIFICACIÓN Y ÁMBITO ADMINISTRATIVO

Código EU MSBT ES091MSBT076 Nombre MSBT PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN

Código DH ES091 Nombre DH Ebro

Descripción localización:

La masa de agua subterránea ES091MSBT076 Pliocuaternalio de Alfamén se encuentra en la zona marginal de la Cuenca del Ebro y en la estribación sur del Sistema Ibérico. Se localiza íntegramente la C.C.A.A Aragón con una superficie de 276 km². Los límites de la MSBT se extienden hacia el este, desde el borde de la Sierra de Algairén hasta la localidad de Alfamén, y de norte a sur, desde Ricla a Cariñena.

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Aragón	Zaragoza	50018	Alfamén	56,81	21,03
Aragón	Zaragoza	50073	Cariñena	64,86	19,42
Aragón	Zaragoza	50024	Almonacid de la Sierra	76,66	15,05
Aragón	Zaragoza	50025	Almunia de Doña Godina, La	70,92	14,58
Aragón	Zaragoza	50004	Aguarón	62,55	8,31
Aragón	Zaragoza	50068	Calatorao	44,35	7,75
Aragón	Zaragoza	50088	Cosuenda	62,96	7,24
Aragón	Zaragoza	50225	Ricla	9,80	3,22
Aragón	Zaragoza	50026	Alpartir	20,97	2,48
Aragón	Zaragoza	50143	Longares	5,56	0,93

1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

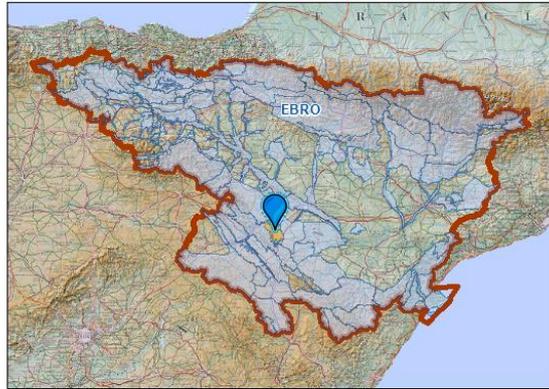
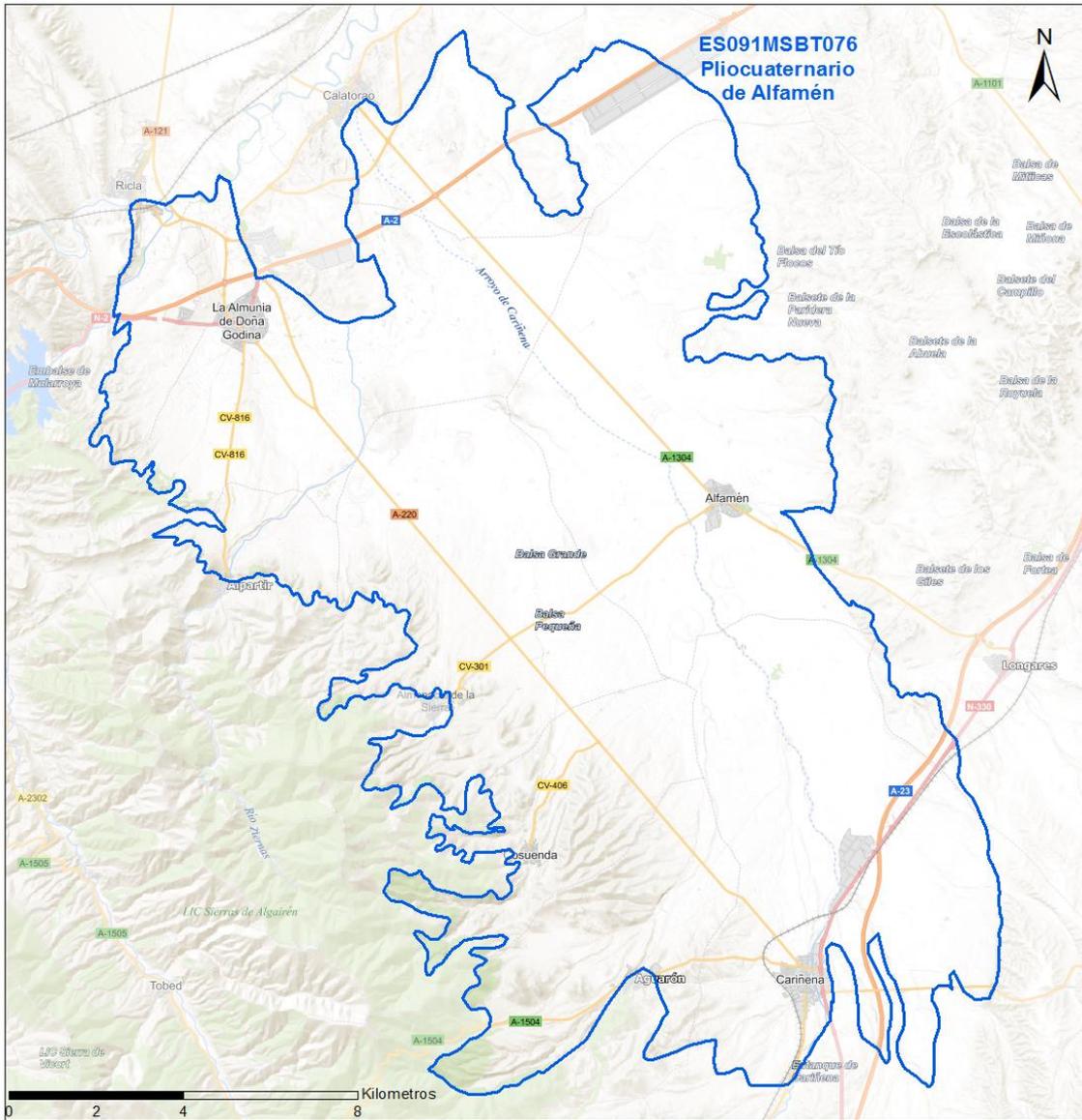
Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	643.352	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.587.249
Longitud (CENTROIDE)	-1,28000	Latitud (CENTROIDE)			41,42000
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			573
Altitud mínima (m s.n.m.)	339	Altitud máxima (m s.n.m.)			912
Área total de la MSBT (km ²)	276				

1.3 POBLACIÓN ASENTADA

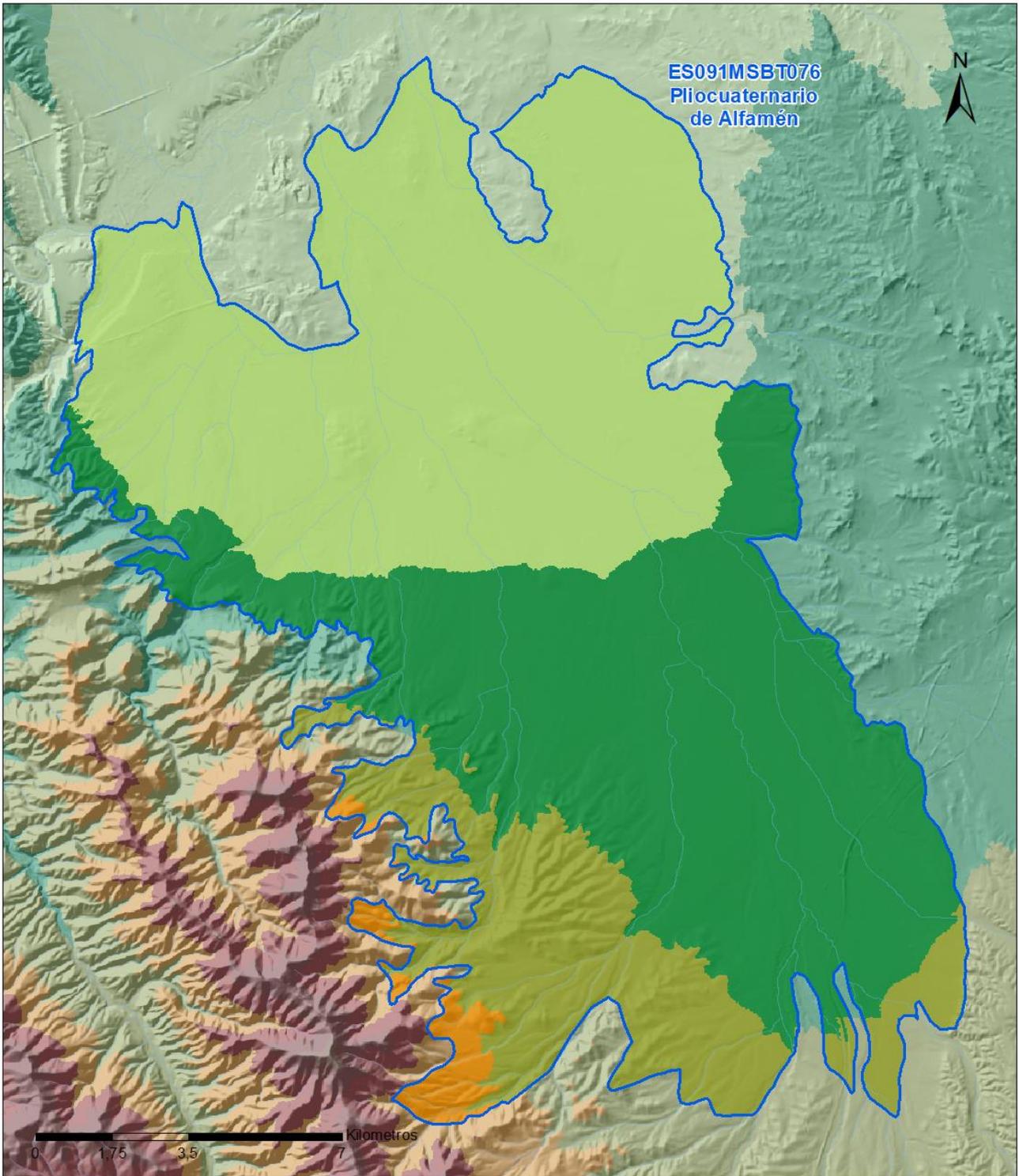
Nº habitantes	11.511	Año	2019
---------------	--------	-----	------

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

Mapa de localización



Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

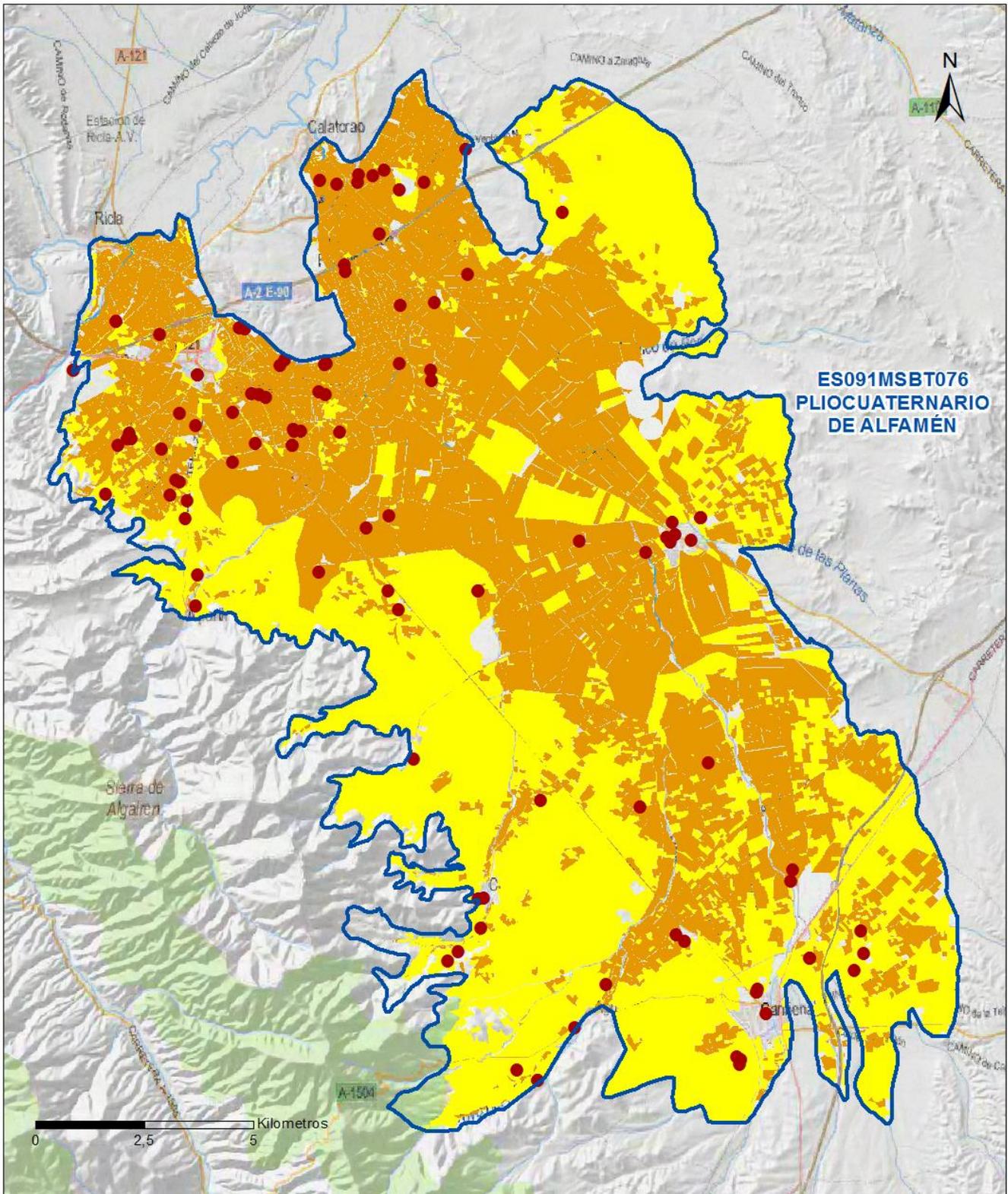


2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

2.1 PRESIONES SIGNIFICATIVAS EN LA MSBT

Grupos de presiones	Tipos de presiones	Actividad	Presión Significativa
Fuentes puntuales	1.1	Vertidos urbanos	<input type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.4	Vertidos industriales de plantas No IED	<input type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.5	Suelos contaminados / Instalaciones industriales abandonadas	<input type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.8	Vertidos de piscifactorías	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.1	Escorrentía urbana	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.10	Otras fuentes difusas	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.2	Agricultura	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.4	Transporte	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.5	Suelos contaminados / Instalaciones industriales abandonadas	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.1	Agricultura	<input checked="" type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.2	Abastecimiento	<input checked="" type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.3	Industria	<input checked="" type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.7	Otros	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuentes difusas



LEYENDA

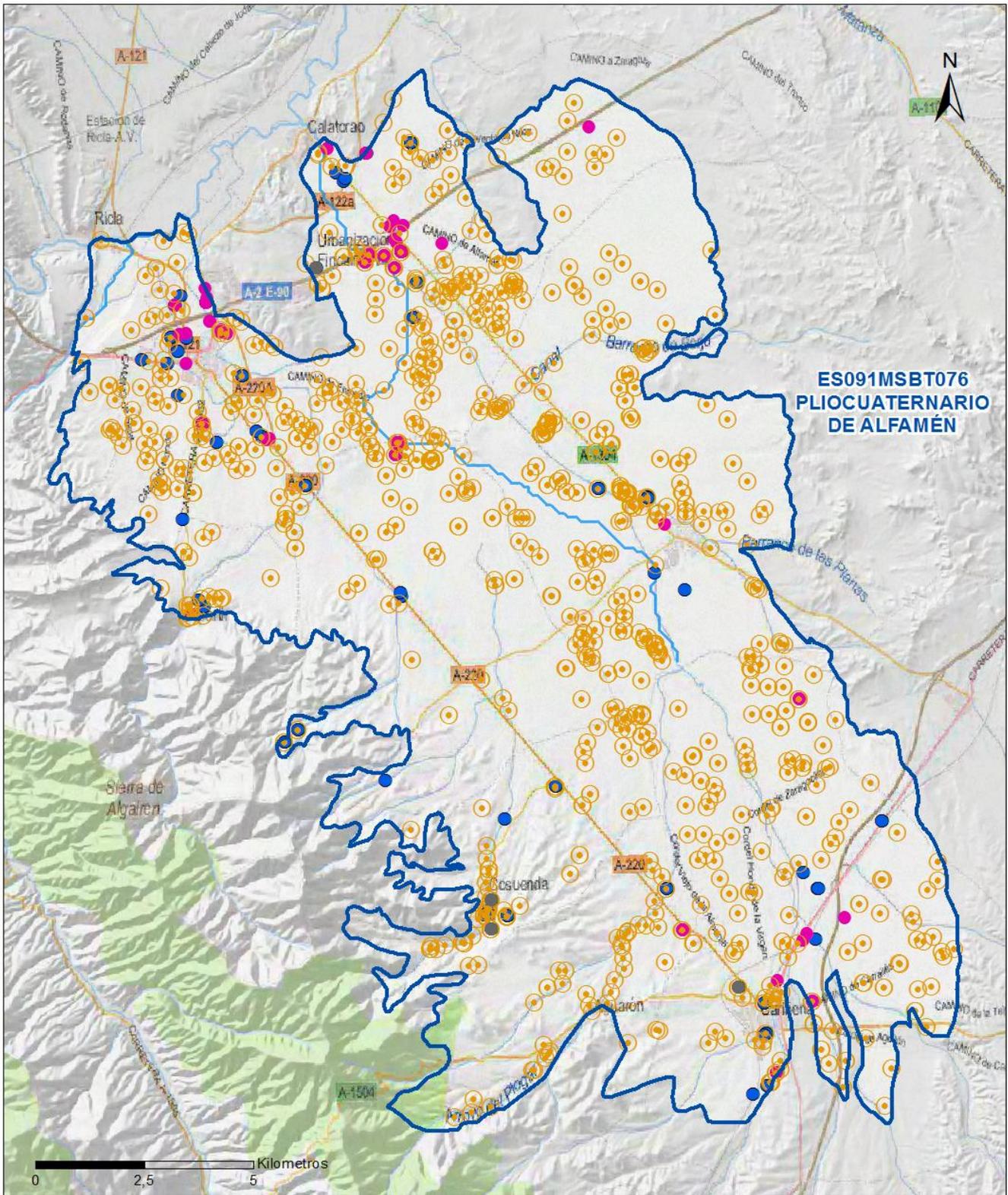
Red hidrográfica

MSBT:
ES091MSBT076
PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN

Tipo de Presión Difusa (significativa):

- 2.10 Otras fuentes difusas. Cabaña Ganadera.
- 2.2 Agricultura: Regadío
- 2.2 Agricultura: Secano

Extracción / Desvío de agua



LEYENDA

-  Red hidrográfica
-  MSBT:
- ES091MSBT076

Tipo de Presión por Extracción (significativa):

-  3.1 Agricultura
-  3.2 Abastecimiento
-  3.3 Industria
-  3.7 Otros

2.2 IMPACTOS EN LA MSBT

Tipos de impactos	Situación que permite reconocer el impacto	Situación
NUTR	Contaminación por nutrientes	Probable
LOWT	Extracciones que exceden el recurso disponible de agua subterránea (disminución del nivel de agua)	Comprobado
ECOS	Daño en los ecosistemas terrestres asociados a las aguas subterráneas por cambios químicos o cuantitativos en estas	Comprobado
CHEM	Contaminación química	Probable

2.3 RIESGO DE LA MSBT

Riesgo de no alcanzar el buen estado cuantitativo	RIESGO CUANTITATIVO
Motivo	Justificación / Observación

Descenso piezométrico por extracción	IE > 0,7 / Descensos localizados o extracciones > 0,8 recursos disponibles / Descensos localizados en masas en las que los EDAS tienen mal estado conservación
--------------------------------------	--

Riesgo de no alcanzar el buen estado químico	RIESGO QUÍMICO
Contaminante	Justificación / Observación

NO ₃ ⁻ Nitrato	Masas en riesgo de afección por nitratos (valores medios o máximos entre 40 y 50 mg/l en los últimos 4 años en más del 20% masa o valores máximos o medios superiores a 50 mg/l en menos del 20% masa)
--------------------------------------	--

Desetilatrazina Desetilatrazina	Masas con riesgo por contaminantes de origen puntual identificados por el área de Calidad de Aguas Subterráneas (superficie afectada < 20%)
---------------------------------	---

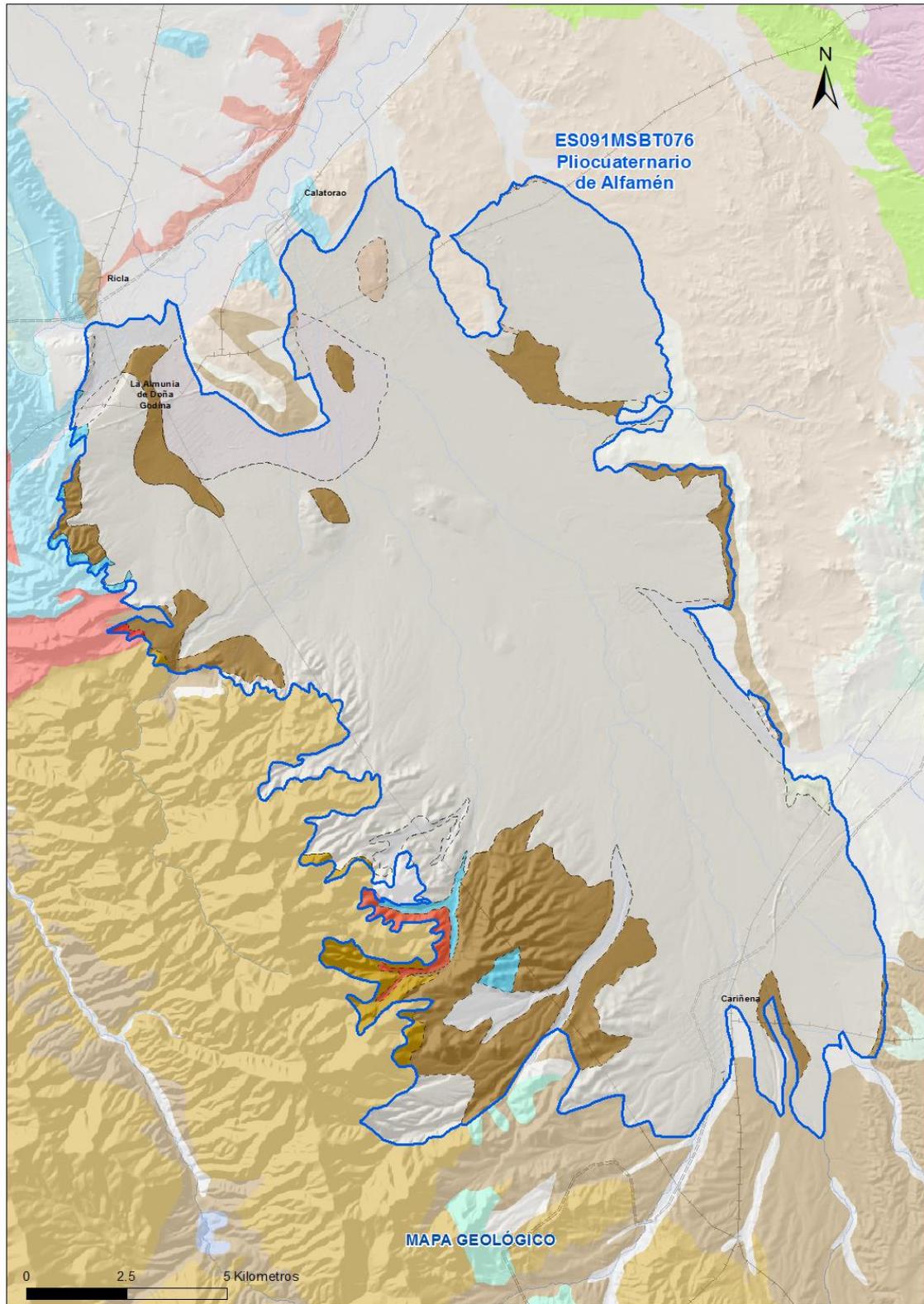
3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

Cuenca Del Ebro

Ibérica

3.2 MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA



Estructuras

- Anticinal
- Anticinal supuesto
- Sinclinal
- Sinclinal supuesto

Contactos y fallas

- Contacto concordante
- - - Contacto concordante supuesto
- - - - Contacto discordante
- - - - Contacto discordante supuesto
- Contacto intrusivo
- Contacto intrusivo
- Masas de agua
- - - Límite político
- Falla conocida
- Falla supuesta
- Cabalgamiento conocido
- Cabalgamiento supuesto

LITOLOGÍAS

Código	Descripción Litología
706	Gravas, arenas, limos(Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)
704	Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)
703	Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacia, piedemonte y superficies)
397	Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos
375	Lutitas con niveles de calizas y, a veces, yesos
373	Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados
359	Conglomerados, areniscas y lutitas
165	Calizas de oncolitos. Calizas de Higuieruelas
157	Dolomías, brechas dolomíticas, carnioles y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)
104	Cuarcitas, pizarras, areniscas, lutitas, calizas y dolomías. Paleozoico Ibérica Aragonesa
58	Areniscas, conglomerados y lutitas, rojos (Facies Buntsandstein)
51	Pizarras oscuras con interc.de aren., cuarc.y sills basált. Piz.Río, Piz. Calymene,Fm.Rodada 2

