

CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA



MSBT: ES091MSBT059 - LAGUNAS DE LOS MONEGROS

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 ES091MSBT059 Nombre MSBT LAGUNAS DE LOS MONEGROS

Código DH ES091 Nombre DH Ebro

Descripción localización:

La masa de agua Laguna de Monegros se localiza en el sector centro-oriental de la cuenca del Ebro. Se trata de una zona de penillanura, de relieve muy suave, caracterizada por la formación de lagunas endorreicas de pequeño tamaño denominadas “saladas” y que suelen estar secas en buena parte del año. Abarca diversos barrancos en la margen izquierda del río Ebro que descargan directamente sobre las lagunas o en el río Ebro, entre la localidad de Gelsa y el embalse de Mequinenza (Valcenicero, Salado, del Lugar o Valdeforcas).

Posee una superficie de 104 km², que se reparte básicamente entre los municipios zaragozanos de Sástago, Bujaraloz y Pina de Ebro. En su entorno domina la agricultura de secano y de forma más reducida, la vegetación natural esteparia.

C.C.A.A.	Provincia	Municipio		% Área Municipio	
		Código	Nombre	Incluido MSBT	Respecto MSBT
Aragón	Zaragoza	50240	Sástago	26,21	75,60
Aragón	Zaragoza	50208	Pina de Ebro	5,36	15,88
Aragón	Zaragoza	50059	Bujaraloz	6,96	8,06
Aragón	Zaragoza	50278	Velilla de Ebro	0,65	0,37
Aragón	Zaragoza	50119	Gelsa	0,12	0,08

1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	ETRS89	ZONA UTM	30N	Código ESPG	25830
Coordenada UTM X (CENTROIDE)	731.263	Coordenada UTM Y (CENTROIDE)			4.588.471
Longitud (CENTROIDE)	-0,23291	Latitud (CENTROIDE)			41,41453
MDE empleado	5 m.	Rango de altitud (m s.n.m.)			100
Altitud mínima (m s.n.m.)	315	Altitud máxima (m s.n.m.)			416
Área total de la MSBT (km ²)	104				

