CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

MSBT: ES091MSBT096 - PUERTOS DE BECEITE

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	ES091MSBT096	Nombre MSBT	PUERTOS DE BECEITE
Código DH	ES091	Nombre DH	Ebro

Descripción localización:

La masa de agua de los Puertos de Beceite se localiza al sureste de la cuenca del Ebro, en la vertiente norte de Los Puertos de Beceite, macizo montañoso que establece el límite entre la demarcación hidrográfica del Ebro y la del Júcar.

Se reparte entre tres provincias, Teruel al este, Tarragona al oeste y una pequeña franja al sur que pertenece a Castellón. Las localidades de mayor población pertenecen a la comarca turolense del Matarraña, donde destacan Beceite y Peñarroya de Tastavins, localidades que rondan los 500 habitantes.

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Aragón	Teruel	44037	Beceite	99,97	15,06
Aragón	Teruel	44179	Peñarroya de Tastavins	100,00	12,94
Cataluña	Tarragona	43071	Horta de Sant Joan	57,74	10,67
Aragón	Teruel	44154	Monroyo	73,05	8,99
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12093	Pobla de Benifassà, la	36,13	7,65
Cataluña	Tarragona	43018	Arnes	80,87	5,39
Aragón	Teruel	44246	Valderrobres	25,74	4,96
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12037	Castell de Cabres	96,00	4,58
Cataluña	Tarragona	43044	Sénia, La	25,46	4,29
Cataluña	Tarragona	43008	Alfara de Carles	36,92	3,67
Cataluña	Tarragona	43102	Paüls	50,67	3,44
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12068	Herbés	81,50	3,43
Cataluña	Tarragona	43117	Prat de Comte	79,58	3,26
Aragón	Teruel	44114	Fuentespalda	49,69	3,01
Cataluña	Tarragona	43133	Roquetes	11,09	2,37
Cataluña	Tarragona	43155	Tortosa	6,49	2,21
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12080	Morella	2,30	1,48
Aragón	Teruel	44194	Ráfales	21,46	1,19
Cataluña	Tarragona	43032	Bot	12,85	0,69
Aragón	Teruel	44086	Cretas	5,16	0,42
Aragón	Teruel	44223	Torre de Arcas	4,55	0,24
Aragón	Teruel	44105	Fórnoles	0,32	0,02
Aragón	Teruel	44077	Cerollera, La	0,24	0,01
Comunitat Valenciana	Castellón/Castelló	12127	Vallibona	0,02	0,01
Cataluña	Tarragona	43064	Gandesa	0,01	0,01

1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

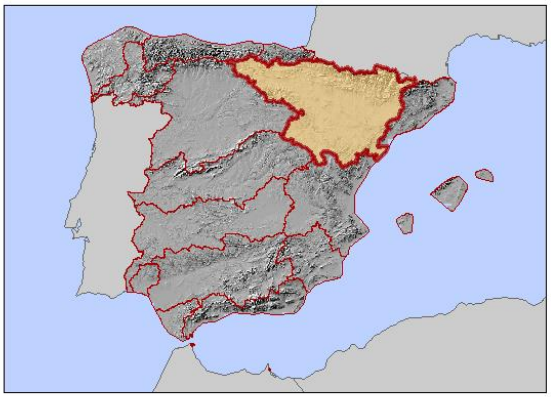
Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	767.596	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.521.287
Longitud (CENTROIDE)	0,17219	Latitud (CENTROIDE)			40,79901
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			1.266
Altitud mínima (m s.n.m.)	126	Altitud máxima (m s.n.m.)			1.392
Área total de la MSBT (km²)	644				

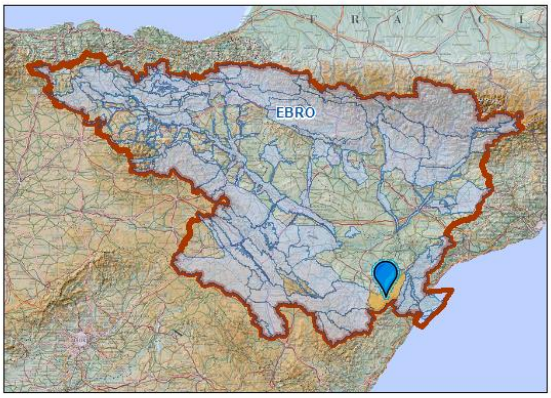
1.3 POBLACIÓN ASENTADA

Nº habitantes	8.406	Año	2019

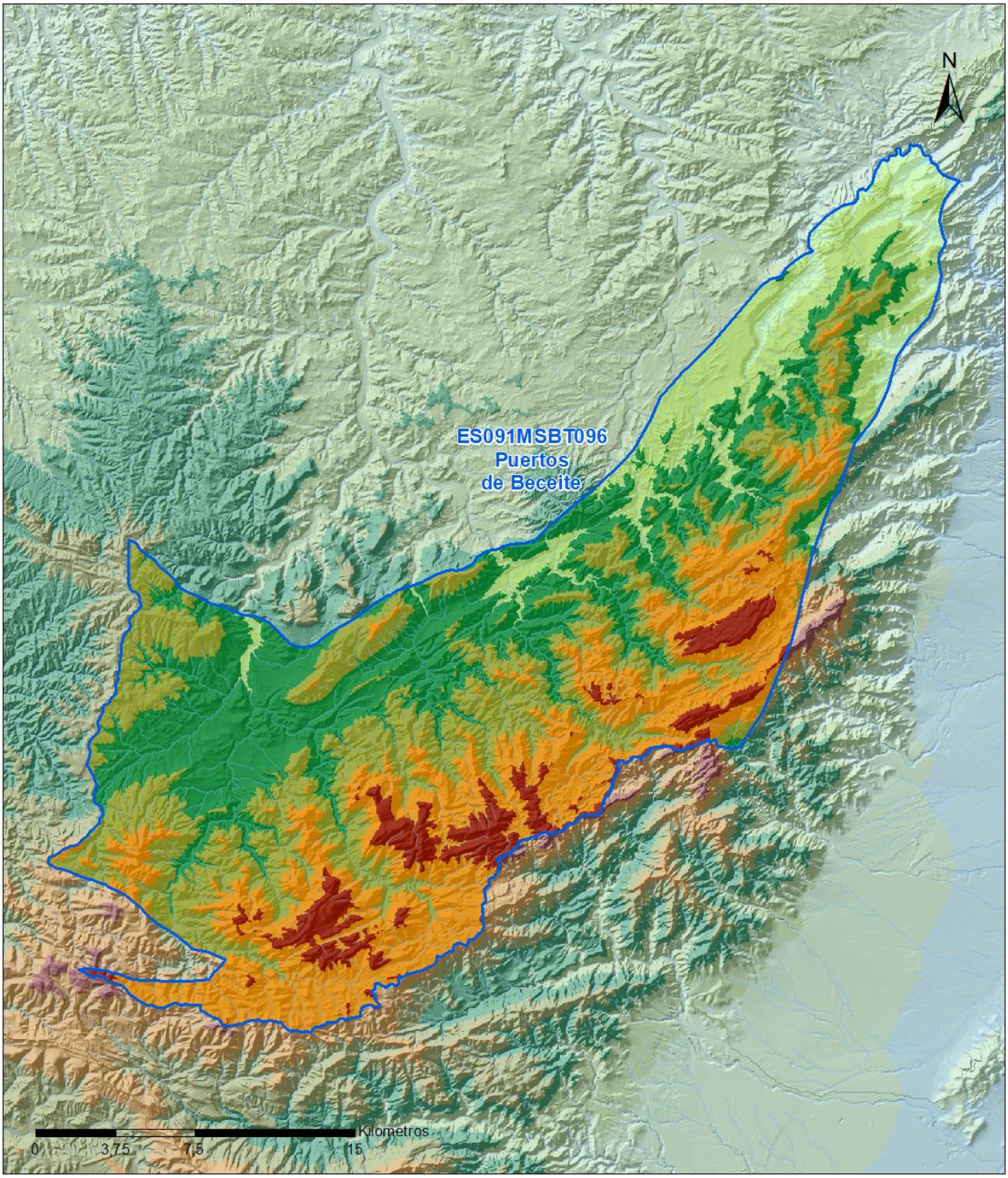
1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

Mapa de localización





Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

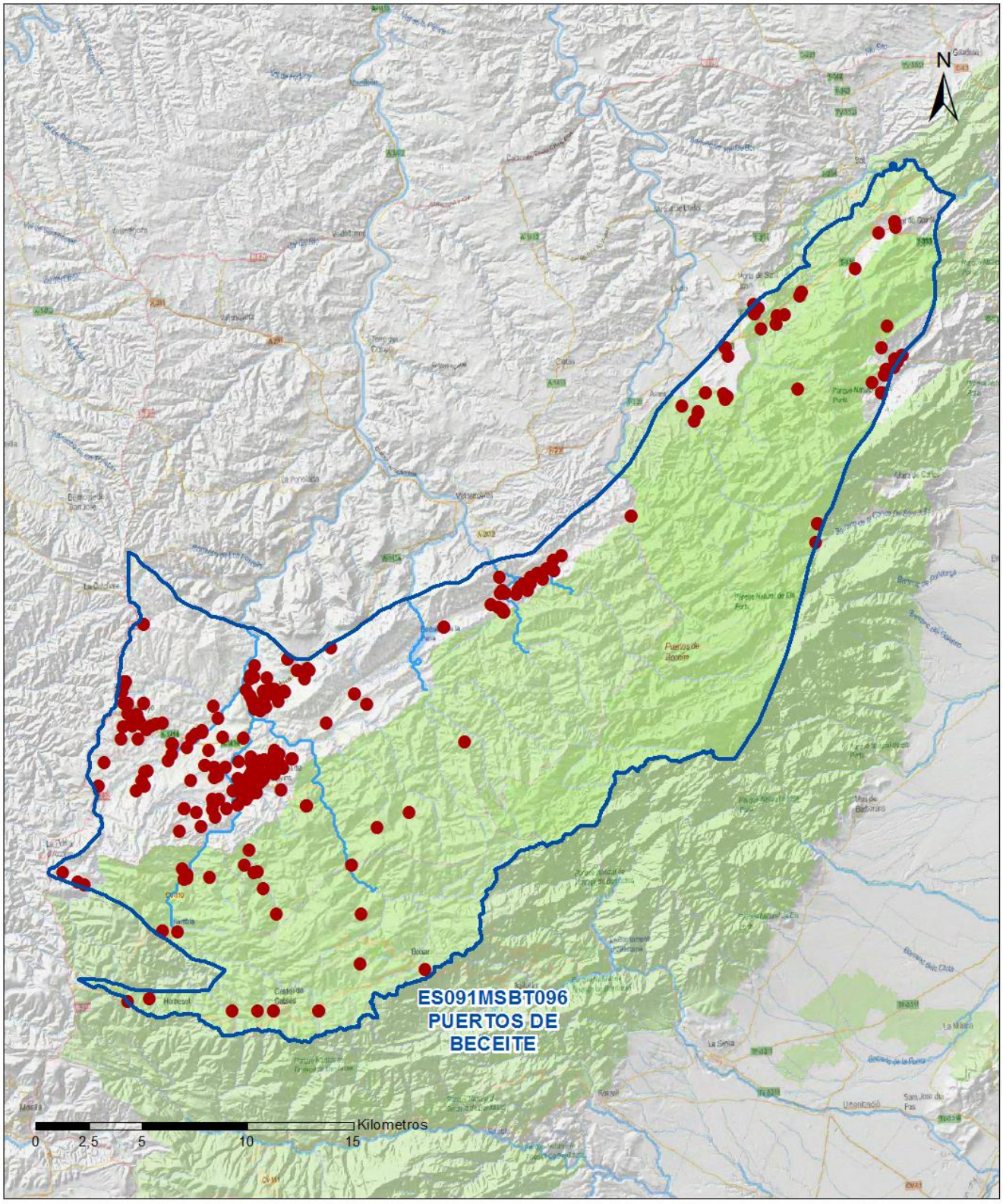
- MSBT
- Red Hidrografica
- 0 - 200
- 200 - 400
- 400 - 600
- 600 - 800
- 800 - 1,000
- 1,000 - 1,200
- 1,200 - 1,400
- 1,400 - 1,600
- 1,600 - 1,800
- 1,800 - 2,000
- 2,000 - 2,200
- > 2,200

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	☐
Fuentes puntuales	1.2	Desbordamientos de sistemas de saneamiento en episodios de lluvia	☐
Fuentes puntuales	1.4	Vertidos industriales de plantas No IED	☐
Fuentes puntuales	1.6	Vertederos	☐
Fuentes difusas	2.1	Escorrentía urbana	☐
Fuentes difusas	2.10	Otras fuentes difusas	☑
Fuentes difusas	2.2	Agricultura	☐
Fuentes difusas	2.4	Transporte	☐
Fuentes difusas	2.8	Minería	☐
Extracción / Desvío de agua	3.1	Agricultura	☐
Extracción / Desvío de agua	3.2	Abastecimiento	☐
Extracción / Desvío de agua	3.3	Industria	☐
Extracción / Desvío de agua	3.7	Otros	☐

Fuentes difusas



LEYENDA

Red hidrográfica

MSBT:

ES091MSBT096
PUERTOS DE BECEITE

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
QUAL	Disminución de la calidad de las aguas continentales asociadas a las subterráneas por cambios químicos o cuantitativos en estas últimas	Comprobado
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)

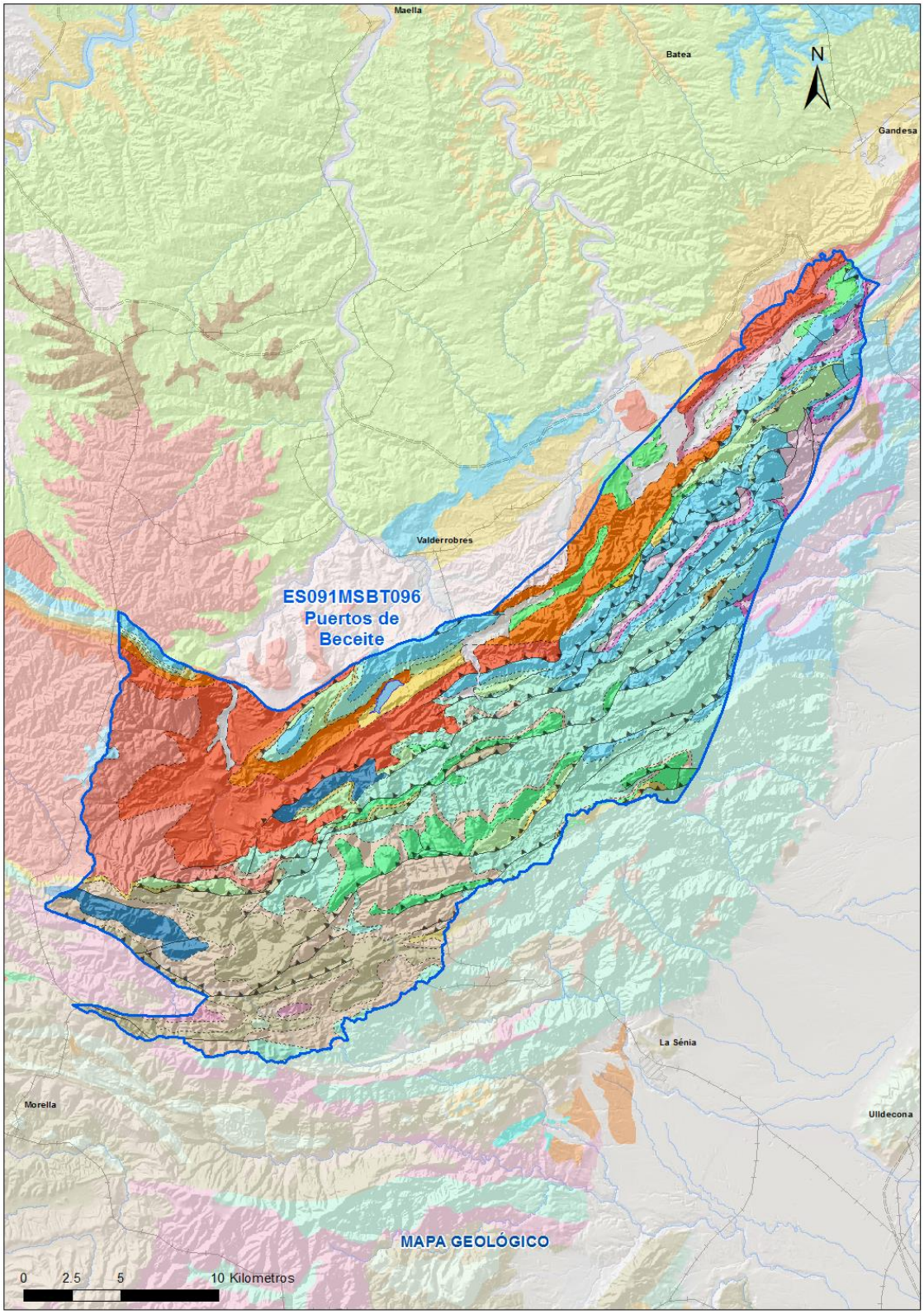
3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

Catalánides

Ibérica

3.2 MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA

MSBT

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 glacis, piedemonte y superficies)
378	Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Costras a techo
371	Calizas, localmente con lutitas
366	Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas y calizas
363	Lutitas y margas, con intercalaciones de calizas y yesos
362	Lutitas y areniscas, a veces con yesos y calizas
361	Lutitas con intercalaciones de areniscas
360	Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados
359	Conglomerados, areniscas y lutitas
352	Conglomerados, con intercalaciones de areniscas, margas y niveles de yeso
351	Conglomerados, con intercalaciones de areniscas y lutitas
350	Lutitas, con intercalaciones de yesos y carbonatos
348	Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados
192	Arenas, areniscas y calizas con Toucasias y orbitolinas
185	Arenas, areniscas, arcillas, calizas y margas. Facies Purbeck
175	Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (F.Utrillas), a veces con dolomías (F.Ar.yArc.Segovia)
174	Margas, calizas, arcillas y dolomías
173	Calizas arrecifales, con rudistas, calizas bioclásticas, dolomías y margas
164	Dolomías y calizas
159	Margas, calizas bioclásticas y margosas. Fm. Margas Cerro del Pez, etc.
157	Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)
154c	Calizas, margas y calcarenitas
152	Areniscas, arenas, calizas arenosas, margas, arcillas y margocalizas
144	Dolomías y calizas
141	Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)
138	Lutitas rojas, con niveles de yeso y dolomías
137	Dolomías, calizas y margas(F. Muschelkalk)

3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

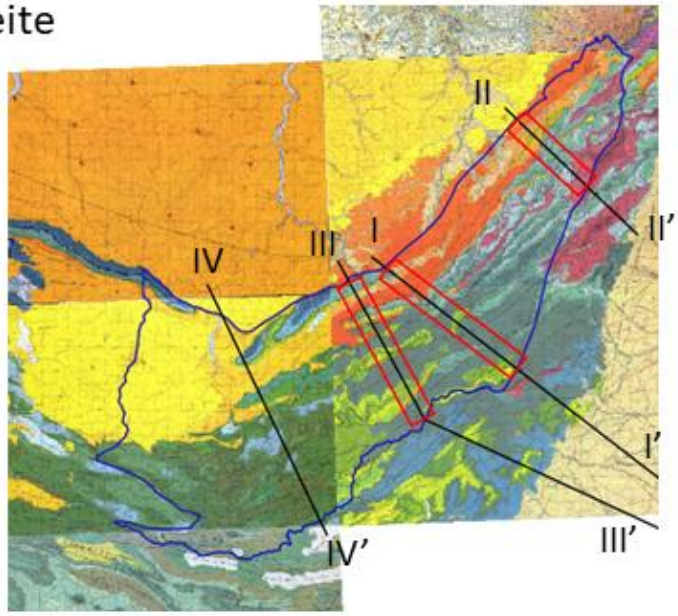
Litología	Edad geológica		Extensión (km²)	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Gravas, arenas, limos(Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	14,92	Detrítica	2,32
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacis, piedemonte y superficies)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	4,33	Detrítica	0,67
Conglomerados, areniscas, lutitas y a veces margas y calizas	Neógeno	Mioceno	39,70	Detrítica	6,16
Lutitas y margas, con intercalaciones de calizas y yesos	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	6,52	Detrítica	1,01
Conglomerados, areniscas y lutitas	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	83,82	Detrítica	13,01
Conglomerados, con intercalaciones de areniscas y lutitas	Paleógeno	Eoceno	37,25	Detrítica	5,78
Lutitas, con intercalaciones de yesos y carbonatos	Paleógeno	Eoceno	12,82	Detrítica	1,99
Alternancia de areniscas y lutitas, localmente conglomerados	Cretácico Superior-Paleógeno	Senonense-Eoceno	5,53	Detrítica	0,86
Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (F.Utrillas), a veces con dolomías (F.Ar.yArc.Segovia)	Cretácico	Inferior-Superior	5,13	Detrítica	0,80
Margas, calizas, arcillas y dolomías	Cretácico	Inferior-Superior	52,33	Carbonatada	8,13
Calizas arrecifales, con rudistas, calizas bioclásticas, dolomías y margas	Cretácico	Inferior-Superior	28,10	Carbonatada	4,36
Dolomías y calizas	Jurásico Superior (Malm)-Cretácico Inferior	Malm-Neocomiense	129,34	Carbonatada	20,08
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)	Triásico Superior-Jurásico Medio (Dogger)	Rethiense-Dogger	82,46	Carbonatada	12,80
Calizas, margas y calcarenitas	Cretácico	Superior	27,24	Carbonatada	4,23
Areniscas, arenas, calizas arenosas, margas, arcillas y margocalizas	Cretácico		69,77	Carbonatada	10,83
Dolomías y calizas	Jurásico-Cretácico Inferior		13,46	Carbonatada	2,09
Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)	Triásico		6,54	Detrítica	1,02
Dolomías, calizas y margas(F. Muschelkalk)	Triásico	Medio	13,40	Carbonatada	2,08