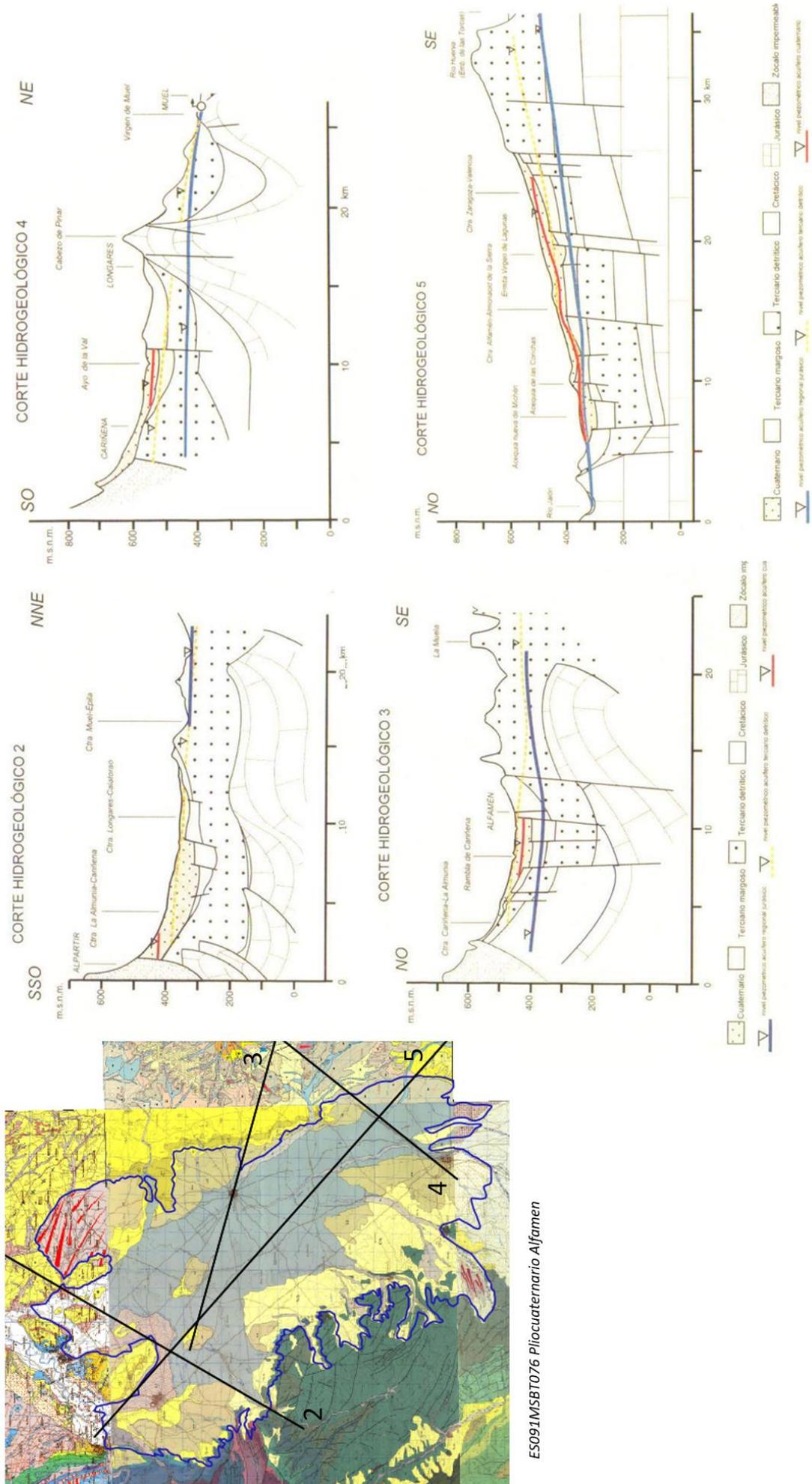
3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

Litología	Edad geológica		Extensión (km²)	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	9,97	Detrítica	3,62
Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	12,24	Detrítica	4,44
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glaci, piedemonte y superficies)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	209,58	Detrítica	76,06
Conglomerados, areniscas, lutitas, margas, calizas y lignitos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	34,09	Detrítica	12,37
Conglomerados, areniscas y lutitas	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	1,49	Detrítica	0,54
Calizas de oncolitos. Calizas de Higuieruelas	Jurásico	Superior (Malm)	1,41	Carbonatada	0,51
Cuarcitas, pizarras, areniscas, lutitas, calizas y dolomías. Paleozoico Ibérica Aragonesa	Cámbrico-Ordovícico Inferior		3,38	Meta- Detrítica	1,23

3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Arcillas, arenas y gravas	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	
Conglomerados, arenas y limos	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	80
Lutitas con niveles de calizas, con yesos dispersos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	

3.5 CORTES GEOLÓGICOS



ES091MSBT076 Pliocuaternalio Alfamen

3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La MSBT Pliocuaternalio de Alfamén se encuentra en las estribaciones de las sierras septentrionales de la Cordillera Ibérica, dentro del dominio geoestructural de la Cuenca del Ebro y pertenece al Dominio Hidrogeológico Central Ibérico. Limitada por la sierra de La Virgen y Vicort al NO, se extiende desde las faldas de la Sierra de Algairén hacia el Campo de Cariñena donde entra en contacto con los materiales del Mioceno.

La MSBT se circunscribe a un amplio manto de depósitos del Pliocuaternalio cuyo origen se debe a la erosión de las sierras circundantes (Sierra de Algairén), y su acumulación formando glaciares y colmatando la foseta de Virgen de Lagunas. Los depósitos de glaciares se extienden por los llanos de Alfamén, desde Cariñena hasta La Almunia de Doña Godina y Calatorao. Constituidos por conglomerados y glaciares, con disposición subhorizontal pueden alcanzar hasta 80 m de espesor, se disponen sobre los materiales del Mioceno, hacia el SE quedan individualizados por un conjunto margoso. Los depósitos de glaciares se ponen en contacto con los materiales carbonatados jurásicos (Fm.Chelva) que afloran en las cercanías de la población de Calatorao.

El sustrato mesozoico que se encuentra bajo esta serie detrítica del Pliocuaternalio y del Mioceno corresponde principalmente los materiales carbonatados del Jurásico, con disposición tabular horizontal sobre las facies evaporíticas del Trias (Fm.Keuper).

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

4.1 ZONA NO SATURADA (Z.N.S.)

Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	50	2
Espesor Medio Z.N.S. (m)	17	

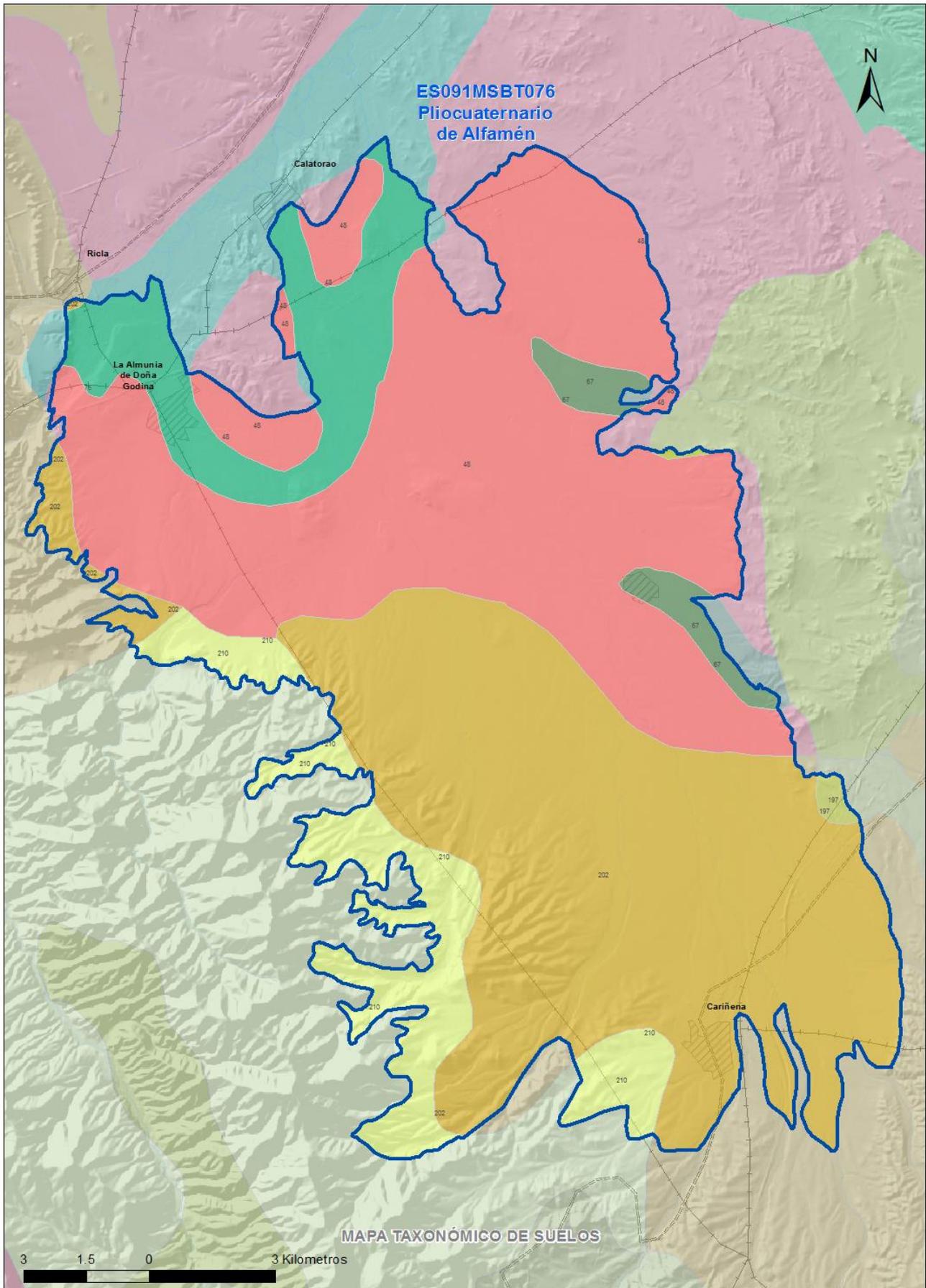
Litología Z.N.S. Gravas, arenas, arcillas y limos

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km ²)	% Afloramiento en la MSBT
ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID	110	39,86
ENTISOL, FLUVENT, TORRIFLUVENT	6	2,11
ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT	23	8,45
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	0	0,07
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	110	39,98
INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT	26	9,54

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



LEYENDA



MSBT



Red Hidrografica



DDHH

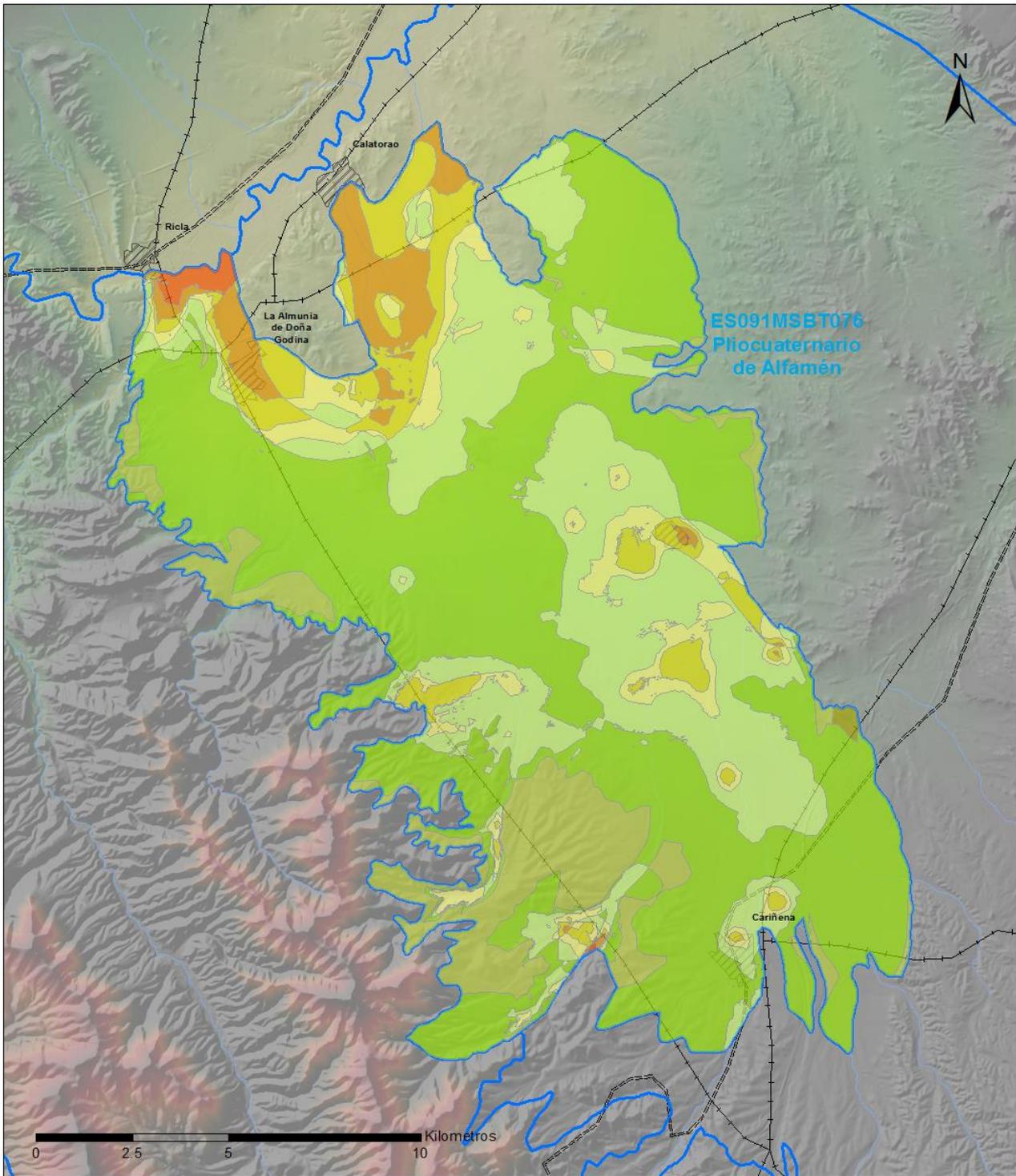
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

ID MAPA	ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02
48	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, NO ASOCIA2, Haplargid, NO INCLUSION2
67	ENTISOL, FLUVENT, TORRIFLUVENT, TORRIORTHENT, HAPLOCALCID, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
76	ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT, XERORTHENT, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
115	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, (Haploxerept), NO INCLUSION2
197	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, Haploxeraif, NO INCLUSION2
202	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, XERORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
210	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, HAPLOXERALF, XERORTHENT, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		DRASTIC Reducido	
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT	
1 (Muy Baja)	16 - 30	0,15	
2 (Muy Baja)	30 - 44	10,20	
3 (Baja)	44 - 58	48,94	
4 (Baja)	58 - 72	24,19	
5 (Moderada)	72 - 86	5,96	
6 (Moderada)	86 - 100	6,33	
7 (Alta)	100 - 114	3,73	
8 (Alta)	114 - 128	0,51	

4.5 MAPA DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA



LEYENDA

Método DRASTIC Reducido

Grado de Vulnerabilidad, Rango de Valores

	Muy Baja, 16 - 30		Moderada, 72 - 86		Muy Alta, 128 - 142
	Muy Baja, 30 - 44		Moderada, 86 - 100		Muy Alta, 142 - 156
	Baja, 44 - 58		Alta, 100 - 114		Masas de agua superficial
	Baja, 58 - 72		Alta, 114 - 128		MSBT

5.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

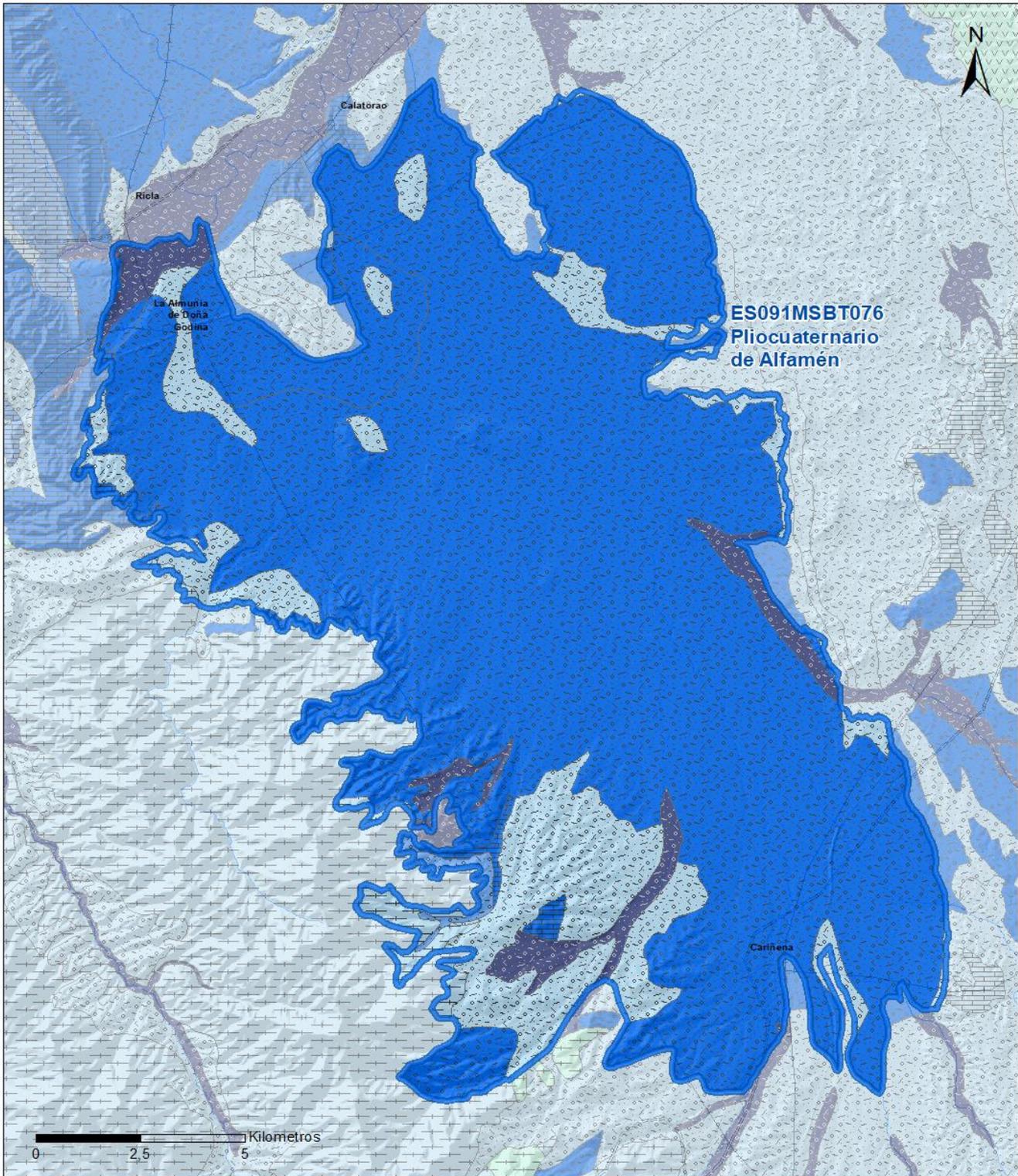
Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Este	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	CAMPO DE CARIÑENA
Oeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	SIERRAS PALEOZICAS DE LA VIRGEN Y VICORT
Norte	Abierto	Salida	Permeable/Impermeable	SOMONTANO DEL MONCAYO
Sur	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	CUBETA DE AZUARA

Descripción límites hidrogeológicos:

La MSBT Pliocuaternario de Alfamén se circunscribe a los llanos de Alfamén, situados entre las localidades de Calatorao, al N, y Cariñena, al S. Al NO limita con las sierras de la Virgen y Vicort (MSBT 074) considerándose un límite cerrado, sin flujo. Su límite occidental se define en el contacto con los materiales paleozoicos y mesozoicos de Moncayo y de las Sierras de la Virgen y Vicort, siendo el curso del río Jalón, divisoria entre ambas MSBT. Es en esta zona donde se produce la descarga hacia el cauce del río Jalón.

El resto de su extensión se encuentra delimitada por el contacto de los materiales pliocuaternarios con los Miocenos del Campo de Cariñena, considerándose su límite cerrado y sin flujo.

Mapa de permeabilidades



LEYENDA



MSBT

PERMEABILIDAD



MUY ALTA, DETRÍTICAS



ALTA, DETRÍTICAS



ALTA, CARBONATADAS



MEDIA, DETRÍTICAS



BAJA, DETRÍTICAS



BAJA, META-DETRÍTICAS



MUY BAJA, META-DETRÍTICAS

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km ²)
			Sistema	Serie		
Cuaternario	Gravas, arenas y arcillas	Alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno		22
Pliocuaternario	Conglomerados y arcillas	Alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	80	210

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km ²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Cuaternario	22	8,06	Libre		Intergranular	Cuaternario
Pliocuaternario de Alfamén	210	76,06	Libre	80	Intergranular	Pliocuaternario

Descripción general:

En la MSBT Pliocuaternario de Alfamén se identifica un único acuífero que se corresponde con la FGP Pliocuaternario y Cuaternario, denominándose Ac. Pliocuaternario de Alfamén. Este acuífero formado por los depósitos cuaternarios (abanicos aluviales, glaciés y terrazas fluviales) tiene una extensión aflorante de 231 km², puede alcanzar un espesor de hasta 80 m en la zona central, se caracteriza por tener régimen hidráulico libre y porosidad intergranular. Se diferencian dos sectores atendiendo a las características geométricas: el área de la foseta de Virgen de Lagunas y el sector de las terrazas del río Jalón.

En el área de la foseta Virgen de Lagunas, el acuífero está explotado principalmente para actividades agrícolas, tiene gran espesor, aunque con frecuencia el nivel freático general desciende y buena parte del acuífero llega a quedar en todo su espesor desaturado o formando pequeños acuíferos residuales. En el área comprendida entre la foseta y el límite de los afloramientos terciarios, presenta muy poco espesor, en general inferior a 10 metros, y apenas constituye un acuífero permanente.

Las terrazas bajas del río Jalón forman un acuífero detrítico de buenas propiedades hidráulicas, pero de poco espesor saturado. Espacialmente se extienden por una zona dominada por acequias de riego con aguas derivadas del río Jalón

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m ² /día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Pliocuaternario de Alfamén	Pliocuaternario	Bibliográfica	100,00	1.000,00		

Descripción general:

Los parámetros hidráulicos proceden de consulta bibliográfica y no de ensayo de bombeo, los valores obtenidos se han calculado a partir de datos de caudal específico. La transmisividad de los materiales detríticos pliocuaternarios varía en el rango entre 100 y 1.000 m²/día

5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

El Ac. Pliocuaternario de Alfamén formado por depósitos detríticos tiene un régimen hidráulico libre y su recarga se produce por infiltración de la lluvia sobre la extensión aflorante, escorrentía superficial y transferencia subterránea lateral desde la Sierra de Algairén. En el borde de la Sierra de Algairén, el acuífero pliocuaternario está en contacto con el acuífero profundo subyacente de la MSBT 077 Mioceno de Alfamén, que en régimen natural aportaría recarga subterránea (gradiente vertical ascendente) al acuífero superficial pliocuaternario. En la actualidad, debido a la sobre explotación del acuífero de la MSBT 077, se ha invertido el sentido de flujo vertical siendo la recarga vertical descendente, desde el acuífero pliocuaternario al acuífero subyacente. Esta conexión se pierde en dirección hacia el Campo de Cariñena, quedando los acuíferos de dichas MSBT desconectados por un nivel de margas de baja permeabilidad que pueden actuar como acuitardo y confinan la MSBT 077 Mioceno de Alfamén.

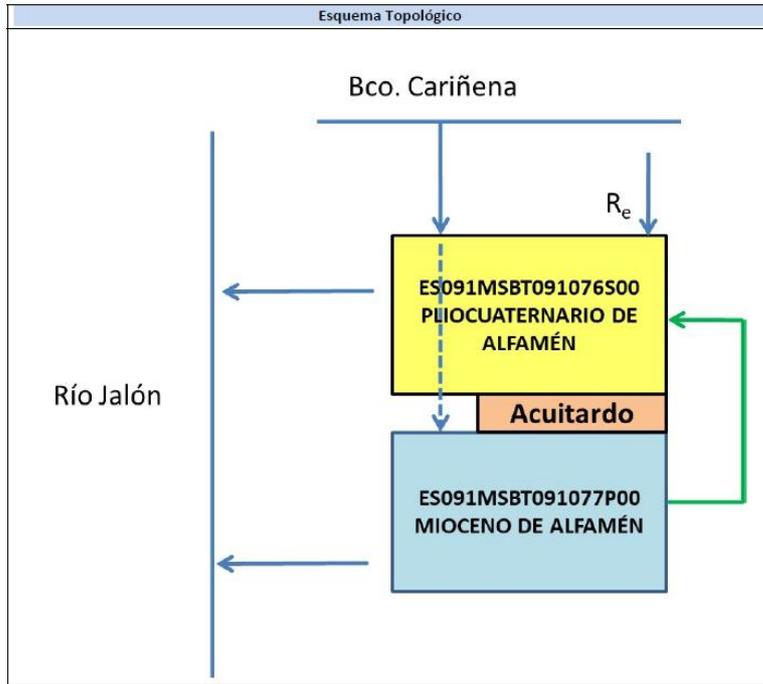
El flujo subterráneo general es de SO a NE, descarga en el cauce del río Jalón, que es un río ganador en todo su recorrido, a través de grandes manantiales (La Nava, Río Mediano, etc.). Las líneas de descarga que configuran esos manantiales funcionan actualmente en régimen muy antropizado, actuando no sólo de línea de drenaje de los flujos subterráneos sino también de todos los excedentes del regadío.