1.3 POBLACIÓN ASENTADA

Nº habitantes

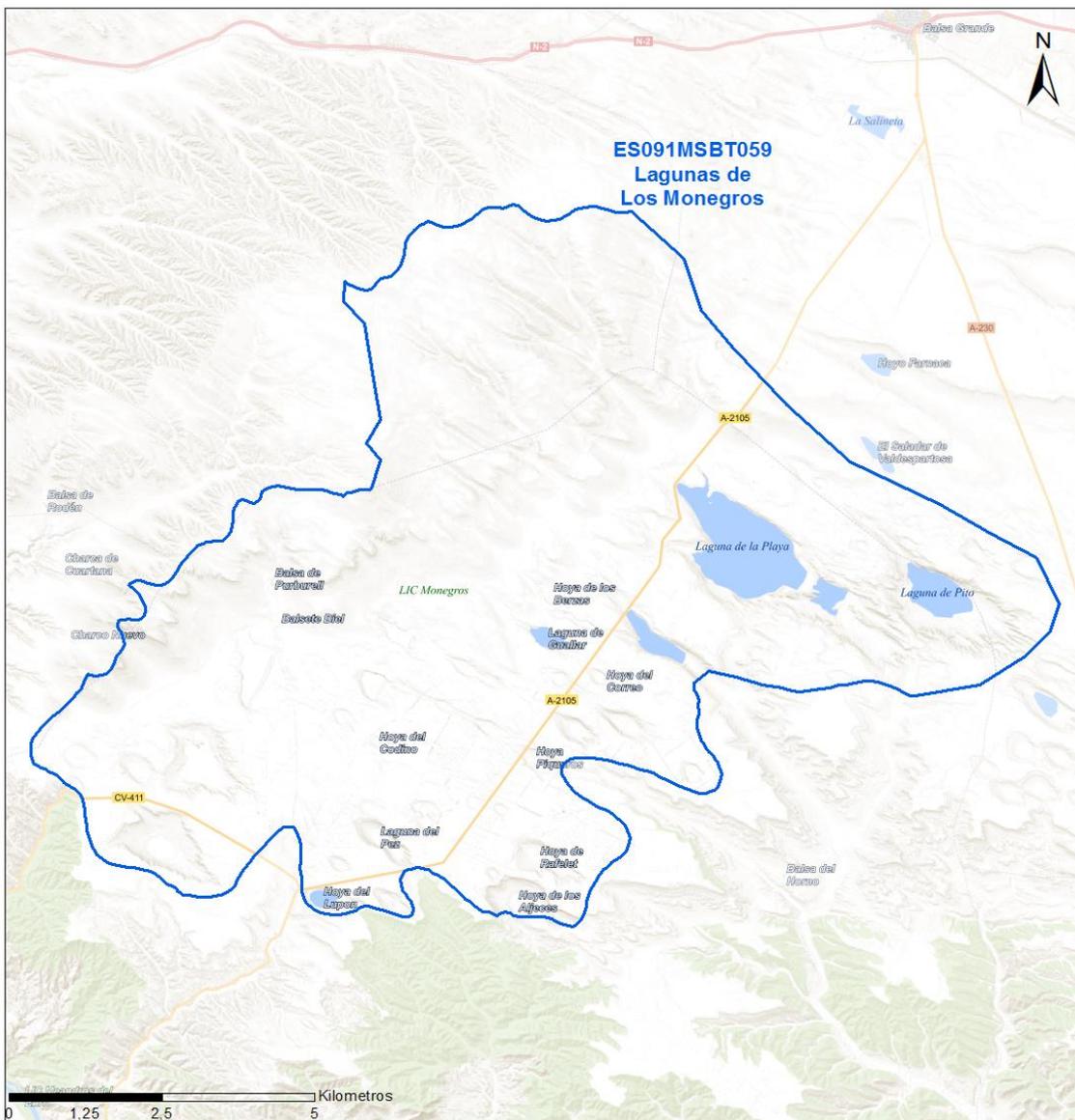
500

Año

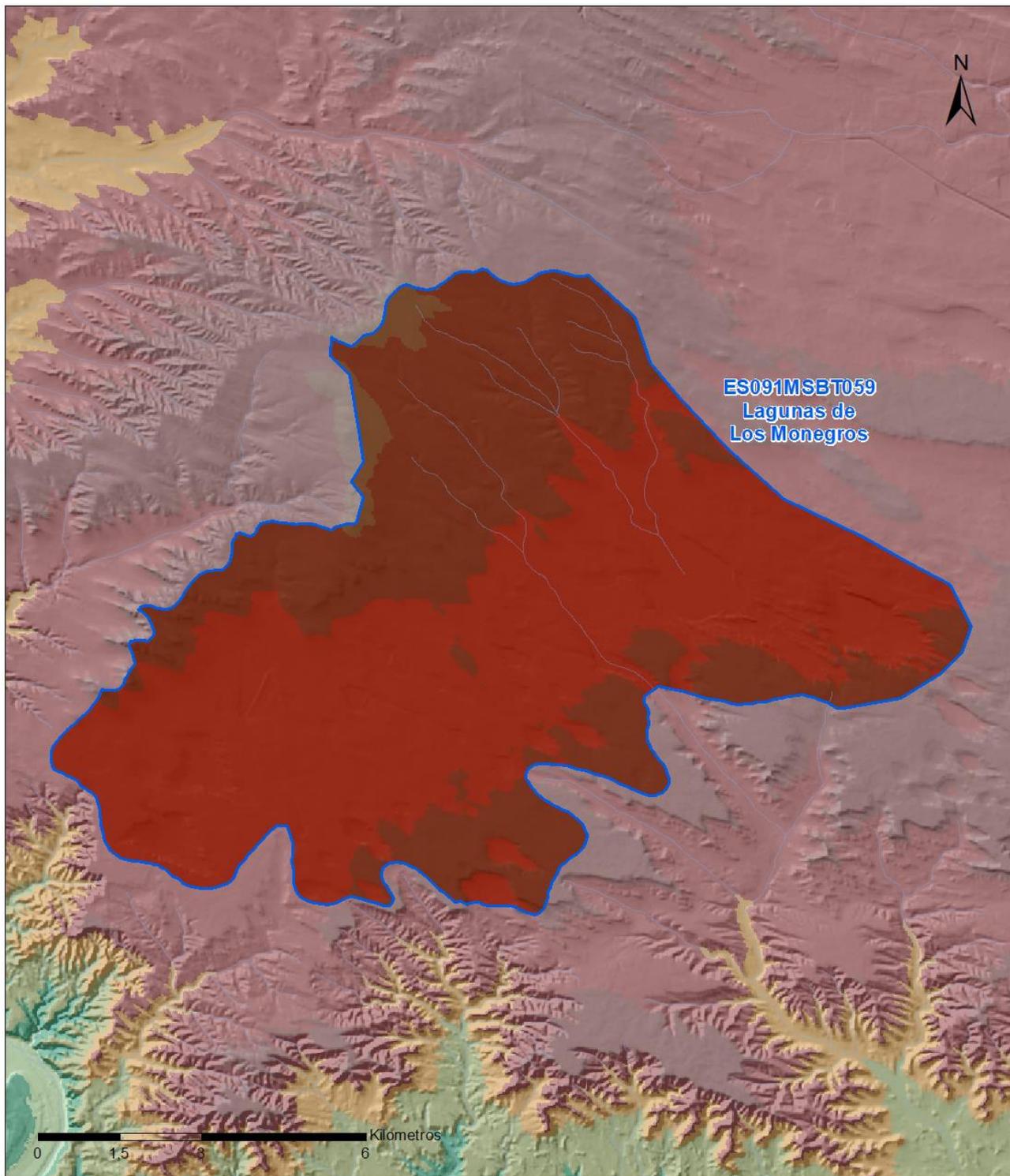
2019

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

Mapa de localización



Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

-  MSBT
-  Red Hidrográfica

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

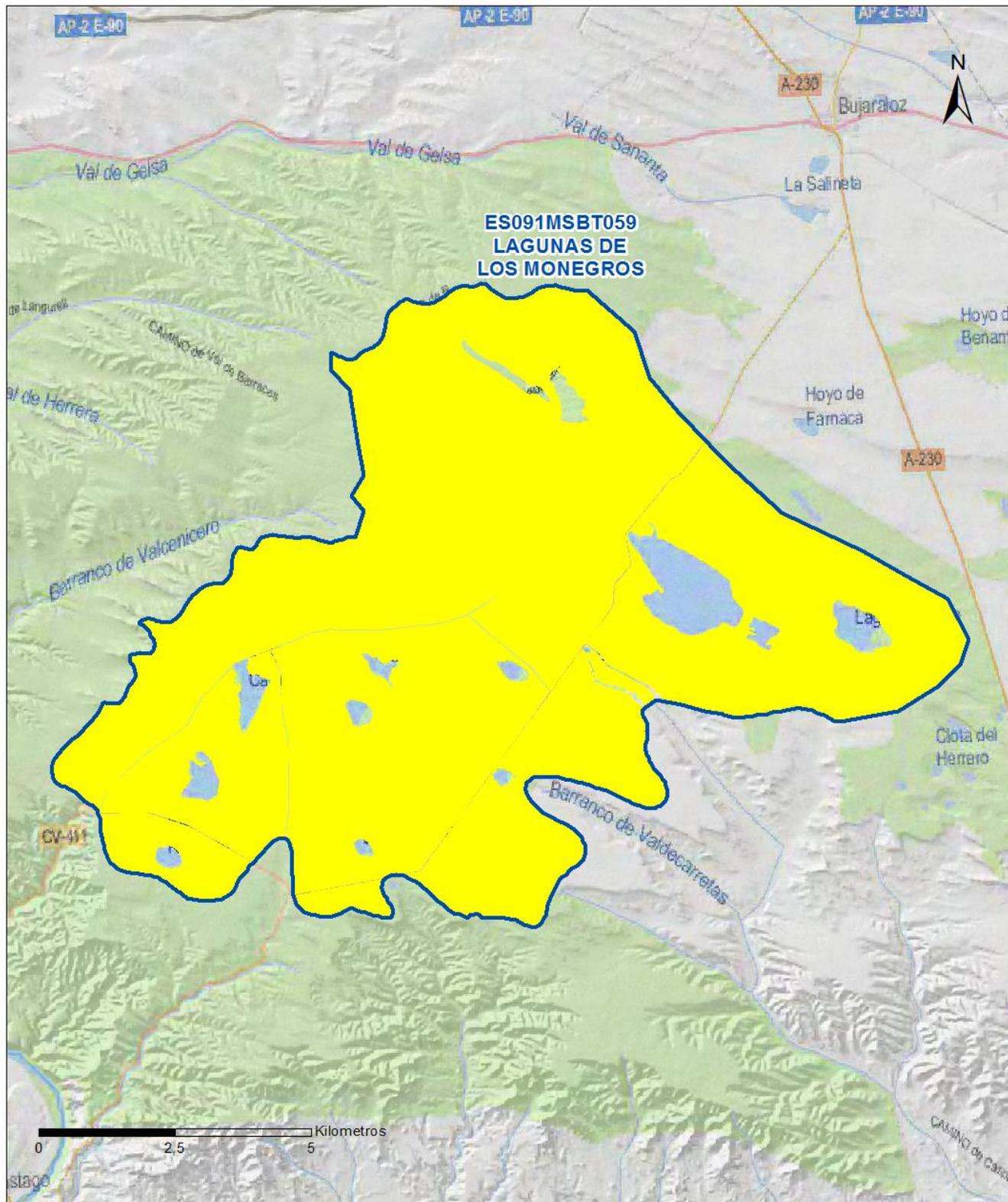
- | | | | | | |
|---|-----------|---|-----------|---|-----------|
|  | 0 - 50 |  | 200 - 250 |  | 400 - 450 |
|  | 0 - 100 |  | 250 - 300 |  | 450 - 500 |
|  | 100 - 150 |  | 300 - 350 |  | 500 - 550 |
|  | 150 - 200 |  | 350 - 400 |  | > 550 |

