

CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA



MSBT: ES091MSBT095 - ALTO MAESTRAZGO

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 ES091MSBT095 Nombre MSBT ALTO MAESTRAZGO

Código DH ES091 Nombre DH Ebro

Descripción localización:

La masa de agua del Alto Maestrazgo se localiza en el extremo Sureste de la Cuenca del Ebro, en la cabecera de los ríos Bergantes y Bordón, tributarios de río Guadalope. Pertenece al Dominio Maestrazgo-Catalánides, en el Maestrazgo central, ubicada en el límite entre la cuenca del Ebro y la del Júcar. Administrativamente se reparte entre la provincia de Teruel y la de Castellón. Entre las localidades más importantes se encuentra Morella, capital de la comarca castellanense de los Puertos de Morella o Cantavieja en la Comarca turolense del Maestrazgo.

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12080	Morella	52,76	25,42
Aragón	Teruel	44059	Cantavieja	76,13	11,05
Aragón	Teruel	44260	Villarluengo	46,04	8,47
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12038	Castellfort	99,99	7,77
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12091	Portell de Morella	100,00	5,75
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12014	Ares del Maestrat	39,00	5,39
Aragón	Teruel	44149	Mirambel	100,00	5,30
Aragón	Teruel	44236	Tronchón	72,22	4,80
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12045	Cinctorres	100,00	4,08
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12061	Forcall	87,48	4,00
Aragón	Teruel	44060	Cañada de Benatanduz	88,37	3,59
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12112	Todolella	86,59	3,43
Aragón	Teruel	44126	Iglesuela del Cid, La	59,15	2,78
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12083	Olocau del Rey	42,00	2,15
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12129	Vilafranca/Villafranca del Cid	17,31	1,89
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12075	Mata de Morella, la	100,00	1,77
Aragón	Teruel	44183	Pitarque	19,81	1,25
Aragón	Teruel	44088	Cuba, La	100,00	0,76
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12137	Villores	54,90	0,34
Aragón	Teruel	44106	Fortanete	0,01	0,01
Aragón	Teruel	44071	Castellote	0,01	0,01

1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	731.016	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.494.776
Longitud (CENTROIDE)	-0,27095	Latitud (CENTROIDE)			40,57151
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			1.140
Altitud mínima (m s.n.m.)	652	Altitud máxima (m s.n.m.)			1.793
Área total de la MSBT (km ²)	859				

1.3 POBLACIÓN ASENTADA

Nº habitantes

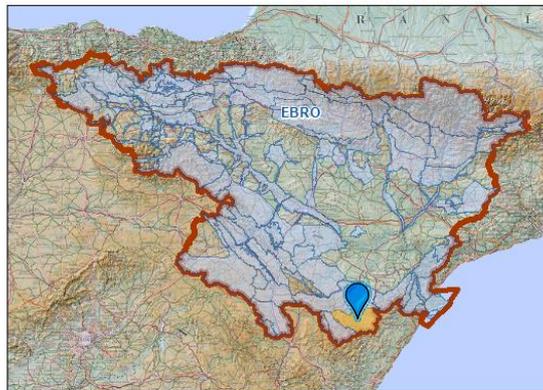
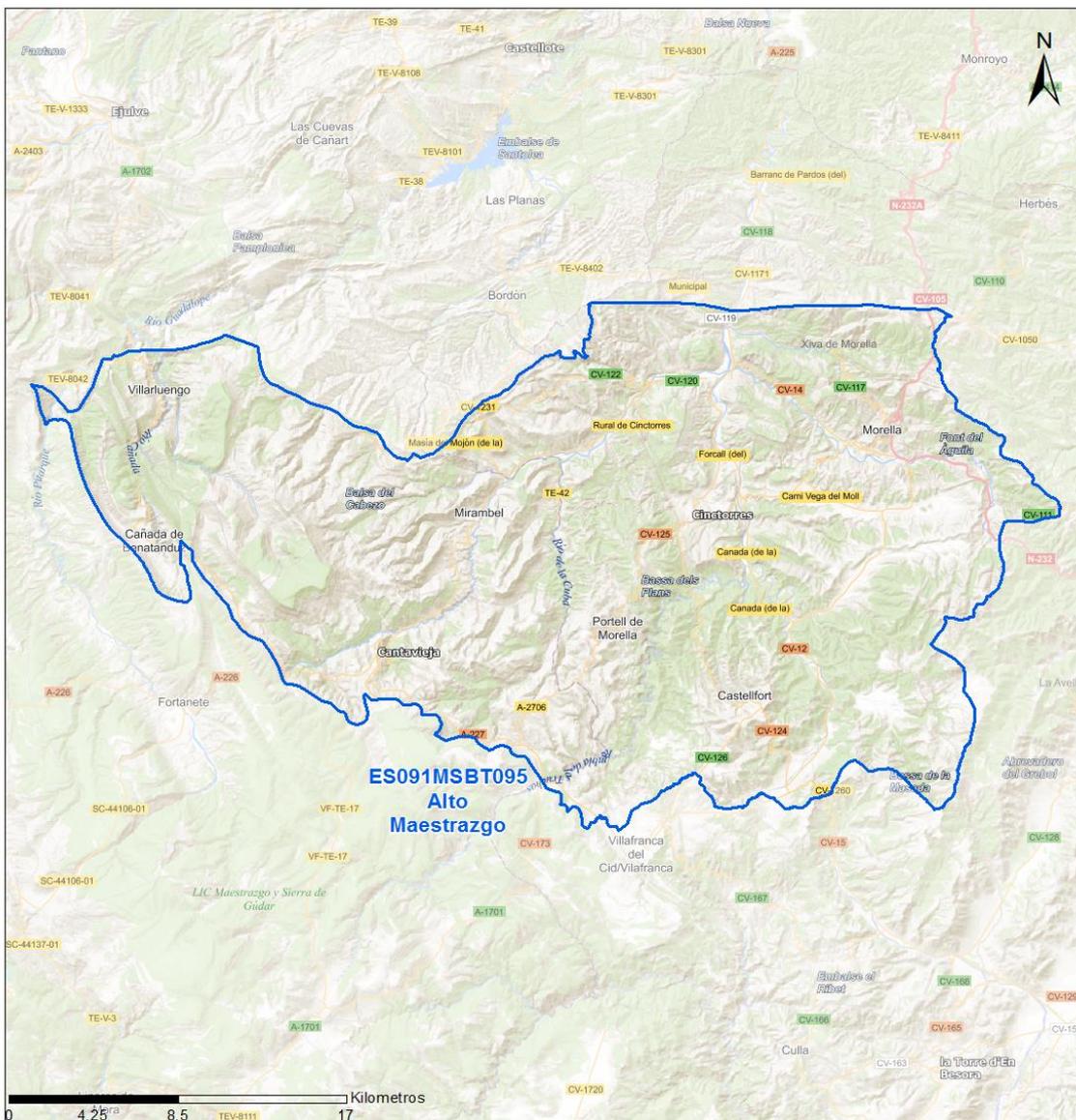
4.399

Año

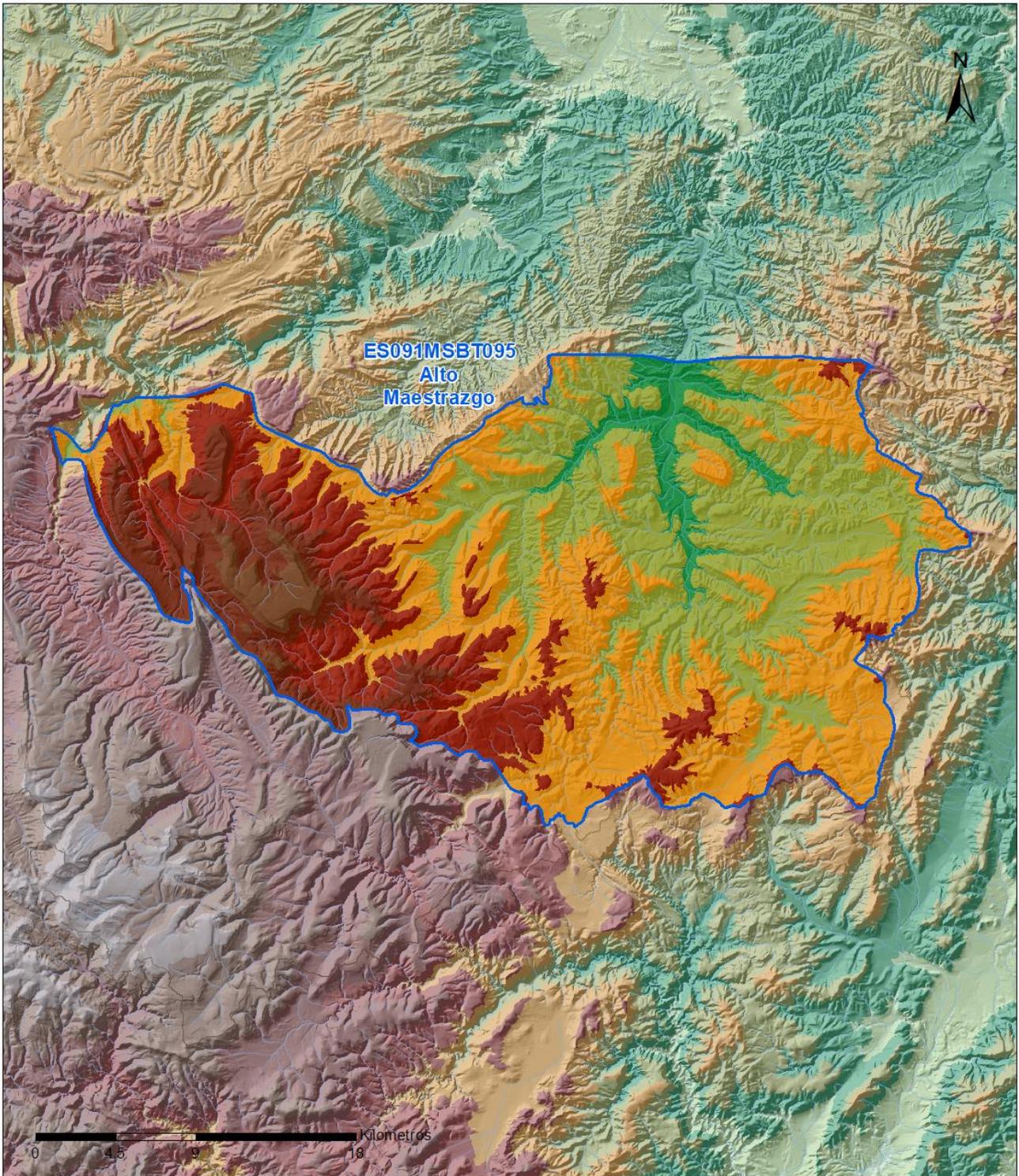
2019

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

Mapa de localización



Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

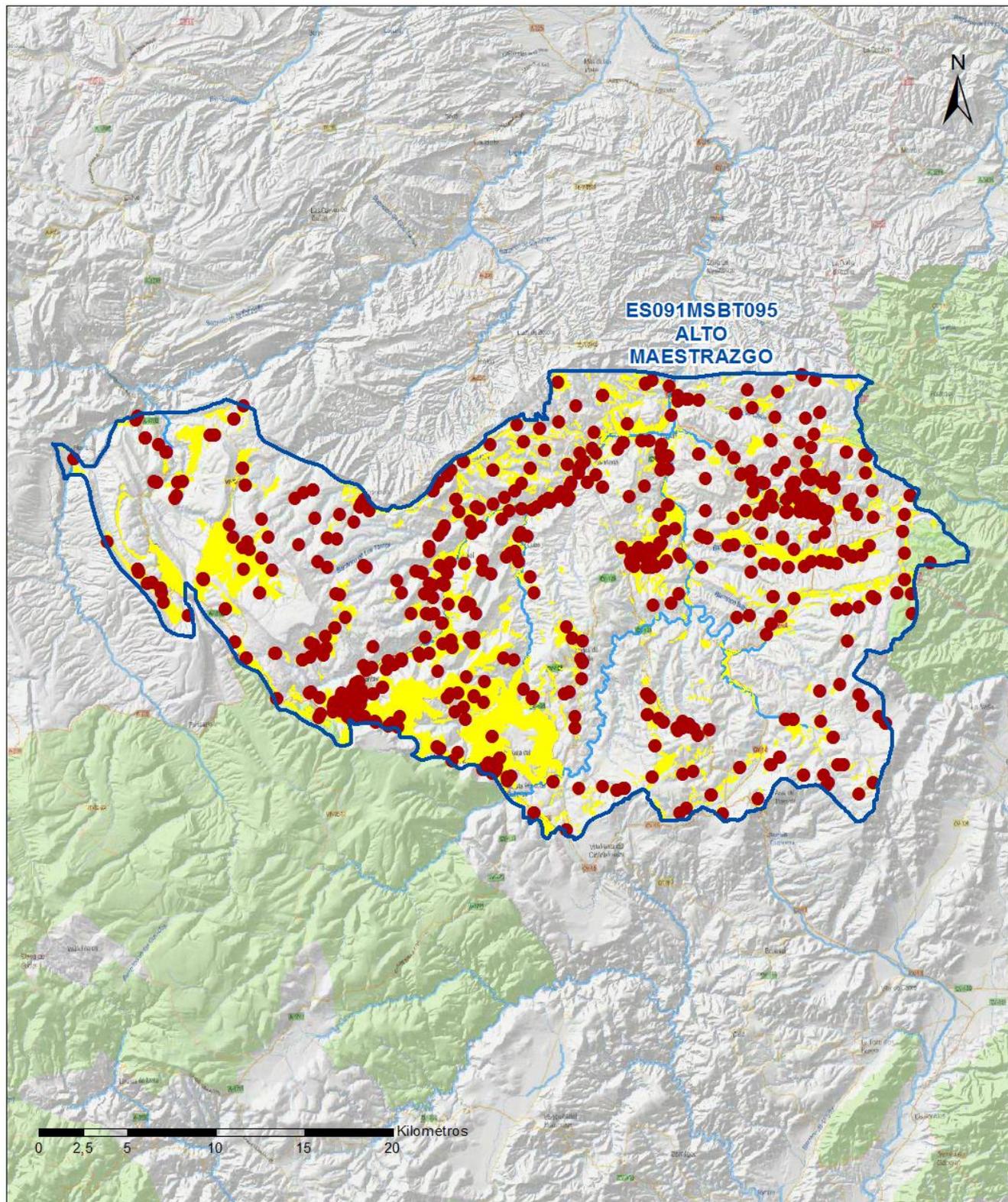


2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

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	1.6	Vertederos	<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	2.8	Minería	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.1	Agricultura	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.2	Abastecimiento	<input type="checkbox"/>

Fuentes difusas



LEYENDA

-  Red hidrográfica
-  MSBT:
ES091MSBT095
ALTO MAESTRAZGO

Tipo de Presión Difusa (significativa):

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

2.2 IMPACTOS EN LA MSBT

Tipos de impactos	Situación que permite reconocer el impacto	Situación
NUTR	Contaminación por nutrientes	Probable

2.3 RIESGO DE LA MSBT

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

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

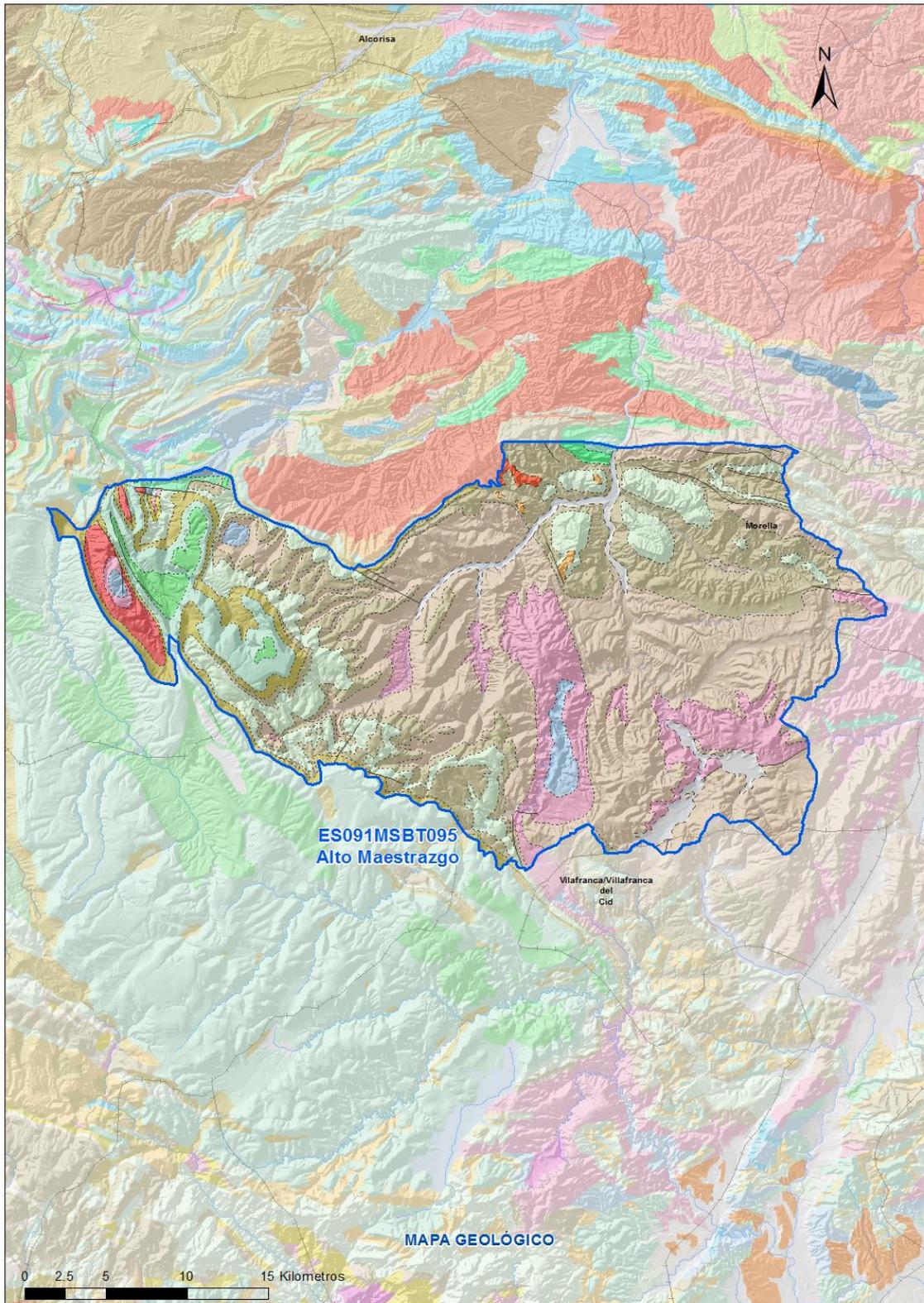
NO ₃ ⁻	Nitrato	Masas en riesgo de afección por nitratos (valores medios o máximos entre 40 y 50 mg/l en los últimos 4 años en más del 20% masa o valores máximos o medios superiores a 50 mg/l en menos del 20% masa)
------------------------------	---------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------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