En el sector NE, la superficie freática muestra muy bajos gradientes. Esta zona se identifica con el área de infiltración de los excedentes de riego con aguas superficiales.

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT076S00	Pliocuaternalio de Alfamén
Esquema: ES091MSBT076S00	

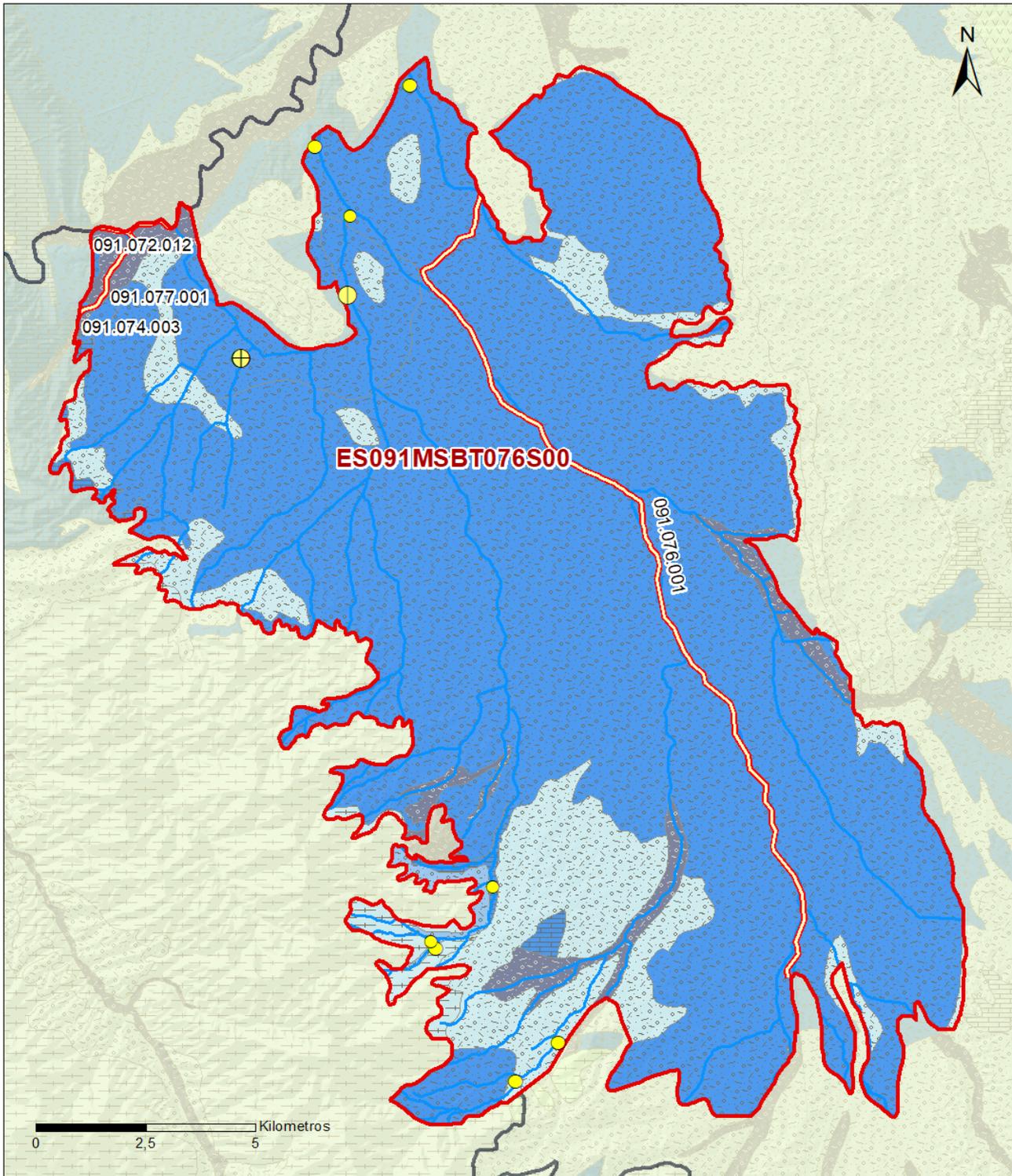


5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT076S00	ES091MSPF114	Rambla de Cariñena desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Jalón.	Recarga difusa de cauce al recinto	091.076.001

5.6.3 PARÁMETROS DE LA RELACIÓN MSPF/MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código manantial principal o tramo	Cota de descarga (m)	Coef. α del manantial (días -1)	Caudal medio ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Rango ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Coeficiente de reparto (%)	Relación unitaria de transferencia (L/s/m)
ES091MSBT076S00	091.076.001	365				100	



LEYENDA

- Recintos Hidrogeológicos
- MSBT
- Red hidrográfica

Manantiales

- <1 l/s
- 1-10 l/s
- 10-15 l/s
- 15-25 l/s
- 25-50 l/s
- 50-100 l/s
- 100-250 l/s
- >250 l/s

Relación Río-Acuífero

- Río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha

6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

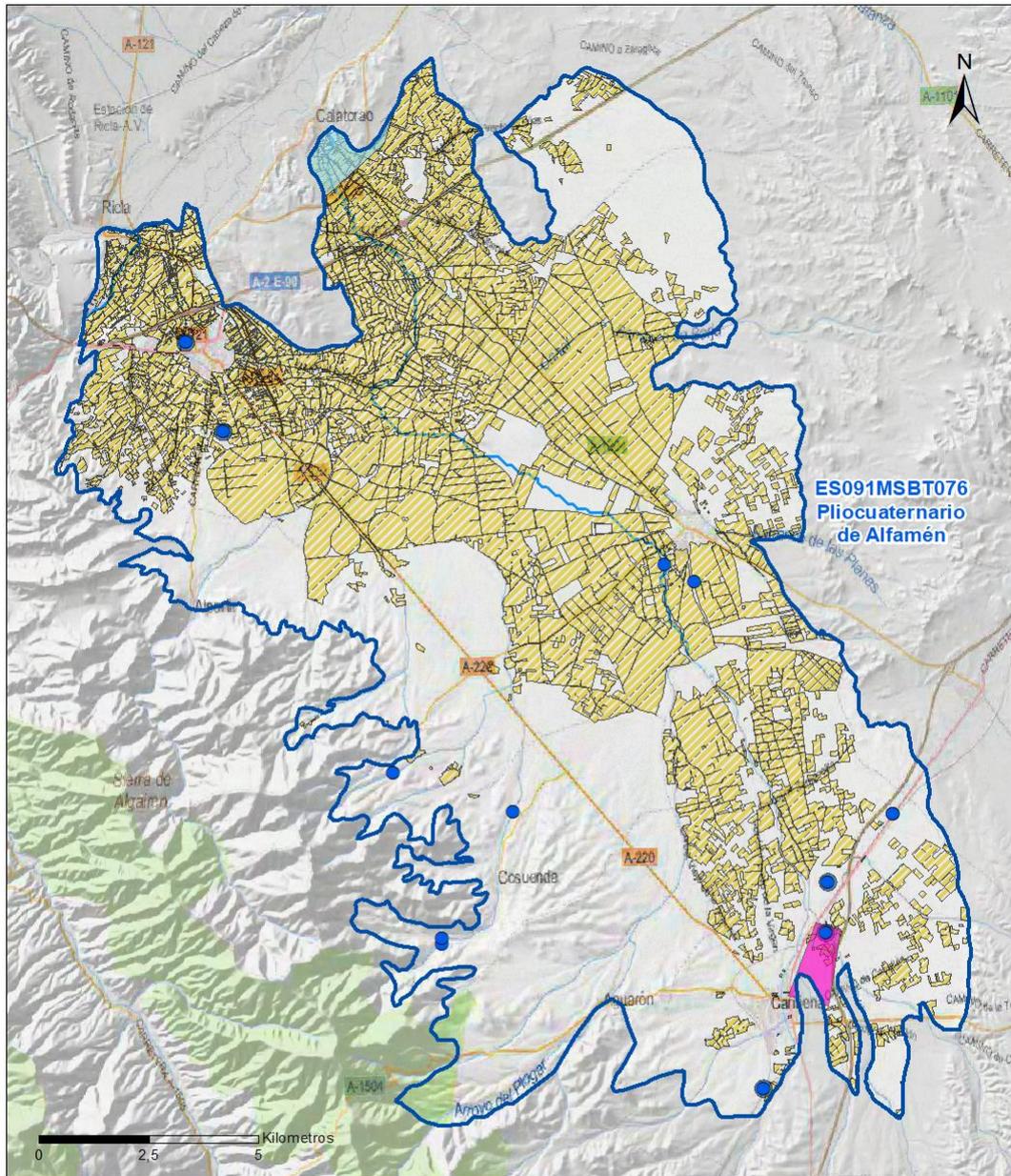
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Tipo de Zona Protegida	Nº	Geometría		Superficie total (km ²)	% de la MSBT
		Punto	Polígono		
Zonas protegidas para la captación de aguas para consumo humano (ZPAC)	13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	15	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	0,81
Zonas de futura captación de agua para consumo humano		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	117	42,44
Perímetros de protección de aguas minerales y termales	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,41

Información más detallada acerca de las ZZPP relacionadas con las aguas subterránea se puede consultar en el Anejo 4 del Plan Hidrológico de la DH

6.2.2 MAPA DE ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Mapa de Zonas protegidas



Leyenda

- Zonas protegidas para la captación de aguas para consumo humano (ZPAC)
- Perímetros de protección de ZPAC
- Zonas de Salvaguarda
- Zonas de futura captación de agua de consumo humano
- Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)
- Perímetros de protección de aguas minerales y termales
- MSBT
- ~ Red hidrográfica

7.- EVALUACIÓN DE RECURSOS

7.1 BALANCE HÍDRICO

7.1.1 RÉGIMEN NATURAL (RN)

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (hm ³ /año)	Componente	Volumen (hm ³ /año)
Infiltración lluvia		Descargas hacia MSPF	
Recarga desde MSPF		Transf. lateral otras MSBT	
Transf. lateral otras MSBT			
Otras entradas		Otras salidas	
Entradas Totales	0,00	Salidas Totales	0,00
Diferencia entradas-salidas (hm ³ /año) (RN)		0,00	

7.1.2 RÉGIMEN ACTUAL (RA)

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (hm ³ /año)	Componente	Volumen (hm ³ /año)
Infiltración lluvia	4,47	Descargas hacia MSPF	
Recarga desde MSPF	37,00	Extracciones	13,80
Transf. lateral otras MSBT		Transf. lateral otras MSBT	28,00
Retornos de riego	8,62		
Otras entradas		Otras salidas	
Entradas Totales	50,09	Salidas Totales	41,80
Diferencia entradas-salidas (hm ³ /año) (RA)		8,29	

7.2 RECURSO DISPONIBLE (RD) E ÍNDICE DE EXPLOTACIÓN (IE)

7.2.1 2º Ciclo de Planificación (2015)

Recursos renovables (RR) PH2015 (hm ³ /año)	4,06
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm ³ /año)	13,00
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm ³ /año)	0,80
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm ³ /año)	19,59
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,66

7.2.2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm ³ /año)	13,47
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm ³ /año)	13,80
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm ³ /año)	2,69
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm ³ /año)	19,40
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,71

“Recurso Renovable” (RR)= Entradas (Infiltración + Recarga desde MSPF + Transf lateral a otras MSBT+ Otras entradas) - Salida (Transf lateral a otras MSBT)
 “Recurso Disponible” (RD)= Recurso Renovable (RR)-Necesidad Ambiental (NA)+ Retorno de Riego

7.3 RECARGA ARTIFICIAL

7.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La masa no cuenta con ninguna instalación para la recarga artificial de acuíferos

7.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RECARGA ARTIFICIAL

8.- PIEZOMETRÍA

8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

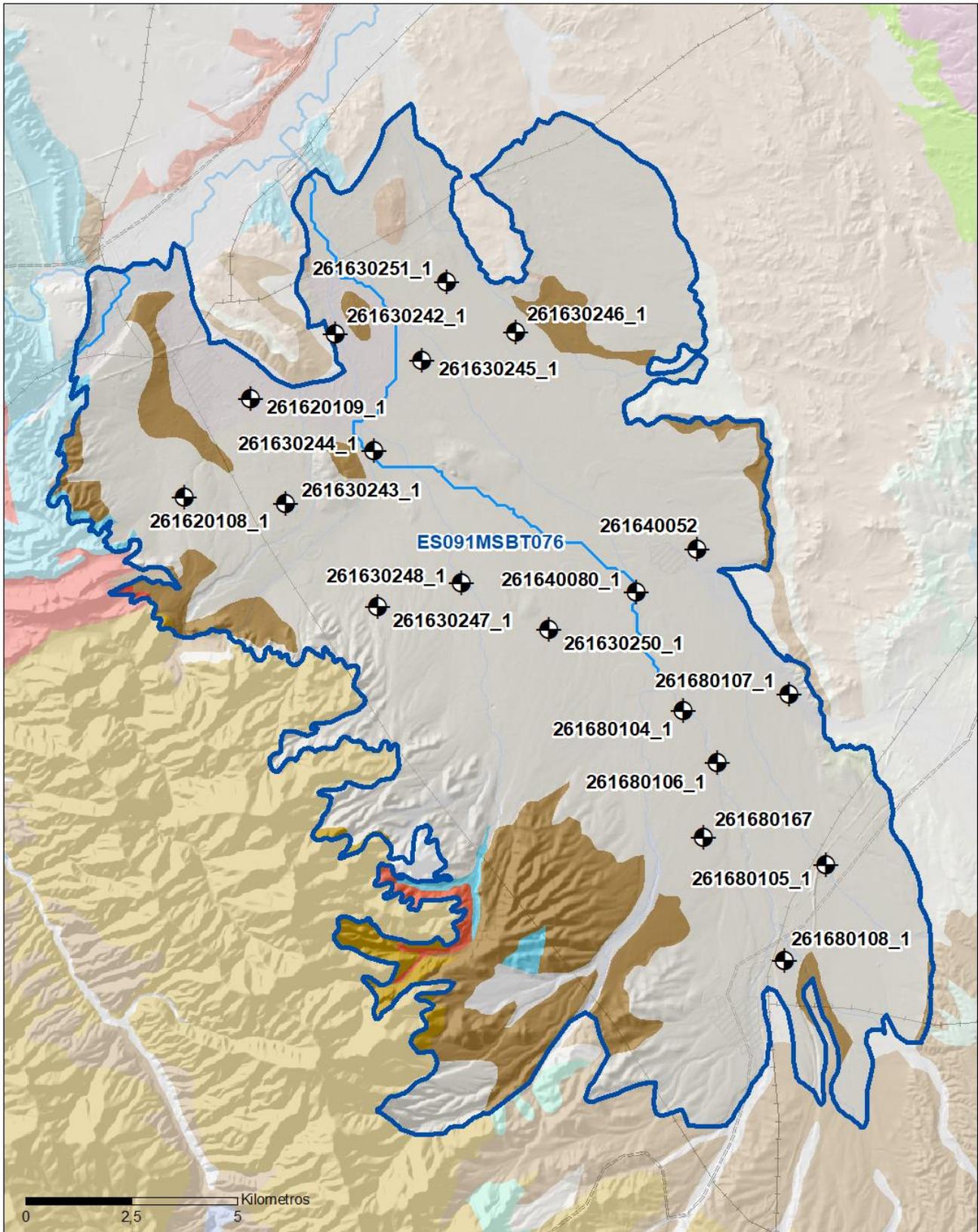
Código punto	Tipo	UTM (ETRS89-H30)		FGP/Acuífero	Inicio muestreo	Nivel de Ref. (m s.n.m.)	Nivel Umbral (m s.n.m.)	Prof. (m)	Cota (m s.n.m.)	Programa de control		
		X	Y							NP	CM	MT
261620108_1	Piezometría	635.431	4.590.377	Detrítico Terciario de Alfamén	15/10/1999			60,0	418	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261620109_1	Piezometría	636.982	4.592.719	Detrítico Terciario de Alfamén	16/02/1999			23,0	364	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630242_1	Piezometría	638.976	4.594.266	Detrítico Terciario de Alfamén	22/09/1988			20,0	362	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630243_1	Piezometría	637.822	4.590.231	Detrítico Terciario de Alfamén	30/03/1989			72,0	404	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630244_1	Piezometría	639.892	4.591.491	Detrítico Terciario de Alfamén	21/09/1988			50,0	378	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630245_1	Piezometría	641.039	4.593.629	Detrítico Terciario de Alfamén	22/09/1988			40,0	377	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630246_1	Piezometría	643.246	4.594.313	Detrítico Terciario de Alfamén	13/10/1988			23,0	385	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630247_1	Piezometría	639.979	4.587.764	Detrítico Terciario de Alfamén	09/09/1988			45,5	456	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630248_1	Piezometría	641.971	4.588.331	Detrítico Terciario de Alfamén	09/09/1988			64,0	442	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630250_1	Piezometría	644.036	4.587.228	Detrítico Terciario de Alfamén	15/11/1978			35,0	465	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261630251_1	Piezometría	641.625	4.595.506	Carbonatado Jurásico	29/11/1979			24,0	370	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261640052	Piezometría	647.523	4.589.148	Pliocuaternalio de Alfamén	11/11/1987			65,0	429	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261640080_1	Piezometría	646.087	4.588.109	Detrítico Terciario de Alfamén	31/08/1988			20,0	455	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261680104_1	Piezometría	647.202	4.585.300	Detrítico Terciario de Alfamén	26/08/1988			40,0	491	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261680105_1	Piezometría	650.584	4.581.625	Detrítico Terciario de Alfamén	28/04/1989			30,0	547	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261680106_1	Piezometría	648.001	4.584.042	Detrítico Terciario de Alfamén	27/11/1979			51,5	509	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261680107_1	Piezometría	649.709	4.585.679	Detrítico Terciario de Alfamén	10/11/1988			39,0	492	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261680108_1	Piezometría	649.599	4.579.340	Detrítico Terciario de Alfamén	22/08/1988			35,0	570	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
261680167	Piezometría	647.678	4.582.268	Pliocuaternalio de Alfamén	01/06/1998			118,0	537	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8.1.1 AMPLIACIÓN DE LA RED DE CONTROL (Piezómetros en ejecución y manantiales)

Código punto	Tipo	UTM (ETRS89-H30)		Cota (m s.n.m.)	Prof. (m)	FGP/Acuífero	Plazo de Ejecución	Programa de control		
		X	Y					NP	CM	MT
090.603.031d	Piezómetro	643.406	4.577.514	713	115,0	Limolitas y arcillas arenosas rojizas con cantos angulosos dispersos	2022-2024	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8.2 MAPAS DE LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL

Localización de puntos de control



LEYENDA

-  MSBT
-  Red hidrográfica

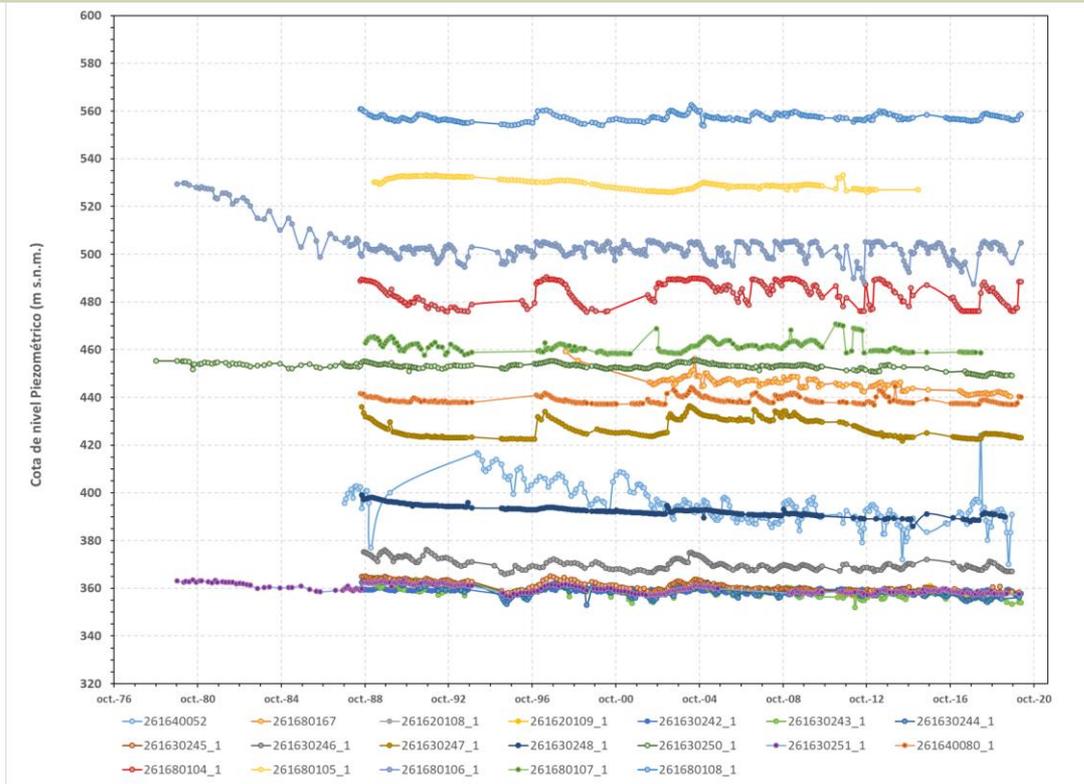
Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo

-  Piezometría
-  Hidrometría

8.3 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA PIEZOMETRÍA

8.3.1. EVOLUCIÓN GENERAL DE LA PIEZOMETRÍA/HIDROMETRÍA DE LA MSBT

Gráfico de la evolución piezométrica en los puntos de control



Observaciones a la evolución general de la piezometría / hidrometría

El Ac. Pliocuaternario, el NP promedio varía entre 357,2 y 557,1 m.s.n.m, se observa en algunos puntos concretos de la MSBT (IPA 261630247_1, IPA_261640052, IPA_261680106_1) rangos de variación (NPmax-NPmin) por encima de los 20 m hasta los 54 m máximo. La evolución piezométrica en estos puntos indican un descenso del nivel piezométrico debido a la intensa extracción de agua subterránea que se produce en esta MSBT. El nivel piezométrico promedio en acuífero carbonatado Ac. Cortes de Tajuña se encuentra en 359,9 m.s.n.m con un rango de variación de 6,94 m.