2.- PRESIONES, IMPACTOS Y RIESGOS

2.1 PRESIONES SIGNIFICATIVAS EN LA MSBT

Grupos de presiones	Tipos de presiones	Actividad	Presión Significativa
Fuentes difusas	2.1	Escorrentía urbana	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.10	Otras fuentes difusas	<input type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.2	Agricultura	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuentes difusas	2.4	Transporte	<input type="checkbox"/>

Fuentes difusas



LEYENDA

 MSBT:

ES091MSBT059
LAGUNAS DE LOS MONEGROS

Tipo de Presión Difusa (significativa):

 2.2 Agricultura: Secano

2.2 IMPACTOS EN LA MSBT

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

2.3 RIESGO DE LA MSBT

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

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

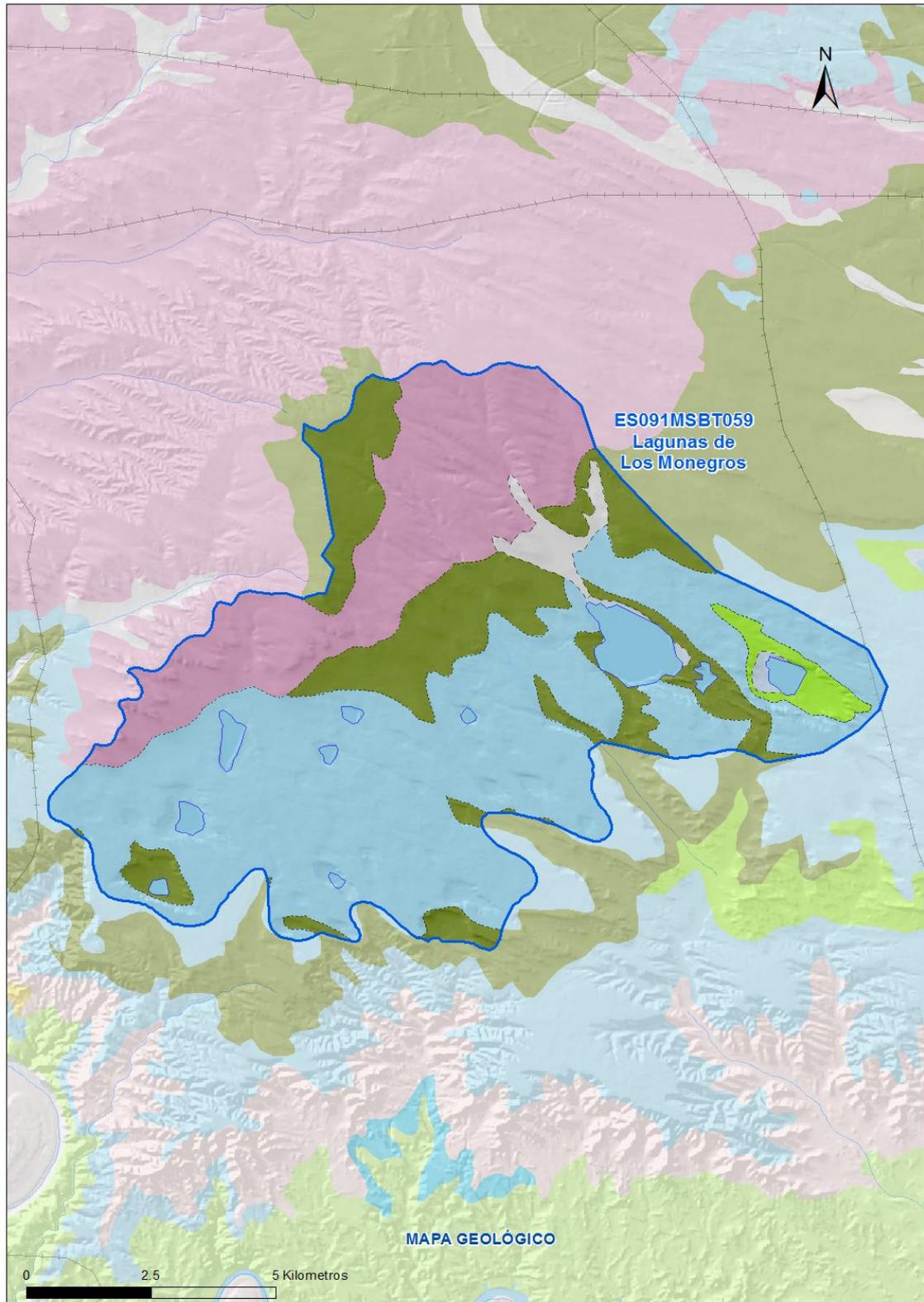
NO ₃ ⁻	Nitrato	Masas en riesgo de afección por nitratos (valores medios o máximos entre 40 y 50 mg/l en los últimos 4 años en más del 20% masa o valores máximos o medios superiores a 50 mg/l en menos del 20% masa)
------------------------------	---------	--

