

# CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA



MSBT: ES091MSBT057 - ALUVIAL DEL GÁLLEGO

# 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 ES091MSBT057 Nombre MSBT ALUVIAL DEL GÁLLEGO

Código DH ES091 Nombre DH Ebro

Descripción localización:

La masa de agua del aluvial del Gállego se localiza en el sector central de la cuenca hidrográfica del Ebro, en el tramo medio y bajo del río Gállego antes de su desembocadura en el Ebro, a la altura de la localidad de Zaragoza. Abarcar una superficie de 271 km<sup>2</sup> que se distribuye a lo largo de un eje dirección N-S de 53 km de longitud y una anchura máxima de 11 km.

Toda su superficie se localiza dentro de la Comunidad Autónoma de Aragón compartida entre la comarca oscense de La Hoya de Huesca al norte (25%) y la comarca zaragozana de D.C. Zaragoza al sur (75%). Los municipios de mayor actividad se localizan al sur, en el área de influencia de la ciudad de Zaragoza.

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Aragón	Zaragoza	50298	Zuera	18,55	22,72
Aragón	Huesca	22119	Gurrea de Gállego	31,61	22,37
Aragón	Zaragoza	50297	Zaragoza	5,94	21,31
Aragón	Zaragoza	50288	Villanueva de Gállego	59,96	16,79
Aragón	Zaragoza	50903	Villamayor de Gállego	28,30	9,32
Aragón	Zaragoza	50235	San Mateo de Gállego	10,66	2,81
Aragón	Zaragoza	50902	Marracos	21,26	1,33
Aragón	Huesca	22905	Lupiñén-Ortilla	2,90	1,18
Aragón	Huesca	22014	Alcalá de Gurrea	3,65	0,96
Aragón	Huesca	22151	Loscorrales	5,76	0,86
Aragón	Zaragoza	50207	Piedratajada	3,75	0,31
Aragón	Zaragoza	50220	Puendeluna	0,84	0,03

**1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL**

Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	683.067	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.635.597
Longitud (CENTROIDE)	-0,79460	Latitud (CENTROIDE)			41,85138
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			277
Altitud mínima (m s.n.m.)	193	Altitud máxima (m s.n.m.)			469
Área total de la MSBT (km <sup>2</sup> )	271				

1.3 POBLACIÓN ASENTADA

Nº habitantes

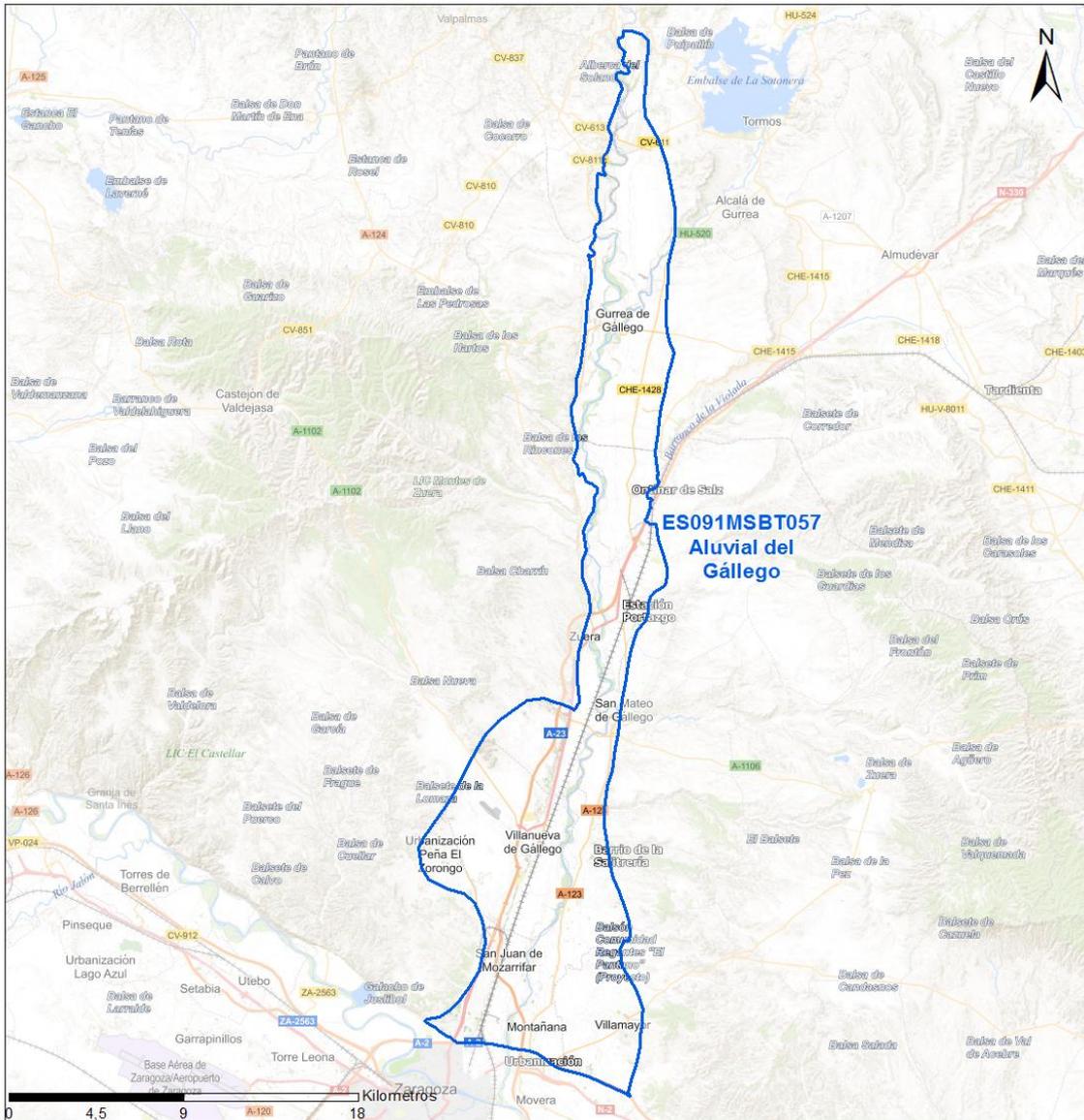
46.127

Año

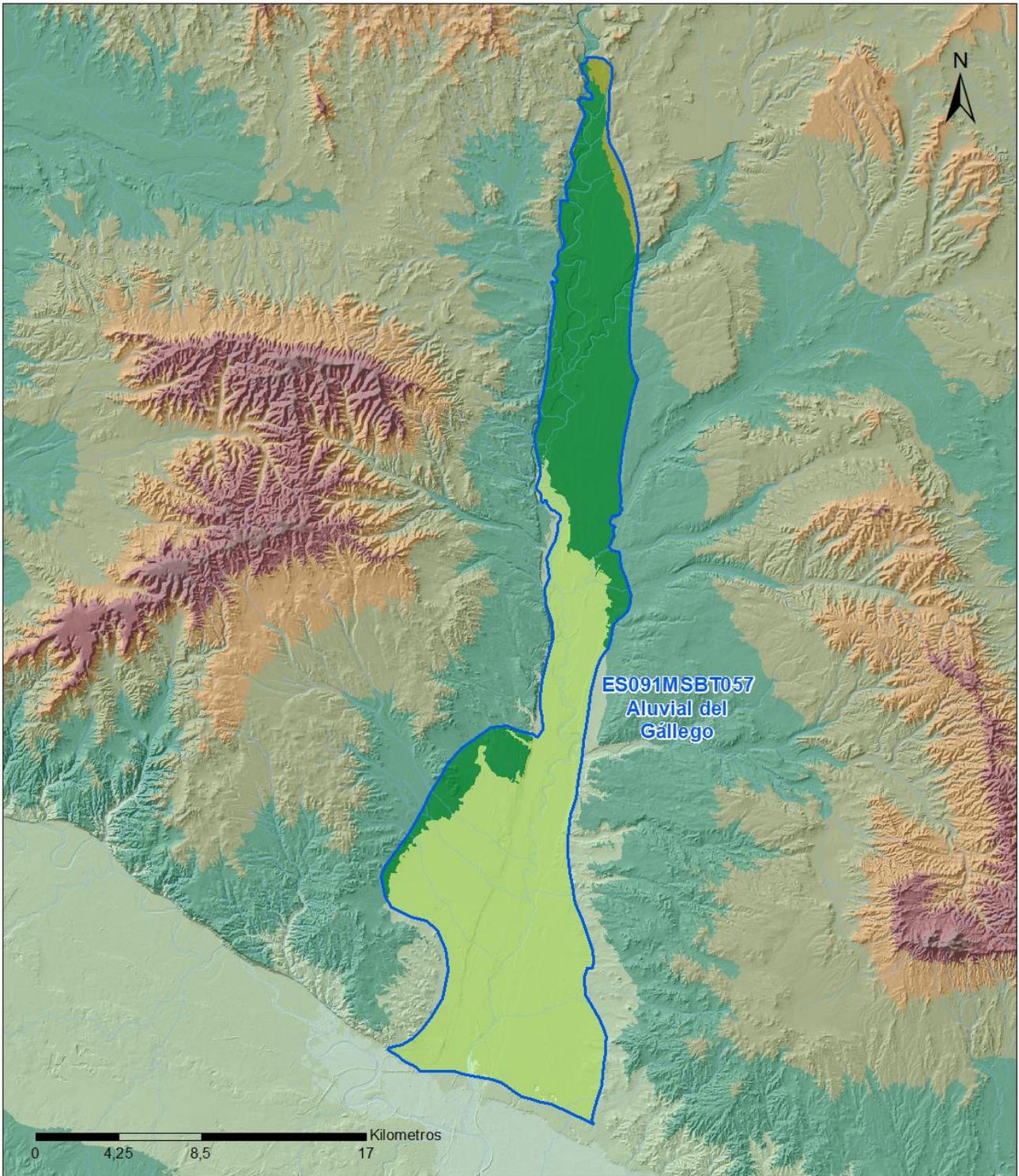
2019

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

Mapa de localización



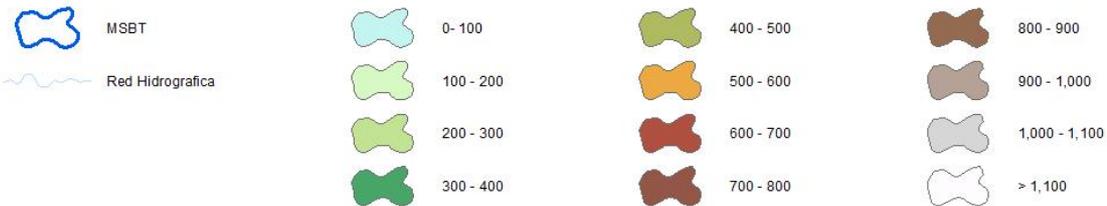
Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

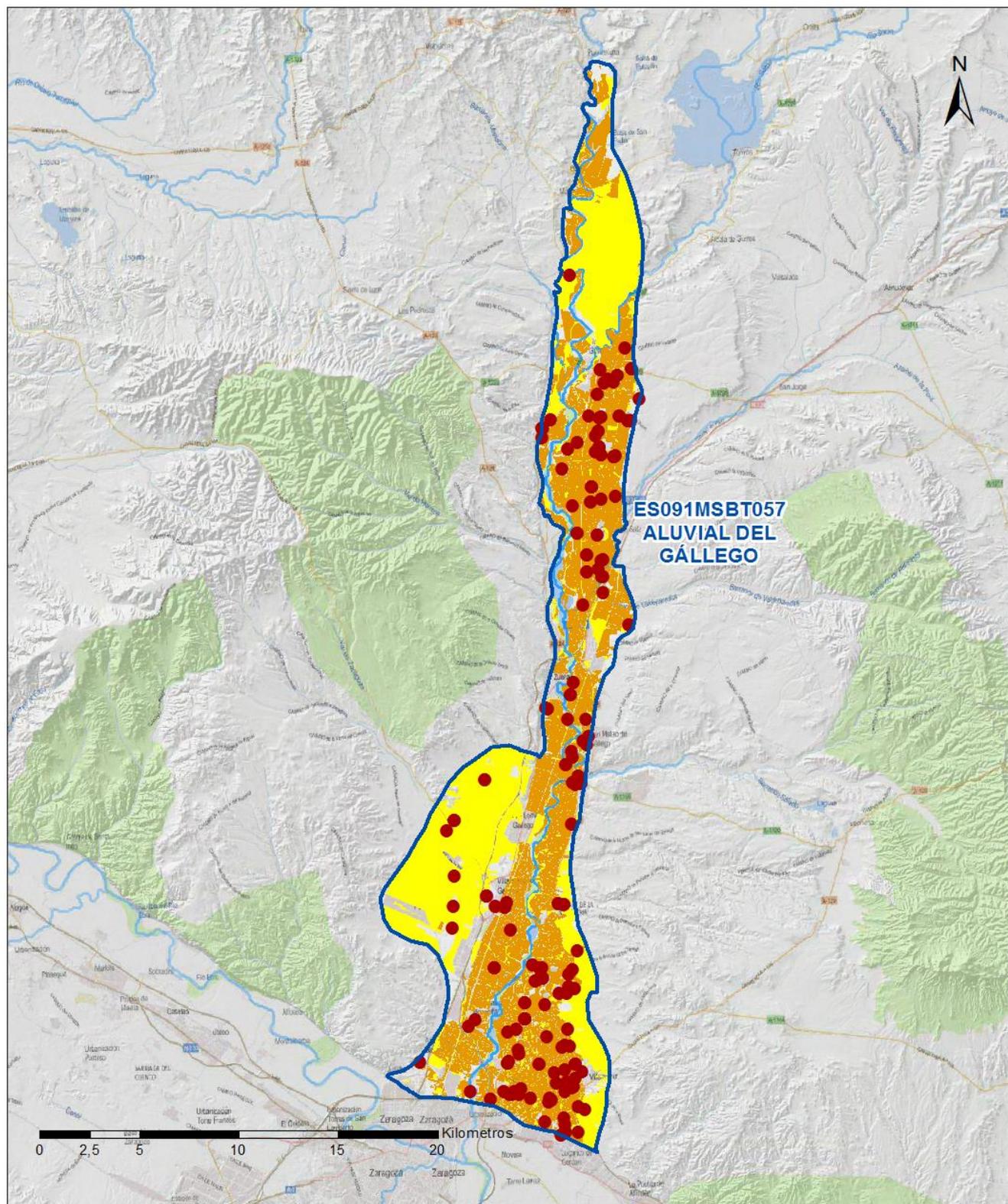


## 2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

## 2.1 PRESIONES SIGNIFICATIVAS EN LA MSBT

Grupos de presiones	Tipos de presiones	Actividad	Presión Significativa
Fuentes puntuales	1.1	Vertidos urbanos	<input type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.4	Vertidos industriales de plantas No IED	<input type="checkbox"/>
Fuentes puntuales	1.6	Vertederos	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.1	Escorrentía urbana	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.10	Otras fuentes difusas	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.2	Agricultura	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.4	Transporte	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.8	Minería	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.1	Agricultura	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.2	Abastecimiento	<input type="checkbox"/>
Extracción / Desvío de agua	3.3	Industria	<input type="checkbox"/>