Datos Históricos de piezometría del Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo (piezómetros)

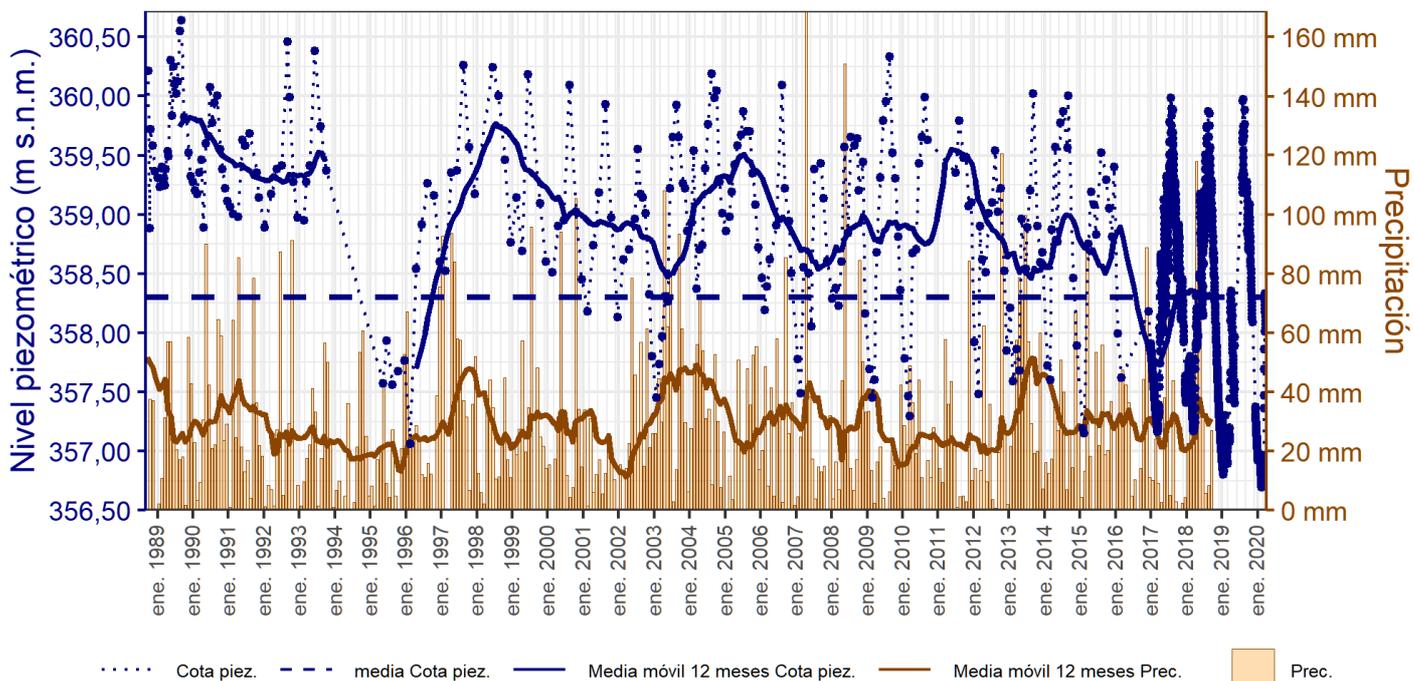
Código punto	Año inicio	Año fin	Número de datos	NP Máx. (m s.n.m.)	NP Mín. (m s.n.m.)	NP Medio (m s.n.m.)	Variación de NP	Vel. de variación NP (m/año)	FGP/Acuífero	Seleccionado
261620108_1	1999	2001	7	359,6	358,8	359,2	0,8	-0,23	Detrítico Terciario de Alfamén	No
261620109_1	1999	2020	196	361,2	356,4	358,5	4,7	-0,18	Detrítico Terciario de Alfamén	No
261630242_1	1988	2020	1.266	360,6	356,7	358,3	4,0	-0,06	Detrítico Terciario de Alfamén	Sí
261630243_1	1989	2020	366	363,6	352,0	357,5	11,6	-0,29	Detrítico Terciario de Alfamén	Sí
261630244_1	1988	2020	1.955	364,4	353,0	357,2	11,4	-0,20	Detrítico Terciario de Alfamén	No
261630245_1	1988	2020	278	365,1	356,9	361,0	8,1	-0,21	Detrítico Terciario de Alfamén	Sí
261630246_1	1988	2019	272	376,2	366,0	370,1	10,3	-0,25	Detrítico Terciario de Alfamén	No
261630247_1	1988	2020	1.237	445,6	421,7	424,5	23,9	-0,70	Detrítico Terciario de Alfamén	Sí
261630248_1	1988	2019	288	403,7	385,9	392,9	17,8	-0,44	Detrítico Terciario de Alfamén	Sí
261630250_1	1978	2019	348	455,6	448,9	453,1	6,7	-0,15	Detrítico Terciario de Alfamén	Sí
261630251_1	1979	2020	311	363,5	356,5	359,9	6,9	-0,14	Carbonatado Jurásico (Ac. Cortes de Tajuña)	Sí
261640052	1987	2019	236	424,0	370,1	394,5	54,0	-0,15	Pliocuaternalio de Alfamén	No
261640080_1	1988	2020	1.301	444,7	436,8	438,1	7,8	-0,03	Detrítico Terciario de Alfamén	No
261680104_1	1988	2020	1.291	490,4	475,8	481,2	14,6	0,02	Detrítico Terciario de Alfamén	Sí
261680105_1	1989	2015	219	533,2	526,0	529,5	7,2	-0,13	Detrítico Terciario de Alfamén	Sí
261680106_1	1979	2020	2.041	529,9	487,4	501,9	42,5	-0,60	Detrítico Terciario de Alfamén	No
261680107_1	1988	2018	250	470,7	457,7	461,5	13,0	-0,13	Detrítico Terciario de Alfamén	No
261680108_1	1988	2020	1.420	562,6	553,8	557,1	8,8	-0,07	Detrítico Terciario de Alfamén	Sí
261680167	1998	2019	157	459,3	440,4	445,7	19,0	-0,90	Pliocuaternalio de Alfamén	No

8.4 EVALUACIÓN DE TENDENCIAS
8.4.1 JUSTIFICACIÓN DE SELECCIÓN DE LOS PUNTOS PARA LA EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

Los puntos seleccionados para evaluar la tendencia piezométrica a largo plazo corresponden a 10 puntos de la red de control cuantitativo (19 en total): 8 puntos (IPA_261630242_1, IPA_261630243_1, IPA_261630245_1, IPA_261630247_1, IPA_261630248_1, IPA_261630250_1, IPA_261680104_1, IPA_261680105_1, IPA_261680108_1) y 1 punto (IPA_261630251_1) en el carbonatado Fm.Cortes de Tajuña. Estos puntos tienen representatividad temporal, histórica desde el año 1978 y 1988, y reciente que corresponde a dos últimos ciclos de planificación hidrológica (12 años). La serie temporal es suficientemente extensa como para abarcar distintos ciclos interanuales con estaciones húmeda, seca e intermedia, y en caso de situaciones excepcionales de sequía o gran pluviosidad. El método estadístico para la evaluación de la tendencia piezométrica en la MSBT Pliocuaternalio de Alfamén es el Test de Mann-Kedall y Sen's Slope, que permite la detección de tendencia con significancia estadística.

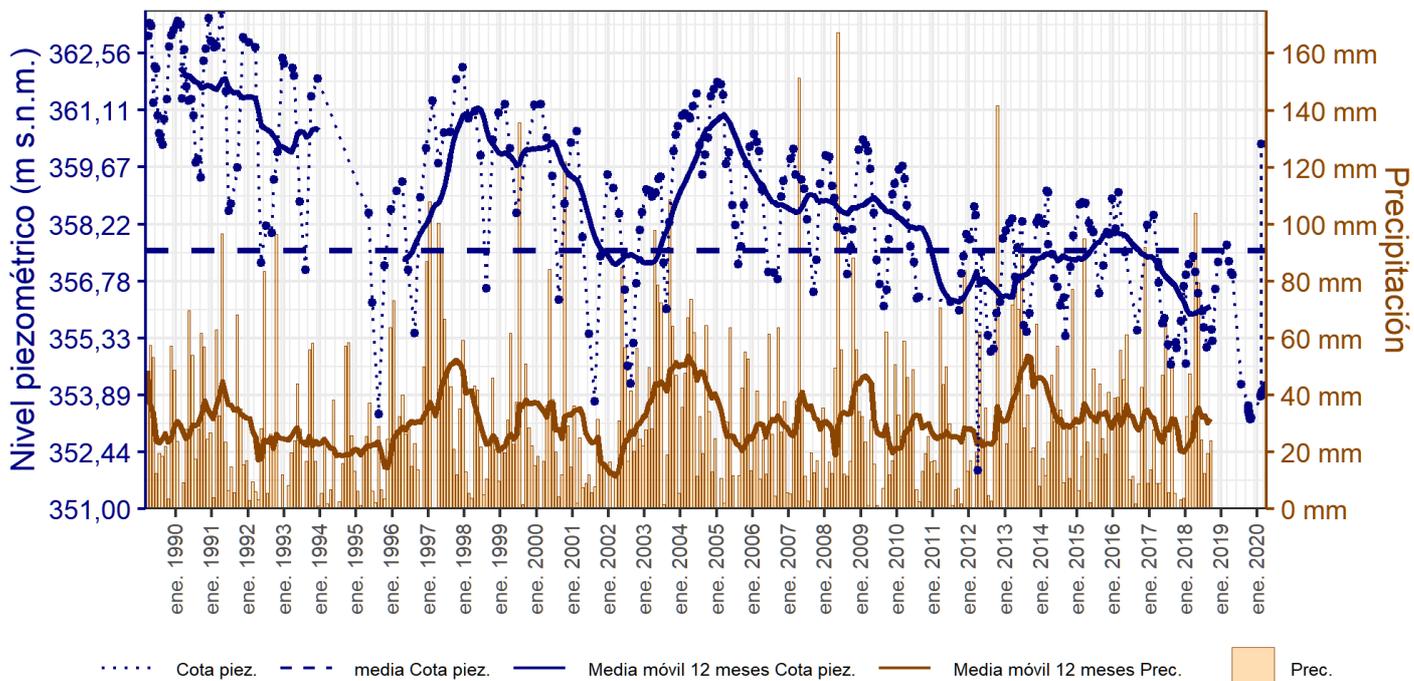
8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PIEZÓMETROS SELECCIONADOS

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



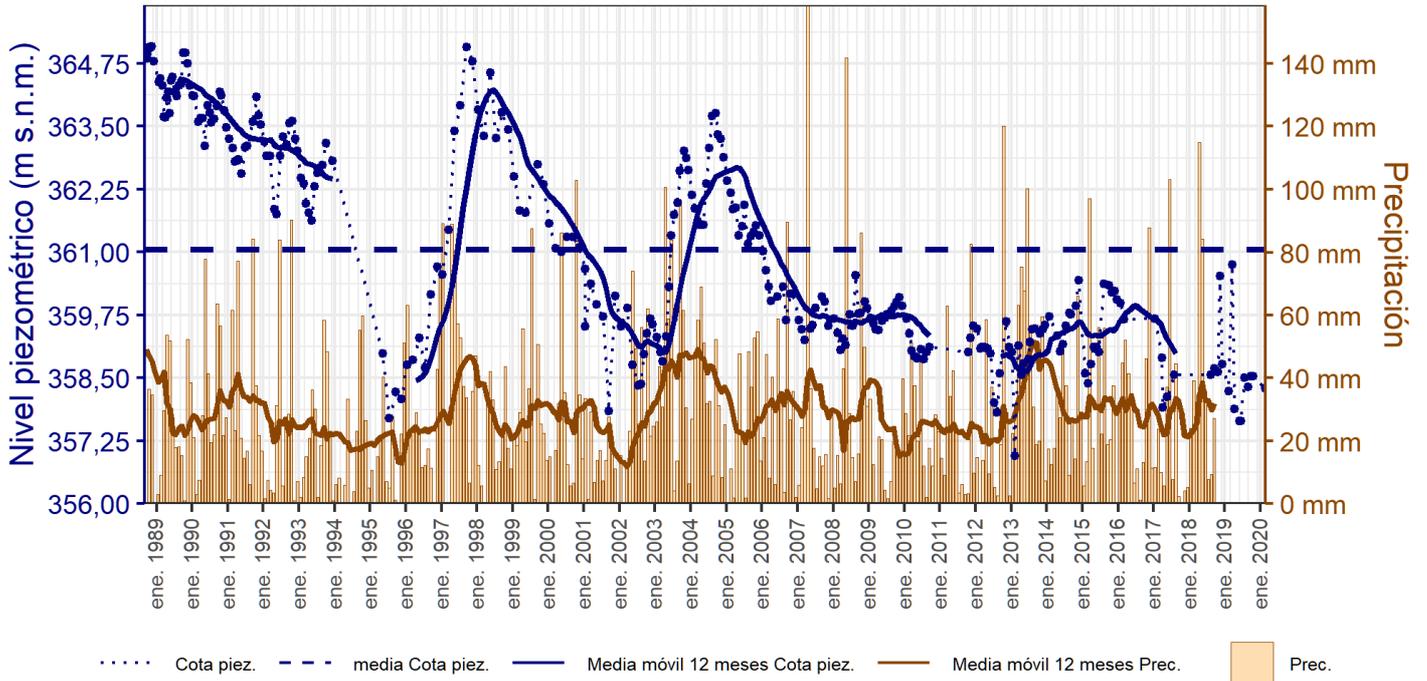
ES091MSBT076 - PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN. Piez: 261630242_1

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



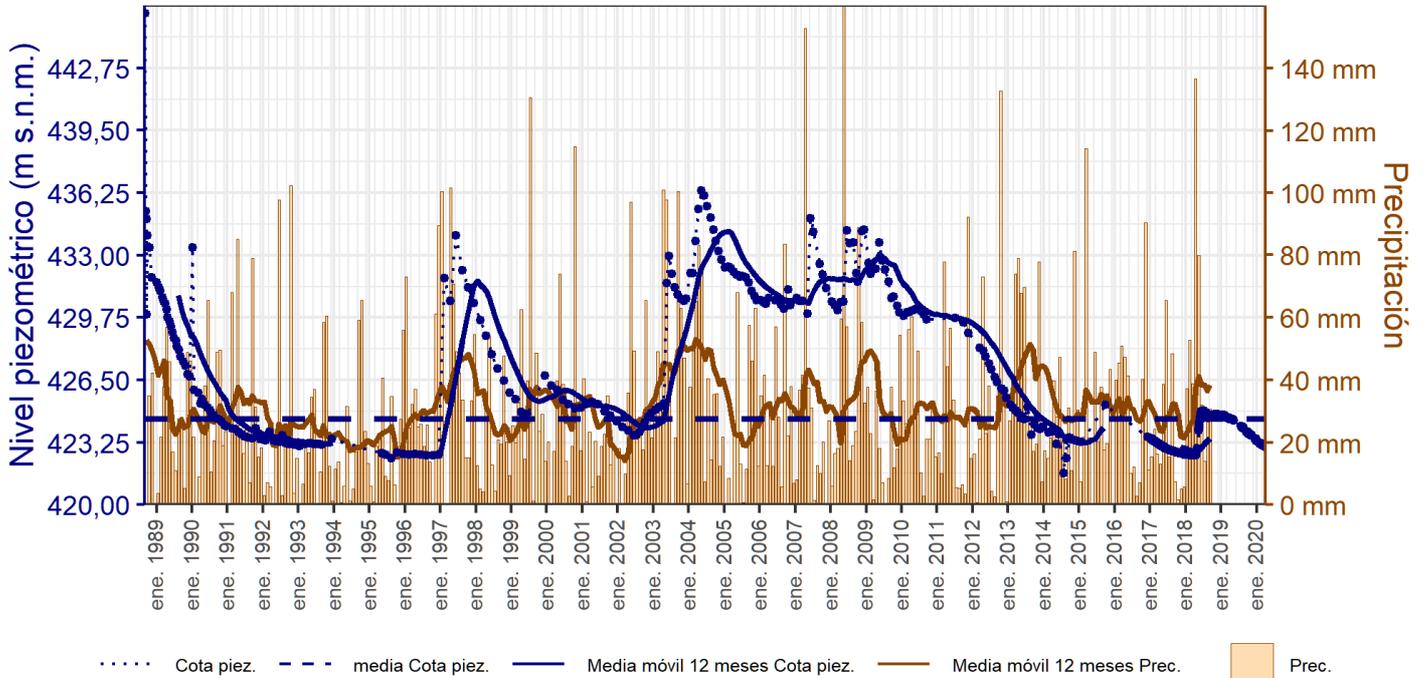
ES091MSBT076 - PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN. Piez: 261630243_1

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



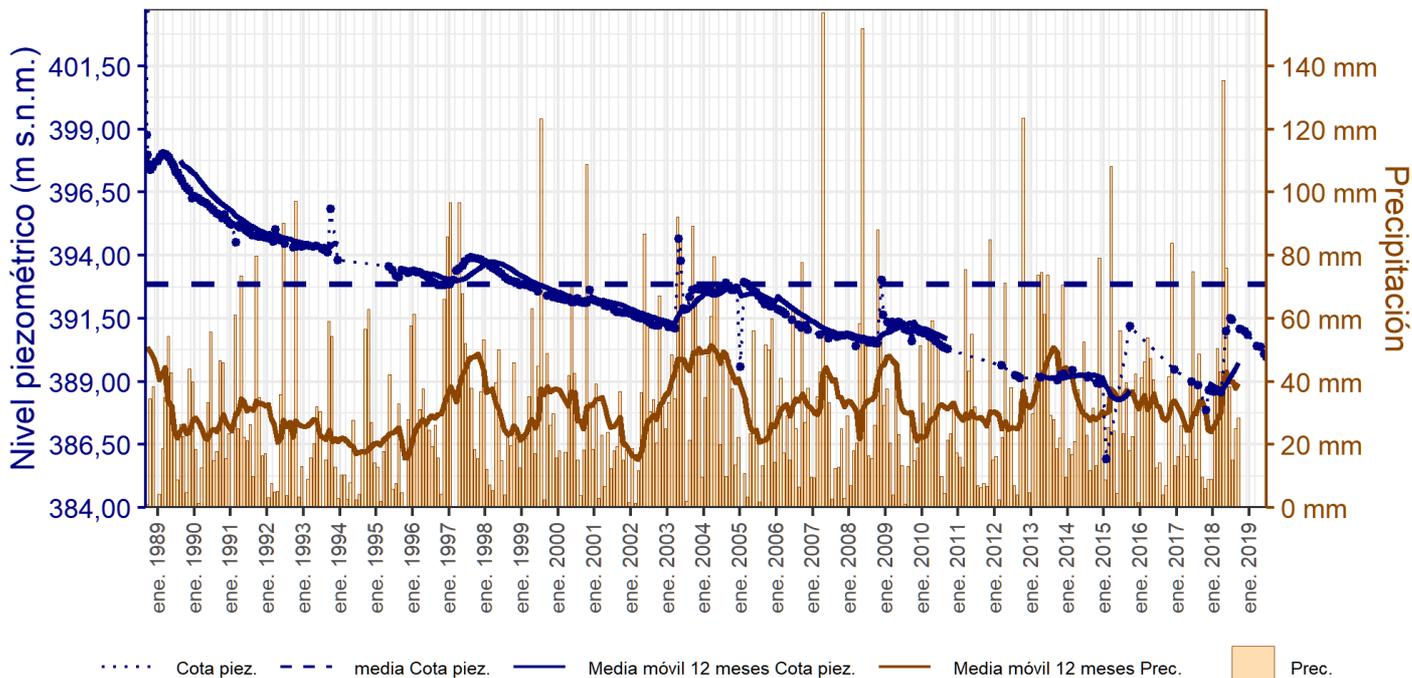
ES091MSBT076 - PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN. Piez: 261630245_1

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



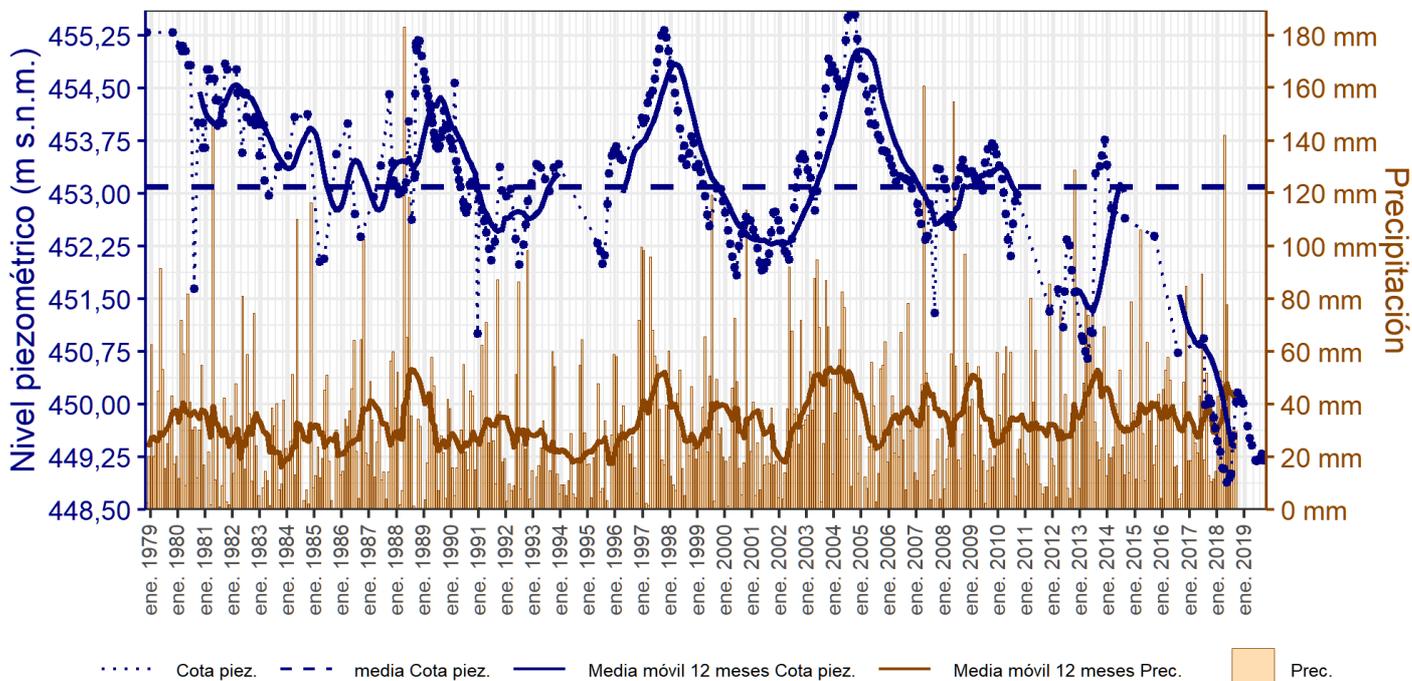
ES091MSBT076 - PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN. Piez: 261630247_1

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



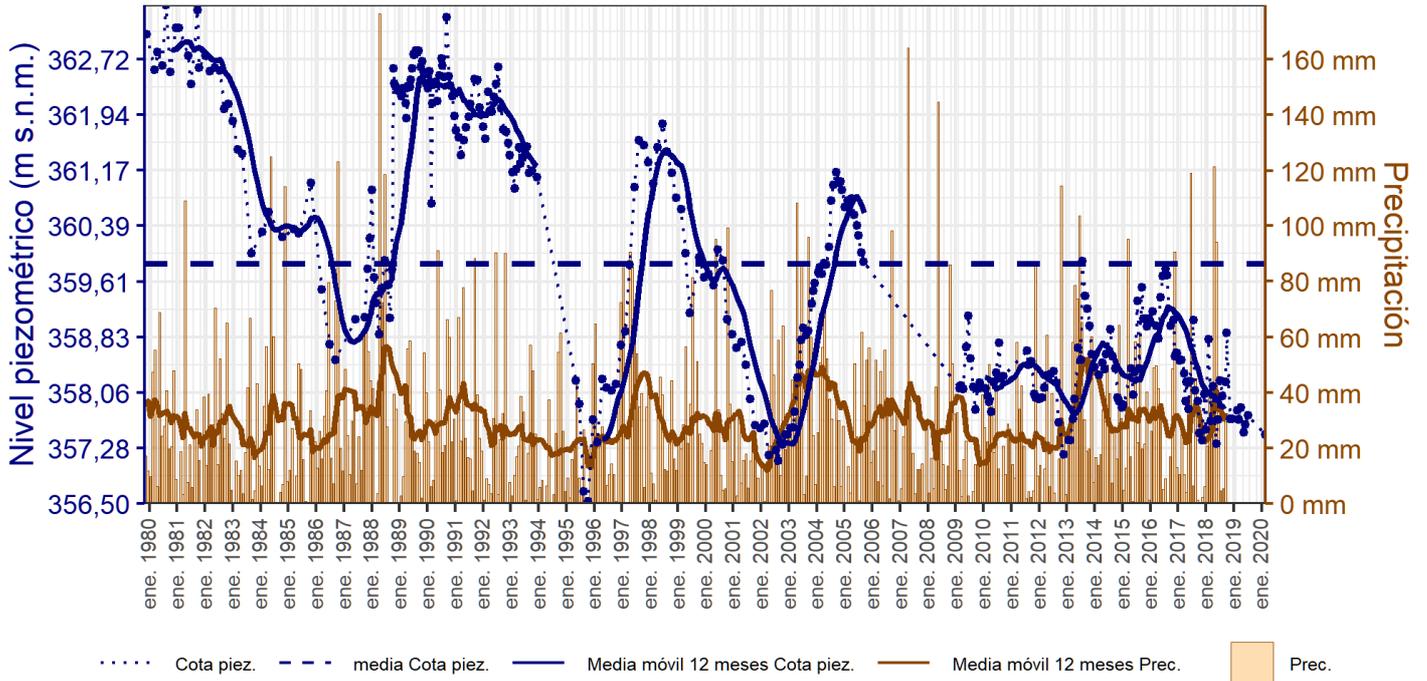
ES091MSBT076 - PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN. Piez: 261630248_1

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



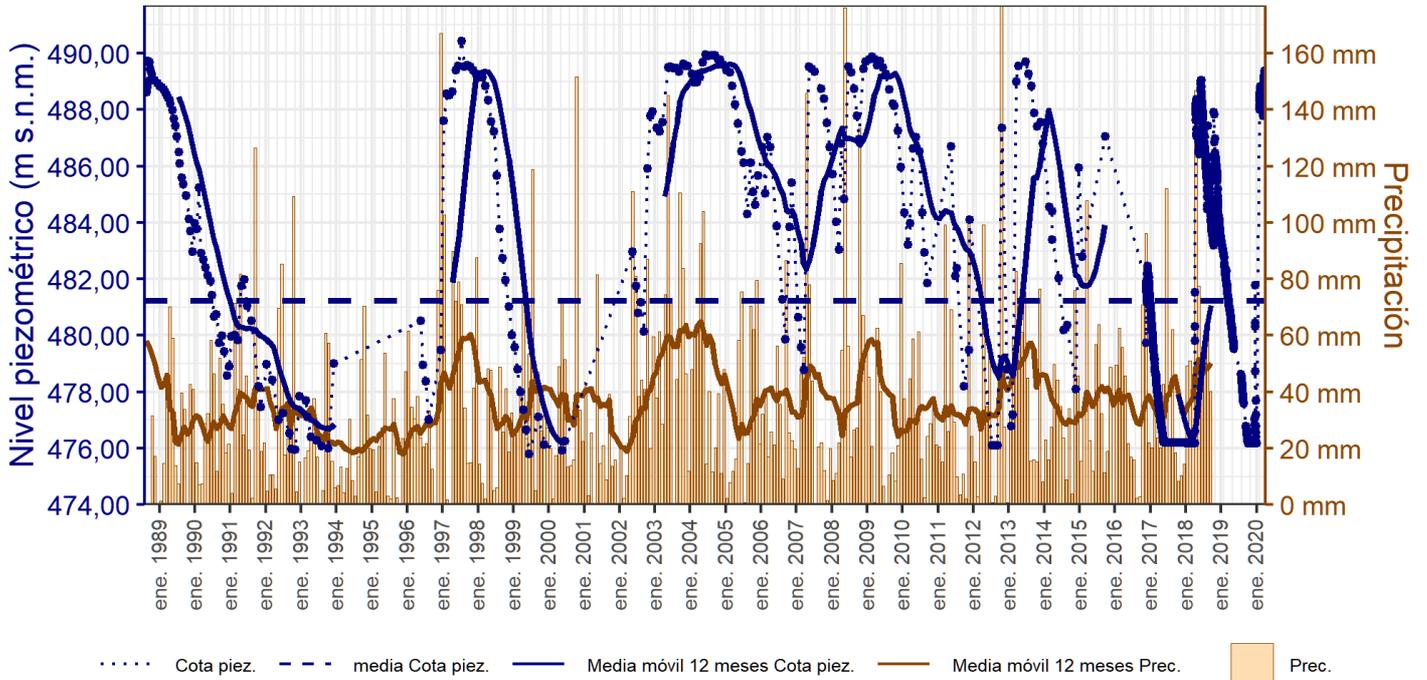
ES091MSBT076 - PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN. Piez: 261630250_1