3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

Cuenca Del Ebro

3.2 MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA



Estructuras

- ⊕ Anticinal
- ⊕ - Anticinal supuesto
- ⊕ Sinclinal
- ⊕ - Sinclinal supuesto

Contactos y fallas

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

LITOLOGÍAS

Código	Descripción Litología
5000	Masa de agua superficial
714	Arcillas, limos y cantos, turba (Depósitos de áreas endorreicas, dep. lacustres, turberas)
706	Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)
374	Lutitas con intercalaciones de areniscas
371	Calizas, localmente con lutitas
370	Yesos con intercalaciones de lutitas
368	Lutitas, con intercalaciones de areniscas

3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

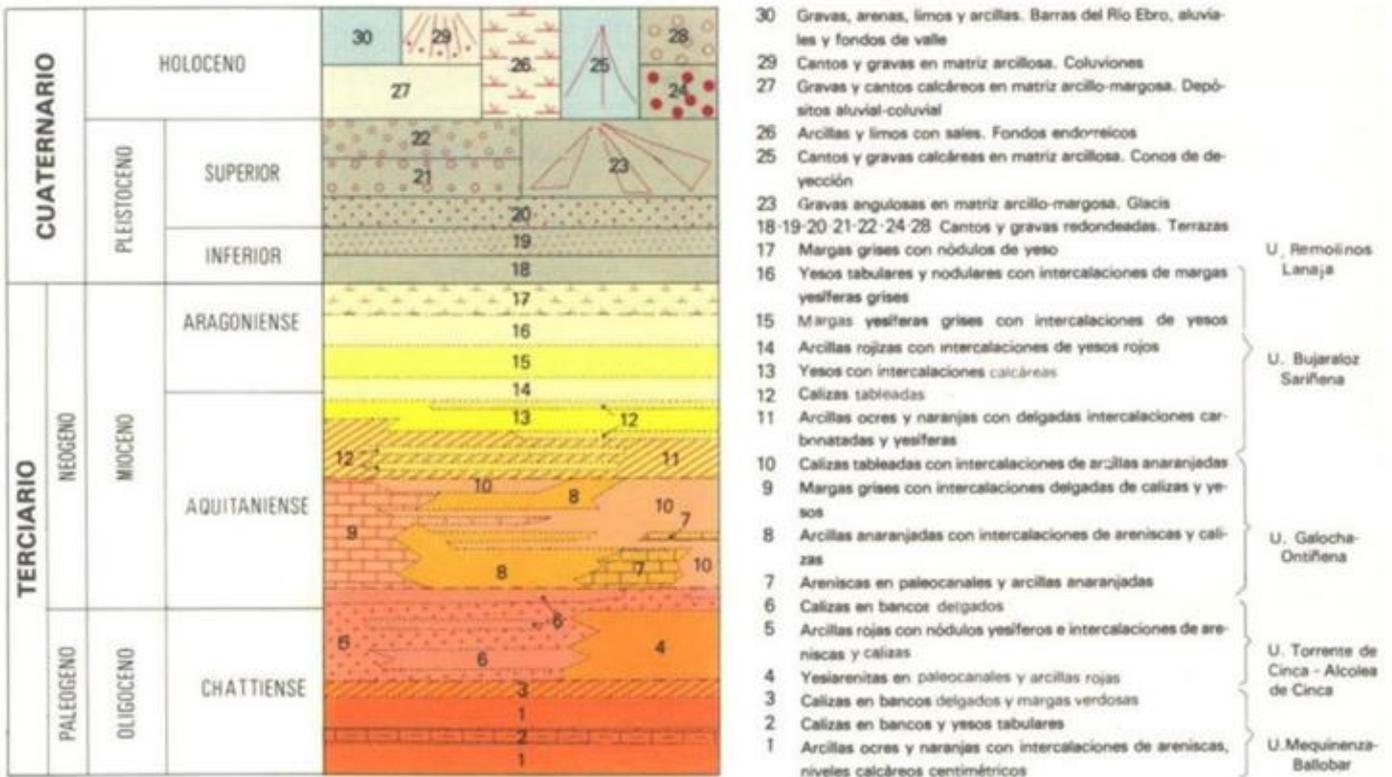
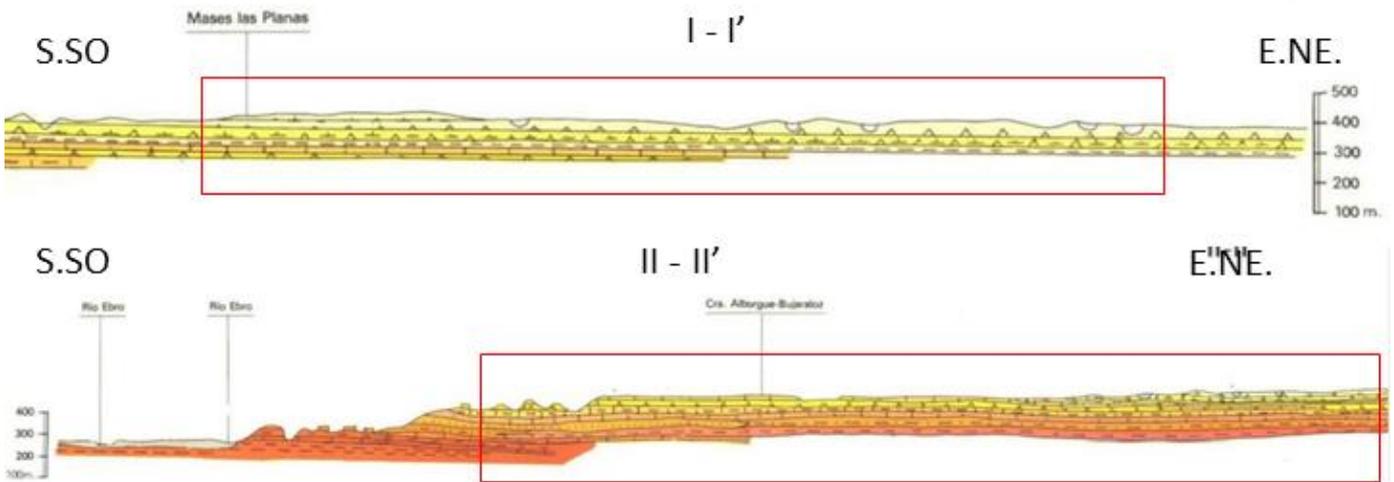
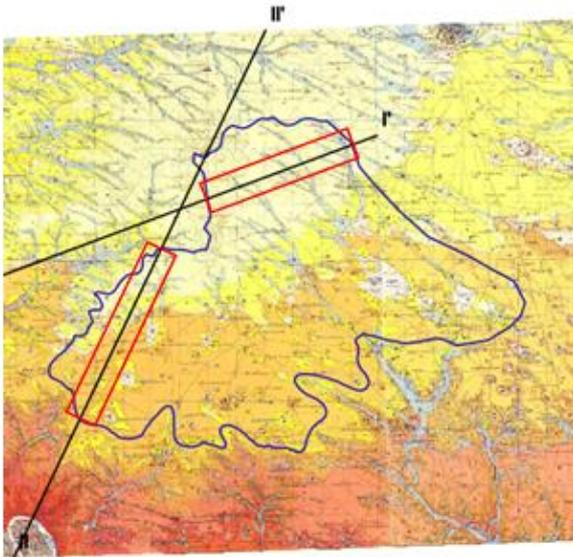
Litología	Edad geológica		Extensión (km²)	Tipo	% de MSBT
	Sistema	Serie			
Masa de agua superficial	-	-	3,73	Masa de agua superficial	3,57
Gravas, arenas, limos(Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.)	Cuaternario	Pleistoceno-Holoceno	1,93	Detrítica	1,85
Lutitas con intercalaciones de areniscas	Neógeno	Mioceno-Plioceno	20,53	Detrítica	19,66
Calizas, localmente con lutitas	Neógeno	Mioceno	52,52	Carbonatada	50,31
Yesos con intercalaciones de lutitas	Neógeno	Mioceno	23,32	Evaporítica	22,34
Lutitas, con intercalaciones de areniscas	Neógeno	Mioceno	1,87	Detrítica	1,79