Fuentes difusas



**LEYENDA**

-  Red hidrográfica
-  MSBT:
- ES091MSBT057
- ALUVIAL DEL GÁLLEGO

**Tipo de Presión Difusa (significativa):**

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

2.2 IMPACTOS EN LA MSBT

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

2.3 RIESGO DE LA MSBT

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

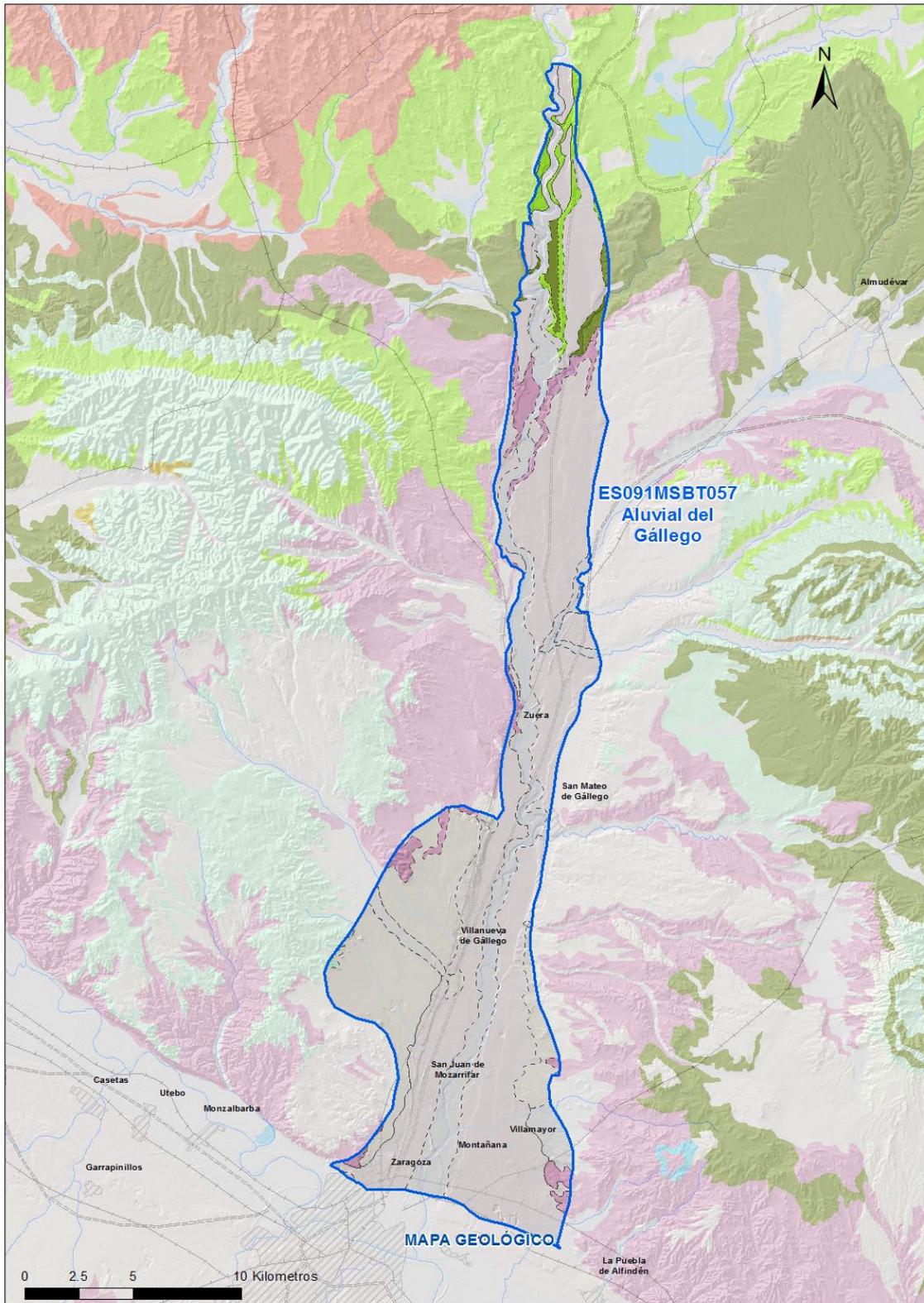
Riesgo de no alcanzar el buen estado químico	RIESGO QUÍMICO
Contaminante	Justificación / Observación
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Nitrato	Masas en riesgo de afección por nitratos (valores medios o máximos entre 40 y 50 mg/l en los últimos 4 años en más del 20% masa o valores máximos o medios superiores a 50 mg/l en menos del 20% masa)
Desetilatrazina Desetilatrazina	Masas afectadas por plaguicidas (incumplimientos periodo 2016/19 en más del 20% masa)

3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

Cuenca Del Ebro

3.2 MAPA GEOLÓGICO



**LEYENDA**



**Estructuras**

- ⊥ Anticlinal
- ⊥ - Anticlinal supuesto
- ⊥ Sinclinal
- ⊥ - Sinclinal supuesto

**Contactos y fallas**

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

**LITOLOGÍAS**

Código	Descripción Litología
706	Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)
704	Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)
703	Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacia, piedemonte y superficies)
377	Calizas, localmente con lutitas
374	Lutitas con intercalaciones de areniscas
370	Yesos con intercalaciones de lutitas
368	Lutitas, con intercalaciones de areniscas

**3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS**

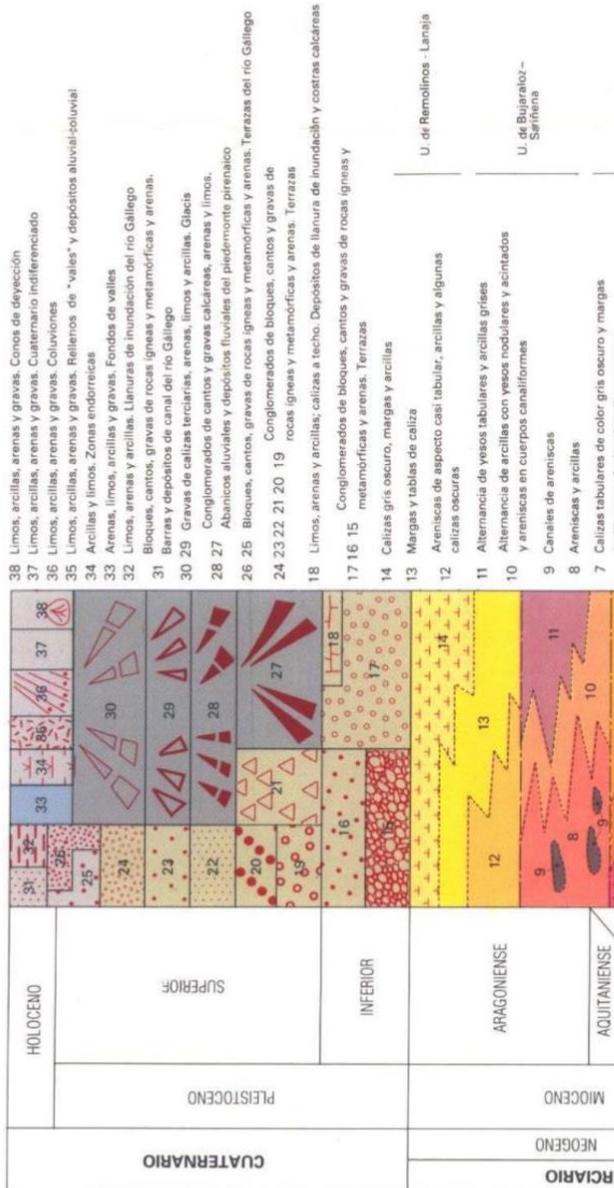
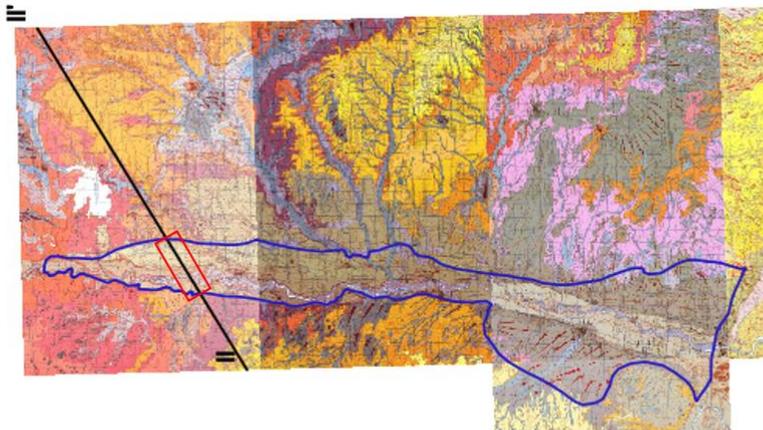
Litología	Edad geológica		Extensión (km²)	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	49,62	Detrítica	18,29
Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	148,92	Detrítica	54,89
Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glaci, piedemonte y superficies)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	49,10	Detrítica	18,10
Lutitas con intercalaciones de areniscas	Neógeno	Mioceno-Plioceno	4,39	Detrítica	1,62
Yesos con intercalaciones de lutitas	Neógeno	Mioceno	12,26	Evaporítica	4,52
Lutitas, con intercalaciones de areniscas	Neógeno	Mioceno	6,62	Detrítica	2,44

**3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO**

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Gravas, arenas, limos	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	10-80
Yesos con intercalaciones de lutitas	Neógeno	Mioceno	

3.5 CORTES GEOLÓGICOS

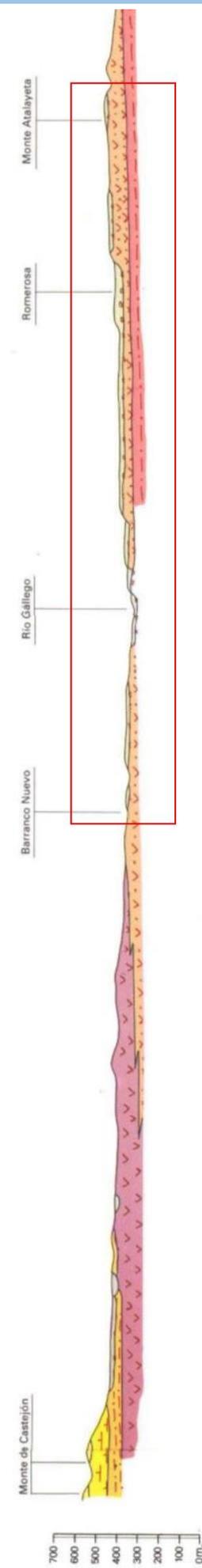
ES091MSBT057



SO.

II - II'

NE.



### 3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La masa de agua del aluvial del Gállego se localiza en el tramo medio de la Depresión del Ebro y engloba los depósitos aluviales del río Gállego en su tramo medio y bajo, entre el embalse de Ardisa y su desembocadura en el Ebro, así como los depósitos aluviales de sus tributarios más significativos, el río Sotón y el barranco de La Violada, ambos por la margen izquierda. Los materiales subyacentes corresponden a yesos, arcillas y margas del relleno terciario de la depresión del Ebro. Estas formaciones cuaternarias pueden presentar estructuras locales debidas a procesos de deformación y colapso por disolución del sustrato yesífero.

Las principales formaciones cuaternarias presentes en la masa de agua son las siguientes:

- Aluvial actual, llanura de inundación y terrazas bajas (Holoceno), compuesto por gravas, arenas, limos y arcillas con espesores que desciende de norte a sur, desde los 10 m que se alcanzan en San Pedro hasta los más de 80 m que atraviesan los sondeos localizados en Montañana, en la zona de confluencia con los aluviales del río Ebro.
- Terrazas medias y altas (Pleistoceno inferior – superior) compuestas por cantos de diversa naturaleza con matriz arenoso-limosa. Presentan una secuencia por lo general granodecreciente con niveles más cementados en las terrazas superiores donde es frecuente la formación de costras calcáreas. Al norte de la masa de agua estas terrazas se encuentran encajadas y escalonadas mientras que al sur, aguas abajo de Zuera, se presentan superpuestas alcanzando espesores de más de 60 m.
- Depósitos de glaciis compuestos por gravas de areniscas y calizas en matriz arenoso limosa y cementación calcárea más o menos abundante con presencia de granos de yeso. Estas formaciones pueden llegar a alcanzar los 30 m de espesor, con una mayor extensión en la margen derecha del Gállego a la altura de Villanueva de Gállego.

#### 4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	50	8
<b>Espesor Medio Z.N.S. (m)</b>	<b>29</b>	

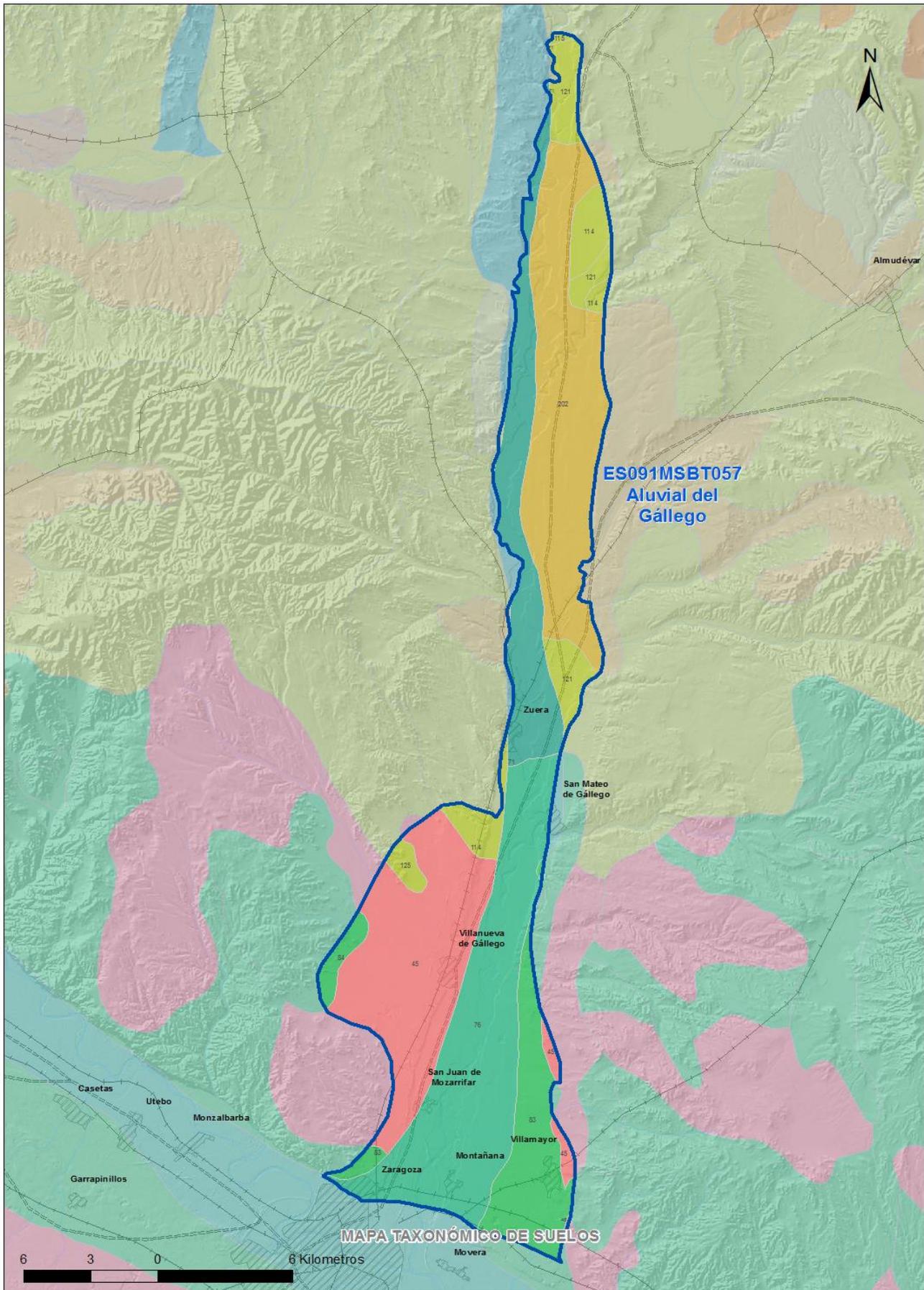
Litología Z.N.S. Gravas, arenas, arcillas y limos

##### 4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km <sup>2</sup> )	% Afloramiento en la MSBT
ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID	56	20,53
ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT	99	36,35
ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT	31	11,43
ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT	28	10,32
INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT	58	21,37