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



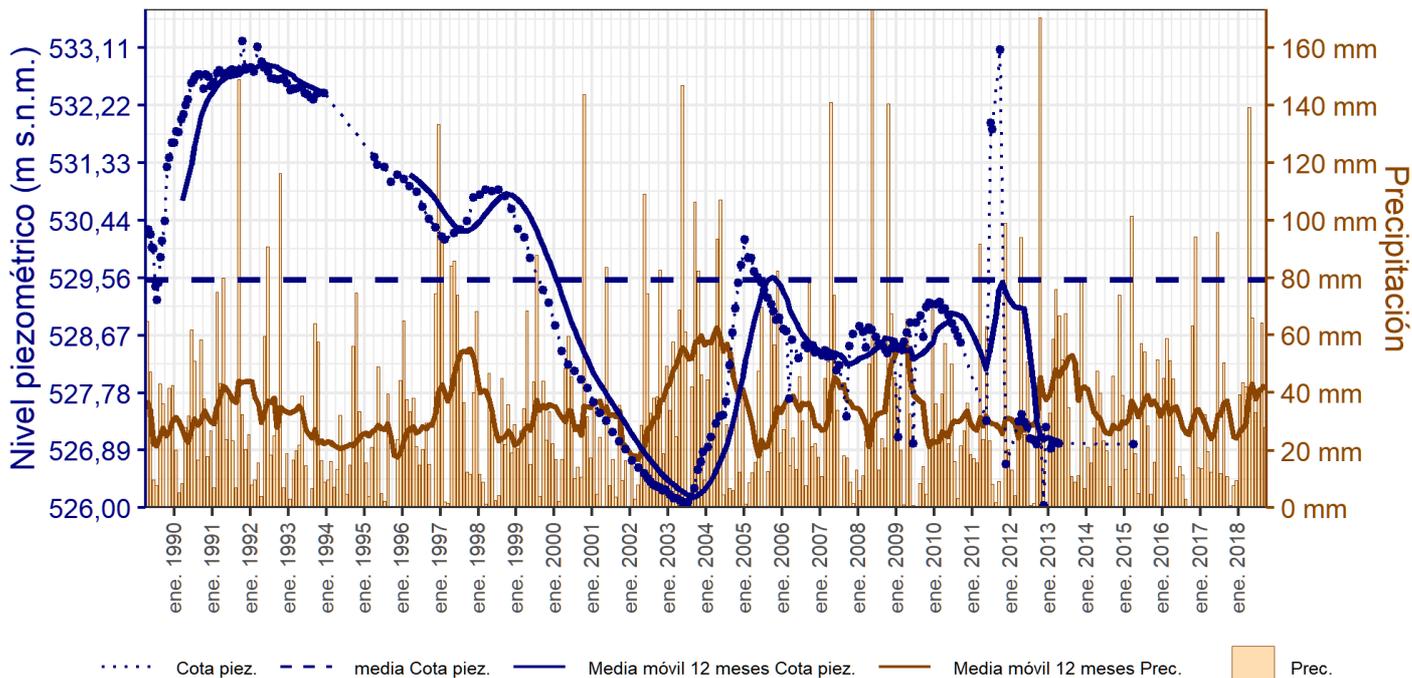
ES091MSBT076 - PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN. Piez: 261630251_1

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



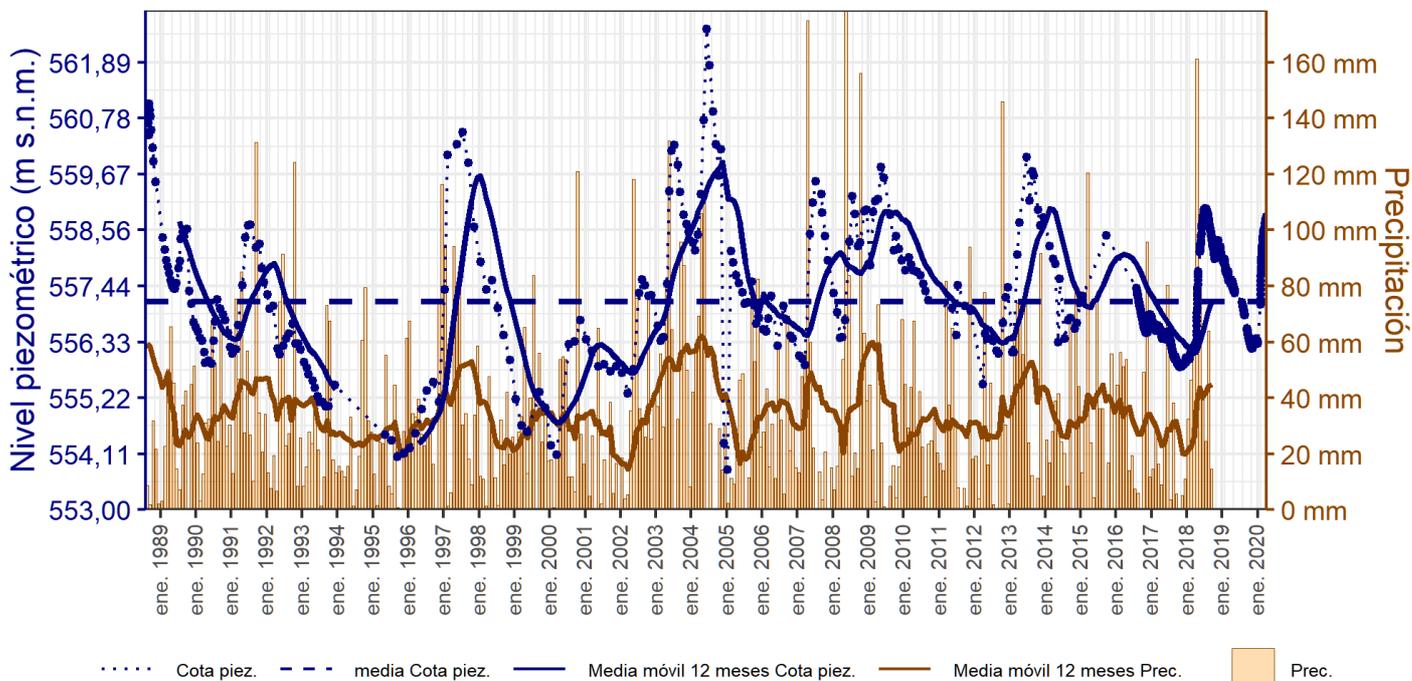
ES091MSBT076 - PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN. Piez: 261680104_1

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



ES091MSBT076 - PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN. Piez: 261680105_1

Evolución temporal de los piezómetros seleccionados



ES091MSBT076 - PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN. Piez: 261680108_1

8.4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LAS TENDENCIAS DE LOS NIVELES PIEZOMÉTRICOS/CAUDALES

Código punto	Serie	Año inicio	Año fin	Agreg.	N posible	N test	Piezómetros			Vel. de variación NP (m/año)	Método estadístico			NCF
							NP Máx. (msnm)	NP Mín. (msnm)	NP Medio (msnm)		Test de Mann-Kendall			
											Tendencia	p-value	GS (%)	
261630242_1	Histórica	1988	2020	Anual	31	31	359,7	357,2	358,9	-0,076	Descendente	8,21E-06	100,00	ALTO
261630242_1	Reciente	2009	2020	Mensual	276	114	360,3	356,8	358,6		Descendente	4,13E-04	99,96	ALTO
261630243_1	Histórica	1989	2020	Anual	30	30	361,9	353,8	358,5	-0,252	Descendente	3,42E-07	100,00	ALTO
261630243_1	Reciente	2009	2020	Mensual	262	106	360,4	352,0	357,1		Descendente	7,46E-06	100,00	ALTO
261630245_1	Histórica	1988	2020	Anual	31	31	364,9	358,2	360,7	-0,208	Descendente	5,42E-07	100,00	ALTO
261630245_1	Reciente	2009	2020	Mensual	264	89	360,7	356,9	359,2		Descendente	5,05E-03	99,49	ALTO
261630247_1	Histórica	1988	2020	Anual	31	31	435,0	422,6	426,9	-0,370	Sin Tendencia	3,23E-01	67,74	MEDIO
261630247_1	Reciente	2009	2020	Mensual	270	97	433,7	421,7	425,8		Descendente	4,31E-21	100,00	ALTO
261630248_1	Histórica	1988	2019	Anual	30	30	398,5	388,6	392,1	-0,278	Descendente	8,35E-11	100,00	ALTO
261630248_1	Reciente	2009	2020	Mensual	268	55	391,5	385,9	390,1		Descendente	3,50E-05	100,00	ALTO
261630250_1	Histórica	1978	2019	Anual	41	41	455,3	449,3	453,0	-0,115	Descendente	1,09E-06	100,00	ALTO
261630250_1	Reciente	2009	2020	Mensual	314	70	453,8	448,9	451,4		Descendente	2,93E-15	100,00	ALTO
261630251_1	Histórica	1979	2020	Anual	37	37	363,1	357,3	359,8	0,000	Descendente	6,41E-07	100,00	ALTO
261630251_1	Reciente	2009	2020	Mensual	295	109	359,8	357,2	358,3		Sin Tendencia	2,78E-01	72,17	MEDIO
261680104_1	Histórica	1988	2020	Anual	29	29	489,6	476,1	483,4	-0,065	Sin Tendencia	7,75E-01	22,47	MEDIO
261680104_1	Reciente	2009	2020	Mensual	256	91	489,9	476,1	482,8		Descendente	1,68E-07	100,00	ALTO
261680105_1	Histórica	1989	2015	Anual	25	25	532,8	526,3	529,3	-0,131	Descendente	3,52E-04	99,96	ALTO
261680105_1	Reciente	2009	2020	Mensual	211	41	533,1	526,0	528,3		Descendente	3,52E-04	99,96	ALTO
261680108_1	Histórica	1988	2020	Anual	31	31	560,6	32,0	557,2	-0,080	Sin Tendencia	2,77E-01	72,27	MEDIO
261680108_1	Reciente	2009	2020	Mensual	276	102	560,0	555,5	557,4		Descendente	6,95E-04	99,93	ALTO

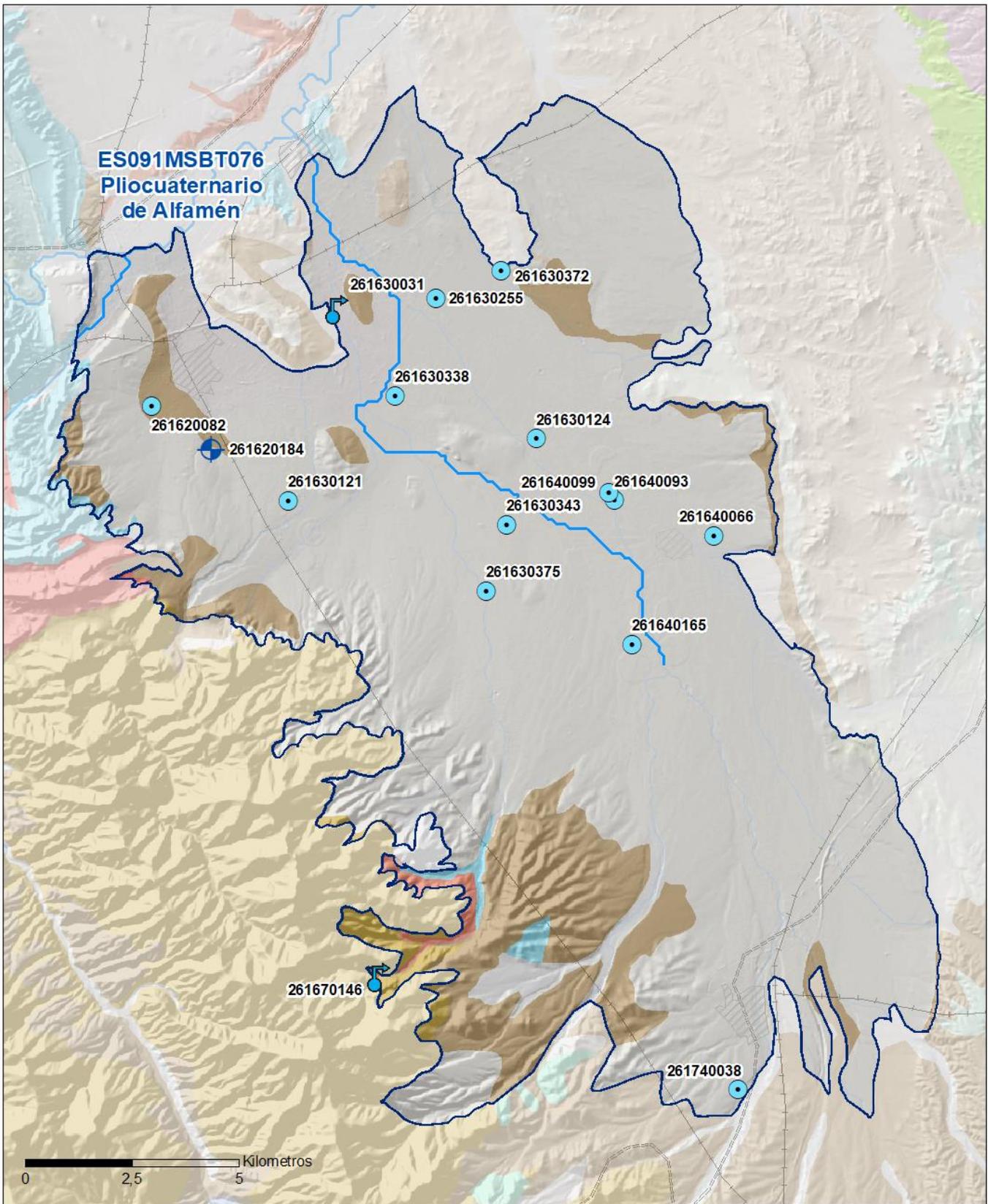
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

9.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO QUÍMICO

Puntos de Muestreo		UTM (ETRS89-H30)		Cota (m s.n.m)	Prof. (m)	Tipo Captación	Acuífero/FGP	Fecha inicio muestreo
Código	Nombre	X	Y					
261620082	CANDENAVA (PO 25 PA 101)	634.615	4.592.172	387	71,0	POZO	Pliocuaternario Alfamén	30/08/2011
261620184	ABASTECIMIENTO A LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA, P-2	636.008	4.591.156	391	100,0	SONDEO	Piezómetros Mixtos MSBT076/077	01/02/1999
261630031	FUENTE LA NAVA	638.971	4.594.460	362		MANANTIAL	Pliocuaternario de Alfamén	20/02/1995
261630121	VILASECA. FINCA LA REDONDA	637.810	4.589.943	410	79,0	POZO	Piezómetros Mixtos MSBT076/077	28/05/2013
261630124	FINCA SAN MIGUEL. TOMA 10 DEL EXPTE 2012-p-1387	643.619	4.591.405	410	67,0	POZO	Pliocuaternario de Alfamén	20/02/1995
261630255	SASO (Pozo de la Sociedad)	641.262	4.594.711	373	40,0	POZO		21/11/2012
261630338	POZO VIEJO LA DEHESILLA (PO 37; PA 12). Toma 2	640.312	4.592.420	376	28,0	POZO	Piezómetros Mixtos MSBT076/077	29/08/2011
261630343	AMPLARES (PO:17 PA:1), POZO 3	642.911	4.589.369	427	75,0	POZO	Detrítico de Alfamén	30/08/2011
261630372	LA LOMA 2	642.798	4.595.358	377	150,0	POZO	Pliocuaternario de Alfamén	19/11/2012
261630375	CAHIZ PELAO (POZO 2)	642.446	4.587.803	456	160,0	POZO	Piezómetros Mixtos MSBT076/077	28/04/2015
261640066	CARBONIEL	647.765	4.589.111	457	73,0	POZO	Pliocuaternario de Alfamén	
261640093	P-7 SAT VIRGEN DEL ROSARIO, PEDREGALES BAJOS	645.451	4.589.944	433	70,0	POZO	Piezómetros Mixtos MSBT076/077	
261640099	P-12 SAT VIRGEN DEL ROSARIO, PEDREGALES BAJOS	645.310	4.590.119	431	55,0	POZO	Piezómetros Mixtos MSBT076/077	30/08/2011
261640165	TOMA 4. GRANJA VIRGEN DEL ROSARIO.	645.860	4.586.548	473	171,0	POZO	Piezómetros Mixtos MSBT076/077	16/11/2017
261670146	LOS HUERTOS	639.934	4.578.695	733		MANANTIAL		04/02/2016
261740038	P-2 LA ESTACADA, POZO DEL TRATANTE. Toma 2 INTEGRA Expte. 2006-P-737	648.344	4.576.034	626	121,0	POZO	Piezómetros Mixtos MSBT076/077	30/09/2009

Puntos de Muestreo Código	PDS Estado Químico			PDS Zonas Protegidas		Uso Captación
	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS	
261620082	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios
261620184	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
261630031	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
261630121	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios
261630124	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios
261630255	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desconocido
261630338	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios
261630343	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios
261630372	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
261630375	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
261640066	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios
261640093	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios
261640099	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios
261640165	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
261670146	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
261740038	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos

Mapa Red Control



LEYENDA

Red hidrográfica

MSBT

Tipo de Captación

MANANTIAL

SONDEO

POZO

9.2 INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT

Ver Anexo 2.

9.3 FACIES HIDROGEOQUÍMICAS REPRESENTATIVAS

Código Punto	Principales materiales atravesados	Facies Hidrogeoquímica
261620082	Conglomerados, gravas y arcillas	Sulfatada bicarbonatada calcico magnésica
261630124	Conglomerados, gravas ,arcillas, margas, calizas (yesos dispersos)	Bicarbonatada clorurada cálcica magnésica
261630255	Conglomerados, gravas ,arcillas, margas, calizas (yesos dispersos)	Clorurada bicarbonatada cálcica
261630343	Conglomerados, gravas ,arcillas, margas, calizas (yesos dispersos)	Bicarbonatada clorurada cálcica
261630372	Conglomerados, gravas ,arcillas, margas, calizas (yesos dispersos)	Bicarbonatada clorurada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

MSBT PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN (2019)

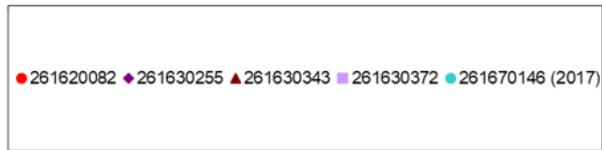
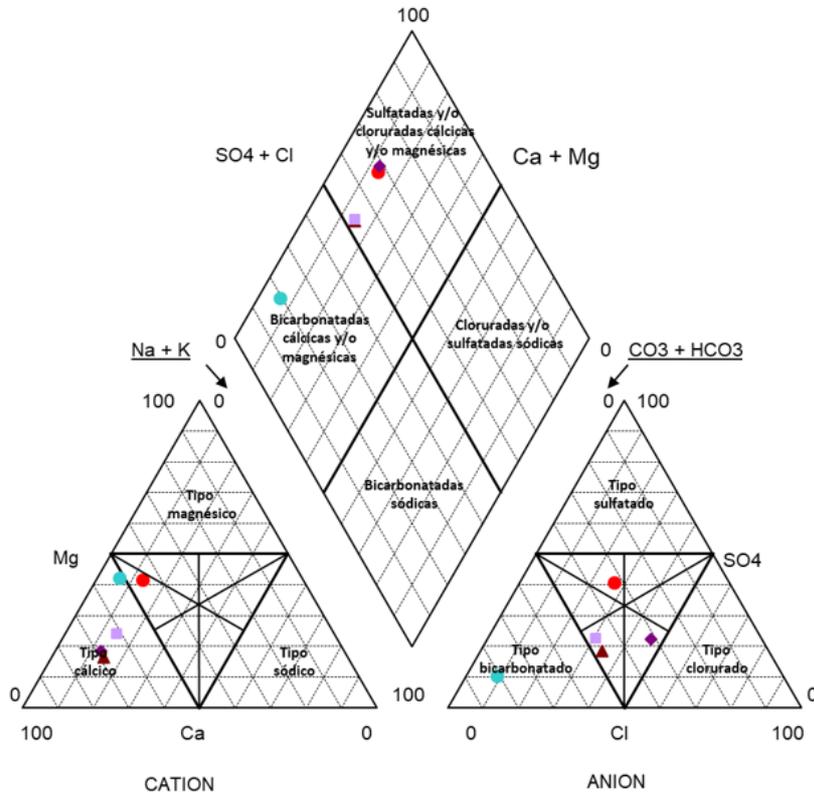


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 261620082

Pliocuaternario de Alfamén 261620082 (2015-2019)

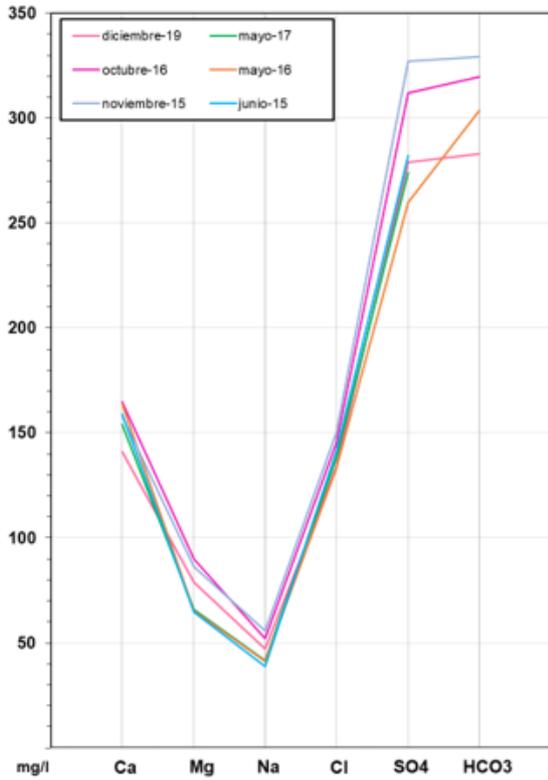


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 261630124

Pliocuaternario de Alfamén 261630124 (2015-2019)

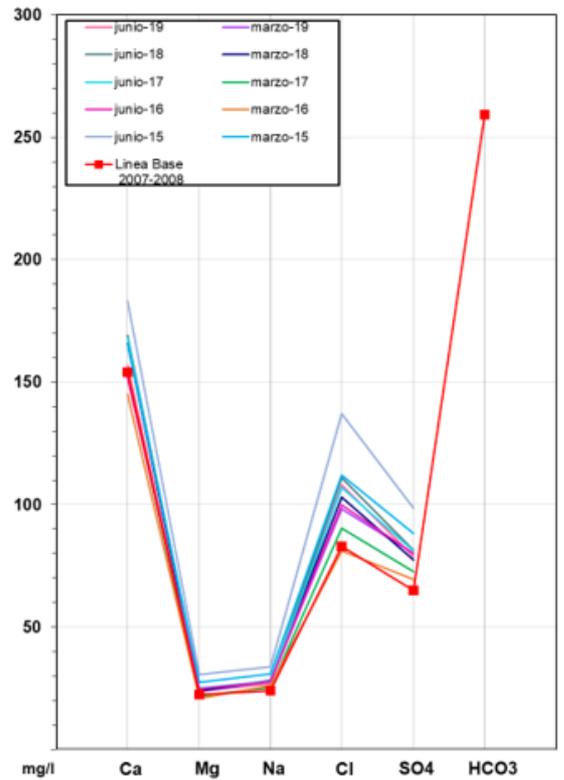


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 261630255

Pliocuaternario de Alfamén 261630255 (2015-2019)

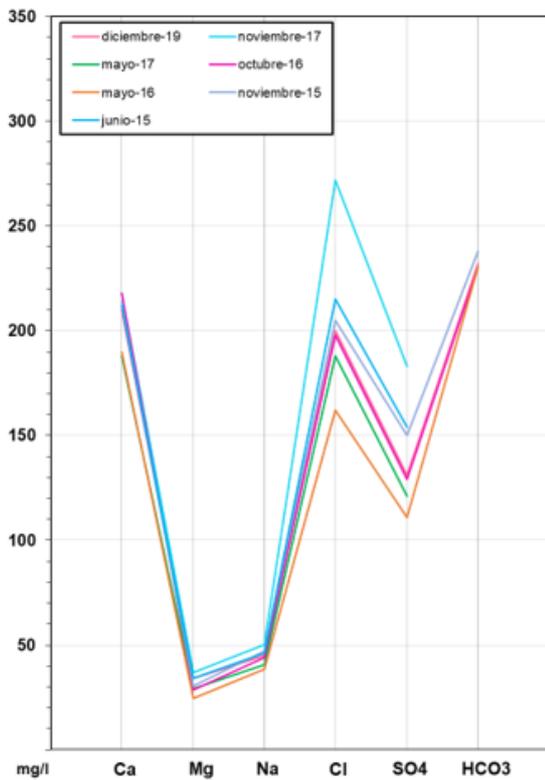


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 261630343

Pliocuaternario de Alfamén 261630343 (2015-2019)