3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

Litología	Edad geológica		Rango del espesor (m) valor menor-mayor
	Sistema	Serie	
Lutitas, con intercalaciones de areniscas	Neógeno	Mioceno	100
Calizas y yesos	Neógeno	Mioceno	50
Calizas y lutitas	Neógeno	Mioceno	70

3.5 CORTES GEOLÓGICOS

ES091MSBT059 Laguna de Monegros



3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Esta masa de agua se localiza dentro del Dominio de la Depresión del Ebro. Está formada por materiales del Oligoceno y Mioceno de origen palustre y lacustre de la unidad geológica de Bujaraloz-Sariñena. Se identifican tres unidades litológicas con predominio de calizas, margocalizas y yesos respectivamente: las unidades lacustres Superior, Intermedia e Inferior, separadas por dos tramos lutíticos de espesor entre 7 y 20 m.

La unidad Superior está constituida por calizas y lutitas con algún nivel de yesos, con una potencia máxima de 70 m en las proximidades de Bujaraloz. La Intermedia, menos lutítica, está formada por calizas y yesos y tiene una potencia máxima de 50 m en los sectores occidentales. Sobre sus afloramientos se localizan la mayor parte de las lagunas. La Inferior aflora en el escarpe de la plataforma hacia el Ebro, más al S del límite de la masa de agua subterránea. Esta última es de carácter detrítico hacia el O y carbonatado hacia el E y el N. Su potencia máxima puede alcanzar los 100 m.

Sobre los afloramientos calcáreos existe una densa red de diaclasas con direcciones preferentes NE-SO y ONO-ESE que han desempeñado un importante papel en la génesis de las depresiones.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

Fecha o periodo	Espesor Máximo (m)	Espesor Mínimo (m)
2020	4	3
Espesor Medio Z.N.S. (m)	3	

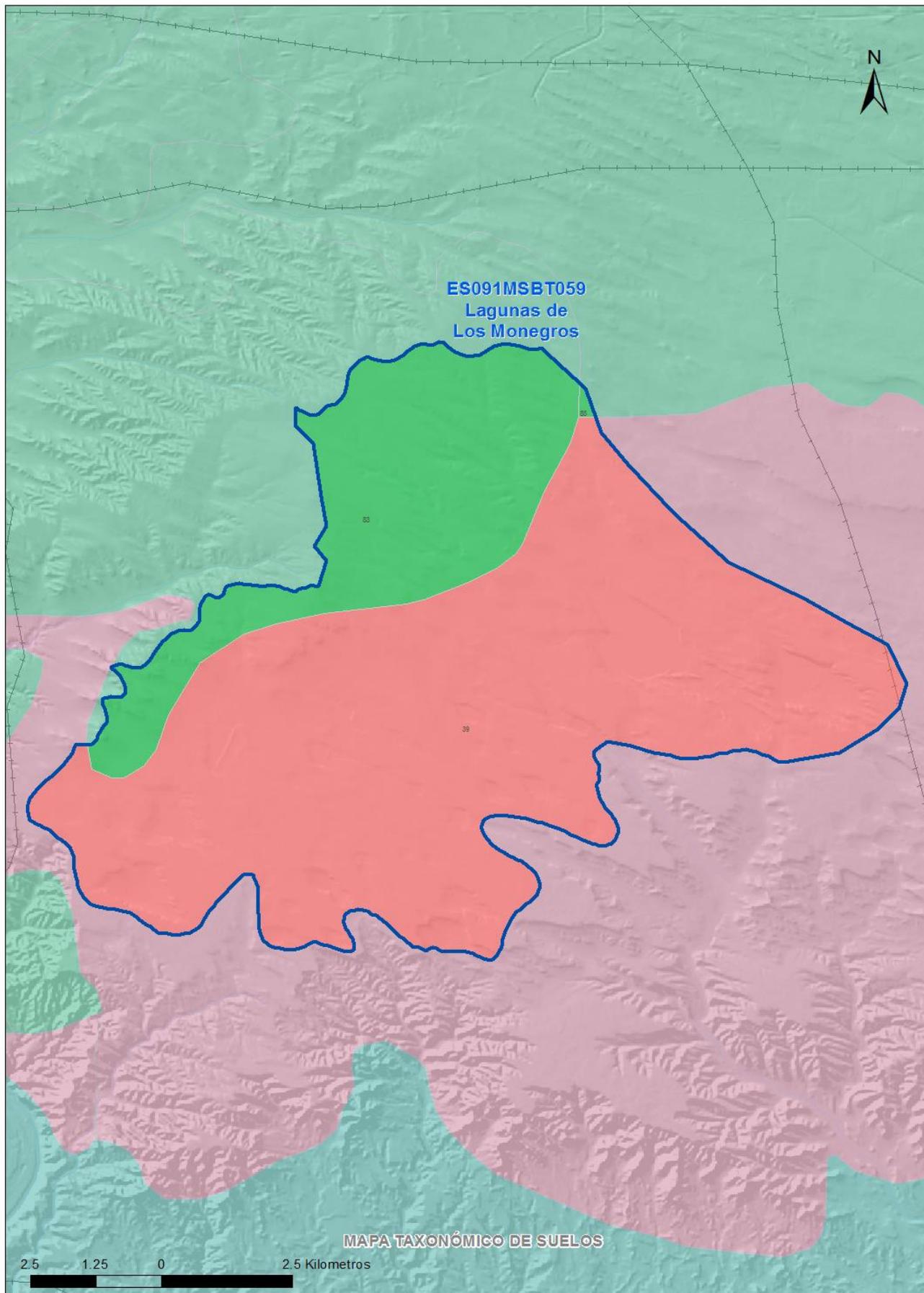
Litología Z.N.S. Calizas, localmente con lutitas

