

CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA



MSBT: ES091MSBT041 - LITERA ALTA

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 ES091MSBT041 Nombre MSBT LITERA ALTA

Código DH ES091 Nombre DH Ebro

Descripción localización:

La masa de agua subterránea ES091MSBT041 Litera Alta con 904,7 km² de superficie, se encuentra casi en su totalidad en la C.C.A.A de Aragón (98,3%) y una mínima superficie en la comunidad contigua de Cataluña (1,7%). Se localiza dentro del Dominio Hidrogeológico Sinclinal de Tremp en la zona nororiental de la D. Hidrográfica del Ebro. La MSBT se sitúa entre las poblaciones de El Grado y Estopiñán del Castillo al sureste, con numerosas poblaciones (28) con municipios, siendo el Graus (12,4%) y Benabarre (16,6%) los de mayor ocupación en la MSBT. Su límite oeste corresponde al cauce del río Noguera Ribagorzana.

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Aragón	Huesca	22053	Benabarre	95,65	16,63
Aragón	Huesca	22117	Graus	37,50	12,44
Aragón	Huesca	22105	Estopiñán del Castillo	99,61	9,77
Aragón	Huesca	22247	Viacamp y Litera	68,82	8,26
Aragón	Huesca	22175	Peralta de Calasanz	44,48	5,65
Aragón	Huesca	22103	Estadilla	99,25	5,54
Aragón	Huesca	22214	Secastilla	99,52	5,22
Aragón	Huesca	22113	Fueva, La	18,43	4,46
Aragón	Huesca	22110	Fonz	74,41	4,26
Aragón	Huesca	22045	Baldellou	98,50	3,32
Aragón	Huesca	22187	Puebla de Castro, La	100,00	3,25
Aragón	Huesca	22075	Camporrélls	100,00	2,95
Aragón	Huesca	22229	Tolva	43,26	2,82
Aragón	Huesca	22043	Baélls	61,76	2,72
Aragón	Huesca	22089	Castillonroy	53,32	2,22
Aragón	Huesca	22164	Olvena	99,73	1,75
Aragón	Huesca	22102	Estada	99,72	1,75
Cataluña	Lleida	25156	Os de Balaguer	11,39	1,71
Aragón	Huesca	22040	Azanuy-Alins	23,05	1,31
Aragón	Huesca	22080	Capella	19,42	1,30
Aragón	Huesca	22168	Palo	69,68	1,11
Aragón	Huesca	22115	Grado, El	14,31	1,01
Aragón	Huesca	22002	Abizanda	6,06	0,30
Aragón	Huesca	22048	Barbastro	1,09	0,13
Aragón	Huesca	22160	Naval	0,62	0,03
Aragón	Huesca	22142	Lascuarre	0,82	0,03
Cataluña	Lleida	25002	Àger	0,13	0,02
Cataluña	Lleida	25196	Sant Esteve de la Sarga	0,10	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)	782.883	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.663.562
Longitud (CENTROIDE)	0,41922	Latitud (CENTROIDE)			42,07326
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			1.052
Altitud mínima (m s.n.m.)	278	Altitud máxima (m s.n.m.)			1.330
Área total de la MSBT (km ²)	905				

1.3 POBLACIÓN ASENTADA

Nº habitantes

5.897

Año

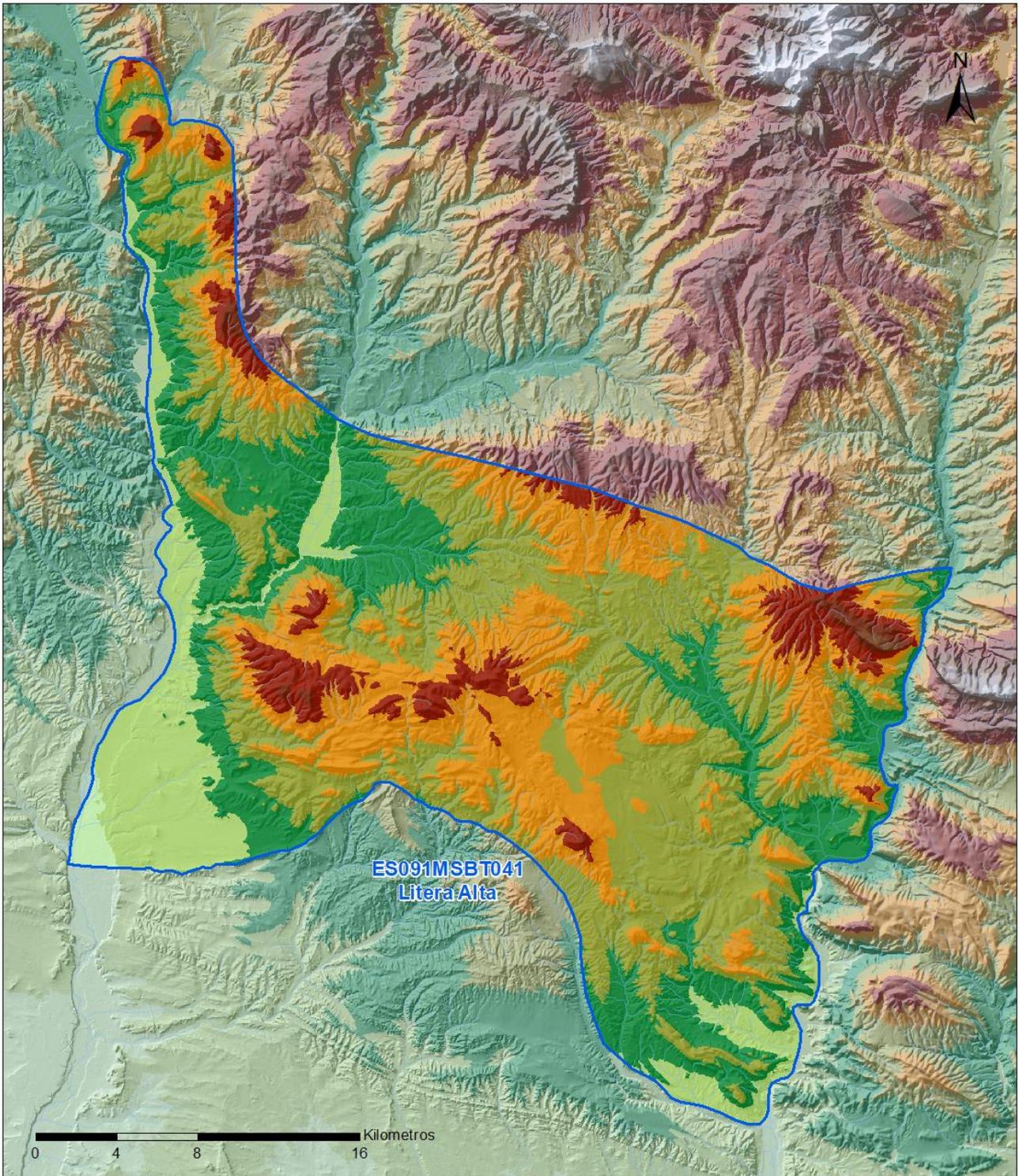
2019

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

Mapa de localización



Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

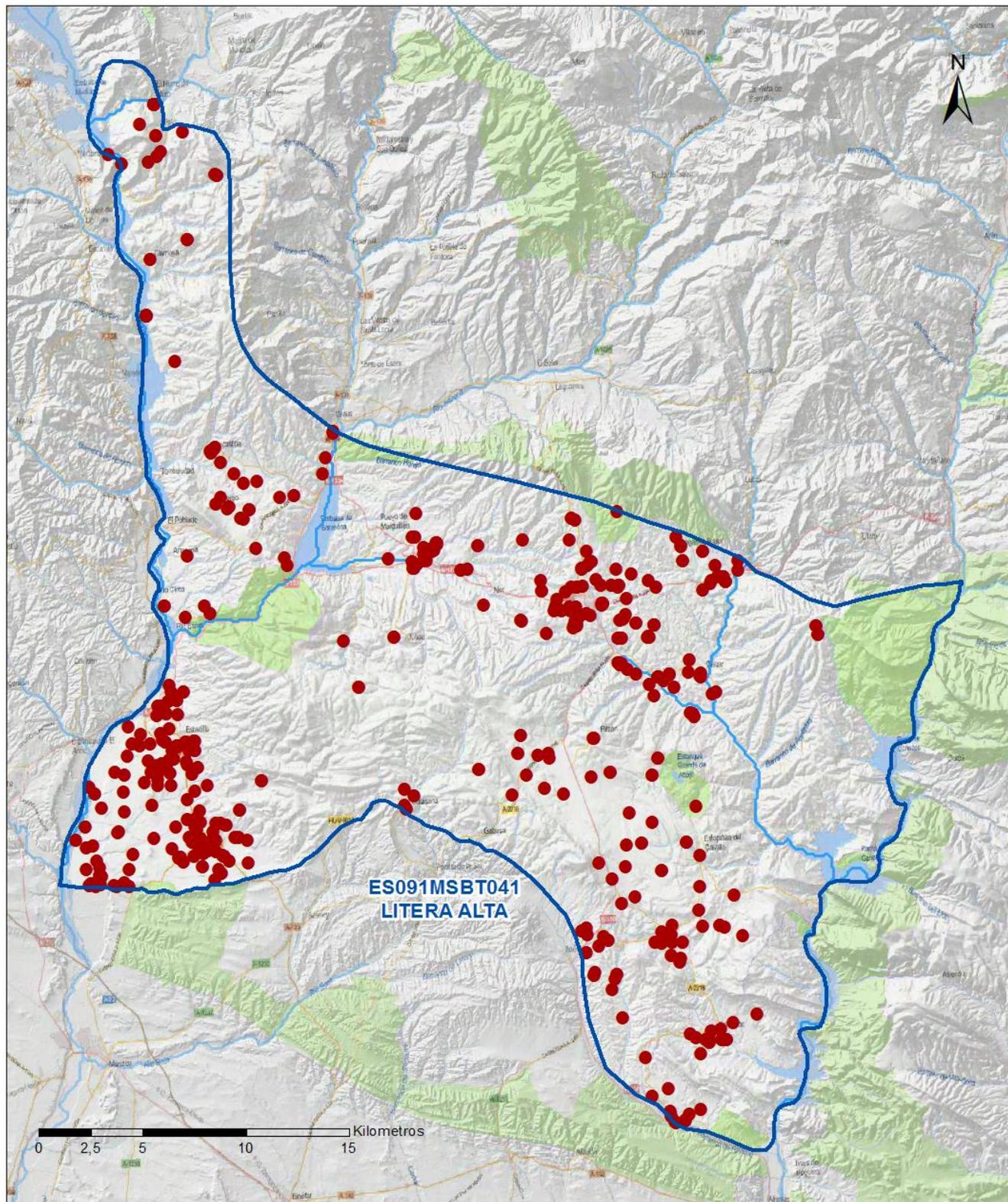


2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

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 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"/>
Extracción / Desvío de agua	3.3	Industria	<input type="checkbox"/>

Fuentes difusas



LEYENDA

-  Red hidrográfica
-  MSBT:
- ES091MSBT041
- LITERA ALTA

Tipo de Presión Difusa (significativa):

-  2.10 Otras fuentes difusas. Cabaña Ganadera.

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)
------------------------------	---------	--

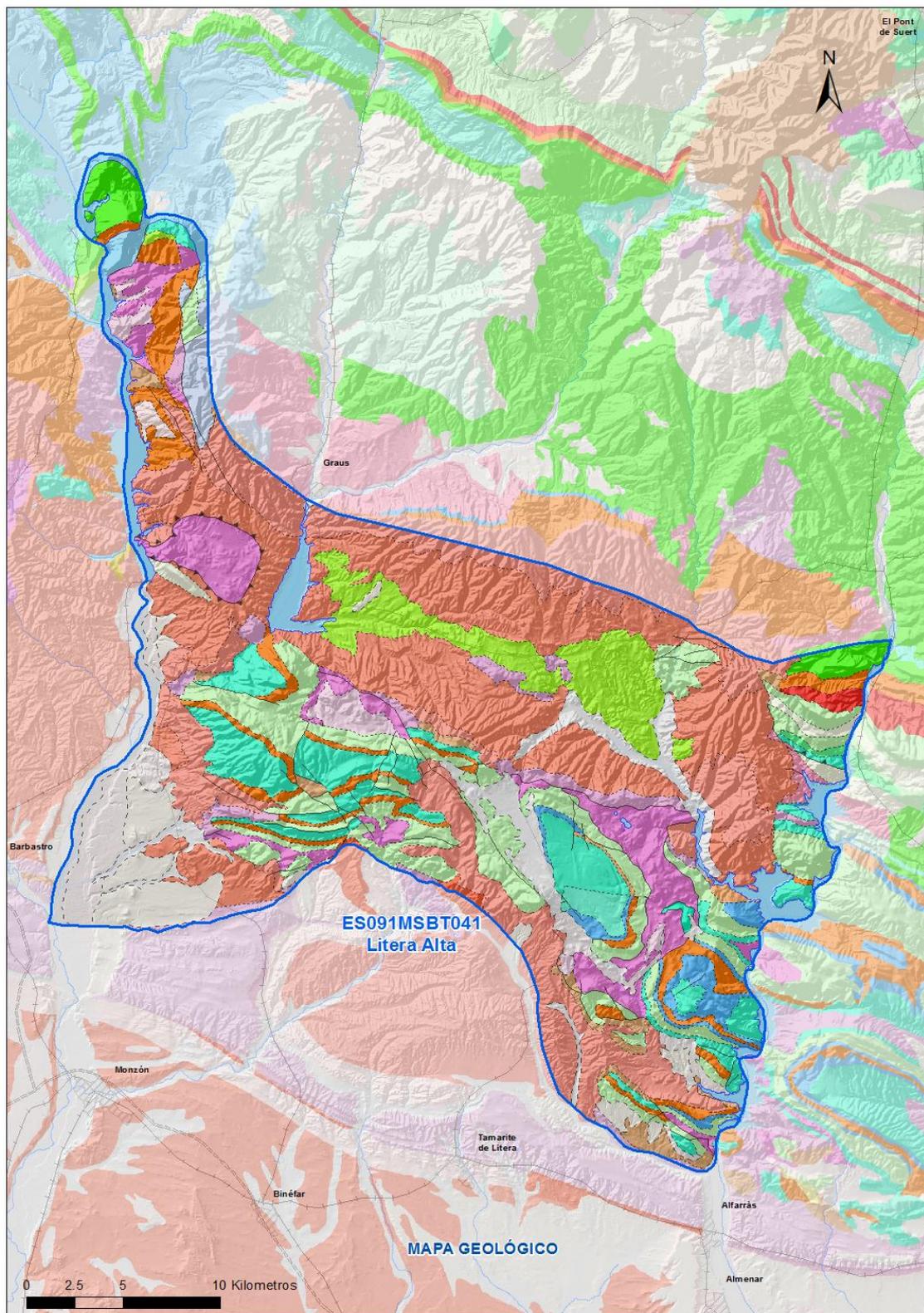
3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

Catalánides

Pirineos-Vascocantábrica

3.2 MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA



Estructuras

- ⊥ Anticlinal
- ⊥ - Anticlinal 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
5000	Masa de agua superficial
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)
378	Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Costras a techo
377	Calizas, localmente con lutitas
372	Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas
368	Lutitas, con intercalaciones de areniscas
367	Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados
366	Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas y calizas
361	Lutitas con intercalaciones de areniscas
360	Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados
359	Conglomerados, areniscas y lutitas
357	Calizas, localmente con lutitas
355	Yesos y arcillas, con alguna intercalación de halita
353	Areniscas, lutitas, margas y, localmente, conglomerados
352	Conglomerados, con intercalaciones de areniscas, margas y niveles de yeso
351	Conglomerados, con intercalaciones de areniscas y lutitas
349	Calizas, localmente con lutitas
348	Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados
346	Margas y margocalizas
344	Areniscas y lutitas. Areniscas de
340	Calizas, calcarenitas, dolomías y margas
179	Areniscas y conglomerados
177	Lutitas y areniscas (Facies Flysch)
173	Calizas arrecifales, con rudistas, calizas bioclásticas, dolomías y margas
154c	Calizas, margas y calcarenitas
147	Calizas, dolomías y margas
141	Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)
137	Dolomías, calizas y margas (F. Muschelkalk)
12	Ofitas y rocas volcánoclasticas (Ofitas del Keuper)