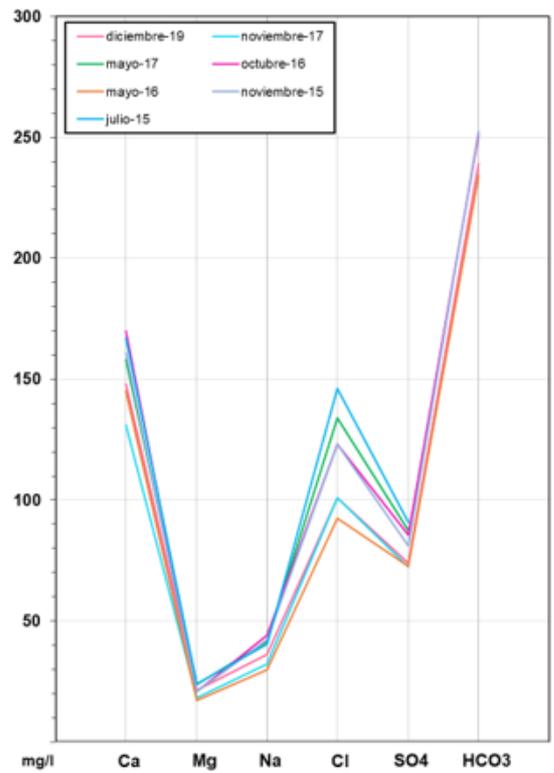
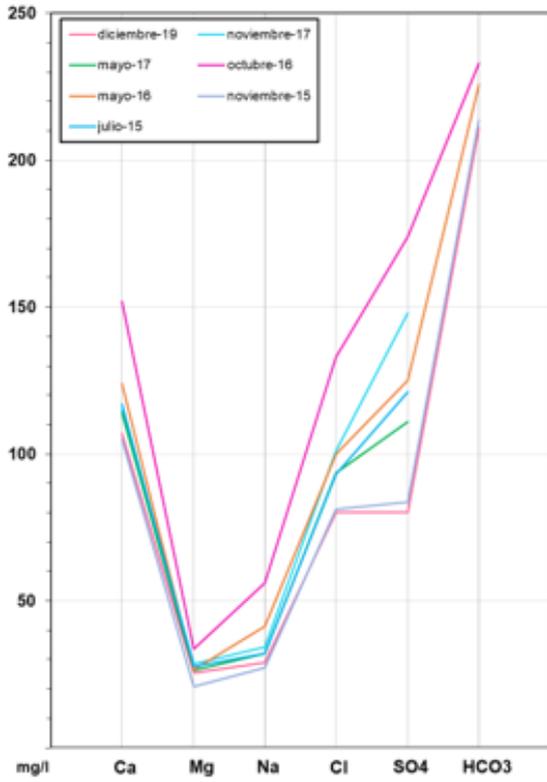


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 261630372

Pliocuaternario de Alfamén 261630372 (2015-2019)

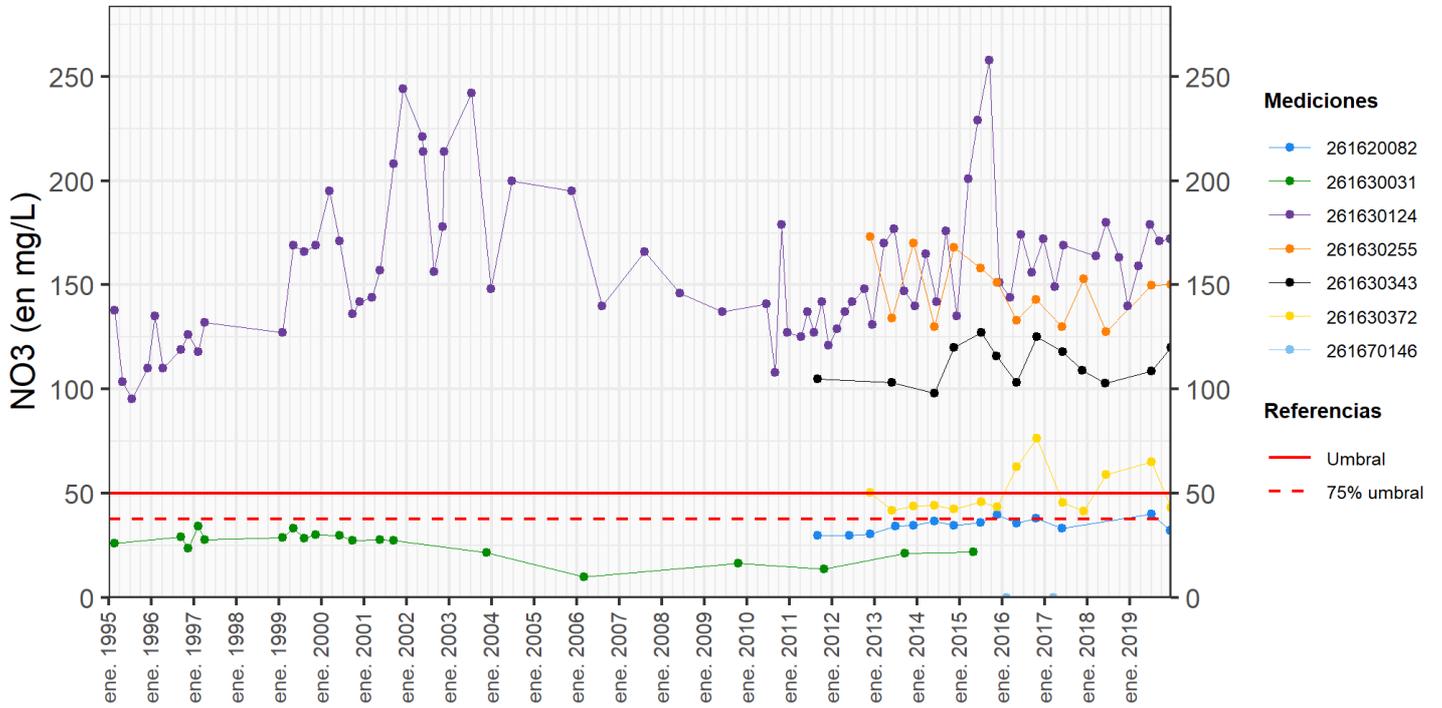


9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

Parámetro	Unidad	Nivel Referencia (NR)	Uso/Receptor	Valor criterio	Valor umbral/Norma de calidad
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L				50,00

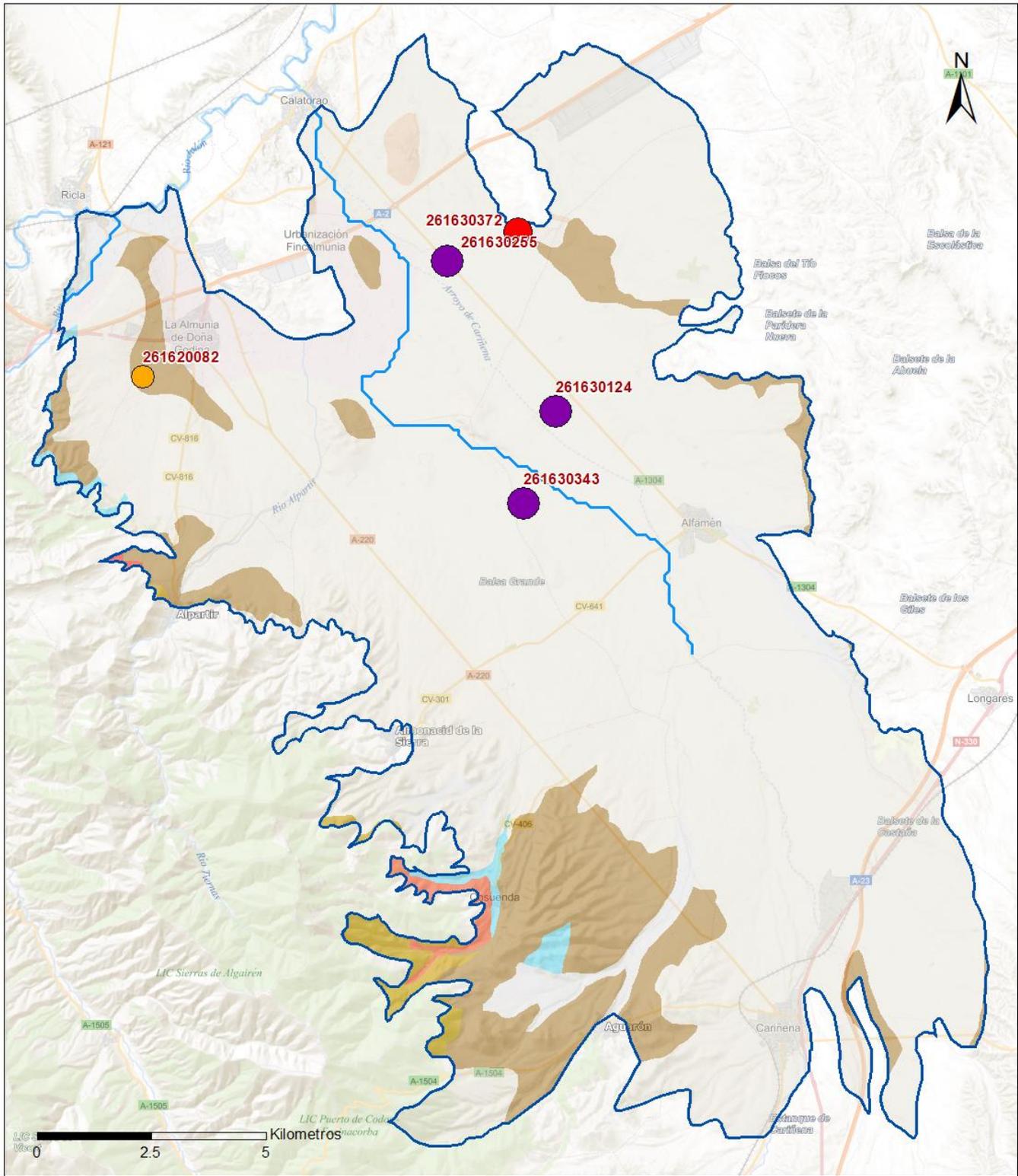
9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO	Nº	Nitrato (NO ₃ ⁻)
Gráficas de Evolución		



ES091MSBT076 - NO₃ (en mg/L)

Mapa de distribución actual



LEYENDA

-  MSBT:
-  Red hidrográfic
- ES091MSBT076
- Pliocuaternario de Alfamén

NITRATOS (mg/l) 2019

-  0 - 10
-  10 - 25
-  25 - 50
-  50 - 100
-  > 100

Norma de Calidad: 50 mg/l

Concentración Natural de Nitratos en las Aguas Subterráneas < 10 mg/l

EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

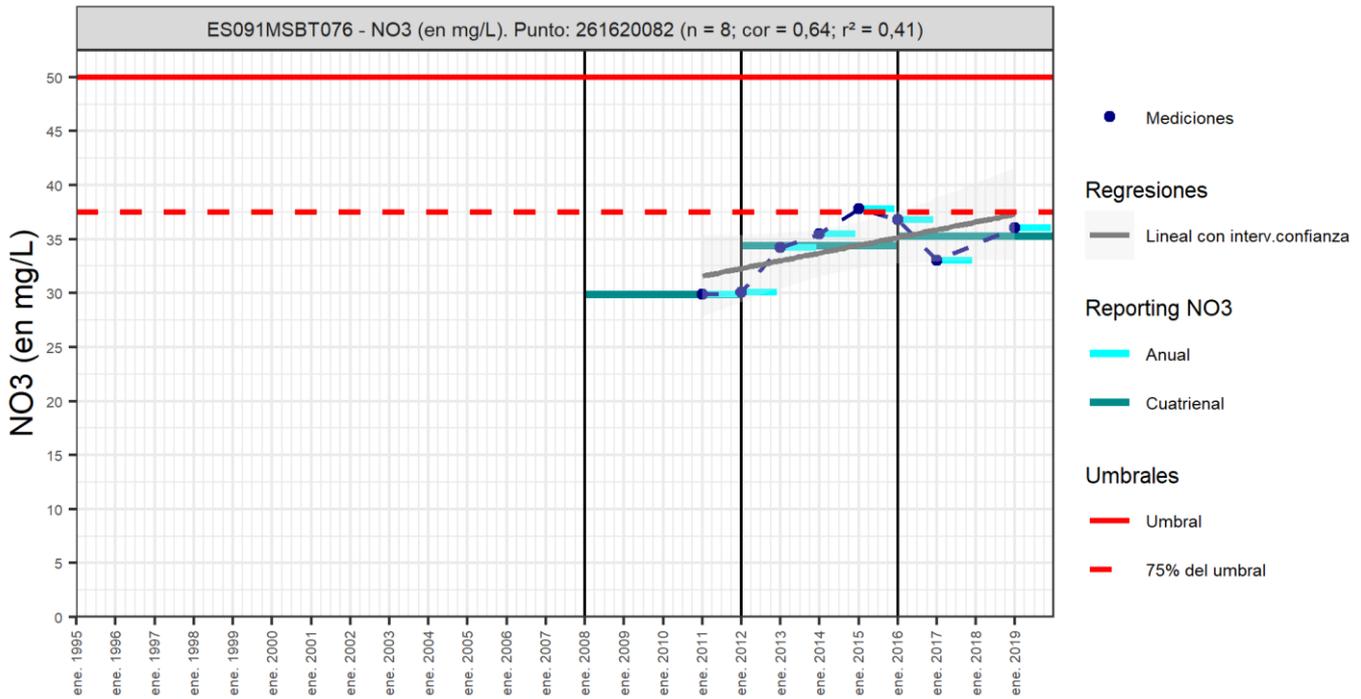
Selección de puntos para evaluación de tendencias

Los puntos seleccionados para la evaluación de tendencia en nitrato son reportados en el informe cuatrienal 2016-2019 y forman parte de la red de nitratos. Los cinco puntos tienen una serie histórica con un número mínimo de 8 datos anuales para evaluar la tendencia por método básico de regresión lineal y avanzado de Test-Mann Kendall.

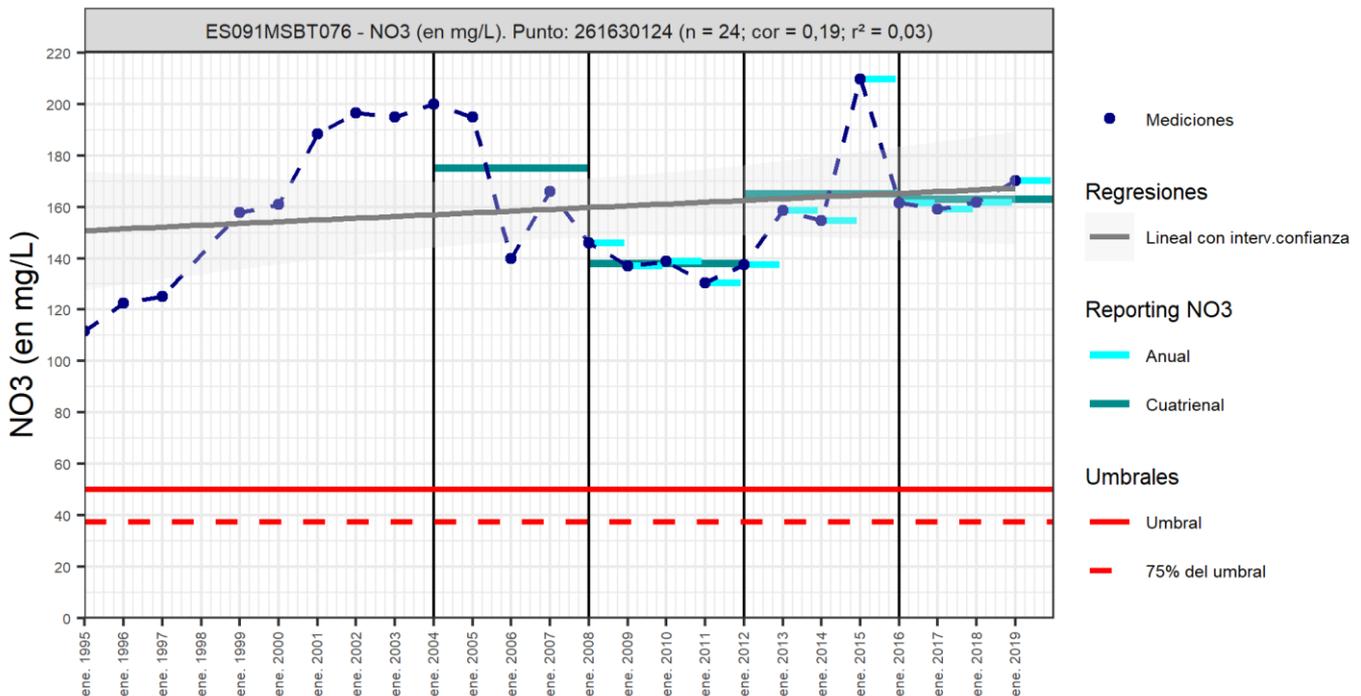
Gráfico de evaluación de tendencia

Nitrato (NO₃⁻)

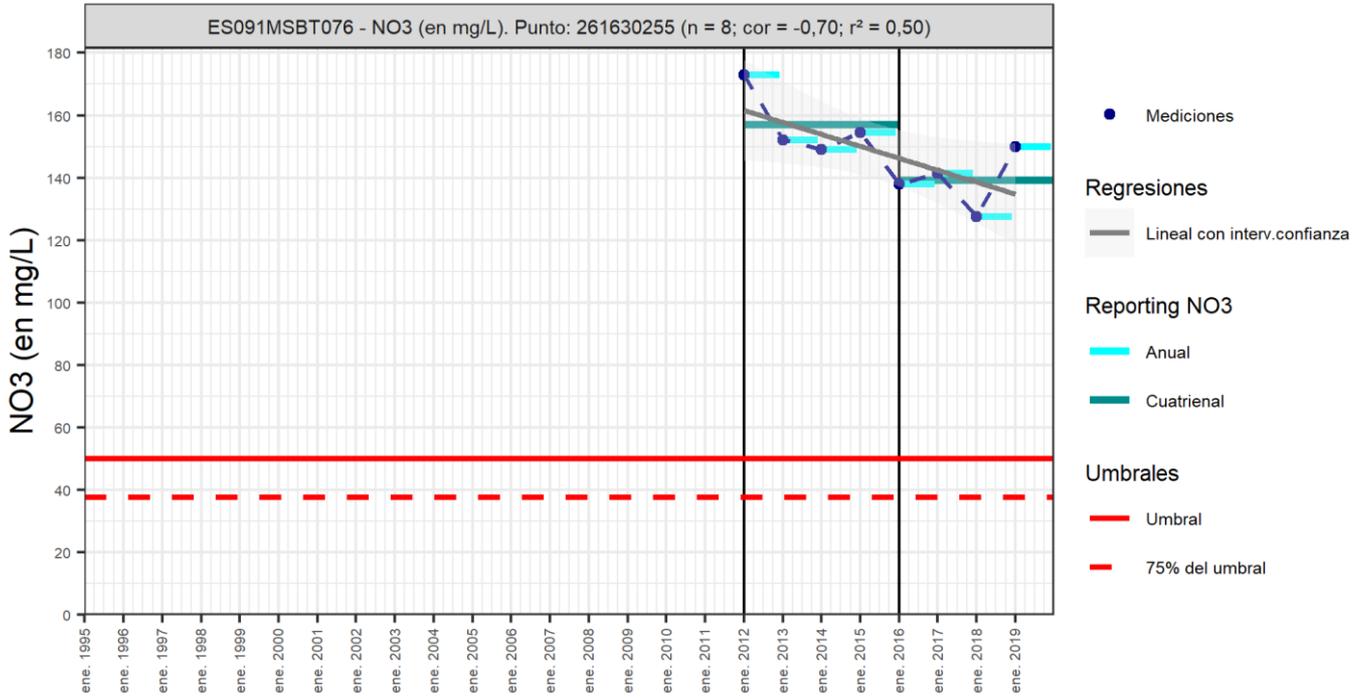
Código Punto 261620082



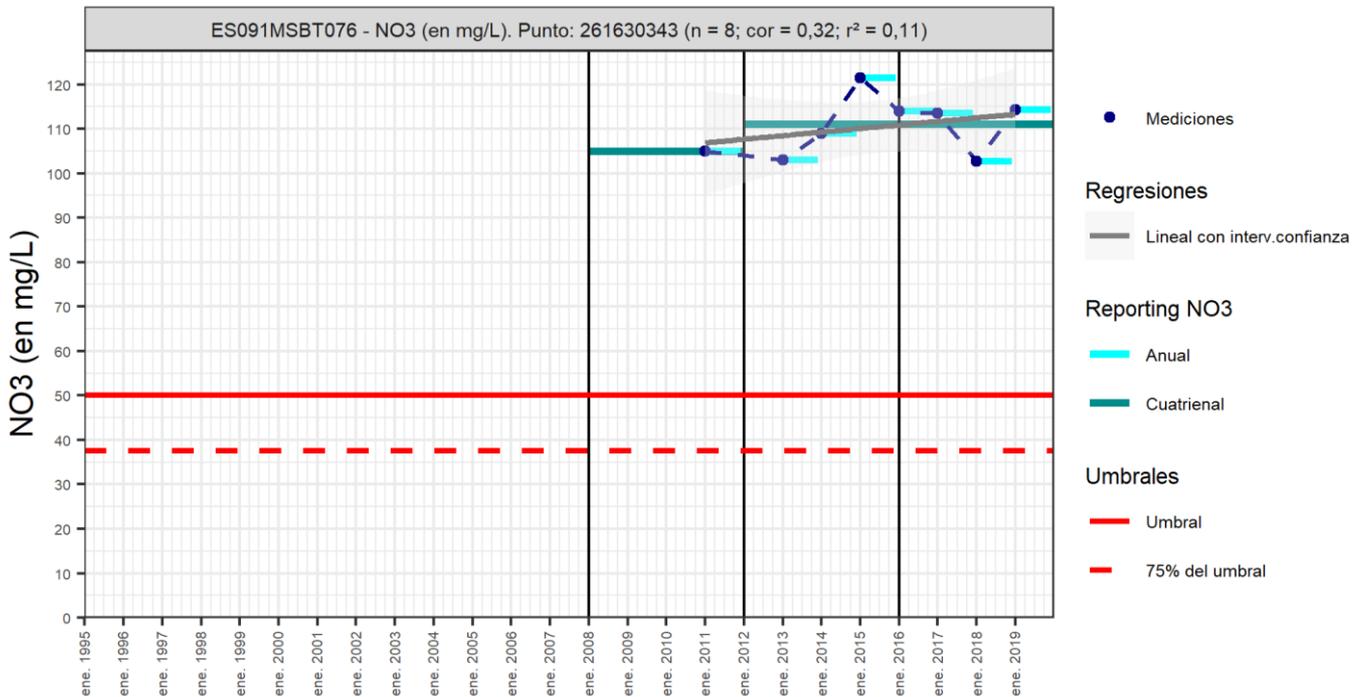
Código Punto 261630124

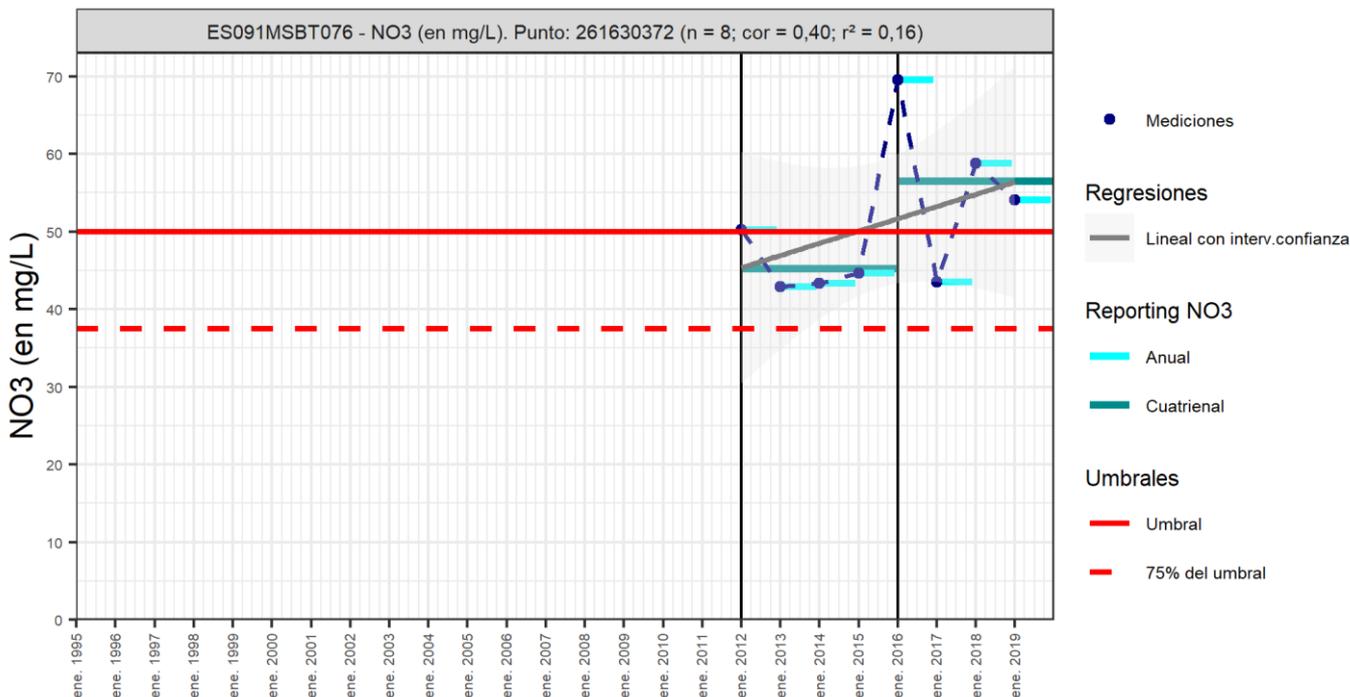


Código Punto 261630255



Código Punto 261630343





Análisis de tendencias

El análisis de tendencia en la concentración de nitrato se ha realizado en cinco puntos seleccionados de la red control, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzando de Mann –Kendall. La serie histórica de medición (mínimo de 8 datos anuales), en algunos puntos se inicia en 1995, y es a partir del año 2011 que se amplía el número de puntos de control y medición de la concentración en nitrato.