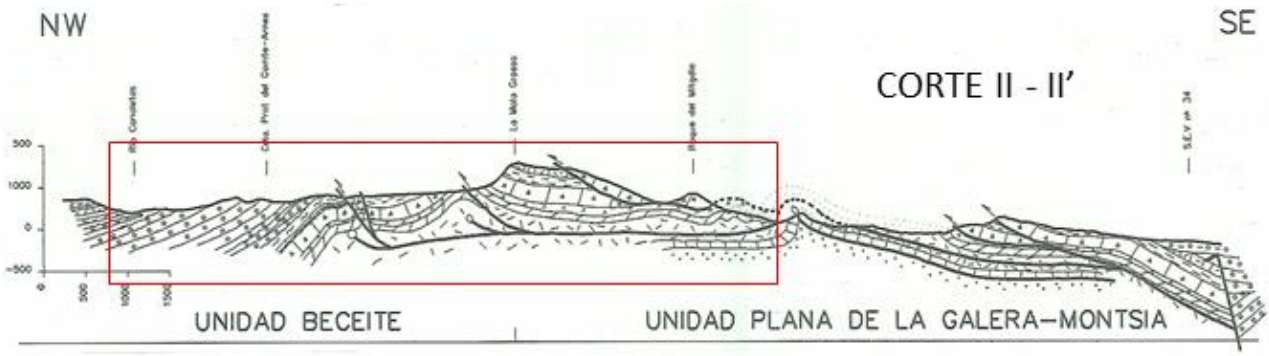
3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

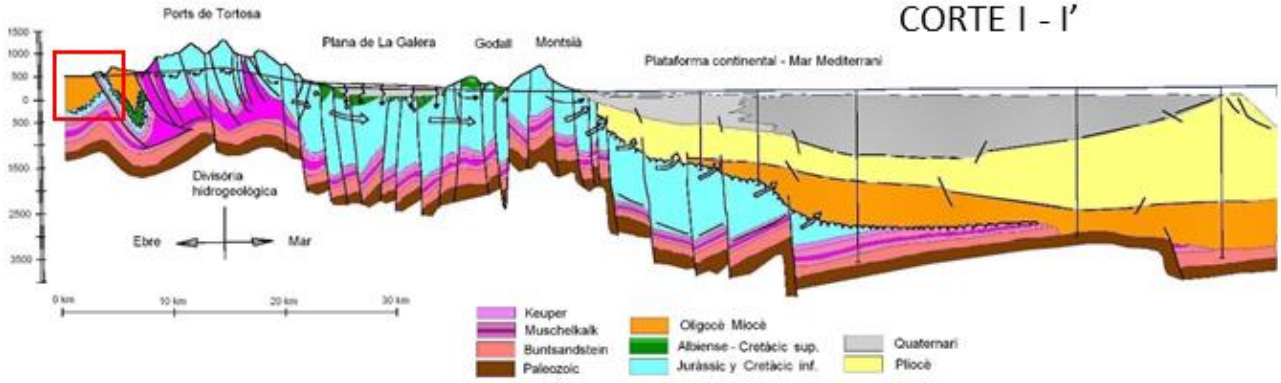
Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Dolomías, calizas y margas (F. Muschelkalk)	Triásico		
Arcillas abigarradas y yesos, a veces con margas y areniscas (F. Keuper)	Triásico		50
Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña)	Triásico Sup. -Jurásico	Lías	200-300
Margas, calizas bioclásticas y margosas	Jurásico	Inf. (Lías)-Sup. (Malm	
Dolomías y calizas	Jurásico Sup.	Malm	250-300
Calizas arrecifales, con rudistas, calizas bioclásticas, dolomías y margas	Cretácico	Inferior-Superior	50-100
Margas, calizas, arcillas y dolomías	Cretácico	Inferior-Superior	
Calizas, margas y calcarenitas	Cretácico	Superior	20-50
Conglomerados, areniscas y arcillas	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	50-700
Gravas, arenas y arcillas	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	2-10

3.5 CORTES GEOLÓGICOS

ES091MSBT096 Puertos de Beceite







3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Esta masa de agua subterránea se identifica con la vertiente norte del Macizo de los Puertos de Beceite, localizado en el área de contacto entre la cadena Prelitoral Catalana y la cadena Ibérica, de forma que su estructura participa de las directrices de ambas: la alineación predominante es NE-SO característica del dominio catalánides, y NO-SE en la parte más occidental e ibérica.

La geometría interna está definida por escamas cabalgantes, fallas inversas y pliegues de vergencia NO. Los niveles arcillosos del Muschelkalk medio y del Keuper actúan de nivel de despegue de los cabalgamientos de los materiales mesozoicos y paleógenos. El Cretácico inferior se sitúa en la zona occidental en una serie de sinclinales colgados y el Cretácico superior también está presente aflorando en el sector N de la masa. Aparecen también materiales conglomeráticos y calizas del Terciario y el Cuaternario formado por aluviales, terrazas y abanicos. Hacia el NO, los mesozoicos se encuentran fosilizados bajo los rellenos terciarios de la Depresión del Ebro, que continúan a grandes profundidades fuera ya de esta masa de agua.Esta masa de agua subterránea se identifica con la vertiente norte del Macizo de los Puertos de Beceite, localizado en el área de contacto entre la cadena Prelitoral Catalana y la cadena Ibérica, de forma que su estructura participa de las directrices de ambas: la alineación predominante es NE-SO característica del dominio catalánides, y NO-SE en la parte más occidental e ibérica.

La geometría interna está definida por escamas cabalgantes, fallas inversas y pliegues de vergencia NO. Los niveles arcillosos del Muschelkalk medio y del Keuper actúan de nivel de despegue de los cabalgamientos de los materiales mesozoicos y paleógenos. El Cretácico inferior se sitúa en la zona occidental en una serie de sinclinales colgados y el Cretácico superior también está presente aflorando en el sector N de la masa. Aparecen también materiales conglomeráticos y calizas del Terciario y el Cuaternario formado por aluviales, terrazas y abanicos. Hacia el NO, los mesozoicos se encuentran fosilizados bajo los rellenos terciarios de la Depresión del Ebro, que continúan a grandes profundidades fuera ya de esta masa de agua.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

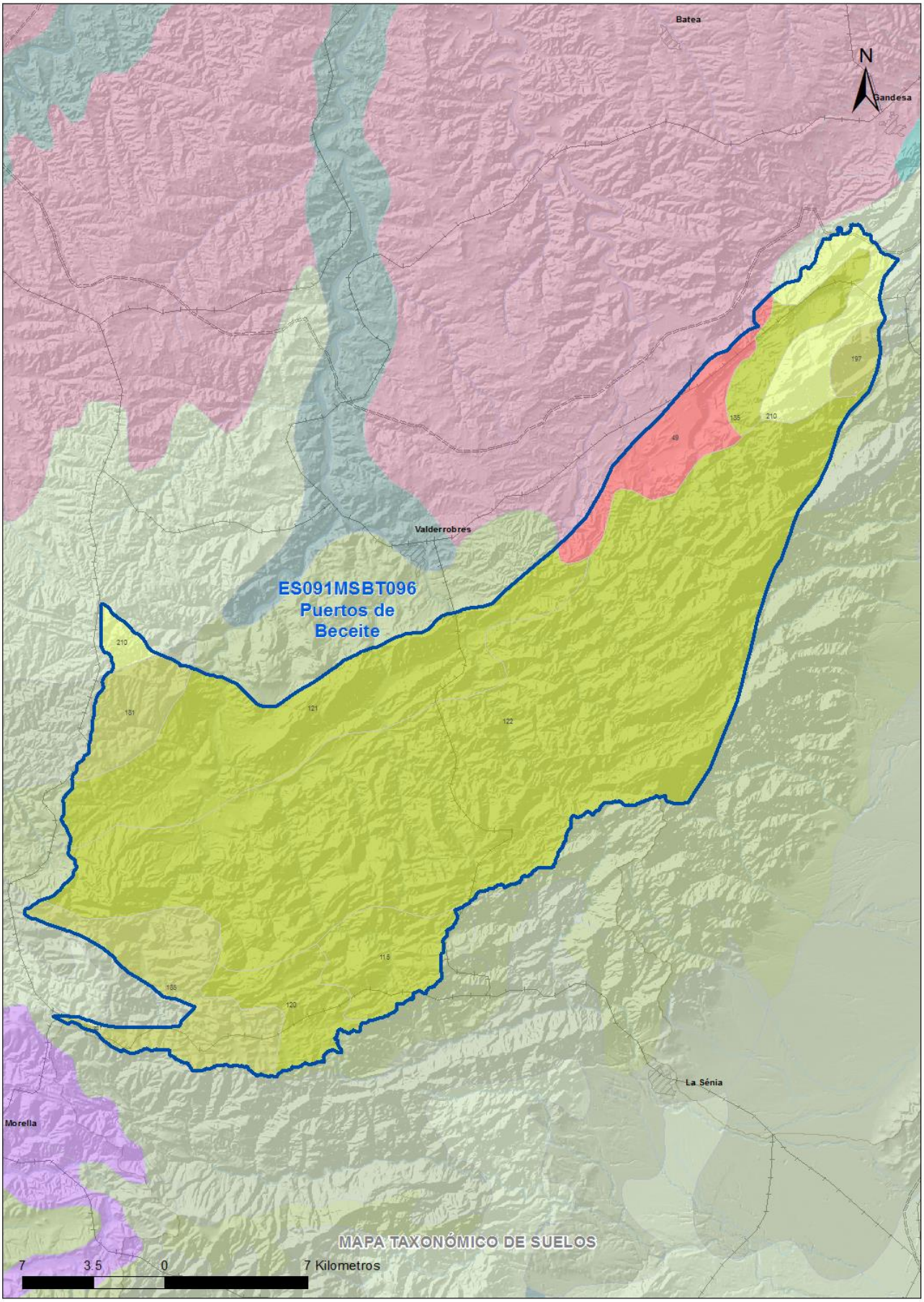
Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	32	16
Espesor Medio Z.N.S. (m)	22	
Litología Z.N.S.	Dolomías, calizas, areniscas, lutitas, conglomerados	

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km²)	% Afloramiento en la MSBT
ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID	29	4,55
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	517	80,22
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	69	10,69
INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT	29	4,54

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



LEYENDA

MSBT

Red Hidrografica

DDHH

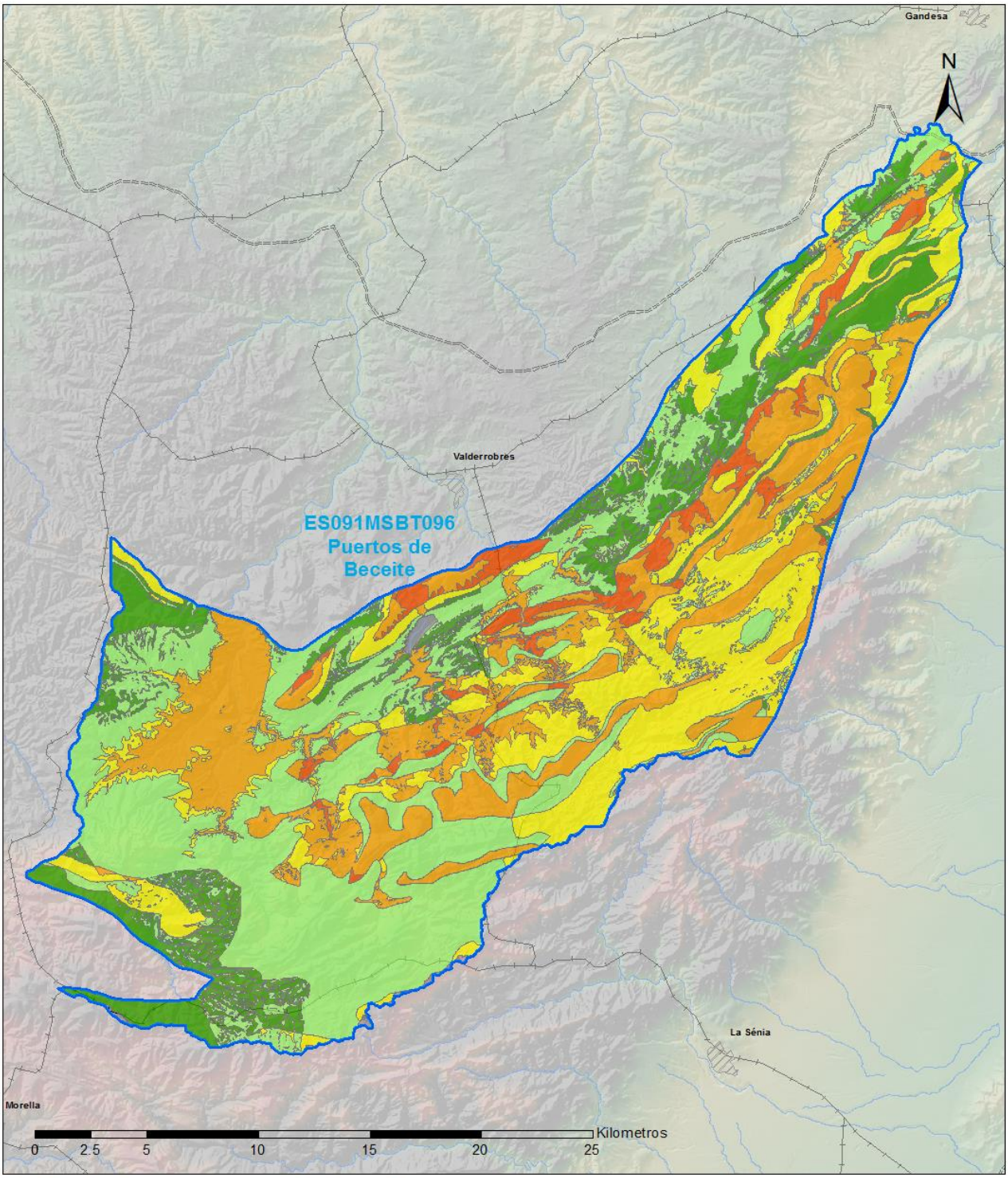
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

ID MAPA	ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02
49	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, TORRIORTHENT, NO ASOCIA2, Haplosalid, NO INCLUSION2
115	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, (Haploxerept), NO INCLUSION2
120	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Haploxerept
121	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, Haploxeralf, NO INCLUSION2
122	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, Haploxeralf, Rhodoxeralf
135	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, XEROFLUVENT, NO ASOCIA2, Haploxerept, NO INCLUSION2
181	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxeralf, NO INCLUSION2
185	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, HAPLOXERALF, NO ASOCIA2, Xerorthent, Rhodoxeralf
197	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, Haploxeralf, NO INCLUSION2
207	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Xerorthent
210	INCEPTISOL, XEREPT, HAPLOXEREPT, NO GRUPO2, HAPLOXERALF, XERORTHENT, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		COP
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT
Muy Alta	0 - 0,5	4,32
Alta	0,5 - 1	23,23
Moderada	1 - 2	22,36
Baja	2 - 4	35,71
Muy Baja	4 - 15	14,02

4.5 MAPA DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA



LEYENDA

MSBT

Método COP
Rango - Índice Vulnerabilidad

CLASE COP

- Muy Baja
- Baja
- Moderada
- Alta
- Muy Alta

5.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

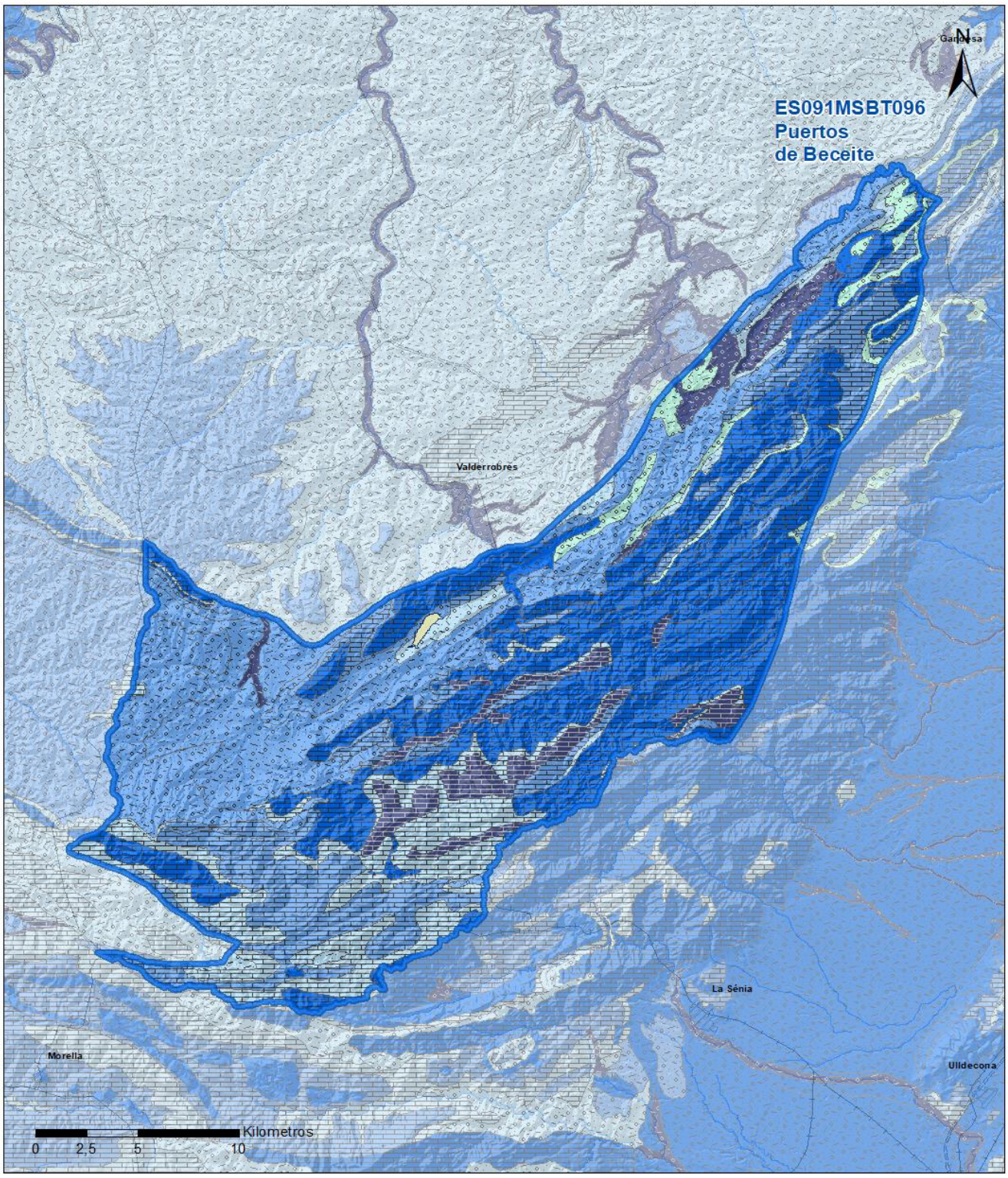
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Sur	Cerrado	Flujo nulo	Umbral piezométrico	La Tenalla
Oeste	Cerrado	Flujo nulo	Umbral piezométrico	ALIAGA-CALANDA
Este	Cerrado	Flujo nulo	Umbral piezométrico	PUERTOS DE TORTOSA
Norte	Semipermeable	Salida	Semipermeable	

Descripción límites hidrogeológicos:

Los límites de la masa están definidos al N por el contacto entre los conglomerados terciarios asociados a los afloramientos mesozoicos y los materiales del terciario más finos de la Depresión del Ebro, hasta el río Canaleta situado al NE. Al E, en la divisoria hidrográfica sobre los relieves de las sierras del Tormo, Pandols, Caballs y Puertos de Beceite. Al S, por la divisoria hidrográfica entre la demarcación del Ebro y las cuencas del Cenia y Ebro-Servol. Y al O, en la divisoria hidrogeológica con la masa de Aliaga-Calanda.

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
- MUY BAJA, DETRÍTICAS

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km²)
			Sistema	Serie		
Cuaternario	Conglomerados, arenas, limos y arcillas	Muy alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	2-10	16
Eoceno-Oligoceno	Conglomerados	Media	Paleógeno-Neógeno	Oligoceno-Mioceno	50-700	122
Cretácico superior	Calizas	Alta	Cretácico	Superior	20-50	28
Arenas de Utrillas	Arenas, arcillas, gravas y conglomerados	Baja	Cretácico	Inferior-Superior		5
Aptiense sup.-Albiense inf.	Calizas masivas y arenosas	Alta	Cretácico	Inferior	60-100	0
Barremiense-Aptiense	Calizas arrecifales, dolomías y margas	Alta	Cretácico	Inferior	60-80	52
Dogger-Malm	Dolomías y calizas	Alta	Jurásico Superior (Malm)-Cretácico Inferior	Malm-Neocomiense	250-300	129
Suprakeuper-Lías	Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos	Alta	Trias Sup-Jur Medio	Rethiense-Dogger	220-300	82
Muschelkalk	Dolomías, calizas y margas	Media-Baja	Triásico	Medio	60-80	13

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Aluviales	16	2,54	Libre	2-5	Intergranular	Cuaternario
Terciario	122	18,91	Libre		Intergranular	Eoceno-Oligoceno
Carbonatado Cretácico	108	16,72	Predominantemente libre	100-200	Karstificación-Fisuración	Cretácico
Jurásico	212	32,88	Mixto	200-500	Karstificación-Fisuración	Jurásico
Calizas del Muschelkalk	13	2,08	Predominantemente confinado	60-80	Karstificación-Fisuración	Triásica

Descripción general:

Esta masa de agua pertenece al dominio hidrogeológico del Maestrazgo-Catalánides y comprende en su mayor parte litologías carbonatadas que se comportan como acuíferos fisurados altamente productivos. Se identifica con los siguientes acuíferos:

- El Muschelkalk (FGP- Triásica), constituido por unos 60 a 80 m de calizas y dolomías. Corresponde con la formación acuífera más profundas de esta masa de agua que aflora en los núcleos de los anticlinales en su zona oriental. Se trata de un nivel permeable por fisuración y carstificación, si bien a tenor de la profundidad a la que se halla, está confinado por una elevada carga litostática por lo que se presume una permeabilidad media a baja.

- Las dolomías y calizas del Grupo Renales del Suprakeuper-Lias (220-300 m) y las dolomías del Malm (250-300 m) constituyen el acuífero Jurásico, el más importante dentro de esta masa de agua, con una permeabilidad alta por fisuración. La tectónica cabalgante de la zona da lugar a afloramientos repetitivos de esta serie, posibilitando la presencia de una gran superficie de recarga en la zona oriental.

- Las formaciones carbonatadas del cretácico, solo afloran en los núcleos de sinclinales colgados, limitados por tramos de baja permeabilidad de edades Neocomiense-Aptiense y Albiense-Cenomaniense (facies Utrillas) que condicionan su continuidad hidráulica. Estas formaciones están asociadas con niveles de descarga superiores al nivel regional, generando manantiales colgados, que alimentan los cauces hasta que se produce el vaciado total, que dada la alta permeabilidad y compartimentación de este acuífero, se produce de forma rápida. Este acuifero engloba materiales de Cretácico inferior, que incluye calizas y dolomías del Barremiense-Aptiense (60-80 m) y calizas masivas y arenosas del Aptiense-Albiense (60-100 m) junto con materiales del Cretácico superior (20-50 metros de espesor). Estos últimos, solo afloran en el sector Norte, dispuestos sobre los niveles de baja permeabilidad infrayacentes, en discordancia angular basal.