3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

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
- 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.)
392	Conglomerados
359	Conglomerados, areniscas y lutitas
201	Calizas, dolomías, brechas dolomíticas y margas
197	Calizas, dolomías, margas (Dol.Villa de Ves,Caballar,F.Tabladillo,Hontoria,Mgas.Chera)
193	Margas, calizas, calizas bioclásticas y/o arenosas y areniscas
192	Arenas, areniscas y calizas con Toucasias y orbitolinas
187	Calizas, margas, arcillas y areniscas
185	Arenas, areniscas, arcillas, calizas y margas. Facies Purbeck
184	Calizas, margas y areniscas
175	Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (F.Utrillas), a veces con dolomías (F.Ar.yArc.Segovia)
174	Margas, calizas, arcillas y dolomías
173	Calizas arrecifales, con rudistas, calizas bioclásticas, dolomías y margas
172	Calizas, dolomías, arcillas, areniscas y margas abigarradas. Facies Weald
164	Dolomías y calizas
163	Calizas oncolíticas y pisolíticas
161	Margas, calizas y margocalizas
160	Calizas generalmente oolíticas, con nódulos de sílex y, a veces, margas (Fm.Carb. de Chelva)
152	Areniscas, arenas, calizas arenosas, margas, arcillas y margocalizas

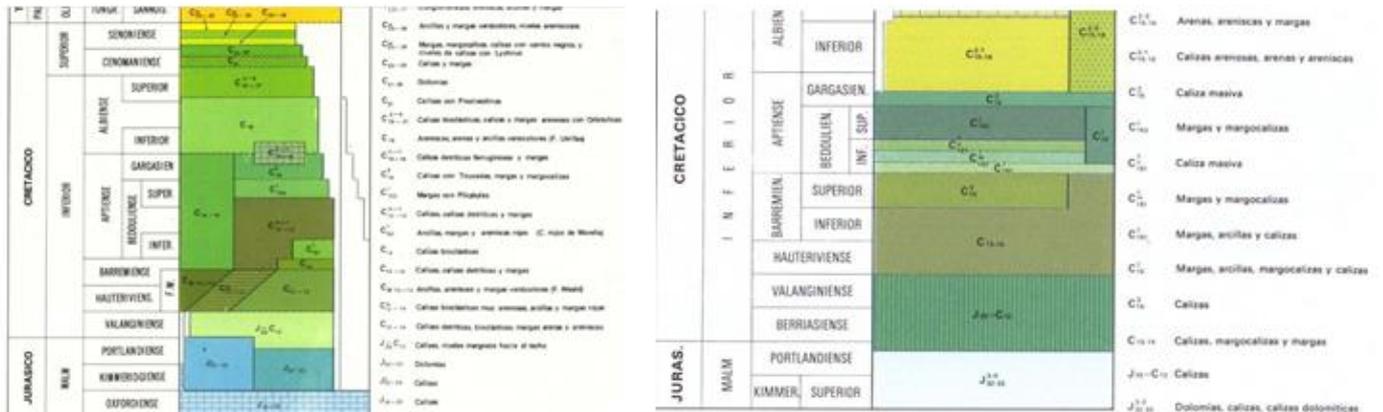
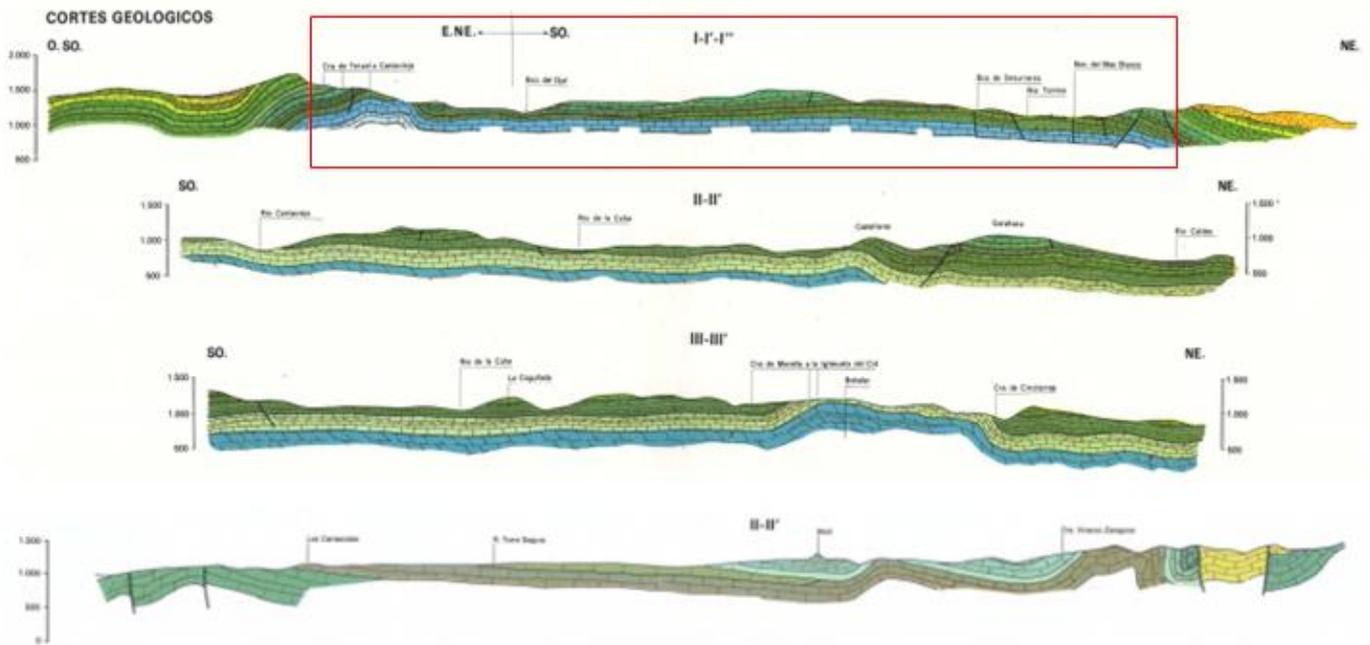
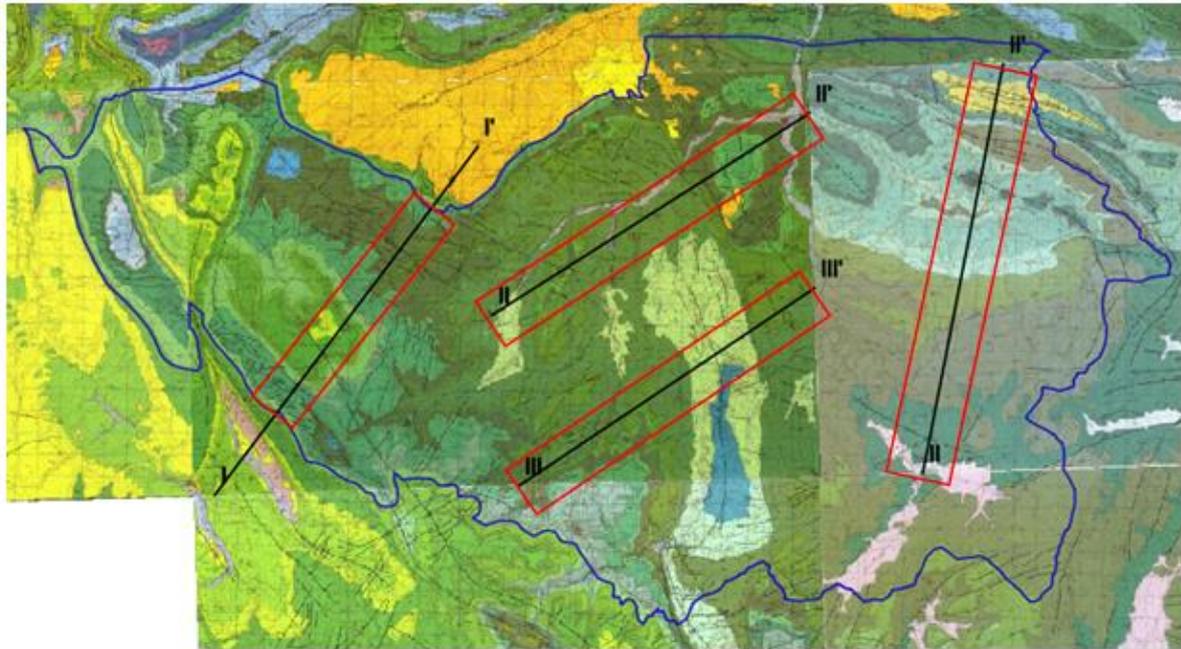
3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

Litología	Edad geológica		Extensión (km ²)	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	21,29	Detrítica	2,48
Calizas, dolomías, brechas dolomíticas y margas	Cretácico	Superior	12,48	Carbonatada	1,45
Calizas, dolomías, margas (Dol. Villa de Ves, Caballar; F. Tabladillo, Hontoria; Mgas. Chera)	Cretácico	Superior	36,87	Carbonatada	4,29
Margas, calizas, calizas bioclásticas y/o arenosas y areniscas	Cretácico	Inferior	25,99	Carbonatada	3,03
Arenas, areniscas y calizas con Toucasias y orbitolinas	Cretácico	Inferior	100,62	Detrítica	11,72
Arenas, areniscas, arcillas, calizas y margas. Facies Purbeck	Jurásico-Cretácico	Malm-Neocomiense	89,27	Detrítica	10,39
Calizas, margas y areniscas	Jurásico	Medio (Dogger)-Superior (Malm)	10,36	Carbonatada	1,21
Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (F. Utrillas), a veces con dolomías (F. Ar. y Arc. Segovia)	Cretácico	Inferior-Superior	43,87	Detrítica	5,11
Margas, calizas, arcillas y dolomías	Cretácico	Inferior-Superior	160,29	Carbonatada	18,66
Calizas, dolomías, arcillas, areniscas y margas abigarradas. Facies Weald	Cretácico	Inferior	13,05	Carbonatada	1,52
Areniscas, arenas, calizas arenosas, margas, arcillas y margocalizas	Cretácico		331,95	Carbonatada	38,65

3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m)
	Sistema	Serie	valor menor-mayor
Gravas, arenas, limos	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	1-5
Calizas, dolomías y margas	Cretácico	Superior	
Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (Fm Utrillas)	Cretácico	Inf. - Sup	150
Margas, calizas, arcillas dolomías; Arcillas, areniscas y margas abigarradas	Cretácico	Inferior	0-250
Calizas, dolomías y calizas margosas	Jurásico	Sup. (Malm)	200-600
Calizas, margas y areniscas	Jurásico	Med. (Dogger)	50-100
Dolomías, calizas, carniolas y calizas margosas	Jurásico	Inf. (Lías)	300-650

3.5 CORTES GEOLÓGICOS



ES091MSBT095 Alto Maestrazgo

3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La masa de agua de Alto Maestrazgo pertenece al Dominio del Maestrazgo- Catalánides, situada en el denominado Maestrazgo Central, que corresponde a la zona de enlace de la Ibérica con la cordillera Costera-Catalana. Las principales litologías que constituyen esta masa de agua se formaron en ambientes marinos de plataforma externa durante el Mesozoico.

Las formaciones del Cretácico inferior son las que presentan un mayor desarrollo, y fueron acumuladas durante una fase de rifting que abarca desde el final del Oxfordiense hasta el Albiense medio en el que se creó una cuenca de acusada subsidencia (Maestrazgo), con predominio de formaciones carbonatadas de ambientes marinos someros, con espesores que pueden llegar a superar los 3.000 m.

El Jurásico marino, también está presente, representado por dolomías y calizas del Malm que afloran en los principales anticlinales de la masa de agua como el de Cintorres – Bobalar de dirección NNO-SSE o el de Tronchón y Cuarto Pelado de orientación ibérica, NO-SE.

Esta masa de agua se encuentra en una zona caracterizada por estructuras sencillas de plegamiento muy abierto y fracturación Ibérica del paleógeno, afectadas a su vez en el sector oriental por directrices catalánides más tardías que generan una mayor fracturación y un plegamiento más apretado, sin llegar a desarrollar mantos de cabalgamiento. Dentro de esta masa de agua se localizan varios sondeos con más de 1000 m de profundidad algunos de los cuales alcanzan al paleozoico a 2600 m de profundidad.

La serie estratigráfica de muro a techo con sus principales litologías, es la siguiente:

- Paleozoico. Formado por arenas y arcillas, situadas a más de 2.600 m de profundidad.
- Triásico inferior. Configurado por arcillas y areniscas del Buntsandstein con espesores en torno a los 200 m
- Triásico medio. Muschelkalk situado a más de 1.200 m de profundidad, representado por un potente paquete de 200 m de arcillas dolomíticas y calizas dolomíticas en el tramo superior, yesos y anhidrita en el tramo medio y dolomías en el tramo inferior.
- Triásico superior. Construido por 200 m de arcillas, anhidrita y sal del Keuper.
- Jurásico inferior (Lías). Representado por carniolas, calizas y dolomías, y calizas margosas de las formaciones Cortes de Tajuña, Cuevas Labradas, y Grupo Ablanquejo. Los espesores varían entre 300 y 650 m, sin afloramientos dentro de esta masa de agua. En los sondeos llevados a cabo sobre el jurásico superior (núcleos de los anticlinales) se alcanza el Lías a profundidades de entre 600 y 800 m.
- Jurásico medio (Dogger). Presenta poco espesor, entre 50 y 100 m y está representado por calizas y dolomías de la formación Chelva, sin afloramientos en la masa de agua.
- Jurásico superior (Malm). Compuesto de formaciones de origen marino, calizas, dolomías y calizas margosas con potencias que pueden alcanzar los 600 m. Estas formaciones afloran en el núcleo de algunos de los anticlinales de la masa de agua. Se identifica con las formaciones de Bovalar, Les Talaides (calizas con niveles de margocalizas) y Loriguilla-Pulpis (calizas y dolomías con niveles de margas).
- Cretácico inferior. Las formaciones de esta edad son las que tienen mayor representación y superficie de afloramiento en la masa de agua. Corresponde a un gran paquete en el alternan formaciones de origen continental como las capas rojas de Morella (arcillas, margas y areniscas) o las facies Weald (arcillas, areniscas y margas) con otras de origen marino como las facies Urgon (calizas y margas de las formaciones Chert, Forcall o Villarroya de los Pinares).
- Cretácico inferior-superior. Representado por la formación Utrillas de origen continental fluvial, compuesta por una sucesión de areniscas, arenas y arcillas con espesores variables no superiores a los 150 m.
- Cretácico superior. Formado por calizas, dolomías y margas.
- Cuaternario. Formado por gravas, arenas y arcillas de los depósitos aluviales del río Bergantes de poca extensión, y espesores por debajo de los 5 m.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	218	217
Espesor Medio Z.N.S. (m)	218	

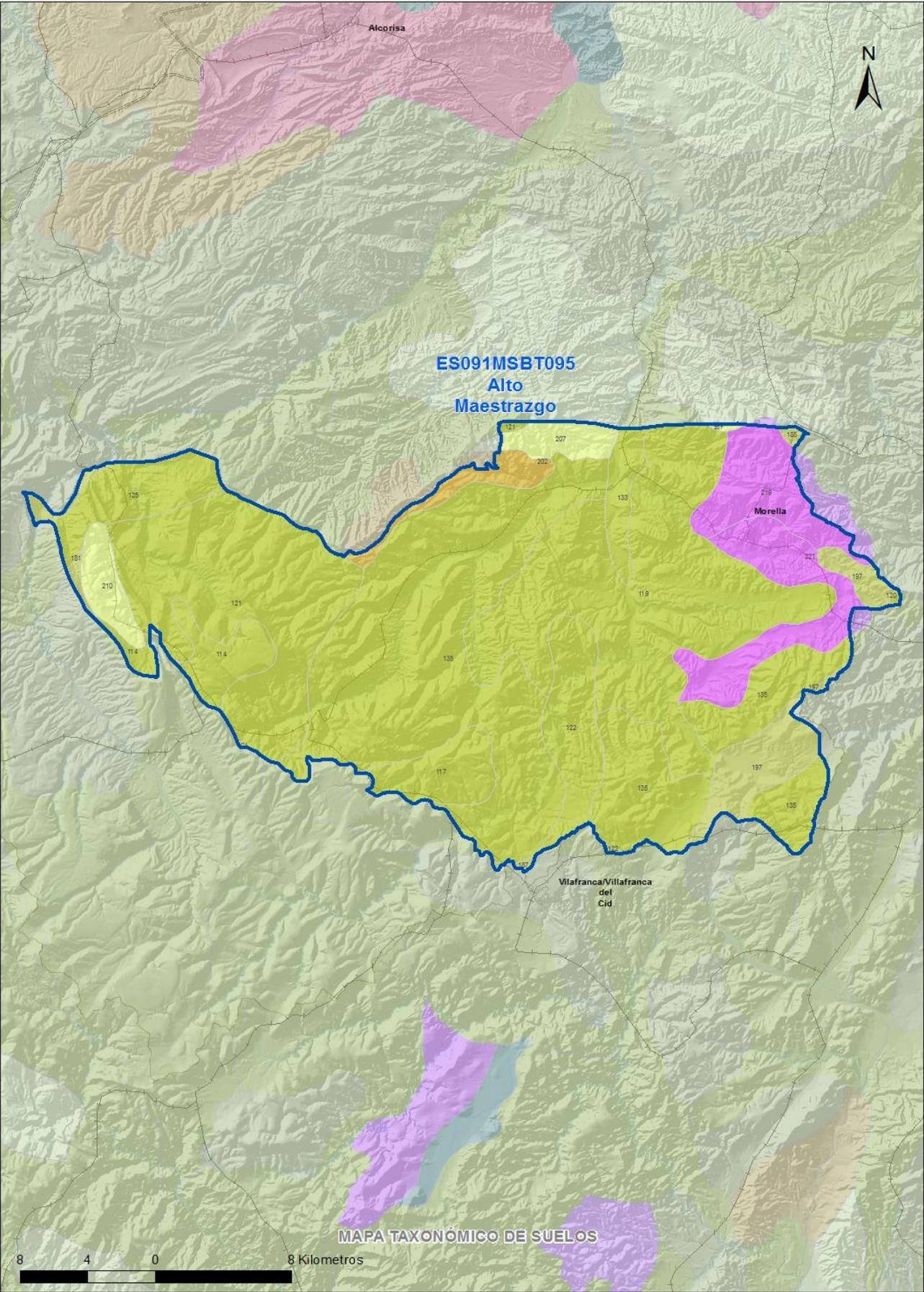
Litología Z.N.S. Areniscas, arenas, calizas arenosas, margas, arcillas y margocalizas

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km ²)	% Afloramiento en la MSBT
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	702	81,72
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	54	6,30
INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT	27	3,11
MOLLISOL, XEROLL, HAPLOXEROLL	76	8,86