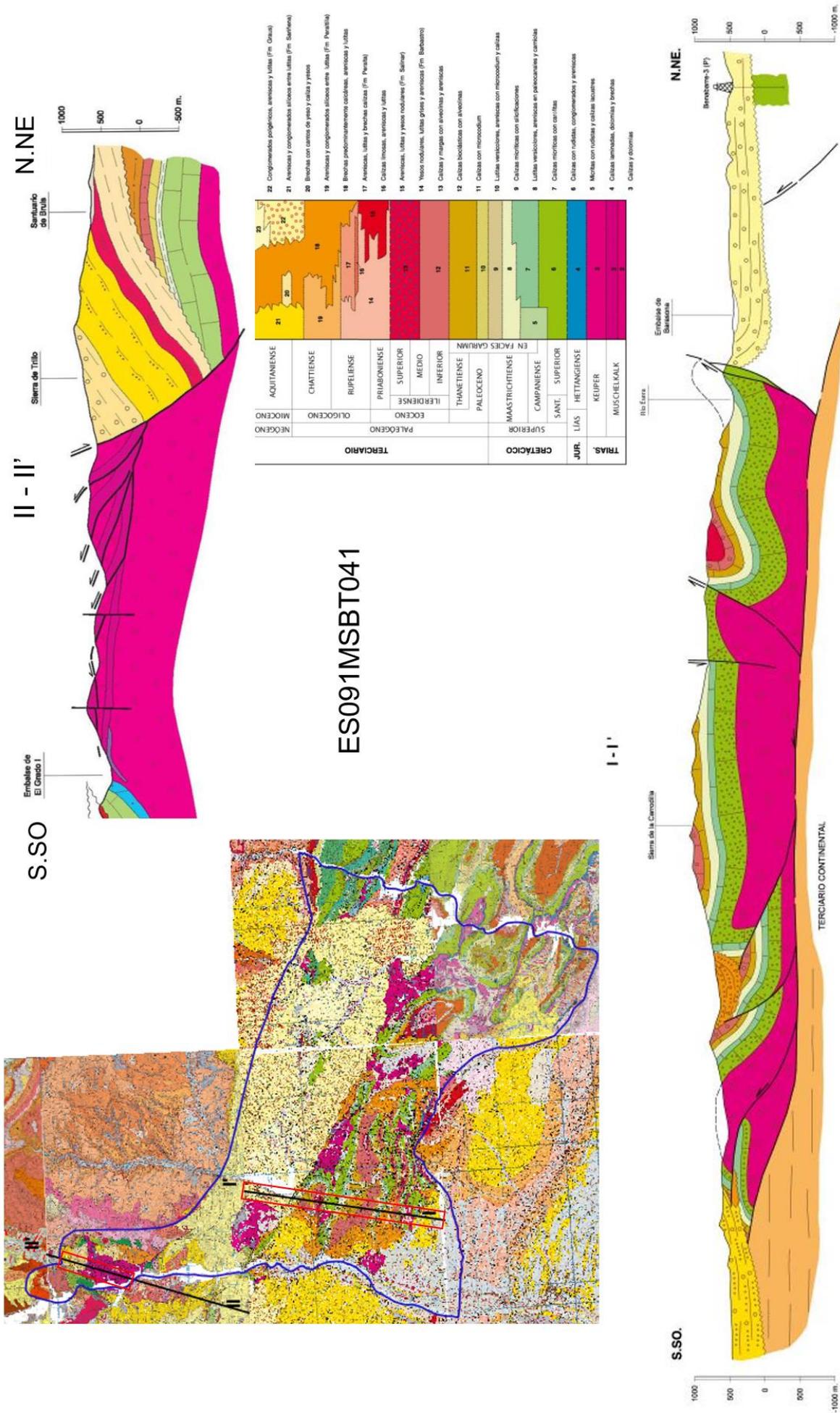
3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

Litología	Edad geológica		Extensión (km ²)	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Masa de agua superficial	-	-	37,88	Masa de agua superficial	4,19
Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	42,67	Detrítica	4,72
Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	28,95	Detrítica	3,20
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glaciares, piedemonte y superficies)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	32,77	Detrítica	3,62
Lutitas, con intercalaciones de areniscas	Neógeno	Mioceno	49,43	Detrítica	5,46
Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados	Neógeno	Mioceno	185,94	Detrítica	20,55
Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas y calizas	Neógeno	Mioceno	130,56	Detrítica	14,43
Calizas, localmente con lutitas	Paleógeno	Oligoceno	8,10	Carbonatada	0,90
Areniscas, lutitas, margas y, localmente, conglomerados	Paleógeno	Oligoceno	20,15	Detrítica	2,23
Conglomerados, con intercalaciones de areniscas, margas y niveles de yeso	Paleógeno	Oligoceno	14,24	Detrítica	1,57
Conglomerados, con intercalaciones de areniscas y lutitas	Paleógeno	Eoceno	48,20	Detrítica	5,33
Calizas, localmente con lutitas	Paleógeno	Eoceno	15,83	Carbonatada	1,75
Margas y margocalizas	Paleógeno	Eoceno	5,21	Carbonatada	0,58
Areniscas y lutitas. Areniscas de Gongolaz	Paleógeno	Eoceno	15,06	Detrítica	1,67
Calizas, calcarenitas, dolomías y margas	Cretácico Superior-Paleógeno	Senonense-Eoceno	62,17	Carbonatada	6,87
Lutitas y areniscas (Facies Flysch)	Cretácico	Superior	6,30	Detrítica	0,70
Calizas, margas y calcarenitas	Cretácico	Superior	100,29	Carbonatada	11,09
Calizas, dolomías y margas	Jurásico		5,43	Carbonatada	0,60
Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)	Triásico		64,38	Detrítica	7,12
Dolomías, calizas y margas (F. Muschelkalk)	Triásico	Medio	11,45	Carbonatada	1,27

3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Gravas, arenas, arcillas y limos	Cuaternario	Pleistoceno -Holoceno	
Calizas, localmente lutitas	Neógeno	Mioceno-Plioceno	
Conglomerados con intercalaciones de areniscas y lutitas	Paleógeno	Eoceno	
Margas y margocalizas	Paleógeno	Eoceno	
Areniscas y lutitas. Areniscas de Gonzolaz	Paleógeno	Eoceno	70
Lutitas y areniscas (Facies Flysch)	Cretácico	Superior	
Calizas, margas y calcarenitas	Cretácico	Superior	200-300
Calizas arrecifales, con rudistas, calizas bioclásticas, dolomías y margas-Senonense Eoceno	Cretácico	Inferior-Superior	
Calizas, dolomías y margas	Jurásico		
Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)	Triásico		250 (máx.)
Dolomías, calizas y margas (F. Muschelkalk)	Triásico		60-80

3.5 CORTES GEOLÓGICOS



3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La MSBT Litera Alta se ubica en el ámbito geoestructural Pirineos Vasco Cantábrico y las Catalánides, se encuentra al norte de la cuenca del Ebro, y al sur de la cuenca del Tremp -Graus, pertenece al Dominio Hidrogeológico Pirenaico del Sinclinal de Tremp. La MSBT se sitúa sobre las Sierras Marginales Pirenaicas, con alineación ONO-ESE constituidas por materiales Triásicos, Cretácico Superior y Eoceno, dispuestos en láminas de cabalgamiento que se superponen a los materiales terciarios del Ebro. Se han diferenciado hasta unidades frontales o láminas de cabalgamiento (B. Martínez, 1991): Mediano, Naval, Pueyo de Barbastro, Sierras Marginales y San Esteban de Litera. Estas láminas están limitadas por un conjunto de cabalgamientos deducidos de datos de superficie, sondeos profundos y perfiles sísmicos. Su desplazamiento realiza sobre los materiales arcillosos triásicos que limitan las láminas por su base y frontalmente. Este hecho es de gran relevancia hidrogeológica pues las arcillas triásicas, poco permeables, constituyen rupturas hidráulicas entre las distintas láminas mesozoicas generando zonas con comportamientos hidrogeológico diferenciados (www.chebro.es). Las geometrías de las estructuras de cabalgamiento forman surcos o cubetas de sedimentación donde se acumulan los depósitos terciarios Eoceno superior, Oligoceno y Mioceno. Inmediatamente hacia el S, se extiende otro dominio con unas características estructurales y litoestratigráficas distintas, constituido por potentes series de yesos, arcillas, areniscas y conglomerados de edad Eoceno superior, Oligoceno y Mioceno que constituye el borde N de la cuenca del Ebro. La red fluvial principal la constituyen los ríos Cinca y Noguera, a los que están asociados los principales depósitos cuaternarios aluviales y coluviales, constituidos por gravas, arenas y limos. En la MSBT se localizan humedales y lagunas de origen carstica, cuyo origen pueden estar asociado a la disolución de materiales salinos de las Facies Keuper dando lugar a dolinas de colapso y posterior formación de lagunas y humedales (Laguna de Estaña, Estanque Grande de Abajo, Estanque Pequeño de Arriba). La serie estratigráfica de muro a techo es la siguiente: • Triásico asociado al nivel de despegue de los cabalgamientos, Fm Keuper formado por arcillas abigarradas y margas varioladas en las que se incluyen rocas su volcánicas de tipo ofítico, y la Fm. Muschelkalk formado calizas y dolomías. • Jurásico, apenas aparece en afloramiento superficiales y corresponden a calizas, dolomías y margas • Cretácico Superior- Paleógeno inf, formado principalmente por calizas, margas y calcarenitas, y las facies Flysch (lutitas y areniscas) • Terciario (Paleógeno y Neógeno), comprende una serie de depósitos marinos y continentales, en las que se producen cambios de facies en la cuenca de sedimentación. Los depósitos terciarios pueden alcanzar centenares de metros de potencia, siendo las principales litologías las areniscas y lutitas que alternar con conglomerados y margo calizas, predominando las calizas, localmente con lutitas en algunas zonas de la MSBT • Cuaternario, comprende los depósitos de aluviales y coluviales asociados a la red fluvial, formados por gravas, arenas y limos.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	110	34
Espesor Medio Z.N.S. (m)	62	

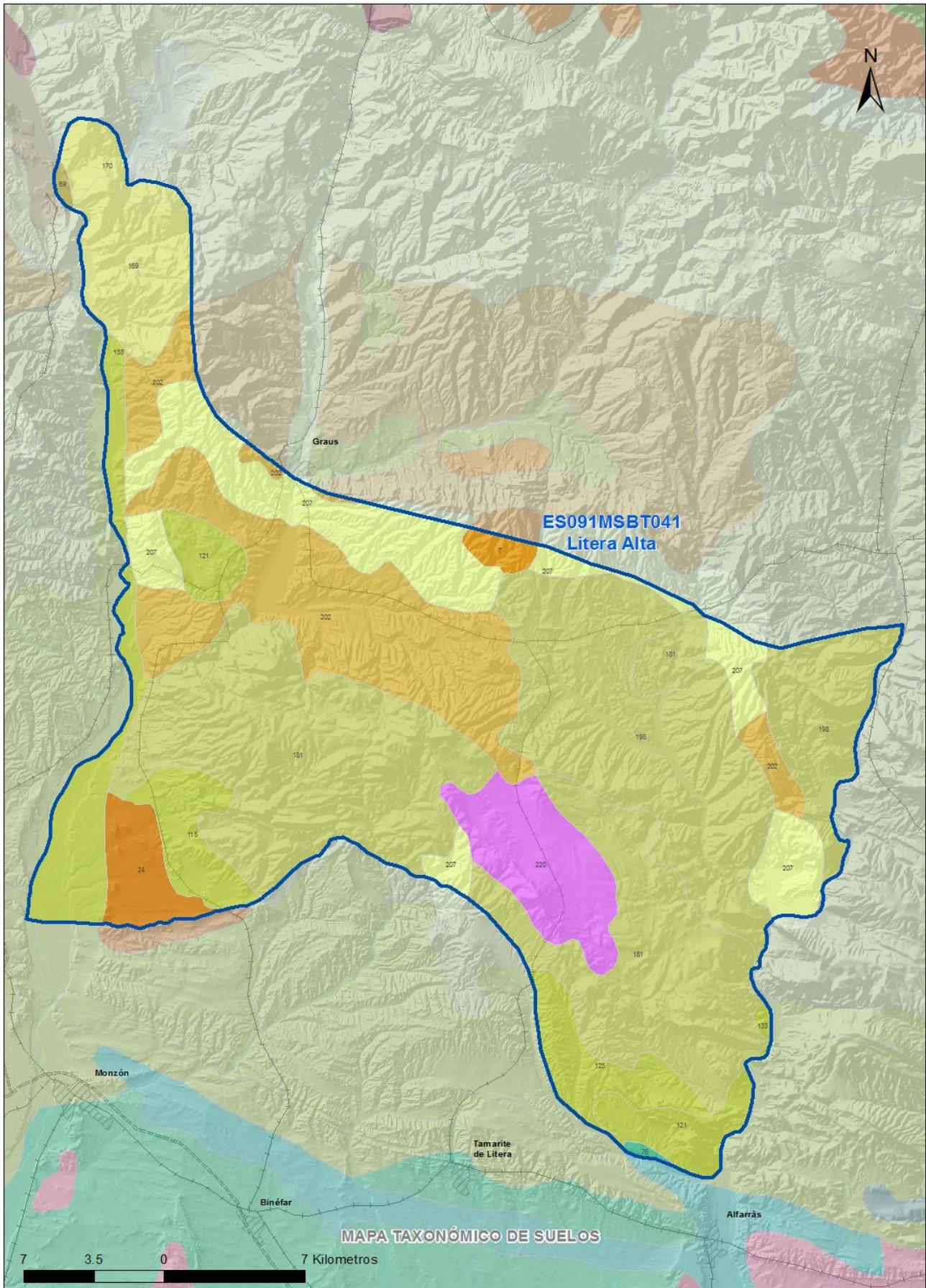
Litología Z.N.S. Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas y calizas

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km ²)	% Afloramiento en la MSBT
ALFISOL, XEROLF, HAPLOXEROLF	5	0,61
ALFISOL, XEROLF, PALEXEROLF	21	2,28
ENTISOL, FLUVENT, USTIFLUVENT	1	0,16
ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT	1	0,13
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	121	13,33
INCEPTISOL, USTEPT, HAPLUSTEPT	51	5,59
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	564	62,33
INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT	97	10,68
MOLLISOL, XEROLL, HAPLOXEROLL	44	4,89

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



LEYENDA



MSBT



Red Hidrografica



DDHH

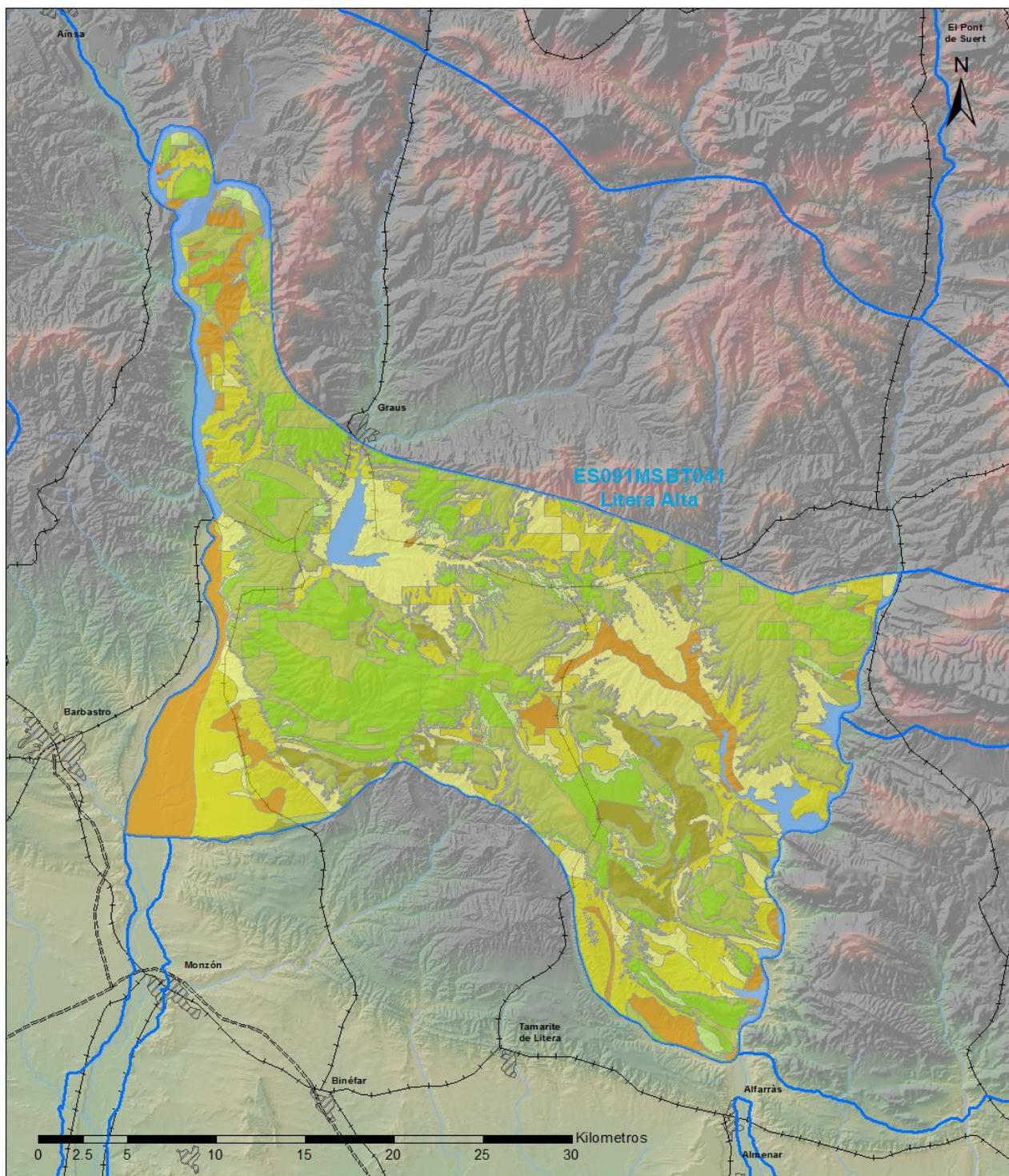
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

ID MAPA	ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02
7	ALFISOL, XEROLF, HAPLOXEROLF, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
24	ALFISOL, XEROLF, PALEXEROLF, NO GRUPO2, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, (Calcixerept), NO INCLUSION2
69	ENTISOL, FLUVENT, USTIFLUVENT, NO GRUPO2, FLUVAQUENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
76	ENTISOL, FLUVENT, XEROFUVENT, XERORTHEPT, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
115	ENTISOL, ORTHEPT, XERORTHEPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, (Haploxerept), NO INCLUSION2
121	ENTISOL, ORTHEPT, XERORTHEPT, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, Haploxeralf, NO INCLUSION2
125	ENTISOL, ORTHEPT, XERORTHEPT, NO GRUPO2, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
133	ENTISOL, ORTHEPT, XERORTHEPT, NO GRUPO2, XEROFUVENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
169	INCEPTISOL, USTEPT, HAPLUSTEPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haplustoll, Ustorthent
170	INCEPTISOL, USTEPT, HAPLUSTEPT, NO GRUPO2, HAPLOXERERT, USTORTHEPT, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
175	INCEPTISOL, USTEPT, HAPLUSTEPT, NO GRUPO2, USTORTHEPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
181	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxeralf, NO INCLUSION2
198	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, XERORTHEPT, NO ASOCIA2, Xerofluvent, NO INCLUSION2
202	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, XERORTHEPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
207	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Xerorthent
220	MOLLISOL, XEROLL, HAPLOXEROLL, NO GRUPO2, HAPLOXEROLF, NO ASOCIA2, Haploxerept, NO INCLUSION2