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



# LEYENDA



MSBT



Red Hidrografica



DDHH

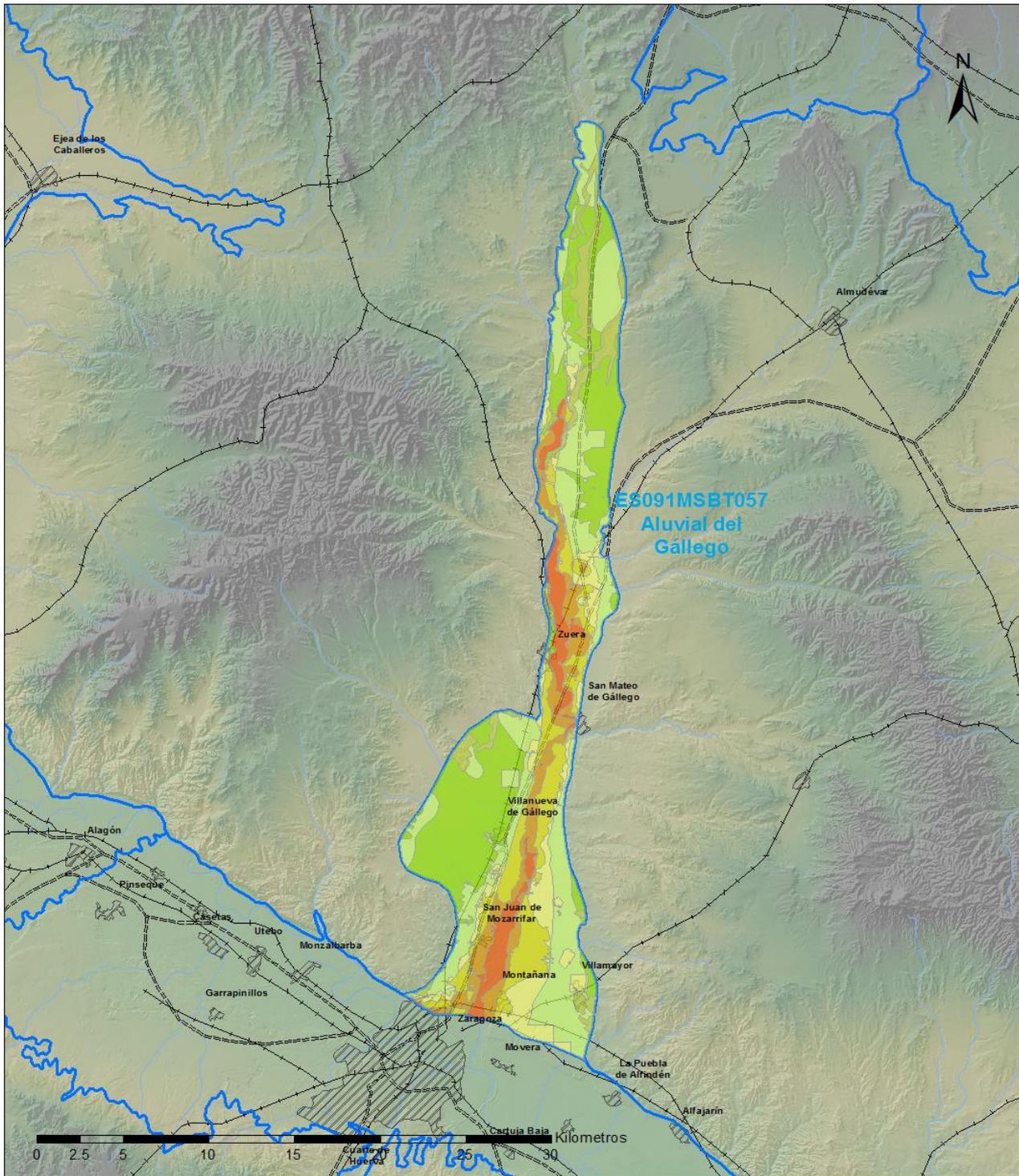
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

ID MAPA	ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02
45	ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, PETROCALCID, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
71	ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
76	ENTISOL, FLUVENT, XEROFLUVENT, XERORTHENT, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
83	ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
84	ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haplocalcid, NO INCLUSION2
114	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
115	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, (Haploxerept), NO INCLUSION2
121	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, Haploxeraif, NO INCLUSION2
125	ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, HAPLOXEREPT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2
197	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, XERORTHENT, NO ASOCIA2, Haploxeraif, NO INCLUSION2
202	INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, HAPLOXEREPT, XERORTHENT, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método		DRASTIC Reducido	
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT	
2 (Muy Baja)	30 - 44	6,57	
3 (Baja)	44 - 58	27,27	
4 (Baja)	58 - 72	27,73	
5 (Moderada)	72 - 86	9,51	
6 (Moderada)	86 - 100	12,83	
7 (Alta)	100 - 114	9,28	
8 (Alta)	114 - 128	6,82	

4.5 MAPA DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA



**LEYENDA**

**Método DRASTIC Reducido**

**Grado de Vulnerabilidad, Rango de Valores**

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

## 5.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

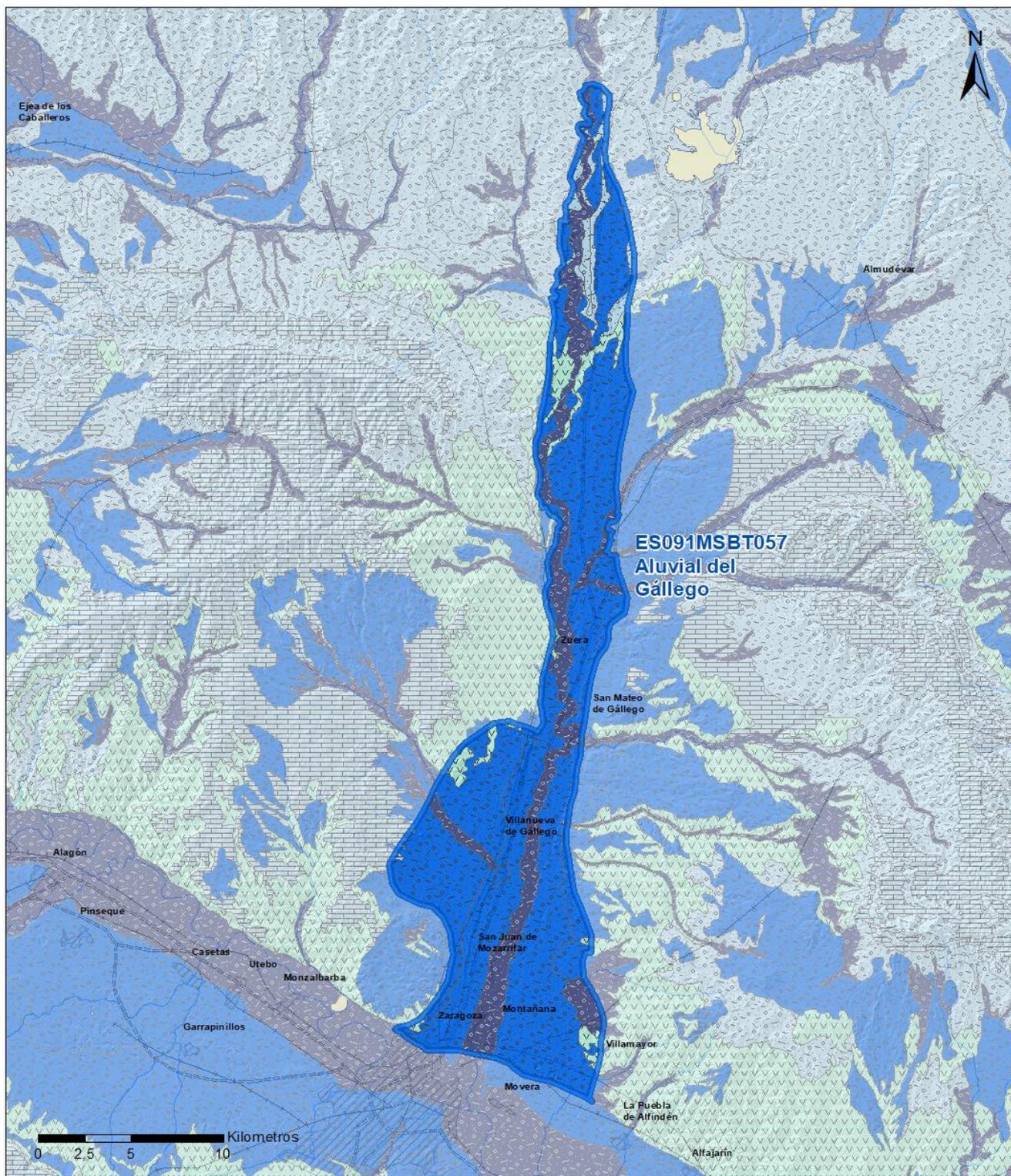
## 5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Sur	Abierto	Salida	Permeable	ALUVIAL DEL EBRO: ZARAGOZA
Oeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Este	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Norte	Abierto	Entrada	Impermeable	

Descripción límites hidrogeológicos:

Los límites este y oeste de la masa de agua son de tipo litológico marcados por la extensión lateral de los depósitos aluviales del Gállego sobre las formaciones terciarias de permeabilidad muy baja de la Depresión del Ebro. Hacia el sur el aluvial del Gállego conecta con el del Ebro, estableciéndose el límite en la zona de confluencia de ambos ríos, a la altura de la autovía de Barcelona y al norte el río Gállego se encaja en la areniscas del Mioceno lo que limita la extensión lateral del aluvial y su prolongación aguas arriba.

Mapa de permeabilidades



LEYENDA



MSBT

PERMEABILIDAD



MUY ALTA, DETRÍTICAS



ALTA, DETRÍTICAS



BAJA, DETRÍTICAS



BAJA, CARBONATADAS



MUY BAJA, EVAPORÍTICAS

## 5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km <sup>2</sup> )
			Sistema	Serie		
Aluviales y terrazas bajas	Gravas, arenas, limos y arcillas	Muy Alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	10-80	50
Glacis	Gravas, arenas, limos y arcillas	Alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	2-30	49
Terrazas medias y altas	Gravas, arenas, limos y arcillas	Alta	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	10-70	149

## 5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km <sup>2</sup> )	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Cuaternario aluvial	248	91,28	Libre	10-80	Intergranular	Aluviales, terrazas y glacis

Descripción general:

La masa de agua del aluvial del Gállego se emplaza en el sector central del dominio hidrogeológico de la Depresión del Ebro. Se identifica con los depósitos cuaternarios asociados a la dinámica del río Gállego desde el embalse de Ardisa hasta la confluencia con el río Ebro. Las formaciones subyacentes son de carácter impermeable constituidas por terrígenos continentales de baja permeabilidad del relleno de la cuenca terciaria del Ebro.

Los depósitos cuaternarios se encuentran formando diferentes FGP que se identifican como un único acuífero:

- Aluviales actuales y terrazas bajas del Gállego constituidos por gravas, arenas gruesas, limos y arcillas de permeabilidad muy alta y espesores variables según el tramo del río que oscilan entre 10 m al norte a más de 80 m a la altura de la localidad de Montañana. Estos depósitos llevan asociados importantes cambios laterales de facies que conlleva en zonas puntuales a cierto grado de confinamiento del acuífero.
- Terrazas medias y altas, compuestas por gravas, arenas, limos y arcillas de permeabilidad alta. En la zona norte de la masa de agua, algunas de las terrazas más viejas se encuentran desconectadas del aluvial actual formando acuíferos independientes aislados por afloramientos terciarios de baja permeabilidad. Al sur, aguas abajo de Zuera, las terrazas comienzan a aparecer superpuestas alcanzando espesores de más de 60 m.
- Depósitos de glacis y piedemonte, formadas por gravas, arenas, limos y arcillas de menor representación dentro de esta masa de agua y espesores que oscilan entre 2 y 30 m.

## 5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m <sup>2</sup> /día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Cuaternario aluvial		Ensayo de bombeo	120,00	10.000,00		1,80E-02

Descripción general:

De forma general, los parámetros hidráulicos son altos, presentándose valores de transmisividad que van desde los 400 m<sup>2</sup>/día hasta los 2.800 m<sup>2</sup>/día y una porosidad media estimada entre el 10 y el 20%.

Las permeabilidades que se han obtenido varían entre los 15 m/día y los 80 m/día. La presencia de pozos con rendimientos extraordinariamente altos (250 l/s/m), hace suponer que los valores de permeabilidad y de transmisividad pueden elevarse hasta los 300 m/días y los 10.000 m<sup>2</sup>/día respectivamente.

No se han podido obtener datos directos de porosidad, sin embargo dada las características litológicas del acuífero, cabe esperar porosidades comprendidas entre 0,10 y 0,20.

## 5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

El funcionamiento hidrogeológico de esta masa de agua se encuentra ligado a la dinámica del río Gállego, especialmente en la zona alta, donde el río presenta un carácter claramente efluente. Aguas abajo de San Mateo de Gállego, el aluvial adquiere mayor espesor con presencia de niveles menos permeables que dan lugar a confinamientos locales. Es en este último tramo donde el río se encuentra colgado con respecto al nivel piezométrico del acuífero, pasando a tener un carácter perdedor.

La recarga se produce fundamentalmente por infiltración de los retornos de riego y por la infiltración de la escorrentía superficial procedente de barrancos laterales, y en menor medida también por la infiltración de las precipitaciones y por el almacenamiento en riberas durante las avenidas.

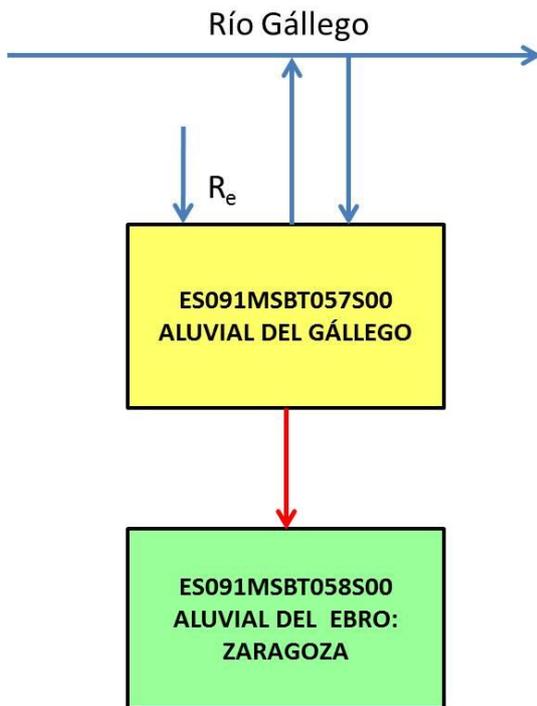
La propia dinámica del río rige las oscilaciones piezométricas y el flujo subterráneo, sin embargo, son los retornos de riego los que determinan los máximos niveles que se registran en noviembre, al final de la campaña de riego y los mínimos que se registran en primavera, a comienzo de campaña de riego.

Las descargas se realizan principalmente hacia el río Gállego, hacia el aluvial del Ebro mediante flujo subterráneo y también por bombeo.