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



LEYENDA



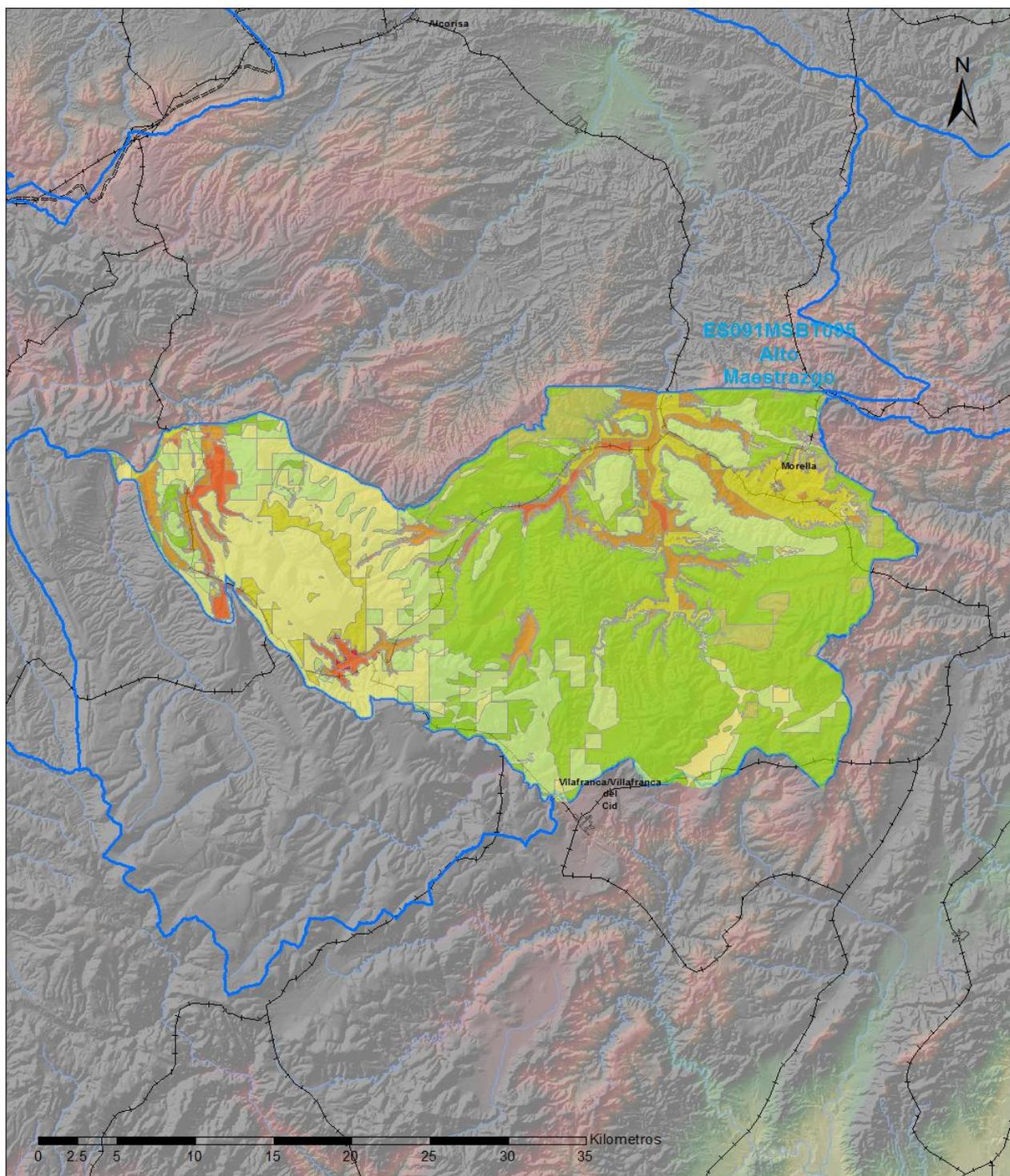
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

ID MAPA	ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02
114	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
117	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxera1f, Rhodoxera1f
119	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, NO ASOCIA2, Calcixeroll, NO INCLUSION2
120	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Haploxerept
121	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, Haploxera1f, NO INCLUSION2
122	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, Haploxera1f, Rhodoxera1f
125	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
133	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, XEROFUVENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
135	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, XEROFUVENT, NO ASOCIA2, Haploxerept, NO INCLUSION2
181	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxera1f, NO INCLUSION2
185	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, HAPLOXERALF, NO ASOCIA2, Xerorthent, Rhodoxera1f
187	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, HAPLOXERALF, RHODOXERALF, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
197	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, Haploxera1f, NO INCLUSION2
202	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, XERORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
207	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Xerorthent
210	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, HAPLOXERALF, XERORTHENT, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
219	MOLLISOL, XEROLL, HAPLOXEROLL, NO GRUPO2, CALCIXEROLL, HAPLOXEREPT, Calcixerept, NO INCLUSION2
221	MOLLISOL, XEROLL, HAPLOXEROLL, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, Haploxerept, NO INCLUSION2

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		DRASTIC Reducido
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT
2 (Muy Baja)	30 - 44	3,36
3 (Baja)	44 - 58	42,50
4 (Baja)	58 - 72	20,55
5 (Moderada)	72 - 86	17,04
6 (Moderada)	86 - 100	8,15
7 (Alta)	100 - 114	6,22
8 (Alta)	114 - 128	2,19
9 (Muy Alta)	128 - 142	0,09

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

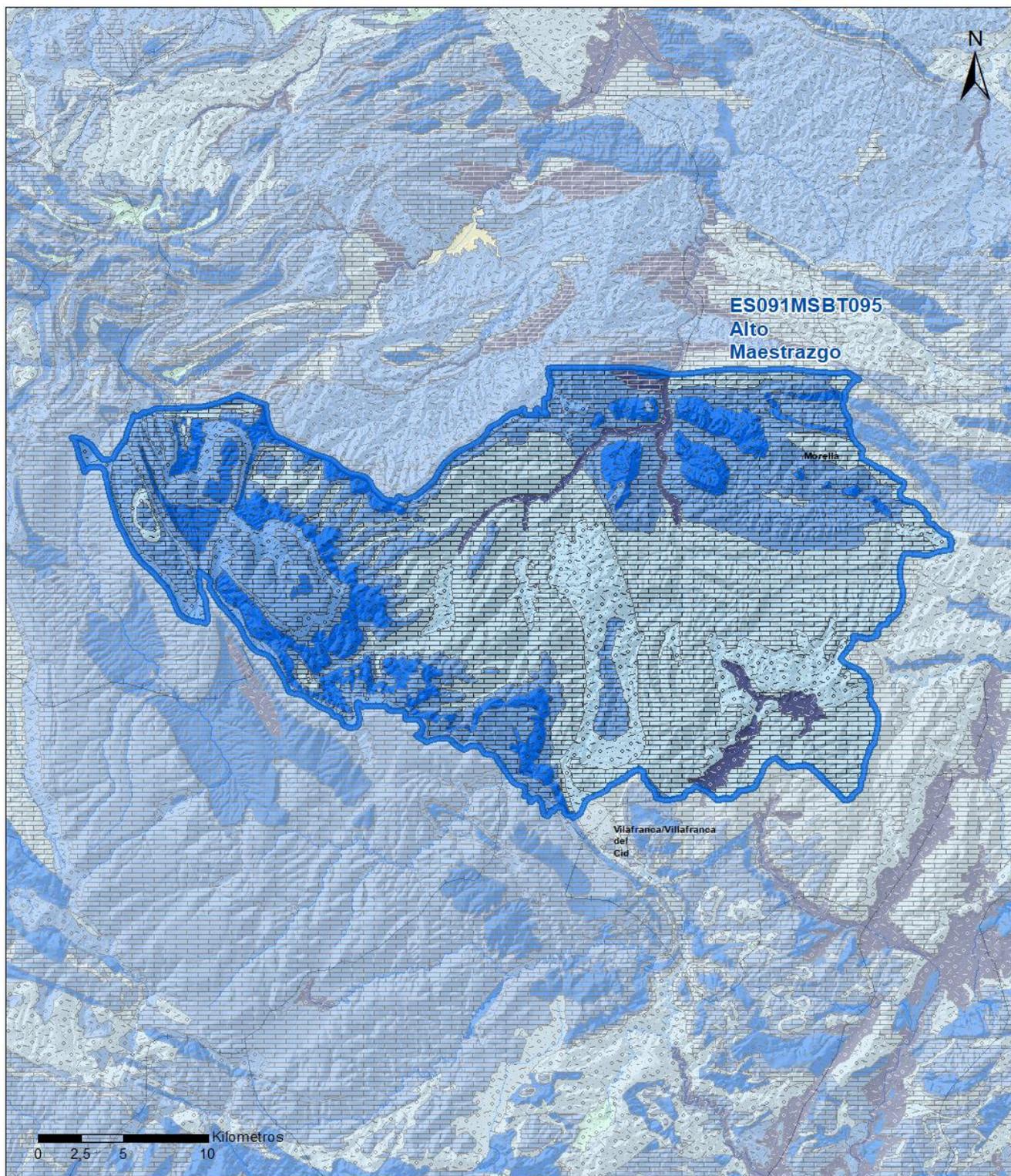
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Sur	Abierto	Salida	Permeable	Maestrazgo Occidental
Este	Abierto	Salida	Permeable	El Turmell
Oeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	PITARQUE
Norte			Umbral piezométrico	ALIAGA-CALANDA

Descripción límites hidrogeológicos:

El límite norte de la masa de agua del alto Maestrazgo está marcado por la divisoria hidrogeológica con el sistema Aliaga- Calanda, y el Oeste con el contacto entre los materiales del Cretácico superior de la masa de agua de Pitarque con las areniscas de Utrillas. Los límites este y sur, son límites hidrográficos establecidos a partir de la divisoria entre la cuenca del Ebro y la del Júcar. Dentro de esta masa de agua se definen un flujo regional subterráneo profundo de dirección SE con salida al mar Mediterráneo a través de las masas de agua de Maestrazgo Occidental (ES080MSBT80-191) y El Turmell (ES080MSBT80-105B) en la cuenca del Júcar.

Mapa de permeabilidades



LEYENDA



MSBT

PERMEABILIDAD



MUY ALTA, DETRÍTICAS



MUY ALTA, CARBONATADAS



ALTA, DETRÍTICAS



ALTA, CARBONATADAS



MEDIA, DETRÍTICAS



MEDIA, CARBONATADAS



BAJA, DETRÍTICAS



BAJA, CARBONATADAS

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km ²)
			Sistema	Serie		
Lías	Dolomías, calizas y carniolas	Alta	Jurásico	Inferior	300	0
Malm	Calizas y dolomías	Alta	Jurásico	Superior	300	2
Aptiense	Calizas masivas	Alta	Cretácico	Inferior	250	101
Fm Arenas de Utrillas	Arenas y arcillas	Media	Cretácico	Inf. - Sup.	150	44
Cretácico superior	Dolomías y calizas	Alta	Cretácico	Inferior	150	37
Cuaternario	Gravas, arenas, limos	Muy alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	5	21

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km ²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Jurásico Inferior	0	0,01	Confinado	300-650	Karstificación-Fisuración	Lias
Jurásico Superior	10	1,21	Predominantemente confinado	300	Karstificación-Fisuración	Malm
Cretácico Inferior	101	11,72	Mixto	50	Karstificación-Fisuración	Aptiense
Albiense-Cenomaniense	44	5,11	Mixto	150	Intergranular	Fm Arenas de Utrillas
Cretácico Superior	37	4,29	Mixto	80	Karstificación	Cretácico superior
Cuaternario	21	2,48	Libre	5	Intergranular	Cuaternario

Descripción general:

Esta masa de agua involucra principalmente los depósitos de naturaleza carbonatada (calizas y dolomías, principalmente) del Jurásico marino.

El principal acuífero corresponde a las calizas del Jurásico inferior (FGP-Lías) asociado con los flujos de agua subterráneos regionales, sin que presente superficies de afloramiento dentro de la masa de agua.

El acuífero de las calizas y dolomías del Malm afloran en la zona oriental de la masa de agua e incluye formaciones de calizas y margas del Cretácico basal (Berriasiense-Valangiense). Configura sistemas aislados con niveles por encima del nivel piezométrico regional.

El acuífero del Cretácico inferior (FGP-Aptiense) está formado por calizas masivas y constituye la formación geológica permeable con mayor superficie de afloramiento, localizada en la parte nororiental de la masa de agua. Se encuentra aislada a muro por margas (facies weald) y a techo por las arenas de Utrillas.

La formación arenas de Utrillas (Albiense-Cenomaniense), compuesto de arenas, limos y arcillas constituyen un acuífero de permeabilidad media, en los que se forman numerosos manantiales muy locales y de bajo caudal.

El Cretácico superior, compuesto por dolomías y calizas, aflora en la parte NE y da lugar a la formación de muelas que albergan acuíferos colgados, que se drenan en la zona de intersección de las formaciones basales impermeables con la red hidrográfica, formando pequeños manantiales.

Finalmente se encuentra el acuífero constituido por depósitos aluviales cuaternarios compuestos por gravas, arenas y arcillas, de poca extensión y desarrollo dentro de esta masa de agua. Dentro de estos últimos cabría destacar, los aluviales del río Cantavieja aguas abajo de Mirambel, el río Celumbres aguas abajo de Cinctorres y la cabecera del Bergantes.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m ² /día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Jurásico Inferior	Lías	Ensayo de bombeo	178,00	990,00		
Jurásico Superior	Malm	Ensayo de bombeo	0,13	237,00		
Cretácico Inferior	Cretácico Inferior	Ensayo de bombeo		3,00		

Descripción general:

Dada la profundidad a la que se encuentran los acuíferos del Jurásico, son relativamente pocos los sondeos que captan estas formaciones. Los ensayos de bombeo realizados en pozos de explotación del acuífero del Malm dan valores de transmisividad de 16 m²/día en el pozo de

abastecimiento a La Cuba de 400 m de profundidad, de 0,13 m²/día en el piezómetro MMA La Cuba de 411 m de profundidad y de 169-237 m²/día en el pozo complementario de Olocau del Rey de 684 m de profundidad.

Recientemente se han realizado dos pozos de 1.122 y 1.100 m en Forcall y Morella para abastecimiento de estas localidades en caso de sequía que alcanzan al acuífero del Lias a 800 y 600 m de profundidad. A partir de los ensayos de bombeo realizados en estos pozos se obtuvieron transmisividades de 214-738 m²/día en el pozo de Forcall y de 178-990 m²/día en el de Morella.

Los ensayos de bombeo realizados en pozos de captación del acuífero del Cretácico inferior aportaron valores de transmisividad de 3 m²/día (abastecimiento a Castellfort).

5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

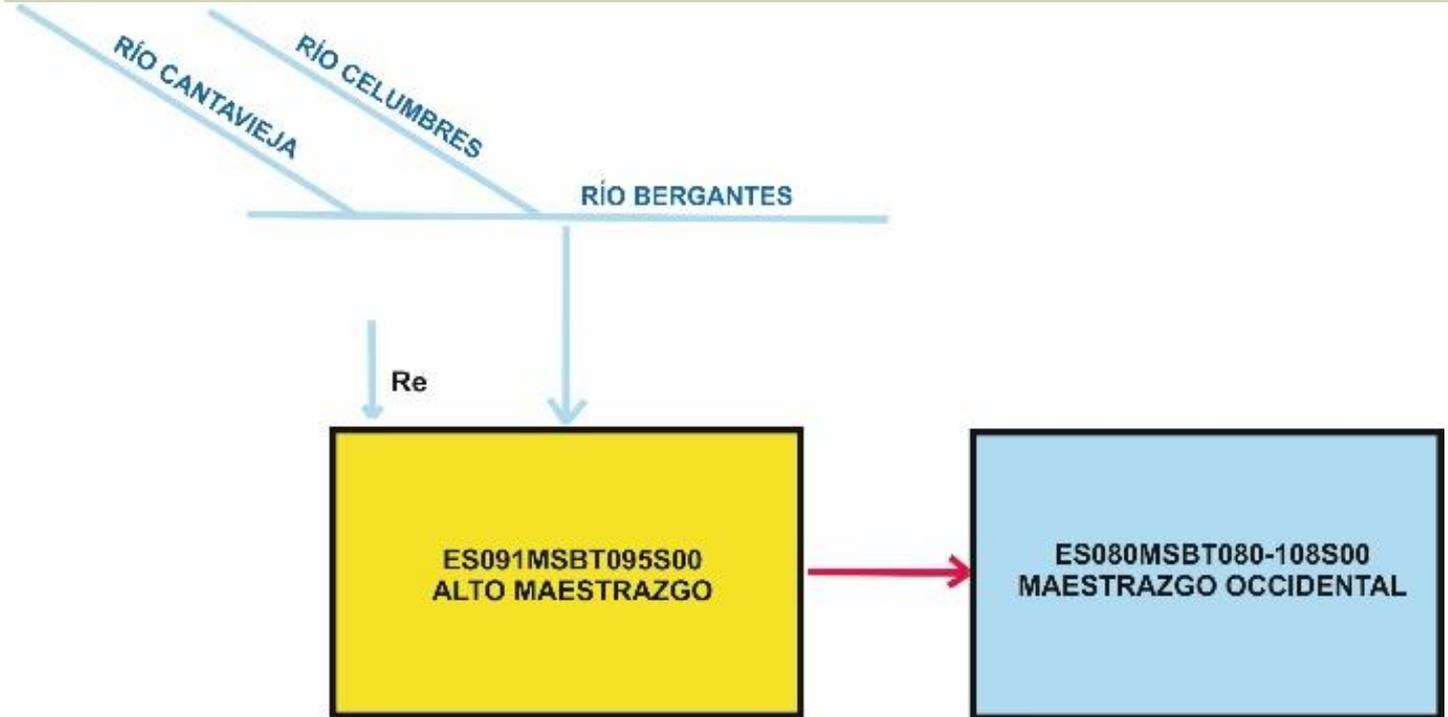
El funcionamiento de la masa de agua del Alto Maestrazgo se define a partir de las entradas por infiltración de las precipitaciones sobre toda la extensión de los afloramientos acuíferos (Cretácicos principalmente) y por la infiltración en los tramos de cauces que atraviesa los afloramientos permeables, que recargan los acuíferos del Jurásico y Cretácico Inferior. Se trata de una masa de agua donde la cota de los ríos (cuenca del Bergantes), se encuentra por debajo de los niveles piezométricos de las diferentes formaciones geológicas permeables que atraviesa, de modo que son considerados ríos potencialmente perdedores en todo su recorrido.

Por otro lado, las descargas se producen a través de pequeños manantiales de control geológico, colgados con respecto al nivel regional. Estas descargas son muy escasas (caudales inferiores a 5 l/l), y representan un pequeño porcentaje de la recarga total de la masa de agua, por lo que se asume que la mayor parte del drenaje subterráneo se produce por transferencia lateral hacia otras masas de agua. De este modo se define un flujo profundo a escala regional, que vierte en dirección al Mediterráneo por la costa de Castellón a través de las formaciones carbonatadas del Jurásico inferior, y otros flujos más superficiales que, en el caso de las formaciones del Malm (comportamiento confinado) y Cretácico inferior (comportamiento mixto), que podría tener descargas importantes hacia el norte, hacia la masa de agua de Aliaga-Calanda.