4.2 SUELOS EDÁFICOS

Tipo de Suelo	Extensión (km ²)	% Afloramiento en la MSBT
ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID	79	75,65
ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT	25	24,35

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

39 ARIDISOL, CALCID, HAPLOCALCID, NO GRUPO2, CALCIGYPSID, HAPLOSALID, Haplogypsid, NO INCLUSION2

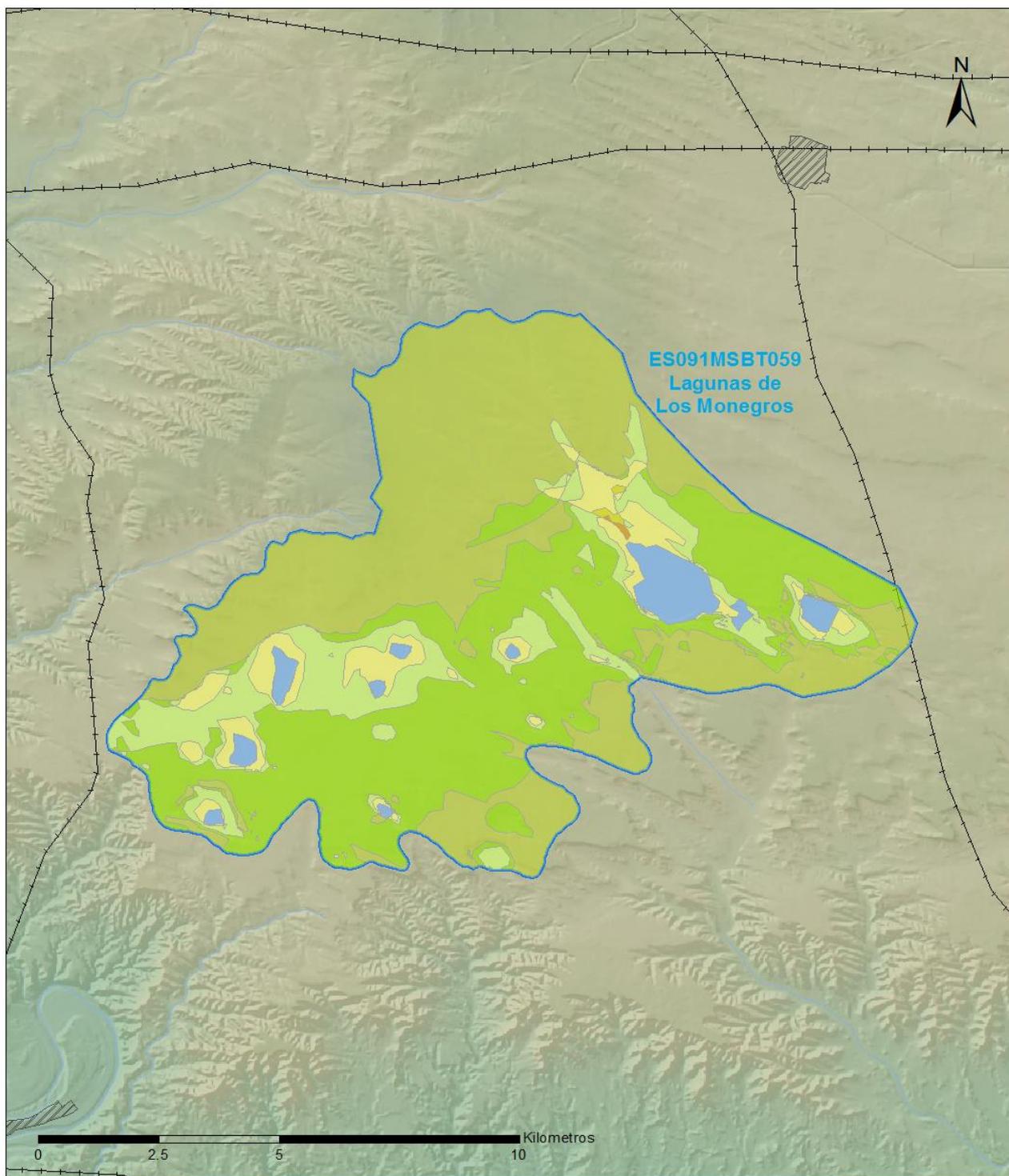
83 ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, NO INCLUSION1, NO INCLUSION2

85 ENTISOL, ORTHENT, TORRIORTHENT, NO GRUPO2, NO ASOCIA1, NO ASOCIA2, Haplocalcid, Calcigypsid

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

Método	DRASTIC Reducido	
Grado de Vulnerabilidad	Rango Índice Vulnerabilidad	% Área Vulnerable en la MSBT
0	Masas de agua superficial	3,57
2 (Muy Baja)	30 - 44	43,66
3 (Baja)	44 - 58	34,75
4 (Baja)	58 - 72	11,99
5 (Moderada)	72 - 86	5,85
6 (Moderada)	86 - 100	0,13
7 (Alta)	100 - 114	0,06