- El acuífero terciario (FGP-Eoceno-Oligoceno) incluye un conjunto de conglomerados, areniscas y arcillas adosados al límite NO de la masa de agua de permeabilidad media. Su principal función es la transferencia de los recursos procedentes de los niveles calcáreos.

- El acuífero Cuaternario (FGP-Cuaternario) incluye los depósitos de fondo de valle y los aluviales de muy escaso desarrollo debido a que la mayoría de los cauces corresponden a tramos de cabecera en los que prevalece la erosión sobre la sedimentación. Su espesor en el ámbito de esta masa de agua subterránea no suele sobrepasar los 5 m.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m²/día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Detrítico Eoceno-Oligoceno	Terciario	Ensayo de bombeo	0,28	1,13		
Carbonatado cretácico	Cretácico	Ensayo de bombeo	1.180,00	6.920,00		
Calizas y dolomías del Lías y Malm	Jurásico	Ensayo de bombeo	80,00	370,00		

Descripción general:

Los datos disponibles sobre los parámetros hidrodinámicos se remiten a ensayos de bombeo realizados en el pozo de abastecimiento a Fuentespalda (IPA-302040006) y en el piezómetro del Ministerio en Peñarroya de Tastavins (IPA-302040026), situados ambos en la cola del embalse de La Pena. Con profundidades de 214 m y 150 m respectivamente, atraviesan un paquete de areniscas y conglomerados del Oligoceno para captar el acuífero del Cretácico superior (FGP-Cretácico) a 114 y 74 m de profundidad. Arrojan valores de transmisividad de 1180 -1600 m²/día en el pozo de Fuentespalda y algo más elevados, de 6920 m²/día en el piezómetro del Ministerio.

También se han localizado otros ensayos de bombeo en la formación acuífera del Lías correspondientes a los realizados en los piezómetros de la red de control del estado cuantitativo en Beceite (IPA-311950024) y en Rafales (IPA-302030032 y IPA-302030033). Esta formación muestra valores de transmisividad más bajos de entre 80 y 158 m²/día en el entorno de Rafales y de 370 m²/día en Beceite.

Finalmente, los valores más bajos, corresponden al acuífero de los conglomerados y areniscas oligocenas, donde los ensayos de bombeo realizados en esta formación en Monroyo (IPA-302020007) y en Fuentespalda (IPA-302030030) aportaron valores de transmisividad de 1,13 m²/día y de 0,53-0,28 m²/día respectivamente.

5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

La existencia de un importante sistema de escamas (cabalgamientos de pequeña entidad), fallas inversas y pliegues asociados de vergencia NO, ha originado un sistema de bloques que en zonas de cabecera pueden mostrar cierta continuidad o comunicación en el acuífero Jurásico, pero a medida que desciende la cota (hacia el NO), debido a la aparición de los términos basales y del muro impermeable, esta comunicación se pierde. De este modo el sistema de bloques constituye una descarga secuencial en forma de manantiales que incrementan los caudales de los cauces progresivamente.

La recarga tiene lugar por infiltración de las precipitaciones en los afloramientos mesozoicos permeables de las sierras, sobre todo en las formaciones jurásicas que poseen dentro de esta masa de agua una superficie de afloramiento de más de 211 km² (33%). También en un tramo del río Canaleta a su paso por materiales mesozoicos, en el que tiene lugar una importante pérdida de caudal a favor de estas formaciones carbonatadas.

La descarga principal tiene lugar en la cabecera de los ríos Matarraña y Algás a través de manantiales y tramos lineales de descarga difusa en los cauces que drenan el Jurasico, y que están asociados a la ruptura de continuidad por la compleja estructura tectónica existente. Las formaciones cretácicas funcionan como acuíferos colgados de poca importancia. El acuífero terciario da continuidad hidrogeológica al Mesozoico, produciendo una transferencia de recursos subterráneos con descarga en aquellas zonas en las que los conglomerados terciarios pasan a materiales de menor permeabilidad correspondientes a facies más distales (manantiales de Arnés, fuera de la masa de agua).

Las direcciones de flujo están condicionadas por la topografía y se dirigen hacia los ríos, que funcionan como colectores de las zonas más montañosas. La tendencia general de las líneas de flujo marca una clara dirección noroeste-sureste, coherente con el gradiente topográfico de la zona de estudio y con la dirección y sentido de los ríos Pena, Baco, Matarraña y Ulldemó.

En la zona Noroeste cabe destacar la presencia de una alineación montañosa de dirección Suroeste-Noreste, correspondiente a la última escama de cabalgamiento de materiales mesozoicos sobre materiales terciarios que actúa como zona de recarga del acuífero mesozoico y en zonas puntuales llega a invertir la dirección general de flujo.

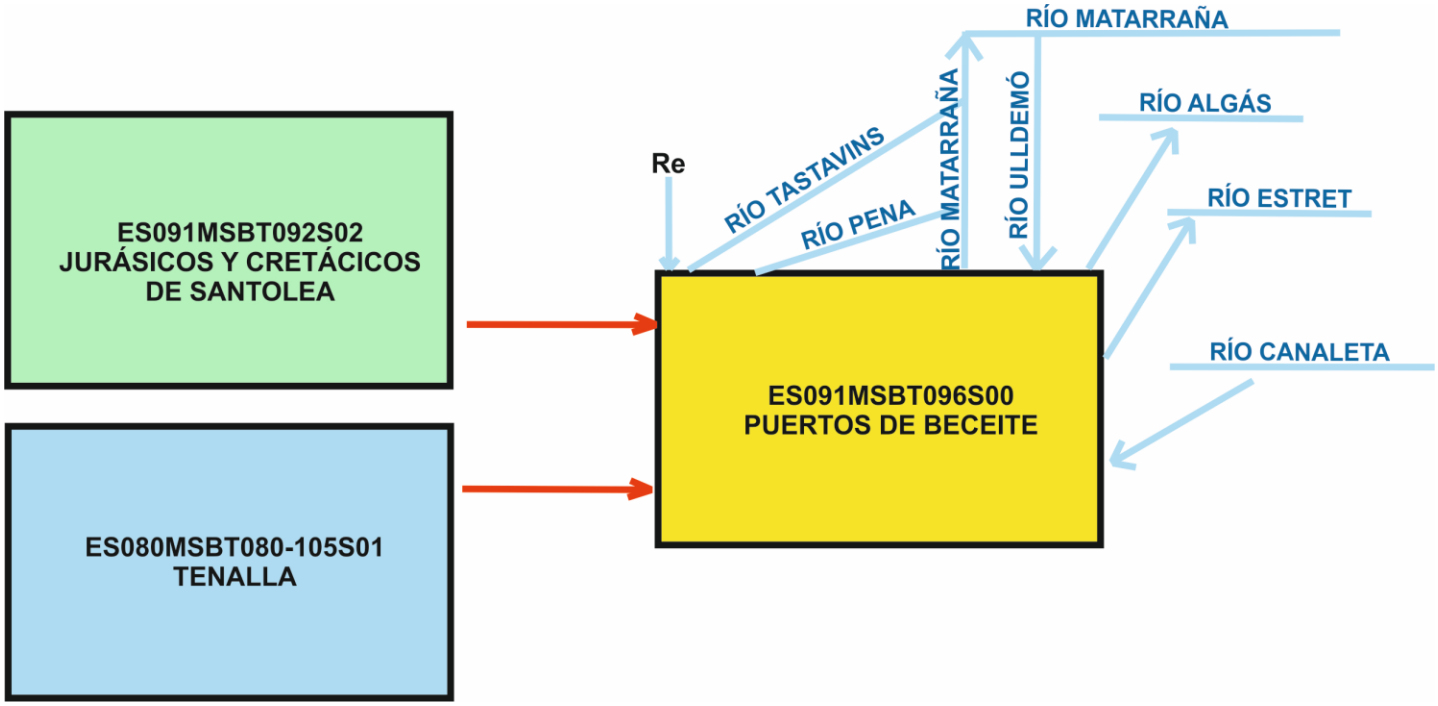
El río Ulldemó en su transcurso sobre los materiales que componen el acuífero terciario, se comporta como río influente. Mientras, el tramo del río Matarraña que transcurre sobre estos mismos materiales se comporta como efluente.

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT096S00	Puertos de Beceite

Esquema: ES091MSBT096S00



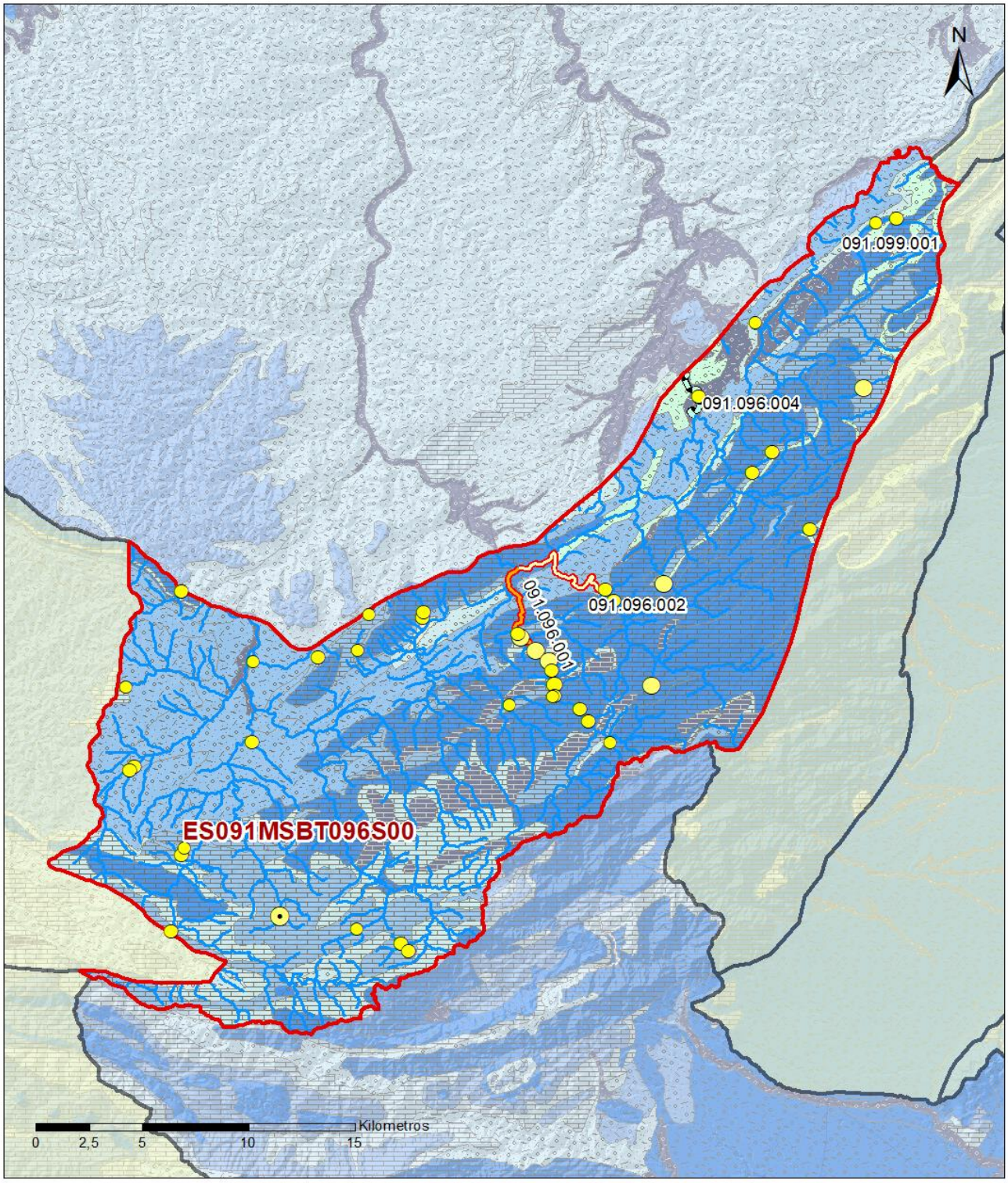
5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT096S00	ES091MSPF178	Río Canaleta desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Ebro.	Recarga difusa de cauce al recinto	091.096.004
ES091MSBT096S00	ES091MSPF383	Río Matarraña desde su nacimiento hasta el río Ulldemó.	Descarga a cauce	091.096.001
ES091MSBT096S00	ES091MSPF384	Río Ulldemó desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Matarraña.	Recarga difusa de cauce al recinto	091.096.002
ES091MSBT096S00	ES091MSPF398	Río Algás desde su nacimiento hasta el río Estret (incluye río Estret).	Descarga a manantial	091.096.003
ES091MSBT096S00	ES091MSPF398	Río Algás desde su nacimiento hasta el río Estret (incluye río Estret).	Descarga a manantial	091.096.005

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 (hm³/año)	Rango (hm³/año)	Coeficiente de reparto (%)	Relación unitaria de trasferencia (L/s/m)
ES091MSBT096S00	091.096.001	556		35,00		74	
ES091MSBT096S00	091.096.002	569		4,76		11	
ES091MSBT096S00	091.096.003	410		7,00		15	
ES091MSBT096S00	091.096.004	440		5,44		11	
ES091MSBT096S00	091.096.005	98		37,58		89	

Relación río/acuífero ES091MSBT096S00



LEYENDA

- Recintos Hidrogeológicos
- MSBT
- Red hidrográfica

Manantiales

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

Relación Río-Acuífero

- Río ganador con conexión difusa directa
- Río perdedor con conexión difusa indirecta por sumideros
- Río ganador a favor de un grupo de manantiales asociados al cauce o a tributarios

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

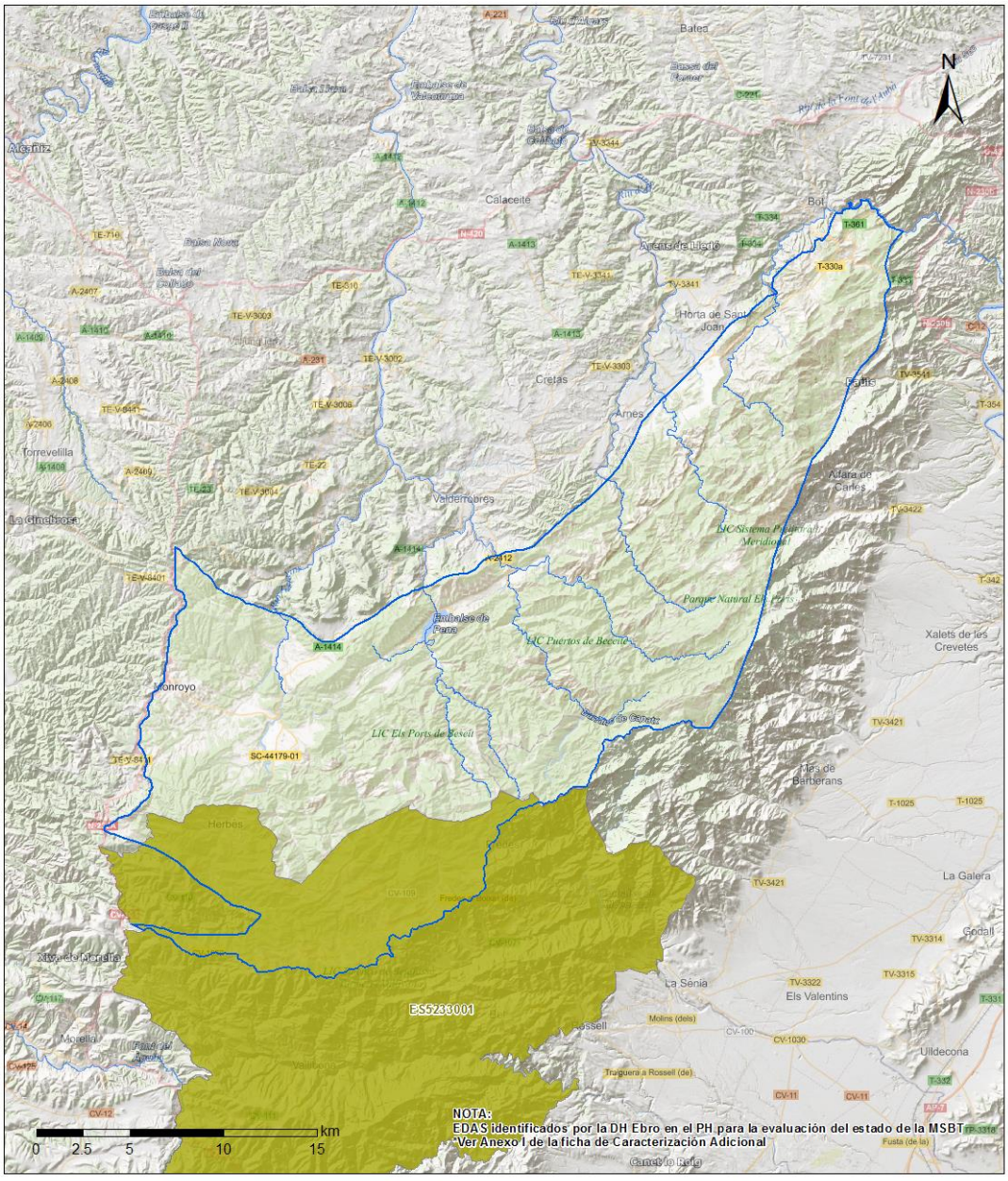
Ver Anexo 1.

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 Hidrografica

MSBT ES091MSBT096
Puertos de Beceite

SITES RN2000 (ZEC/LIC/ZEPA) con ETDAS en Mal Estado

Código SITE - Código Hábitat - Nombre Hábitat

ES5233001 I 8310 I Cuevas no explotadas por el turismo

6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

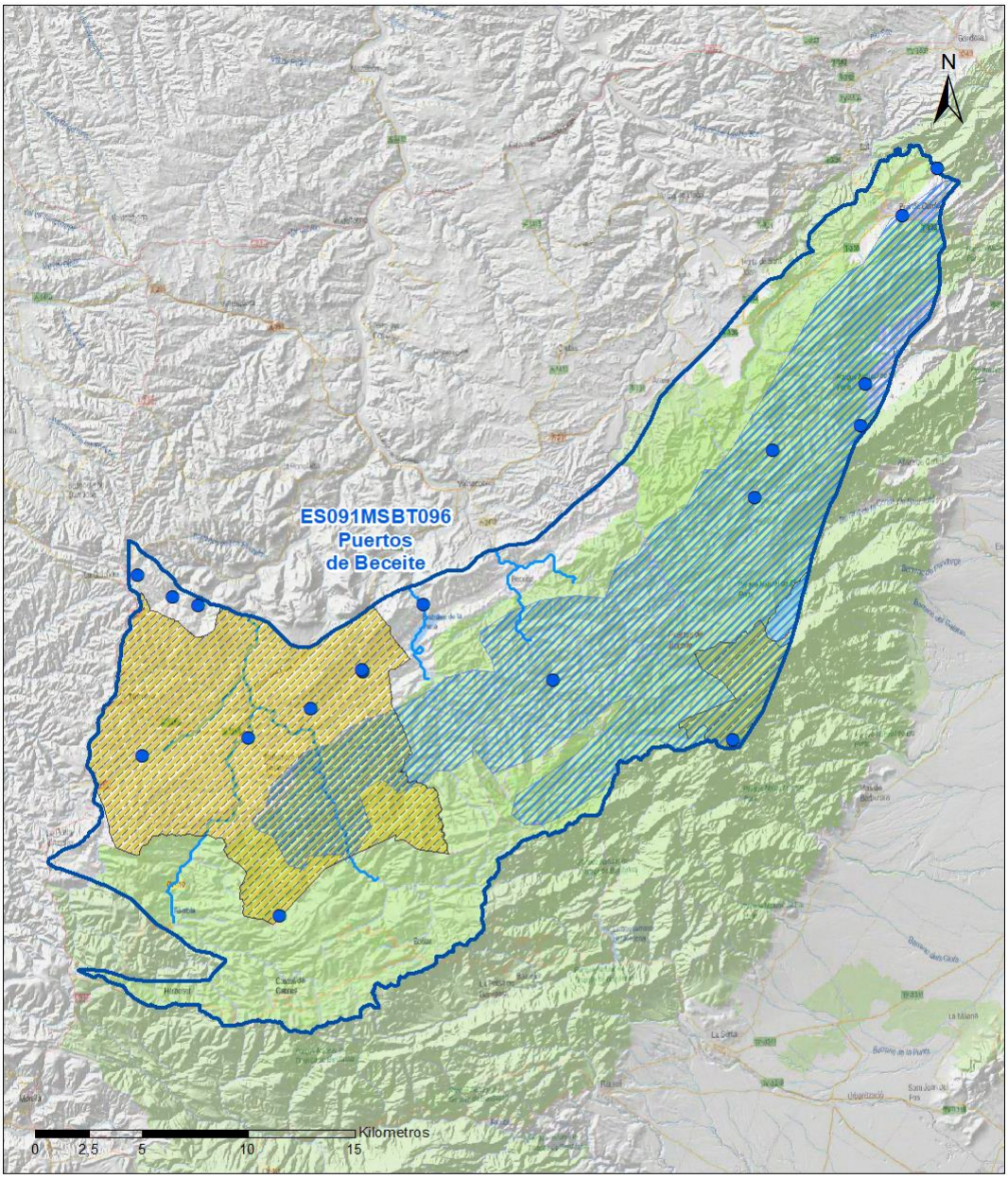
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Tipo de Zona Protegida	Nº	Geometría		Superficie total (km²)	% de la MSBT
		Punto	Polígono		
Zonas protegidas para la captación de aguas para consumo humano (ZPAC)	18	☑	☐		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	20	☐	☑	3	0,52
Zonas de futura captación de agua para consumo humano	2	☐	☑	259	40,23
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)	2	☐	☑	175	27,22
Perímetros de protección de aguas minerales y termales		☐	☐		

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)
- Perimetros de proteccion 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 (hm³/año)	Componente	Volumen (hm³/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 (hm³/año) (RN)			0,00

7.1.2 RÉGIMEN ACTUAL (RA)

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (hm³/año)	Componente	Volumen (hm³/año)
Infiltración lluvia	39,56	**Descargas hacia MSPF**	
Recarga desde MSPF	42,34	**Extracciones**	0,58
Transf. lateral otras MSBT	1,20	**Transf. lateral otras MSBT**	
Retornos de riego	0,56		
Otras entradas		**Otras salidas**	
Entradas Totales	83,65	**Salidas Totales**	0,58
Diferencia entradas-salidas (hm³/año) (RA)			83,07

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

7.2.1 2º Ciclo de Planificación (2015)