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT095S00	Alto Maestrazgo
Esquema: ES091MSBT095S00	

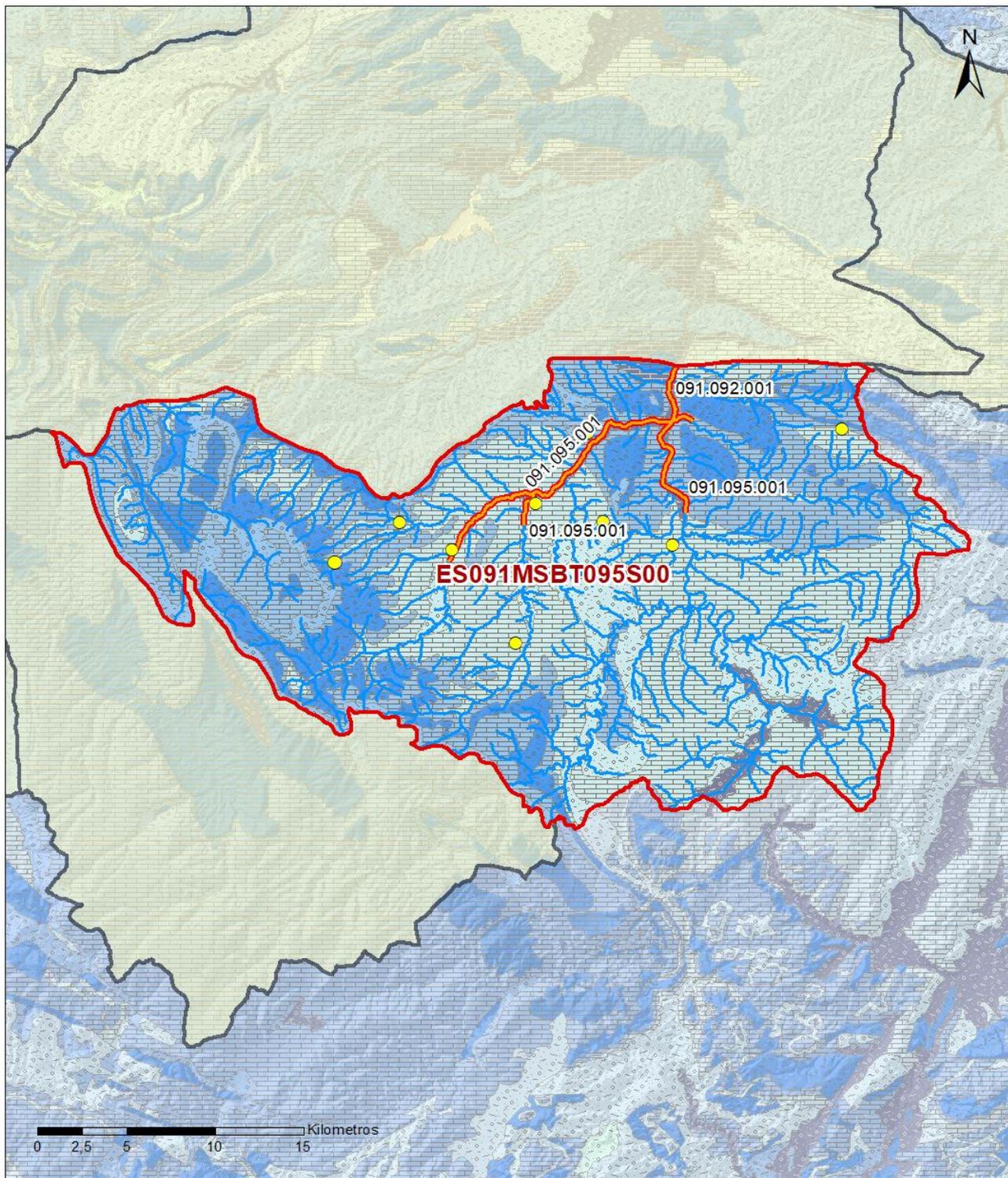


5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT095S00	ES091MSPF354	Río Celumbres desde su nacimiento hasta el río Bergantes y el río Cantavieja (incluye rambla de la Cana).	Recarga difusa de cauce al recinto	091.095.001

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 ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Coefficiente de reparto (%)	Relación unitaria de transferencia (L/s/m)
ES091MSBT095S00	091.095.001	665		30,00		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 ganador con conexión difusa directa
-  Río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha

6.- ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

6.1 ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)

6.1.1 NOMBRE, DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EDAS

Ver Anexo 1.

6.1.2 RESUMEN DE LOS EDAS

EDAS	Nº de EDAS	Tipo y Nº de EDAS												
		T. 1	T. 2	T. 3	T. 4	T. 5	T. 6	T. 7	T. 8	T. 9	T. 10	T. 11	T. 12	T. 13
EAAS														
ETDAS														
EAAS/ETDAS														

6.1.3 MAPA DE EDAS

6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

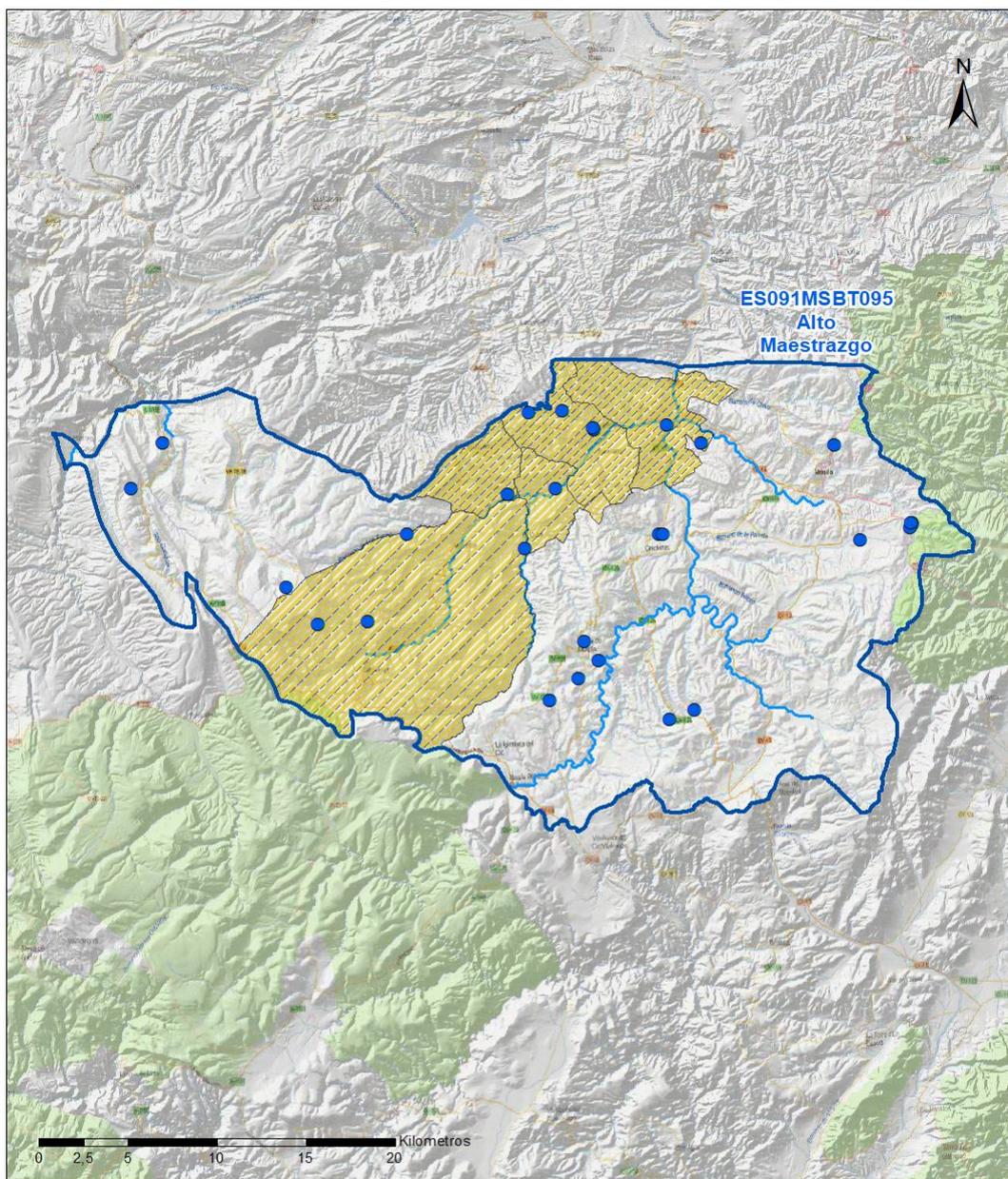
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Tipo de Zona Protegida	Nº	Geometría		Superficie total (km²)	% de la MSBT
		Punto	Polígono		
Zonas protegidas para la captación de aguas para consumo humano (ZPAC)	29	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	31	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,16
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)	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	244	28,46
Perímetros de protección de aguas minerales y termales		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

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	24,71	Descargas hacia MSPF	
Recarga desde MSPF	30,00	Extracciones	0,64
Transf. lateral otras MSBT		Transf. lateral otras MSBT	
Retornos de riego	0,38		
Otras entradas		Otras salidas	
Entradas Totales	55,09	Salidas Totales	0,64
Diferencia entradas-salidas (hm ³ /año) (RA)		54,45	

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)	25,90
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm ³ /año)	0,61
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm ³ /año)	5,20
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm ³ /año)	22,05
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,03

7.2.2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm ³ /año)	54,71
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm ³ /año)	0,64
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm ³ /año)	10,94
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm ³ /año)	44,14
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,01

“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

Esta masa de agua no cuenta con ninguna instalación para la recarga artificial de acuíferos.

7.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RECARGA ARTIFICIAL

8.- PIEZOMETRÍA

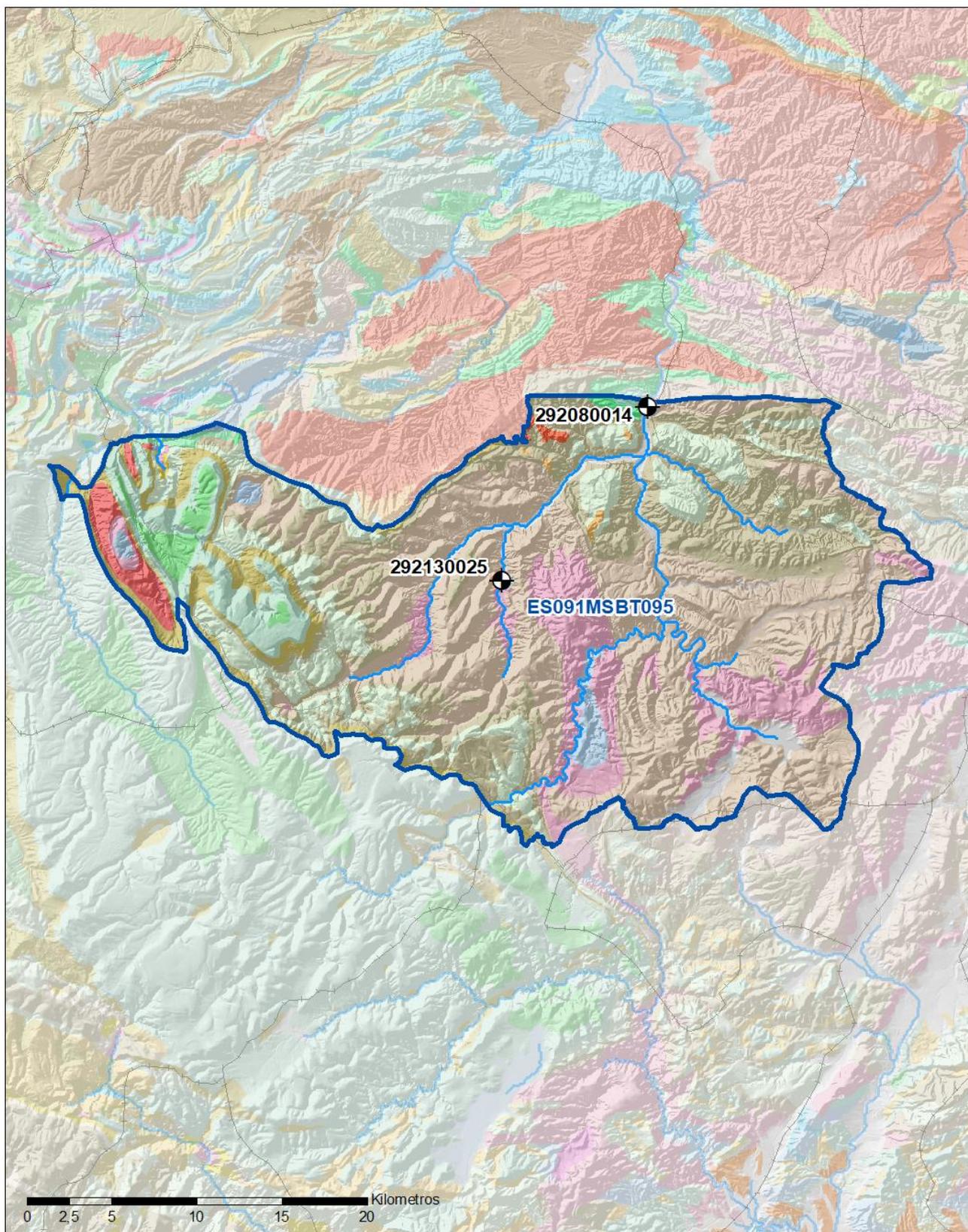
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

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
292080014	Piezometría	737.505	4.506.420	Malm/Lías	12/04/2007			1.100,0	659	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
292130025	Piezometría	728.932	4.496.148	Malm	23/06/1994			411,0	853	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

8.2 MAPAS DE LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL

Localización de puntos de control



LEYENDA

-  MSBT
-  Red hidrográfica

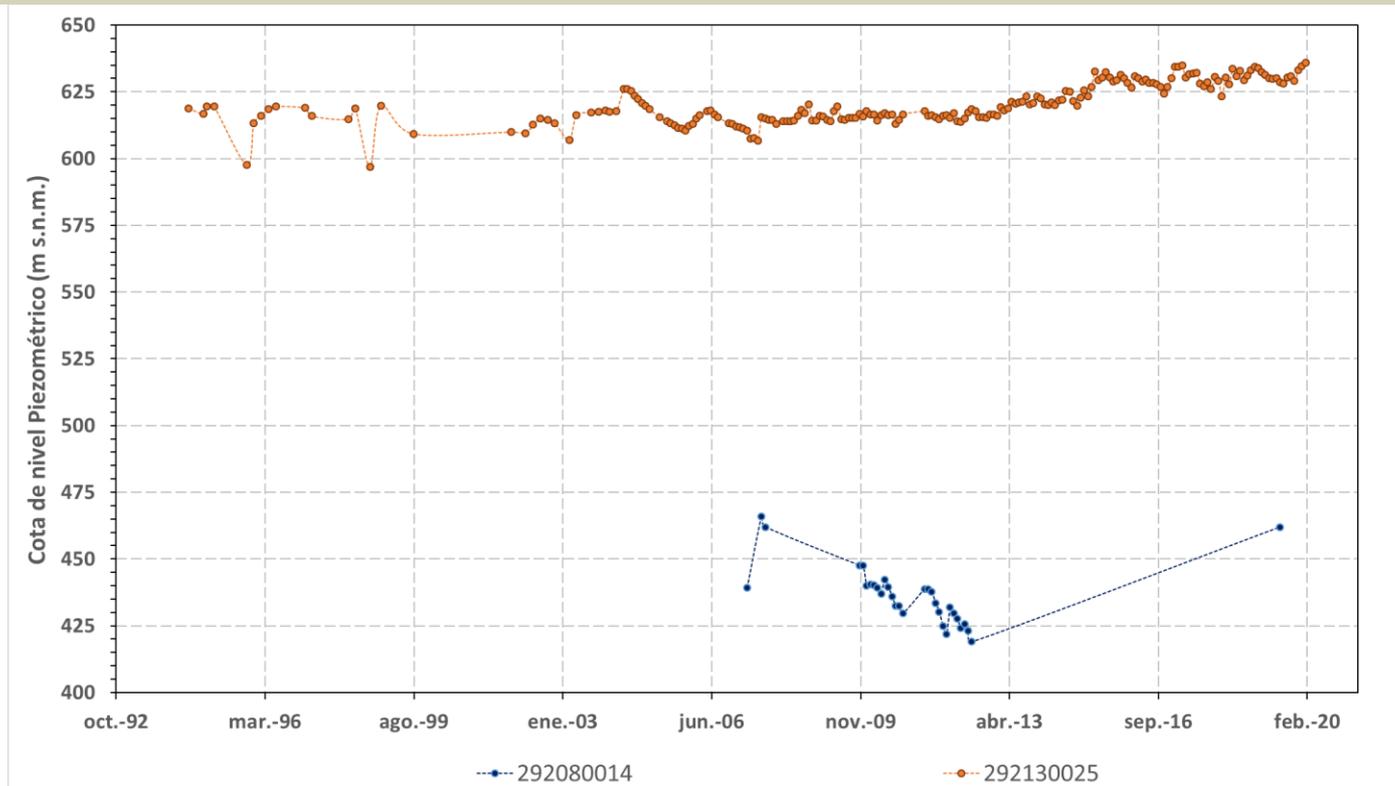
Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo

-  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

La masa de agua del Alto Maestrazgo dispone de dos piezómetros de control. El que presenta series más largas corresponde al piezómetro del MMA de La Cuba (IPA-292130025) que controla el acuífero carbonatado del Malm con registros desde 1994. Los datos de inicio de la serie hasta 2008 corresponden a las medidas realizadas en el pozo de abastecimiento a La Cuba, que capta el mismo acuífero a pocos metros del de ministerio. A partir del 2008, se observa en este punto de control una clara recuperación de los niveles piezométricos.

El punto de control de Forcall (IPA-292080014) corresponde al pozo de emergencia por sequías de esta localidad y posee una profundidad de 1000 m. Atraviesa dos formaciones acuíferas, el Lías (Jurásico Inferior) y el Malm (Jurásico Superior), con datos desde el 2007. Este piezómetro dispone de muy pocos datos, con una serie mensual completa desde noviembre de 2009 a junio de 2012.