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de R² >0,3 y de 0,6 indican que la correlación es moderada y valores de R² > 0,5 indicaría que hay tendencia, en el caso del punto IPA_261630255 es decreciente. La mayoría de los puntos tiene valor de R² < 0,3 por lo que no puede identificarse ningún tipo de tendencia. El análisis estadístico realizado sobre la serie histórica (max.15 datos anuales) no permite identificar que las tendencias sean significativas, crecientes o decrecientes, obteniéndose valores de GS < 90% (tendencia dudosa). Los valores de la pendiente indican que la concentración en nitrato es decreciente en los puntos IPA 261630124 y IPA 261630255, y creciente en los puntos IPA 261620082, 261630343, 261630372.

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, las diferencias entre estos cuatrienios son poco significativas con variaciones mínimas entre 0,2 y 21 mg/L, con valores promedio bastante similares en ambos cuatrienios. Tres de los puntos seleccionados, excepto los puntos IPA261620082 y IPA261630372, superan el valor de 110 mg/L en los dos últimos cuatrienios.

Resultados del análisis de tendencias								Nitrato (NO ₃ ⁻)			
Código Punto	Unidad	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	N test	Valor Mín.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC./ V.Umbral
261620082	mg/L	Histórica	2011	2019	Anual	8	8	29,90	37,80		37,50
261630124	mg/L	Histórica	2005	2019	Anual	25	15	130,40	209,75	156,00	37,50
261630255	mg/L	Histórica	2012	2019	Anual	8	8	127,60	173,00		37,50
261630343	mg/L	Histórica	2011	2019	Anual	8	8	102,70	121,50		37,50
261630372	mg/L	Histórica	2012	2019	Anual	8	8	42,85	69,55		37,50

Resultados del análisis de tendencias							
Código Punto	Método estadístico						
	Regresión Lineal Simple				Test de Mann-Kendall		
	R2	Tendencia	NCF Cualitativa	Tend.	p-value	GS (%)	NCF Cuantitativa
261620082	0,41000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	1,08E-01	89,22	ALTO
261630124	0,03000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	1,52E-01	84,76	ALTO
261630255	0,50000	Descendente	MEDIO	Sin Tendencia	1,08E-01	89,22	MEDIO
261630343	0,11000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	5,36E-01	46,38	MEDIO
261630372	0,16000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	2,66E-01	73,45	MEDIO

Resultado análisis de tendencias Informe Cuatrienal: Nitratos (NO ₃ ⁼) en mg/L													
Código Punto	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	Valor Min.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC (mg/L)	3 ^e	4 ^e	(Δ)Valor de Tendencia (mg/L)	Tendencia
										Cuatrienio (2012-2015)	Cuatrienio (2016-2019)		
261620082	Histórica	2008	2019	Cuatrienal	3	29,90	35,28		37,50	34,40	35,28	0,88	Ascendente
261630124	Histórica	2004	2019	Cuatrienal	4	138,04	175,25	105,00	37,50	165,04	163,13	-1,91	Descendente
261630255	Histórica	2012	2019	Cuatrienal	2	139,26	157,13		37,50	157,13	139,26	-17,86	Descendente
261630343	Histórica	2008	2019	Cuatrienal	3	105,00	111,15		37,50	111,15	111,11	-0,04	Descendente
261630372	Histórica	2012	2019	Cuatrienal	2	45,25	56,49		37,50	45,25	56,49	11,24	Ascendente

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua subterránea ES091MSBT076 Pliocuaternario de Alfamén se encuentra en la zona marginal de la Cuenca del Ebro y en la estribación sur del Sistema Ibérico. Se localiza íntegramente la C.C.A.A de Aragón con una superficie de 276 km². Los límites de la MSBT se extienden hacia el este, desde el borde de la Sierra de Algairén hasta la localidad de Alfamén, y de norte a sur, desde Ricla a Cariñena.

La MSBT Pliocuaternario de Alfamén se encuentra en las estribaciones de las sierras septentrionales de la Cordillera Ibérica, dentro del dominio geoestructural de la Cuenca del Ebro y pertenece al Dominio Hidrogeológico Central Ibérico. Limitada por la Sierra de La Virgen y Vicort al NO, se extiende desde las faldas de la Sierra de Algairén hacia el Campo de Cariñena donde entra en contacto con los materiales del Mioceno.

La MSBT se circunscribe a un amplio manto de depósitos del Pliocuaternario cuyo origen se debe a la erosión de las sierras circundantes (Sierra de Algairén), y su acumulación formando glaciares y colmatando la foseta de Virgen de Lagunas. Los depósitos de glaciares se extienden por los llanos de Alfamén, desde Cariñena hasta La Almunia de Doña Godina y Calatorao. Constituidos por conglomerados y glaciares, con disposición subhorizontal pueden alcanzar hasta 80 m de espesor, se disponen sobre los materiales del Mioceno, hacia el SE quedan individualizados por un conjunto margoso. Los depósitos de glaciares se ponen en contacto con los materiales carbonatados jurásicos (Fm.Chelva) que afloran en las cercanías de la población de Calatorao. El sustrato mesozoico que se encuentran bajo esta serie detrítica del Pliocuaternario y del Mioceno corresponde principalmente los materiales carbonatados del Jurásico, con disposición tabular horizontal sobre las facies evaporíticas del Trias (Fm.Keuper).

Las características hidrogeológicas y edafológicas del acuífero, clasificado como detrítico-mixto, le confieren un grado de vulnerabilidad intrínseco a la contaminación según el método DRASTIC reducido (Min= Grado 1; Max= Grado 10) de muy bajo-bajo al 83,4 % y moderado-alto al 16,5 % de superficie de la MSBT Pliocuaternario de Alfamén.

En la MSBT Pliocuaternario de Alfamén se identifica un único acuífero que se corresponde con la FGP Pliocuaternario, denominándose Ac. Pliocuaternario de Alfamén. Este acuífero formado por los depósitos cuaternario (abanicos aluviales, glaciares y terrazas fluviales) tiene una extensión aflorante de 276 km², puede alcanzar un espesor de hasta 80 m, tiene un régimen hidráulico libre y porosidad intergranular. Se diferencian dos sectores atendiendo a las características geométricas: el área de la foseta de Virgen de Lagunas y el sector de las terrazas del Jalón.

En el área de la foseta Virgen de Lagunas, el acuífero está explotado principalmente para actividades agrícolas, tiene gran espesor, aunque con frecuencia el nivel freático general desciende y buena parte del acuífero llega a quedar en todo su espesor desaturado o formando pequeños acuíferos residuales. En el área comprendida entre la foseta y el límite de los afloramientos terciarios, presenta muy poco espesor, en general inferior a 10 metros, y apenas constituye un acuífero permanente. Las terrazas bajas del río Jalón forman un acuífero detrítico de buenas propiedades hidráulicas, pero de poco espesor saturado. Especialmente se extienden por una zona dominada por acequias de riego con aguas derivadas del río Jalón.

Los parámetros hidráulicos proceden de consulta bibliográfica y no de ensayo de bombeo, los valores obtenidos se han calculado a partir de datos de caudal específico. La transmisividad de los materiales detríticos pliocuaternarios varía en el rango entre 100 y 1.000 m²/día.

El Ac. Pliocuaternario de Alfamén formado por depósitos detríticos tienen un régimen hidráulico libre y su recarga se produce por infiltración de la lluvia sobre la extensión aflorante, escorrentía superficial y transferencia subterránea lateral desde la Sierra de Algairén. En el borde de la Sierra de Algairén, el acuífero pliocuaternario está en contacto con el acuífero profundo subyacente de la MSBT 077 Mioceno de Alfamén, que en régimen natural aportaría recarga subterránea (gradiente vertical ascendente) al acuífero superficial pliocuaternario. En la actualidad, debido a la sobre explotación del acuífero de la MSBT 077, se ha invertido el sentido de flujo vertical siendo la recarga vertical descendente, desde el acuífero pliocuaternario al acuífero subyacente. Esta conexión se pierde en dirección hacia el Campo de Cariñena, quedando los acuíferos de dichas MSBT desconectados por un nivel de margas de baja permeabilidad que pueden actuar como acuitardo y confinan la MSBT 077 Mioceno de Alfamén.

El flujo subterráneo general es de SO a NE, descarga en el cauce del río Jalón, que es un río ganador en todo su recorrido, a través de grandes manantiales (La Nava, Río Mediano, etc.). Las líneas de descarga que configuran esos manantiales funcionan actualmente en régimen muy antropizado, actuando no sólo de línea de drenaje de los flujos subterráneos sino también de todos los excedentes del regadío.

En el sector NE, la superficie freática muestra muy bajos gradientes. Esta zona se identifica con el área de infiltración de los excedentes de riego con aguas superficiales.

En la MSBT se ha identificado un único recinto hidrogeológico (ES091MSBT076S00) denominado Pliocuaternario de Alfamén que drena hacia el río Jalón. Actualmente, debido a las condiciones de sobreexplotación del acuífero profundo (Ac. Terciario Mioceno de Alfamén) y descenso del nivel piezométrico, se ha generado una diferencia de potencial hidráulico entre ambos acuíferos de manera que el Ac. Pliocuaternario (ES091MSBT076) transfiere cierta recarga vertical al acuífero profundo subyacente, produciéndose por contacto directo de ambos acuíferos o a través de un nivel arcilloso que actúa como acuitardo. En régimen

natural el funcionamiento sería inverso, recibiría recarga desde el acuífero profundo.

En el tercer ciclo de planificación hidrológica se establecieron, para la MSBT Pliocuaternario de Alfamén, unos recursos disponibles 19,40 hm³/año, sobre unos recursos renovables de 13,47 hm³/año. La salida de agua subterránea más importante se corresponde con las extracciones por bombeo que se estimaron en 13,8 hm³/año, lo que tiene como consecuencia que el índice de explotación de esta masa sea de 0,71.

La red de control piezométrico está constituida por 19 puntos de control, distribuidos la mayoría en el Ac Pliocuaternario (18 puntos) que engloba los materiales pliocuaternarios y detríticos terciarios del Campo de Cariñena de sur a norte. El acuífero regional Ac. Cortes de Tajuña, que aflora localmente en las proximidades del río Jalón, está controlado por un piezómetro (IPA_261630251_1). El nivel piezométrico (NP) de la MSBT comienza a medirse de forma continuada desde 1979, y es a partir de 1988 cuando se amplía la red de control piezométrico.

En el Ac. Pliocuaternario, el NP promedio varía entre 357,2 y 557,1 m.s.n.m, se observa en algunos puntos concretos de la MSBT (IPA_261630247_1, IPA_261640052, IPA_261680106_1) rangos de variación (NPmax-NPmin) por encima de los 20 m hasta los 54 m máximo. La evolución piezométrica en estos puntos indican un descenso del nivel piezométrico debido a la intensa extracción de agua subterránea que se produce en esta MSBT. El nivel piezométrico promedio en acuífero carbonatado Ac. Cortes de Tajuña se encuentra en 359,9 m.s.n.m con un rango de variación de 6,94 m.

La masa de agua subterránea se encuentra en riesgo cuantitativo (LOWT) por extracción directa de agua requerida principalmente para actividad agrícola, industrial y abastecimiento público de agua. El nivel piezométrico (NP) es un parámetro fundamental indicador del impacto generado sobre la MSBT Pliocuaternario de Alfamén.

Los puntos seleccionados para evaluar la tendencia piezométrica a largo plazo corresponden a 10 puntos de la red de control cuantitativo (19 en total): 8 puntos (IPA_261630242_1, IPA_261630243_1, IPA_261630245_1, IPA_261630247_1, IPA_261630248_1, IPA_261630250_1, IPA_261680104_1, IPA_261680105_1, IPA_261680108_1) y 1 punto (IPA_261630251_1) en el carbonatado Fm.Cortes de Tajuña. Estos puntos tienen representatividad temporal, histórica desde el año 1978 y 1988, y reciente que corresponde a dos últimos ciclos de planificación hidrológica (12 años). La serie temporal es suficientemente extensa como para abarcar distintos ciclos interanuales con estaciones húmeda, seca e intermedia, y en caso de situaciones excepcionales de sequía o gran pluviosidad.

Los resultados obtenidos del análisis estadístico con el método de Test Mann –Kendall y Sen's Slope, aplicado a la serie histórica, permite identificar tendencia significativa descendente del nivel piezométrico en los dos acuíferos principales de la MSBT Pliocuaternario de Alfamén, en siete puntos distribuidos de forma regular para cubrir la superficie de la MSBT, el valor de GS se encuentra entre 95 y 100 % (tendencia excelente). En tres puntos (IPA_261630247_1, IPA_261680104_1, IPA_261680108_1) no ha podido identificarse tendencia significativa (GS<90%), aunque el valor de Sen Slope indica que hay descenso. En el análisis estadístico sobre la serie reciente (año 2009 a 2019), se identifica tendencia significativa descendente, valor de GS entre 98 y 100 % en la mayoría de los puntos seleccionados, excepto en un punto en el que la tendencia no es significativa (261630251_1).

La red de control del estado químico de la MSBT tiene 16 puntos de control, de los cuales 8 puntos son de tipo mixto que controlan dos horizontes o MSBT superpuestas: ES091MSBT076 Pliocuaternario de Alfamén que corresponden al Horizonte 1 y la ES091MSBT077 Mioceno de Alfamén que corresponde al Horizonte 2 y es subyacente a la anterior. Hay otros 8 puntos que son exclusivos de la MSBT 076 Pliocuaternario de Alfamén, dos corresponden a manantiales (IPA_261630031, IPA_261670146) y seis a pozos (IPA_261620082, IPA_261630124, IPA_261630255, IPA_261630343, IPA_261630372, IPA_261640066). Las características generales físico-químicas de la MSBT corresponden a un agua ligeramente ácida, con un pH entre 6,6 y 7,6. Los valores de conductividad eléctrica varían entre 204 y 1.767 µS/cm, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 1.025 µS/cm, se consideran aguas naturales mineralizadas y dulces (< 2000 µS/cm Custodio y Llamas, 1983).

La facies hidrogeoquímicas identificadas en pozos y manantiales corresponden a facies mixtas del tipo Ca-Mg HCO₃-Cl, predominando en ocasiones el cloruro sobre el bicarbonato. La frecuencia de muestreo durante el periodo 2015-2019 fue semestral en la mayoría de los puntos seleccionados, aunque solo se dispone de Línea Base 2007-2008 en el punto IPA_261630124, en el que sí se observa un aumento de la concentración en cloruro respecto a la Línea Base. El cloruro está presente en la mayoría de los puntos seleccionados, en una concentración que varía entre 70 y 225 mg/L.

La masa de agua subterránea está en riesgo químico (NUT) de no alcanzar los objetivos medioambientales por la concentración en nitrato, debido principalmente a la contaminación difusa por la actividad agrícola. Las concentraciones más elevadas se localizan entre las poblaciones de la Almunia de Doña Godina, Alfamén y Épila. Otro compuesto presente en el agua subterránea es el producto de degradación, Desetilatrazina, cuyo origen son los fertilizantes utilizados en agricultura y que generan un impacto probable (CHEM).

La contaminación difusa por la actividad agrícola manifiesta concentraciones de nitrato en zonas puntuales de la MSBT, afectando especialmente a la zona centro de Campo de Cariñena hacia el norte en dirección al río Jalón. La concentración de nitrato en la serie histórica varía en un rango entre 1 y 258 mg/L, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 73,5 mg/L que supera el valor 50 mg/L establecido en la Norma de Calidad. La gráfica de evolución en la que se representa la red de control químico

muestra puntos con valores muy altos de nitrato cuya tendencia parece haberse estabilizado en los últimos años, aún quedan muy por encima de los 50 mg/L.

El análisis de tendencia en la concentración de nitrato se ha realizado en cinco puntos seleccionados de la red control, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzando de Mann –Kendall. La serie histórica de medición (mínimo de 8 datos anuales), en algunos puntos se inicia en 1995, y es a partir del año 2011 que se amplía el número de puntos de control y medición de la concentración en nitrato.

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de $R^2 > 0,3$ y de $0,6$ indican que la correlación es moderada y valores de $R^2 > 0,5$ indicaría que hay tendencia, en el caso del punto IPA_261630255 es decreciente. La mayoría de los puntos tiene valor de $R^2 < 0,3$ por lo que no puede identificarse ningún tipo de tendencia. El análisis estadístico realizado sobre la serie histórica (max.15 datos anuales) no permite identificar que las tendencias sean significativas, crecientes o decrecientes, obteniéndose valores de $GS < 90\%$ (tendencia dudosa). Los valores de la pendiente indican que la concentración en nitrato es decreciente en los puntos IPA 261630124 y IPA 261630255, y creciente en los puntos IPA 261620082, 261630343, 261630372.

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, las diferencias entre estos cuatrienios son poco significativas con variaciones mínimas entre 0,2 y 21 mg/L, con valores promedio bastante similares en ambos cuatrienios. Tres de los puntos seleccionados, excepto los puntos IPA261620082 y IPA261630372, superan el valor de 110 mg/L en los dos últimos cuatrienios.

11.- PLAN DE ACCIÓN

El objeto del Plan de Acción en las fichas de Caracterización Adicional pretende orientar los trabajos necesarios para impulsar las necesidades de mejora del conocimiento en materia de aguas subterráneas que han sido detectadas. La Ley de Cambio Climático y Transición Energética, bajo el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), señala la necesidad de abordar desde la planificación hidrológica estudios específicos de adaptación a los efectos del cambio climático a escala de cada demarcación hidrográfica. También, el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia contempla, como uno de sus ejes, el impulso a la modelización numérica y digital del ciclo hidrológico.

Resultado del trabajo de Caracterización Adicional en las MSBT en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales, y detectadas las necesidades en cada una de ellas, se propone una serie de actuaciones prioritarias de acuerdo a sus características hidrogeológicas y tipología de presiones e impactos.

Actividad	
A01	TRATAMIENTO DE DATOS E INFORMACIÓN DE CARACTERIZACIÓN
	Subactividad/Herramienta
	S01 Recopilación y análisis de antecedentes <input checked="" type="checkbox"/>
	S02 Diseño y creación del sistema de almacenamiento de la información <input checked="" type="checkbox"/>
	S03 Inventario de puntos de agua en gabinete y diseño de campañas de campo <input checked="" type="checkbox"/>
	S04 Inventario de puntos de agua en campo <input checked="" type="checkbox"/>
	S05 Recopilación y/o Generación de coberturas y Creación de proyecto SIG y Base de Datos <input type="checkbox"/>
Actividad	
A02	ESTUDIOS GEOLÓGICOS
	Subactividad/Herramienta
	S06 Prospección geofísica (diseño, realización e interpretación) <input type="checkbox"/>
	S07 Realización de sondeos de reconocimiento <input type="checkbox"/>
	S08 Cartografía Geológica <input type="checkbox"/>
	S09 Generación de cortes geológicos <input checked="" type="checkbox"/>
	S10 Estudios estructurales <input type="checkbox"/>
	S11 Informe geológico <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A03	ESTUDIO DE LA ZONA NO SATURADA
	Subactividad/Herramienta
	S12 Diseño de estrategia de investigación de la ZNS <input checked="" type="checkbox"/>
	S13 Ensayos y recogida de muestras en campo y análisis en laboratorio. Aplicación de métodos de investigación directos. <input checked="" type="checkbox"/>
	S14 Estimación de parámetros de la ZNS a través de métodos indirectos. <input checked="" type="checkbox"/>
	S15 Modelización de la ZNS <input checked="" type="checkbox"/>
	S16 Diseño y creación de un sistema de almacenamiento de la información de los parámetros de la ZNS <input checked="" type="checkbox"/>
	S17 Planteamiento de los estudios de vulnerabilidad <input checked="" type="checkbox"/>
	S18 Métodos de estimación de la vulnerabilidad <input checked="" type="checkbox"/>
	S19 Generación de mapas de vulnerabilidad y análisis de datos <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A04	ESTUDIO DE LA PIEZOMETRÍA
	Subactividad/Herramienta
	S20 Diseño de campañas de piezometría e hidrometría <input checked="" type="checkbox"/>
	S21 Realización de campañas de piezometría e hidrometría. Interpretación de resultados (Isopiezas). <input checked="" type="checkbox"/>
	S22 Análisis de series termopluviométricas <input checked="" type="checkbox"/>
	S23 Análisis de tendencias piezométricas <input checked="" type="checkbox"/>
	S24 Situación piezométrica en condiciones naturales <input checked="" type="checkbox"/>
	S25 Informe de situación piezométrica <input checked="" type="checkbox"/>
	S26 Estudio de los flujos profundos <input type="checkbox"/>
Actividad	
A05	DEFINICIÓN DE ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS
	Subactividad/Herramienta
	S27 Diseño de metodología de determinación de parámetros hidráulicos <input checked="" type="checkbox"/>

Actividad	
A05	DEFINICIÓN DE ACUÍFEROS Y PARÁMETROS HIDROGEOLOGICOS
	Subactividad/Herramienta
	S28 Realización de sondeos hidrogeológicos <input type="checkbox"/>
	S29 Análisis granulométricos <input type="checkbox"/>
	S30 Ejecución e interpretación de ensayos de bombeo <input checked="" type="checkbox"/>
	S31 Diseño, ejecución e interpretación de ensayos de permeabilidad en sondeos <input checked="" type="checkbox"/>
	S32 Análisis y definición de detalle de las FGP y los acuíferos dentro de las MSBT <input type="checkbox"/>
	Actividad
A06	ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA
	Subactividad/Herramienta
	S33 Diseño de campañas de muestreo y solicitud de permisos <input checked="" type="checkbox"/>
	S34 Realización de campañas de muestreo <input checked="" type="checkbox"/>
	S35 Analíticas hidrogeoquímicas <input checked="" type="checkbox"/>
	S36 Analíticas isotópicas <input checked="" type="checkbox"/>
	S37 Análisis, interpretación y caracterización hidrogeoquímica <input checked="" type="checkbox"/>
	S38 Análisis de tendencias hidrogeoquímicas <input checked="" type="checkbox"/>
	S39 Determinación del Nivel de Referencia o Nivel de Fondo <input checked="" type="checkbox"/>
	Actividad
A07	ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN PUNTUAL
	Subactividad/Herramienta
	S40 Diseño del plan de actuaciones <input type="checkbox"/>
	S41 Trabajos de campo y análisis de muestras en emplazamientos contaminados <input type="checkbox"/>
	S42 Elaboración de perfiles geológicos e hidrogeológicos a escala de emplazamiento <input type="checkbox"/>
	S43 Análisis de la contaminación vs oscilación del nivel freático <input type="checkbox"/>
	S44 Análisis de tendencia de contaminantes <input type="checkbox"/>
	S45 Modelo conceptual del emplazamiento contaminado <input type="checkbox"/>
	S46 Estudio de viabilidad y remediación de acuíferos <input type="checkbox"/>
	Actividad
A08	ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN DIFUSA
	Subactividad/Herramienta
	S47 Campañas de muestreo <input checked="" type="checkbox"/>
	S48 Construcción de puntos de control <input checked="" type="checkbox"/>
	S49 Análisis hidroquímicos <input checked="" type="checkbox"/>
	S50 Análisis isotópicos <input checked="" type="checkbox"/>
	S51 Interpretación de resultados <input checked="" type="checkbox"/>
	S52 Análisis de tendencias de nitrato <input checked="" type="checkbox"/>
	S53 Estudios de atenuación natural de la contaminación difusa dentro del acuífero <input checked="" type="checkbox"/>
	Actividad
A09	ESTIMACIÓN DE LA RECARGA
	Subactividad/Herramienta
	S54 Estimación de la recarga por métodos directos: instalación de lisímetros o infiltrómetros <input type="checkbox"/>
	S55 Estimación de la recarga por métodos de balance hídrico <input checked="" type="checkbox"/>
	S56 Estimación de la recarga por Métodos Hidrodinámicos (Ley de Darcy) <input checked="" type="checkbox"/>
	S57 Estimación de la recarga por métodos hidroquímicos o de trazadores <input checked="" type="checkbox"/>
	S58 Estimación de la recarga por otros métodos <input type="checkbox"/>
	Actividad
A10	RELACIÓN RÍO ACUÍFERO Y ESTUDIO DE NECESIDADES AMBIENTALES DE LOS EDAS
	Subactividad/Herramienta
	S59 Cuantificación de la relación río-acuífero. Tratamiento y análisis de datos hidrométricos y foronómicos <input checked="" type="checkbox"/>
	S60 Identificación y validación de EDAS <input checked="" type="checkbox"/>
	S61 Diseño y realización de campañas campo en EDAS <input checked="" type="checkbox"/>

Actividad	
A10	RELACIÓN RÍO ACUÍFERO Y ESTUDIO DE NECESIDADES AMBIENTALES DE LOS EDAS
Subactividad/Herramienta	
	S62 Caracterización hidrodinámica de EDAS <input checked="" type="checkbox"/>
	S63 Caracterización hidrogeoquímica de EDAS <input checked="" type="checkbox"/>
	S64 Estudios de contaminación de EDAS <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A11	ANÁLISIS Y DIAGNOSIS DE LAS REDES DE MONITOREO. PROPUESTAS DE MEJORA
Subactividad/Herramienta	
	S65 Análisis y Diagnóstico de las redes de estado cuantitativo <input checked="" type="checkbox"/>
	S66 Análisis y Diagnóstico de las redes de estado químico <input checked="" type="checkbox"/>
	S67 Propuestas de mejora y ampliación de las redes. Proyectos constructivos/condicionamiento/rehabilitación <input checked="" type="checkbox"/>
	S68 Determinación del peso de los puntos de muestreo de los PDS para la mejora en la aplicación de la evaluación de estado <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A12	MODELIZACIÓN GEOLÓGICA 3D
Subactividad/Herramienta	
	S69 Procesado y Parametrización de la información geológica: modelo conceptual geológico <input checked="" type="checkbox"/>
	S70 Elaboración Modelo Geológico 3D <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A13	MODELIZACIÓN DE FLUJO SUBTERRÁNEO
Subactividad/Herramienta	
	S71 Procesado y Parametrización de la información hidrogeológica: modelo conceptual hidrogeológico <input checked="" type="checkbox"/>
	S72 Elaboración del Modelo de Flujo <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A14	MODELIZACIÓN DE TRANSPORTE DE REACTIVOS Y SOLUTOS
Subactividad/Herramienta	
	S73 Procesado y Parametrización de la información hidrogeoquímica: modelo conceptual hidrogeoquímico <input checked="" type="checkbox"/>
	S74 Elaboración del Modelo hidrogeoquímico <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A15	MODELOS DE GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS (GIRH)
Subactividad/Herramienta	
	S75 Procesado y Parametrización de la información <input type="checkbox"/>
	S76 Elaboración Modelo Uso Conjunto <input type="checkbox"/>
Actividad	
A16	EVALUACIÓN DEL RECURSO DISPONIBLE Y RESERVAS
Subactividad/Herramienta	
	S77 Situación actual RD y Reservas <input checked="" type="checkbox"/>
	S78 Evolución RD y Reservas según diferentes escenarios de recarga <input checked="" type="checkbox"/>
	S79 Evolución RD y Reservas según diferentes escenarios de presiones <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad	
A17	GEOTERMIA E HIDROTHERMALISMO
Subactividad/Herramienta	
	S80 Geotermia <input type="checkbox"/>
	S81 Hidrotermalismo <input type="checkbox"/>
Actividad	
A18	IDENTIFICACIÓN DE INTRUSIÓN MARINA
Subactividad/Herramienta	
	<input type="checkbox"/>
Actividad	
A19	ANÁLISIS DE EFECTIVIDAD DE MEDIDAS O ALTERNATIVAS DE GESTIÓN EN EL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO
Subactividad/Herramienta	
	S82 Diseño específico de estrategias de seguimiento y análisis hidrogeológico para evaluación de medidas o repercusiones del cambio climático <input type="checkbox"/>

Actividad	
A19	ANÁLISIS DE EFECTIVIDAD DE MEDIDAS O ALTERNATIVAS DE GESTIÓN EN EL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO
Subactividad/Herramienta	
S83	Diseño específico de estrategias de análisis de respuesta de los sistemas acuíferos ante diversas alternativas de gestión <input type="checkbox"/>

A continuación, se proponen actuaciones específicas consideradas prioritarias para la mejora del conocimiento de la ES091MSBT076 Pliocuaternario de Alfamén:

Tratamiento de datos e información de caracterización: se consideran trabajos necesarios para valorar el alcance final, planificación y ejecución de cada una de las distintas actividades propuestas.