Recursos renovables (RR) PH2015 (hm³/año)	40,77
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm³/año)	0,52
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm³/año)	8,20
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm³/año)	32,98
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,02

7.2.2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm³/año)	83,10
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm³/año)	0,58
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm³/año)	16,62
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm³/año)	67,03
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,01

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

7.3 RECARGA ARTIFICIAL

7.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

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

7.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RECARGA ARTIFICIAL

8.- PIEZOMETRÍA

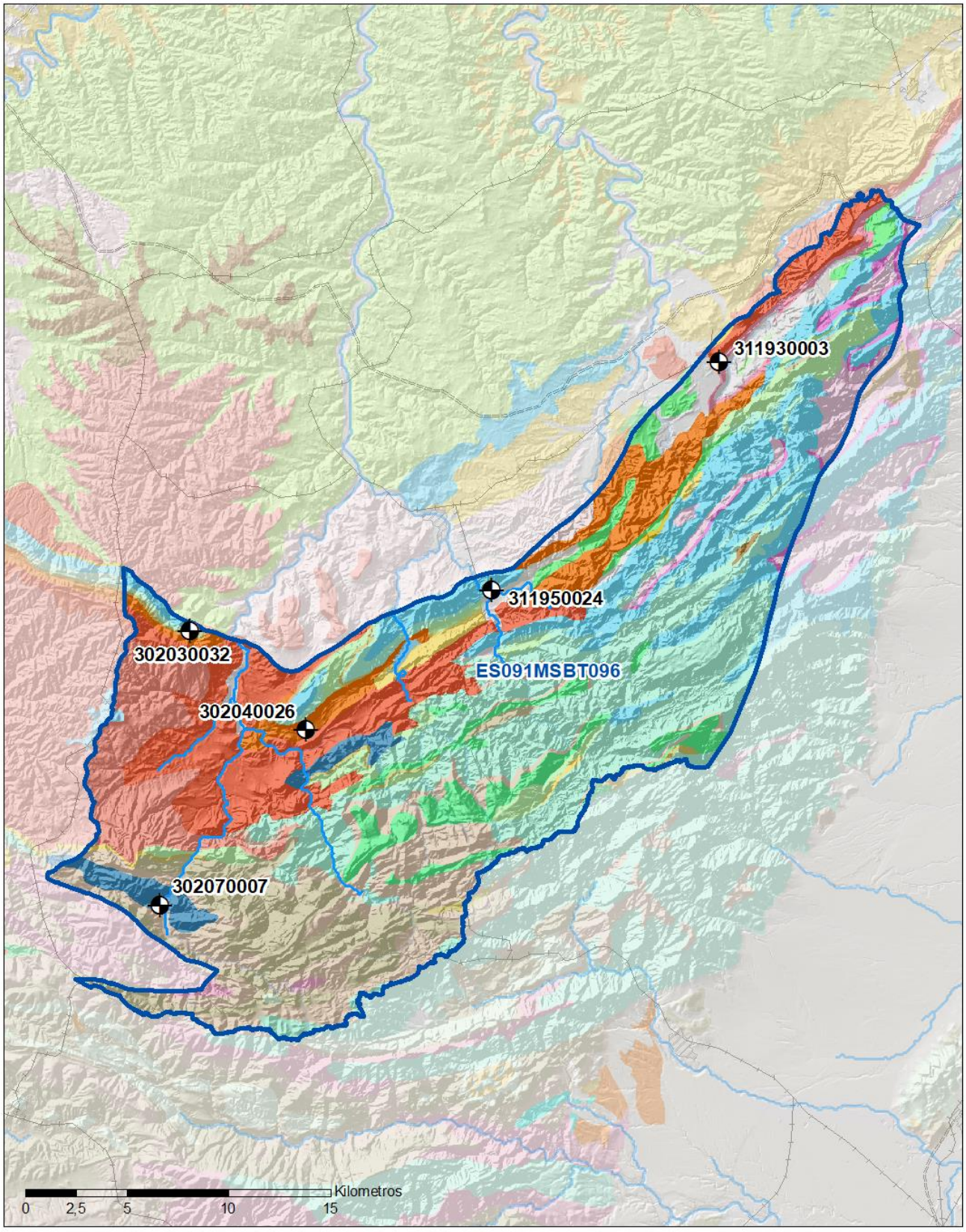
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

Código punto	Tipo	UTM (ETRS89-H30)		FGP/Acuífero	Inicio muestreo	Nivel de Ref. (m s.n.m.)	Nivel Umbral (m s.n.m.)	Prof. (m)	Cota (m s.n.m.)	Programa de control		
		X	Y							NP	CM	MT
302030032	Piezometría	753.539	4.523.912	Jurásico Infdiferenciado	28/08/2001			271,8	712	☑	☐	☐
302040026	Piezometría	759.245	4.519.078	Aptiense Superior-Albiense Inferior				150,0	733	☑	☐	☐
302070007	Piezometría	752.090	4.510.462	Barremiense-Aptiense	22/08/1989			302,0	797	☑	☐	☐
311930003	Piezometría	779.544	4.537.139	Terciario Continental Detrítico	24/04/1990			135,0	461	☑	☐	☐
311950024	Piezometría	768.372	4.525.911	Suprakeuper-Lías	15/11/2006			129,0	538	☑	☐	☐

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

8.2 MAPAS DE LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL

Localización de puntos de control



LEYENDA

MSBT

Red hidrográfica

Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo

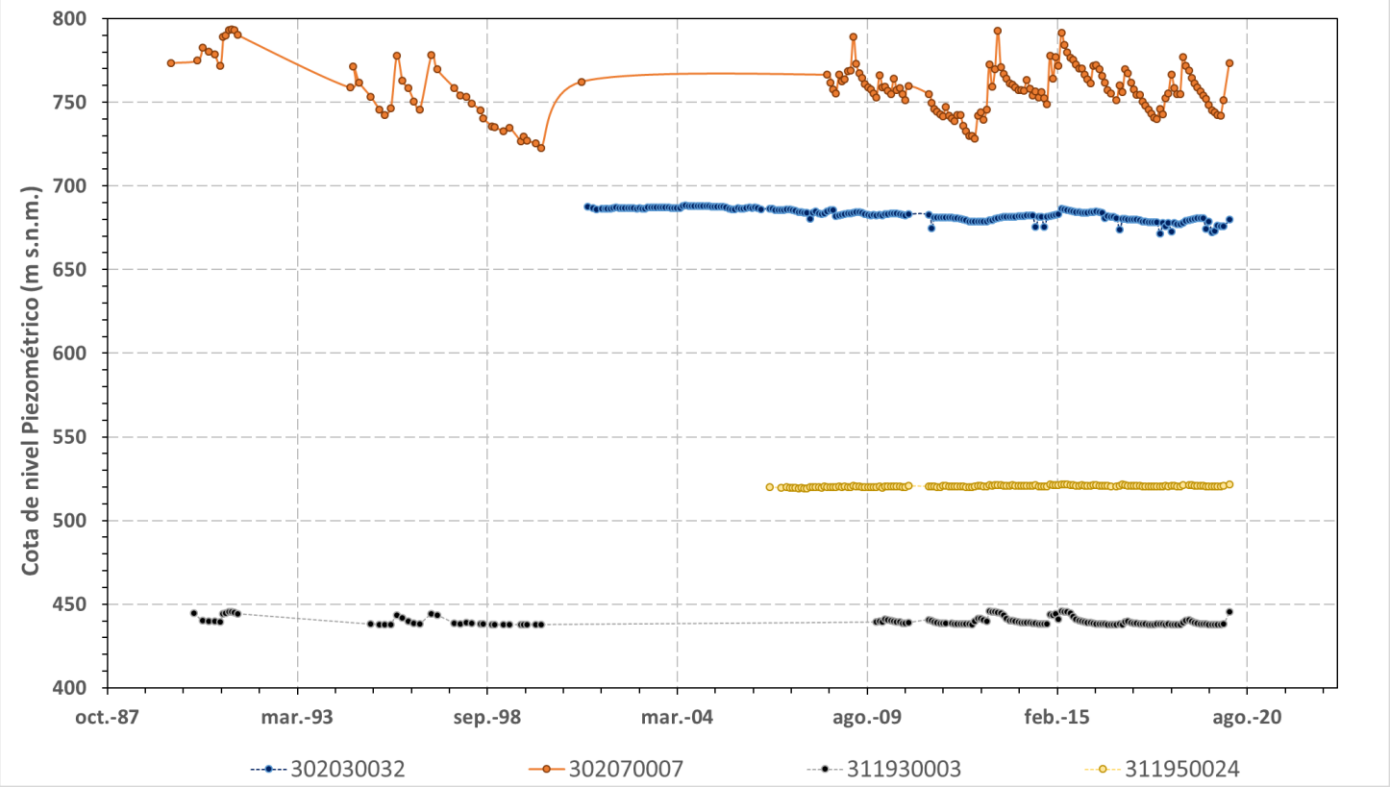
Piezometría

Hidrometría

8.3 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA PIEZOMETRÍA

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

Gráfico de la evolución piezométrica en los puntos de control



Observaciones a la evolución general de la piezometría / hidrometría

La masa de agua de Puertos de Beceite, dispone de 5 puntos de control de estado cuantitativo de las aguas subterráneas, con series mensuales que abarcan entre 14 y 31 años.

Controlan la formación acuífera del Lías en las localidades de Rafales y Beceite (IPA-311950024 e IPA-302030032), las formaciones del Aptiense Superior-Albiense Inferior y Barremiense-Aptiense (Cretácico) en Fuentespalda y Herbes (IPA-302040026 e IPA-302070007) y el acuífero de los conglomerados y areniscas terciarias en el extremo NE de masa de agua, en Horta de Sant Joan.

Los piezómetros que atraviesan las formaciones jurásicas muestran un comportamiento totalmente opuesto. El acuífero jurásico en Rafales (IPA-302030032) muestra un descenso continuado del nivel piezométrico desde comienzo de las medidas en enero de 2000, a excepción de los años 2013-2016, donde el acuífero parece recuperarse sin llegar a alcanzar los niveles definidos a inicio de serie. El rango de variación de este piezómetro es de 17 m con una velocidad de descenso de -0,41 m/año. Se trata de un piezómetro localizado sobre una de las escamas cabalgantes del Jurásico sobre el Terciario (asociado a un pliegue invertido), que se explota para abastecimiento de la localidad de Rafales. Por otro lado, esta misma formación acuífera en Beceite (311350024), muestra un claro ascenso desde inicio de las medidas en noviembre de 2006 hasta 2013, con un rango de variación total de 2,5 m y una velocidad de subida de nivel de 0,1 m/año.

El resto de piezómetros muestran diferentes ciclos interanuales de agotamiento y recuperación; se observa en los piezómetros de control de las formaciones cretácicas y terciarias (IPA-302070007, IPA-302040026 e IPA-311930003) un descenso generalizado desde febrero 1997 a abril 2000, desde abril 2009 a octubre de 2012 y de mayo de 2015 a 2018 que pueden ser atribuidas a las sequías de 1998-00, 2011-12 y 2016-17 (CHE 2018).

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
302030032	2001	2020	214	688,3	671,3	683,0	17,0	-0,41	Jurásico Infdiferenciado	No
302040026	1994	2020	220	657,1	626,0	637,8	31,0		Aptiense -Albiense	No
302070007	1989	2020	178	793,4	722,8	758,2	70,7	0,00	Barremiense-Aptiense	No
311930003	1990	2020	157	446,0	437,6	439,8	8,5	0,04	Terciario Continental Detrítico	No
311950024	2006	2020	149	521,8	519,3	520,5	2,5	0,10	Suprakeuper-Lías	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

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

9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

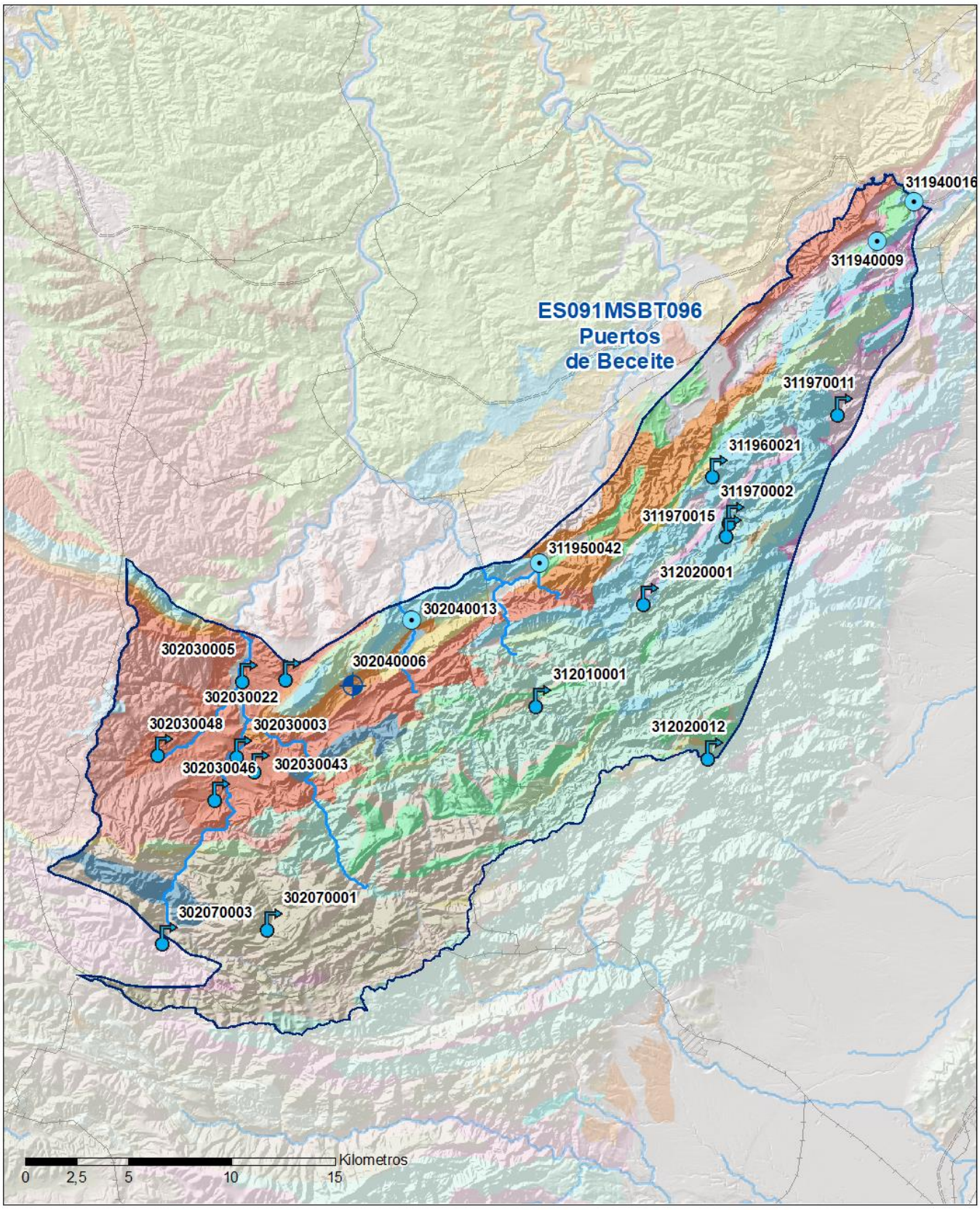
9.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO QUÍMICO

Puntos de Muestreo		UTM (ETRS89-H30)		Cota (m s.n.m)	Prof. (m)	Tipo Captación	Acuífero/FGP	Fecha inicio muestreo
Código	Nombre	X	Y					
302030003	FUENTE DE LA ERMITA DE LA VIRGEN DE LA FUENTE	755.900	4.517.683	634		MANANTIAL	Terciario continental detrítico	17/07/2008
302030005	FONT DEL MORERAL	756.177	4.521.323	613		MANANTIAL	Terciario continental detrítico	06/06/2010
302030022	FONT DEL MOLÍ DE L'OLI	758.266	4.521.435	673		MANANTIAL	Terciario continental detrítico	06/06/2010
302030043	Font dels Avellaners	756.743	4.516.976	684		MANANTIAL	Terciario continental detrítico	06/06/2010
302030046	Fuente Figueta	754.862	4.515.597	690		MANANTIAL	Terciario continental calcáreo - Calizas	06/06/2010
302030048	MAS DE TIÑENA (Po: 2, Pa: 523)	752.086	4.517.754	690		MANANTIAL	Terciario continental detrítico	08/05/2014
302040006	MAS DE PARISI-APARICIO-	761.272	4.520.810	722	214,0	SONDEO	Cretácico superior	02/06/2003
302040013	POZO DPT ABAST. VALDERROBRES. CAMINO DEL EMBALSE DE PENA (Po.57; Pa. 266)	764.128	4.523.969	591	87,0	POZO	Grupo Renales	02/06/2003
302070001	FUENTE LA MASCARONA	757.386	4.509.329	894		MANANTIAL	Barremiense-Aptiense	27/08/2009
302070003	ULLALS DE PITARC	752.287	4.508.635	816		MANANTIAL	Cretácico	02/06/2003
311940009	BARRANCO (PO: 4 PARCELA 295). Pou barranc de Chalamera	786.644	4.542.269	320	244,0	POZO	Grupo Renales	10/06/1998
311940016	FONT CALDA (VIA DEL TREN). POZO DE EXPLOTACIÓN	788.440	4.544.200	189	129,0	POZO	Grupo Renales	24/05/2007
311950042	CARRETAS ULDEMO	770.324	4.526.700	571	10,0	POZO	Cuaternario	17/05/2014
311960021	Ullal del Franxo, 43071-0040	778.904	4.531.238	843		MANANTIAL	Grupo Renales	15/06/1999
311970002	MORAGO	779.709	4.529.002	571		MANANTIAL	Grupo Renales	21/09/2009
311970011	FONT DE SANT ROC	784.979	4.534.246	428		MANANTIAL	Triásico	16/07/2009
311970015	Ullal de Morago, 43071-0041	779.601	4.528.378	656		MANANTIAL	Grupo Renales	10/06/1998
312010001	EL PARRIZAL. PUNTO DE MUESTREO RED DE CALIDAD	770.389	4.520.127	677		MANANTIAL	Jurásico indiferenciado	18/05/1995
312020001	NACIMIENTO DEL RÍO ALGAS, ULLAL DE MAS DE PAU	775.566	4.525.070	618		MANANTIAL	Grupo Renales	08/10/2003
312020012	CAPTACIÓN 1: FONT DEL BOSC	778.695	4.517.591	740		MANANTIAL	Grupo Renales	04/02/2008

Puntos de Muestreo	PDS Estado Químico		PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
Código	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS	
302030003	☐	☐	☐	☑	☐	
302030005	☐	☐	☐	☑	☐	
302030022	☐	☐	☐	☑	☐	
302030043	☐	☐	☐	☑	☐	
302030046	☐	☐	☐	☑	☐	
302030048	☐	☐	☐	☑	☐	Regadíos y usos agrarios
302040006	☑	☐	☐	☐	☐	
302040013	☑	☐	☑	☐	☐	Abastecimientos urbanos
302070001	☐	☐	☑	☐	☐	
302070003	☑	☐	☐	☐	☐	
311940009	☑	☐	☐	☐	☐	Abastecimientos urbanos
311940016	☐	☐	☑	☐	☐	Abastecimientos urbanos
311950042	☐	☐	☐	☑	☐	
311960021	☑	☐	☐	☑	☐	
311970002	☐	☐	☑	☐	☐	
311970011	☐	☐	☑	☐	☐	Regadíos y usos agrarios

Puntos de Muestreo	PDS Estado Químico		PDS Zonas Protegidas			Uso Captación
Código	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS	
311970015	☑	☐	☐	☑	☐	
312010001	☑	☐	☑	☐	☐	
312020001	☑	☐	☐	☐	☐	
312020012	☐	☐	☑	☐	☐	Regadíos y usos agrarios

Mapa Red Control



LEYENDA

Red hidrográfica

MSBT

Tipo de Captación

MANANTIAL

SONDEO

POZO

9.2 INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT

Ver Anexo 2.