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		DRASTIC Reducido
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT
0	Masas de agua superficial	4,19
1 (Muy Baja)	16 - 30	3,68
2 (Muy Baja)	30 - 44	23,96
3 (Baja)	44 - 58	22,79
4 (Baja)	58 - 72	4,36
5 (Moderada)	72 - 86	14,83
6 (Moderada)	86 - 100	17,37
7 (Alta)	100 - 114	8,81
8 (Alta)	114 - 128	0,02

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

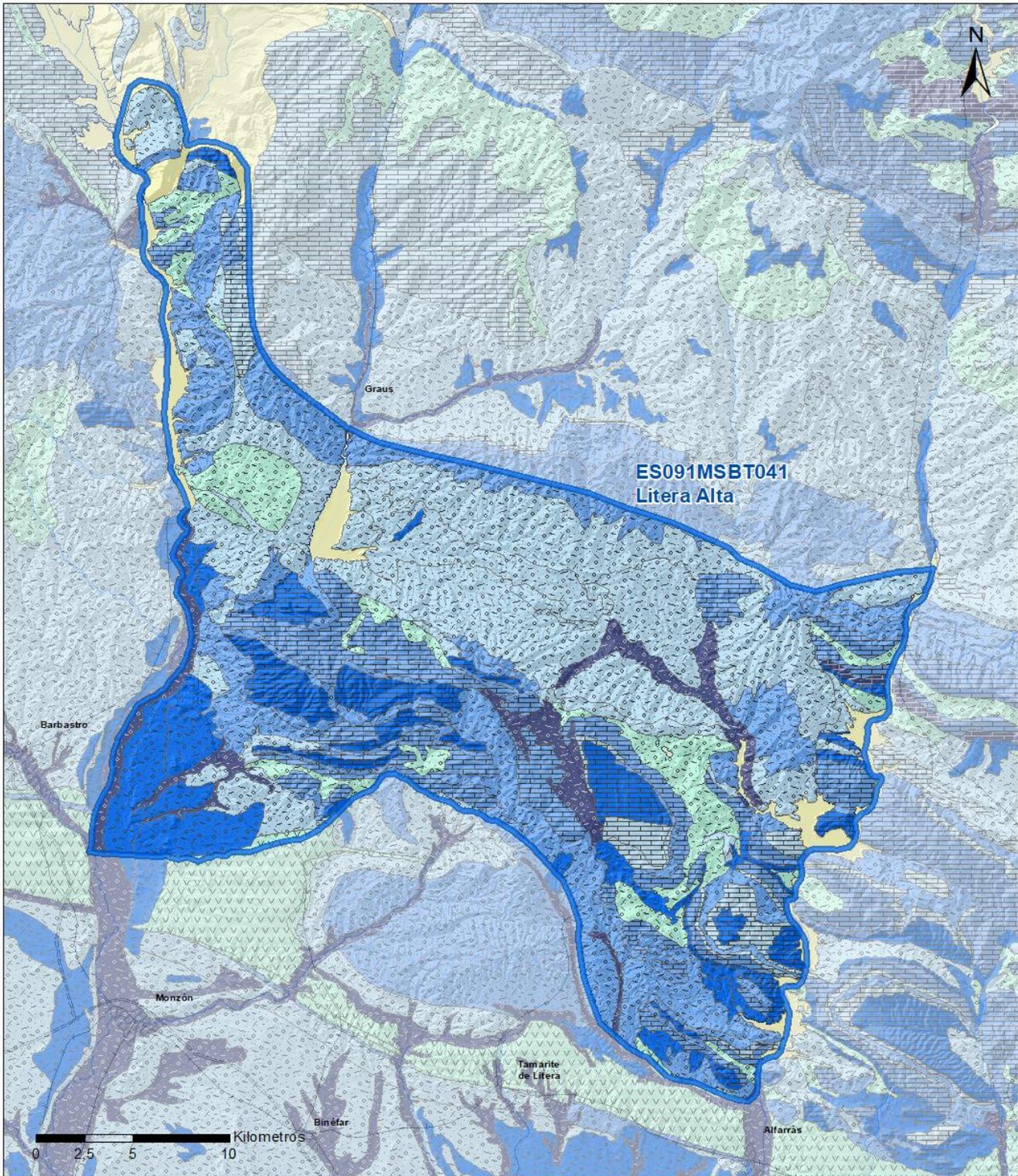
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Oeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Este	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	SIERRAS MARGINALES CATALANAS
Sur	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Norte	Abierto	Entrada	Permeable	SINCLINAL DE GRAUS

Descripción límites hidrogeológicos:

El límite norte de la MSBT es de tipo abierto por la continuidad hacia el norte (ES091MSBT040 Sinclinal de Graus) de las calizas cretácicas y eocenas bajo la cuenca turbidítica de Graus-Tremp. Al este, el río Noguera Ribagorzana ejerce de límite natural cerrado entre las MSBT Litera Alta y la MSBT Sierras Marginales (ES091MSBT042), al igual ocurre en el límite oeste que coincide con el río Cinca, entre Barbastro y Mediano. Al sur, limita con la MSBT Aluvial del Cinca (ES091MSBT060) en un tramo muy pequeño, siendo la mayor parte del límite sur cerrado por el contacto con los materiales de baja permeabilidad del Terciario de la cuenca del Ebro.

Mapa de permeabilidades



LEYENDA

 MSBT

PERMEABILIDAD

-  Masa de agua superficial
-  MUY ALTA, DETRÍTICAS
-  MUY ALTA, CARBONATADAS
-  ALTA, DETRÍTICAS

-  ALTA, CARBONATADAS
-  MEDIA, DETRÍTICAS
-  MEDIA, CARBONATADAS
-  BAJA, DETRÍTICAS

-  BAJA, CARBONATADAS
-  BAJA, VOLCÁNICAS
-  MUY BAJA, DETRÍTICAS
-  MUY BAJA, EVAPÓRITAS

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km ²)
			Sistema	Serie		
Cuaternario	Terrazas y glacis, coluviones	Alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno		72
Eoceno inferior	Calizas margosas	Media	Paleógeno	Eoceno	470 (máx.)	15
Cretácico superior	Calizas micríticas, calizas tableadas, y brechas	Alta	Cretácico Superior		300 (máx.)	175
Muschelkalk	Dolomías	Alta	Triásico		80	12

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km ²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Ac. Cuaternario	72	7,90	Libre	200	Intergranular	Cuaternario aluvial
Ac. Cretácico Superior-Eoceno inf	191	21,20	Semiconfinado	70	Karstificación	Cretácico superior/ Eoceno inferior
Ac. Muschelkalk	12	1,30	Confinado	250	Karstificación-Fisuración	Muschelkalk

Descripción general:

La MSBT Litera Alta con una superficie de 904,7 km tiene identificados tres acuíferos. El principal acuífero en la MSBT está formado por las FGP del Cretácico superior y Eoceno inferior, con potencias de 300 y 470 m al norte que disminuyen a 50 m hacia el sector meridional de la MSBT, y ocupa el 21,2 % de la superficie. Entre ambos, las facies margosas del Garum actúan como acuitardo que permite el flujo vertical entre ambas FGPs. El acuífero tiene una geometría multicapa formada por el nivel permeable inferior (Cretácico) de tipo cárstico que presenta una importante componente de flujo difuso y un nivel superior (Eoceno inf.) con un acentuado carácter cárstico de baja porosidad, marcados agotamientos y poca capacidad de regulación. El acuífero aluvial ocupa el 7,9 % de la MSBT de régimen libre y porosidad intergranular se asocia a los depósitos de terrazas de la red fluvial y sus afluentes. La MSBT Litera Alta con una superficie de 904,7 km tiene identificados tres acuíferos. El principal acuífero en la MSBT está formado por las FGP del Cretácico superior y Eoceno inferior, con potencias de 300 y 470 m al norte que disminuyen a 50 m hacia el sector meridional de la MSBT, y ocupa el 21,2 % de la superficie. Entre ambos, las facies margosas del Garum actúan como acuitardo que permite el flujo vertical entre ambas FGPs. El acuífero tiene una geometría multicapa formada por el nivel permeable inferior (Cretácico) de tipo cárstico que presenta una importante componente de flujo difuso y un nivel superior (Eoceno inf.) con un acentuado carácter cárstico de baja porosidad, marcados agotamientos y poca capacidad de regulación. El acuífero aluvial ocupa el 7,9 % de la MSBT de régimen libre y porosidad intergranular se asocia a los depósitos de terrazas de la red fluvial y sus afluentes.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m ² /día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Ac Cretácico Superior-Eoceno inf.	Cretácico Superior	Ensayo de bombeo	2,50	24.000,00	7,80E-03	4,60E-02

Descripción general:

La FGP Cretácico superior ha sido objeto de varios ensayos realizados por el IGME, la Diputación Provincial de Huesca, la DGOH, ACESA y CHE, especialmente en la cuenca del Ésera. Los valores de transmisividad son variables según el grado de carstificación local, obteniéndose valores muy extremos entre el valor mín (2,5 m²/día) y máx. (24.000 m²/día) de la transmisividad en esta formación carbonatada. En promedio la FGP Cretácico Superior una transmisividad elevada entre 5000 y 13.000 m²/día en las zonas de mayor carstificación y caudales entre 100 y 300 L/s.

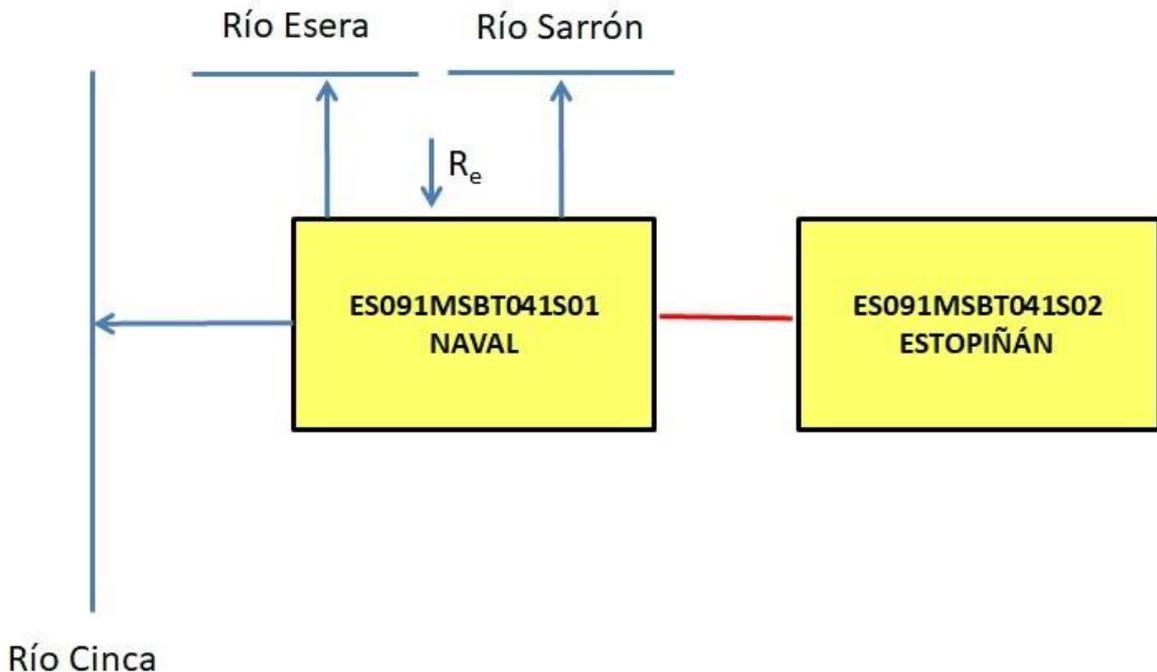
5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

El nivel de despegue de las láminas cabalgantes (evaporitas triásicas) y la intensa fracturación condicionan el funcionamiento hidrogeológico de la MSBT en sectores con recarga y descarga individualizadas, con numerosos acuíferos libres o confinados, aislados o mal conectados entre sí, drenados por manantiales de contacto con estructuras geológicas. Los principales sectores son: (1) el sector del diapiro de Mediano; (2) la sierra de Carrodilla – Faget; (3) los afloramientos de la culminación anticlinal del Cretácico entre Tolba y Aler; (4) el sinclinal de Estopiñán y la escama de San Quílez – Zurita; (5) las escamas del valle del Noguera Ribagorzana. La recarga del acuífero se ve favorecida por la pérdida de agua de los canales de regadío y embalses de almacenamiento, que se ve favorecida por estructuras geológicas, como es el congosto de Olvena, que puede favorecer la recarga del acuífero Cretácico, cuyo origen está en el Embalse de Barasona y canal de regadío Aragón y Cataluña. El Cinca y el Noguera Ribagorzana imponen los niveles de descarga regional natural de la MSBT, entre ambos se identifica una divisoria hidrográfica coincidente con la hidrogeológica coincidente con la rampa lateral entre las láminas de Naval y la de Sierras Marginales, al igual ocurre en entre el sector de Tolva y Aler, condicionando las descargas naturales a ríos y manantiales (Font Redonda, manantiales de Mola y las Ollas). Otro ejemplo de descarga son las lagunas de Estaña favorecidas por la estructura sinclinal de Estopiñán formado por calizas del Cretácico super. – Eoceno inf, con la base impermeable en las facies evaporitas del Keuper, la que por disolución genera dolinas permitiendo el drenaje del flujo subterráneo hacia las depresiones formando lagunas, humedales y manantiales.

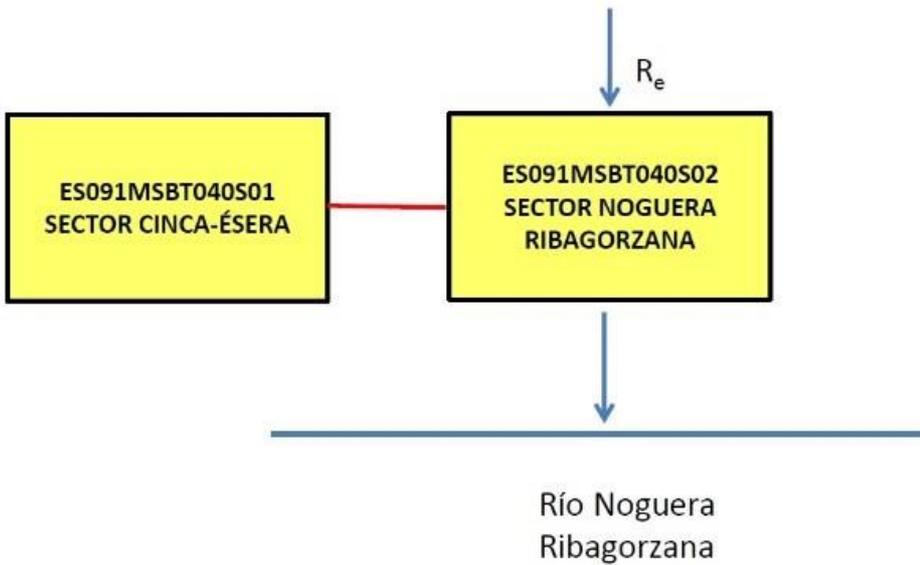
5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT041S01	Naval
Esquema: ES091MSBT041S01	



Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT041S02	Estopiñán
Esquema: ES091MSBT041S02	



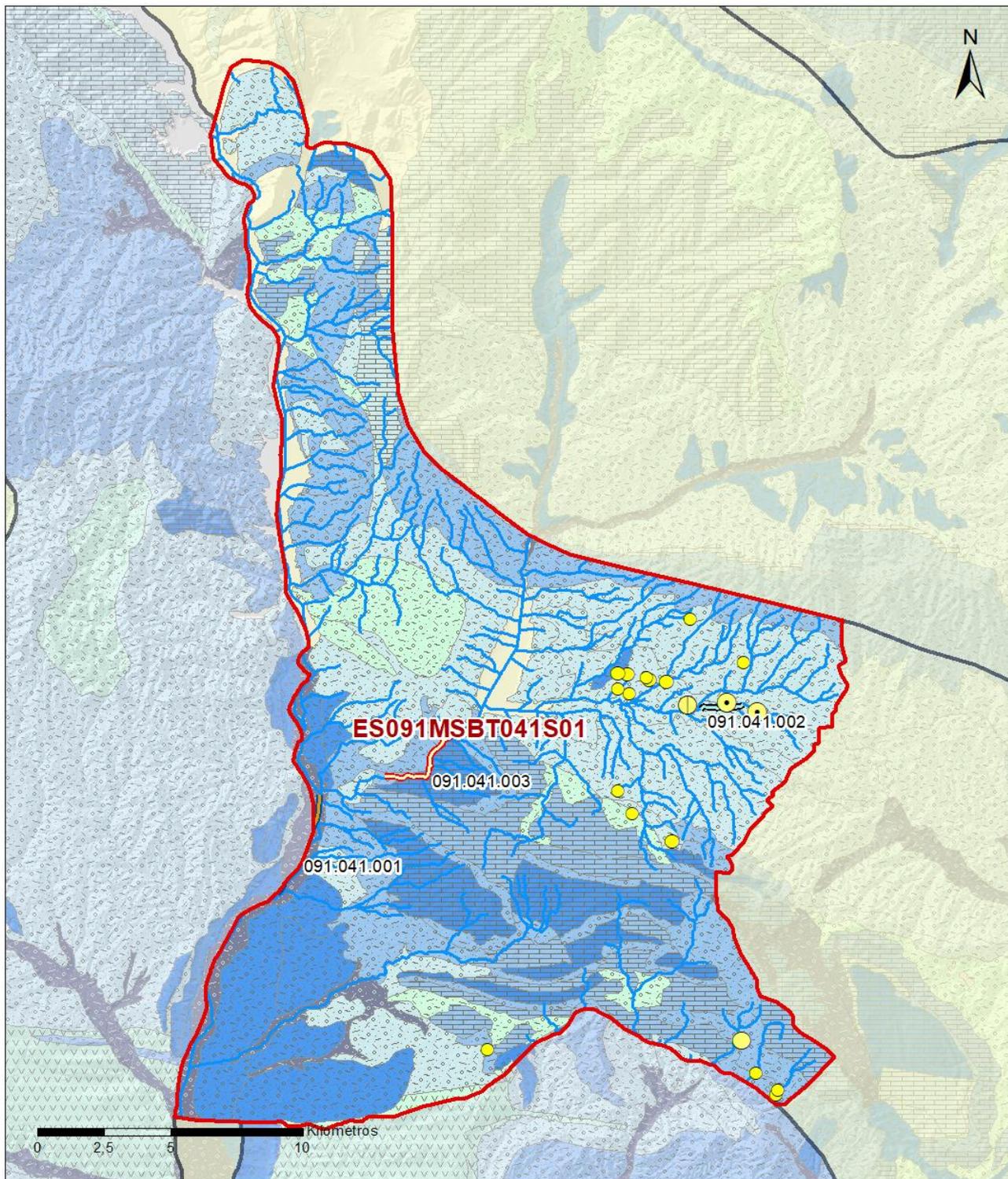
5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT041S01	ES091MSPF374	Río Sarrón desde su nacimiento hasta la cola del Embalse de Barasona.	Descarga a manantial	091.041.002
ES091MSBT041S01	ES091MSPF434	Río Ésera desde la Presa de Barasona y las tomas de la Central de San José y del Canal de Aragón y Cataluña hasta su desembocadura en el río Cinca.	Descarga a cauce	091.041.003
ES091MSBT041S01	ES091MSPF435	Río Cinca desde el río Ésera hasta el río Vero.	Descarga a cauce	091.041.001
ES091MSBT041S02	ES091MSPF58	Embalse de Canelles	Descarga a manantial	091.041.004
ES091MSBT041S02	ES091MSPF66	Embalse de Santa Ana	Descarga a manantial	091.041.005
ES091MSBT041S02	ES091MSPF820	Río Noguera Ribagorzana desde la Presa de Santa Ana hasta la toma de canales en Alfarrás.	Descarga a manantial	091.041.006