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT057S00	Aluvial del Gállego
<b>Esquema: ES091MSBT057S00</b>	

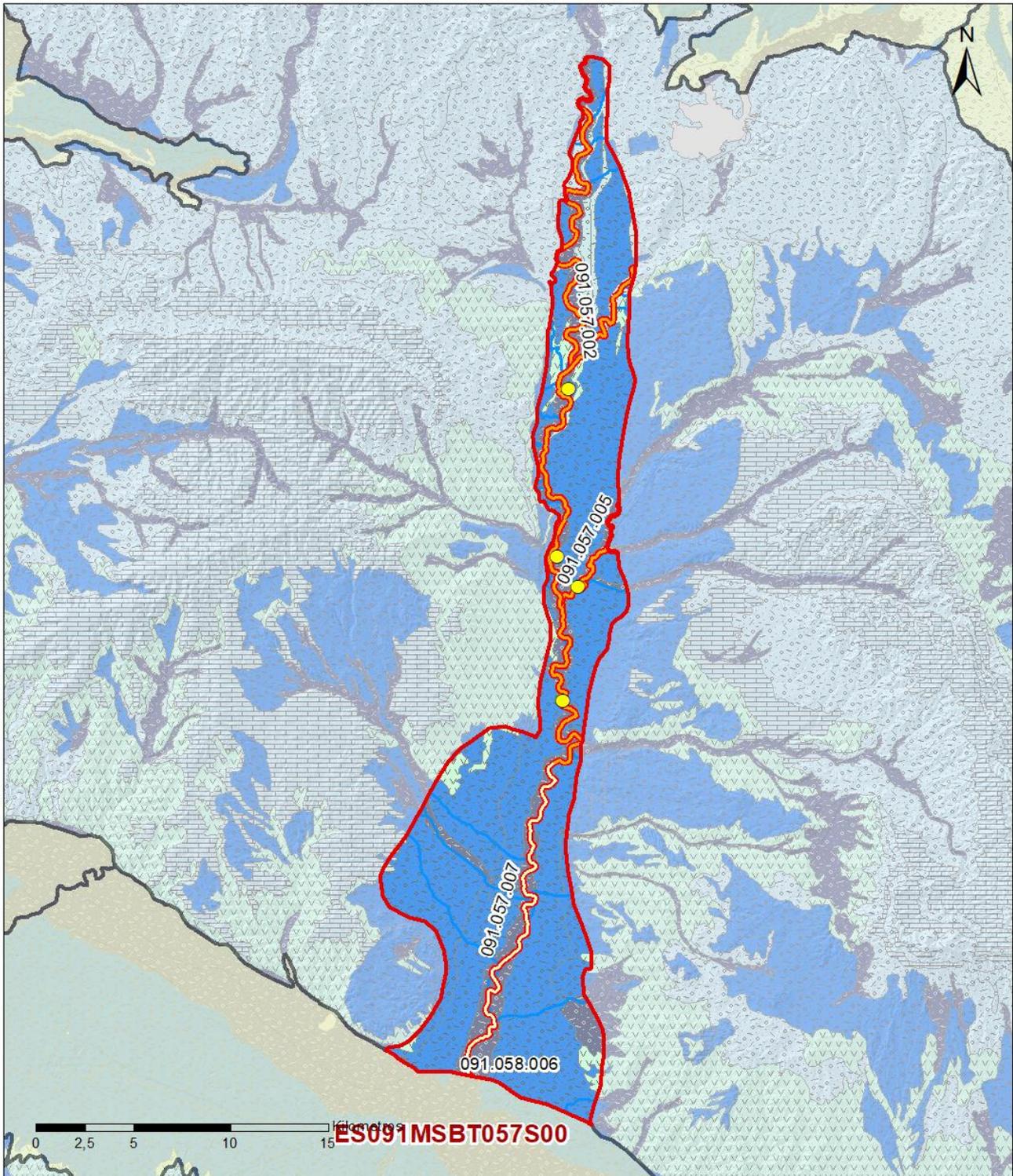


5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código MSPF	Nombre MSPF	Forma de recarga o descarga	Código manantial principal o tramo
ES091MSBT057S00	ES091MSPF119	Río Sotón desde la Presa de La Sotónera hasta su desembocadura en el río Gállego.	Descarga a cauce	091.057.003
ES091MSBT057S00	ES091MSPF120	Barranco de la Violada desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Gállego	Descarga a cauce	091.057.005
ES091MSBT057S00	ES091MSPF426	Río Gállego desde el río Sotón hasta su desembocadura en el río Ebro.	Recarga difusa de cauce al recinto	091.057.007
ES091MSBT057S00	ES091MSPF817	Río Gállego desde la central de Marracos hasta el río Sotón.	Descarga a cauce	091.057.006
ES091MSBT057S00	ES091MSPF962	Río Gállego desde el azud, la central de Ardisa y las tomas del canal del Gállego y de Marracos hasta la central de Marracos.	Descarga a cauce	091.057.001
ES091MSBT057S00	ES091MSPF962	Río Gállego desde el azud, la central de Ardisa y las tomas del canal del Gállego y de Marracos hasta la central de Marracos.	Descarga a cauce	091.057.002
ES091MSBT057S00	ES091MSPF962	Río Gállego desde el azud, la central de Ardisa y las tomas del canal del Gállego y de Marracos hasta la central de Marracos.	Descarga a cauce	091.057.004

5.6.3 PARÁMETROS DE LA RELACIÓN MSPF/MSBT

Código Recinto Hidrogeológico	Código manantial principal o tramo	Cota de descarga (m)	Coef. $\alpha$ del manantial (días $-1$ )	Caudal medio ( $\text{hm}^3/\text{año}$ )	Rango ( $\text{hm}^3/\text{año}$ )	Coeficiente de reparto (%)	Relación unitaria de transferencia ( $\text{L/s/m}$ )
ES091MSBT057S00	091.057.001	338				20	
ES091MSBT057S00	091.057.002	314				15	
ES091MSBT057S00	091.057.003	314				10	
ES091MSBT057S00	091.057.004	277				25	
ES091MSBT057S00	091.057.005	277				5	
ES091MSBT057S00	091.057.006	248				25	
ES091MSBT057S00	091.057.007		0,00776			100	



**LEYENDA**

-  Recintos Hidrogeológicos
-  MSBT
-  Red hidrográfica

**Manantiales**

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

**Relación Río-Acuífero**

-  Río ganador con conexión difusa directa
-  Río perdedor con conexión difusa directa

**6.- ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS**

**6.1 ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)**

**6.1.1 NOMBRE, DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EDAS**

Ver Anexo 1.

**6.1.2 RESUMEN DE LOS EDAS**

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

**6.1.3 MAPA DE EDAS**

6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

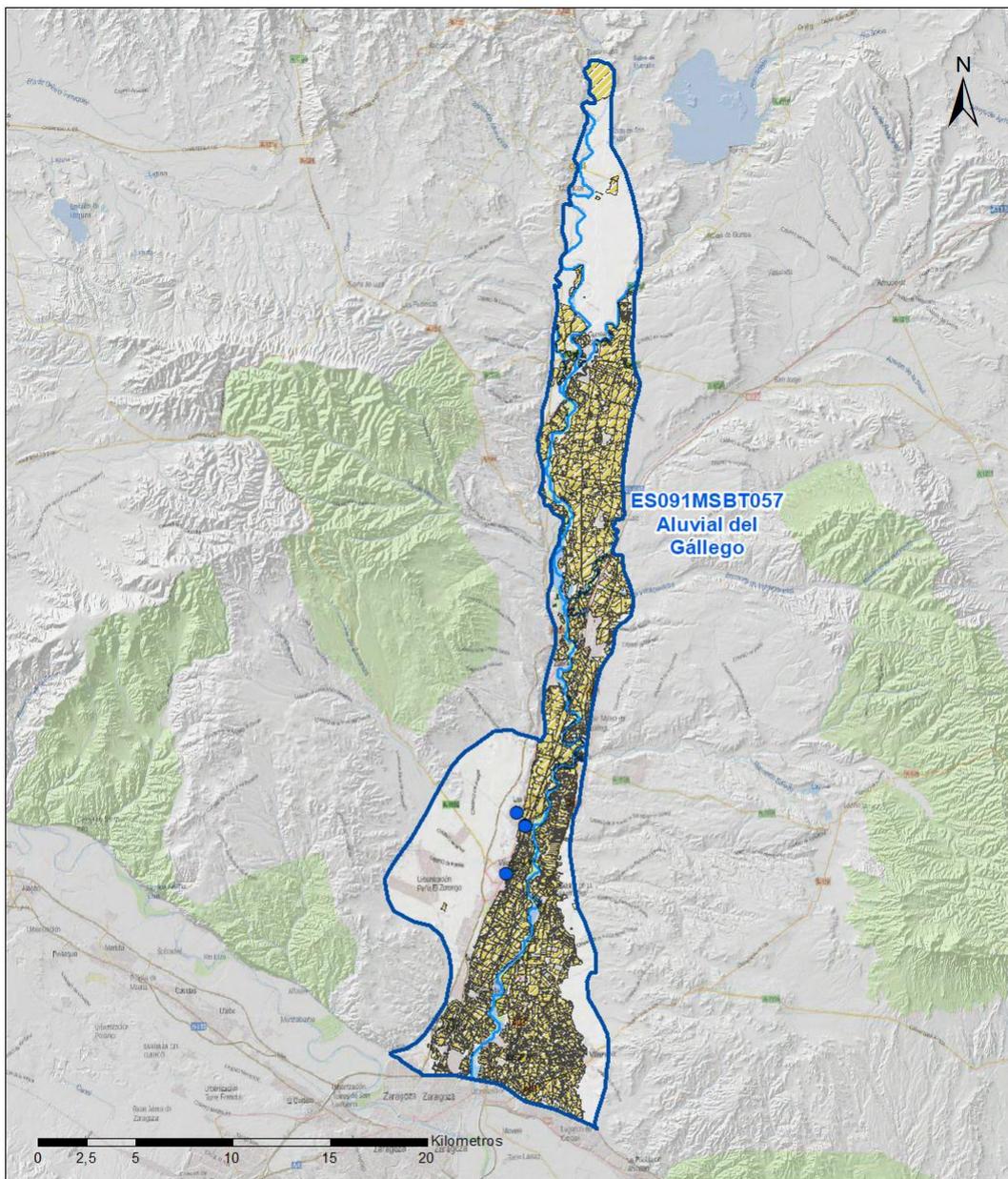
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Tipo de Zona Protegida	Nº	Geometría		Superficie total (km²)	% de la MSBT
		Punto	Polígono		
Zonas protegidas para la captación de aguas para consumo humano (ZPAC)	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano	5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0,09
Zonas de futura captación de agua para consumo humano		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV)	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	117	42,96
Perímetros de protección de aguas minerales y termales		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

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

6.2.2 MAPA DE ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Mapa de Zonas protegidas



Leyenda

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

**7.- EVALUACIÓN DE RECURSOS**

**7.1 BALANCE HÍDRICO**

**7.1.1 RÉGIMEN NATURAL (RN)**

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

**7.1.2 RÉGIMEN ACTUAL (RA)**

Entradas		Salidas	
Componente	Volumen (hm <sup>3</sup> /año)	Componente	Volumen (hm <sup>3</sup> /año)
Infiltración lluvia	3,35	Descargas hacia MSPF	
Recarga desde MSPF	20,00	Extracciones	22,80
Transf. lateral otras MSBT		Transf. lateral otras MSBT	
Retornos de riego	22,66		
Otras entradas		Otras salidas	
<b>Entradas Totales</b>	<b>46,00</b>	<b>Salidas Totales</b>	<b>22,80</b>
Diferencia entradas-salidas (hm <sup>3</sup> /año) (RA)		23,20	

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

**7.2.1 2º Ciclo de Planificación ( 2015 )**

Recursos renovables (RR) PH2015 (hm <sup>3</sup> /año)	23,35
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm <sup>3</sup> /año)	41,95
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm <sup>3</sup> /año)	4,60
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm <sup>3</sup> /año)	48,32
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,87

**7.2.2 3º Ciclo de Planificación ( 2021 )**

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm <sup>3</sup> /año)	23,35
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm <sup>3</sup> /año)	22,80
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm <sup>3</sup> /año)	4,67
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm <sup>3</sup> /año)	41,33
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,55

“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

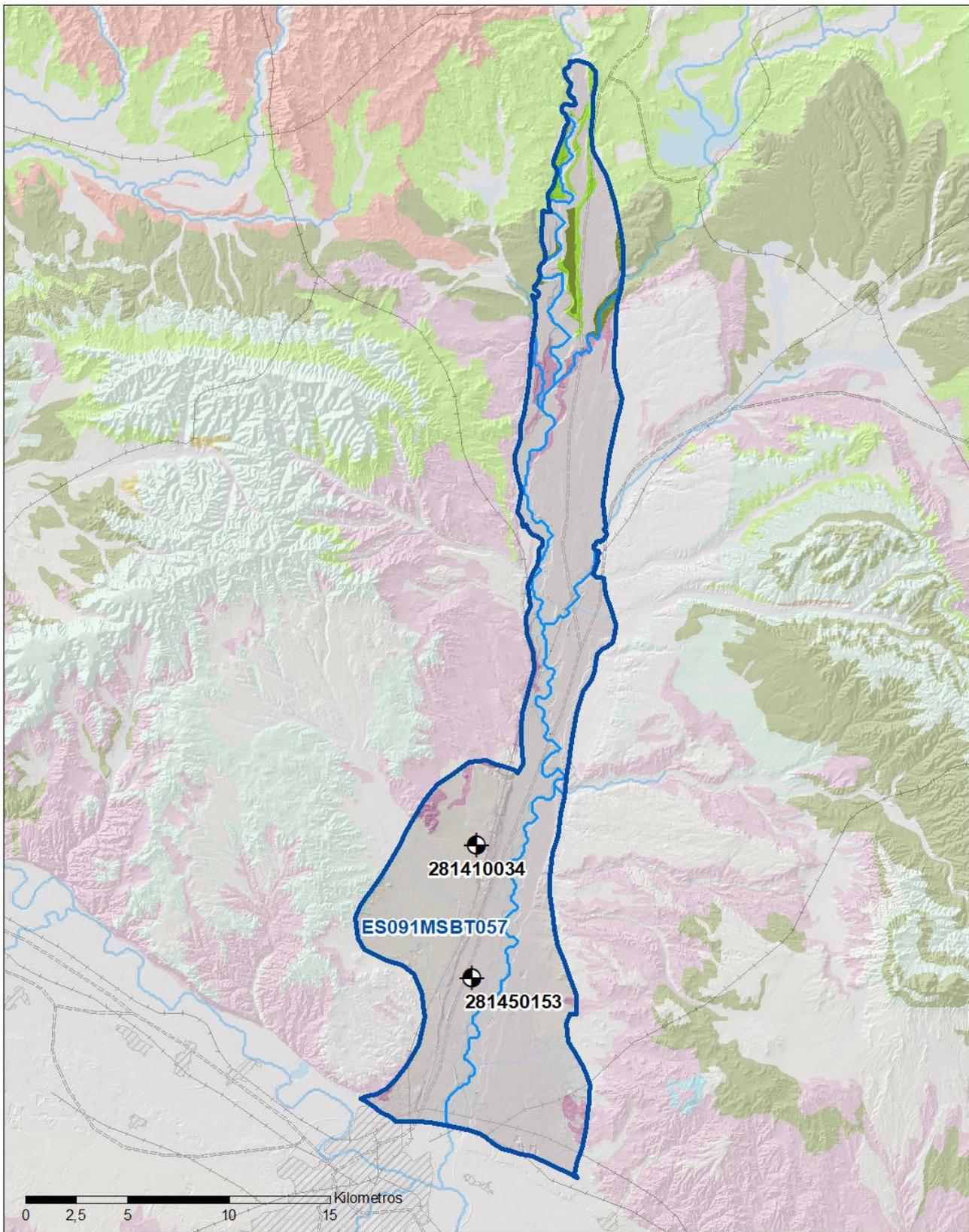
Código punto	Tipo	UTM (ETRS89-H30)		FGP/Acuífero	Inicio muestreo	Nivel de Ref. (m s.n.m.)	Nivel Umbral (m s.n.m.)	Prof. (m)	Cota (m s.n.m.)	Programa de control		
		X	Y							NP	CM	MT
281410034	Piezometría	680.917	4.630.145	Cuaternario aluvial	12/01/1988			76,0	287	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
281450153	Piezometría	680.695	4.623.554	Cuaternario aluvial	08/03/1993			78,0	231	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

Código punto	Tipo	UTM (ETRS89-H30)		Cota (m s.n.m.)	Prof. (m)	FGP/Acuífero	Plazo de Ejecución	Programa de control		
		X	Y					NP	CM	MT
090.410.001a	Piezómetro	686.519	4.641.294	301	25,0	Terrazas medias y altas	2021-2023	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8.2 MAPAS DE LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL