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
292080014	2007	2019	33	465,9	419,0	436,9	46,9	1,75	Malm/Lías	No
292130025	1994	2020	206	635,9	597,0	620,4	38,9	0,65	Malm	No

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

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PIEZÓMETROS SELECCIONADOS

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS MANANTIALES SELECCIONADOS

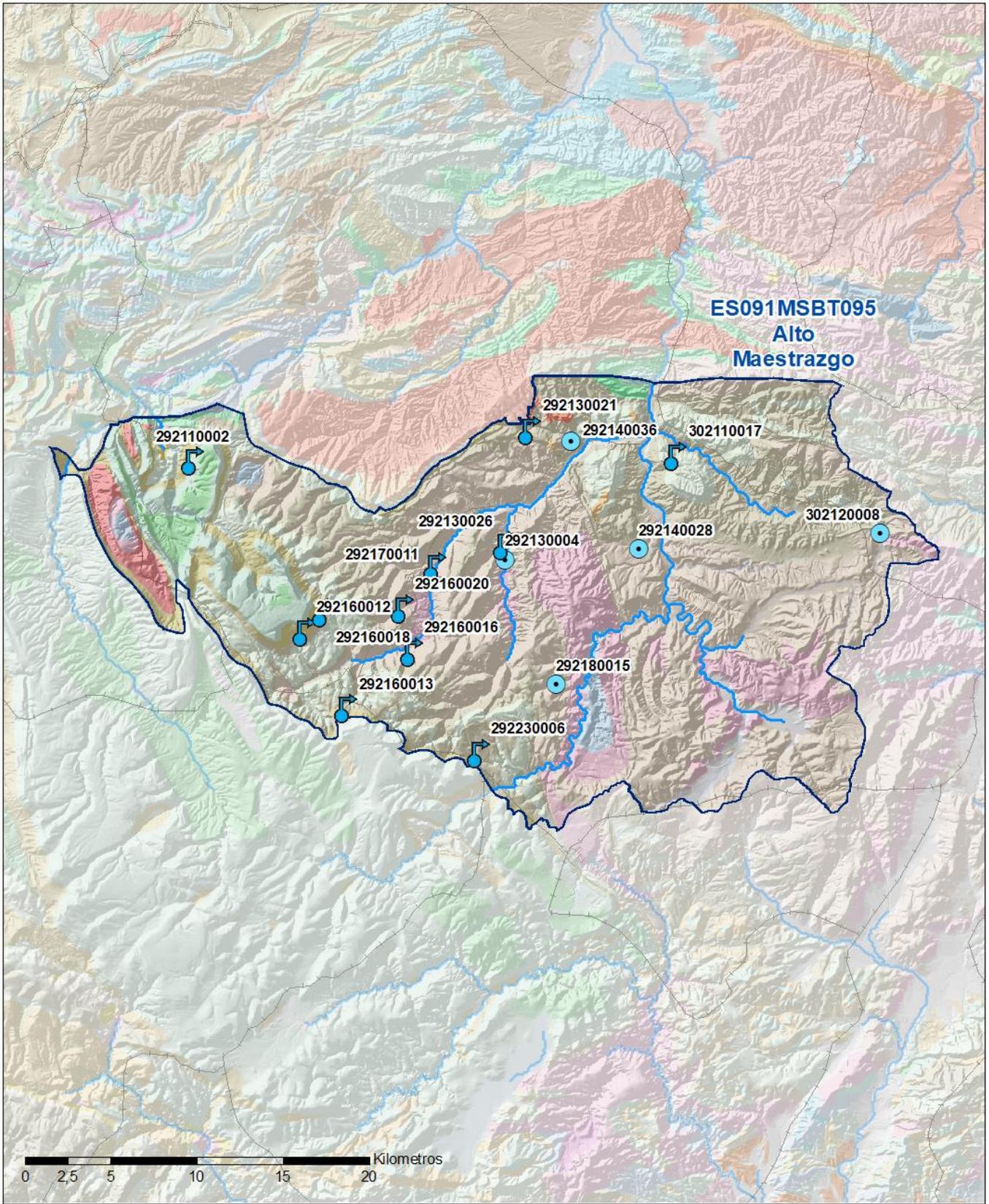
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

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					
292110002	CAMINO TRONCHON	710.775	4.502.079	1.318	0,0	MANANTIAL	Otros acuíferos	19/05/2003
292130004	SONDEO ABASTECIMIENTO DPTE RCU-3. "CAMINO DE CANTAVIEJA"	728.864	4.496.304	852	400,0	POZO	Malm	03/09/2003
292130021	MAS DEL REY	730.335	4.503.875	897		MANANTIAL	Cretácico Inferior	05/09/2006
292130026	Fuente la Cuba	728.866	4.497.121	845		MANANTIAL	Cretácico Inferior	22/07/2010
292140028	PLANS III	736.638	4.496.909	801	112,0	POZO	Cretácico Inferior	03/09/2003
292140036	POZO CRISTOBAL	732.679	4.503.246	771	132,0	POZO	Cretácico Inferior	05/09/2006
292160012	BUJERA	717.248	4.492.097	1.528		MANANTIAL	Fm arenas de Utrillas	15/10/2007
292160013	Fuente La Mula	719.683	4.487.593	1.379		MANANTIAL	Fm arenas de Utrillas	26/07/2010
292160016	Fuente del Camino	723.461	4.490.919	1.079		MANANTIAL	Cretácico Inferior	22/07/2010
292160018	Fuente del Bacio	718.343	4.493.199	1.474		MANANTIAL	Fm arenas de Utrillas	22/07/2010
292160020	Fuente Chafaret	722.953	4.493.434	1.030		MANANTIAL	Otros acuíferos	22/07/2010
292170011	Fuente del Pilar	724.808	4.495.891	887		MANANTIAL	Otros acuíferos	22/07/2010
292180015	BARRANCO DEL PAS. POZO PAS I (Po: 7, Pa: 3)	731.818	4.488.995	1.039	108,0	POZO	Cretácico Inferior	03/09/2003
292230006	LAS MONJAS O PALOMAR Y COSTERA, EL CERRADÓN	727.361	4.484.993	1.258		MANANTIAL	Fm arenas de Utrillas	26/07/2010
302110017	MASÍA CHORREDOR	738.799	4.502.361	857		MANANTIAL	Cretácico Inferior	08/09/2003
302120008	POZO 1 DEL COLOMER	750.606	4.497.819	911	45,0	POZO	Cretácico Inferior	16/10/2007

Puntos de Muestreo Código	PDS Estado Químico			PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS		
292110002	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
292130004	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Abastecimientos urbanos
292130021	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
292130026	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
292140028	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
292140036	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
292160012	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
292160013	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
292160016	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
292160018	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
292160020	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
292170011	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
292180015	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Abastecimientos urbanos
292230006	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Regadíos y usos agrarios
302110017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Abastecimientos urbanos
302120008	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Abastecimientos urbanos

Mapa Red Control



ES091MSBT095
Alto
Maestrazgo

LEYENDA

 Red hidrográfica

 MSBT

Tipo de Captación

 MANANTIAL

 POZO

9.2 INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT

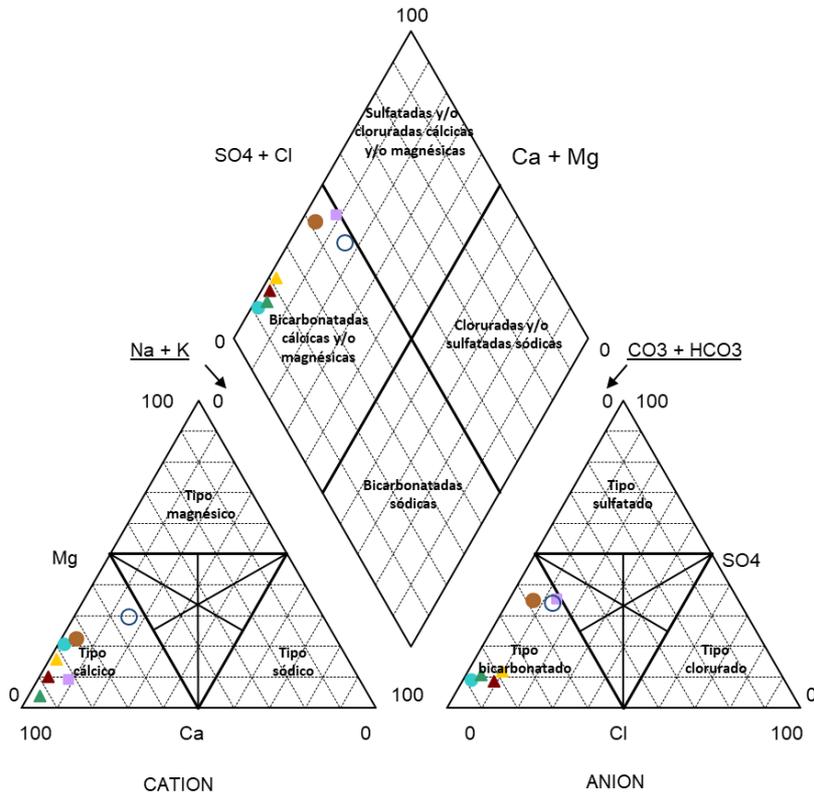
Ver Anexo 2.

9.3 FACIES HIDROGEOQUÍMICAS REPRESENTATIVAS

Código Punto	Principales materiales atravesados	Facies Hidrogeoquímica
292130021	Calizas (Cretácico Inferior)	Bicarbonatada cálcica
292130026	Calizas, margas, arcillas y areniscas (Facies Weald)	Bicarbonatada cálcica
292140028	Calizas (Cretácico Inferior)	Bicarbonatada cálcica
292160012	Areniscas y arcillas (Fm Utrillas)	Bicarbonatada cálcica
292160016	Calizas, margas, arcillas y areniscas (Facies Weald)	Bicarbonatada cálcica
292180015	Calizas, margas, arcillas y areniscas (Facies Weald)	Bicarbonatada cálcica
302110017	Calizas arenosas y arenas (Cretácico Inferior)	Bicarbonatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

MSBT Alto Maestrazgo (2017)



- ▲ 292130021 (2017) ■ 292130026 (2017) ○ 292140028 (2017)
- 292160012 (2017) ▲ 292160016 (2017) ● 292180015 (2017)
- ▲ 302110017 (2017)

Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 292130021

Alto Maestrazgo 292130021 (2015-2017)

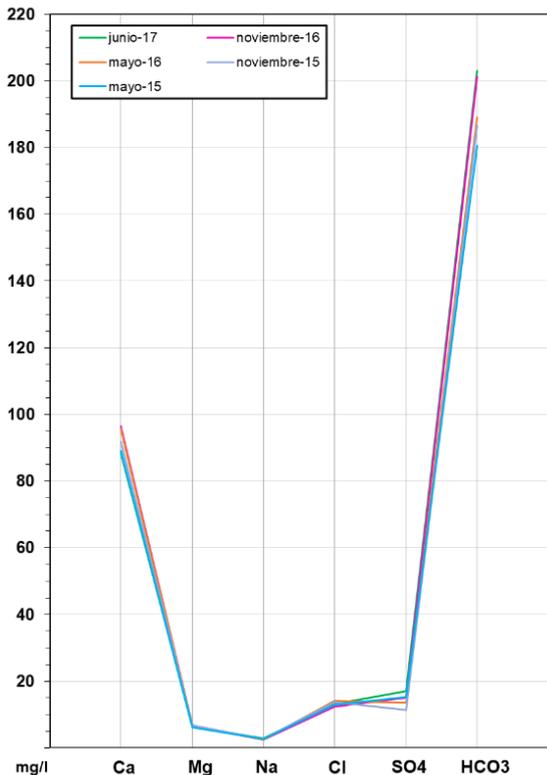


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 292130026

Alto Maestrazgo 292130026 (2015-2017)

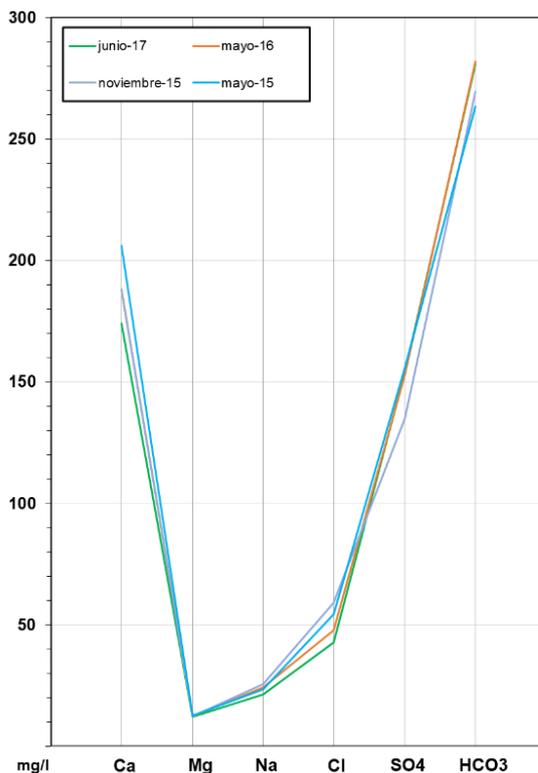


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 292160012

Alto Maestrazgo 292160012 (2015-2017)

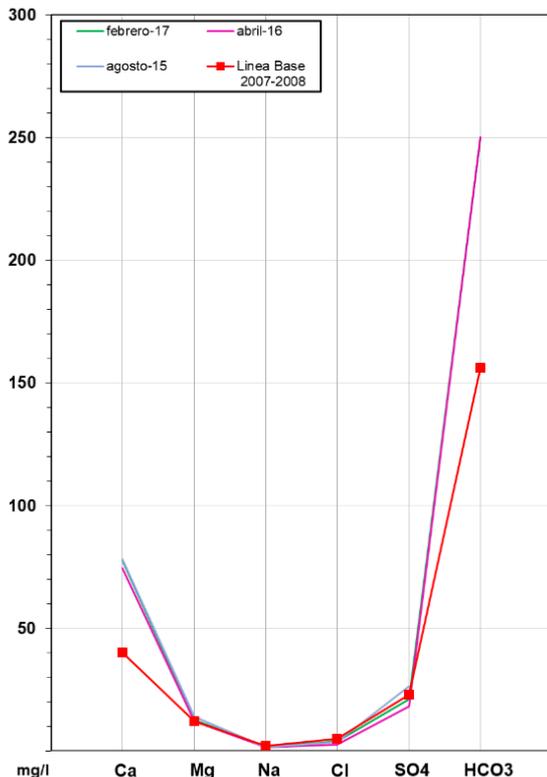
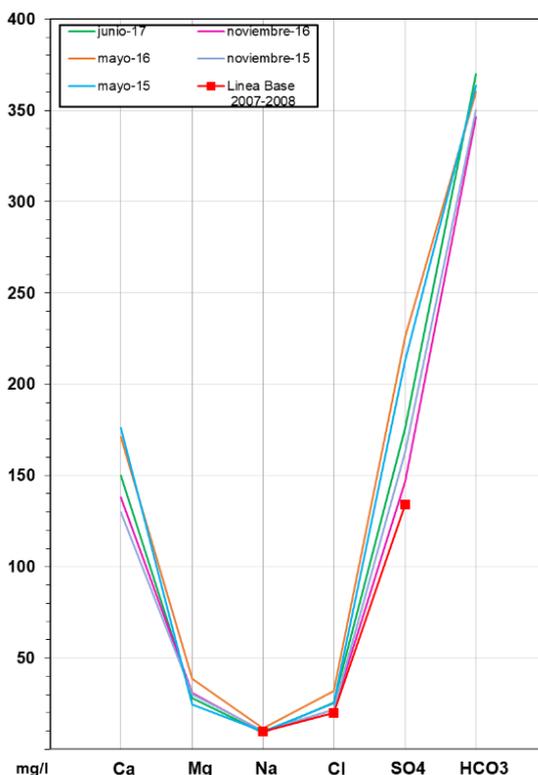


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 292180015

Alto Maestrazgo 292180015 (2015-2017)



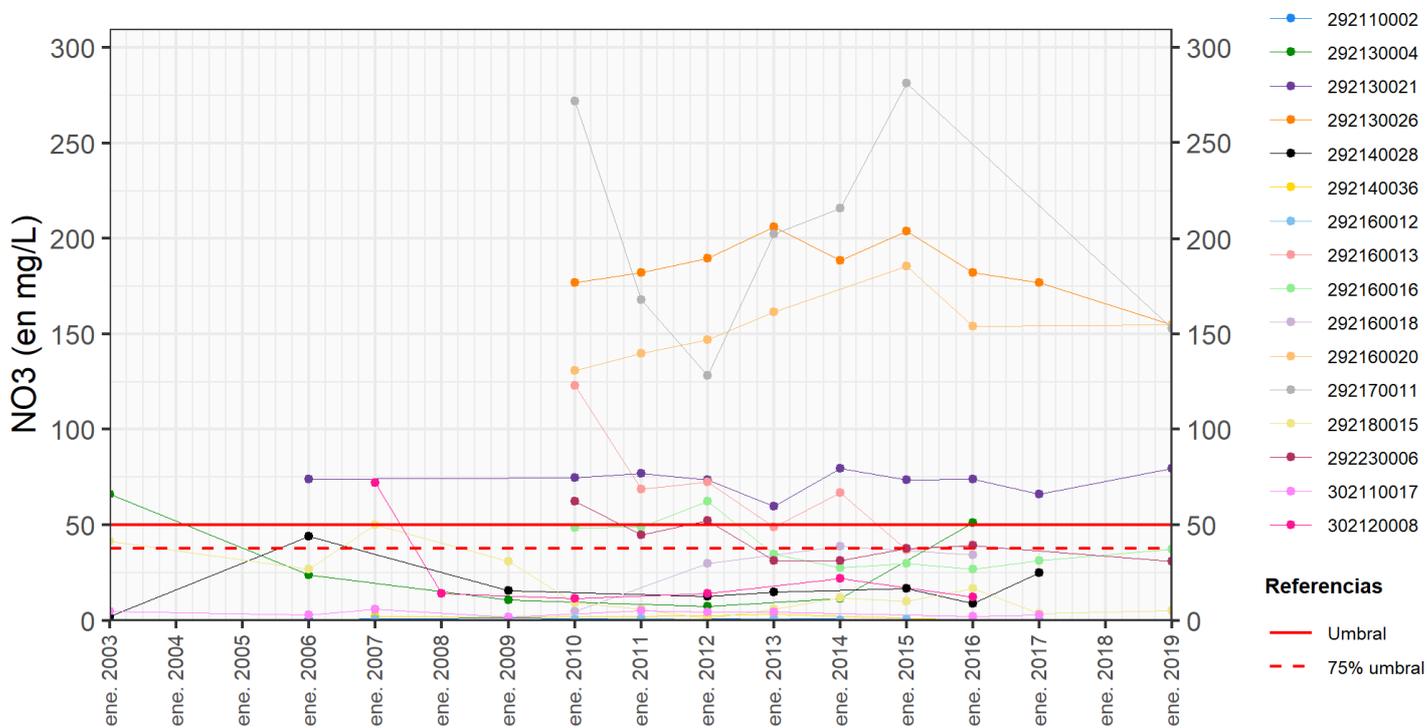
9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