4.5 MAPA DE VULNERABILIDAD INTRÍNSECA



LEYENDA

Método DRASTIC Reducido

Grado de Vulnerabilidad, Rango de Valores

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

5.- CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

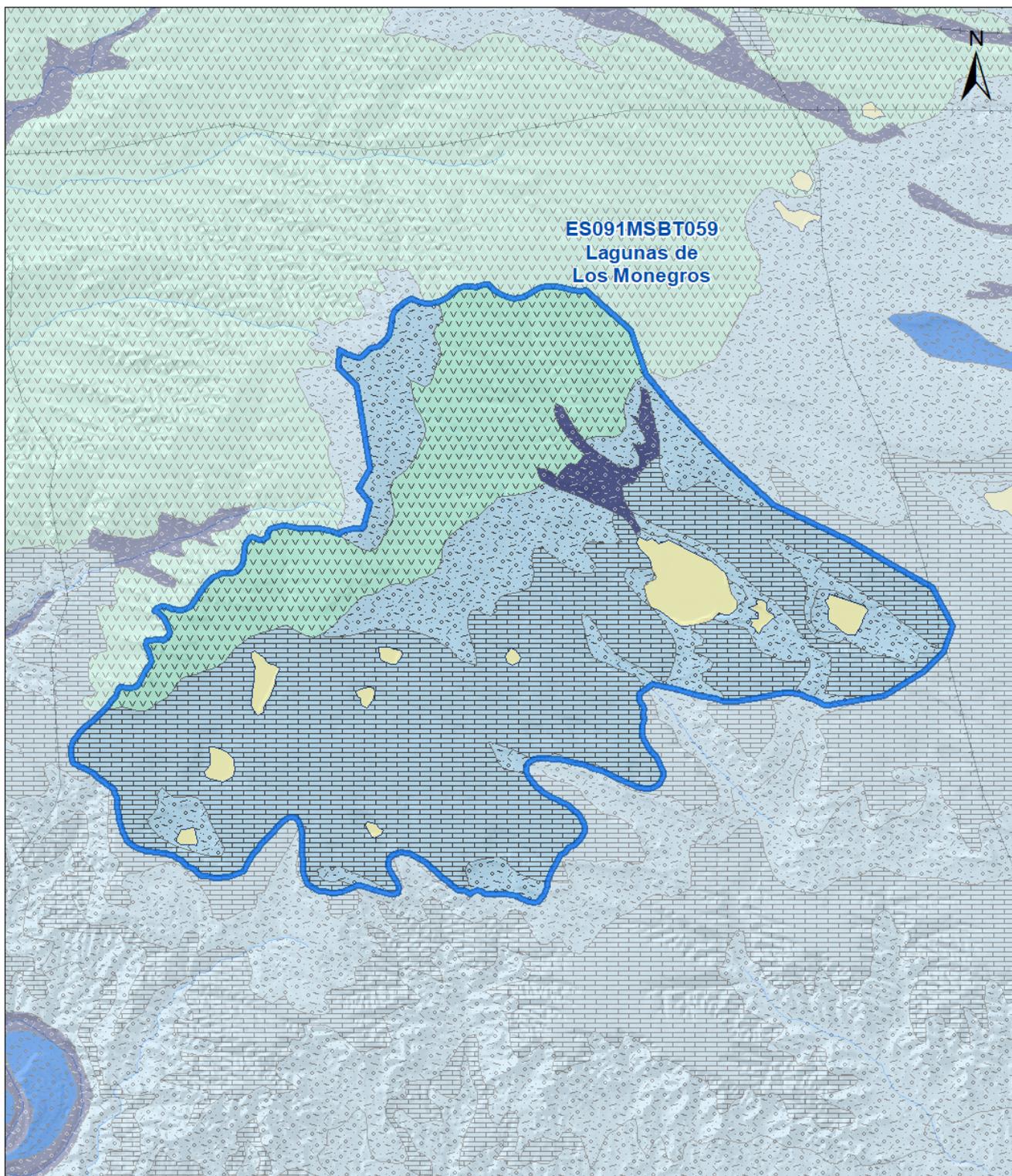
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

Límite	Tipo	Sentido flujo	Naturaleza	Nombre MSBT Colindante
Oeste	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Este	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Sur	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	
Norte	Cerrado	Flujo nulo	Impermeable	

Descripción límites hidrogeológicos:

Los límites de esta masa de agua son cerrados, y corresponden aproximadamente con el área de aportación de la zona endorreica asociada.

Mapa de permeabilidades



LEYENDA

 MSBT

PERMEABILIDAD

 Masa de agua superficial

 MUY ALTA, DETRÍTICAS

 BAJA, DETRÍTICAS

 BAJA, CARBONATADAS

 MUY BAJA, EVAPORÍTICAS

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

Nombre	Litología	Permeabilidad	Edad geológica		Espesor (m)	Extensión afloramiento (km ²)
			Sistema	Serie		
Calizas lacustres	Calizas, lutitas y yesos	Baja	Neógeno	Mioceno	170	53

5.3 ACUÍFEROS

Acuífero	Extensión afloramiento (km ²)	% de afloramiento en la MSBT	Régimen Hidráulico	Espesor (m)	Tipo Porosidad	Nombre FGP
Calizas lacustre miocenas	53	50,31	Predominantemente libre	170	Karstificación- Fisuración	Calizas lacustres

Descripción general:

Dentro de esta masa de agua se han considerado como formación acuífera a las calizas lacustres miocenas, relacionadas con el funcionamiento de las lagunas.