Localización de puntos de control



**LEYENDA**

-  MSBT
-  Red hidrográfica

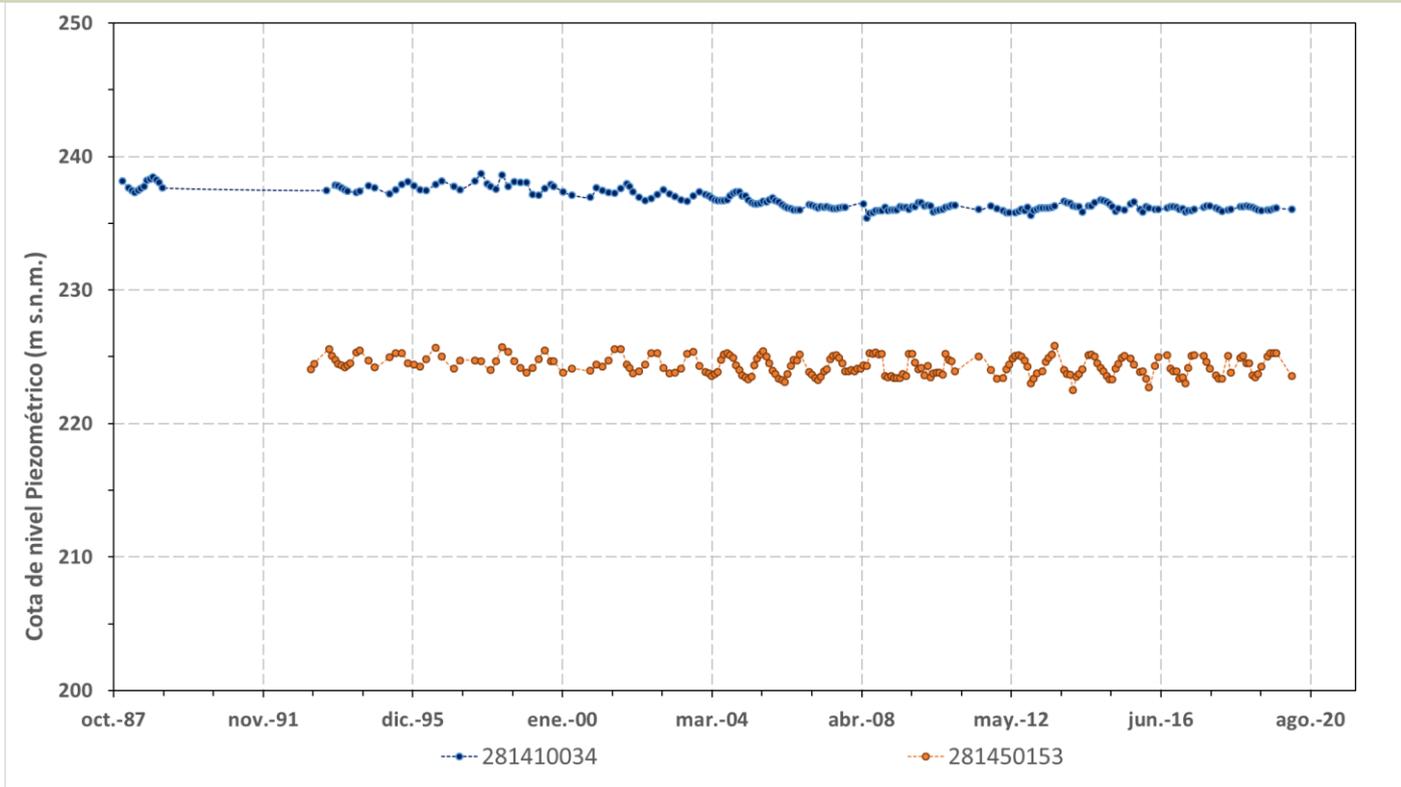
**Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo**

-  Piezometría
-  Hidrometría

8.3 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA PIEZOMETRÍA

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

Gráfico de la evolución piezométrica en los puntos de control



Observaciones a la evolución general de la piezometría / hidrometría

En la masa de agua del aluvial del Gállego se dispone de dos piezómetros de control con lectura mensual de niveles piezométricos desde enero de 1988 y marzo de 1993. La serie más larga corresponde al piezómetro IPA-281410034 que se localiza en una de las terrazas altas del Gállego a la altura de las Lomas de Gállego, en la zona de confluencia con los depósitos de glacia. Este piezómetro atraviesa totalmente la formación acuífera con una potencia de 70 m hasta alcanzar las margas del sustrato impermeable Mioceno.

El segundo de los piezómetros, se localiza también en el tramo bajo del Gállego, sobre una de las terrazas bajas a la altura de Peñaflor (IPA-281450153). También es totalmente penetrante, y atraviesa un paquete de 65 m de arenas, acillas y gravas cuaternarias hasta alcanzar las margas del Mioceno.

Los niveles piezométricos presentan una marcada ciclicidad, con unas diferencias medias anuales entre máximos y mínimos de 1,7 m (IPA-281450153) y 0,5 m (IPA-281410034).

En ambos piezómetros se observa un descenso de los niveles piezométricos, siendo más acusado en el piezómetro IPA-281410034 durante los años 2000-2008.

**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
281410034	1988	2020	230	238,7	235,4	236,7	3,3	-0,07	Cuaternario aluvial	No
281450153	1993	2020	223	225,8	222,5	224,3	3,3	-0,02	Cuaternario aluvial	No

**8.4 EVALUACIÓN DE TENDENCIAS**

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

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS PIEZÓMETROS SELECCIONADOS

8.4.2 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LOS MANANTIALES SELECCIONADOS



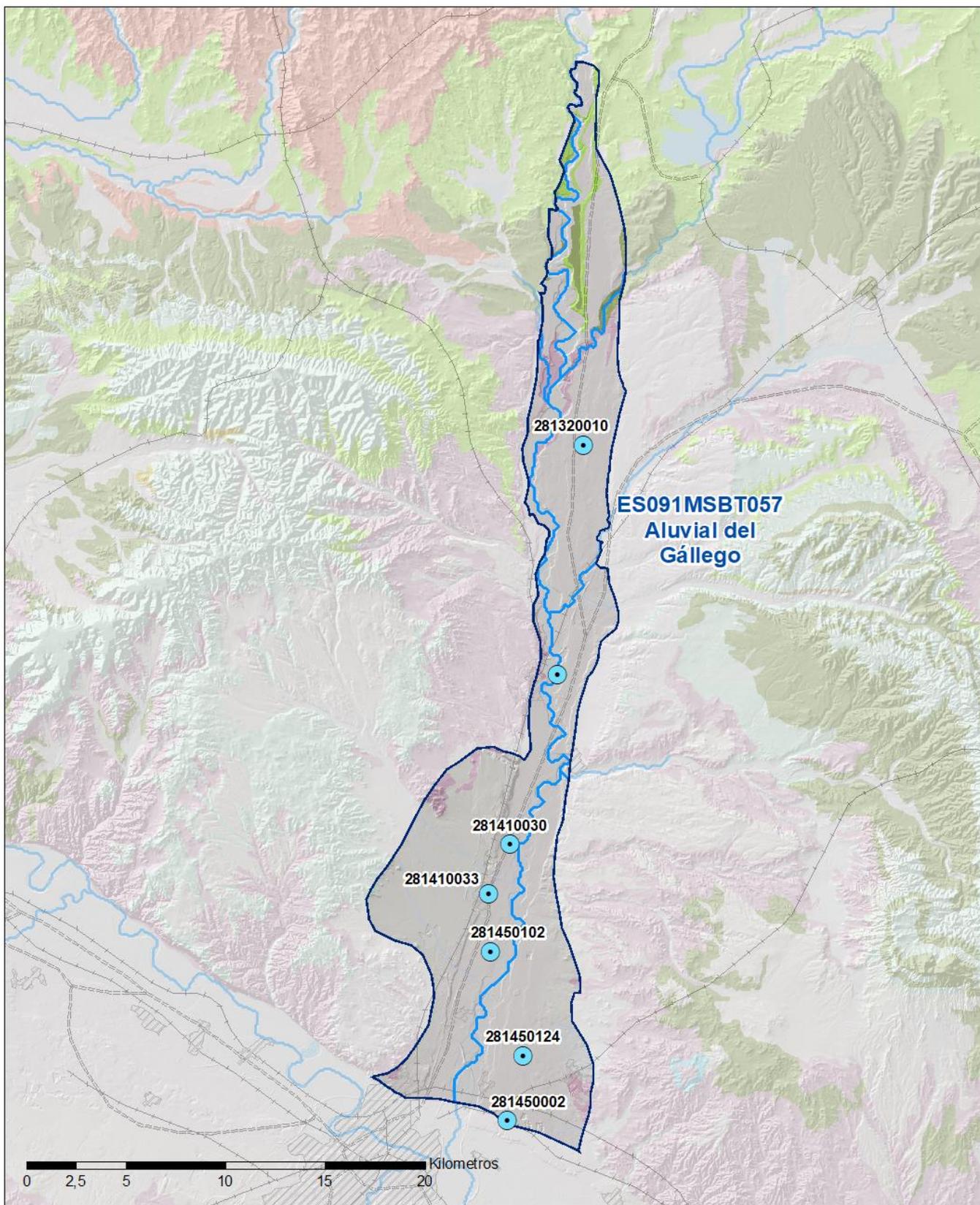
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

9.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO QUÍMICO

Puntos de Muestreo		UTM (ETRS89-H30)		Cota (m s.n.m)	Prof. (m)	Tipo Captación	Acuífero/FGP	Fecha inicio muestreo
Código	Nombre	X	Y					
281320010	HUERTO	685.877	4.649.556	330	4,0	POZO	Cuaternario aluvial	06/09/2011
281350024	MONARRE O LAÑAS	684.577	4.637.927	272	15,0	POZO	Cuaternario aluvial	30/11/2015
281410030	P-3. URBANIZACIÓN LAS LOMAS, EL ALIAGAR	682.175	4.629.332	253	71,0	POZO	Cuaternario aluvial	10/03/1999
281410033	ABASTECIMIENTO A VILLANUEVA DE GÁLLEGO	681.132	4.626.822	249	104,0	POZO	Cuaternario aluvial	01/02/1995
281450002	RESIDENCIA DE ANCIANOS	682.030	4.615.337	217	40,0	POZO	Cuaternario aluvial	24/04/2002
281450102	P-5 LA SARDA, EL COMERCIO	681.188	4.623.907	235	70,0	POZO	Cuaternario aluvial	29/09/2003
281450124	El Saso (Po. 51; Pa. 287)	682.829	4.618.641	228	33,0	POZO	Cuaternario aluvial	04/12/2017

Puntos de Muestreo Código	PDS Estado Químico			PDS Zonas Protegidas		Uso Captación
	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS	
281320010	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
281350024	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
281410030	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abastecimientos urbanos
281410033	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
281450002	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
281450102	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios
281450124	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regadíos y usos agrarios

Mapa Red Control



**LEYENDA**

 Red hidrográfica

 MSBT

**Tipo de Captación**

 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
281320010	Gravas, arenas, limos y arcillas (terrazas medias y altas)	Sulfatada cálcica
281350024	Gravas, arenas, limos (aluviales y terrazas bajas)	Sulfatada cálcica
281410030	Gravas, arenas, limos (aluviales y terrazas bajas)	Sulfatada clorurada cálcica
281450002	Gravas, arenas, limos y arcillas (terrazas medias y altas)	Sulfatada bicarbonatada cálcica
281450124	Gravas, arenas, limos y arcillas (terrazas medias y altas)	Sulfatada bicarbonatada cálcica

Diagrama Piper Hill Langelier

MSBT Aluvial del Gállego (2019)

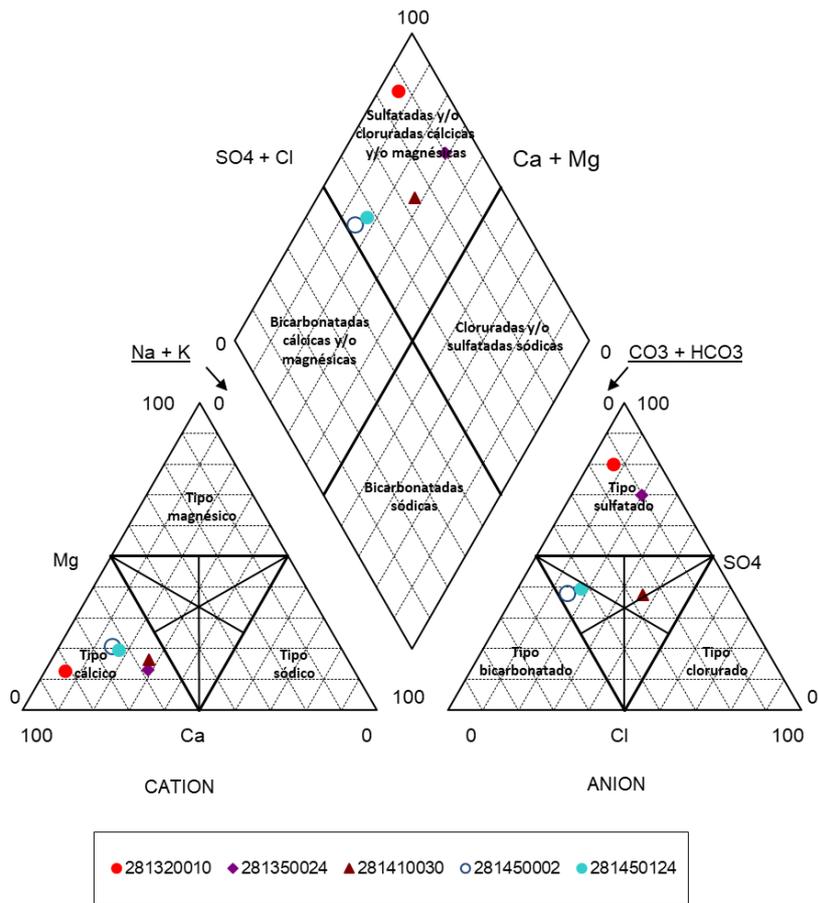


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 281320010

Aluvial del Gállego\_ 281320010 (2015-2019)

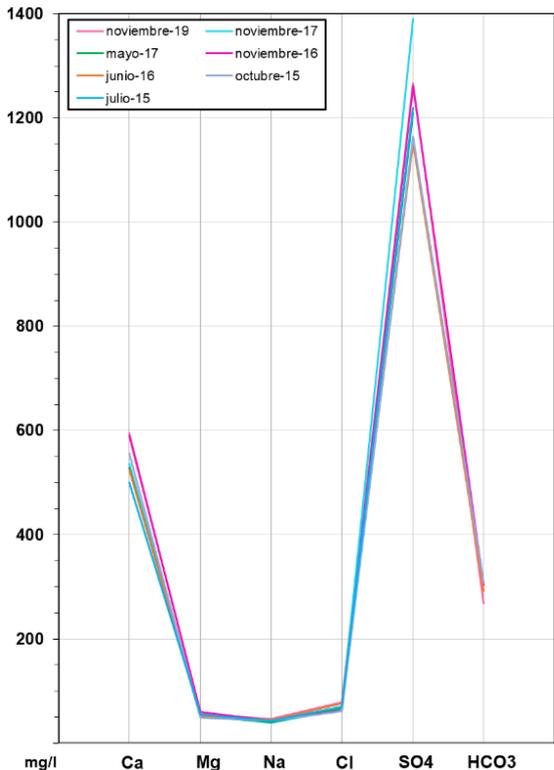


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 281350024

Aluvial del Gállego\_ 281350024 (2015-2019)

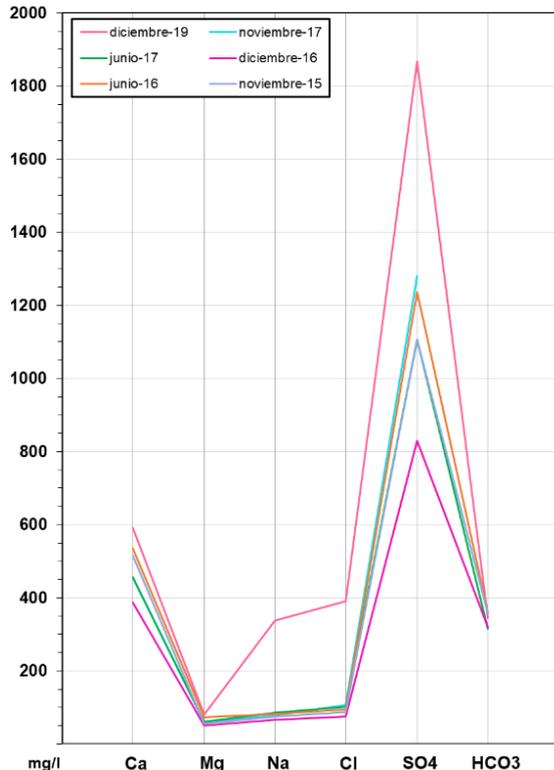


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 281410030

Aluvial del Gállego\_ 281410030 (2015-2019)