9.3 FACIES HIDROGEOQUÍMICAS REPRESENTATIVAS

Código Punto	Principales materiales atravesados	Facie Hidrogeoquímica
302030003	Conglomerados (Terciario continental detrítico)	Bicarbonatada cálcica
302030005	Conglomerados (Terciario continental detrítico)	Bicarbonatada sulfatada cálcica
302030022	Conglomerados (Terciario continental detrítico)	Bicarbonatada cálcica
302030043	Conglomerados (Terciario continental detrítico)	Bicarbonatada cálcica
302030046	Calizas (Terciario continental calcáreo)	Bicarbonatada clorurada cálcica
302030048	Conglomerados (Terciario continental detrítico)	Bicarbonatada cálcica
311940009	Calizas (Jurásico)	Sulfatada cálcica
311950042	Conglomerados, areniscas y arcillas (Cuaternario)	Bicarbonatada sulfatada cálcica
311960021	Calizas (Jurásico)	Bicarbonatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

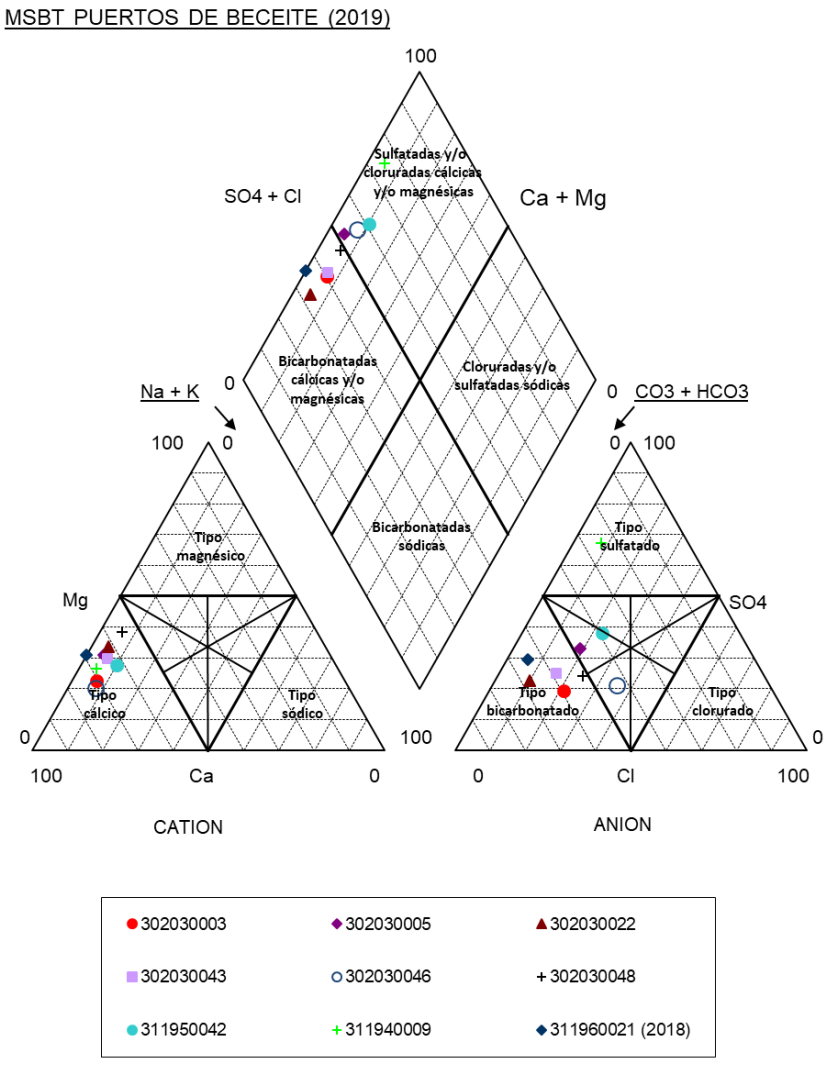


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 302030003

Puertos de Beceite 302030003 (2015-2019)

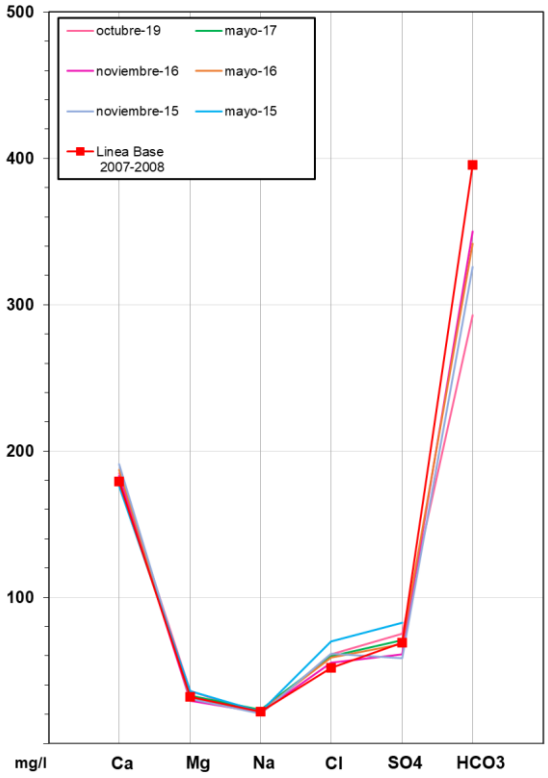
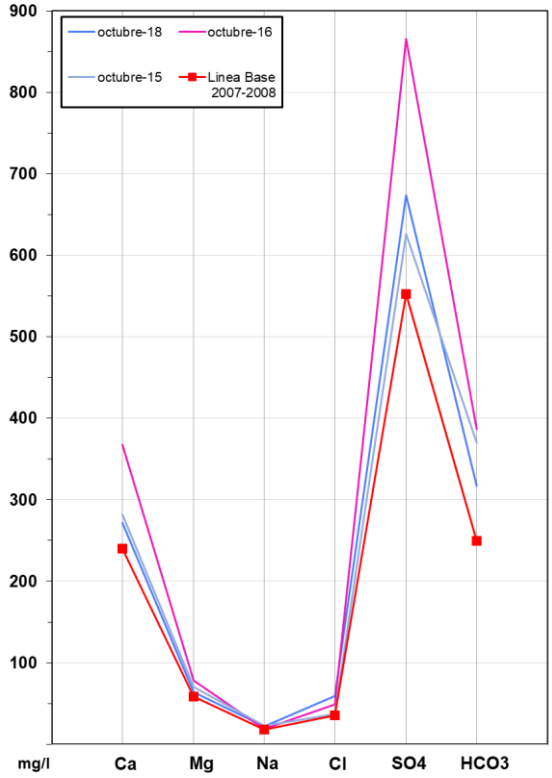


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 311940009

Puertos de Beceite 311940009 (2015-2018)



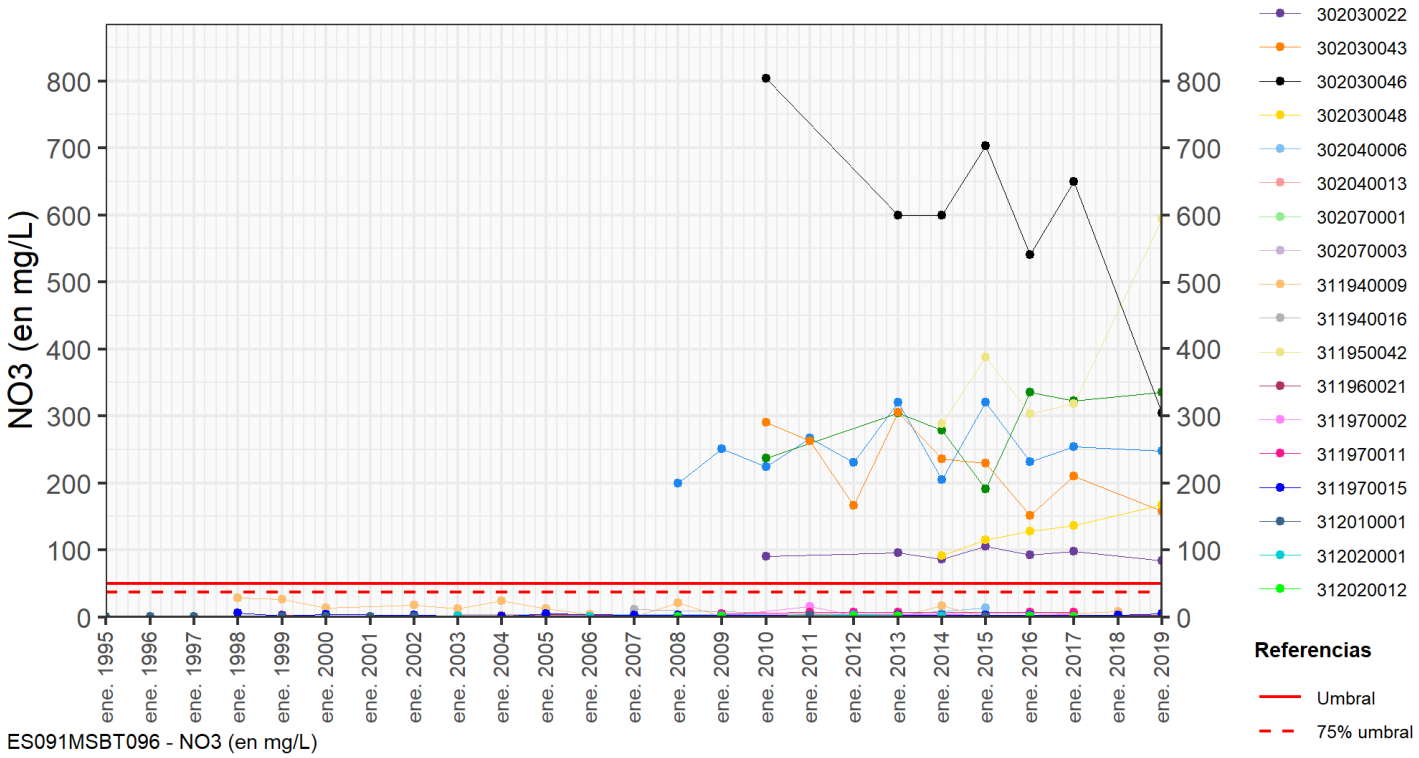
9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

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

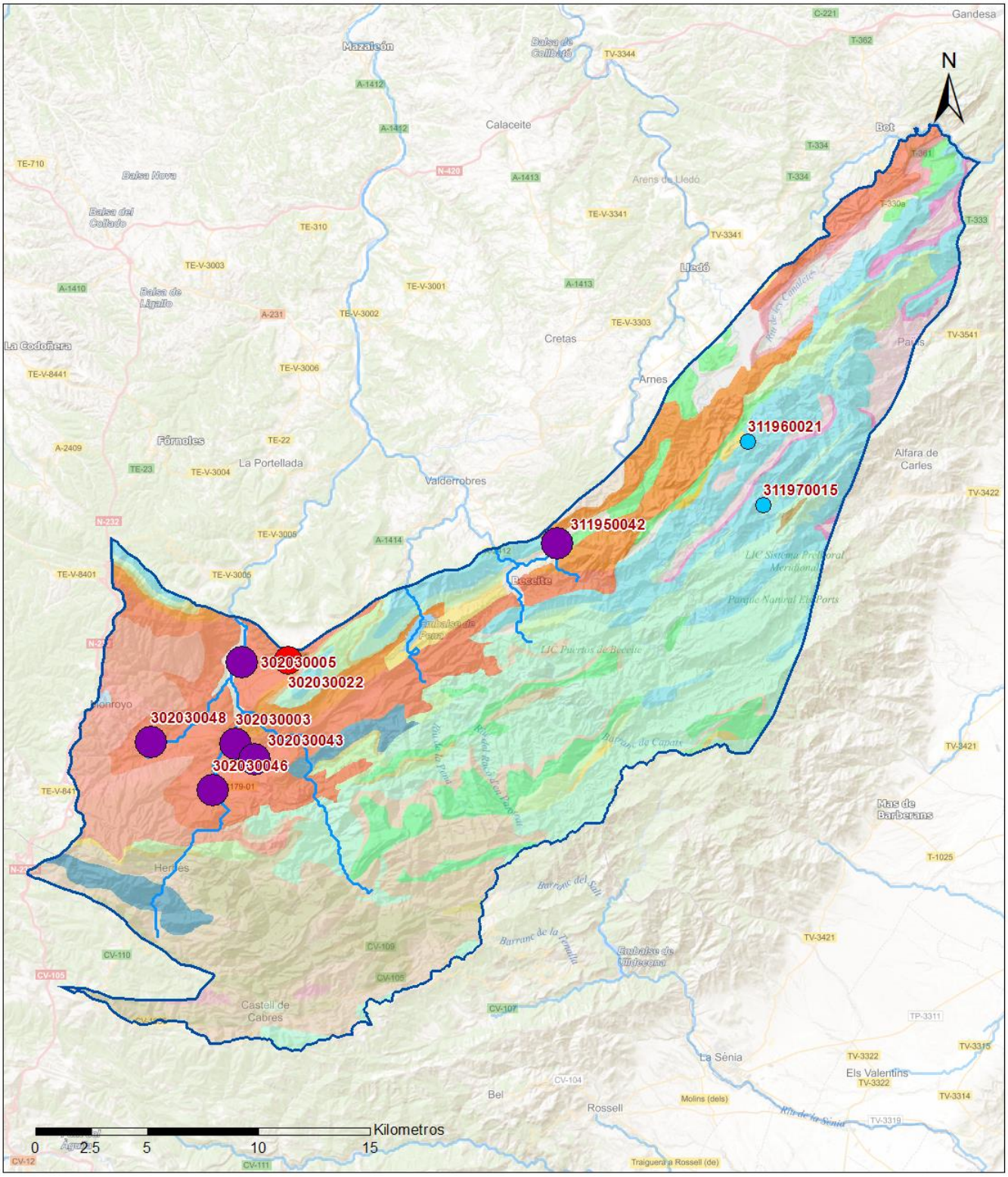
SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO	Nº 1	Nitrato (NO_3^-)

Gráficas de Evolución



ES091MSBT096 - NO3 (en mg/L)

Mapa de distribución actual



LEYENDA

MSBT:

Red hidrográfica

ES091MSBT096

Puertos de Beceite

NITRATOS (mg/l) 2019

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

Norma de Calidad: 50 mg/l

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

EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

Selección de puntos para evaluación de tendencias

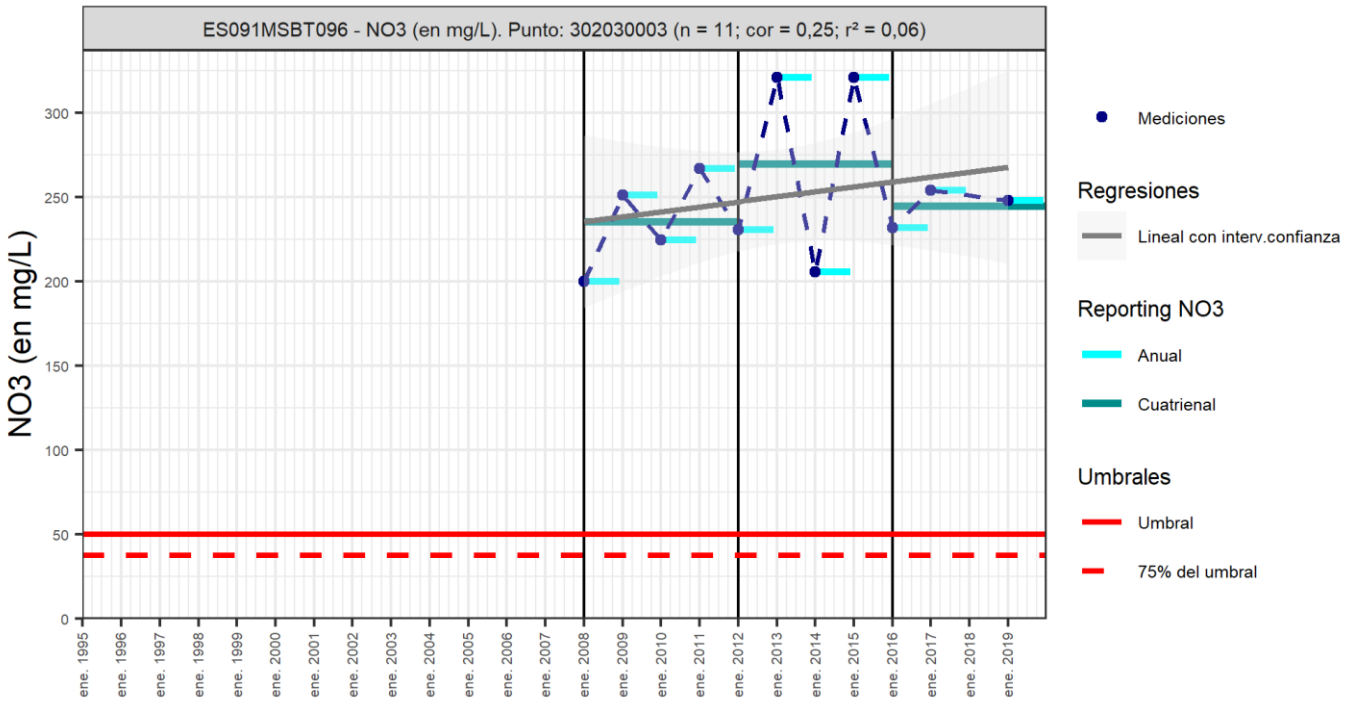
De los 20 puntos que configuran las redes de control de nitratos, vigilancia y de zonas protegidas dentro de la masa de agua de Puertos de Beceite, solo se ha podido realizar un análisis de tendencias de la concentración de nitrato en dos puntos correspondientes a dos manantiales de descarga del acuífero de los conglomerados y arenas del Terciario en el sector occidental de la masa de agua (IPA-302030003 e IPA-302030043). Son dos de los puntos de control reportados en el Informe Cuatrienal 2016-2019 que poseen series de medidas anuales de 11 y 9 años. El resto de puntos presenta series históricas no continuas y/o con pocos registros de nitrato (<8 años). Para su análisis se ha empleado el método básico de regresión lineal simple y avanzado de Mann-Kendall.

Por otro lado, para el análisis por cuatrienios se han incluido, además de estos dos puntos, 9 puntos más que poseen medidas de concentración de nitrato en los últimos cuatrienios (2012-2015 y 2016-2019). Corresponden a 4 manantiales de descarga del acuífero terciario (IPA-302030005, IPA-302030022, IPA-302030046 e IPA-302030048), 1 pozo y 1 manantiales en el acuífero Jurásico (IPA-311940009 e IPA-311970002) un pozo emboquillado en cuaternarios (311950042) y 2 manantiales asociados a las formaciones cretácicas (IPA-302070001) y las calizas del Muschelkalk (IPA-311970011).

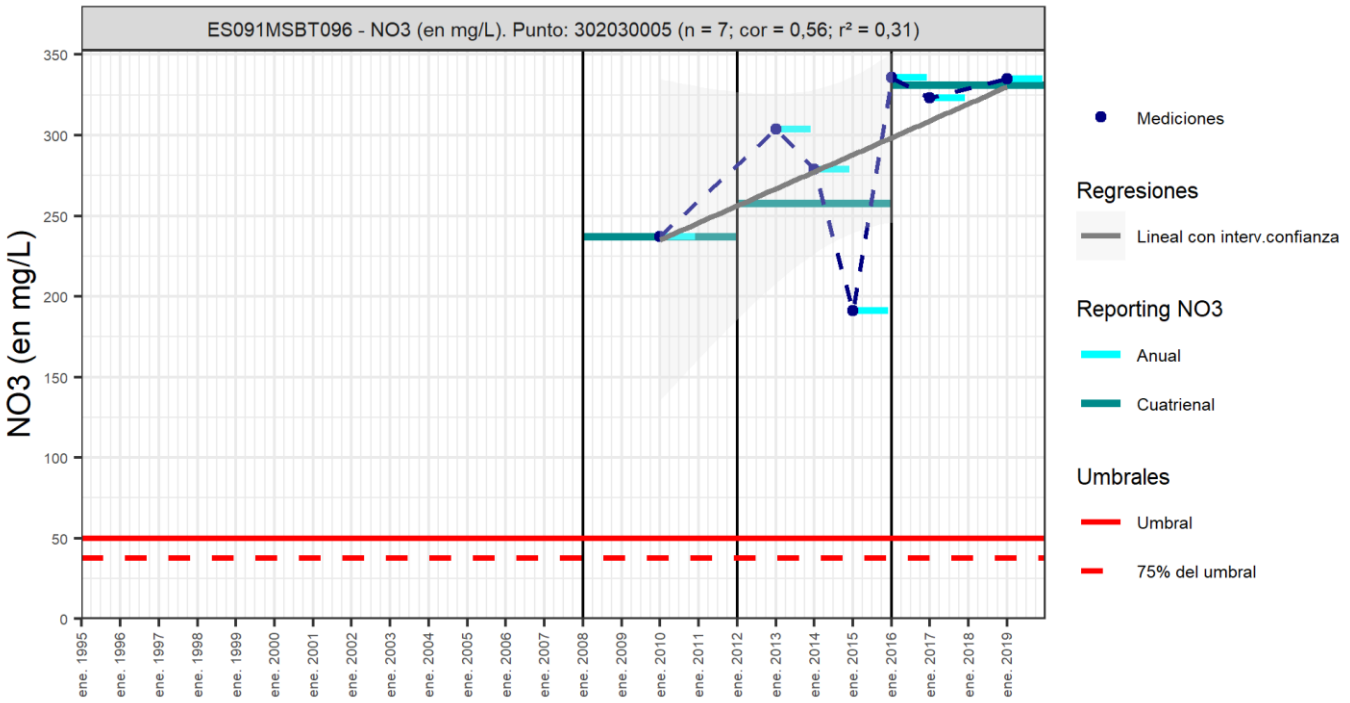
Gráfico de evaluación de tendencia

Nitrato (NO_3^-)