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)
ES091MSBT041S01	091.041.001					20	
ES091MSBT041S01	091.041.002	560			2,30 0,79 a 11,26	10	
ES091MSBT041S01	091.041.003					70	
ES091MSBT041S02	091.041.004	625			1,45 1,10 a 1,80	30	
ES091MSBT041S02	091.041.005	660			0,95	20	
ES091MSBT041S02	091.041.006	428			2,18 1,73 a 2,62	50	

Relación río/acuífero ES091MSBT041S01



LEYENDA

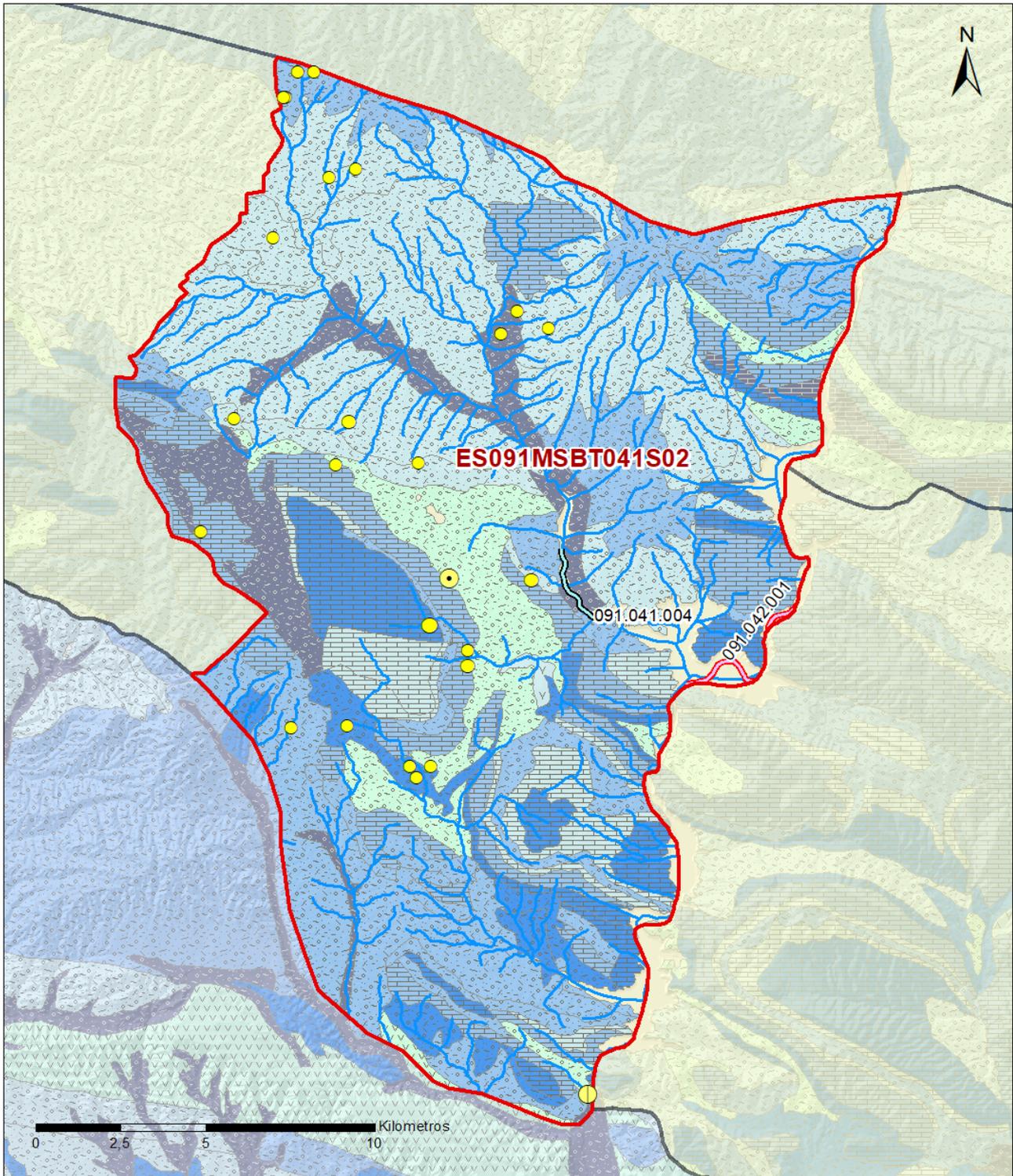
-  Recintos Hidrogeológicos
-  MSBT
-  Red hidrográfica

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 por sumideros
-  Río ganador a favor de un manantial asociado al cauce o un tributario
-  Río ganador que recibe la descarga indirecta del acuífero (flujo profundo) y a través de manantiales situados en el mismo cauce o en tributarios



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 de régimen variable (ganador-perdedor) pero que mantiene una conexión difusa directa
-  Río ganador a favor de un manantial asociado al cauce o un tributario

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

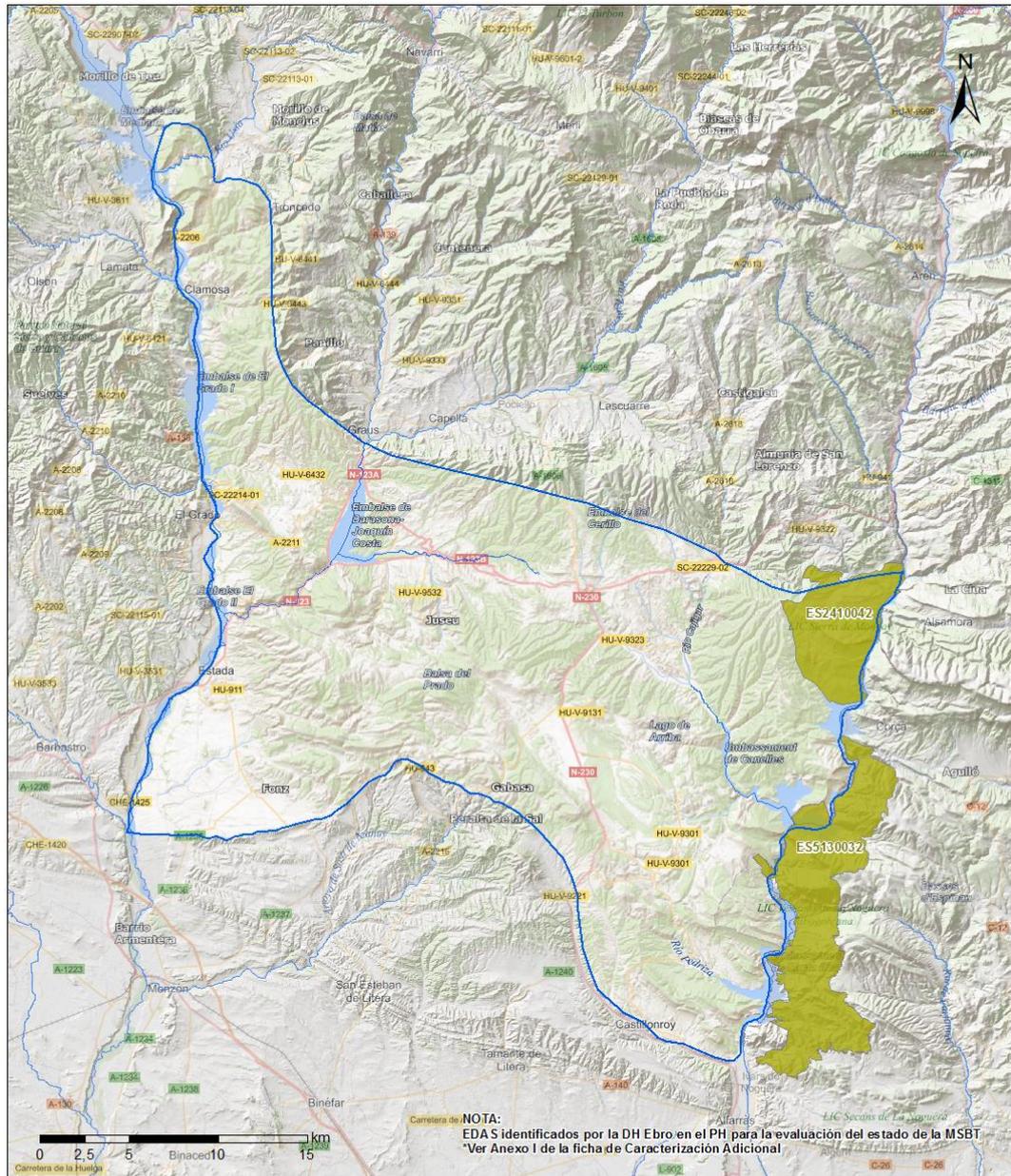
Ver Anexo 1.

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

Mapa de EDAS



LEYENDA

Red Hidrográfica

MSBT ES091MSBT041
Litera Alta

SITES RN2000 (ZEC/LIC/ZEP) con ETDA S en Mal Estado

Código SITE - Código Hábitat - Nombre Hábitat

ES2410042 | 6420 | Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion

ES5130032 | 6420 | Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion

6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

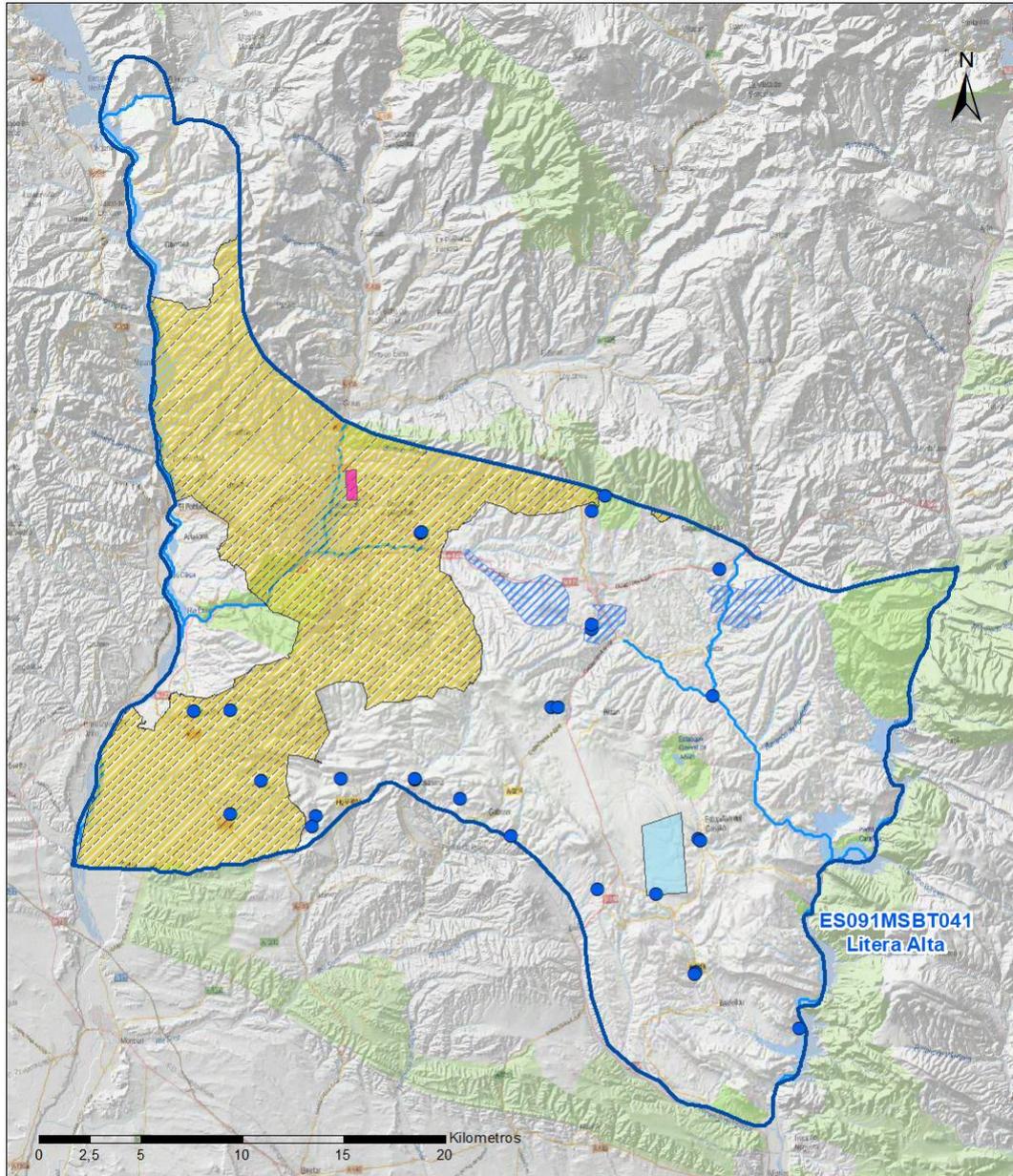
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

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)	28	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	28	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8	0,92
Zonas de futura captación de agua para consumo humano	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16	1,72
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	290	32,02
Perímetros de protección de aguas minerales y termales	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,08

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	15,08	Descargas hacia MSPF	
Recarga desde MSPF		Extracciones	1,77
Transf. lateral otras MSBT		Transf. lateral otras MSBT	
Retornos de riego	4,08		
Otras entradas		Otras salidas	
Entradas Totales	19,17	Salidas Totales	1,77
Diferencia entradas-salidas (hm ³ /año) (RA)		17,40	

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)	15,68
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm ³ /año)	1,33
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm ³ /año)	3,20
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm ³ /año)	17,30
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,08

7.2.2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm ³ /año)	15,08
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm ³ /año)	1,77
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm ³ /año)	3,02
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm ³ /año)	16,15
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,11

“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

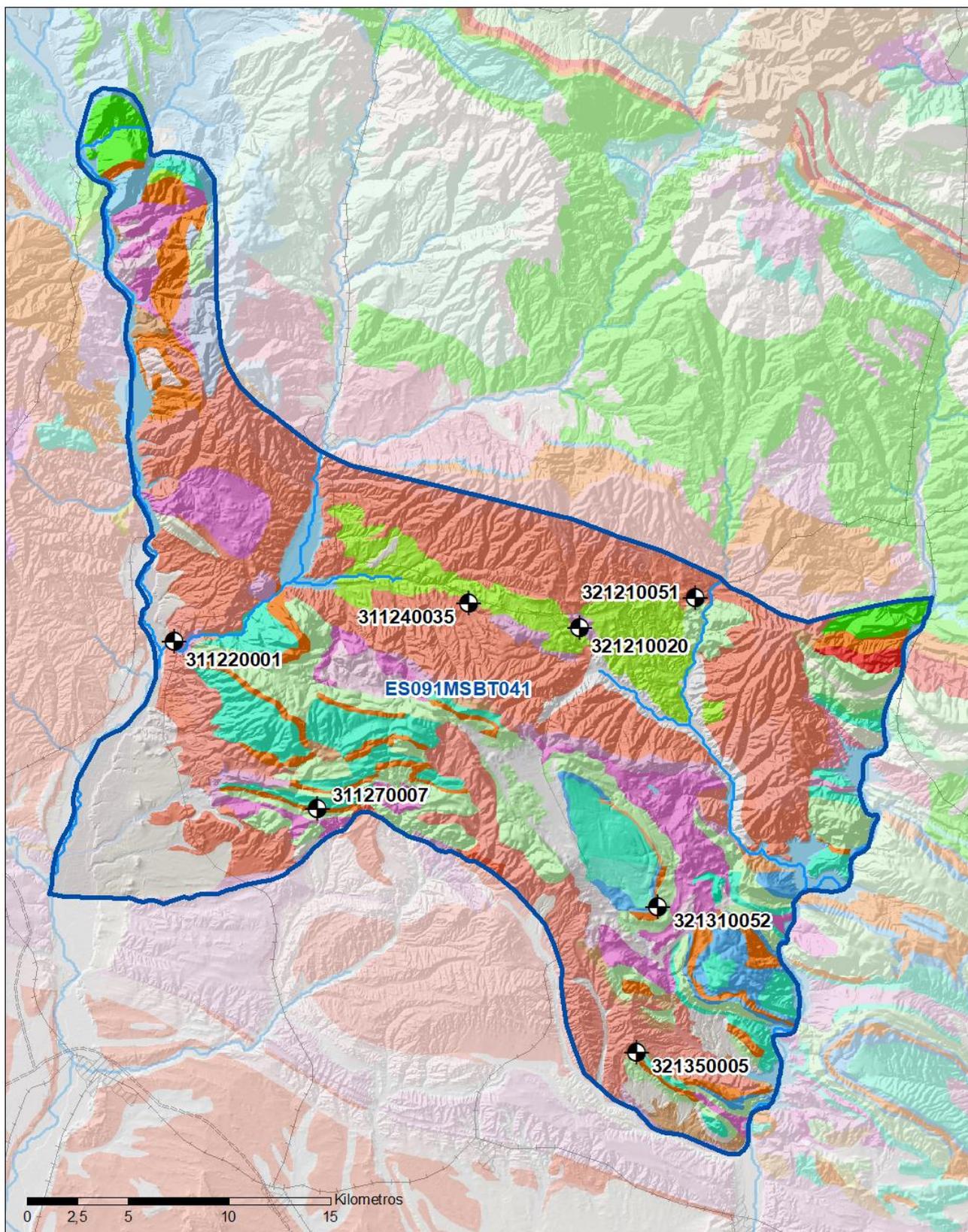
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