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

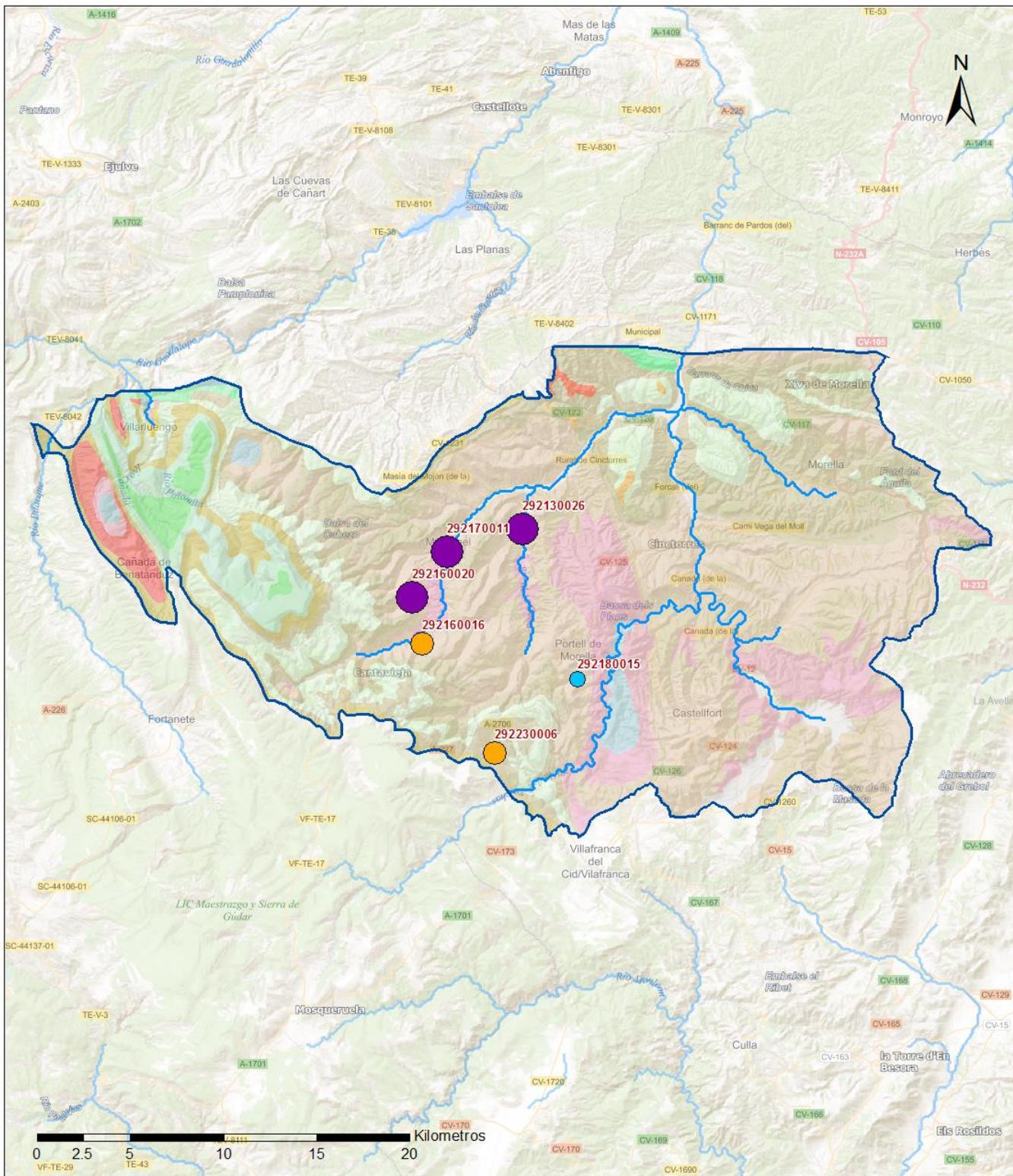
SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO	Nº	Nitrato (NO ₃ ⁻)
	1	

Gráficas de Evolución



ES091MSBT095 - NO3 (en mg/L)

Mapa de distribución actual



LEYENDA

-  MSBT:
-  Red hidrográfic
- ES091MSBT095
- Alto Maestrazgo

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

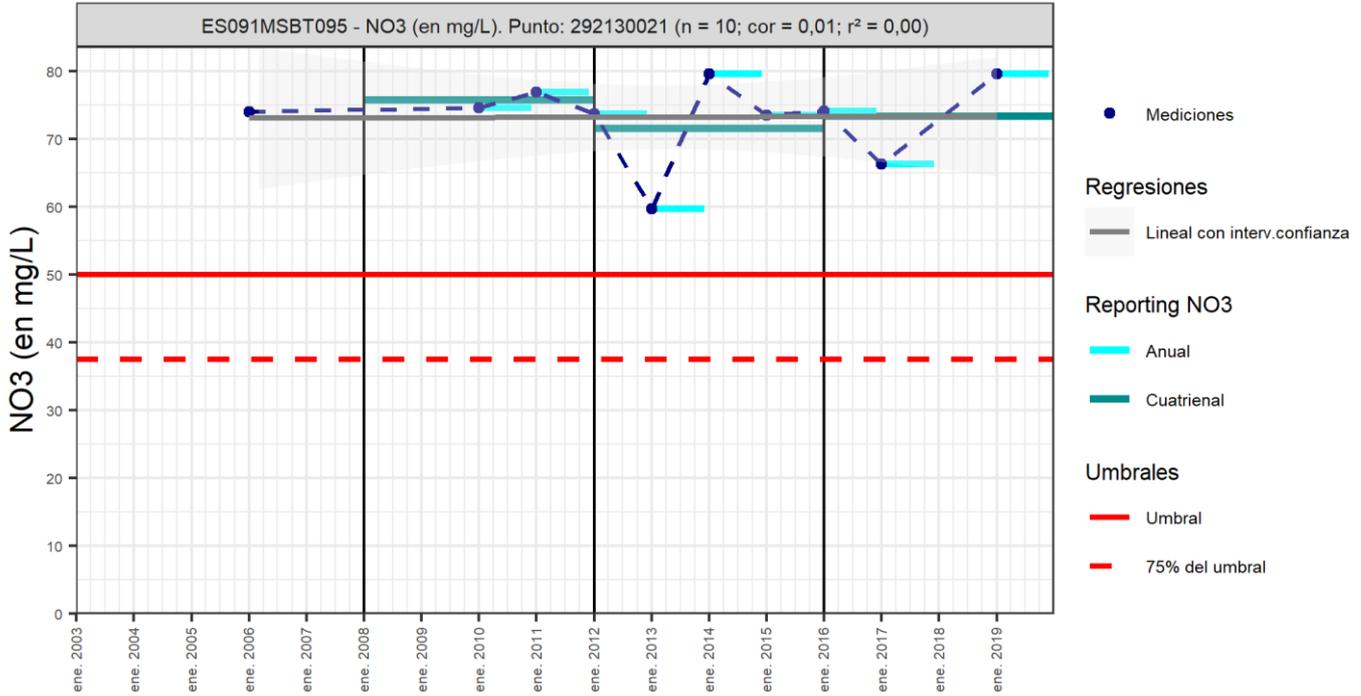
Selección de puntos para evaluación de tendencias

Para el análisis de la tendencia del contenido en nitratos de la masa de agua del Alto Maestrazgo se han seleccionado 6 puntos de control, 5 manantiales y 1 pozo de entre los reportados en el informe cuatrienal 2016-2019, que abarcan series de tiempo con una longitud de entre 8 y 12 años. Dos de los manantiales (IPA-292180026 y IPA-292460016) están asociados a pequeñas descargas de las formaciones Weald del Cretácico inferior (calizas, margas arcillas y areniscas) junto con el pozo de abastecimiento a Portell de Morella (IPA-292180015) que atraviesa 108 m de estas mismas formaciones, y los otros dos manantiales (IPA-292230006 y IPA-292160012), están asociados a las descargas de las arenas de Utrillas. Para el análisis de las tendencias cuatrienales se han incluido además 6 puntos de control que incluyen 4 manantiales (IPA-292160013, IPA-292160020, IPA-292170011 y IPA-302110017) y 2 pozos (IPA-292140028 y IPA-302120008) también relacionados con las formaciones del Cretácico inferior y las arenas de Utrillas. No se dispone de datos para realizar este análisis en las formaciones acuíferas del Jurásico.

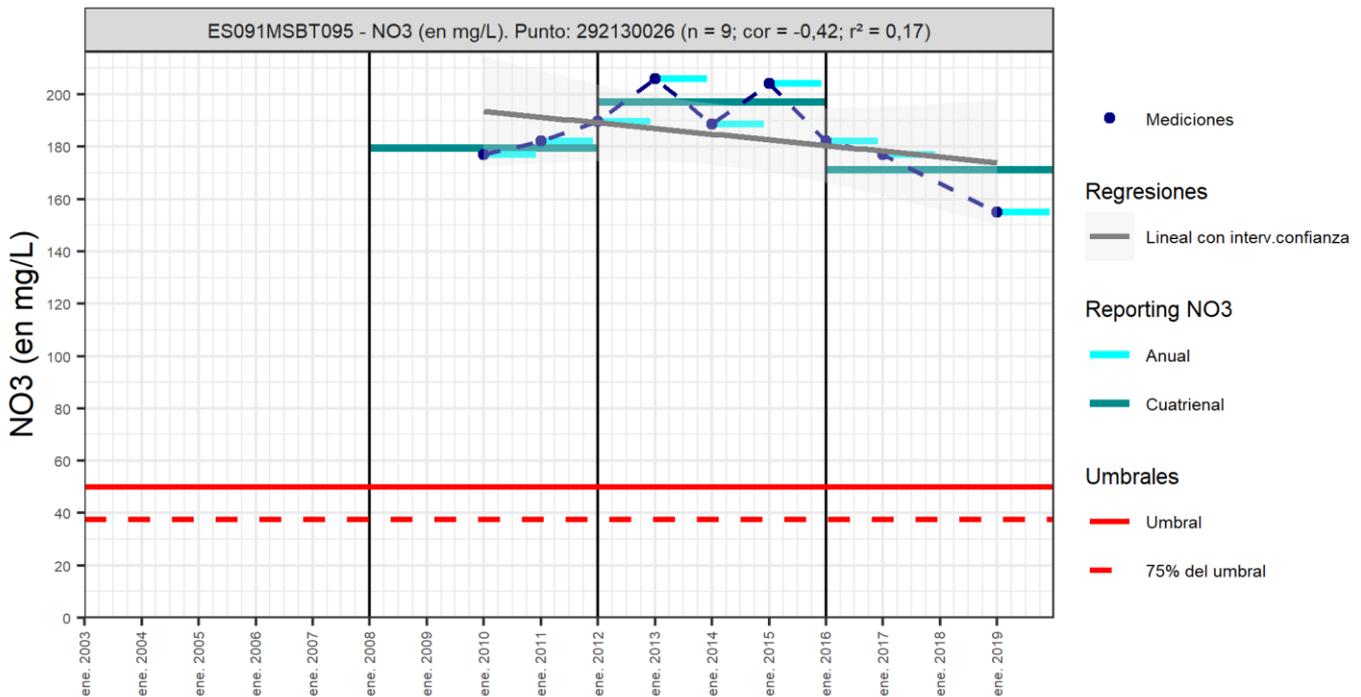
Gráfico de evaluación de tendencia

Nitrato (NO₃⁻)