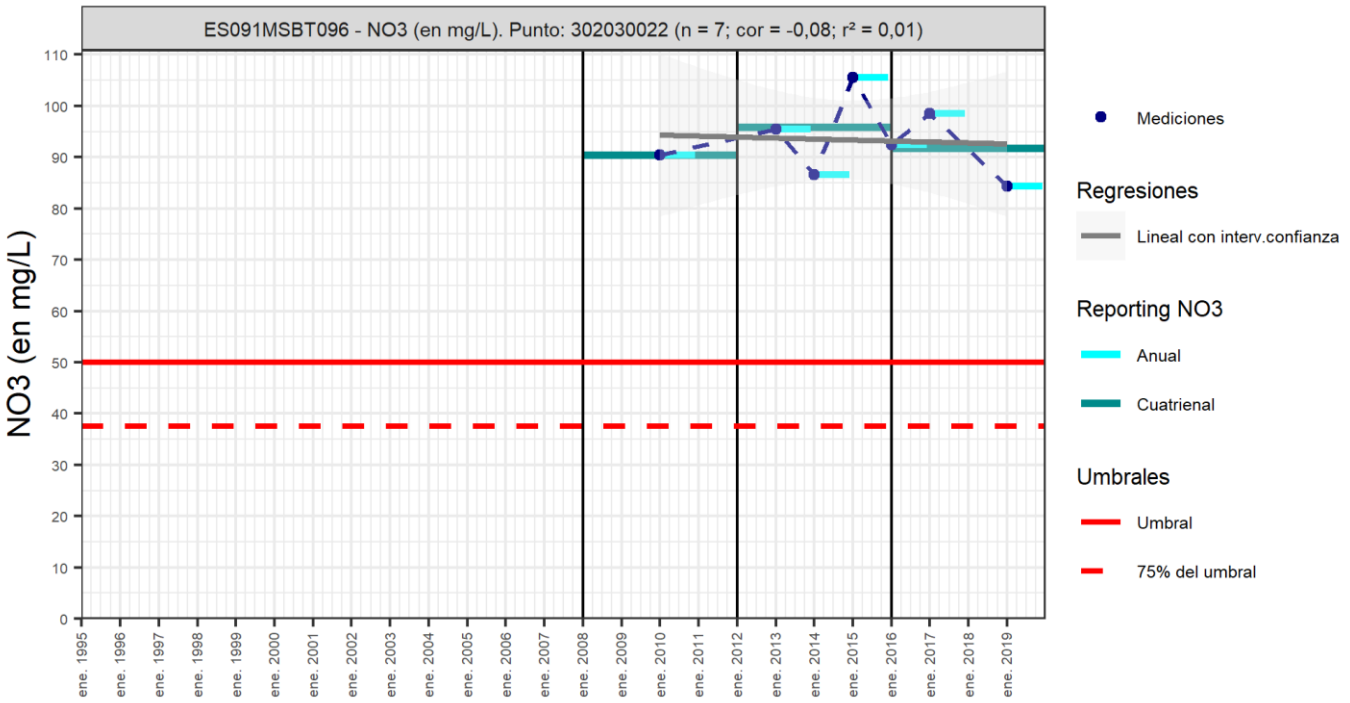
Código Punto 302030003



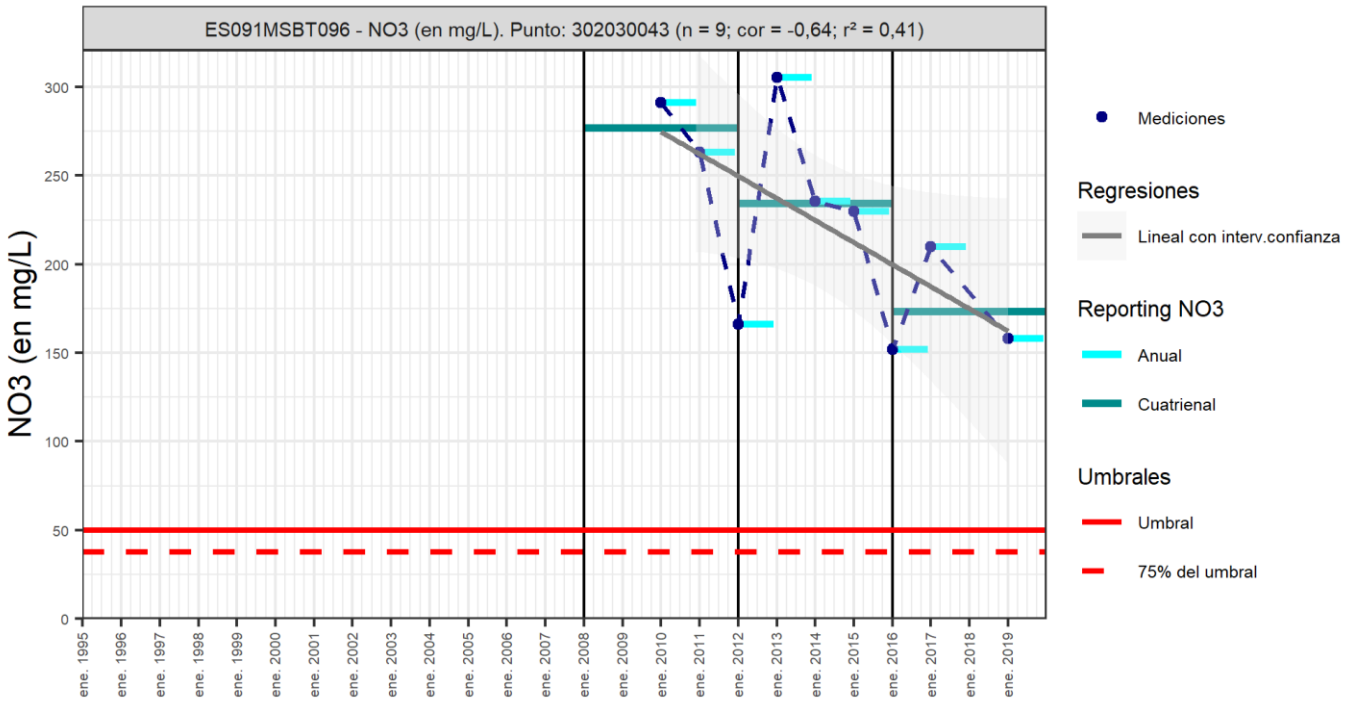
Código Punto 302030005



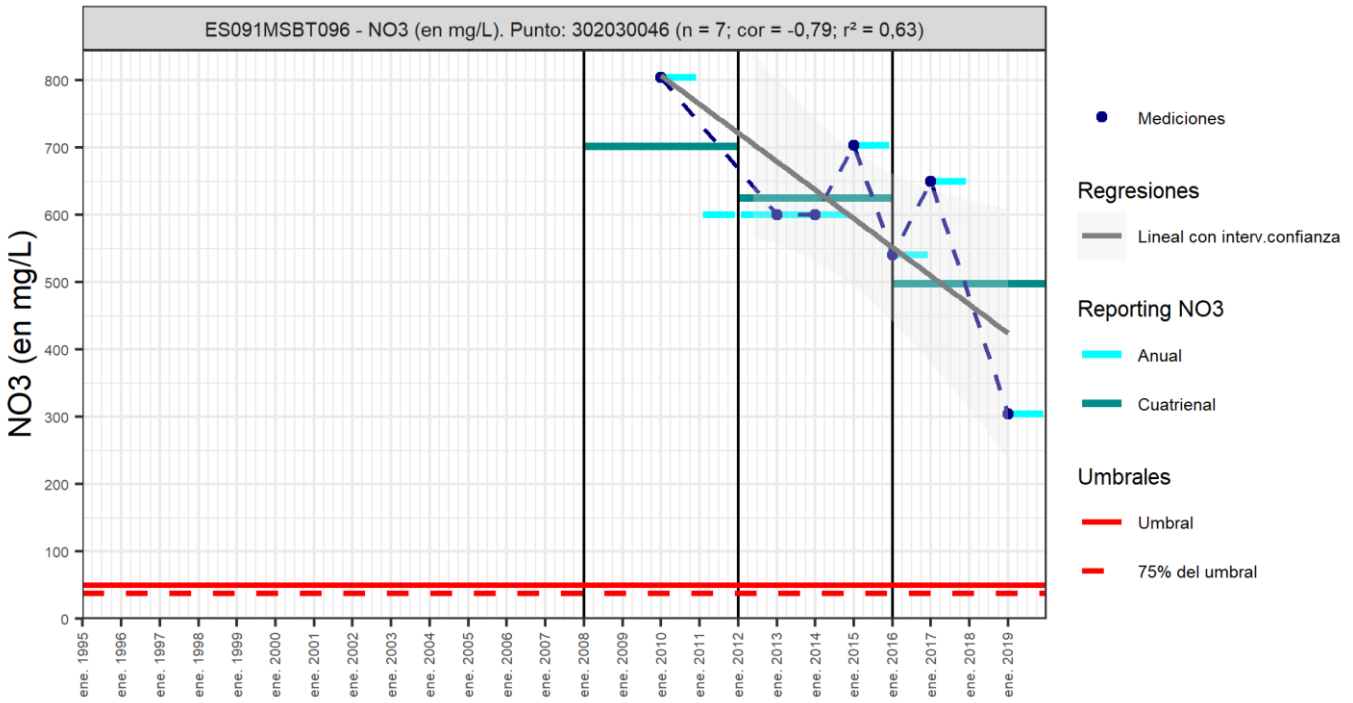
Código Punto 302030022



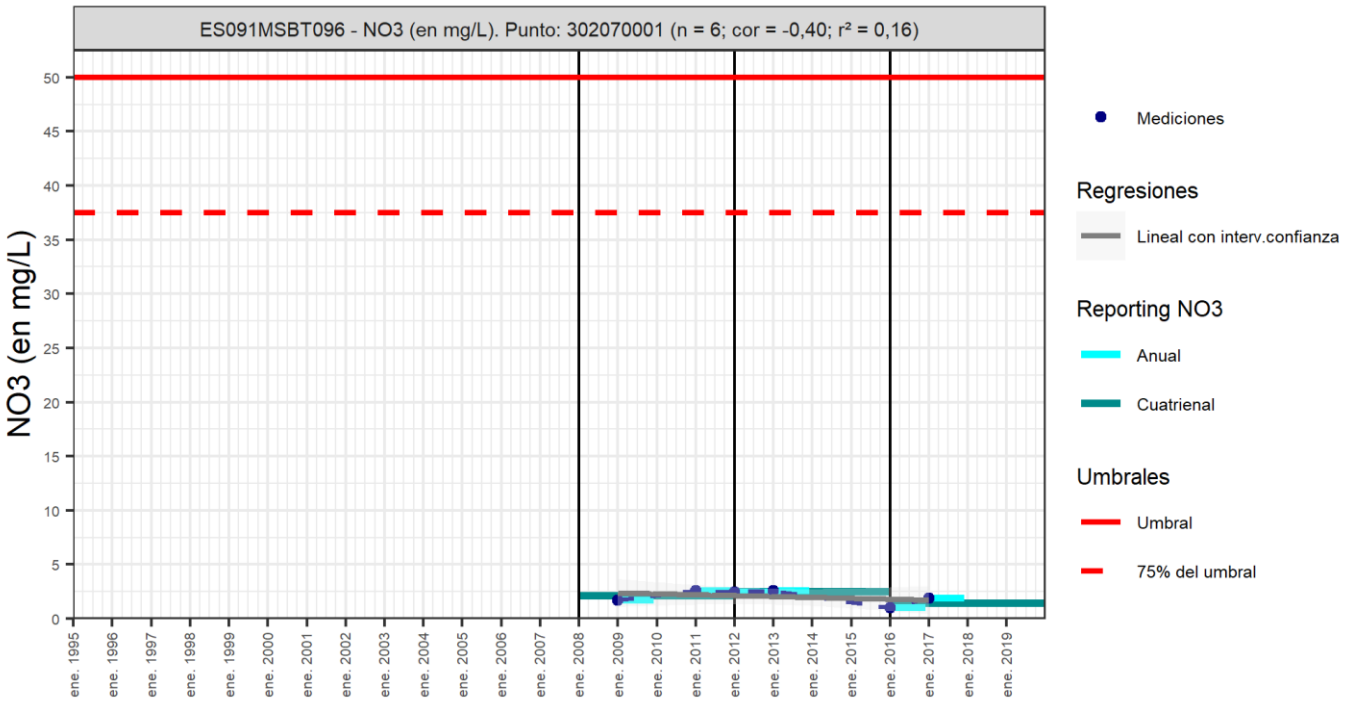
Código Punto 302030043



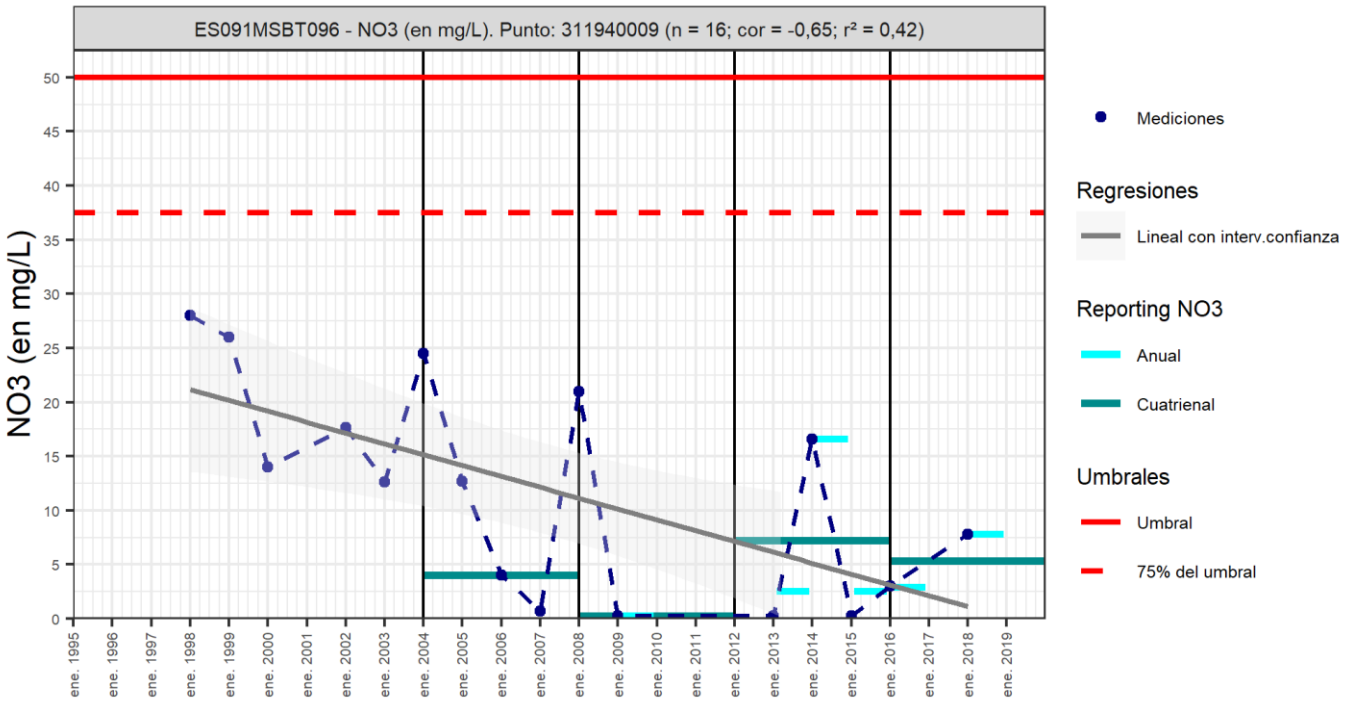
Código Punto 302030046



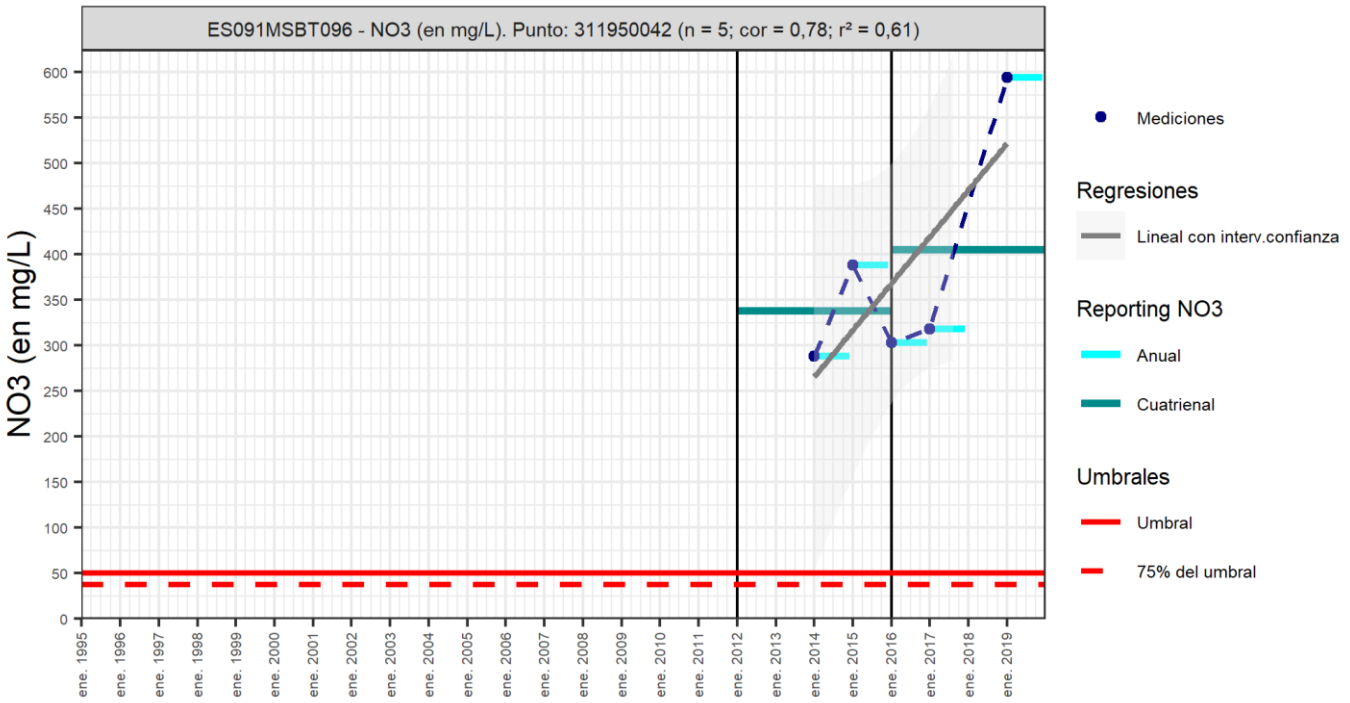
Código Punto 302070001



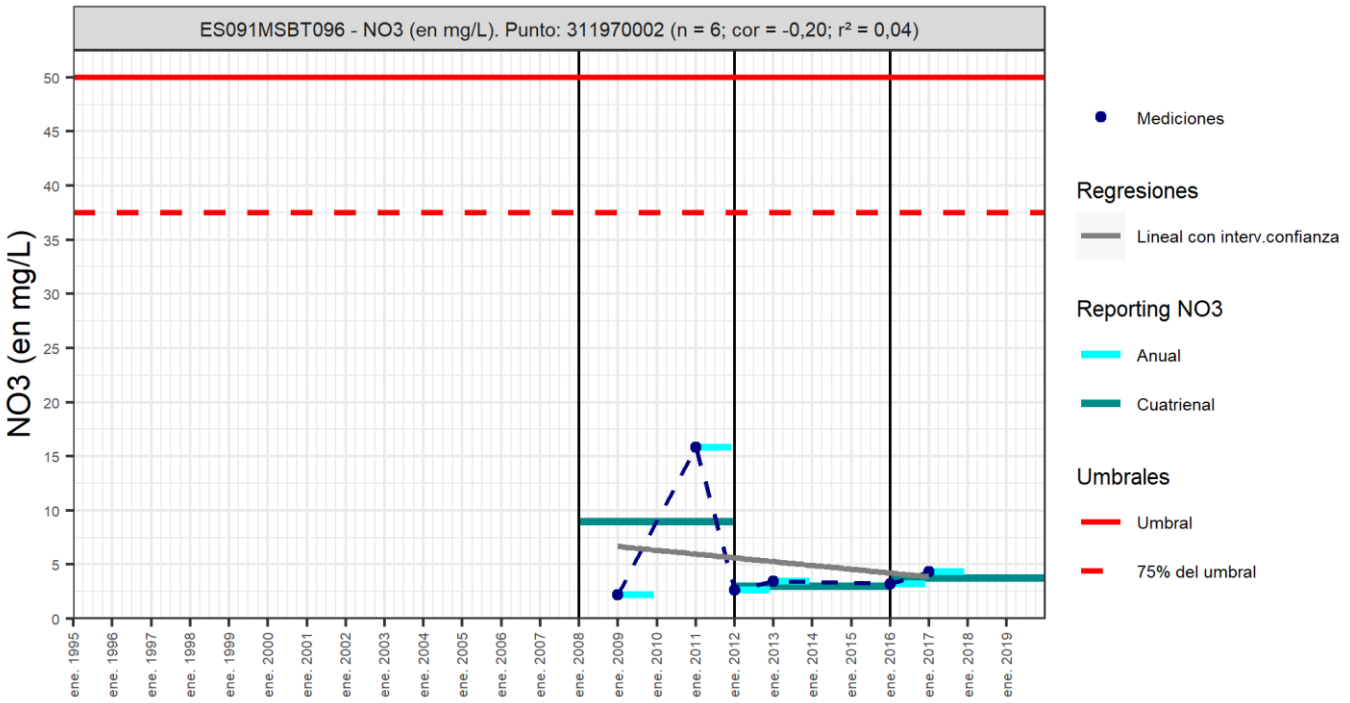
Código Punto 311940009



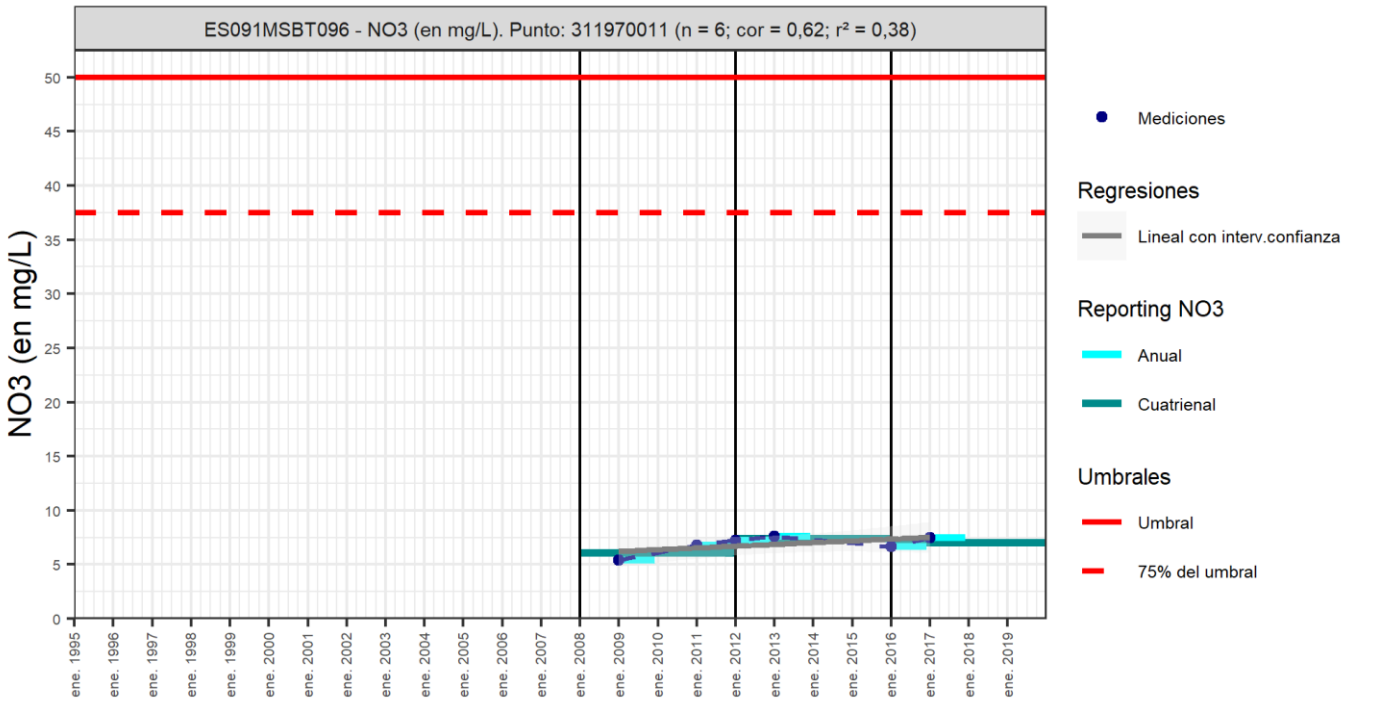
Código Punto 311950042



Código Punto 311970002



Código Punto 311970011



Análisis de tendencias

El análisis de la tendencia de evolución de nitratos dentro de esta masa de agua se ha realizado en los puntos de control de la red de nitratos IPA-302030003 e IPA-302030043 sobre series de tiempo de 11 y 9 años con inicio en 2008 y 2010, y finalización en 2019.

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal presentan un nivel de confianza alto con valores de R^2> 0,4 en el punto IPA- 302030043 y un nivel de confianza medio para R^2<0,3 en el punto IPA-302030003, que hace necesario el análisis según el test de Mann-Kendall y pendiente de Sen (Sen´s Slope).
Los datos obtenidos muestran que se produce una disminución de la concentración de nitrato en el punto IPA-302030043 y de aumento en el punto IPA-302030003, pero tan solo se identifica como significativa la tendencia descendente del punto IPA-302030043 ya que su grado de significancia es >95% (tendencia clasificada como buena). Para este punto, a través del método de estimación de la pendiente de Sen, se obtiene un descenso de la concentración de nitrato de -13,04 mg/L en una serie de 9 años (2010-2019). Se trata de un manantial de descarga del acuífero terciario, que a pesar de tener una pendiente de descenso muy acusada, mantiene los valores de la concentración de nitrato muy por encima de la norma de calidad (>50 mg/l), con un promedio en el último cuatrienio de 173 mg/L.