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
311220001	Piezometría	768.477	4.666.402	Cretácico Superior	18/07/1995			126,0	372	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
311240035	Piezometría	783.050	4.668.301	Cretácico Superior	23/11/2011			300,0	667	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
311270007	Piezometría	775.547	4.658.045	Cretácico Superior	18/11/1999			171,0	735	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
321210020	Piezometría	788.505	4.667.084	Cretácico Superior	11/10/1984			120,0	644	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
321210051	Piezometría	794.225	4.668.556	Cretácico Superior	21/08/2007			321,0	686	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
321310052	Piezometría	792.395	4.653.128	Cretácico Superior	21/08/2007			224,0	738	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
321350005	Piezometría	791.312	4.645.878	Cretácico Superior	26/04/1995			350,0	575	<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

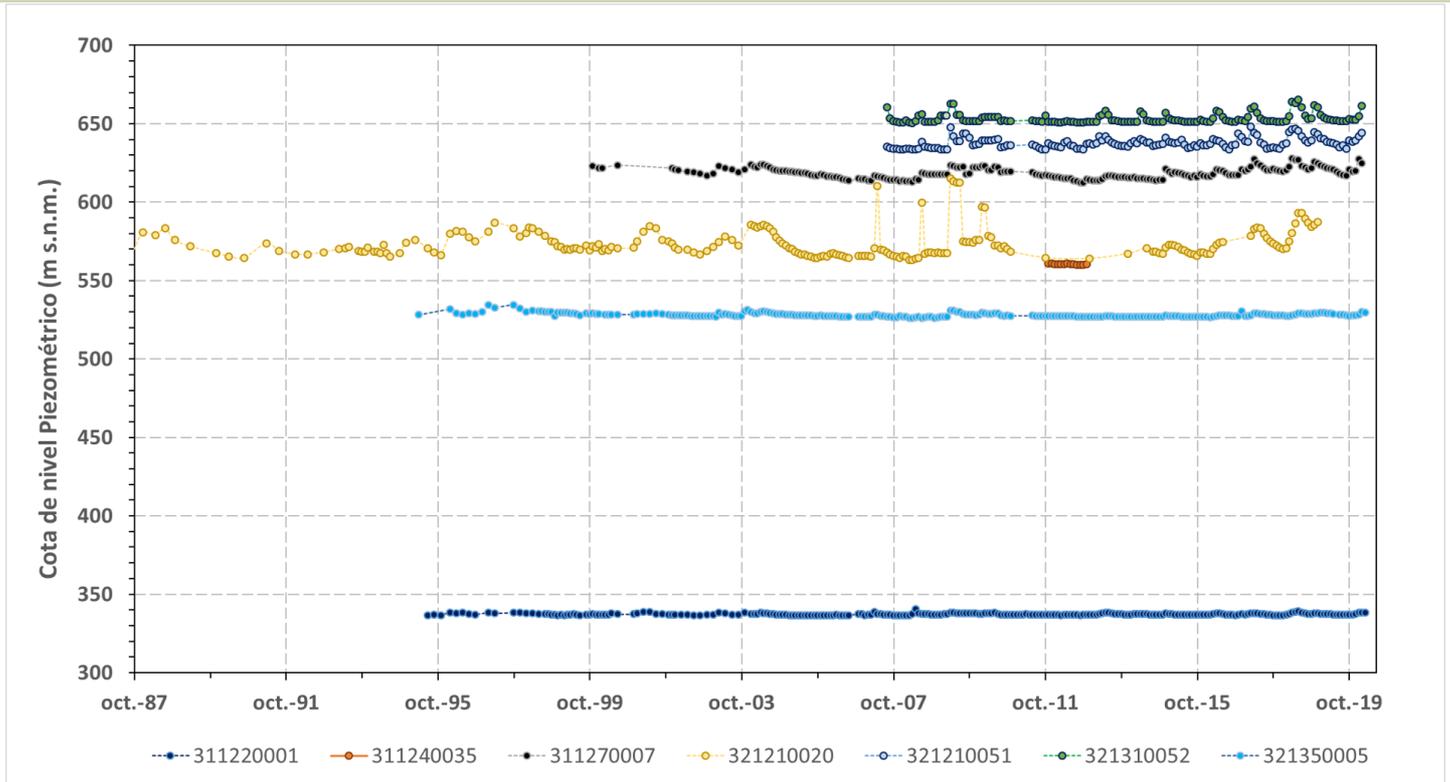
Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo

-  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 red de control piezométrico está constituida por seis piezómetros en el Ac. Cretácico Superior, cuyas medidas de profundidad de manera continuada comienzan en el año 1983 (IPA_321210020) y posteriormente se añaden nuevo punto de medición en la red de control cuantitativo. En general se observa estabilidad en el NP de los puntos de control, con variaciones interanuales coincidentes con ciclos de años húmedos y secos. La variación de NP entre máximos y mínimos más significativa se registran en el punto IPA_321210020, en el que se aprecian aumento rápido del NP debido a la respuesta rápida a la recarga en época invernal con una velocidad de variación de 0,41 m/año y un rango de variación de NP de 51,95 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
311220001	1995	2020	3.891	340,5	336,3	337,3	4,2	0,06	Cretácico Superior	No
311240035	2011	2012	13	560,9	560,1	560,5	0,8	-0,46	Cretácico Superior	No
311270007	1999	2020	203	627,9	612,5	618,6	15,4	0,09	Cretácico Superior	No
321210020	1984	2018	1.364	615,1	563,2	574,8	52,0	0,41	Cretácico Superior	No
321210051	2007	2020	146	648,2	633,4	637,7	14,8	0,68	Cretácico Superior	No
321310052	2007	2020	146	665,2	650,4	653,4	14,8	0,06	Cretácico Superior	No
321350005	1995	2020	1.156	534,6	526,1	528,5	8,5	0,07	Cretácico Superior	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

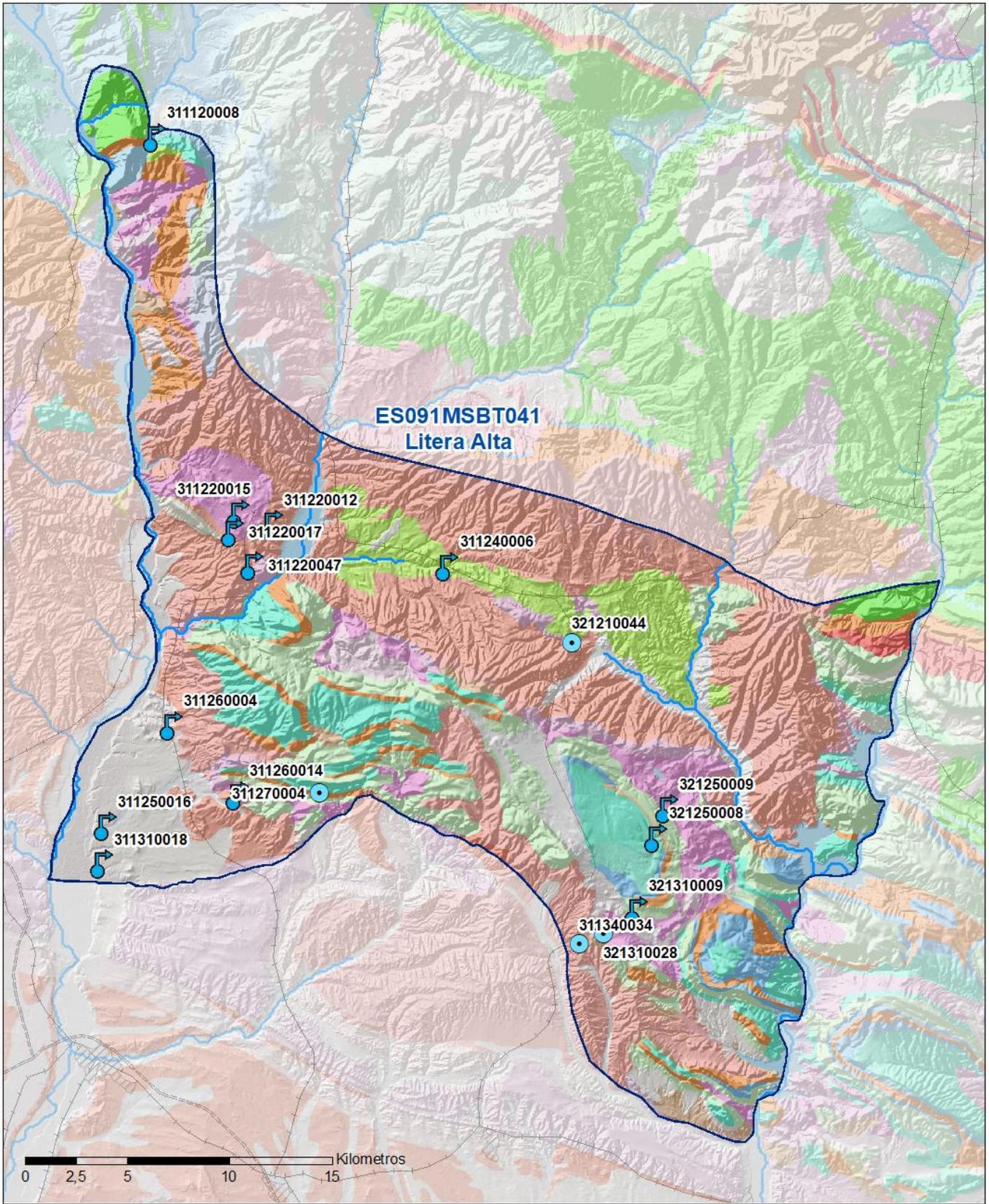
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

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					
311120008	FONDINERO-4 (Fuente de Sastre o de Tapia)	767.516	4.690.353	698		MANANTIAL		12/08/2014
311220012	MANANTIAL DE LA REGUERA	773.227	4.671.288	506		MANANTIAL		07/09/2011
311220015	MANANTIAL DEL CORAN	771.609	4.671.820	575		MANANTIAL		18/11/2013
311220017	MANANTIAL DE LAS CAÑUTAS	771.340	4.670.894	616		MANANTIAL		18/11/2013
311220047	Fuente del Zapato	772.284	4.669.268	554		MANANTIAL		18/11/2013
311240006	MANANTIAL DE PUIGVERT.	781.831	4.669.230	566		MANANTIAL	Ac.Cretácico Superior	02/07/2002
311250016	LA FONTANETA DE MARTÍN	765.126	4.656.415	328		MANANTIAL	Ac. Cuaternario	10/06/2014
311260004	FUENTE DEL LAVADERO	768.339	4.661.379	425		MANANTIAL	Ac.Cretácico Superior	02/07/2002
311260014	OJO DE LA FUENTE o PALAU (Po. 2; Pa. 9)	771.569	4.657.946	573		MANANTIAL		10/06/2009
311270004	ABASTECIMIENTO A ALÍNS DEL MONTE. BARRANCO CONGUSTRO	775.537	4.658.046	737	275,0	POZO	Ac.Cretácico Superior	05/06/1995
311310018	DEL PINO	764.934	4.654.557	332		MANANTIAL	Ac. Cuaternario	10/06/2014
311340034	CRABETAS	788.267	4.650.610	672	73,0	POZO		24/11/2015
321210044	ABASTECIMIENTO A BENABARRE. SONDEO ITGE. BARRANCO DE LA MORA	787.877	4.665.468	648	175,0	POZO	Ac.Cretácico Superior	05/06/1995
321250008	FUENTE REDONDA, M. DEL PILÓN. FONT REDONA	792.032	4.655.836	695		MANANTIAL	Eoceno inf.	05/06/1995
321250009	FUENTE LAS OLLAS	792.551	4.657.271	625		MANANTIAL	Ac.Cretácico Superior	02/07/2002
321310009	MOLA, LA (PANTANO VIEJO)	791.068	4.652.281	655		MANANTIAL	Ac.Cretácico Superior	06/03/2003
321310028	MONTFERRUS, POZO DE ABASTECIMIENTO NUEVO.Pou II	789.444	4.651.133	682	70,0	POZO	Muschelkalk (Dolomías)	

Puntos de Muestreo Código	PDS Estado Químico			PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS		
311120008	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos	
311220012	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
311220015	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
311220017	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
311220047	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
311240006	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios	
311250016	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
311260004	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
311260014	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos	
311270004	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos	
311310018	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios	
311340034	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios	
321210044	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos	
321250008	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
321250009	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
321310009	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios	
321310028	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos	

Mapa Red Control



LEYENDA

 Red hidrográfica

 MSBT

Tipo de Captación

 MANANTIAL

 POZO

9.2 INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT

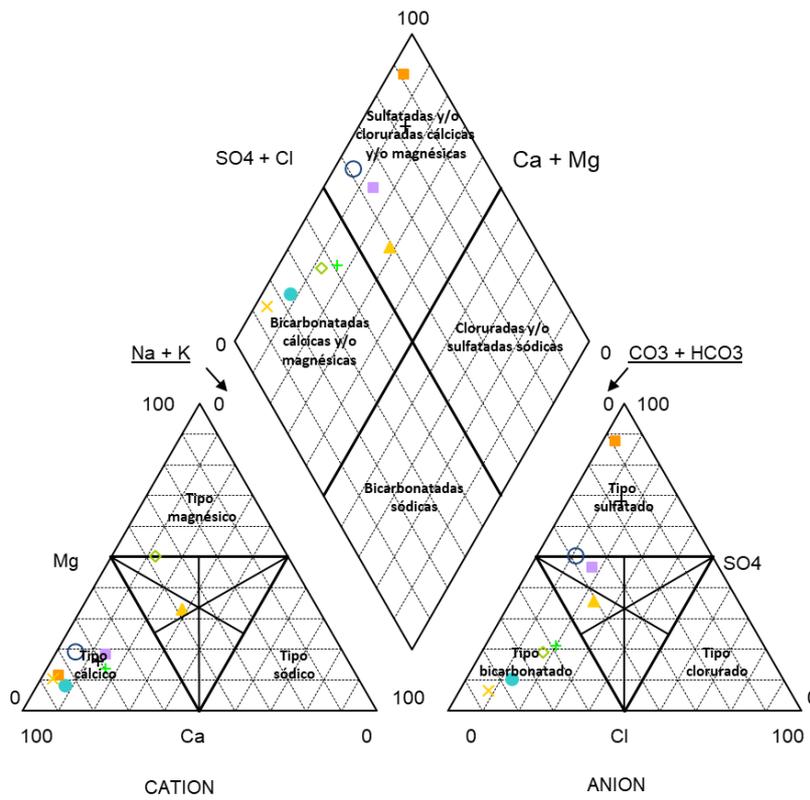
Ver Anexo 2.