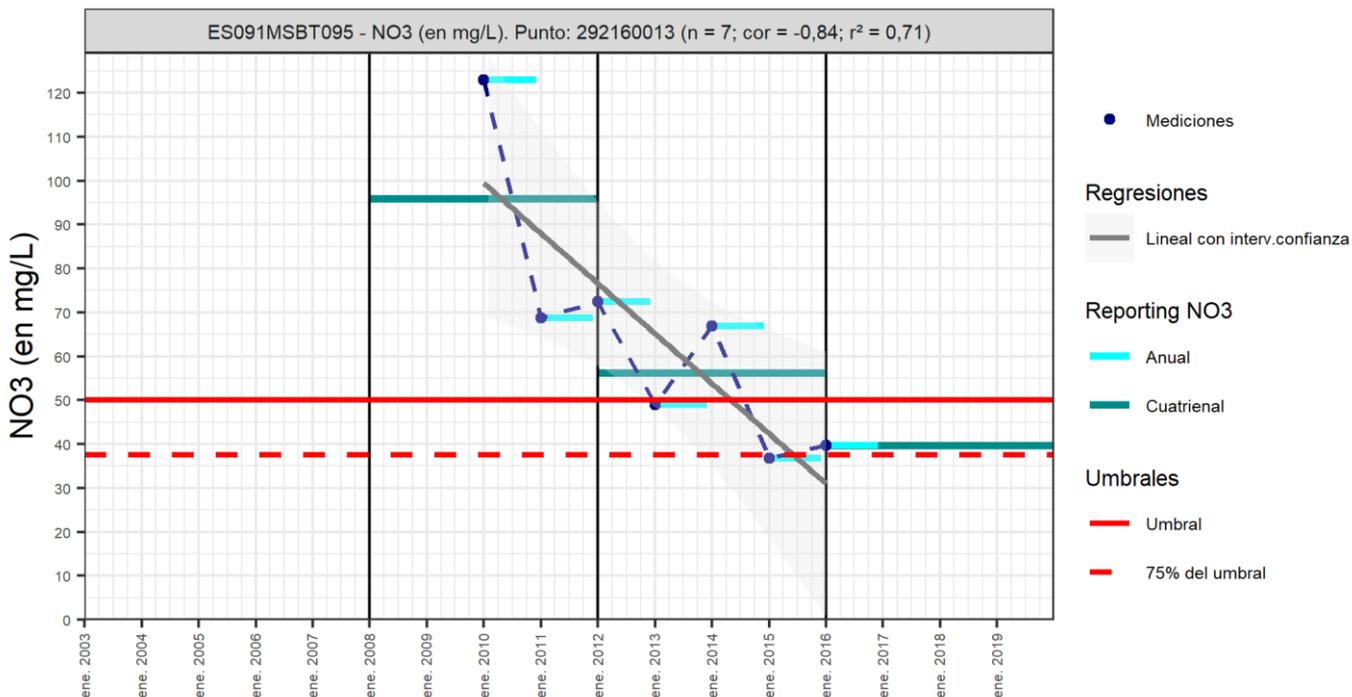
Código Punto 292130021



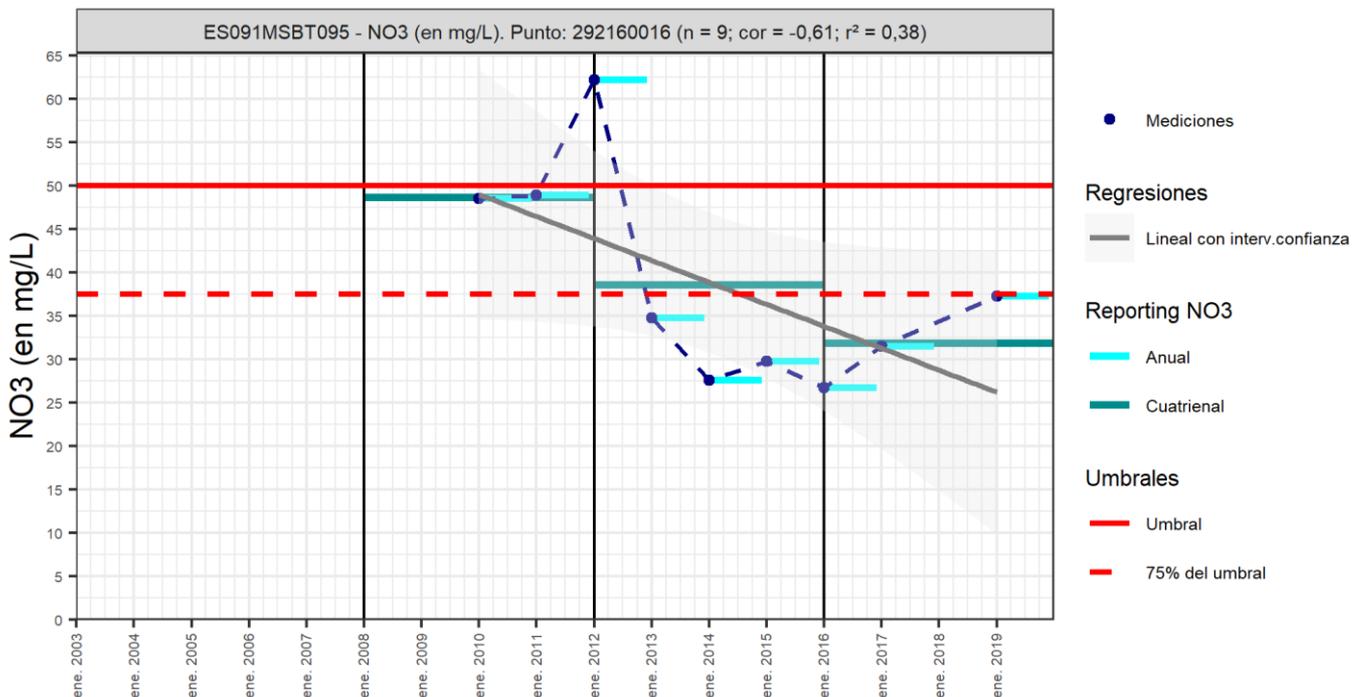
Código Punto 292130026



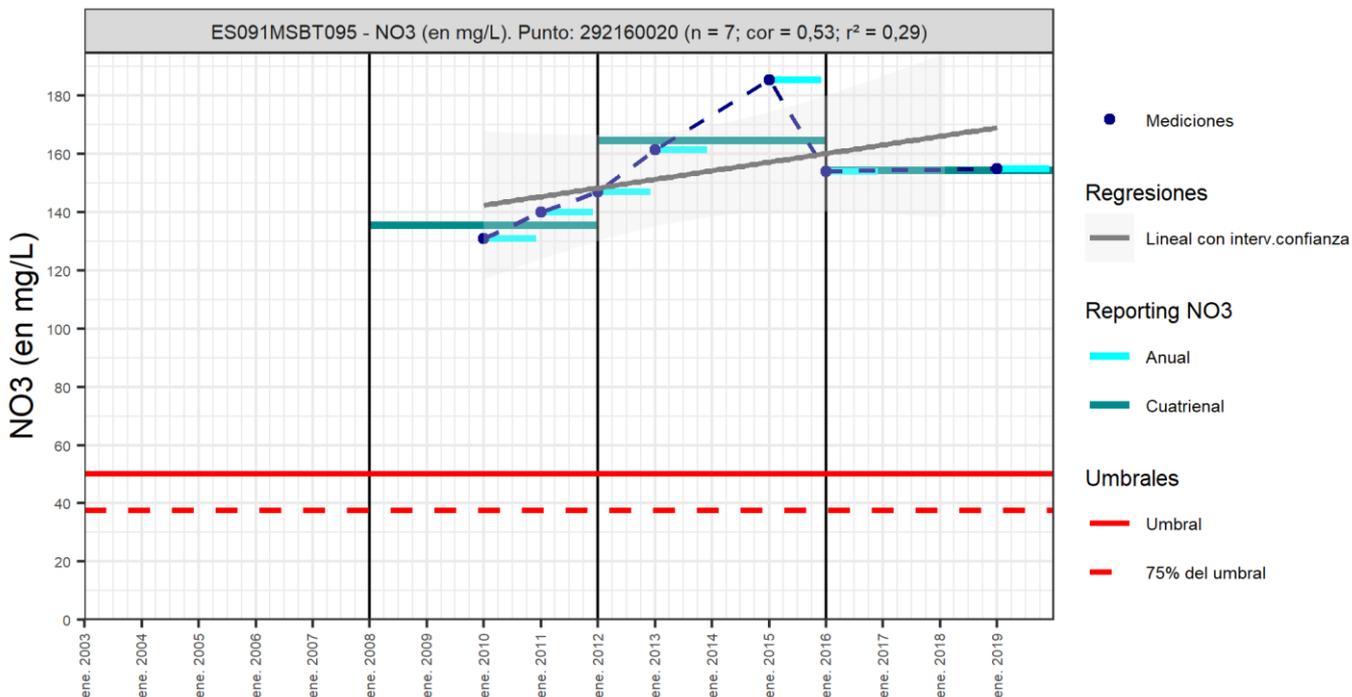
Código Punto 292160013



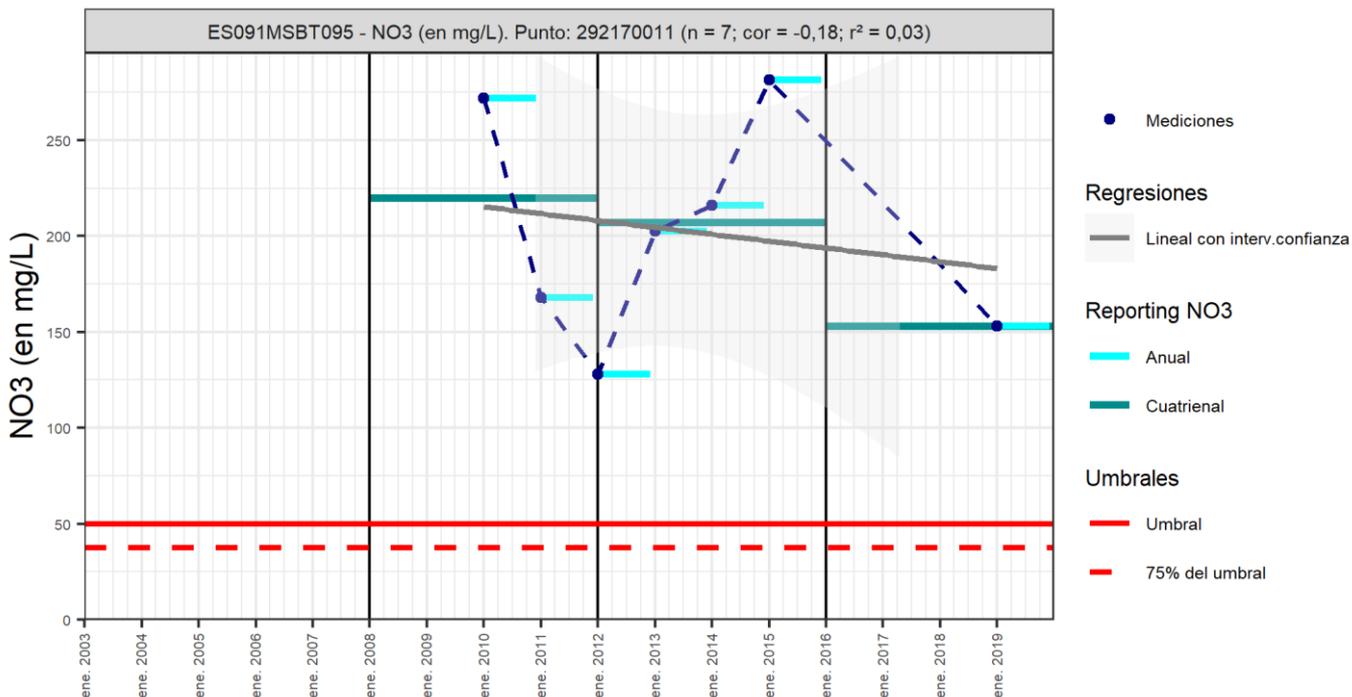
Código Punto 292160016



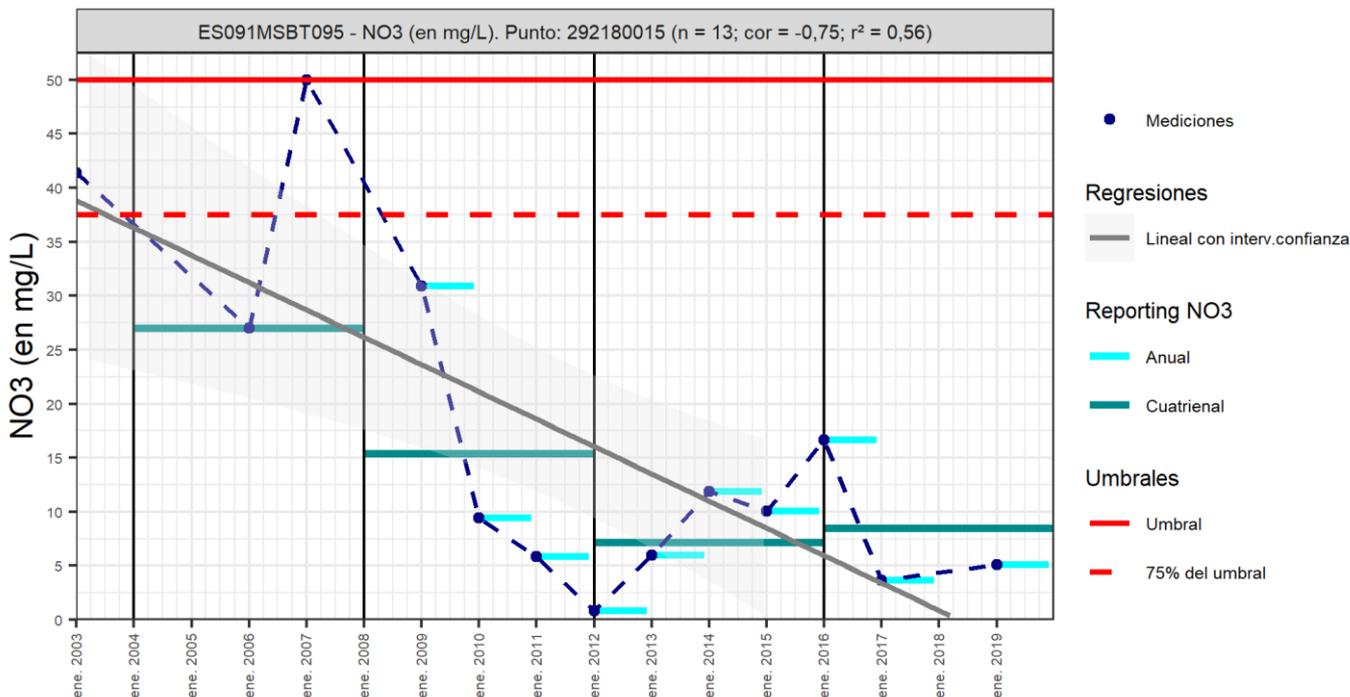
Código Punto 292160020



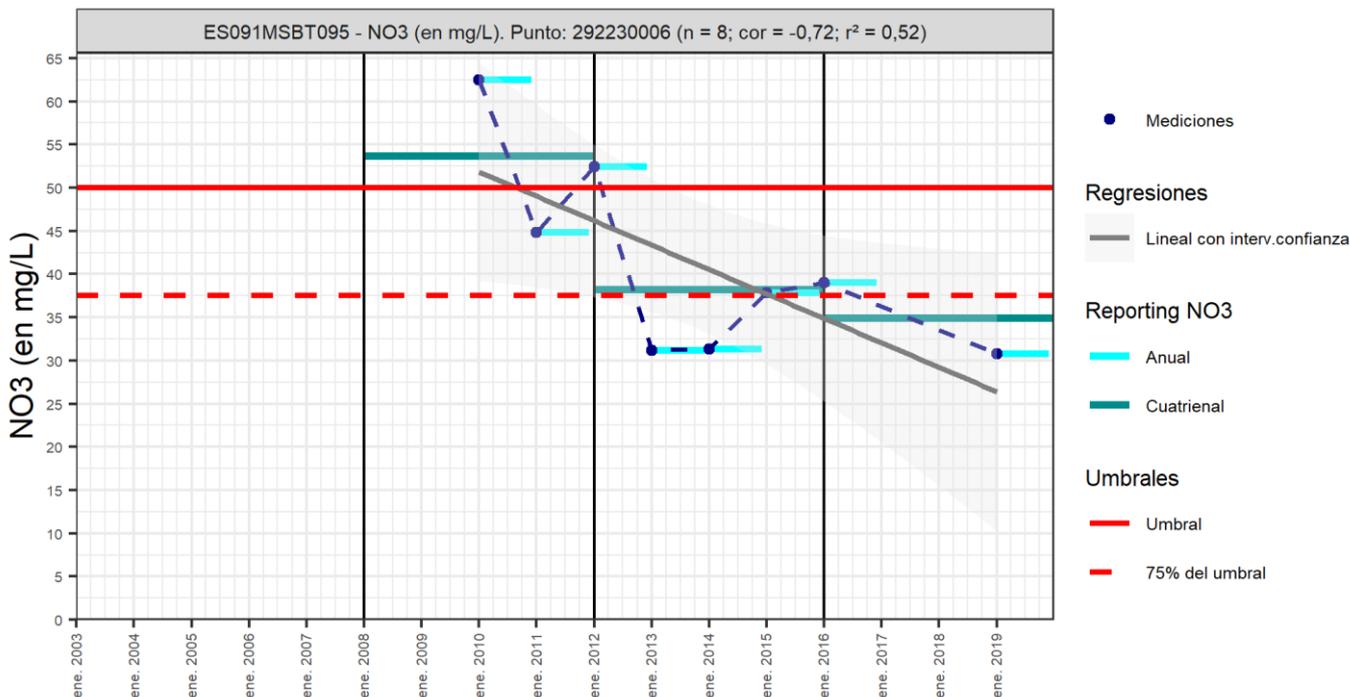
Código Punto 292170011



Código Punto 292180015



Código Punto 292230006



Análisis de tendencias

Para el análisis de la tendencia del contenido en nitratos de la masa de agua del Alto Maestrazgo se han seleccionado 5 puntos de control, 4 manantiales y 1 pozo de entre los reportados en el informe cuatrienal 2016-2019, que abarcan series de tiempo con una longitud de entre 8 y 13 años. Dos de los manantiales (IPA-292180026 y IPA-292460016) están asociados a pequeñas descargas de las formaciones en facies Weald del Cretácico inferior (calizas, margas arcillas y areniscas) junto con el pozo de abastecimiento a Portell de Morella (IPA-292180015) que atraviesa 108 m de estas mismas formaciones. Finalmente, el manantial IPA-292230006 está asociado a las descargas de las arenas de Utrillas.

Para el análisis de las tendencias cuatrienales se han incluido además 3 manantiales (IPA-292160013, IPA-292160020 e IPA-292170011) también relacionados con las formaciones del Cretácico inferior y las arenas de Utrillas.

No se dispone de datos para realizar este análisis en las formaciones acuíferas del Jurásico.

Código Punto	Unidad	Resultados del análisis de tendencias						Nitrato (NO ₃ ⁻)			
		Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	N test	Valor Mín.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC./ V.Umbral
292130021	mg/L	Histórica	2010	2019	Anual	10	9	59,70	79,60		37,50
292130026	mg/L	Histórica	2010	2019	Anual	9	9	155,00	206,00		37,50
292160013	mg/L	Histórica	2010	2016	Anual	7	0	36,75	123,00		37,50
292160016	mg/L	Histórica	2010	2019	Anual	9	9	26,80	62,20		37,50
292160020	mg/L	Histórica	2010	2019	Anual	7	0	131,00	185,50		37,50
292170011	mg/L	Histórica	2010	2019	Anual	7	0	128,15	281,50		37,50
292180015	mg/L	Histórica	2006	2019	Anual	13	12	0,80	50,00	50,00	37,50
292230006	mg/L	Histórica	2010	2019	Anual	8	8	30,80	62,50		37,50

Código Punto	Resultados del análisis de tendencias						
	Método estadístico						
	Regresión Lineal Simple			Test de Mann-Kendall			
	R2	Tendencia	NCF Cualitativa	Tend.	p-value	GS (%)	NCF Cuantitativa
292130021	0,00400	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	1,00E+00	0,00	MEDIO
292130026	0,17300	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	4,60E-01	53,90	MEDIO
292160013							
292160016	0,37700	Descendente	ALTO	Sin Tendencia	2,50E-01	74,90	MEDIO
292160020							
292170011							
292180015	0,44300	Descendente	ALTO	Sin Tendencia	1,10E-01	88,50	MEDIO
292230006	0,51300	Descendente	ALTO	Sin Tendencia	1,10E-01	89,20	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)	3º	4º	(Δ)Valor de Tendencia (mg/L)	Tendencia
										Cuatrienio (2012-2015)	Cuatrienio (2016-2019)		
292130021	Histórica	2006	2019	Cuatrienal	3	71,60	75,80		37,50	71,60	73,30	1,70	Ascendente
292130026	Histórica	2010	2019	Cuatrienal	3	171,30	197,00		37,50	197,00	171,30	-25,70	Descendente
292160013	Histórica	2010	2016	Cuatrienal	3	39,70	95,80		37,50	56,30	39,70	-16,60	Descendente
292160016	Histórica	2010	2019	Cuatrienal	3	31,90	48,70		37,50	38,60	31,90	-6,70	Descendente
292160020	Histórica	2010	2019	Cuatrienal	3	135,50	164,70		37,50	164,70	154,50	-10,20	Descendente
292170011	Histórica	2010	2019	Cuatrienal	3	153,00	220,00		37,50	207,00	153,00	-54,00	Descendente
292180015	Histórica	2006	2019	Cuatrienal	4	7,20	27,00	50,00	37,50	7,20	8,50	1,30	Ascendente
292230006	Histórica	2010	2019	Cuatrienal	3	34,90	53,60		37,50	38,20	34,90	-3,30	Descendente

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua del Alto Maestrazgo se localiza en el extremo sureste de la Cuenca del Ebro, en el límite entre la demarcación hidrográfica del Ebro y la del Júcar, correspondiendo con la cabecera de los ríos Bergantes y Bordón, tributarios de río Guadalope. Administrativamente se reparte entre la provincia de Teruel (38%) y la de Castellón (62%).

Pertenece al Dominio Maestrazgo-Catalánides, situado en el Maestrazgo Central en la zona de enlace de la Ibérica con la cordillera Costera-Catalana. Se trata de una zona de importantes relieves, que pueden alcanzar altitudes de más de 1.700 m s.n.m., caracterizada por la formación de estructuras geológicas sencillas de plegamiento muy abierto y fracturación Ibérica del paleógeno, afectadas a su vez en el sector oriental por directrices catalánides más tardías que generan una mayor fracturación y un plegamiento más apretado, sin llegar a desarrollar mantos de cabalgamiento. Las principales litologías que constituyen esta masa de agua se formaron en ambientes marinos de plataforma externa durante el Mesozoico con espesores que pueden llegar a superar los 3.000 m. La serie estratigráfica de muro a techo corresponde con las arcillas y arenas del Paleozoico; el Triásico definido por las areniscas y arcillas del Bundsandstein, las calizas del Muschelkalk y las arcillas y anhidritas del Keuper; la serie carbonatada del Jurásico representada por las formaciones de calizas y dolomías del Lías, Malm y Dogger; Cretácico inferior definido por formaciones de origen marino y continental (Facies Weald y Urgon) y Cretácico superior también carbonatado; Finalmente cuaternario representado por los aluviales y terrazas de los principales ríos.

Las características geológicas de esta masa de agua le confieren un grado de vulnerabilidad según DRASTIC reducido (Min. Grado = 1; Max Grado =10) de medio y bajo (grados de 1 al 6) al 92% de la superficie de la masa de agua, alcanzando el grado más alto en 7-9 en el entorno de los principales ríos.

El límite norte de la masa de agua del alto Maestrazgo está marcado por la divisoria hidrogeológica con el sistema Aliaga- Calanda, y el Oeste con el contacto entre los materiales del Cretácico superior de la masa de agua de Pitarque con las areniscas de Utrillas. Los límites este y sur, son límites abiertos establecidos a partir de la divisoria entre la cuenca del Ebro y la del Júcar que permite la salida de un flujo regional subterráneo profundo de dirección SE, con descarga en el mar Mediterráneo.

Esta masa de agua involucra principalmente los depósitos de naturaleza carbonatada (calizas y dolomías, principalmente) del Jurásico marino donde se constituyen acuíferos de porosidad alta relacionada con procesos de karstificación y fisuración. La principal formación geológica permeable (FGP) corresponde a las calizas del Jurásico inferior (FGP-Lías) asociado con los flujos de agua subterráneos regionales, sin que presente superficies de afloramiento dentro de la masa de agua. El acuífero de las calizas y dolomías del Jurásico superior (FGP-Malm) afloran en la zona oriental de la masa de agua y configura un sistema de acuíferos aislados con niveles por encima del nivel piezométrico regional. El acuífero del Cretácico inferior (FGP-Cretácico Inferior) está formado por calizas masivas y constituye la formación geológica permeable con mayor superficie de afloramiento, localizada en la parte nororiental de la masa de agua. El Cretácico superior (FGP-Cretácico superior), compuesto por dolomías y calizas, aflora en la parte NE y da lugar a la formación de muelas que albergan acuíferos colgados, que se drenan en la zona de intersección de las formaciones basales impermeables con la red hidrográfica, formando pequeños manantiales. La formación arenas de Utrillas (FGP-Fm Arena de Utrillas), constituyen un acuífero de permeabilidad media, en los que se forman numerosos manantiales muy locales y de bajo caudal. Finalmente se encuentra el acuífero constituido por depósitos aluviales Cuaternarios (FGP-Cuaternario) compuestos por gravas, arenas y arcillas, de poca extensión y desarrollo dentro de esta masa de agua.

El funcionamiento hidrogeológico se define a partir de las entradas por infiltración de las precipitaciones sobre toda la extensión de los afloramientos acuíferos (Cretácicos principalmente) y por la infiltración en los tramos de cauces que atraviesa los afloramientos permeables, que recargan los acuíferos del Jurásico y Cretácico Inferior. Se trata de una masa de agua donde la cota de los ríos (cuenca del Bergantes), se encuentra por debajo de los niveles piezométricos de las diferentes formaciones geológicas permeables que atraviesa, de modo que son considerados ríos potencialmente perdedores en todo su recorrido. Por otro lado, las descargas se producen a través de pequeños manantiales de control geológico, colgados con respecto al nivel regional. Estas descargas son muy escasas (caudales inferiores a 5 l/l), y representan un pequeño porcentaje de la recarga total de la masa de agua, por lo que se asume que la mayor parte del drenaje subterráneo se produce por transferencia lateral hacia otras masas de agua.

Dentro de esta masa de agua no se identifica como presión significativa la extracción de agua. En el tercer ciclo de planificación se calcula un recurso disponible de 22 hm³/año frente a unas extracciones de 0,6 hm³/año, lo que permite obtener como resultado para el índice de explotación (IE) un valor muy bajo de 0,01. Dentro de esta masa de agua se dispone de 2 piezómetros de control en el acuífero del Malm en La Cuba con datos desde 1994 y otro construido en 2007 de 1000 m de profundidad en Forcall que atraviesa las formaciones del Malm y del Lías. El piezómetro del acuífero del Malm en La Cuba muestra una clara recuperación a partir de 2008.

En cuanto a la caracterización hidrogeoquímica, encontramos que la facies dominante en todos los acuíferos analizados corresponde a bicarbonatada cálcica. Son aguas de mineralización media con una conductividad eléctrica comprendida entre 300 - 1200 µS/cm, con valores más elevados por encima de 1000 µS/cm en los manantiales de la red asociados con las formaciones del Cretácico superior. La concentración en mg/l del CaCO₃, calculadas a partir de las concentraciones máximas y mínimas de Ca y Mg varía entre 150 y 630 mg/l, lo que indica que son aguas de naturaleza muy dura. La representación de los

muestreos en los diagramas de columnas muestra diferencias poco significativas en la evolución química (Cl y SO₄) del agua subterránea respecto a la Línea Base.