En cuanto al análisis por cuatrienios, se observan un comportamiento muy dispar en todos los puntos de control analizados. Así los manantiales asociados a las formaciones terciarias (FGP-Terciario), al oeste de la masa de agua, puntos en los que se alcanzan las mayores concentraciones de este contaminante (90-800 mg/L), muestran en dos de los manantiales incrementos en el último cuatrienio (2016-2019) de 40,6 mg/L y 77,3 mg/L, mientras que en los otros 4 manantiales analizados se produce un descenso de entre 4 y 128 mg/L.

Otra de las formaciones acuíferas que presentan elevadas concentraciones de nitratos (288-594 mg/L), los cuaternarios del Ulldemó en Beceite (FGP-Cuaternario), muestran también un incremento muy elevado en el último cuatrienio de 67,33 mg/L (IPA-311950042).

El sondeo y manantial asociado a las formaciones carbonatadas del Grupo Renales (FGP-Jurásico), muestran cambios más moderados de descenso de la concentración de nitrato de 1,85mg/L (IPA-311940009) y de aumento de 0,73 mg/L. Se trata de una formación acuífera donde el contenido de nitratos es bajo, manteniéndose en todos los puntos de control asociados a este acuífero por debajo de la norma de calidad (0,2-28 mg/L).

Finalmente, los únicos puntos de control analizados asociados a las formaciones cretácicas y triásicas (IPA-302070001 e IPA-311970011), muestran en ambos casos descensos de 1,06 y 0,33 mg/L, respectivamente. Al igual que en las formaciones del Jurásico, las concentraciones de nitrato de los puntos asociados a estos acuíferos son bajas (0,5 - 13 mg/L).

Resultados del análisis de tendencias								Nitrato (NO_3^-)			
Código Punto	Unidad	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	N test	Valor Mín.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC./ V.Umbral
302030003	mg/L	Histórica	2008	2019	Anual	11	11	200,00	321,00	200,00	37,50
302030005	mg/L	Histórica	2010	2019	Anual	7	0	336,00	191,00		37,50
302030022	mg/L	Histórica	2010	2019	Anual	7	0	105,60	84,40		37,50
302030043	mg/L	Histórica	2010	2019	Anual	9	9	152,00	305,50		37,50
302030046	mg/L	Histórica	2010	2019	Anual	7	0	804,50	304,50		37,50
302030048	mg/L	Histórica	2014	2019	Anual	5	0	167,50	92,05		37,50
302070001	mg/L	Histórica	2009	2017	Anual	6	0	2,59	0,99		37,50
311940009	mg/L	Histórica	1998	2018	Anual	16	0	28,00	0,25	10,85	37,50
311950042	mg/L	Histórica	2014	2019	Anual	5	0	594,50	288,00		37,50
311970002	mg/L	Histórica	2009	2017	Anual	6	0	15,80	2,20		37,50
311970011	mg/L	Histórica	2009	2017	Anual	6	0	7,60	5,40		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
302030003	0,06427	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	3,10E-01	69,00	MEDIO
302030005							
302030022							
302030043	0,41419	Descendente	ALTO	Descendente	4,76E-02	95,24	ALTO
302030046							
302030048							
302070001							
311940009							
311950042							
311970002							
311970011							

Resultado análisis de tendencias Informe Cuatrienal: Nitratos ($NO_3^=$) en mg/L													
Código Punto	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	Valor Min.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC (mg/L)	3º Cuatrienio (2012-2015)	4º Cuatrienio (2016-2019)	(Δ)Valor de Tendencia (mg/L)	Tendencia
302030003	Histórica	2008	2019	Cuatrienal	3	235,63	269,50	200,00	37,50	269,50	244,67	-24,83	Descendente
302030005	Histórica	2010	2019	Cuatrienal	3	237,00	331,33		37,50	258,00	331,33	73,33	Ascendente
302030022	Histórica	2010	2019	Cuatrienal	3	90,50	95,92		37,50	95,92	91,77	-4,15	Descendente
302030043	Histórica	2010	2019	Cuatrienal	3	173,33	277,00		37,50	234,25	173,33	-60,92	Descendente
302030046	Histórica	2010	2019	Cuatrienal	3	498,33	702,25		37,50	625,88	498,33	-127,54	Descendente
302030048	Histórica	2014	2019	Cuatrienal	2	103,78	144,33		37,50	103,78	144,33	40,56	Ascendente
302070001	Histórica	2009	2017	Cuatrienal	3	1,46	2,52		37,50	2,52	1,46	-1,06	Descendente
311940009	Histórica	2004	2018	Cuatrienal	4	0,25	7,20	10,85	37,50	7,20	5,36	-1,85	Descendente
311950042	Histórica	2014	2019	Cuatrienal	2	338,00	405,33		37,50	338,00	405,33	67,33	Ascendente
311970002	Histórica	2009	2017	Cuatrienal	3	3,04	9,00		37,50	3,04	3,77	0,73	Ascendente
311970011	Histórica	2009	2017	Cuatrienal	3	6,10	7,40		37,50	7,40	7,07	-0,33	Descendente

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua subterránea de los Puertos de Beceite se localiza al sureste de la cuenca del Ebro, en la vertiente norte de Los Puertos de Beceite, macizo montañoso que establece el límite entre la demarcación hidrográfica del Ebro y la del Júcar. Se reparte entre tres provincias, Teruel al este, Tarragona al oeste y una pequeña franja al sur que pertenece a Castellón.

Se encuentra en el área de contacto entre la cadena Prelitoral Catalana y la cadena Ibérica, de forma que su estructura participa de las directrices de ambas. La geometría interna está definida por escamas cabalgantes, fallas inversas y pliegues de vergencia NO. Los niveles arcillosos del Muschelkalk medio y del Keuper actúan de nivel de despegue de los cabalgamientos de los materiales mesozoicos y paleógenos. El Cretácico inferior se sitúa en la zona occidental en una serie de sinclinales colgados y el Cretácico superior también está presente aflorando en el sector N de la masa. Aparecen también materiales conglomeráticos y calizas del Terciario y el Cuaternario formado por aluviales, terrazas y abanicos. Hacia el NO, los mesozoicos se encuentran fosilizados bajo los rellenos terciarios de la Depresión del Ebro. Las características geológicas, estructurales y edafológicas, le confieren un grado de vulnerabilidad a la contaminación según el método COP de alta a muy alta al 27,7% de la superficie de la masa de agua, lo que indica un grado elevado de vulnerabilidad a cerca de un tercio de la masa de agua.

Los límites de la masa están definidos al N por el contacto entre los conglomerados terciarios asociados a los afloramientos mesozoicos y los materiales del terciario más finos de la Depresión del Ebro. Al E, en la divisoria hidrográfica sobre los relieves de las sierras del Tormo, Pandols, Caballs y Puertos de Beceite. Al S, por la divisoria hidrográfica entre la demarcación hidrográfica del Ebro y la del Júcar y al O, por la divisoria hidrogeológica con la masa de agua de Aliaga-Calanda.

Comprende en su mayor parte litologías carbonatadas que se comportan como acuíferos fisurados altamente productivos entre los que se encuentra la FGP-Triásica constituido por unos 60 a 80 m de calizas y dolomías, formación acuífera más profundas que aflora en los núcleos de los anticlinales en su zona oriental. Está confinado en la mayor parte de la masa de agua por una elevada carga litostática por lo que se presume una permeabilidad media a baja. El acuífero Jurásico engloba las dolomías y calizas del Grupo Renales del Suprakeuper-Lias (220-300 m) y las dolomías del Malm (250-300 m) que constituye el acuífero más importantes dentro de esta masa de agua. La tectónica cabalgante de la zona da lugar a afloramientos repetitivos de esta serie, posibilitando la presencia de una gran superficie de recarga en la zona oriental. Los ensayos de bombeo realizados en pozos que atraviesan estas formaciones arrojan valores de transmisividad de entre 80 y 370 m²/día. El acuífero Cretácico incluye calizas y dolomías del Neocomiense-Barremiense (60-80 m), calizas masivas y arenosas del Aptiense-Albiense (60-100 m) y materiales del Cretácico superior (20-50 metros de espesor). Afloran en los núcleos de sinclinales colgados, limitados por tramos de baja permeabilidad que condicionan su continuidad hidráulica. Se trata de formaciones de permeabilidad muy alta, donde los ensayos de bombeo muestran transmisividades de entre 1.180 y 6.920 m²/día. Otras formaciones acuíferas no carbonatadas corresponden a la FGP Eoceno-Oligoceno que incluye un conjunto de conglomerados, areniscas y arcillas adosados al límite NO de la masa de agua con espesores que pueden superar según sectores, los 700 m. Y los cuaternarios formada por depósitos de fondo de valle y aluviales de escaso desarrollo y representación en esta masa de agua, y que no suele sobrepasar los 5 m de espesor.

La disposición en escamas de las formaciones mesozoicas define un sistema de bloques de descarga secuencial en forma de manantiales que incrementan los caudales de los cauces progresivamente. La recarga tiene lugar por infiltración de las precipitaciones en los afloramientos mesozoicos permeables de las sierras, y también por infiltración de un tramo del río Canaleta a su paso por materiales mesozoicos, en el que tiene lugar una importante pérdida de caudal a favor de estas formaciones carbonatadas. La descarga principal tiene lugar en la cabecera de los ríos Matarraña y Algás a través de manantiales y tramos lineales de descarga difusa en los cauces que drenan las formaciones Jurásicas, y que están asociados a la ruptura de continuidad por la compleja estructura tectónica existente. Las formaciones cretácicas funcionan como acuíferos colgados de poca importancia. El acuífero terciario da continuidad hidrogeológica al Mesozoico, produciendo una transferencia de recursos subterráneos con descarga en aquellas zonas en las que los conglomerados terciarios pasan a materiales de menor permeabilidad correspondientes a facies más distales. El río Ulldemó en su transcurso sobre los materiales que componen el acuífero terciario, se comporta como río influente. Mientras, el tramo del río Matarraña que transcurre sobre estos mismos materiales se comporta como efluente. Las direcciones de flujo están condicionadas por la topografía y se dirigen hacia los ríos, que funcionan como colectores de las zonas más montañosas. La tendencia general de las líneas de flujo marca una clara dirección noroeste-sureste, coherente con el gradiente topográfico de la zona y con la dirección y sentido de los ríos Pena, Baco, Matarraña y Ulldemó.

Dentro de esta masa de agua no se identifica como presión significativa la extracción de agua. En el tercer ciclo de planificación se calcula un volumen de extracción de 0,58 hm³/año frente a un recurso disponible de 67,03 hm³/año, recurso favorecido por una amplia superficie de afloramiento de las formaciones mesozoicas que facilitan la infiltración del agua de lluvia y la entrada por pérdidas en los ríos, lo que permite obtener un índice de explotación (IE) muy bajo, de 0,01. Dispone de 5 puntos de control de estado cuantitativo de las aguas subterráneas, con series mensuales que abarcan entre 14 y 31 años. Controlan el acuífero carbonatado del Grupo Renales (Lías) en las localidades de Rafales y Beceite, las formaciones del Aptiense Superior-Albiense Inferior y Barremiense-Aptiense (Cretácico) en Fuentespalda y Herbes y el acuífero de los conglomerados y areniscas terciarias en el extremo NE de masa de agua, en Horta de Sant Joan. En los piezómetros de las formaciones cretácicas y terciarias se observa un descenso generalizado desde febrero 1997 a abril 2000, desde abril 2009 a octubre de 2012 y de mayo de 2015 a 2018 que pueden ser atribuidas a las sequías de 1998-00, 2011-12 y 2016-17 (CHE 2018). Por otro lado, el punto del control del acuífero del jurásico en Rafales, localizado sobre una de las escamas cabalgantes de esta formación acuífera, muestra un descenso muy

continuado desde comienzo de las medidas en enero de 2000 (IPA-302030032), sin embargo, el otro punto de control en esta misma formación en Beceite (IPA-311350024), muestra un claro ascenso desde inicio de las medidas en noviembre de 2006 hasta 2013, fecha a partir de la cual se estabiliza.

La red de control del estado químico de las aguas subterráneas posee dentro de esta masa de agua 20 puntos de control, la mayor parte de ellos corresponden a manantiales asociados a las formaciones terciarias localizados al NO de la masa de agua (6 manantiales), y a las formaciones jurásicas (6 manantiales y 3 pozos). Muestran unas aguas de composición predominantemente bicarbonatada cálcica y de forma más puntual, cierta componente sulfatada que está presente en algunos de los manantiales sobre terciarios, que denotan la presencia de niveles evaporíticos, y en algunos de los sondeos profundos del acuífero de Suprakeuper-Lías, en los que es común la presencia de tramos anhidríticos. En la mayor parte de los casos, corresponden a aguas de mineralización entre débil o media, con una conductividad eléctrica que abarca valores de 250 a 1200 µS/cm. Las aguas de composición hidroquímica sulfatada son aguas más mineralizadas (media a fuerte) con una conductividad eléctrica algo más elevada de 1.000 a 2500 µS/cm. La concentración en mg/L de $CaCO_3$, calculada a partir de las concentraciones máximas y mínimas de Ca y Mg obtenidos en estos puntos, varía entre 211 y 1.617 mg/L lo que indica que se trata de aguas de naturaleza muy dura. La representación de los muestreos en los diagramas de columnas tan sólo permite identificar cierta evolución del contenido en sulfato del pozo IPA-31194009, que atraviesa un paquete de 244 m de calizas del Lías, en el cual se observa un incremento de este ion con respecto a la Línea Base 2007-2008.

La masa de agua de los Puertos de Beceite se encuentra en riego químico de no alcanzar los objetivos medioambientales. Sobre esta masa de agua se identifica como presión difusa significativa la carga ganadera (2.10), con un impacto probable de contaminación por nutrientes (NUTR), y un impacto comprobado de disminución de la calidad de las aguas superficiales por impacto químico (QUAL). El contaminante de riego asociado a esta contaminación difusa corresponde al nitrato con concentraciones que varían entre 0,2 y 804 mg/L (serie histórica 1995-2019). Esta contaminación no afecta de igual manera a las diferentes FGP presentes en esta masa de agua. Los acuíferos detríticos más superficiales entre los que se encuentran los conglomerados y areniscas terciarias al oeste de la masa de agua en el entorno de Fuentespalda y Pelarroya de Tastavíns, muestran valores muy elevados de entre 85 mg/L a más de 800 mg/L con un promedio en los 6 puntos de control de esta formación acuífera de 264 mg/L (2008-2019). También el punto de control correspondiente a un pozo de 10 m sobre depósitos aluviales en Beceite muestra valores de concentración de nitrato, de entre 288 y 594 mg/L (2014-2019). Sin embargo, en el resto de puntos asociados a las formaciones carbonatadas mesozoicas no se supera en ninguno de los muestreos la norma de calidad de 50 mg/L establecido para este contaminante: en los puntos asociados a la FGP-Jurásica la concentración de nitrato oscila entre 0,2 y 28 mg/L con un promedio de 3,9 mg/L (1995-2019); los puntos de control de la FGP-Cretácico presenta valores de entre 0,5 y 13,1 y un promedio de 2,8 mg/L (2003-2017); y el manantial asociado a las FGP-Trías se mantiene entre 5,4 y 7,6 mg/L (2009-2017).

Para el análisis de tendencia de la concentración de nitrato de la masa de agua de los Puertos de Beceite, se ha empleado el método básico de regresión lineal simple y avanzado de Mann-Kendall. Solo se ha podido realizar este análisis en dos de los manantiales asociados al acuífero de los conglomerados y arenas del Terciario en el sector occidental de la masa de agua (IPA-302030003 e IPA-302030043) que poseen series de medidas anuales de 11 y 9 años, con inicio en 2008 y 2010, y finalización en 2019.

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal presentan un nivel de confianza alto con valores de $R^2 > 0,4$ en el punto IPA- 302030043 y un nivel de confianza medio para $R^2 < 0,3$ en el punto IPA-302030003, que hace necesario el análisis según el test de Mann-Kendall y pendiente de Sen (Sen´s Slope). Los datos obtenidos muestran que se produce una disminución de la concentración de nitrato en el punto IPA-302030043 y de aumento en el punto IPA-302030003, pero tan solo se identifica como significativa la tendencia descendente del punto IPA-302030043 ya que su grado de significancia es >95% (tendencia clasificada como buena). Para este punto, a través del método de estimación de la pendiente de Sen, se obtiene un descenso de la concentración de nitrato de -13,04 mg/L en una serie de 9 años (2010-2019).

Por otro lado, para el análisis por cuatrienios se han incluido, además de los dos puntos anteriores, 9 puntos más que poseen medidas de concentración de nitrato en los últimos cuatrienios (2012-2015 y 2016-2019). Corresponden a 4 manantiales de descarga del acuífero terciario (IPA-302030005, IPA-302030022, IPA-302030046 e IPA-302030048), 1 pozo y 1 manantiales en el acuífero Jurásico (IPA-311940009 e IPA-311970002), un pozo emboquillado en cuaternarios (311950042) y 2 manantiales asociados a las formaciones cretácicas (IPA-302070001) y las calizas del Muschelkalk (IPA-311970011). En este análisis se observan un comportamiento muy dispar en todos los puntos de control analizados. Así los manantiales asociados a las formaciones terciarias, al oeste de la masa de agua, puntos en los que se alcanzan las mayores concentraciones de este contaminante, muestran en dos de los manantiales incrementos en el último cuatrienio (2016-2019) de 40,6 mg/L y 77,3 mg/L, mientras que en los otros 4 manantiales analizados se produce un descenso de entre 4 y 128 mg/L. Otra de las formaciones acuíferas que presentan elevadas concentraciones de nitratos, los cuaternarios del Ulldemó en Beceite, muestran también un incremento muy elevado en el último cuatrienio de 67,33 mg/L (IPA-311950042). El sondeo y manantial asociado a las formaciones carbonatadas del Lías, muestran cambios más moderados de descenso de la concentración de nitrato de 1,85mg/L (IPA-311940009) y de aumento de 0,73 mg/L. Y finalmente, los puntos de control asociados a las formaciones cretácicas y triásicas (IPA-302070001 e IPA-311970011), muestran en ambos casos descensos de 1,06 y 0,33 mg/L, respectivamente.

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

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

	Actividad	
A10	RELACIÓN RÍO ACUÍFERO Y ESTUDIO DE NECESIDADES AMBIENTALES DE LOS EDAS	
	Subactividad/Herramienta	
	S62 Caracterización hidrodinámica de EDAS	☑
	S63 Caracterización hidrogeoquímica de EDAS	☑
	S64 Estudios de contaminación de EDAS	☑
	Actividad	
A11	ANÁLISIS Y DIAGNOSIS DE LAS REDES DE MONITOREO. PROPUESTAS DE MEJORA	
	Subactividad/Herramienta	
	S65 Análisis y Diagnosis de las redes de estado cuantitativo	☑
	S66 Análisis y Diagnosis de las redes de estado químico	☑
	S67 Propuestas de mejora y ampliación de las redes. Proyectos constructivos/acondicionamiento/rehabilitación	☑
	S68 Determinación del peso de los puntos de muestreo de los PDS para la mejora en la aplicación de la evaluación de estado	☑
	Actividad	
A12	MODELIZACIÓN GEOLÓGICA 3D	
	Subactividad/Herramienta	
	S69 Procesado y Parametrización de la información geológica: modelo conceptual geológico	☑
	S70 Elaboración Modelo Geológico 3D	☑
	Actividad	
A13	MODELIZACIÓN DE FLUJO SUBTERRÁNEO	
	Subactividad/Herramienta	
	S71 Procesado y Parametrización de la información hidrogeológica: modelo conceptual hidrogeológico	☑
	S72 Elaboración del Modelo de Flujo	☑
	Actividad	
A14	MODELIZACIÓN DE TRANSPORTE DE REACTIVOS Y SOLUTOS	
	Subactividad/Herramienta	
	S73 Procesado y Parametrización de la información hidrogeoquímica: modelo conceptual hidrogeoquímico	☑
	S74 Elaboración del Modelo hidrogeoquímico	☑
	Actividad	
A15	MODELOS DE GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS (GIRH)	
	Subactividad/Herramienta	
	S75 Procesado y Parametrización de la información	☐
	S76 Elaboración Modelo Uso Conjunto	☐
	Actividad	
A16	EVALUACIÓN DEL RECURSO DISPONIBLE Y RESERVAS	
	Subactividad/Herramienta	
	S77 Situación actual RD y Reservas	☑
	S78 Evolución RD y Reservas según diferentes escenarios de recarga	☑
	S79 Evolución RD y Reservas según diferentes escenarios de presiones	☑
	Actividad	
A17	GEOTERMIA E HIDROTERMALISMO	
	Subactividad/Herramienta	
	S80 Geotermia	☐
	S81 Hidrotermalismo	☐
	Actividad	
A18	IDENTIFICACIÓN DE INTRUSIÓN MARINA	
	Subactividad/Herramienta	
		☐
	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	☐

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	☐

A continuación, se proponen actuaciones específicas consideradas prioritarias para la mejora del conocimiento de la MSBT Puertos de Beceite:

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

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

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

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

Estudios de caracterización hidrogeoquímica: se efectuarán analíticas distribuidas y posterior interpretación de datos para la mejora del modelo conceptual en las MSBT. Dada la importante presión ganadera que soporta esta masa de agua situada sobre todo en el tercio norte, también se requiere de la realización de "barridos" que permitan detectar impactos previamente no detectados en toda su extensión. Además, como apoyo a los trabajos de planificación hidrológica, se debe desarrollar un sistema estandarizado para la mejora del análisis de tendencias en todas las MSBT, así como su vinculación automatizada con NABIA. Por último, en todas aquellas zonas con carencias de información, se deben efectuar estudios para la determinación de los niveles de fondo.

Estudios de contaminación difusa: la MSBT se encuentra en riesgo químico por contaminación difusa por nitratos que afecta fundamentalmente a los acuíferos detríticos más superficiales (Terciario y Cuaternario) del tercio norte de la masa de agua. Se trata de una contaminación que suele afectar a amplias zonas donde, en ocasiones, resulta difícil determinar su origen y alcance. En este sentido se plantea, como mejora del conocimiento, estudios específicos que permitan determinar la tridimensionalidad de la dinámica de progreso de esta contaminación y su evolución en el tiempo. Para ello se plantean campañas específicas de muestreo, la construcción de puntos de control específicos en caso de ser necesarios, estudios isotópicos y estudios de atenuación natural.