9.3 FACIES HIDROGEOQUÍMICAS REPRESENTATIVAS

Código Punto	Principales materiales atravesados	Facies Hidrogeoquímica
311220012	Manantial Sin asignar acuífero (calizas)	Sulfatada bicarbonatada magnésica
311220015	Manantial en Muschelkalk (calizas y dolomías)	Sulfatada bicarbonatada magnésica
311220047	Manantial Sin asignar acuífero (calizas)	Bicarbonatada cálcica
311250016	Manantial Ac. Cuaternario Aluvial (gravas, arenas y arcillas)	Bicarbonatada magnésica
311340034	Manantial Sin asignar acuífero (calizas)	Sulfatada cálcica
321250008	Manantial Sin asignar acuífero (calizas)	Bicarbonatada cálcica
321310009	Manantial Ac.Cretácico Superior (calizas)	Bicarbonatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

MSBT Litera Alta (2019)



■ 311220012	○ 311220015	+ 311220017
● 311220047	◇ 311250016	▲ 311310018
■ 311340034	× 321250008	+ 321310009

Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 311220012

Litera Alta_311220012 (2015-2019)

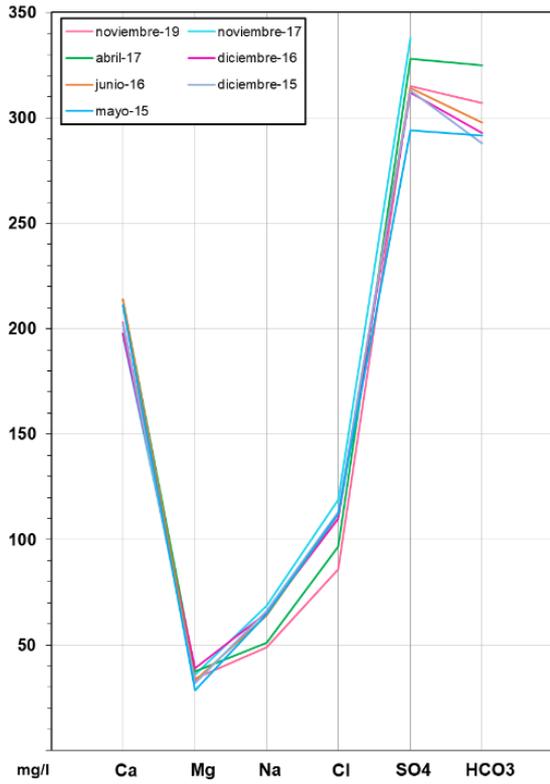


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 311250016

Litera Alta_311250016 (2015-2019)

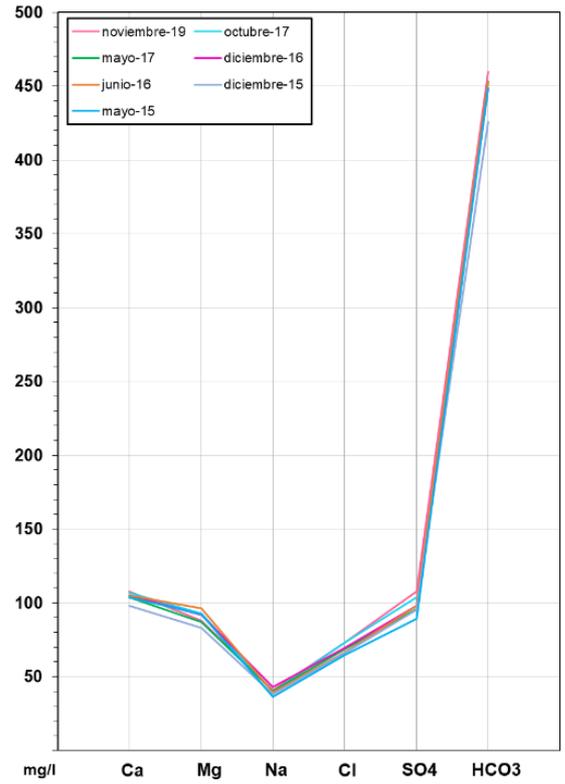


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 311340034

Litera Alta_311340034 (2015-2019)

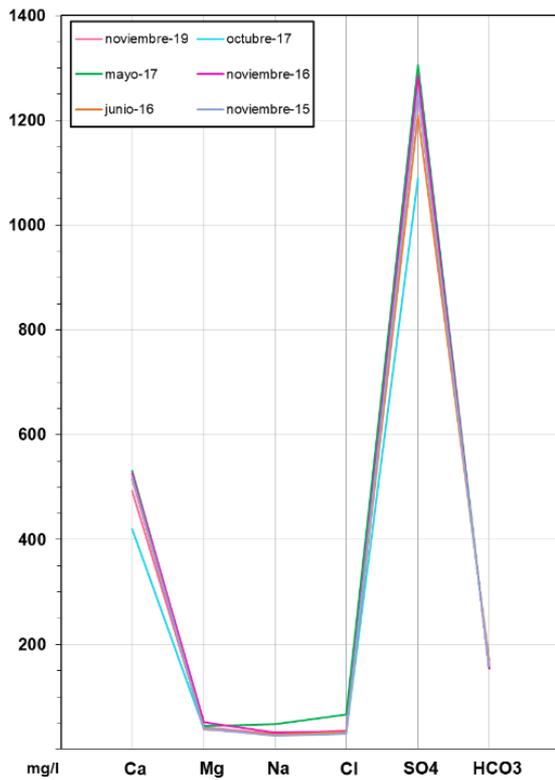


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 321250008

Litera Alta_321250008 (2015-2019)

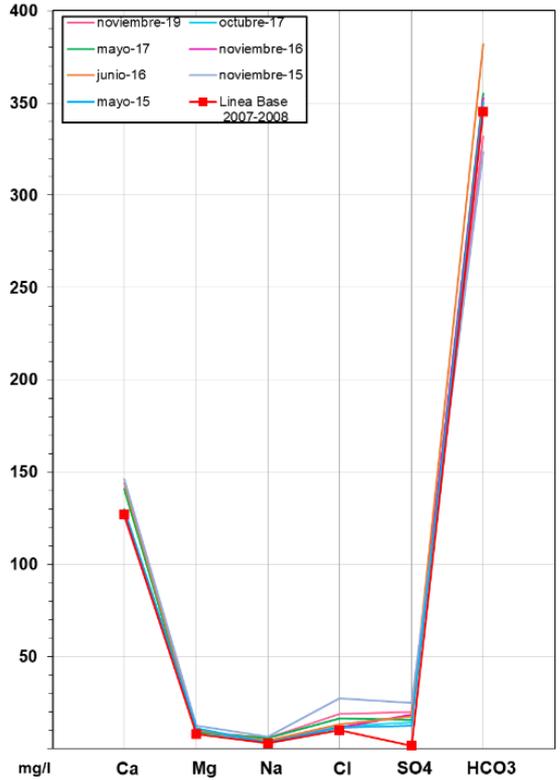
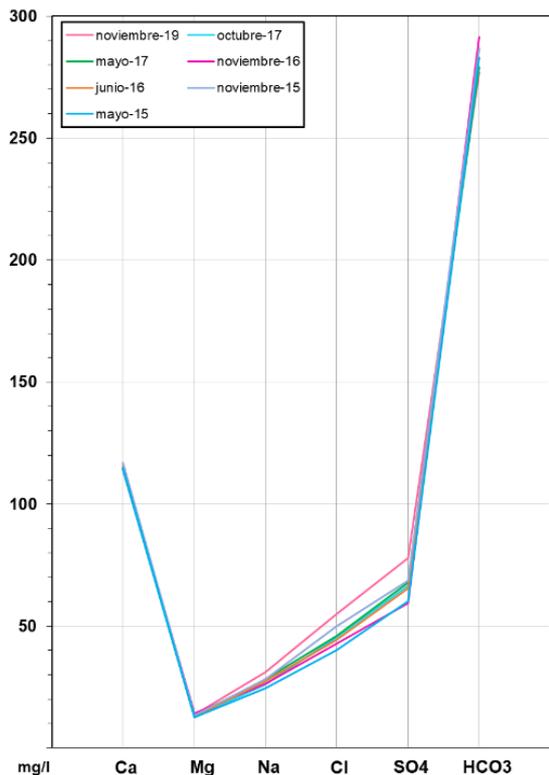


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 321310009

Litera Alta_321310009 (2015-2019)



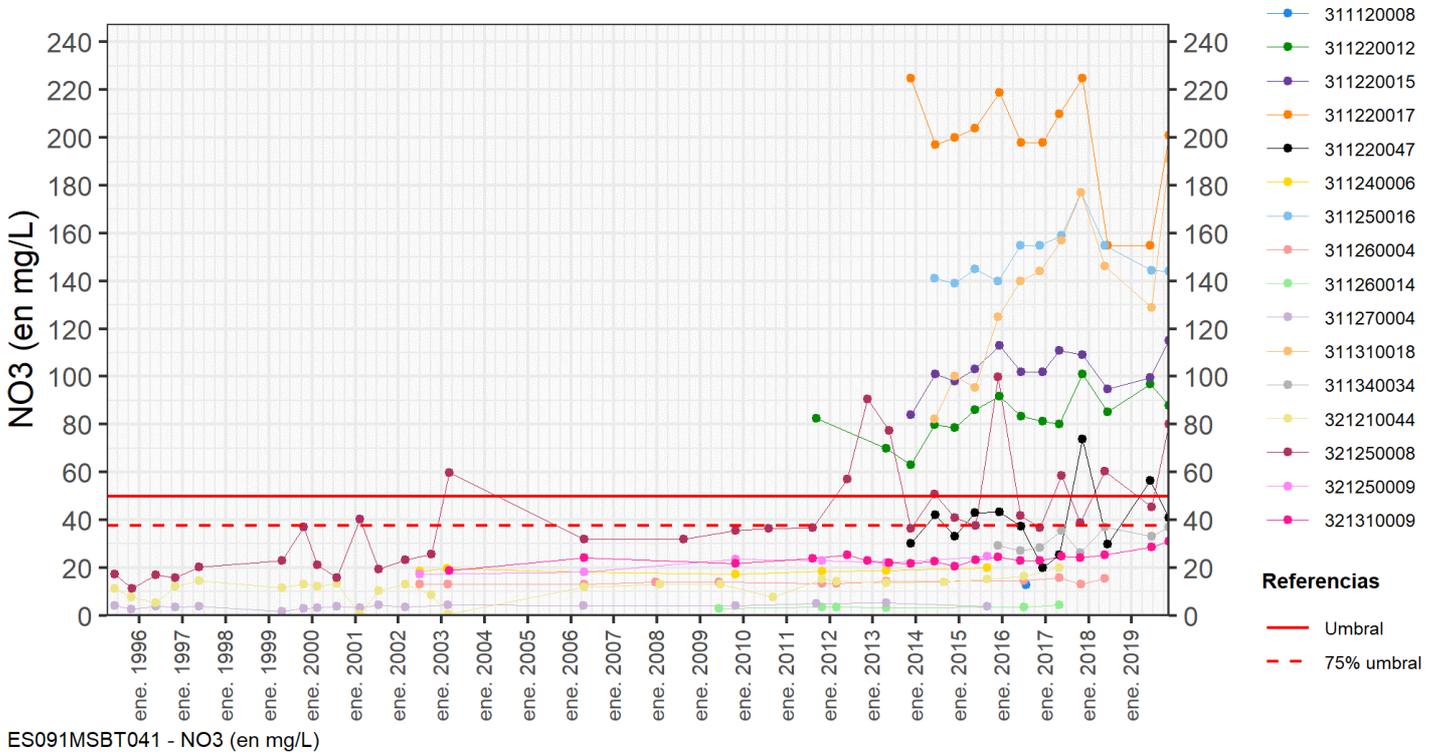
9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

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

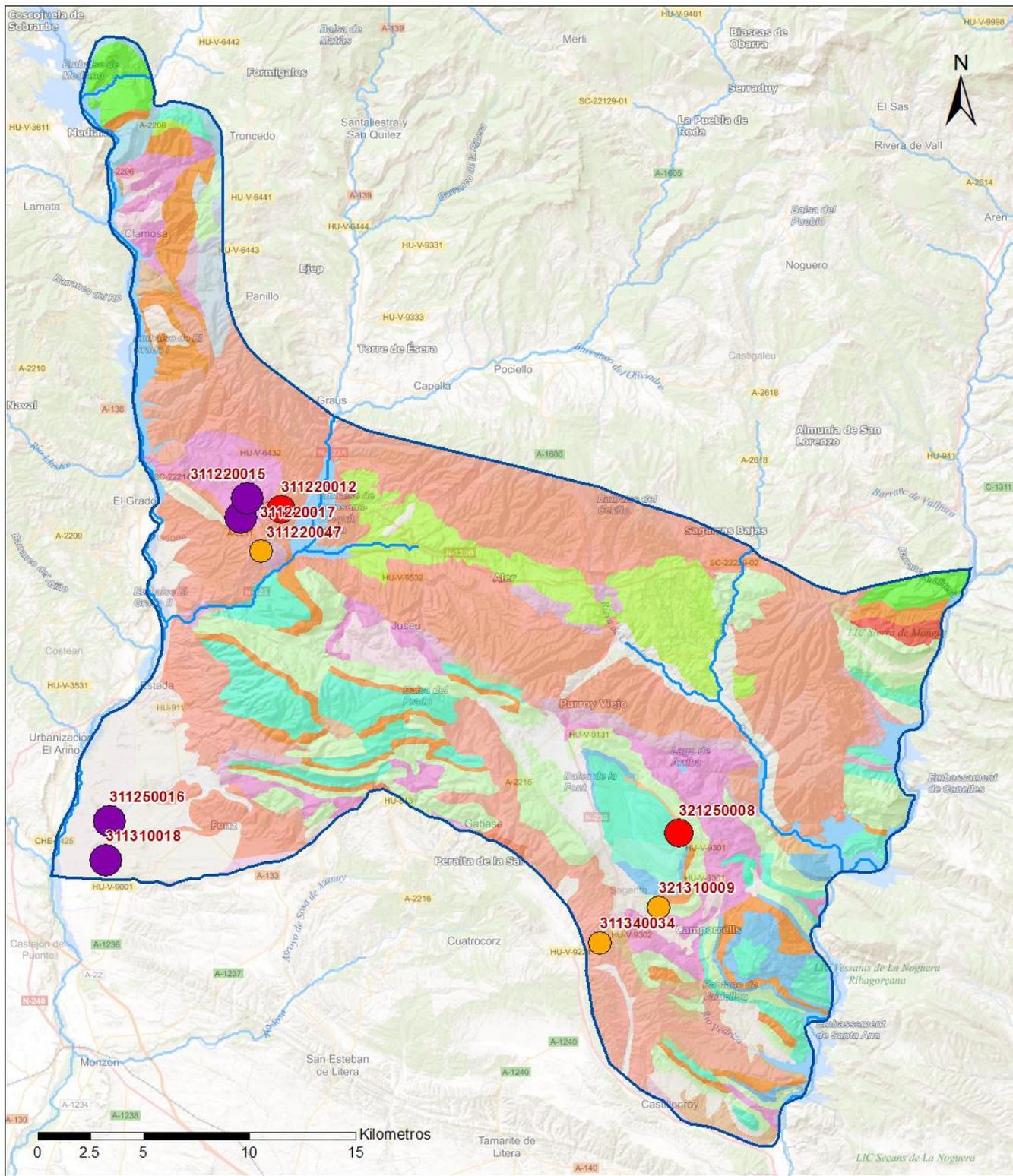
9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

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

Gráficas de Evolución



Mapa de distribución actual



LEYENDA

-  MSBT:
-  Red hidrográfic
- ES091MSBT041
- Litera Alta

NITRATOS (mg/l) 2019

-  0 - 10
-  10 - 25
-  25 - 50
-  50 - 100
- >100 mg/l color" data-bbox="380 885 405 900"/> > 100

Norma de Calidad: 50 mg/l

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

EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

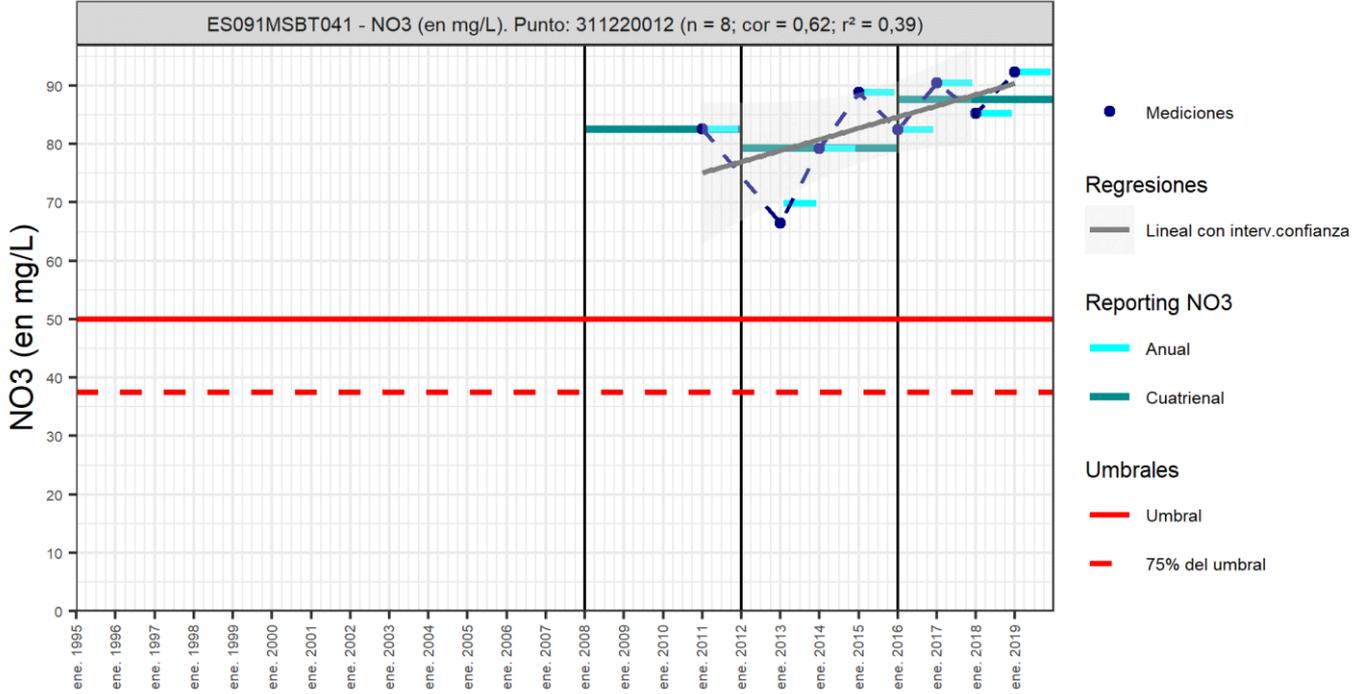
Selección de puntos para evaluación de tendencias

Los puntos seleccionados para la evaluación de tendencia en nitrato corresponden a los reportados en el informe cuatrienal 2016-2019 y forman parte de la red de nitratos. Todos los puntos tienen una serie histórica con un número mayor de 8 datos anuales para evaluar la tendencia de evolución química por método básico de regresión lineal y avanzado de Test-Mann Kendall. Los puntos seleccionados corresponden a 2 manantiales (IPA_311220012, IPA_321250008, y un pozo IPA_321210044) en el acuífero Cretácico Superior.