Estudios geológicos: se plantea la generación de cortes geológicos que se ajusten a los límites y geometría de la MSBT, fundamentales para abordar los modelos conceptuales y el desarrollo de modelos 3D.

Zona no saturada y vulnerabilidad: los estudios de mejora del conocimiento de la zona no saturada definen los principales parámetros que condicionan la entrada y transporte del contaminante hasta alcanzar el nivel freático. Se trata de una MSBT en la que se ha identificado contaminación difusa en el acuífero Pliocuaternario. La realización de estos trabajos va a permitir conocer el volumen y dispersión de estos contaminantes en la ZNS, cuantificar la capacidad de atenuación natural que presenta esta zona, y hacer prognosis bajo diferentes escenarios de buenas prácticas agrarias como respuesta a la Directiva 91/676/CEE. Además, en estas MSBT se plantean estudios de vulnerabilidad.

Estudios piezométricos: corresponden a uno de los aspectos hidrogeológicos básicos para comprender el funcionamiento hidrodinámico de esta MSBT. La generación de isopiezas de forma generalizada y continuada en el tiempo a escala de MSBT se considera una actividad prioritaria de cara a la consecución de los siguientes objetivos: conocer la situación piezométrica actual y comprobar periódicamente su evolución, lo que refleja si existe o no la necesidad de adoptar medidas de protección, y su ubicación; constituir un instrumento de calibración para las propias redes oficiales, facilitando la toma de decisiones (puntos de la red representativos, se captan niveles localizados o colgados, etc.), así como mejorar el nivel de confianza en la evaluación del estado cuantitativo; y proporcionar información básica para la calibración de modelos numéricos y su correcta implementación de forma que se puedan abordar escenarios predictivos.

Definición de acuíferos y parámetros hidrogeológicos: en esta MSBT se detecta falta de información respecto a la determinación de los parámetros hidráulicos, por lo que se propone mejorar la obtención de los parámetros de transmisividad y coeficiente de almacenamiento. Estos trabajos constituyen uno de las principales entradas en el desarrollo de modelos numéricos, tanto el número de datos como su distribución en el espacio influyen directamente en una mejor y más fiable aproximación a la realidad.

Estudios de caracterización hidrogeoquímica: se efectuarán analíticas distribuidas y posterior interpretación de datos para la mejora del modelo conceptual en las MSBT. También la realización de "barridos" para identificar impactos previamente no detectados. Además, como apoyo a los trabajos de planificación hidrológica, se pretende desarrollar un sistema estandarizado para la mejora del análisis de tendencias en todas las MSBT, así como su vinculación automatizada con NABIA. Por último, en aquellas MSBT con carencias de información, se efectuarán estudios para la determinación de niveles de fondo.

Estudios de contaminación difusa: la MSBT se encuentra en riesgo químico por contaminación difusa por nitratos en la zona de Alfamén y La Almunia de Doña Godina. Se trata de una contaminación que suele afectar a amplias zonas donde, en ocasiones, resulta difícil determinar su origen y alcance. En este sentido se plantea, como mejora del conocimiento, estudios específicos origen y evolución en el tiempo.

Estimación de la recarga: en esta MSBT se propone el uso de métodos adicionales para la estimación de la recarga (balance hídrico, hidrodinámico e hidroquímico) en función de la información disponible y la naturaleza de la masa, con objeto de comparar y contrastar los resultados y efectuar los análisis de sensibilidad pertinentes.

Relación río acuífero y estudio de necesidades ambientales de los EDAS: se han establecido unos candidatos a EDAS y se proponen trabajos para su identificación/validación (incluyendo trabajos de campo), así como trabajos para su caracterización y estimación de sus necesidades ambientales. Se ha identificado un ETDAS de la RN2000 (Desfiladeros del Río Jalón) en mal estado de conservación, por lo que sería conveniente el estudio de su afección y su relación con las aguas subterráneas (cantidad y calidad).

Análisis y diagnóstico de las redes de monitoreo. Propuestas de mejora: con el fin de mejorar la evaluación del estado de las MSBT e incrementar el nivel de confianza (NCF), se considera imprescindible el análisis y diagnóstico de las redes de muestreo. Estos trabajos permiten conocer el grado de representatividad que tienen tanto los puntos de control, como las propias redes. En base a los resultados de este análisis y diagnóstico de las redes y sus puntos, se podrán efectuar propuestas de mejora para el cumplimiento de los objetivos específicos de cada una de estas redes.

Modelización geológica 3D: dado el interés, y con el objetivo de impulsar la modelización numérica como herramienta para la gestión del recurso hídrico, se propone como prioritario en todas las MSBT la mejora del modelo geológico 3D que sirva como base

para la generación o mejora de modelos de flujo subterráneo, en el caso de que hubiera antecedentes de modelación numérica.

Modelización de flujo subterráneo: en esta MSBT se plantea crear un modelo de flujo subterráneo que permita establecer reglas y escenarios de gestión y evaluar con mayor exactitud los recursos disponibles a medio y largo plazo, y frente al cambio climático.

Modelización de transporte de reactivos y solutos: se propone crear un modelo de transporte que permita comprender el origen y la causa de las variaciones espaciales y temporales, así como definir la dimensión de la contaminación detectada en el o los acuíferos, así como plantear escenarios para la mejora de la gestión y facilitar la toma de decisiones (reducir presiones en zonas concretas, etc.).

Evaluación del recurso disponible y reservas: con el apoyo de trabajos previos o actividades planteadas previamente (cálculo de necesidades ambientales en EDAS, mejora de valores obtenidos de recarga, determinación de reservas a partir de modelos geológicos, etc.) se cuantificará el recurso disponible y reservas de la MSBT. Una vez calibrados los modelos numéricos se podrán efectuar simulaciones y análisis según distintos escenarios, tanto de recarga como de presiones y mejorar la planificación y gestión de los recursos hídricos subterráneos en la MSBT.

El conocimiento adquirido en cada una de las actividades aquí propuestas ira acompañada de divulgación social, con el objetivo de desarrollar la formación y la cultura en materia de aguas subterráneas. Para ello se realizarán, acorde a la naturaleza de la actividad y público receptor, jornadas formativas, publicaciones de artículos científicos, difusión en redes sociales, conferencias, exposiciones etc.

12.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHE() Fichas de caracterización de las masas de agua subterránea en Información de Planificación Hidrológica de la CHE (www.chebro.es).
- CHE (2019). Documentos iniciales: programa, calendario, estudio general sobre la demarcación y fórmulas de consulta. Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Revisión de tercer ciclo de planificación (2021-2027). Memoria y anejos.
- DGA (2012). Diagnóstico de las estaciones de seguimiento del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea de las cuencas intercomunitarias, construidas y operativas antes del año 2.002. Apoyo Técnico a la Confederación Hidrográfica del Ebro. Memoria y anejos.
- DGA (2020). Guía metodológica para la determinación de las necesidades ambientales asociadas a los ecosistemas dependientes de las aguas subterráneas. En: *Actuaciones para gestión de las aguas subterráneas y los ecosistemas asociados ante el impacto del cambio climático*. Plan PIMA ADAPTA 2017.
- DGA (2020). Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas. Secretaría de estado de medio ambiente, Dirección General del Agua. Versión 2, julio 2020.
- DGA (2010). Actividad 2: Apoyo a la caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales 2015. Demarcación Hidrográfica del Ebro, Masa de Agua Subterránea: 090.076 Pliocuaternalio de Alfamén. En: Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas.
- DGA (2010). Actividad 4: Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. Demarcación Hidrográfica 091 Ebro, Dominio Depresión del Ebro, Masa de agua subterránea 090.076 Pliocuaternalio de Alfamen. En: Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas.
- IGME (1998). Memoria: Cuaternario del Ebro y sus afluentes (1989-1990).
- IGME, DGA y UMA (2010). 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 detríticas y mixtas. En: Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas. Madrid
- IGME, DGA (2019). Fichas de datos de los recintos hidrogeológicos de la demarcación hidrográfica del Ebro para su implementación en el modelo simpa. En: Encomienda de gestión para desarrollar diversos trabajos relacionados con el inventario de recursos hídricos subterráneos y con la caracterización de acuíferos compartidos entre demarcaciones hidrográficas.
- MARM (2008). ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica. Boletín Oficial del Estado número 229, Gobierno de España.

ANEXO 1: ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)



MSBT: ES091MSBT076 - PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN

Código espacio RN2000	Nombre espacio RN2000	Tipo RN2000	Código hábitat	Nombre hábitat dependiente de aguas subterráneas	Grado conservación
ES0000299	Desfiladeros del Río Jalón	ZEPA	6420	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion	C

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.



MSBT: ES091MSBT076 - PLIOCUATERNARIO DE ALFAMÉN

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20°C) (In situ)	O ₂ (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	°C	Ud. pH	µS/cm	mg/L	mg/L O ₂	mg/L CaCO ₃	mg/L CaCO ₃
Código Punto	261620082						
Valor							
Máx.	19,1	7	1.508	10,00	<LQ	<LQ	282,0
Mín.	13,1	7	1.087	6,30	<LQ	<LQ	253,0
P50	16,2	7	1.321	8,50	<LQ	<LQ	256,0
N reg.	9	9	12	14	9		3
Código Punto	261620184						
Valor							
Máx.	20,6	7	1.721	9,40	1,0	<LQ	292,0
Mín.	12,0	7	1.044	4,80	<LQ	<LQ	224,0
P50	16,1	7	1.399	7,80	<LQ	<LQ	260,0
N reg.	37	34	34	44	16		13
Código Punto	261630031						
Valor							
Máx.	16,7	8	1.767	13,40	5,4	<LQ	346,0
Mín.	3,7	7	1.001	4,40	<LQ	<LQ	266,0
P50	15,4	7	1.517	7,60	<LQ	<LQ	332,0
N reg.	18	19	18	19	3		16
Código Punto	261630121						
Valor							
Máx.	18,3	7	1.050	10,60	<LQ	<LQ	178,0
Mín.	13,4	7	818	6,60	<LQ	<LQ	168,0
P50	16,8	7	962	8,30	<LQ	<LQ	176,0
N reg.	8	6	11	13	6		3
Código Punto	261630124						
Valor							
Máx.	20,8	7	1.171	14,40	0,8	<LQ	219,0
Mín.	8,7	7	501	6,30	<LQ	<LQ	181,0
P50	15,8	7	940	9,80	<LQ	<LQ	208,0
N reg.	66	60	67	75	9		66
Código Punto	261630255						
Valor							
Máx.	18,1	7	1.569	9,80	<LQ	<LQ	192,0
Mín.	15,3	7	1.171	6,20	<LQ	<LQ	186,0
P50	17,1	7	1.384	8,10	<LQ	<LQ	189,0
N reg.	9	7	12	14	7		3
Código Punto	261630338						
Valor							
Máx.	22,7	7	1.722	9,60	0,8	<LQ	255,0
Mín.	15,2	7	973	5,40	<LQ	<LQ	226,0
P50	16,8	7	1.240	7,80	<LQ	<LQ	253,0
N reg.	11	9	14	16	9		3
Código Punto	261630343						
Valor							
Máx.	23,5	7	1.207	11,90	<LQ	<LQ	217,0
Mín.	15,1	7	858	6,30	<LQ	<LQ	194,0
P50	18,0	7	947	9,00	<LQ	<LQ	209,0
N reg.	8	7	12	13	7		3
Código Punto	261630372						
Valor							

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20°C) (In situ)	O ₂ (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	°C	Ud. pH	µS/cm	mg/L	mg/L O ₂	mg/L CaCO ₃	mg/L CaCO ₃
Máx.	23,7	7	1.204	9,00	<LQ	<LQ	195,0
Mín.	15,2	7	647	3,90	<LQ	<LQ	184,0
P50	18,8	7	868	7,45	<LQ	<LQ	186,0
N reg.	9	7	12	14	7		3
Código Punto	261630375						
Valor							
Máx.	<LQ	7	539	7,50	<LQ	<LQ	146,0
Mín.	<LQ	7	539	7,50	<LQ	<LQ	146,0
P50	<LQ	7	539	7,50	<LQ	<LQ	146,0
N reg.		1	1	1			1
Código Punto	261640066						
Valor							
Máx.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.							
Código Punto	261640093						
Valor							
Máx.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.							
Código Punto	261640099						
Valor							
Máx.	20,4	8	833	11,70	<LQ	<LQ	190,0
Mín.	13,5	7	588	1,80	<LQ	<LQ	170,0
P50	17,2	7	689	8,95	<LQ	<LQ	180,0
N reg.	9	9	13	14	9		2
Código Punto	261640165						
Valor							
Máx.	20,3	<LQ	585	8,10	<LQ	<LQ	193,0
Mín.	14,9	<LQ	533	6,40	<LQ	<LQ	193,0
P50	18,0	<LQ	556	8,05	<LQ	<LQ	193,0
N reg.	4		4	4	1		1
Código Punto	261670146						
Valor							
Máx.	9,5	8	207	11,00	0,9	<LQ	<LQ
Mín.	9,5	8	204	9,70	<LQ	<LQ	<LQ
P50	9,5	8	206	10,35	0,5	<LQ	<LQ
N reg.	1	1	2	2	2		
Código Punto	261740038						
Valor							
Máx.	19,3	7	592	9,90	0,6	<LQ	236,0
Mín.	11,6	7	491	6,40	<LQ	<LQ	200,0
P50	16,6	7	533	8,70	<LQ	<LQ	227,0
N reg.	7	6	8	9	5		3

Nota: Los valores <LQ corresponden a valores por debajo Límite Cuantificación (LQ).

Parámetro	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	Na ⁺	K ⁺
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Código Punto	261620082								
Valor									
Máx.	329,4	<LQ	150,00	327,0	40,1	0,02	<LQ	55,7	2,0
Mín.	252,0	<LQ	115,00	230,0	29,6	<LQ	<LQ	38,9	1,0
P50	308,7	<LQ	134,00	279,0	34,5	<LQ	<LQ	42,6	1,5

Parámetro	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	Na ⁺	K ⁺
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Código Punto	261620082								
Valor									
N reg.	11	11	13	13	14	13	13	13	13
Código Punto	261620184								
Valor									
Máx.	430,7	<LQ	147,00	364,0	44,3	0,04	0,14	71,4	4,0
Mín.	273,3	<LQ	107,00	130,0	30,7	<LQ	<LQ	31,4	1,8
P50	335,5	<LQ	132,00	316,0	35,7	<LQ	<LQ	49,6	2,3
N reg.	25	22	29	29	34	31	26	29	29
Código Punto	261630031								
Valor									
Máx.	447,7	<LQ	186,00	776,0	34,3	0,13	0,12	100,0	12,0
Mín.	324,5	<LQ	120,00	342,0	10,0	<LQ	<LQ	71,3	1,7
P50	408,7	<LQ	150,00	422,0	27,3	0,02	<LQ	87,8	2,8
N reg.	18	18	19	19	19	12	17	19	19
Código Punto	261630121								
Valor									
Máx.	196,4	<LQ	143,00	125,0	84,8	0,02	2,30	22,0	3,8
Mín.	160,0	<LQ	104,00	56,4	69,7	<LQ	<LQ	11,7	1,6
P50	191,5	<LQ	121,00	88,0	74,5	<LQ	<LQ	18,9	1,7
N reg.	8	8	11	11	13	11	11	11	11
Código Punto	261630124								
Valor									
Máx.	268,4	<LQ	147,00	125,0	258,0	0,02	0,63	42,5	3,0
Mín.	207,4	<LQ	44,70	49,4	95,2	<LQ	<LQ	19,4	<LQ
P50	255,0	<LQ	84,50	75,1	149,0	<LQ	<LQ	25,7	1,9
N reg.	34	29	71	71	75	62	62	71	71
Código Punto	261630255								
Valor									
Máx.	247,7	<LQ	272,00	183,0	173,0	0,01	<LQ	51,4	2,5
Mín.	190,0	<LQ	147,00	111,0	127,6	<LQ	<LQ	38,6	1,5
P50	230,6	<LQ	199,50	134,0	149,9	<LQ	<LQ	44,5	1,7
N reg.	9	9	12	12	14	12	12	12	12
Código Punto	261630338								
Valor									
Máx.	345,3	<LQ	194,00	372,0	79,5	0,01	<LQ	86,3	2,1
Mín.	226,0	<LQ	108,00	134,0	33,6	<LQ	<LQ	33,6	1,6
P50	291,6	<LQ	137,50	246,5	52,3	<LQ	<LQ	51,0	1,8
N reg.	11	11	14	14	16	14	14	14	14
Código Punto	261630343								
Valor									
Máx.	252,5	<LQ	146,00	90,8	127,0	<LQ	<LQ	44,0	2,1
Mín.	198,0	<LQ	92,00	72,3	97,9	<LQ	<LQ	29,8	1,5
P50	238,4	<LQ	117,00	77,7	109,0	<LQ	<LQ	36,6	1,8
N reg.	8	8	11	11	13	11	11	11	11
Código Punto	261630372								
Valor									
Máx.	233,0	<LQ	133,00	174,0	76,5	0,01	0,07	56,0	2,8
Mín.	183,0	<LQ	76,20	80,0	41,5	<LQ	<LQ	25,8	1,9
P50	213,5	<LQ	86,65	104,0	44,8	<LQ	<LQ	30,4	2,1
N reg.	9	9	12	12	14	12	12	12	12
Código Punto	261630375								
Valor									

Parámetro	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	Na ⁺	K ⁺
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Código Punto	261630375								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	47,90	36,4	35,1	0,03	<LQ	9,6	1,5
Mín.	<LQ	<LQ	47,90	36,4	35,1	0,03	<LQ	9,6	1,5
P50	<LQ	<LQ	47,90	36,4	35,1	0,03	<LQ	9,6	1,5
N reg.			1	1	1	1	1	1	1
Código Punto	261640066								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.									
Código Punto	261640093								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.									
Código Punto	261640099								
Valor									
Máx.	241,6	<LQ	55,00	85,8	125,0	1,11	0,05	21,1	1,9
Mín.	189,0	<LQ	38,30	51,0	56,2	<LQ	<LQ	14,0	1,2
P50	226,5	<LQ	46,55	61,3	66,8	<LQ	<LQ	17,0	1,3
N reg.	10	10	12	12	14	12	12	12	12
Código Punto	261640165								
Valor									
Máx.	237,0	<LQ	38,60	30,0	33,9	<LQ	0,06	17,8	1,7
Mín.	237,0	<LQ	37,00	27,6	29,5	<LQ	<LQ	16,1	1,5
P50	237,0	<LQ	37,80	28,8	32,2	<LQ	0,03	17,0	1,6
N reg.	1	1	2	2	4	2	2	2	2
Código Punto	261670146								
Valor									
Máx.	119,6	<LQ	7,14	11,3	0,1	<LQ	<LQ	3,5	0,8
Mín.	112,0	<LQ	6,83	10,0	<LQ	<LQ	<LQ	3,3	0,6
P50	115,8	<LQ	6,99	10,6	0,0	<LQ	<LQ	3,4	0,7
N reg.	2	2	2	2	2	1	1	2	2
Código Punto	261740038								
Valor									
Máx.	303,1	<LQ	51,60	60,8	17,2	0,00	0,08	31,9	1,2
Mín.	244,0	<LQ	16,40	17,4	12,2	<LQ	<LQ	20,3	<LQ
P50	284,3	<LQ	21,30	23,5	13,0	<LQ	<LQ	24,8	1,0
N reg.	7	7	9	9	9	9	7	9	9
Nota: Los valores <LQ corresponden a valores por debajo Límite Cuantificación (LQ).									
Parámetro	Ca ²⁺	Mg ²⁺	As	Cd ²⁺	Hg	NH ₄ ⁺ Total	∑ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Código Punto	261620082								
Valor									
Máx.	165,0	90,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	102,0	63,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	154,0	66,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	13	13				13			
Código Punto	261620184								
Valor									

Parámetro	Ca ²⁺	Mg ²⁺	As	Cd ²⁺	Hg	NH ₄ ⁺ Total	∑ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Código Punto	261620184								
Valor									
Máx.	221,0	53,3	0,7440	<LQ	<LQ	<LQ	0,15	<LQ	<LQ
Mín.	142,0	30,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	202,5	45,0	0,3795	<LQ	<LQ	<LQ	0,05	<LQ	<LQ
N reg.	28	29	8	10	8	32	23	6	6
Código Punto	261630031								
Valor									
Máx.	311,0	84,0	<LQ	<LQ	<LQ	0,22	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	178,0	50,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	210,0	65,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	19	19		1		18			
Código Punto	261630121								
Valor									
Máx.	153,0	27,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	125,0	18,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	146,0	22,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	11	11				11			
Código Punto	261630124								
Valor									
Máx.	196,0	35,3	2,0000	1,0000	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	115,0	12,2	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	150,0	22,1	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	71	71	1	3		73			
Código Punto	261630255								
Valor									
Máx.	233,0	37,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	179,0	24,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	211,0	30,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	12	12				12			
Código Punto	261630338								
Valor									
Máx.	270,0	42,6	<LQ	<LQ	<LQ	0,13	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	118,0	22,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	199,5	28,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	14	14				14			
Código Punto	261630343								
Valor									
Máx.	170,0	24,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	131,0	17,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	158,0	20,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	11	11				11			
Código Punto	261630372								
Valor									
Máx.	152,0	33,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	98,7	20,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	114,5	24,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	12	12				12			
Código Punto	261630375								
Valor									
Máx.	76,5	17,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	76,5	17,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	76,5	17,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	1	1				1			

Parámetro	Ca ²⁺	Mg ²⁺	As	Cd ²⁺	Hg	NH ₄ ⁺ Total	∑ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Código Punto	261640066								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.									
Código Punto	261640093								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.									
Código Punto	261640099								
Valor									
Máx.	133,0	18,4	<LQ	<LQ	<LQ	0,20	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	89,8	13,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	107,0	15,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	12	12				12			
Código Punto	261640165								
Valor									
Máx.	80,0	16,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	75,3	15,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	77,7	16,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	2	2				2			
Código Punto	261670146								
Valor									
Máx.	27,5	13,3	0,2100	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	25,3	12,6	0,1740	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	26,4	12,9	0,1920	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Código Punto	261740038								
Valor									
Máx.	86,4	15,3	0,7200	0,0400	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	80,1	11,2	0,2460	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	83,8	12,6	0,2980	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9	9	9	10	9	8	9	9

Nota: Los valores <LQ corresponden a valores por debajo Límite Cuantificación (LQ).