Relación río acuífero y estudio de necesidades ambientales de los EDAS: se proponen trabajos de caracterización y estimación de las necesidades ambientales de los diferentes EDAS identificados dentro de esta masa de agua. Se han identificado un ETDAS de la RN2000 (Tinença de Benifassà, Turmell i Vallivana) en mal estado de conservación, por lo que es necesario la realización de estudio de afección y análisis que relacionen el estado de estos EDAS con el de las aguas subterráneas de las que dependen (cantidad y calidad).

Análisis y diagnosis de las redes de monitoreo: con el fin de mejorar la evaluación del estado de las MSBT e incrementar el nivel de confianza (NCF), se considera imprescindible el análisis y diagnosis 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 diagnosis de las redes y sus puntos, se podrán efectuar propuestas de mejora para el cumplimiento de los objetivos específicos de cada una de estas redes. Esta masa de agua presenta numerosos acuíferos con funcionamientos independientes según zonas de modo que requieren de un importante número de puntos de control tanto químico como piezométrico para su correcto control y conocimiento.

Modelización geológica 3D: Dado el interés y con el objetivo de impulsar la modelización numérica como herramienta para la gestión del recurso hídrico, se propone como prioritario en esta MSBT la creación y/o mejora del modelo geológico 3D que sirva como base para la generación de modelos de flujo. Es aconsejable considerar las MSBT vecinas para su posible integración.

Modelización de flujo subterráneo: se plantea abordar la creación de un modelo de flujo subterráneo que permita establecer reglas y escenarios de gestión y evaluar con mayor exactitud los recursos disponibles a medio y largo plazo y frente al cambio climático. Es aconsejable considerar las MSBT vecinas para su posible integración.

Modelización de transporte de reactivos y solutos: se propone la generación de un modelo de transporte que permita comprender el origen y la causa de las variaciones espaciales y temporales de los elementos contaminantes. Estos modelos van a permitir definir la extensión de la contaminación difusa, así como plantear escenarios para la mejora de la gestión y la ayuda a la toma de decisiones (reducir presiones en zonas concretas, etc.).

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

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

12.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• CHE (2008). Fichas de caracterización de las masas de agua subterránea en Información de Planificación Hidrológica de la CHE (www.chebro.es).

• CHE (2015). Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Segundo ciclo de planificación: 2015 – 2021. Memoria y anejos.

• CHE (2018). Plan Especial de Sequía de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Memoria y anejos,

• DGA (2012). Diagnosis de las estaciones de seguimiento del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea de las cuencas intercomunitarias, construidas y operativas antes del año 2.002. Apoyo Técnico a la Confederación Hidrográfica del Ebro. Memoria y anejos.

• CHE (2019). Documentos iniciales: programa, calendario, estudio general sobre la demarcación y fórmulas de consulta. Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Revisión de tercer ciclo de planificación (2021-2027). Memoria y anejos

• DGA (2020). Guía metodológica para la determinación de las necesidades ambientales asociadas a los ecosistemas dependientes de las aguas subterráneas. En: *Actuaciones para gestión de las aguas subterráneas y los ecosistemas asociados ante el impacto del cambio climático*. Plan PIMA ADAPTA 2017.

• DGA (2020). Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas. Secretaría de estado de medio ambiente, Dirección General del Agua. Versión 2, julio 2020.

• IGME, DGA y UMA (2010). Actividad 9: Protección de las aguas subterráneas empleadas para consumo humano según los requerimientos de la Directiva Marco del Agua. Evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de las masas de agua subterránea intercomunitarias masas detríticas y mixtas. En: Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas. Madrid

• IGME, DGA (2019). Fichas de datos de los recintos hidrogeológicos de la demarcación hidrográfica del Ebro para su implementación en el modelo simpa. En: Encomienda de gestión para desarrollar diversos trabajos relacionados con el inventario de recursos hídricos subterráneos y con la caracterización de acuíferos compartidos entre demarcaciones hidrográficas.
MARM (2008). ORDEN ARM/2656/2008, 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de la planificación hidrológica. Boletín Oficial del Estado número229, Gobierno de España

ANEXO 1: ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)

MSBT: ES091MSBT096 - PUERTOS DE BECEITE

Código espacio RN2000	Nombre espacio RN2000	Tipo RN2000	Código hábitat	Nombre hábitat dependiente de aguas subterráneas	Grado conservación
ES5233001	Tinença de Benifassà, Turmell i Vallivana	LIC	8310	Cuevas no explotadas por el turismo	C

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.

MSBT: ES091MSBT096 - PUERTOS DE BECEITE

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20ºC) (In situ)	O_2 (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	ºC	Ud. pH	µS/cm	mg/L	mg/L O_2	mg/L $CaCO_3$	mg/L $CaCO_3$
Código Punto	**302030003**						
Valor							
Máx.	16,4	8	1.463	9,60	0,7	<LQ	324,0
Mín.	14,2	7	950	4,50	<LQ	<LQ	264,0
P50	15,0	7	1.163	6,70	<LQ	<LQ	296,0
N reg.	12	13	15	17	10		6
Código Punto	**302030005**						
Valor							
Máx.	16,1	8	1.409	10,00	<LQ	<LQ	254,0
Mín.	14,1	7	1.063	6,51	<LQ	<LQ	217,0
P50	15,0	7	1.305	8,05	<LQ	<LQ	231,0
N reg.	5	6	9	10	5		3
Código Punto	**302030022**						
Valor							
Máx.	16,7	7	1.007	9,40	<LQ	<LQ	298,0
Mín.	14,2	7	773	6,00	<LQ	<LQ	280,0
P50	14,8	7	905	7,40	<LQ	<LQ	284,0
N reg.	5	6	9	10	5		3
Código Punto	**302030043**						
Valor							
Máx.	17,6	8	1.570	10,10	0,5	<LQ	233,0
Mín.	13,7	7	757	7,00	<LQ	<LQ	219,0
P50	14,9	7	978	8,80	<LQ	<LQ	225,0
N reg.	10	11	14	15	9		4
Código Punto	**302030046**						
Valor							
Máx.	20,1	8	3.474	9,60	0,6	<LQ	221,0
Mín.	14,5	7	1.485	6,90	<LQ	<LQ	184,0
P50	15,3	7	1.875	8,30	<LQ	<LQ	203,0
N reg.	10	11	14	15	9		4
Código Punto	**302030048**						
Valor							
Máx.	17,0	8	1.385	9,60	0,6	<LQ	299,0
Mín.	12,4	7	956	5,40	<LQ	<LQ	295,0
P50	13,6	7	1.145	7,30	<LQ	<LQ	297,0
N reg.	4	5	8	9	5		2
Código Punto	**302040006**						
Valor							
Máx.	20,1	8	642	12,80	1,3	<LQ	260,0
Mín.	13,7	7	443	8,00	<LQ	<LQ	233,0
P50	18,6	7	527	8,15	<LQ	<LQ	240,0
N reg.	5	6	5	6	3		3
Código Punto	**302040013**						
Valor							
Máx.	21,0	8	532	10,60	<LQ	<LQ	243,0
Mín.	16,9	7	437	5,40	<LQ	<LQ	221,0
P50	19,4	7	469	6,90	<LQ	<LQ	241,0
N reg.	7	8	8	9	6		4
Código Punto	**302070001**						
Valor							

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20ºC) (In situ)	O_2 (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	ºC	Ud. pH	µS/cm	mg/L	mg/L O_2	mg/L $CaCO_3$	mg/L $CaCO_3$
Máx.	21,5	8	451	12,70	<LQ	<LQ	212,0
Mín.	9,3	7	353	7,80	<LQ	<LQ	209,0
P50	13,0	8	403	9,25	<LQ	<LQ	210,5
N reg.	5	5	6	6	5		2
Código Punto	**302070003**						
Valor							
Máx.	17,3	7	458	9,60	<LQ	<LQ	222,0
Mín.	11,6	7	431	5,90	<LQ	<LQ	220,0
P50	12,6	7	442	7,65	<LQ	<LQ	221,0
N reg.	5	5	4	6	3		2
Código Punto	**311940009**						
Valor							
Máx.	21,5	8	1.896	8,60	1,6	1.240,10	225,0
Mín.	10,3	7	1.237	4,80	<LQ	792,40	199,0
P50	17,8	7	1.486	6,60	0,8	928,30	212,0
N reg.	4	13	17	5	3	14	2
Código Punto	**311940016**						
Valor							
Máx.	25,1	8	747	9,20	1,5	<LQ	<LQ
Mín.	8,9	6	591	5,90	<LQ	<LQ	<LQ
P50	16,1	7	709	7,80	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	7	6	5	8	7		
Código Punto	**311950042**						
Valor							
Máx.	16,4	8	2.106	9,20	2,1	<LQ	<LQ
Mín.	14,1	7	1.331	6,10	<LQ	<LQ	<LQ
P50	15,4	7	1.599	7,75	0,7	<LQ	<LQ
N reg.	4	3	6	6	5		
Código Punto	**311960021**						
Valor							
Máx.	15,4	8	664	<LQ	<LQ	436,40	<LQ
Mín.	15,4	7	462	<LQ	<LQ	276,90	<LQ
P50	15,4	8	628	<LQ	<LQ	387,60	<LQ
N reg.	1	8	12			13	
Código Punto	**311970002**						
Valor							
Máx.	17,1	8	482	11,00	1,7	<LQ	273,0
Mín.	5,7	8	436	7,10	<LQ	<LQ	180,0
P50	14,5	8	446	7,80	<LQ	<LQ	226,5
N reg.	5	5	6	6	5		2
Código Punto	**311970011**						
Valor							
Máx.	15,4	8	469	11,40	<LQ	<LQ	166,0
Mín.	12,1	7	390	7,10	<LQ	<LQ	166,0
P50	13,5	7	440	8,45	<LQ	<LQ	166,0
N reg.	5	5	6	6	5		1
Código Punto	**311970015**						
Valor							
Máx.	17,7	8	698	<LQ	<LQ	384,00	<LQ
Mín.	15,4	8	400	<LQ	<LQ	212,30	<LQ
P50	16,5	8	447	<LQ	<LQ	265,00	<LQ
N reg.	2	8	13			15	

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20ºC) (In situ)	O_2 (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	ºC	Ud. pH	µS/cm	mg/L	mg/L O_2	mg/L $CaCO_3$	mg/L $CaCO_3$
Código Punto	**312010001**						
Valor							
Máx.	18,5	8	548	11,20	0,6	<LQ	303,0
Mín.	9,5	7	395	6,30	<LQ	<LQ	236,0
P50	14,0	8	470	8,60	<LQ	<LQ	278,0
N reg.	21	21	21	21	6		18
Código Punto	**312020001**						
Valor							
Máx.	15,2	8	443	10,90	0,5	<LQ	270,0
Mín.	13,3	7	391	8,00	<LQ	<LQ	244,0
P50	13,5	8	399	8,85	<LQ	<LQ	257,0
N reg.	5	5	3	6	3		2
Código Punto	**312020012**						
Valor							
Máx.	20,7	9	399	11,00	0,9	<LQ	178,0
Mín.	8,5	8	297	8,70	<LQ	<LQ	178,0
P50	10,5	8	347	9,65	0,6	<LQ	178,0
N reg.	5	5	5	6	5		1

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	**302030003**								
Valor									
Máx.	395,3	<LQ	69,90	82,8	350,0	0,04	<LQ	26,9	10,6
Mín.	276,0	<LQ	49,20	58,4	182,0	<LQ	<LQ	18,0	6,7
P50	350,1	<LQ	58,10	65,6	247,0	<LQ	<LQ	22,0	8,4
N reg.	13	13	17	17	18	16	16	17	17
Código Punto	**302030005**								
Valor									
Máx.	291,6	<LQ	65,90	170,0	338,0	0,00	<LQ	18,2	1,5
Mín.	236,0	<LQ	45,40	109,0	50,0	<LQ	<LQ	12,5	<LQ
P50	278,2	<LQ	61,80	144,5	323,0	<LQ	<LQ	15,4	1,1
N reg.	7	7	10	10	11	9	9	10	10
Código Punto	**302030022**								
Valor									
Máx.	351,4	<LQ	40,00	126,0	114,0	0,00	<LQ	12,7	4,8
Mín.	294,0	<LQ	29,30	91,2	82,0	<LQ	<LQ	10,4	4,0
P50	347,7	<LQ	32,55	99,1	90,5	<LQ	<LQ	11,5	4,4
N reg.	7	7	10	10	11	9	9	10	10
Código Punto	**302030043**								
Valor									
Máx.	294,0	<LQ	75,90	113,0	413,0	0,01	0,05	24,5	8,5
Mín.	218,0	<LQ	29,20	52,9	108,0	<LQ	<LQ	10,9	1,6
P50	267,1	<LQ	47,30	81,0	204,0	<LQ	<LQ	14,8	2,3
N reg.	11	11	15	15	16	14	14	15	15
Código Punto	**302030046**								
Valor									
Máx.	290,4	<LQ	228,00	133,0	879,0	0,04	<LQ	67,7	5,7
Mín.	211,0	<LQ	94,10	55,0	155,0	<LQ	<LQ	25,1	1,6
P50	251,1	<LQ	127,00	71,0	600,0	<LQ	<LQ	31,5	2,2
N reg.	11	11	15	15	12	14	14	15	15
Código Punto	**302030048**								
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	**302030048**								
Valor									
Máx.	429,4	<LQ	97,60	153,0	187,0	<LQ	<LQ	28,1	4,0
Mín.	292,0	<LQ	64,30	94,0	77,1	<LQ	<LQ	13,5	2,8
P50	357,4	<LQ	80,60	127,0	122,0	<LQ	<LQ	22,2	3,4
N reg.	6	6	8	8	9	8	8	8	8
Código Punto	**302040006**								
Valor									
Máx.	294,0	<LQ	13,30	65,0	13,1	<LQ	0,09	6,2	1,5
Mín.	281,8	<LQ	<LQ	23,7	3,4	<LQ	<LQ	3,0	<LQ
P50	289,1	<LQ	5,39	25,8	4,0	<LQ	<LQ	3,8	0,9
N reg.	5	5	6	6	6	4	4	6	6
Código Punto	**302040013**								
Valor									
Máx.	295,2	<LQ	9,00	30,7	3,7	0,00	<LQ	4,0	1,0
Mín.	269,6	<LQ	<LQ	21,0	2,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	289,6	<LQ	4,80	28,3	3,2	<LQ	<LQ	3,3	0,8
N reg.	8	8	9	9	9	8	7	9	9
Código Punto	**302070001**								
Valor									
Máx.	258,6	<LQ	3,67	24,6	2,6	0,00	<LQ	2,1	0,9
Mín.	238,1	<LQ	<LQ	15,0	1,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	250,2	<LQ	3,22	19,8	2,2	<LQ	<LQ	1,9	0,5
N reg.	6	6	6	6	6	5	4	6	6
Código Punto	**302070003**								
Valor									
Máx.	281,8	<LQ	7,00	38,0	1,0	<LQ	0,07	3,1	2,0
Mín.	226,0	<LQ	<LQ	27,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,0
P50	272,7	<LQ	4,11	33,8	0,8	<LQ	0,03	2,2	1,2
N reg.	6	6	6	6	6	2	2	6	6
Código Punto	**311940009**								
Valor									
Máx.	414,3	<LQ	59,00	873,0	28,8	0,38	<LQ	23,0	6,0
Mín.	224,6	<LQ	30,40	452,0	<LQ	<LQ	<LQ	12,9	2,6
P50	273,3	<LQ	38,60	626,5	10,2	0,01	<LQ	20,0	4,0
N reg.	20	5	20	20	20	14	7	20	20
Código Punto	**311940016**								
Valor									
Máx.	281,8	<LQ	21,00	151,0	20,0	0,00	<LQ	13,0	1,8
Mín.	207,0	<LQ	16,50	112,0	3,0	<LQ	<LQ	11,0	1,0
P50	248,4	<LQ	18,25	129,0	5,4	<LQ	<LQ	11,5	1,2
N reg.	8	6	8	8	8	8	7	8	8
Código Punto	**311950042**								
Valor									
Máx.	317,0	<LQ	107,00	242,0	686,0	0,03	<LQ	50,0	2,6
Mín.	229,0	<LQ	56,10	129,0	215,0	<LQ	<LQ	26,1	0,5
P50	298,9	<LQ	84,65	162,0	388,0	0,01	<LQ	32,8	1,5
N reg.	6	6	6	6	7	6	5	6	6
Código Punto	**311960021**								
Valor									
Máx.	339,9	<LQ	14,00	148,0	4,3	0,18	<LQ	3,0	0,9
Mín.	240,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	251,9	<LQ	5,15	131,0	0,6	<LQ	<LQ	1,7	0,3
N reg.	14		14	14	16	14	6	14	14

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	**311970002**								
Valor									
Máx.	333,1	<LQ	5,97	9,3	15,8	0,00	<LQ	2,7	0,6
Mín.	213,1	<LQ	<LQ	7,9	2,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	283,9	<LQ	5,38	8,3	3,3	<LQ	<LQ	2,7	0,4
N reg.	6	6	6	5	6	6	5	6	6
Código Punto	**311970011**								
Valor									
Máx.	202,5	<LQ	7,87	71,5	7,6	0,00	<LQ	4,3	0,5
Mín.	194,1	<LQ	7,55	48,1	5,4	<LQ	<LQ	3,6	<LQ
P50	201,0	<LQ	7,76	59,3	7,0	<LQ	<LQ	3,9	0,5
N reg.	6	6	6	6	6	6	5	6	6
Código Punto	**311970015**								
Valor									
Máx.	300,2	<LQ	11,50	146,0	6,0	0,16	<LQ	3,3	1,0
Mín.	223,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	264,8	<LQ	5,40	11,0	1,6	<LQ	<LQ	1,7	0,2
N reg.	15		15	15	17	15	6	14	15
Código Punto	**312010001**								
Valor									
Máx.	369,7	<LQ	6,00	34,7	2,5	0,03	<LQ	3,0	0,5
Mín.	283,1	<LQ	<LQ	12,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	320,9	<LQ	3,70	18,0	<LQ	<LQ	<LQ	1,6	<LQ
N reg.	21	21	23	23	23	8	6	23	23
Código Punto	**312020001**								
Valor									
Máx.	329,4	<LQ	8,00	24,0	2,6	<LQ	0,11	3,3	0,8
Mín.	244,0	<LQ	3,95	10,3	1,0	<LQ	<LQ	1,8	<LQ
P50	292,8	<LQ	4,43	13,3	1,6	<LQ	0,05	2,3	0,3
N reg.	6	6	6	6	6	2	2	6	6
Código Punto	**312020012**								
Valor									
Máx.	254,0	2,99	5,60	17,0	1,7	0,00	0,48	3,0	0,4
Mín.	199,1	<LQ	<LQ	7,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	214,7	<LQ	3,87	11,3	0,9	<LQ	<LQ	2,2	0,3
N reg.	6	5	6	6	6	6	5	6	6

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

Parámetro	Ca^{2+}	Mg^{2+}	As	Cd^{2+}	Hg	NH_4^+ Total	∑ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Código Punto	**302030003**								
Valor									
Máx.	209,0	36,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	169,0	26,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	183,0	32,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	17	17				16			
Código Punto	**302030005**								
Valor									
Máx.	212,0	62,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	157,0	52,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	177,0	57,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	10	10				9			
Código Punto	**302030022**								
Valor									

Parámetro	Ca^{2+}	Mg^{2+}	As	Cd^{2+}	Hg	NH_4^+ Total	∑ Plaguicidas	PER	TRI
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L
Código Punto	**302030022**								
Valor									
Máx.	136,0	41,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	121,0	35,1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	130,5	38,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	10	10				9			
Código Punto	**302030043**								
Valor									
Máx.	200,0	46,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	126,0	27,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	149,0	36,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	15	15				14			
Código Punto	**302030046**								
Valor									
Máx.	508,0	84,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	266,0	39,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	299,0	47,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	15	15				14			
Código Punto	**302030048**								
Valor									
Máx.	162,0	68,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	132,0	49,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	148,5	60,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	8	8				8			
Código Punto	**302040006**								
Valor									
Máx.	100,0	27,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	70,7	18,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	77,7	20,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	1	2		5			
Código Punto	**302040013**								
Valor									
Máx.	75,3	27,0	1,0000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	70,0	19,5	0,3410	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	73,2	23,2	0,4160	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	9	9	7	8	6	8	5	6	6
Código Punto	**302070001**								
Valor									
Máx.	85,1	12,6	0,2630	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	73,5	6,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	76,9	9,3	0,1330	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	6	6	6	6	4	6	6
Código Punto	**302070003**								
Valor									
Máx.	98,3	10,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	91,0	8,2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	95,5	10,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	1	2		5			
Código Punto	**311940009**								
Valor									
Máx.	368,0	78,0	1,0000	<LQ	<LQ	0,84	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	227,8	53,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	269,0	63,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	20	20	15	16		18			

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	**311940016**								
Valor									
Máx.	100,0	31,0	0,7110	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	83,6	23,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	91,0	28,0	0,3070	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	8	8	7	8	8	8	6	7	7
Código Punto	**311950042**								
Valor									
Máx.	264,0	71,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	165,0	50,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	187,0	61,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6				6			
Código Punto	**311960021**								
Valor									
Máx.	122,0	32,3	<LQ	<LQ	<LQ	0,20	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	68,0	26,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	108,1	29,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	14	14	14	14		15			
Código Punto	**311970002**								
Valor									
Máx.	78,3	25,6	0,2870	<LQ	<LQ	<LQ	0,05	<LQ	<LQ
Mín.	63,2	13,7	0,1690	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	70,3	20,8	0,2130	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Código Punto	**311970011**								
Valor									
Máx.	73,5	17,8	0,3910	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	64,1	15,2	0,2000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	69,7	16,4	0,2795	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	6	6	6	6	5	6	6
Código Punto	**311970015**								
Valor									
Máx.	101,0	32,0	<LQ	<LQ	<LQ	0,20	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	55,0	17,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	69,2	23,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	15	15	13	13		15			
Código Punto	**312010001**								
Valor									
Máx.	79,6	37,0	0,2590	<LQ	<LQ	0,03	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	62,0	19,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	68,9	31,3	0,1420	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	23	23	7	8	6	20	5	6	6
Código Punto	**312020001**								
Valor									
Máx.	67,8	31,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	60,3	19,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	65,7	23,7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6		1		5			
Código Punto	**312020012**								
Valor									
Máx.	74,4	13,7	0,1790	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	51,7	8,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	63,4	12,1	0,1250	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6	6	6	6	6	5	5	5

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