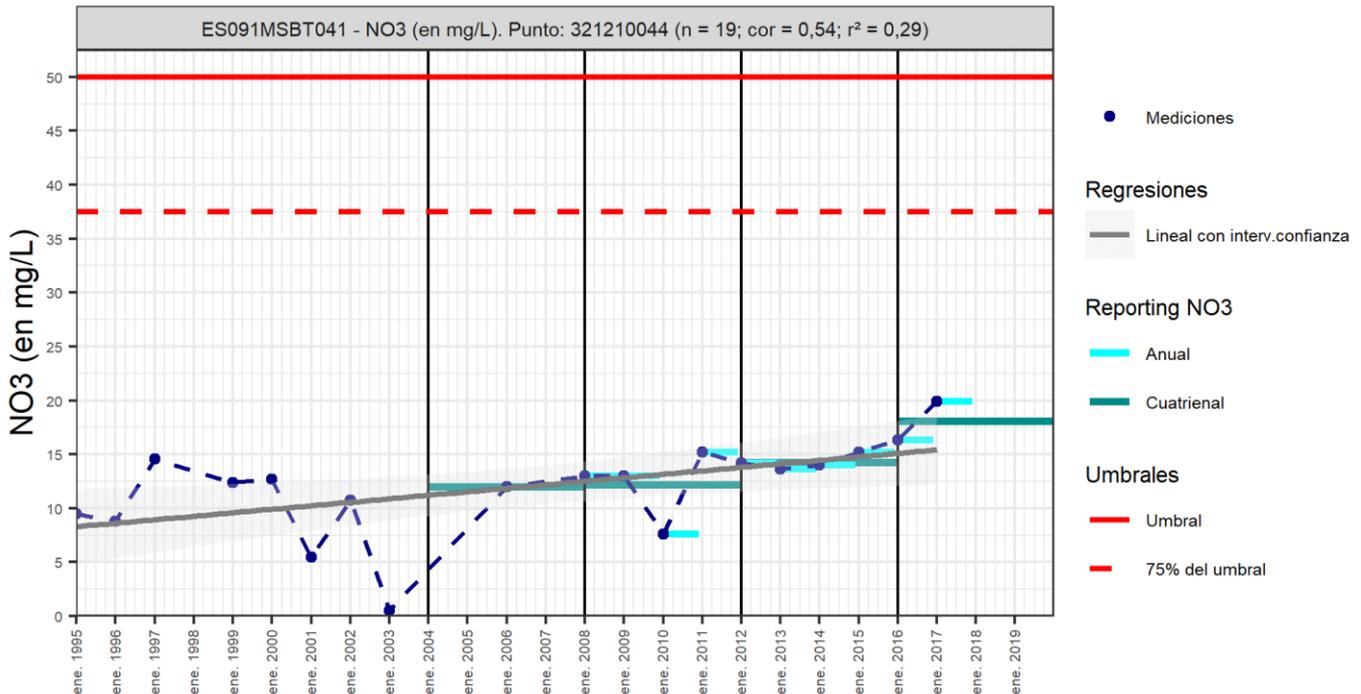
Gráfico de evaluación de tendencia

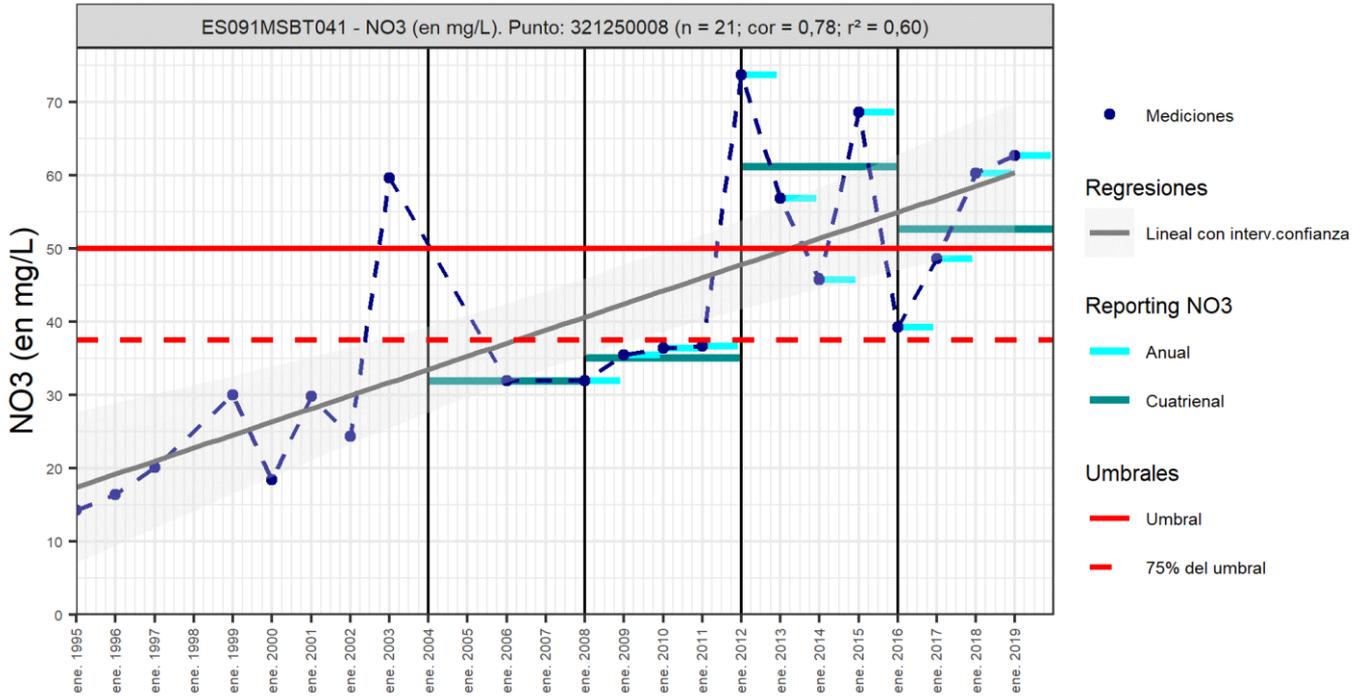
Nitrato (NO₃⁻)

Código Punto 311220012



Código Punto 321210044





Análisis de tendencias

El análisis de tendencia en la concentración de nitrato se ha realizado en tres puntos seleccionados de la red control, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzando de Mann –Kendall. La serie histórica de medición en estos puntos inicia en 2000 y 2011, es a partir de este año cuando se incrementan el número de puntos de control y medición de NO3 en la red de control. Los tres puntos seleccionados tienen serie con una longitud >8 datos anuales. Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de R2 >0,5 muestran que la correlación es alta (IPA_ 321250008), cuando R2 = >0,3 y <0,6 indica que la correlación es media (IPA_ 311220012, IPA_ 321210044), observándose que hay una tendencia creciente de la concentración de nitrato. El resultado del análisis de test Mann-Kendall permite identificar una tendencia significativa creciente con valores de GS entre 93 y 100% en los tres puntos, por lo que puede clasificarse como una tendencia entre buena a excelente. Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, las diferencias entre estos cuatrienios son poco significativas en los puntos, aumenta en los puntos IPA-311220012 y IPA_321210044, disminuye ligeramente en el punto IPA321250008. En general, la concentración de la MSBT está aumentado aunque parcialmente haya disminuciones respecto al tercer cuatrienio (2012-2015).

Resultados del análisis de tendencias

Código Punto	Unidad	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	N test	Nitrato (NO ₃ ⁻)			
								Valor Mín.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC./ V.Umbral
311220012	mg/L	Histórica	2011	2019	Anual	8	8	66,40	92,40		37,50
321210044	mg/L	Histórica	2000	2016	Anual	19	15	0,50	19,90	13,00	37,50
321250008	mg/L	Histórica	2002	2019	Anual	21	15	24,40	73,80	12,00	37,50

Resultados del análisis de tendencias

Método estadístico

Código Punto	Regresión Lineal Simple			Test de Mann-Kendall			
	R2	Tendencia	NCF Cualitativa	Tend.	p-value	GS (%)	NCF Cuantitativa
311220012	0,39000	Sin Tendencia	ALTO	Sin Tendencia	6,00E-02	93,70	ALTO
321210044	0,54000	Ascendente	ALTO	Ascendente	1,00E-03	99,90	ALTO
321250008	0,60000	Ascendente	ALTO	Ascendente	1,00E-02	99,40	ALTO

Resultado análisis de tendencias Informe Cuatrienal: Nitratos (NO₃⁻) en mg/L

Código Punto	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	Valor Mín.	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)		
311220012	Histórica	2008	2019	Cuatrienal	3	79,30	87,60		37,50	79,00	88,00	8,30	Ascendente
321210044	Histórica	2002	2019	Cuatrienal	4	12,00	18,10		37,50	14,00	18,00	3,90	Ascendente
321250008	Histórica	2002	2019	Cuatrienal	4	32,00	61,30		37,50	61,00	53,00	-8,50	Descendente

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua subterránea ES091MSBT041 Litera Alta con 904,7 km² de superficie, se encuentra casi en su totalidad en la C.C.A.A de Argón (98,3%) y una mínima superficie en la comunidad contigua de Cataluña (1,7%). Se localiza dentro del Dominio Hidrogeológico Sinclinal de Tremp en la zona nororiental de la D. Hidrográfica del Ebro. La MSBT se sitúa entre las poblaciones de El Grado y Estopiñán del Castillo al sureste, con numerosas poblaciones (28) con municipios, siendo el Graus (12,4%) y Benabarre (16,6%) los de mayor ocupación en la MSBT. Su límite oeste corresponde al cauce del río Noguera Ribagorzana.

La MSBT Litera Alta se ubica en el ámbito geoestructural Pirineos Vasco Cantábrico y las Catalánides, se encuentra al norte de la cuenca del Ebro, y al sur de la cuenca del Tremp -Graus, pertenece al Dominio Hidrogeológico Pirenaico del Sinclinal de Tremp. La MSBT se sitúa sobre las Sierras Marginales Pirenaicas, con alineación ONO-ESE constituidas por materiales Triásicos, Cretácico Superior y Eoceno, dispuestos en láminas de cabalgamiento que se superponen a los materiales terciarios de la cuenca del Ebro. Las geometrías de las estructuras de cabalgamiento forman surcos o cubetas de sedimentación donde se acumulan los depósitos terciarios detríticos Eoceno superior, Oligoceno y Mioceno.

Inmediatamente hacia el S, se extiende otro dominio con unas características estructurales y litoestratigráficas distintas, constituido por potentes series de yesos, arcillas, areniscas y conglomerados de edad Eoceno superior, Oligoceno y Mioceno que constituyen el borde N de la cuenca del Ebro.

La red fluvial en la MSBT principal la constituyen los ríos Cinca y Noguera, a los que están asociados los principales depósitos cuaternarios aluviales y coluviales, constituidos por gravas, arenas y limos. En la MSBT se localizan humedales y lagunas de origen carstica, cuyo origen pueden estar asociado a la disolución de materiales salinos de las Facies Keuper dando lugar a dolinas de colapso y posterior formación de lagunas y humedales (Laguna de Estaña, Estanque Grande de Abajo, Estanque Pequeño de Arriba).

Las características hidrogeológicas y edafológicas del acuífero, clasificado como detrítico-mixto, le confieren grado de vulnerabilidad intrínseco a la contaminación según el método DRASTIC reducido (Min= Grado 1; Max= Grado 10) bajo (grado 1) muy bajo-bajo al 54,7 %, y moderado-alto al 41,0% de la superficie de la MSBT Litera Alta.

El límite norte de la MSBT es de tipo abierto por la continuidad hacia el norte (ES091MSBT040 Sinclinal de Graus) de las calizas cretácicas y eocenas bajo la cuenca turbidítica de Graus-Tremp. Al este, el río Noguera Ribagorzana ejerce de límite natural cerrado entre las MSBT Litera Alta y la MSBT Sierras Marginales (ES091MSBT042), al igual ocurre en el límite oeste que coincide con el río Cinca, entre Barbastro y Mediano. Al sur, limita con la MSBT Aluvial del Cinca (ES091MSBT060) en un tramo muy pequeño, siendo la mayor parte del límite sur cerrado por el contacto con los materiales de baja permeabilidad del Terciario de la cuenca del Ebro.

La mayor parte de la extensión de la masa de agua subterránea de agua está cubierta por materiales del Paleógeno –Oligoceno que ocupan un 54% de la superficie y se caracterizan por su baja permeabilidad. En el resto de superficie afloran materiales con características hidráulicas de alta permeabilidad y que se denominan Formaciones Permeables FGP (Muschelkalk, Cretácico superior, Eoceno inferior, Cuaternario) y son tres los acuíferos identificados en la MSBT.

El principal acuífero en la MSBT está formado por las FGP del Cretácico superior y Eoceno inferior, con potencias de 300 y 470 m al norte que disminuyen a 50 m hacia el sector meridional de la MSBT, y ocupa el 21,2 % de la superficie. Entre ambos, las facies margosas del Garum actúan como acuitardo que permite el flujo vertical entre ambas FGPs. El acuífero tiene una geometría multicapa formada por el nivel permeable inferior (Cretácico sup.) de tipo cárstico que presenta una importante componente de flujo difuso y un nivel superior (Eoceno inf.) con un acentuado carácter cárstico de baja porosidad, marcados agotamientos y poca capacidad de regulación. Otro acuífero carbonatado lo forman las calizas y dolomías del Ac. Muschelkalk, aunque tiene un papel secundario en cuanto a su importancia productiva y extensión aflorante (1,3%).

El Ac. Cuaternario ocupa el 7,9 % de la MSBT de régimen libre y porosidad intergranular se asocia a los depósitos de terrazas de la red fluvial y sus afluentes, y depósitos coluviales. La FGP Cretácico superior ha sido objeto de varios ensayos realizados por el IGME, la Diputación Provincial de Huesca, la DGOH, ACESA y CHE, especialmente en la cuenca del Ésera. Los valores de transmisividad son variables según el grado de carstificación local, obteniéndose valores muy extremos entre el valor mín. (2,5 m²/día) y máx. (24.000 m²/día) de la transmisividad en esta formación carbonatada. En promedio la FGP Cretácico Superior una transmisividad elevada entre 5.000 y 13.000 m²/día en las zonas de mayor carstificación y caudales entre 100 y 300 L/s. No se dispone de ensayos de bombeo en la FGP Eoceno inferior, que en algunas zonas de la MSBT forma un acuífero multicapa con la FGP Cretácico superior.

El nivel de despegue de las láminas cabalgantes (evaporitas triásicas) y la intensa fracturación condicionan el funcionamiento hidrogeológico de la MSBT en sectores con recarga y descarga individualizadas, con numerosos acuíferos libres o confinados, aislados o mal conectados entre sí, drenados por manantiales de contacto con estructuras geológicas. Los principales sectores son: (1) el sector del diapiro de Mediano; (2) la sierra de Carrodilla – Fagetes; (3) los afloramientos de la culminación anticlinal del Cretácico entre Tolba y Aler; (4) el sinclinal de Estopiñán y la escama de San Quílez – Zurita; (5) las escamas del valle del Noguera Ribagorzana.

La recarga del acuífero se ve favorecida por la pérdida de agua de los canales de regadío y embalses de almacenamiento, que se ve favorecida por estructuras geológicas, como es el congosto de Olvena, que puede favorecer la recarga del acuífero Cretácico, cuyo origen está en el Embalse de Barasona y canal de regadío Aragón y Cataluña.

El Cinca y el Noguera Ribagorzana imponen los niveles de descarga regional natural de la MSBT, entre ambos se identifica una divisoria hidrográfica coincidente con la hidrogeológica coincidente con la rampa lateral entre las láminas de Naval y la de Sierras Marginales, al igual ocurre en entre el sector de Tolva y Aler, condicionando las descargas naturales a ríos y manantiales (Font Redonda, manantiales de Mola y las Ollas). Otro ejemplo de descarga son las lagunas de Estaña, favorecidas por la estructura sinclinal de Estopiñan formado por calizas del Cretácico superior –Eoceno inferior, con base impermeable en las facies evaporitas del Keuper, que por disolución genera dolinas permitiendo el drenaje del flujo subterráneo hacia las depresiones formando lagunas, humedales y manantiales.

En la MSBT Litera Alta, de una gran complejidad estructural, se han identificado dos recintos hidrogeológicos denominados Naval (ES091MSBT041S01) al que se asocian las masas de agua superficial (MSPF) del río Esera y río Sarrión, y la denominada Estopiñan (ES091MSBT041S01) con las MSPF del río Guart y Lagunas de Estaña, siendo las descargas regionales naturales a los ríos Cinca y Noguera Ribagorzana, respectivamente.

En el tercer ciclo de planificación hidrológica se establecieron, para la MSBT Litera Alta, unos recursos disponibles de 6,85 hm³/año, sobre unos recursos renovables de 15,08 hm³/año. La salida de agua subterránea más importante se corresponde con las extracciones por bombeo que se estimaron en 1,77 hm³/año, lo que tiene como consecuencia que el índice de explotación de esta masa sea de 0,11.

La red de control piezométrico está constituida por seis piezómetros en el Ac. Cretácico Superior, cuyas medidas de profundidad de manera continuada comienzan en el año 1983 (IPA_321210020) y posteriormente se añaden nuevos puntos de medición en la red de control cuantitativo. En general se observa estabilidad en el NP de los puntos de control, con variaciones interanuales coincidentes con ciclos de años húmedos y secos. La variación de NP entre máximos y mínimos más significativa se registran en el punto IPA_321210020, en el que se aprecian aumento rápido del NP debido a la respuesta rápida a la recarga en época invernal con una velocidad de variación de 0,41 m/año y un rango de variación de NP de 51,95 m.

La red de control del estado químico de la MSBT tiene 17 puntos de control: 13 manantiales y 4 pozos, la mayoría en el Ac. Cretácico Superior-Eoceno inferior. Las características generales físico-químicas de la MSBT corresponden a un agua ligeramente ácida a básica, con valores pH que varía entre 6,6 a 8,1. Los valores de conductividad eléctrica varían entre 387 y 2.2205 µS/cm, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 996 µS/cm, se consideran aguas naturales mineralizadas y dulces (< 2000 µS/cm Custodio y Llamas, 1983). La concentración en mg/L de Ca CO₃ varía entre 218,2 y 1.543 mg/L, por lo que la dureza del agua puede ser variable entre dura a muy dura, dependiendo del sector en la masa.