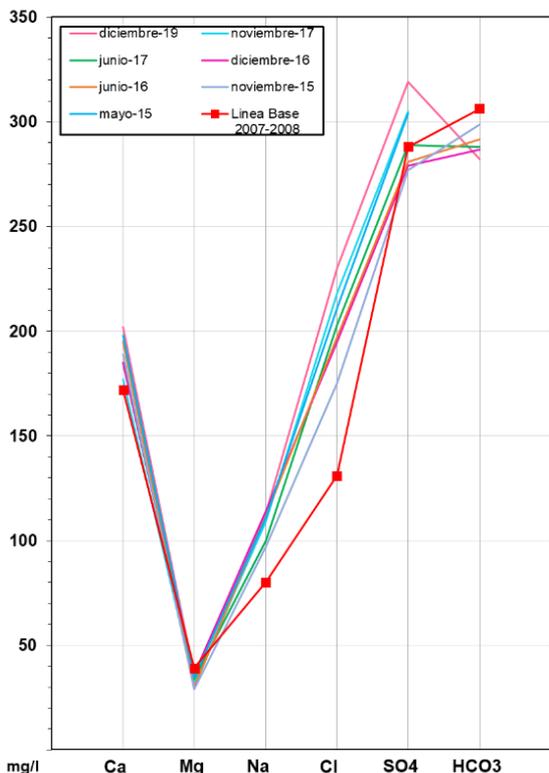
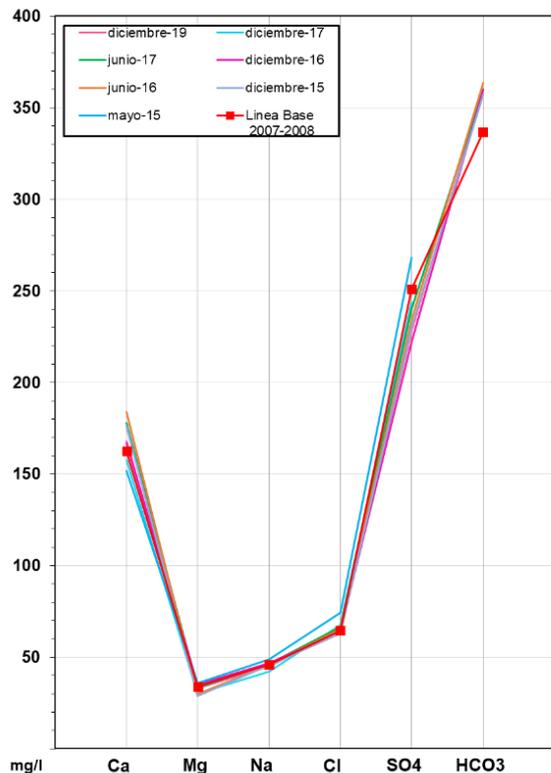


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 281450002

Aluvial del Gállego\_ 281450002 (2015-2019)



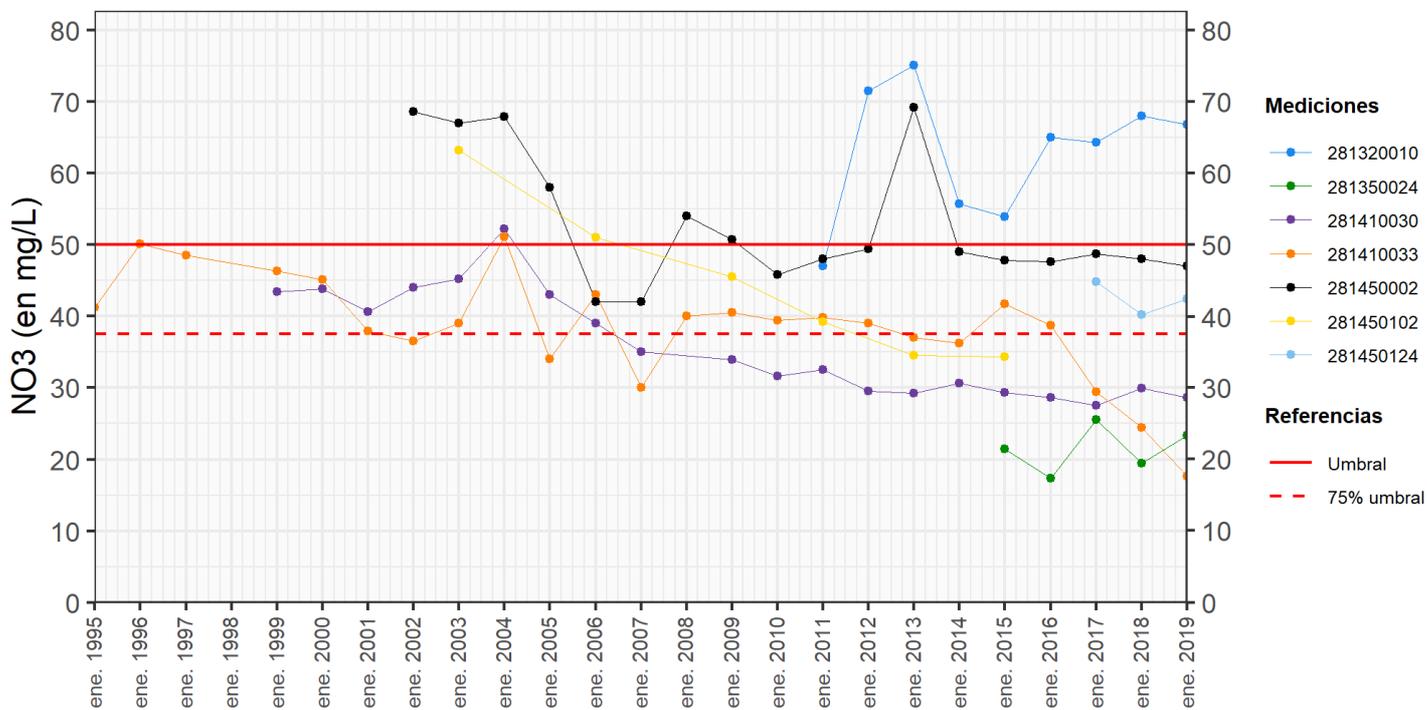
9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

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

9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

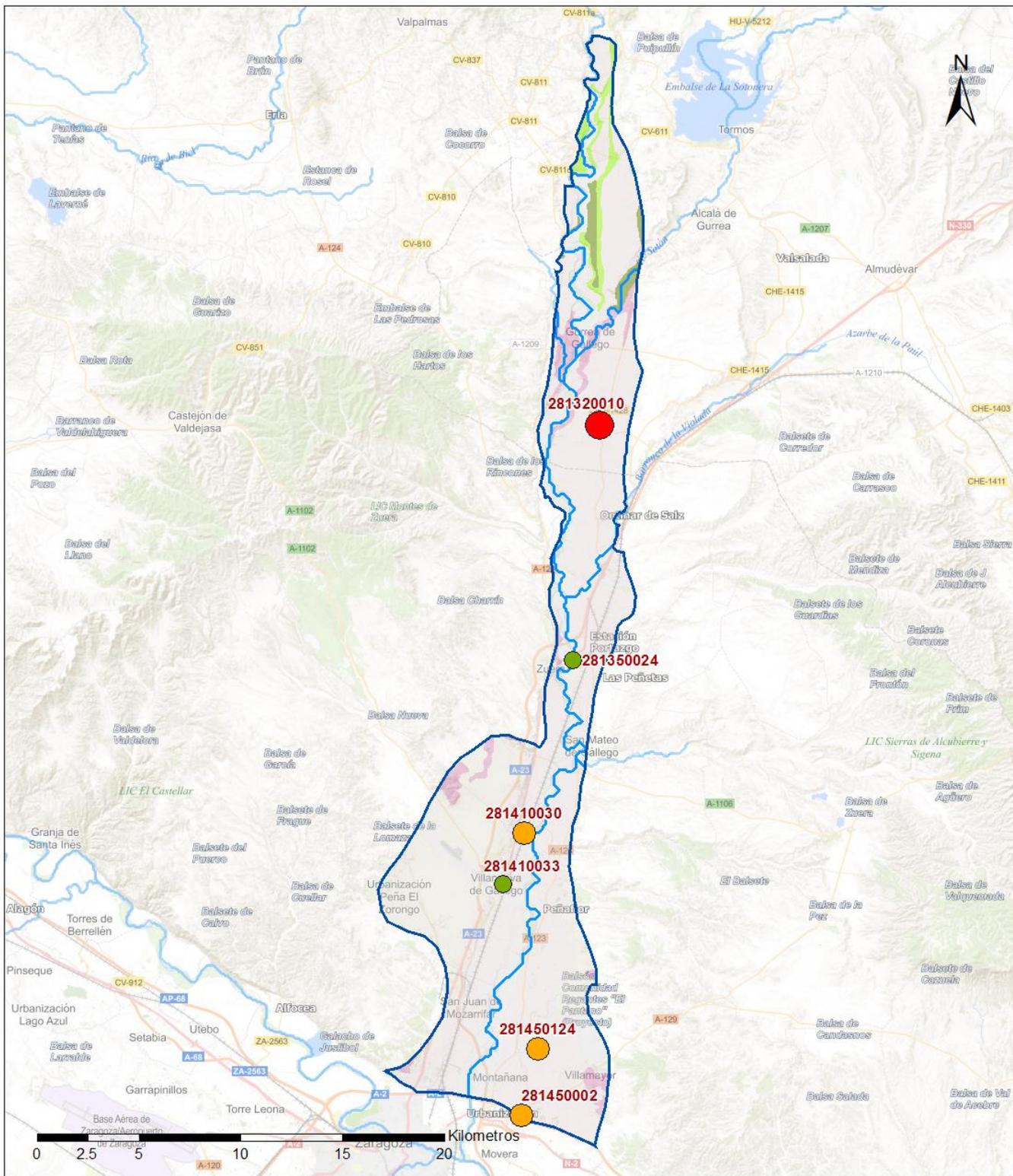
SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO	Nº	Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
	1	

**Gráficas de Evolución**



ES091MSBT057 - NO<sub>3</sub> (en mg/L)

Mapa de distribución actual



LEYENDA

-  MSBT:
-  Red hidrográfica
- ES091MSBT057
- Aluvial del Gállego

NITRATOS (mg/l) 2019

-  0 - 10
-  10 - 25
-  25 - 50
-  50 - 100
- >100 mg/l color" data-bbox="380 873 405 888"/> > 100

Norma de Calidad: 50 mg/l

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

**EVALUACIÓN DE TENDENCIAS**

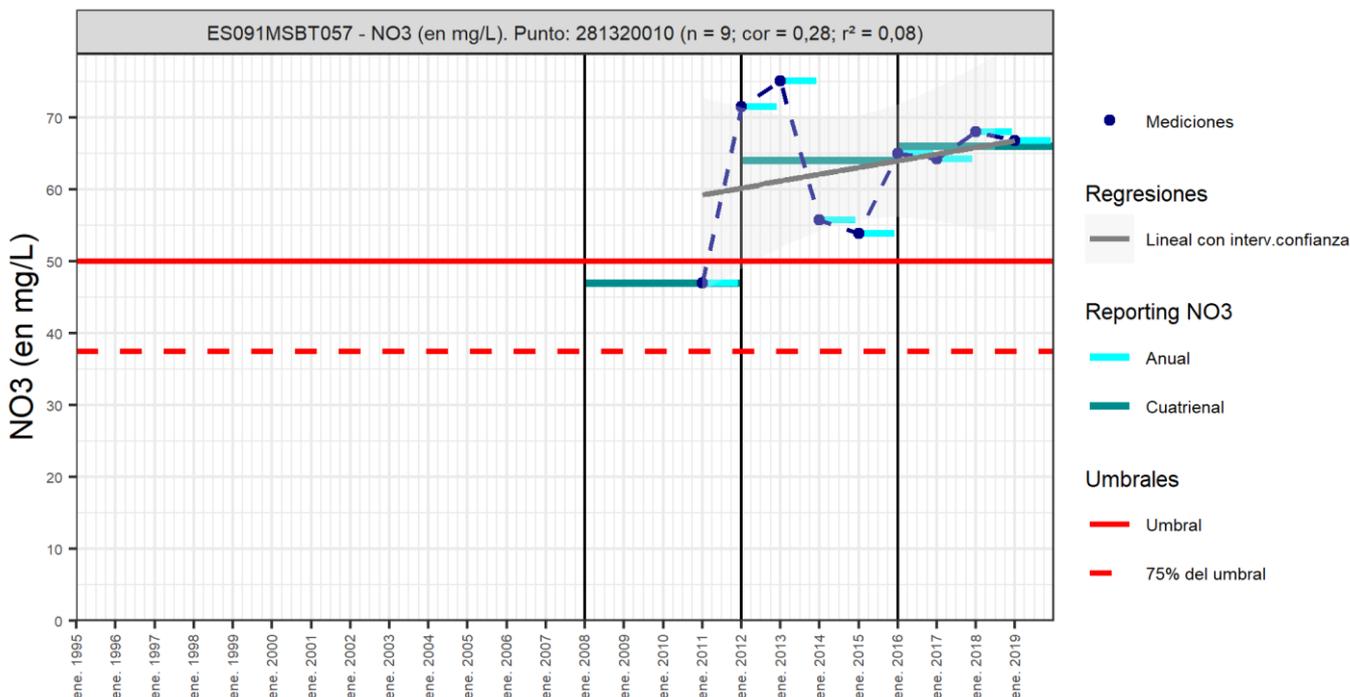
Selección de puntos para evaluación de tendencias

Para el análisis de tendencias del contenido en nitrato de la masa de agua del aluvial del Gállego se han seleccionado cuatro puntos de control de los reportados en el informe cuatrienal 2016-2019, que presentan series de tiempo con una longitud de entre 9 y 24 años. Tanto para el análisis de Mann-Kendall como para el de regresión lineal, se ha tomado como referencia los últimos 15 años del registro. Corresponden con pozos de captación situados sobre las terrazas bajas (IPA-281410030) y medias del Gállego (IPA-281320010, IPA-281410033, IPA-281450002 y IPA-281450124) con profundidades que van desde los 4 m para el pozo situado más al norte (IPA-281320010) hasta los 104 m que posee el pozo de abastecimiento a Villanueva de Gállego, al sur (IPA-281410033). Estos mismos puntos se han empleado también para el análisis por cuatrienios del contenido en nitratos de la masa de agua.