Esta masa de agua se encuentra en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales. Sobre esta masa de agua se identifica como presión difusa significativa la agricultura (2.2) y la carga ganadera (2.10) con un impacto probable de contaminación por nutrientes (NUTR). El contaminante de riesgo asociado a esta contaminación corresponde al nitrato obteniéndose concentraciones por encima de la norma de calidad de 50 mg/l en los puntos IPA-292170011, IPA-292130026, IPA-292160020, IPA292130021 e IPA-292160013 correspondientes en su mayor parte a manantiales de descarga de las FGP del Cretácico inferior.

Se ha realizado análisis de tendencias en 6 puntos de la red de control de entre los reportados en el informe cuatrienal 2016-2019, que abarcan series de tiempo con una longitud de entre 8 y 12 años. A partir del análisis por regresión lineal y Mann-Kendal no se identifica tendencia, creciente o decreciente, que estadísticamente sean significativas dentro de esta masa de agua ya que el grado de significancia (GS) obtenido en el análisis es < 90% (tendencia dudosa).

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019 se observa en la mayor parte de los puntos analizados un descenso del contenido en nitrato en el último cuatrienio. Estos descensos son muy variables, pudiendo alcanzar en algunos casos más de 25 mg/L en manantiales cuya serie histórica registra valores de más de 200 mg/L (IPA-292180026 y IPA-292170011). Tan solo incrementan el contenido en nitrato en el último cuatrienio los puntos de control IPA-292130021 e IPA-292180015 con incrementos muy bajos, inferiores a 3 mg/L.

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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>
	S08 Cartografía Geológica <input type="checkbox"/>
	S09 Generación de cortes geológicos <input checked="" type="checkbox"/>
	S10 Estudios estructurales <input checked="" 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 type="checkbox"/>
	S13 Ensayos y recogida de muestras en campo y análisis en laboratorio. Aplicación de métodos de investigación directos. <input type="checkbox"/>
	S14 Estimación de parámetros de la ZNS a través de métodos indirectos. <input type="checkbox"/>
	S15 Modelización de la ZNS <input type="checkbox"/>
	S16 Diseño y creación de un sistema de almacenamiento de la información de los parámetros de la ZNS <input 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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>
	S29 Análisis granulométricos <input checked="" 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 type="checkbox"/>
	S56 Estimación de la recarga por Métodos Hidrodinámicos (Ley de Darcy) <input type="checkbox"/>
	S57 Estimación de la recarga por métodos hidroquímicos o de trazadores <input 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 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 MSBT Alto Maestrazgo:

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.

Estudio de la piezometría: 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. Dada la extensión de la superficie agrícola, y la importante presión ganadera que soporta esta masa de agua repartida por buena parte de su superficie, también se requiere de la realización de "barridos" que permitan detectar impactos previamente no detectados en toda su extensión. Además, como apoyo a los trabajos de planificación hidrológica, se debe 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 todas aquellas zonas con carencias de información, se deben efectuar estudios para la determinación de los niveles de fondo.

Estudios de contaminación difusa: la MSBT se encuentra en riesgo químico por contaminación difusa por nitratos que afecta fundamentalmente a los acuíferos localizados en la cuenca del río Cantavieja. 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 que permitan determinar la tridimensionalidad de la dinámica de progreso de esta contaminación y su evolución en el tiempo. Para ello se plantean campañas específicas de muestreo, la construcción de puntos de control específicos en caso de ser necesarios, estudios isotópicos y estudios de atenuación natural.

Relación río acuífero y estudio de necesidades ambientales de los EDAS: se proponen trabajos de caracterización y estimación de las necesidades ambientales de los diferentes EDAS identificados dentro de esta masa de agua.

Análisis y diagnóstico de las redes de monitoreo: 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. Esta masa de agua presenta numerosos acuíferos con funcionamientos independientes según zonas de modo que requieren de un importante número de puntos de control tanto químico como piezométrico para su correcto control y conocimiento.

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 esta MSBT la creación y/o mejora del modelo geológico 3D que sirva como base para la generación de modelos de flujo. Es aconsejable considerar las MSBT vecinas para su posible integración, en este caso, incorporar también las masas de agua situadas en la cuenca del Júcar (Maestrazgo Occidental y el Turmell).

Modelización de flujo subterráneo: se plantea abordar la creación de 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. Es aconsejable considerar las MSBT vecinas para su posible integración, en este caso, incorporar también las masas de agua situadas en la cuenca del Júcar (Maestrazgo Occidental y el Turmell), que permitan determinar los flujos regionales de salida hacia el mar

Mediterráneo.

Modelización de transporte de reactivos y solutos: se propone la generación de un modelo de transporte que permita comprender el origen y la causa de las variaciones espaciales y temporales de los elementos contaminantes. Estos modelos van a permitir definir la extensión de la contaminación, así como plantear escenarios para la mejora de la gestión y la ayuda a 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 irá acompañado 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 (2008). Fichas de caracterización de las masas de agua subterránea en Información de Planificación Hidrológica de la CHE (www.chebro.es).
- CHE (2015). Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Segundo ciclo de planificación: 2015 – 2021. 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.
- 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 (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. • IGME (1973). Magna de Geología 1:50.000, hoja 545 Morella.
- IGME (1981). Magna de Geología 1:50.000, hoja 544 Forcall.
- IGME y SGE (2004). Geología de España. Madrid.
- 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, 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de la planificación hidrológica. Boletín Oficial del Estado número229, Gobierno de España.

ANEXO 1: ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)



MSBT: ES091MSBT095 - ALTO MAESTRAZGO

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.



MSBT: ES091MSBT095 - ALTO MAESTRAZGO

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	292110002						
Valor							
Máx.	15,7	8	464	10,80	4,0	<LQ	249,0
Mín.	6,0	7	404	8,60	<LQ	<LQ	220,0
P50	11,3	8	428	10,05	1,3	<LQ	234,0
N reg.	5	6	5	6	3		3
Código Punto	292130004						
Valor							
Máx.	21,8	8	780	9,30	<LQ	<LQ	235,0
Mín.	15,9	7	463	5,30	<LQ	<LQ	203,0
P50	17,5	7	595	7,45	<LQ	<LQ	219,0
N reg.	5	5	4	6	3		2
Código Punto	292130021						
Valor							
Máx.	18,4	8	523	11,80	1,9	<LQ	149,0
Mín.	10,9	7	384	0,82	<LQ	<LQ	149,0
P50	13,2	8	483	9,30	<LQ	<LQ	149,0
N reg.	9	11	13	15	10		1
Código Punto	292130026						
Valor							
Máx.	17,0	8	1.249	10,40	0,7	<LQ	225,0
Mín.	12,8	7	890	7,30	<LQ	<LQ	225,0
P50	14,6	8	1.138	9,20	<LQ	<LQ	225,0
N reg.	9	9	10	13	9		1
Código Punto	292140028						
Valor							
Máx.	18,3	7	1.019	10,50	<LQ	<LQ	295,0
Mín.	14,0	7	730	1,80	<LQ	<LQ	263,0
P50	14,8	7	965	5,80	<LQ	<LQ	285,0
N reg.	6	7	7	8	5		3
Código Punto	292140036						
Valor							
Máx.	19,1	8	877	9,20	<LQ	<LQ	297,0
Mín.	12,4	7	712	0,80	<LQ	<LQ	297,0
P50	13,2	8	728	5,80	<LQ	<LQ	297,0
N reg.	4	6	5	6	4		1
Código Punto	292160012						
Valor							
Máx.	15,6	8	503	12,30	0,9	<LQ	225,0
Mín.	8,6	8	308	6,60	<LQ	<LQ	206,0
P50	10,7	8	404	9,85	<LQ	<LQ	216,5
N reg.	8	8	8	10	6		4
Código Punto	292160013						
Valor							
Máx.	16,5	8	807	11,10	0,9	<LQ	273,0
Mín.	11,2	7	609	7,80	<LQ	<LQ	273,0
P50	12,6	7	742	9,35	<LQ	<LQ	273,0
N reg.	6	9	9	10	8		1
Código Punto	292160016						
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.	20,3	8	693	10,60	0,6	<LQ	215,0
Mín.	13,2	7	478	7,40	<LQ	<LQ	215,0
P50	14,6	8	572	9,25	<LQ	<LQ	215,0
N reg.	9	10	12	14	10		1
Código Punto	292160018						
Valor							
Máx.	23,4	8	582	11,40	0,9	<LQ	242,0
Mín.	11,7	8	445	6,00	<LQ	<LQ	242,0
P50	16,7	8	487	9,45	0,5	<LQ	242,0
N reg.	3	3	3	4	2		1
Código Punto	292160020						
Valor							
Máx.	17,6	8	1.314	10,70	0,9	<LQ	277,0
Mín.	12,8	7	872	6,40	<LQ	<LQ	277,0
P50	15,4	7	1.182	8,00	0,3	<LQ	277,0
N reg.	6	7	8	9	6		1
Código Punto	292170011						
Valor							
Máx.	18,2	8	1.341	11,20	<LQ	<LQ	196,0
Mín.	13,3	7	693	8,90	<LQ	<LQ	196,0
P50	15,3	8	1.026	9,90	<LQ	<LQ	196,0
N reg.	8	8	9	11	7		1
Código Punto	292180015						
Valor							
Máx.	17,0	8	995	9,80	1,9	<LQ	293,0
Mín.	12,4	7	700	0,73	<LQ	<LQ	210,0
P50	14,6	7	837	7,10	<LQ	<LQ	259,0
N reg.	12	14	15	18	11		3
Código Punto	292230006						
Valor							
Máx.	23,4	8	612	11,70	0,8	<LQ	204,0
Mín.	12,0	8	396	7,00	<LQ	<LQ	204,0
P50	15,8	8	566	9,20	<LQ	<LQ	204,0
N reg.	8	9	10	12	8		1
Código Punto	302110017						
Valor							
Máx.	15,8	8	482	14,90	1,2	<LQ	231,0
Mín.	10,3	7	391	1,61	<LQ	<LQ	172,0
P50	12,6	8	445	10,25	<LQ	<LQ	205,0
N reg.	8	9	8	10	7		3
Código Punto	302120008						
Valor							
Máx.	16,4	8	561	10,70	0,5	<LQ	234,0
Mín.	11,6	7	528	3,70	<LQ	<LQ	228,0
P50	15,2	8	533	9,35	<LQ	<LQ	231,0
N reg.	5	5	3	6	4		2

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	292110002								
Valor									
Máx.	303,8	<LQ	6,00	23,9	1,3	<LQ	0,49	3,0	0,7
Mín.	263,5	<LQ	<LQ	11,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	275,7	<LQ	3,97	17,2	0,4	<LQ	<LQ	2,1	0,2

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	292110002								
Valor									
N reg.	5	5	6	6	6	4	4	6	6
Código Punto	292130004								
Valor									
Máx.	286,7	<LQ	25,00	136,0	66,0	<LQ	0,07	10,0	5,3
Mín.	207,0	<LQ	4,89	69,0	7,5	<LQ	<LQ	2,6	1,8
P50	254,2	<LQ	9,45	89,3	17,8	<LQ	0,04	4,2	2,4
N reg.	6	5	6	6	6	2	2	6	6
Código Punto	292130021								
Valor									
Máx.	204,1	<LQ	14,10	17,0	82,9	0,01	<LQ	3,4	3,0
Mín.	150,0	<LQ	10,20	10,8	52,5	<LQ	<LQ	<LQ	0,9
P50	189,1	<LQ	11,50	12,6	74,6	<LQ	<LQ	2,4	1,1
N reg.	12	12	14	14	15	14	13	14	13
Código Punto	292130026								
Valor									
Máx.	286,7	<LQ	65,30	173,0	215,0	0,01	<LQ	27,5	52,2
Mín.	228,0	<LQ	42,80	130,0	155,0	<LQ	<LQ	16,2	41,3
P50	270,1	<LQ	50,90	152,5	182,0	<LQ	<LQ	22,9	46,0
N reg.	11	11	12	12	13	12	12	12	12
Código Punto	292140028								
Valor									
Máx.	352,6	<LQ	48,00	202,0	44,0	0,05	0,07	62,0	6,0
Mín.	320,9	<LQ	35,10	129,0	2,3	<LQ	<LQ	29,0	3,4
P50	347,7	<LQ	41,45	190,5	15,3	0,00	<LQ	39,0	4,2
N reg.	7	6	8	8	8	6	6	8	8
Código Punto	292140036								
Valor									
Máx.	362,3	<LQ	19,90	179,0	3,4	0,01	<LQ	101,0	5,0
Mín.	319,6	<LQ	12,00	140,0	<LQ	<LQ	<LQ	70,9	3,3
P50	346,5	<LQ	14,40	163,0	2,0	0,00	<LQ	84,9	3,3
N reg.	5	4	6	6	6	6	4	6	5
Código Punto	292160012								
Valor									
Máx.	271,1	<LQ	5,00	26,3	1,0	0,00	0,19	2,0	1,0
Mín.	156,2	<LQ	<LQ	14,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	248,0	<LQ	2,62	19,8	0,4	<LQ	<LQ	1,4	0,7
N reg.	8	7	10	10	10	9	7	10	10
Código Punto	292160013								
Valor									
Máx.	347,7	<LQ	30,70	66,3	123,0	0,00	<LQ	11,7	5,1
Mín.	289,0	<LQ	13,60	31,8	32,1	<LQ	<LQ	6,9	2,9
P50	339,1	<LQ	17,70	44,0	56,9	<LQ	<LQ	8,9	3,8
N reg.	9	9	10	10	10	10	10	10	10
Código Punto	292160016								
Valor									
Máx.	280,6	<LQ	26,20	37,6	64,2	0,01	<LQ	4,0	2,6
Mín.	212,0	<LQ	13,70	27,1	25,0	<LQ	<LQ	2,5	1,2
P50	265,1	<LQ	17,90	32,2	31,0	<LQ	<LQ	3,0	1,5
N reg.	12	12	13	13	14	13	13	13	13
Código Punto	292160018								
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	292160018								
Valor									
Máx.	308,7	<LQ	10,80	32,7	38,8	0,25	<LQ	2,9	2,0
Mín.	255,1	<LQ	<LQ	26,7	4,7	0,25	<LQ	<LQ	1,6
P50	264,0	<LQ	9,91	29,8	32,2	0,25	<LQ	2,7	1,9
N reg.	3	3	4	4	4	1	1	4	4
Código Punto	292160020								
Valor									
Máx.	339,1	<LQ	95,70	102,0	195,0	0,15	<LQ	24,1	16,5
Mín.	273,0	<LQ	72,70	86,8	131,0	0,00	<LQ	16,7	14,5
P50	333,1	<LQ	88,65	94,8	155,0	0,02	<LQ	21,8	15,6
N reg.	7	7	8	8	9	8	8	8	8
Código Punto	292170011								
Valor									
Máx.	280,1	<LQ	85,10	115,0	291,0	0,03	<LQ	15,5	3,6
Mín.	177,0	<LQ	26,00	77,8	88,3	<LQ	<LQ	11,5	2,5
P50	242,1	<LQ	68,10	100,5	183,0	<LQ	<LQ	13,0	3,2
N reg.	9	9	10	10	11	10	10	10	10
Código Punto	292180015								
Valor									
Máx.	370,0	<LQ	35,40	226,0	50,0	0,01	0,13	15,0	10,4
Mín.	256,2	<LQ	18,30	110,0	0,2	<LQ	<LQ	8,1	3,8
P50	348,9	<LQ	25,00	176,0	9,4	<LQ	<LQ	10,0	4,6
N reg.	15	14	17	17	18	16	15	17	16
Código Punto	292230006								
Valor									
Máx.	275,7	<LQ	23,50	45,5	65,7	0,25	0,19	6,8	5,1
Mín.	168,1	<LQ	13,80	30,2	27,2	<LQ	<LQ	5,1	3,4
P50	256,5	<LQ	16,40	41,0	37,1	<LQ	<LQ	5,7	4,4
N reg.	10	10	11	11	12	11	11	11	11
Código Punto	302110017								
Valor									
Máx.	281,8	<LQ	11,00	32,0	7,0	0,00	<LQ	5,0	1,3
Mín.	209,8	<LQ	<LQ	24,0	<LQ	<LQ	<LQ	3,5	<LQ
P50	250,1	<LQ	8,03	26,6	3,7	<LQ	<LQ	4,0	1,1
N reg.	9	7	10	10	10	8	6	10	9
Código Punto	302120008								
Valor									
Máx.	280,6	<LQ	26,30	75,0	72,0	<LQ	0,12	9,0	2,0
Mín.	215,0	<LQ	14,20	12,0	11,4	<LQ	<LQ	6,7	0,8
P50	278,1	<LQ	20,30	56,3	14,0	<LQ	0,06	8,0	1,1
N reg.	5	4	6	6	6	3	2	6	6
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	292110002								
Valor									
Máx.	94,0	18,0	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	70,5	12,8	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	78,0	14,9	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	1	2		5			
Código Punto	292130004								
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	292130004								
Valor									
Máx.	126,0	31,0	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	75,6	22,0	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	88,2	27,1	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	1	2		5			
Código Punto	292130021								
Valor									
Máx.	96,5	9,3	0,6000	<LQ	<LQ	0,09	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	69,9	5,9	0,6000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	90,3	6,4	0,6000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	13	13	1	1	1	14			
Código Punto	292130026								
Valor									
Máx.	206,0	15,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	143,0	12,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	187,5	12,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	12	12				12			
Código Punto	292140028								
Valor									
Máx.	157,0	48,0	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	68,0	37,5	0,2300	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	112,0	42,0	0,2730	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	8	8	5	6	4	7	4	4	4
Código Punto	292140036								
Valor									
Máx.	82,7	33,2	1,0000	<LQ	<LQ	0,35	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	43,0	22,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	75,2	27,0	0,5685	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	5	5	6	6	6	6	3	4	4
Código Punto	292160012								
Valor									
Máx.	78,1	13,9	0,2000	<LQ	<LQ	<LQ	0,24	<LQ	<LQ
Mín.	40,0	11,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	74,8	12,1	0,1570	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	10	10	9	9	9	10	9	8	8
Código Punto	292160013								
Valor									
Máx.	170,0	6,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	128,0	4,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	145,5	5,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	10	10				10			
Código Punto	292160016								
Valor									
Máx.	123,0	12,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	95,7	11,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	106,0	12,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	13	13				13			
Código Punto	292160018								
Valor									
Máx.	110,0	17,9	<LQ	<LQ	<LQ	0,17	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	84,6	15,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	96,0	16,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	4	4				4			

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	292160020								
Valor									
Máx.	182,0	38,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	133,0	31,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	168,0	35,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	8	8				8			
Código Punto	292170011								
Valor									
Máx.	210,0	24,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	128,0	14,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	180,0	20,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	10	10				10			
Código Punto	292180015								
Valor									
Máx.	176,0	38,6	1,0000	1,0000	<LQ	0,16	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	114,0	18,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	147,5	30,9	0,5000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	16	16	2	3	1	16			
Código Punto	292230006								
Valor									
Máx.	95,3	26,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	60,0	18,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	83,7	21,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	11	11				11			
Código Punto	302110017								
Valor									
Máx.	101,0	3,1	0,2870	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	88,0	2,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	96,1	2,9	0,2150	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9	8	9	8	9	5	6	6
Código Punto	302120008								
Valor									
Máx.	117,0	18,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	98,0	5,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	107,5	9,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	1	1	1	6			

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