La facie hidrogeoquímica dominante es el tipo Ca (Mg)-HCO₃ representativa del Ac. Cretácico superior y que evoluciona hacia facies mixtas del tipo Ca-Mg-HCO₃-SO₄ por la presencia de las facies evaporíticas del Keuper. El contacto del agua subterránea con estos materiales justifica la elevada concentración en sulfato en algunos puntos de la red (IPA_311250016, IPA_311220012, IPA_311340034), entre 200 y 1.300 mg/L. A partir de la representación de las concentraciones de iones mayoritarios en diagramas de columnas, se observa que no hay variaciones geoquímicas de las facies representativas de la MSBT en la serie temporal (2015-2019) o respecto a la Línea Base 2007-2008 en el caso de puntos con dato disponible (IPA_321250008, IPA_32120044).

La masa de agua subterránea está en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales por la concentración en nitrato, debido principalmente a la contaminación difusa por la actividad ganaderas. La contaminación se manifiesta con concentraciones elevadas de nitrato en la MSBT (ver mapa distribución), afectando a una parte de los manantiales que forman parte de la red de control. La concentración de nitrato en la serie histórica varía en un rango entre 1 y 225 mg/L, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 55,5 mg/L, que supera los 50 mg/L establecidos en la Norma de Calidad. La gráfica de evolución, en la que se representa la red de control químico, muestra la heterogeneidad de la distribución, puntos con elevadas concentraciones en nitrato entre 80 y 230 mg/L, y otros con valores < a 20 mg/L.

El análisis de tendencia en la concentración de nitrato se ha realizado en tres puntos seleccionados de la red control, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzando de Mann –Kendall. La serie histórica de medición en estos puntos inicia en 2000 y 2011, es a partir de este año cuando se incrementan el número de puntos de control y medición de nitrato en la red de control. Los tres puntos seleccionados tienen serie con una longitud >8 datos anuales.

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de R² >0,5 muestran que la correlación es alta (IPA_321250008), cuando R² = >0,3 y <0,6 indica que la correlación es media (IPA_311220012, IPA_321210044), observándose que hay una tendencia creciente de la concentración de nitrato. El resultado del análisis de test Mann-Kendall permite identificar una tendencia significativa creciente con valores de GS entre 93 y 100% en los tres puntos, por lo que puede clasificarse como una tendencia entre buena a excelente.

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, las diferencias entre estos cuatrienios son poco

significativas en los puntos, aumenta en los puntos IPA-311220012 y IPA_321210044, disminuye ligeramente en el punto IPA321250008. En general, la concentración de la MSBT está aumentado, aunque parcialmente haya disminuciones respecto al tercer cuatrienio (2012-2015).

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 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 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 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 ES091MSBT041 Litera Alta:

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. En algunas zonas puede ser necesario la perforación de sondeos de reconocimiento geológico y estudio estructural.

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 de contaminantes hasta alcanzar el nivel freático. Se trata de una MSBT en la que se ha identificado contaminación difusa por nitrato. 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. 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 en los dos acuíferos identificados, 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 nitrato que afecta a manantiales en Fonzo y Puebla de Castro. Se trata de una contaminación que suele afectar 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 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.

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 irá 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(1998) Delimitación de Unidades Hidrogeológicas del Ebro(www.chebro.es).
- CHE (1999) Base de datos IPA. Oficina de Planificación Hidrológica del Ebro
- CHE() 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.
- 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 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 del Sinclinal de Tremp, Masa de agua subterránea 090.041 La Litera Alta. En: Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas.
- 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.
- PÉREZ, C.; RAMAJO, J.; LAMBÁN, L. J (. Marco geológico e hidrogeológico del entorno de las Lagunas de Estaña (Huesca, España).

ANEXO 1: ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)



MSBT: ES091MSBT041 - LITERA ALTA

Código espacio RN2000	Nombre espacio RN2000	Tipo RN2000	Código hábitat	Nombre hábitat dependiente de aguas subterráneas	Grado conservación
ES2410042	Sierra de Mongay	LIC	6420	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion	C
ES5130032	Vessants de la Noguera Ribagorçana	ZEC/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: ES091MSBT041 - LITERA ALTA

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	311120008						
Valor							
Máx.	16,0	8	615	8,10	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	16,0	8	615	7,30	<LQ	<LQ	<LQ
P50	16,0	8	615	7,70	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	1	1	1	2	1		
Código Punto	311220012						
Valor							
Máx.	18,6	8	1.524	10,40	1,1	<LQ	233,0
Mín.	12,1	7	1.204	5,60	<LQ	<LQ	233,0
P50	16,1	8	1.325	9,15	<LQ	<LQ	233,0
N reg.	9	7	12	14	9		1
Código Punto	311220015						
Valor							
Máx.	14,7	8	1.264	11,70	0,6	<LQ	158,0
Mín.	11,9	8	893	6,70	<LQ	<LQ	158,0
P50	13,2	8	977	8,95	<LQ	<LQ	158,0
N reg.	7	5	10	12	7		1
Código Punto	311220017						
Valor							
Máx.	15,8	8	2.034	11,40	1,0	<LQ	143,0
Mín.	11,7	7	1.580	5,70	<LQ	<LQ	143,0
P50	14,7	8	1.789	9,30	<LQ	<LQ	143,0
N reg.	7	5	10	12	7		1
Código Punto	311220047						
Valor							
Máx.	15,6	7	953	9,30	1,1	<LQ	296,0
Mín.	12,1	7	702	6,20	<LQ	<LQ	296,0
P50	13,6	7	782	7,70	<LQ	<LQ	296,0
N reg.	7	5	10	12	7		1
Código Punto	311240006						
Valor							
Máx.	19,8	7	644	9,10	2,2	<LQ	260,0
Mín.	17,1	7	586	5,40	<LQ	<LQ	256,0
P50	18,4	7	622	8,00	<LQ	<LQ	259,0
N reg.	6	7	6	6	3		3
Código Punto	311250016						
Valor							
Máx.	16,8	8	1.249	9,30	1,5	<LQ	370,0
Mín.	15,6	7	1.060	6,90	<LQ	<LQ	370,0
P50	16,4	8	1.176	8,40	<LQ	<LQ	370,0
N reg.	6	4	10	11	7		1
Código Punto	311260004						
Valor							
Máx.	18,6	7	696	9,70	2,8	<LQ	307,0
Mín.	16,0	7	594	6,20	<LQ	<LQ	243,0
P50	17,5	7	628	7,50	<LQ	<LQ	254,5
N reg.	11	9	10	11	7		4
Código Punto	311260014						
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.	16,4	8	554	10,50	0,5	<LQ	260,0
Mín.	8,7	7	471	8,10	<LQ	<LQ	260,0
P50	14,8	7	509	9,75	<LQ	<LQ	260,0
N reg.	5	5	6	6	5		1
Código Punto	311270004						
Valor							
Máx.	18,8	8	842	10,40	<LQ	<LQ	290,0
Mín.	10,6	7	692	3,30	<LQ	<LQ	270,0
P50	17,0	7	737	5,15	<LQ	<LQ	280,0
N reg.	17	18	16	18	3		15
Código Punto	311310018						
Valor							
Máx.	21,5	7	1.962	9,80	2,8	<LQ	382,0
Mín.	13,1	7	1.563	7,10	0,7	<LQ	382,0
P50	16,8	7	1.778	8,50	0,9	<LQ	382,0
N reg.	6	5	10	11	7		1
Código Punto	311340034						
Valor							
Máx.	17,5	7	2.205	8,00	<LQ	<LQ	144,0
Mín.	15,2	7	1.593	5,10	<LQ	<LQ	144,0
P50	16,5	7	1.987	7,25	<LQ	<LQ	144,0
N reg.	5	3	8	8	5		1
Código Punto	321210044						
Valor							
Máx.	18,2	8	620	10,20	0,5	<LQ	265,0
Mín.	13,0	7	387	5,10	<LQ	<LQ	182,0
P50	14,5	7	531	8,20	<LQ	<LQ	246,5
N reg.	23	23	21	25	7		18
Código Punto	321250008						
Valor							
Máx.	20,2	7	808	10,00	2,0	<LQ	297,0
Mín.	13,0	7	490	4,60	<LQ	<LQ	225,0
P50	13,9	7	587	7,60	<LQ	<LQ	282,0
N reg.	29	27	29	33	13		17
Código Punto	321250009						
Valor							
Máx.	16,7	7	771	8,90	<LQ	<LQ	241,0
Mín.	15,2	7	697	6,70	<LQ	<LQ	239,0
P50	15,9	7	749	8,60	<LQ	<LQ	240,0
N reg.	5	6	5	5	3		2
Código Punto	321310009						
Valor							
Máx.	18,3	8	810	10,20	0,5	<LQ	243,0
Mín.	14,6	7	643	6,20	<LQ	<LQ	235,0
P50	16,3	7	683	8,10	<LQ	<LQ	239,0
N reg.	14	12	16	19	12		2
Código Punto	321310028						
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.							

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	311120008								
Valor									
Máx.	386,7	<LQ	3,79	7,9	12,9	<LQ	<LQ	2,5	0,7
Mín.	221,0	<LQ	1,82	4,3	<LQ	<LQ	<LQ	1,5	0,4
P50	303,9	<LQ	2,81	6,1	6,4	<LQ	<LQ	2,0	0,6
N reg.	2	2	2	2	2			2	2
Código Punto	311220012								
Valor									
Máx.	325,0	<LQ	119,00	338,0	101,0	0,02	<LQ	69,9	8,6
Mín.	237,0	<LQ	86,00	283,0	63,0	<LQ	<LQ	49,0	6,3
P50	292,2	<LQ	112,00	313,0	83,1	<LQ	<LQ	64,7	7,0
N reg.	10	10	11	11	14	10	10	11	11
Código Punto	311220015								
Valor									
Máx.	211,1	<LQ	33,10	207,0	115,0	0,02	<LQ	12,6	3,4
Mín.	172,0	<LQ	29,10	180,0	84,0	<LQ	<LQ	10,1	2,7
P50	207,2	<LQ	31,50	197,0	102,0	<LQ	<LQ	10,9	3,0
N reg.	8	8	9	9	12	9	9	9	9
Código Punto	311220017								
Valor									
Máx.	178,1	<LQ	99,10	622,0	225,0	<LQ	<LQ	58,0	125,0
Mín.	146,0	<LQ	87,50	539,0	155,0	<LQ	<LQ	53,0	100,0
P50	175,7	<LQ	92,00	561,0	200,5	<LQ	<LQ	56,2	109,0
N reg.	8	8	9	9	12	9	9	9	9
Código Punto	311220047								
Valor									
Máx.	390,0	<LQ	52,00	54,0	73,9	0,01	<LQ	20,5	0,8
Mín.	303,0	<LQ	27,60	28,0	19,8	<LQ	<LQ	12,7	<LQ
P50	380,6	<LQ	44,60	44,0	39,1	<LQ	<LQ	16,5	0,6
N reg.	8	8	9	9	12	9	9	9	9
Código Punto	311240006								
Valor									
Máx.	316,0	<LQ	22,00	68,0	19,8	<LQ	<LQ	15,0	3,0
Mín.	306,1	<LQ	19,50	49,2	17,3	<LQ	<LQ	6,9	1,5
P50	311,1	<LQ	21,00	52,9	18,5	<LQ	<LQ	13,1	1,8
N reg.	6	5	7	7	7	4	4	7	7
Código Punto	311250016								
Valor									
Máx.	460,0	<LQ	73,00	108,0	177,0	0,02	<LQ	43,0	1,9
Mín.	374,0	<LQ	62,60	89,4	139,0	<LQ	<LQ	35,9	1,5
P50	449,0	<LQ	66,60	96,1	145,0	<LQ	<LQ	39,3	1,7
N reg.	8	8	9	9	11	9	9	9	9
Código Punto	311260004								
Valor									
Máx.	374,5	<LQ	29,40	84,0	15,7	<LQ	0,10	21,2	8,4
Mín.	296,5	<LQ	23,80	64,4	13,0	<LQ	<LQ	12,6	4,6
P50	302,3	<LQ	27,00	70,7	13,7	<LQ	<LQ	19,4	5,5
N reg.	10	8	11	11	12	8	7	11	11
Código Punto	311260014								
Valor									
Máx.	341,6	<LQ	5,85	14,2	4,5	0,00	<LQ	4,0	0,8
Mín.	317,2	<LQ	<LQ	12,8	3,0	<LQ	<LQ	3,0	<LQ
P50	327,9	<LQ	5,49	13,4	3,4	<LQ	<LQ	3,7	0,6
N reg.	6	6	6	6	6	5	4	6	6
Código Punto	311270004								
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	311270004								
Valor									
Máx.	353,8	<LQ	50,60	122,0	5,3	<LQ	<LQ	28,0	2,0
Mín.	329,4	<LQ	30,20	97,4	1,7	<LQ	<LQ	18,9	<LQ
P50	340,4	<LQ	38,55	113,0	3,8	<LQ	<LQ	22,5	1,0
N reg.	17	17	18	18	18	4	4	18	18
Código Punto	311310018								
Valor									
Máx.	508,0	<LQ	197,00	392,0	191,0	0,22	<LQ	162,0	3,9
Mín.	321,0	<LQ	162,00	264,0	82,3	0,02	<LQ	104,0	3,5
P50	448,4	<LQ	182,00	305,0	140,0	0,08	<LQ	116,0	3,7
N reg.	8	8	9	9	11	9	9	9	9
Código Punto	311340034								
Valor									
Máx.	169,6	<LQ	66,30	1.306,0	37,0	0,02	<LQ	47,2	2,1
Mín.	153,7	<LQ	28,90	1.090,0	26,2	<LQ	<LQ	26,0	1,7
P50	158,6	<LQ	33,55	1.252,5	31,1	<LQ	<LQ	28,5	1,9
N reg.	5	5	6	6	8	6	6	6	6
Código Punto	321210044								
Valor									
Máx.	323,3	<LQ	16,00	66,0	19,9	0,54	0,15	11,0	2,0
Mín.	222,0	<LQ	4,70	33,4	<LQ	<LQ	<LQ	3,9	<LQ
P50	298,9	<LQ	11,40	48,4	13,0	<LQ	<LQ	8,3	1,0
N reg.	23	22	25	25	25	10	8	25	25
Código Punto	321250008								
Valor									
Máx.	381,9	<LQ	27,40	28,2	99,8	0,05	0,10	7,4	1,8
Mín.	274,5	<LQ	<LQ	<LQ	11,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	344,0	<LQ	10,05	14,9	36,7	<LQ	<LQ	2,9	0,3
N reg.	30	29	32	32	34	18	18	32	32
Código Punto	321250009								
Valor									
Máx.	313,5	<LQ	48,30	100,0	24,6	<LQ	0,01	30,2	2,1
Mín.	292,8	<LQ	38,30	75,2	17,4	<LQ	<LQ	22,0	1,4
P50	294,0	<LQ	46,00	93,3	22,4	<LQ	<LQ	26,5	1,9
N reg.	5	4	6	6	6	4	4	6	6
Código Punto	321310009								
Valor									
Máx.	305,0	<LQ	55,00	97,0	31,0	0,01	0,01	31,0	2,0
Mín.	237,0	<LQ	32,50	53,1	18,8	<LQ	<LQ	20,0	1,1
P50	287,9	<LQ	42,70	64,0	23,2	<LQ	<LQ	26,0	1,3
N reg.	16	15	17	17	19	16	16	17	17
Código Punto	321310028								
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.									

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	311120008								
Valor									
Máx.	115,0	16,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	82,6	4,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<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	311120008								
Valor									
P50	98,8	10,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	2	2				2			
Código Punto	311220012								
Valor									
Máx.	220,0	39,2	<LQ	<LQ	<LQ	0,10	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	155,0	28,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	203,0	34,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	11	11				11			
Código Punto	311220015								
Valor									
Máx.	163,0	27,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	147,0	19,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	155,0	22,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9				9			
Código Punto	311220017								
Valor									
Máx.	297,0	38,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	244,0	29,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	255,0	32,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9				9			
Código Punto	311220047								
Valor									
Máx.	163,0	11,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	137,0	8,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	152,0	9,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9				9			
Código Punto	311240006								
Valor									
Máx.	120,0	11,2	2,0000	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	107,0	9,5	2,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	117,0	10,6	2,0000	0,5000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	7	7	1	2		5			
Código Punto	311250016								
Valor									
Máx.	108,0	96,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	97,9	83,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	104,0	92,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9				9			
Código Punto	311260004								
Valor									
Máx.	102,0	24,4	2,0000	1,0000	<LQ	0,10	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	82,0	20,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	94,5	22,0	0,4935	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	11	11	8	9	7	9	4	6	6
Código Punto	311260014								
Valor									
Máx.	105,0	13,1	0,4160	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	97,8	11,8	0,3200	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	100,2	12,8	0,3375	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	6	6	6	6	5	6	6
Código Punto	311270004								
Valor									

Parámetro	Ca ²⁺	Mg ²⁺	As	Cd ²⁺	Hg	NH ₄ ⁺ Total	Σ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Código Punto	311270004								
Valor									
Máx.	121,0	33,0	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	104,0	28,0	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	114,0	30,0	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	17	18	1	2		17			
Código Punto	311310018								
Valor									
Máx.	182,0	99,2	<LQ	<LQ	<LQ	0,07	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	162,0	80,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	168,0	92,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9				9			
Código Punto	311340034								
Valor									
Máx.	531,0	51,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	420,0	37,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	517,0	40,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6				6			
Código Punto	321210044								
Valor									
Máx.	117,0	20,0	1,0500	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	76,6	6,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	108,0	9,1	0,9920	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	25	25	11	12	10	22	7	8	8
Código Punto	321250008								
Valor									
Máx.	146,0	12,5	1,0000	<LQ	<LQ	0,08	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	106,0	6,1	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	126,0	8,9	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	31	32	1	2		30			
Código Punto	321250009								
Valor									
Máx.	145,0	17,1	3,0000	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	113,0	15,0	3,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	119,5	15,8	3,0000	0,5000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	1	2		5			
Código Punto	321310009								
Valor									
Máx.	125,0	14,3	1,0000	<LQ	<LQ	0,08	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	101,0	11,6	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	114,5	12,9	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	16	17	1	2		16			
Código Punto	321310028								
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.									

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