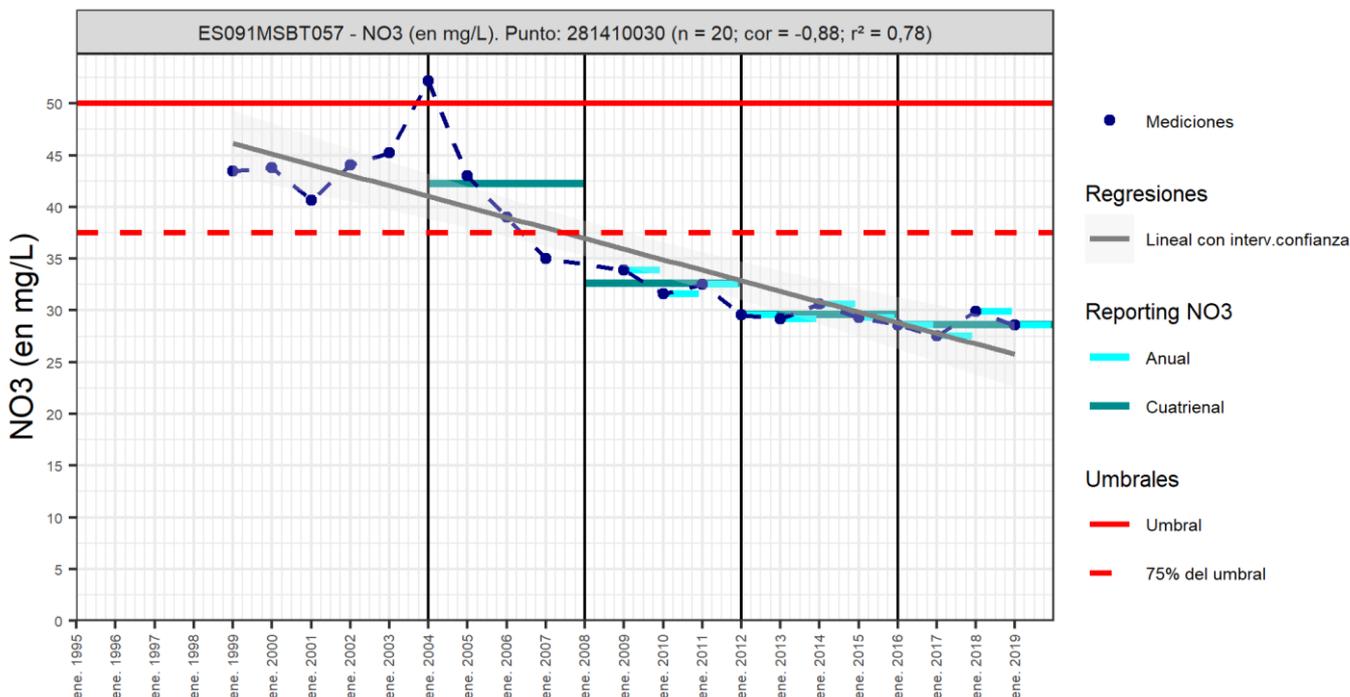
Gráfico de evaluación de tendencia

Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ )

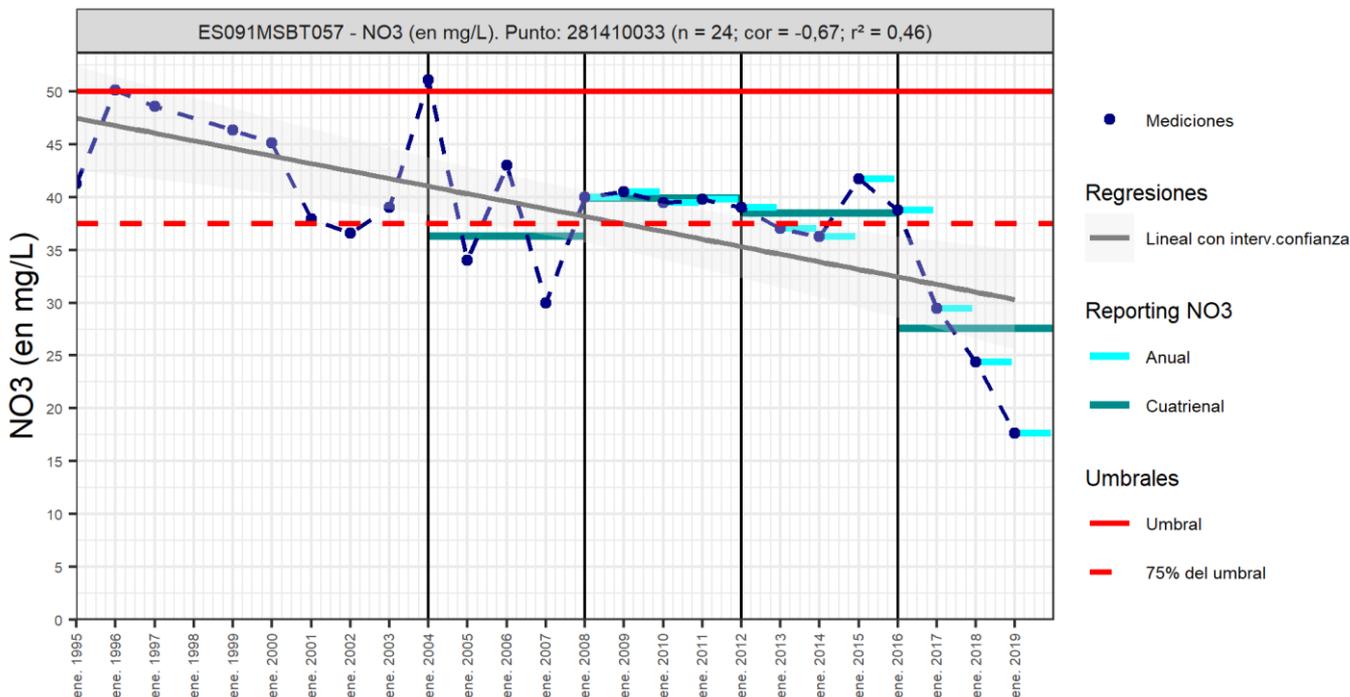
Código Punto 281320010



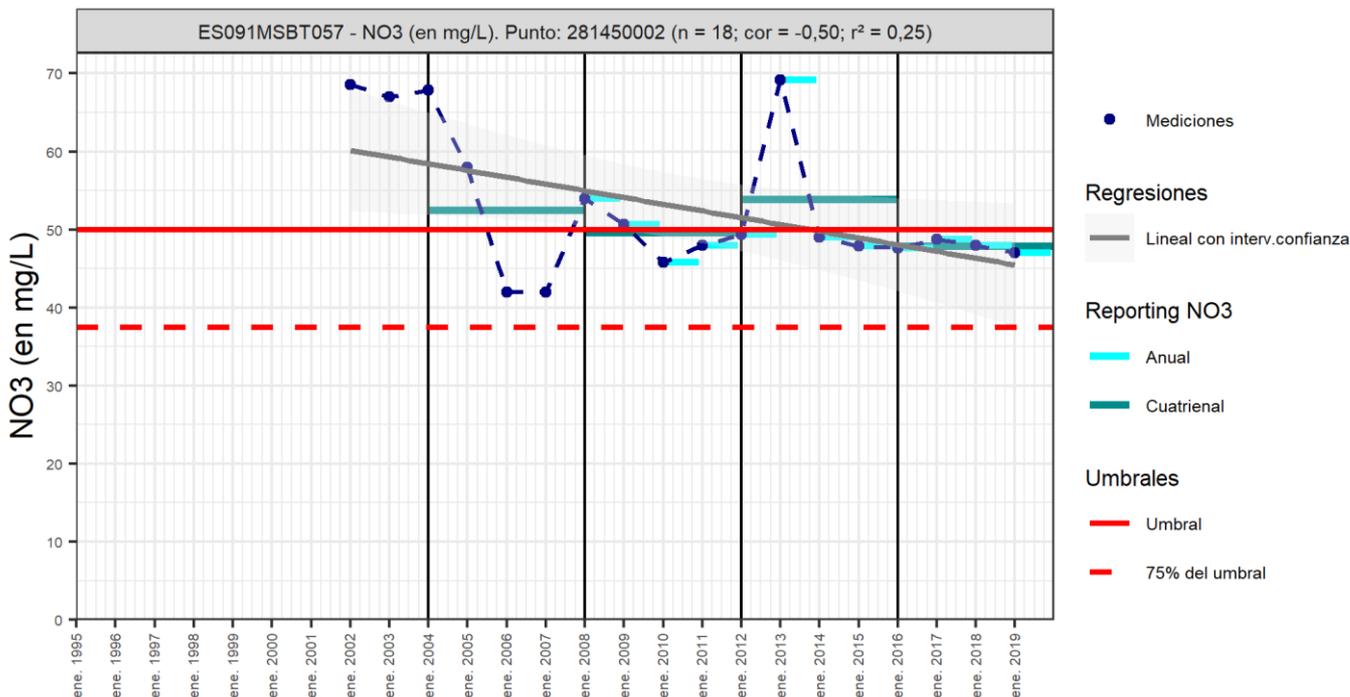
Código Punto 281410030



Código Punto 281410033



Código Punto 281450002



Análisis de tendencias

El análisis de tendencia en la concentración en nitrato se ha realizado en 4 puntos seleccionados de la red control de nitratos, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzado de Mann –Kendall, sobre una serie histórica de datos anuales que en la mayoría de los puntos se inicia en 2005 hasta 2019. Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal son poco fiables para la mitad de los puntos analizados con valores de  $R^2 < 0,3$  debido a la heterogeneidad de los datos, por lo que es 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 en la concentración de nitrato de los puntos IPA-281410030, IPA-281410033 e IPA-281450002 y un aumento en el punto IPA-281320010, identificándose como significativas las tendencias decrecientes de los puntos IPA-281410030 e IPA-281410033 con un grado de confianza de 97 y 100% (tendencia buena y excelente). Estos puntos corresponden con dos pozos situados al sur de la masa de agua, en una zona donde las terrazas bajas y medias del Gállego alcanzan espesores de más de 70 m. En estos puntos se obtiene una pendiente (pendiente de Sen) para una serie de 15 años (2004-2019) de 0,87 y 0,78 mg/l al año que permiten descender en estos puntos el promedio del último cuatrienio (2016-2019) a valores por debajo de 30 mg/l. Estas tendencias obtenidas para la serie histórica también quedan reflejadas en el análisis de tendencias cuatrienales. Se observa en el último cuatrienio un descenso de la concentración de nitratos de todos los puntos analizados, de entre 1 y 10 mg/l, salvo en el punto IPA-281320010 en el que aumenta 2 mg/l con respecto al cuatrienio anterior. Se trata del punto de control situado más al norte de la masa de agua, sobre una de las terrazas medias del Gállego que supera el límite de 50 mg/l en la mayor parte de la serie analizada .

Resultados del análisis de tendencias								Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )			
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
281320010	mg/L	Histórica	2011	2019	Anual	9	9	47,00	75,20		37,50
281410030	mg/L	Histórica	2004	2019	Anual	20	15	27,60	52,20	35,00	37,50
281410033	mg/L	Histórica	2005	2019	Anual	24	15	17,70	43,00	32,50	37,50
281450002	mg/L	Histórica	2005	2019	Anual	18	15	42,00	69,20	48,00	37,50

Resultados del análisis de tendencias							
Código Punto	Método estadístico						
	Regresión Lineal Simple				Test de Mann-Kendall		
	R2	Tendencia	NCF Cualitativa	Tend.	p-value	GS (%)	NCF Cuantitativa
281320010	0,08000	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	6,00E-01	39,80	MEDIO
281410030	0,70300	Descendente	ALTO	Descendente	0,00E+00	100,00	ALTO
281410033	0,28700	Sin Tendencia	MEDIO	Descendente	3,00E-02	97,10	ALTO
281450002	0,00100	Sin Tendencia	MEDIO	Sin Tendencia	5,50E-01	44,80	MEDIO

Resultado análisis de tendencias Informe Cuatrienal: Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>=</sup> ) en mg/L													
Código Punto	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	Valor Min.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC (mg/L)	3 <sup>e</sup>		(Δ)Valor de Tendencia (mg/L)	Tendencia
										Cuatrenio (2012-2015)	Cuatrenio (2016-2019)		
281320010	Histórica	2011	2019	Cuatrenial	3	47,00	66,10		37,50	64,10	66,10	2,00	Ascendente
281410030	Histórica	2004	2019	Cuatrenial	4	28,70	42,30	35,00	37,50	29,70	28,70	-1,00	Descendente
281410033	Histórica	2004	2019	Cuatrenial	4	27,60	39,90	32,50	37,50	38,50	27,60	-10,90	Descendente
281450002	Histórica	2004	2019	Cuatrenial	4	47,90	53,90	48,00	37,50	53,90	47,90	-6,00	Descendente

## 10.- CONCLUSIONES

La masa de agua del Aluvial del Gállego se localiza en el sector central de la cuenca hidrográfica del Ebro, en el tramo medio y bajo del río Gállego antes de su desembocadura en el Ebro, a la altura de la localidad de Zaragoza. Con una superficie de 271 km<sup>2</sup> se localiza íntegramente en la Comunidad Autónoma de Aragón repartida entre la provincia de Huesca al norte (25%) y Zaragoza al sur (75%). Se localiza en el tramo medio de la Depresión del Ebro y engloba los depósitos aluviales del río Gállego, entre el embalse de Ardisa y su desembocadura en el Ebro, así como los depósitos aluviales de sus tributarios más significativos, el río Sotón y el barranco de La Violada.

Las principales formaciones cuaternarias que se identifican dentro de esta masa de agua corresponden al aluvial actual, llanura de inundación, terrazas bajas, medias y altas del río Gállego con espesores que van desde los 10 m al norte hasta más de 80 m al sur, así como también depósitos de glaciares con espesores de entre 10 y 30 m. Los materiales subyacentes corresponden a yesos, arcillas y margas del relleno terciario de la depresión del Ebro. Estas formaciones cuaternarias pueden presentar estructuras locales debidas a procesos de deformación y colapso por disolución del sustrato yesífero. Las características hidrogeológicas y edafológicas de esta masa de agua clasificada como detrítica, le confieren un grado de vulnerabilidad intrínseca a la contaminación según el método DRASTIC reducido (min = grado 1; max = grado 10) de bajo a moderado (3-6) al 77% de la superficie de la masa de agua y de grado alto (7-8) al 7%.

Los límites norte, este y oeste de esta masa de agua son cerrados de tipo litológico, definidos por la extensión de los aluviales del río Gállego sobre el sustrato terciario de la Depresión del Ebro. Hacia el sur el aluvial del Gállego conecta con el aluvial del Ebro (91MSBT058- Aluvial del Ebro: Zaragoza), estableciéndose el límite entre ambas masas en la zona de confluencia del río Gállego con el río Ebro.

Esta masa de agua se identifica con los depósitos cuaternarios asociados a la dinámica del río Gállego, (aluvial actual, terrazas y los depósitos de glaciares laterales) que conforman un solo acuífero. Las formaciones subyacentes son de carácter impermeable constituidas por yesos y limos de baja permeabilidad. Litológicamente se compone de gravas, arenas gruesas, arenas, limos y arcillas, produciéndose cambios laterales de facies que conllevan importantes variaciones en los parámetros hidráulicos y que pueden llevar incluso a la aparición de pequeñas zonas bajo cierto grado de confinamiento. De forma general, los parámetros hidráulicos son altos, presentándose valores de transmisividad que van desde los 400 m<sup>2</sup>/día hasta los 2.800 m<sup>2</sup>/día.

El funcionamiento hidrogeológico se encuentra ligado a la dinámica del río Gállego, especialmente en la zona alta, donde el río presenta un carácter claramente efluente. Aguas abajo de San Mateo de Gállego, el aluvial adquiere mayor espesor con presencia de niveles menos permeables y donde el río se encuentra colgado con respecto al nivel piezométrico del acuífero, pasando a tener un carácter perdedor. La recarga se produce fundamentalmente por infiltración de los retornos de riego y por la infiltración de la escorrentía superficial procedente de barrancos laterales, y en menor medida también por la infiltración de las precipitaciones y por el almacenamiento en riberas durante las avenidas mientras que las descargas se realizan principalmente hacia el río Gállego, hacia la masa de agua subterránea del aluvial del Ebro (91MSBT058) mediante flujo subterráneo y también por bombeo.

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 22,8 hm<sup>3</sup>/año frente a un recurso disponible de 41,33 hm<sup>3</sup>/año, lo que permite obtener un Índice de Explotación (IE) de 0,55. Dentro de esta masa de agua se dispone de 2 piezómetros de control uno localizado en una de las terrazas altas del Gállego a la altura de las Lomas de Gállego, en la zona de confluencia con depósitos de glaciares (IPA-281410034) y otro localizado en una de las terrazas bajas del Gállego (IPA-281450153) ambos situados al sur de la masa de agua en una zona donde el acuífero alcanza espesores de entre 65 y 70 m. Poseen una serie muy completa de medidas desde 1988 y 1993, respectivamente. Los niveles piezométricos muestran una marcada ciclicidad, con unas diferencias medias anuales entre máximos y mínimos de 1,7 m (IPA-281450153) y 0,5 m (IPA-281410034) registrándose los niveles más altos al final del periodo de regadío, mientras que los más bajos se producen en primavera. De forma generalizada ambos piezómetros muestran un descenso del nivel piezométrico, siendo más acusado en el punto IPA-281410034 durante los años 2000-2008.

Desde el punto de vista hidroquímico, el sustrato terciario yesífero aporta una impronta sulfatada a las aguas de este acuífero siendo la principal facies la sulfatada cálcica, así como también facies mixtas, tipo sulfatada-bicarbonatada cálcica o sulfatada-clorurada cálcica. Son aguas con una mineralización alta con valores de conductividad eléctrica obtenidos en los 7 puntos de control del estado químico de las aguas subterráneas, de entre 900 y 2900 µS/cm y un valor promedio del percentil 50 (P50) de 1800 µS/cm. A partir de la distribución de estos puntos se observa a grandes rasgos una disminución de la conductividad eléctrica de norte a sur, desde las zonas de menor espesor del acuífero hacia las zonas de mayor espesor. La concentración en mg/L del CaCO<sub>3</sub>, calculadas a partir de las concentraciones máximas y mínimas de Ca y Mg varía entre 350 y 1800 mg/L, lo que indica que son aguas de naturaleza muy dura. La representación de los muestreos en los diagramas de columnas muestra diferencias poco significativas en la evolución química (Cl y SO<sub>4</sub>) del agua subterránea respecto a la Línea Base, salvo en el punto 281410030 donde se observa un aumento del cloruro y del sodio, que queda reflejado en el progresivo aumento de la conductividad eléctrica. Corresponde con un pozo de 70 m situado sobre una de las terrazas bajas en el tramo bajo de la masa de agua.

Esta masa de agua se encuentra en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales. Se identifica como presión

difusa significativa la agricultura (2.2) y la carga ganadera (2.10) con un impacto comprobado sobre la masa de agua de contaminación química (CHEM) y probable de contaminación por nutrientes (NUT). El contaminante de riesgo asociado a la contaminación difusa corresponde al nitrato obteniéndose en los últimos años concentraciones por encima de la norma de calidad de 50 mg/L en el punto IPA 281320010, localizado en el extremo norte de masa de agua. También están presentes otros contaminantes derivados de la agricultura como es la desetilatraxina, pesticida presente en los puntos de control situados al sur de la masa de agua (IPA-281410030, IPA-281410033 e IPA-281450002) donde en algunos muestreos se puede llegar a obtener una concentración por encima de la norma de calidad.

El análisis de tendencia en la concentración en nitrato se ha realizado en 4 puntos seleccionados de la red control de nitratos, mediante el método de regresión lineal simple y el estadístico avanzando de Mann –Kendall, sobre una serie histórica de datos anuales que en la mayoría de los puntos se inicia en 2005 hasta 2019. Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal son poco fiables para la mitad de los puntos analizados con valores de  $R^2 < 0,3$  debido a la heterogeneidad de los datos, por lo que es 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 en la concentración de nitrato de los puntos IPA-281410030, IPA-281410033 e IPA-281450002 y un aumento en el punto IPA-281320010, identificándose como significativas las tendencias decrecientes de los puntos IPA-281410030 e IPA-281410033 con un grado de confianza de 97 y 100% (tendencia buena y excelente). Estos puntos corresponden con dos pozos situados al sur de la masa de agua, en una zona donde las terrazas bajas y medias del Gállego alcanzan espesores de más de 70 m. En estos puntos se obtiene una pendiente (pendiente de Sen) para una serie de 15 años (2004-2019) de 0,87 y 0,78 mg/L al año que permite descender el promedio del último cuatrienio (2016-2019) a valores por debajo de 30 mg/L.

Respecto al análisis cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019, se observa en todos los puntos analizados un descenso de la concentración de nitratos de entre 1 y 10 mg/L, salvo en el punto IPA-281320010 en el que aumenta 2 mg/. Se trata del punto de control situado más al norte de la masa de agua, sobre una de las terrazas medias del Gállego, que supera el límite de 50 mg/L en la mayor parte de la serie analizada.

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

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

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

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

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

**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:** generación de cortes geológicos que se ajusten a los límites y geometría de la MSBT. Estos trabajos son fundamentales para abordar los modelos conceptuales y la mejora de los modelos 3D.

**Estudios de la zona no saturada y vulnerabilidad:** definen los principales parámetros que condicionan la entrada y transporte de contaminantes hasta alcanzar el nivel freático. Se trata de una MSBT en la que se ha identificado contaminación difusa por nitratos y plaguicidas. Dado su naturaleza, y las presiones a las que se encuentra sometida, se hace necesaria la realización de estudios específicos de mejora del conocimiento de la zona no saturada que permitan definir los principales parámetros que regulan el flujo y transporte de contaminante en el acuífero aluvial y con ello, determinar el volumen y dispersión de los contaminantes en la ZNS, cuantificar la capacidad de atenuación natural que presenta esta zona, y hacer una prognosis bajo diferentes escenarios de buenas prácticas agrarias como respuesta a la Directiva 91/676/CEE. Además, también se plantea en relación a la ZNS, la realización de estudios de vulnerabilidad con mayor detalle, en el entorno de Zaragoza y en la localidad de Gurrea de Gállego, donde se obtienen los valores más elevados de nitrato y plaguicidas.

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

**Definición de acuíferos y parámetros hidrogeológicos:** los acuíferos aluviales presentan una elevada heterogeneidad en cuanto a parámetros hidráulicos se refiere según zonas, profundidad, diferentes formaciones (terrazas, glaciares, aluvial actual, etc.) por lo que requieren de un mayor número de puntos de estudio y análisis. La caracterización de los parámetros hidrogeológicos es indispensable para el desarrollo de modelos numéricos, en la medida en que constituye una de las principales entradas donde el número de datos y su distribución espacial influyen directamente en la mejora y mayor aproximación a la realidad.

**Estudios de caracterización hidrogeoquímica:** permiten mejorar el modelo conceptual de esta masa de agua mediante la realización de analíticas distribuidas y la posterior interpretación de datos. También se requiere de la realización de “barridos” que permitan detectar impactos previamente no detectados en toda su extensión y en especial en el entorno de Zaragoza donde se localiza las zonas más industrializadas y de mayor desarrollo urbano. 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:** esta MSBT, se encuentra en riesgo químico por contaminación difusa de nitratos que afectan a buena parte de su extensión encontrándose los niveles más elevados al norte, en el entorno de Gurrea de Gállego, así como también se identifican concentraciones elevadas de plaguicidas al sur en el municipio de Zaragoza y Zuera. La contaminación difusa, a diferencia de la puntual, afecta a amplias zonas donde 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.

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

**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 mejora del modelo geológico 3D que sirva como base para la generación de modelos de flujo. Es aconsejable considerar las MSBT vecinas para su posible integración, en este caso, al aluvial del

Ebro: Zaragoza.

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

**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 dentro de esta masa de agua la implementación y mejora de modelos geológicos 3D que permita ampliar el conocimiento en cuanto a modelos de flujo dentro de esta MSBT. Es aconsejable considerar dentro de este modelo, el aluvial del Ebro: Zaragoza.

**Modelización de flujo subterráneo:** dentro de esta MSBT se plantea abordar la actualización del modelo de flujo subterráneo. Su mejora permitirá 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 dentro de este modelo, el aluvial del Ebro: Zaragoza.

**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 (mejora de valores obtenidos de recarga, determinación de reservas a partir de modelos geológicos, etc.) se debe cuantificar el recurso disponible y reservas de la MSBT. Una vez calibrados los modelos numéricos se pueden efectuar simulaciones predictivas según distintos escenarios, tanto de recarga como de presiones y mejorar la planificación y gestión de los recursos hídricos subterráneos en la MSBT.

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

## 12.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHE (2008). Fichas de caracterización de las masas de agua subterránea en Información de Planificación Hidrológica de la CHE ([www.chebro.es](http://www.chebro.es)).
- CHE (2015). Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Segundo ciclo de planificación: 2015 – 2021. Memoria y anejos.
- DGA (2012). Diagnóstico de las estaciones de seguimiento del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea de las cuencas intercomunitarias, construidas y operativas antes del año 2.002. Apoyo Técnico a la Confederación Hidrográfica del Ebro. Memoria y anejos.
- CHE (2019). Documentos iniciales: programa, calendario, estudio general sobre la demarcación y fórmulas de consulta. Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Revisión de tercer ciclo de planificación (2021-2027). Memoria y anejos
- DGA (2020). Guía metodológica para la determinación de las necesidades ambientales asociadas a los ecosistemas dependientes de las aguas subterráneas. En: Actuaciones para gestión de las aguas subterráneas y los ecosistemas asociados ante el impacto del cambio climático. Plan PIMA ADAPTA 2017.
- DGA (2020). Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas. Secretaría de estado de medio ambiente, Dirección General del Agua. Versión 2, julio 2020.
- IGME (1995). Mapa Geológico de España, Escala 1:50.000. Hoja 323 Zuera
- IGME (1998). Mapa Geológico de España, Escala 1:50.000. Hoja 355 Leciñena
- 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 número 229, Gobierno de España.

# ANEXO 1: ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

## ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)



MSBT: ES091MSBT057 - ALUVIAL DEL GÁLLEGO



# ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.



MSBT: ES091MSBT057 - ALUVIAL DEL GÁLLEGO

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20°C) (In situ)	O <sub>2</sub> (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	°C	Ud. pH	µS/cm	mg/L	mg/L O <sub>2</sub>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	mg/L CaCO <sub>3</sub>
Código Punto	<b>281320010</b>						
Valor							
Máx.	21,8	7	2.835	8,70	0,7	<LQ	261,0
Mín.	11,0	7	1.993	3,70	<LQ	<LQ	230,0
P50	15,8	7	2.267	6,50	0,5	<LQ	251,0
N reg.	11	9	14	15	9		3
Código Punto	<b>281350024</b>						
Valor							
Máx.	19,0	7	2.898	8,60	1,1	<LQ	286,0
Mín.	14,2	7	2.088	1,30	<LQ	<LQ	286,0
P50	16,8	7	2.583	6,30	<LQ	<LQ	286,0
N reg.	6	5	9	11	5		1
Código Punto	<b>281410030</b>						
Valor							
Máx.	18,1	8	1.727	11,50	0,6	<LQ	301,0
Mín.	11,4	7	897	4,70	<LQ	<LQ	237,0
P50	16,4	7	1.363	8,00	<LQ	<LQ	270,5
N reg.	39	36	39	46	13		16
Código Punto	<b>281410033</b>						
Valor							
Máx.	23,3	8	2.270	12,50	0,9	<LQ	299,0
Mín.	7,9	6	633	5,80	<LQ	<LQ	167,0
P50	16,1	7	1.597	8,10	<LQ	<LQ	250,0
N reg.	73	66	72	82	11		71
Código Punto	<b>281450002</b>						
Valor							
Máx.	19,7	8	1.363	16,10	<LQ	<LQ	306,0
Mín.	13,0	7	962	5,80	<LQ	<LQ	259,0
P50	17,1	7	1.117	8,30	<LQ	<LQ	284,0
N reg.	31	28	30	38	14		9
Código Punto	<b>281450102</b>						
Valor							
Máx.	19,4	7	2.925	9,70	<LQ	<LQ	325,0
Mín.	14,9	7	2.180	6,50	<LQ	<LQ	309,0
P50	16,1	7	2.583	8,00	<LQ	<LQ	313,0
N reg.	5	6	5	6	3		3
Código Punto	<b>281450124</b>						
Valor							
Máx.	19,1	<LQ	1.207	8,30	<LQ	<LQ	281,0
Mín.	15,4	<LQ	1.130	7,10	<LQ	<LQ	281,0
P50	18,3	<LQ	1.182	7,55	<LQ	<LQ	281,0
N reg.	4		4	4	1		1

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

Parámetro	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Código Punto	<b>281320010</b>								
Valor									
Máx.	319,6	<LQ	87,20	1.485,0	90,4	0,92	<LQ	50,3	4,9
Mín.	240,0	<LQ	54,70	1.038,0	47,0	<LQ	<LQ	39,2	3,8
P50	289,1	<LQ	67,40	1.238,0	61,3	<LQ	<LQ	42,8	4,4
N reg.	11	11	14	14	16	14	13	14	14
Código Punto	<b>281350024</b>								
Valor									

Parámetro	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Código Punto	<b>281350024</b>								
Valor									
Máx.	361,1	<LQ	390,00	1.867,0	31,7	0,21	<LQ	337,0	4,9
Mín.	315,0	<LQ	74,90	829,0	8,8	<LQ	<LQ	66,0	3,8
P50	345,0	<LQ	97,70	1.171,0	22,1	<LQ	<LQ	81,1	4,3
N reg.	5	5	6	6	8	6	6	6	6
Código Punto	<b>281410030</b>								
Valor									
Máx.	431,9	<LQ	230,00	319,0	52,2	0,32	0,27	114,0	2,4
Mín.	243,0	<LQ	48,70	207,0	24,5	<LQ	<LQ	38,6	<LQ
P50	306,2	<LQ	167,50	267,5	34,5	<LQ	<LQ	84,9	1,7
N reg.	27	25	30	30	36	32	28	30	30
Código Punto	<b>281410033</b>								
Valor									
Máx.	328,2	<LQ	377,00	470,0	57,1	0,04	0,08	221,0	6,8
Mín.	156,2	<LQ	61,90	170,0	10,0	<LQ	<LQ	46,3	1,1
P50	304,4	<LQ	248,50	357,0	38,6	<LQ	<LQ	156,0	2,2
N reg.	36	28	77	77	82	69	56	77	77
Código Punto	<b>281450002</b>								
Valor									
Máx.	401,4	<LQ	128,00	450,0	88,7	<LQ	0,05	81,0	4,0
Mín.	298,0	<LQ	57,20	108,0	42,0	<LQ	<LQ	34,4	<LQ
P50	352,6	<LQ	66,25	240,5	49,8	<LQ	<LQ	46,4	1,4
N reg.	19	17	22	22	28	25	20	22	22
Código Punto	<b>281450102</b>								
Valor									
Máx.	403,2	<LQ	539,00	584,0	63,2	0,06	<LQ	304,0	4,8
Mín.	381,9	<LQ	375,00	382,0	34,3	<LQ	<LQ	253,0	<LQ
P50	392,8	<LQ	464,50	502,5	42,3	<LQ	<LQ	280,5	2,2
N reg.	5	5	6	6	6	4	4	6	6
Código Punto	<b>281450124</b>								
Valor									
Máx.	354,0	<LQ	86,00	268,0	44,8	<LQ	<LQ	56,0	1,3
Mín.	354,0	<LQ	82,60	260,0	40,2	<LQ	<LQ	50,7	1,1
P50	354,0	<LQ	84,30	264,0	42,4	<LQ	<LQ	53,3	1,2
N reg.	1	1	2	2	4	2	2	2	2
Nota: Los valores <LQ corresponden a valores por debajo Límite Cuantificación (LQ).									
Parámetro	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	As	Cd <sup>2+</sup>	Hg	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 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	<b>281320010</b>								
Valor									
Máx.	618,0	62,1	<LQ	<LQ	<LQ	0,29	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	446,0	49,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	546,0	54,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	14	14				14			
Código Punto	<b>281350024</b>								
Valor									
Máx.	591,0	81,0	<LQ	<LQ	<LQ	0,32	0,06	<LQ	<LQ
Mín.	387,0	50,5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	486,0	60,3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,05	<LQ	<LQ
N reg.	6	6				6	7		
Código Punto	<b>281410030</b>								
Valor									

Parámetro	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	As	Cd <sup>2+</sup>	Hg	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 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	<b>281410030</b>								
Valor									
Máx.	202,0	39,0	0,3000	0,0020	<LQ	0,01	0,99	<LQ	<LQ
Mín.	135,0	27,9	0,3000	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	181,0	30,5	0,3000	<LQ	<LQ	<LQ	0,41	<LQ	<LQ
N reg.	30	30	1	3	1	33	22		
Código Punto	<b>281410033</b>								
Valor									
Máx.	271,0	53,5	1,3200	0,0040	<LQ	0,14	0,50	<LQ	<LQ
Mín.	111,0	17,6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	197,0	39,5	0,1600	<LQ	<LQ	<LQ	0,21	<LQ	<LQ
N reg.	77	77	4	6	4	80	30	2	2
Código Punto	<b>281450002</b>								
Valor									
Máx.	245,0	36,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,01	<LQ	<LQ
Mín.	143,0	28,9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	177,0	32,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,41	<LQ	<LQ
N reg.	21	22		2		26	22		
Código Punto	<b>281450102</b>								
Valor									
Máx.	299,0	69,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	250,0	51,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	281,0	53,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6		1		5			
Código Punto	<b>281450124</b>								
Valor									
Máx.	180,0	34,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	162,0	30,8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	171,0	32,4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	2	2				2			

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