- Calizas lacustres: engloba dos niveles acuíferos carbonatados de origen lacustre instalados sobre las unidades litológicas superior e intermedia. Se trata de acuíferos cársticos de baja permeabilidad y gran heterogeneidad y anisotropía, en los que la permeabilidad se ha desarrollado a favor de la red de diaclasas existentes. El nivel superior presenta un carácter libre en toda su extensión, mientras que el nivel intermedio presenta un comportamiento de acuífero libre en el sector meridional y confinado en el sector septentrional. El nivel impermeable de base está constituido por el tramo lutítico que separa las unidades intermedia e inferior.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Acuífero	Nombre FGP	Método determinación	Transmisividad (T m ² /día)		Coeficiente de almacenamiento (S)	
			Mín	Máx.	Mín	Máx.
Calizas lacustre miocenas	Calizas lacustre	Ensayo de inyección	0,27			
Calizas lacustre miocenas	Calizas lacustre	Ensayo de bombeo	0,02			

Descripción general:

Los materiales carstificados que alberga esta masa de agua muestran una permeabilidad muy variable, con valores entre 10^{-6} y 10 m/d. Esta fuerte anisotropía es propia de un medio cárstico, en el que el agua circula por vías preferentes (diaclasas y grietas de disolución). Los valores del coeficiente de almacenamiento oscilan entre $4,2 \cdot 10^{-7}$ a $1,7 \cdot 10^{-4}$, siendo el valor más representativo de $4 \cdot 10^{-7}$.

Dentro de esta masa de agua tan solo se ha podido localizar un ensayo de bombeo y de inyección llevados a cabo en el punto de la red de control cuantitativo del Ministerio situado al NE de la masa de agua. Arrojan valores de transmisividad de 0,024 y 0,27 m²/día respectivamente.

5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

El esquema general de circulación es de recarga por infiltración de las precipitaciones en las zonas elevadas y descarga en las zonas deprimidas. La descarga se realiza principalmente a través de la evaporación en las lagunas, y hacia los límites exteriores de los acuíferos por los barrancos que alcanzan la plataforma. La ausencia de manantiales y de otras descargas cuantificables hace pensar que el volumen de descarga es suficientemente bajo como para producirse por evaporación, algo lógico por otra parte, teniendo en cuenta que se trata de una zona de clima semidesértico, con un régimen de lluvias muy bajo y una elevada evapotranspiración.

En el acuífero superior, la componente principal del flujo es SO-NE. La disposición de la superficie piezométrica refleja un importante control topográfico, debido a la baja permeabilidad de los materiales involucrados. También en el acuífero inferior es evidente un fuerte control topográfico, que condiciona las direcciones de flujo. De esta forma, en el ámbito geográfico de la masa de agua subterránea, la componente es hacia el N, en dirección a las lagunas.

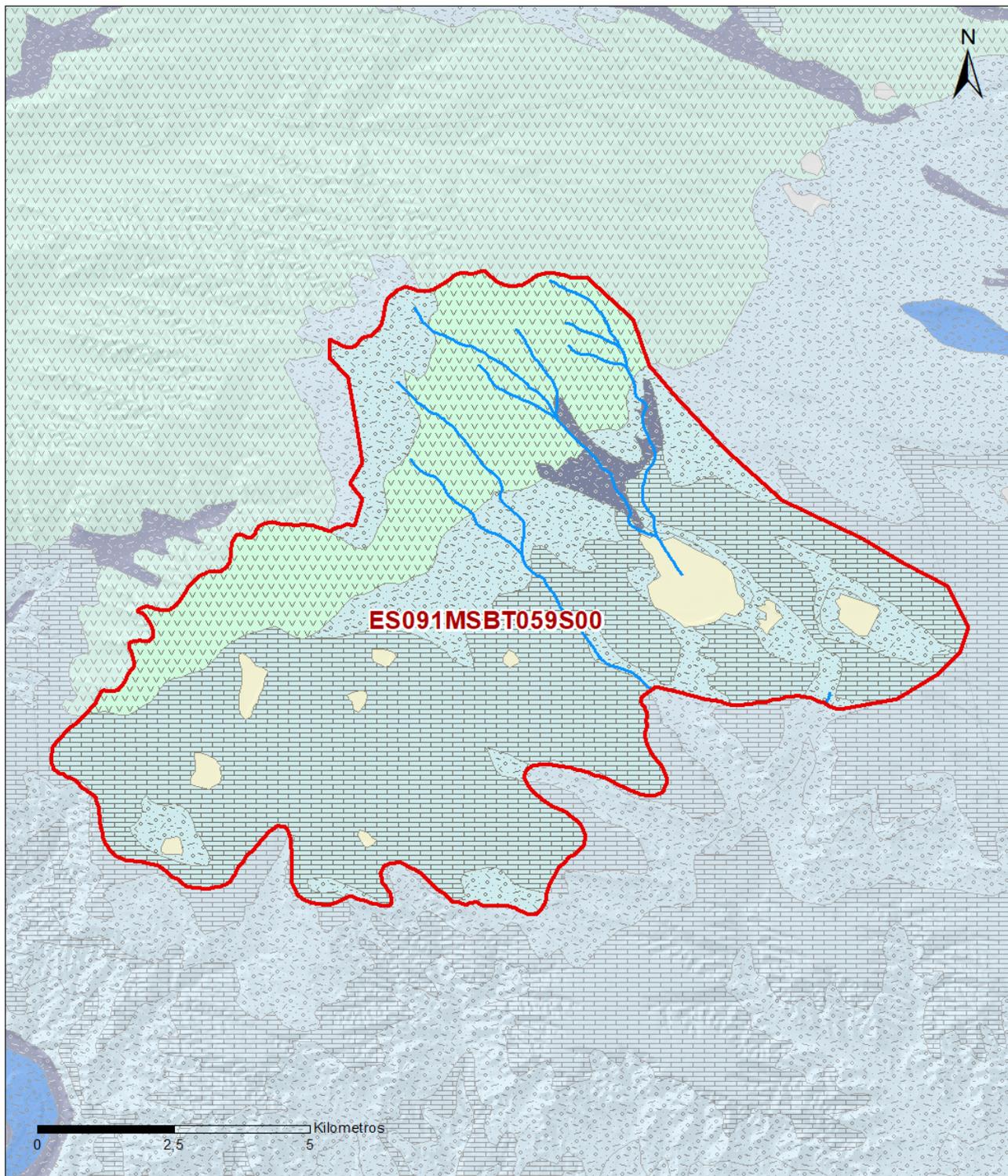
De forma más puntual, en las lagunas debido a la elevada salinidad alcanzada por evaporación provoca la existencia de flujos descendentes.

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS**5.6.1 ESQUEMA TOPOLOGICO**

Recinto Hidrogeológico	
Código	Nombre
ES091MSBT059S00	Lagunas de Los Monegros

5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

5.6.3 PARÁMETROS DE LA RELACIÓN MSPF/MSBT



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

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

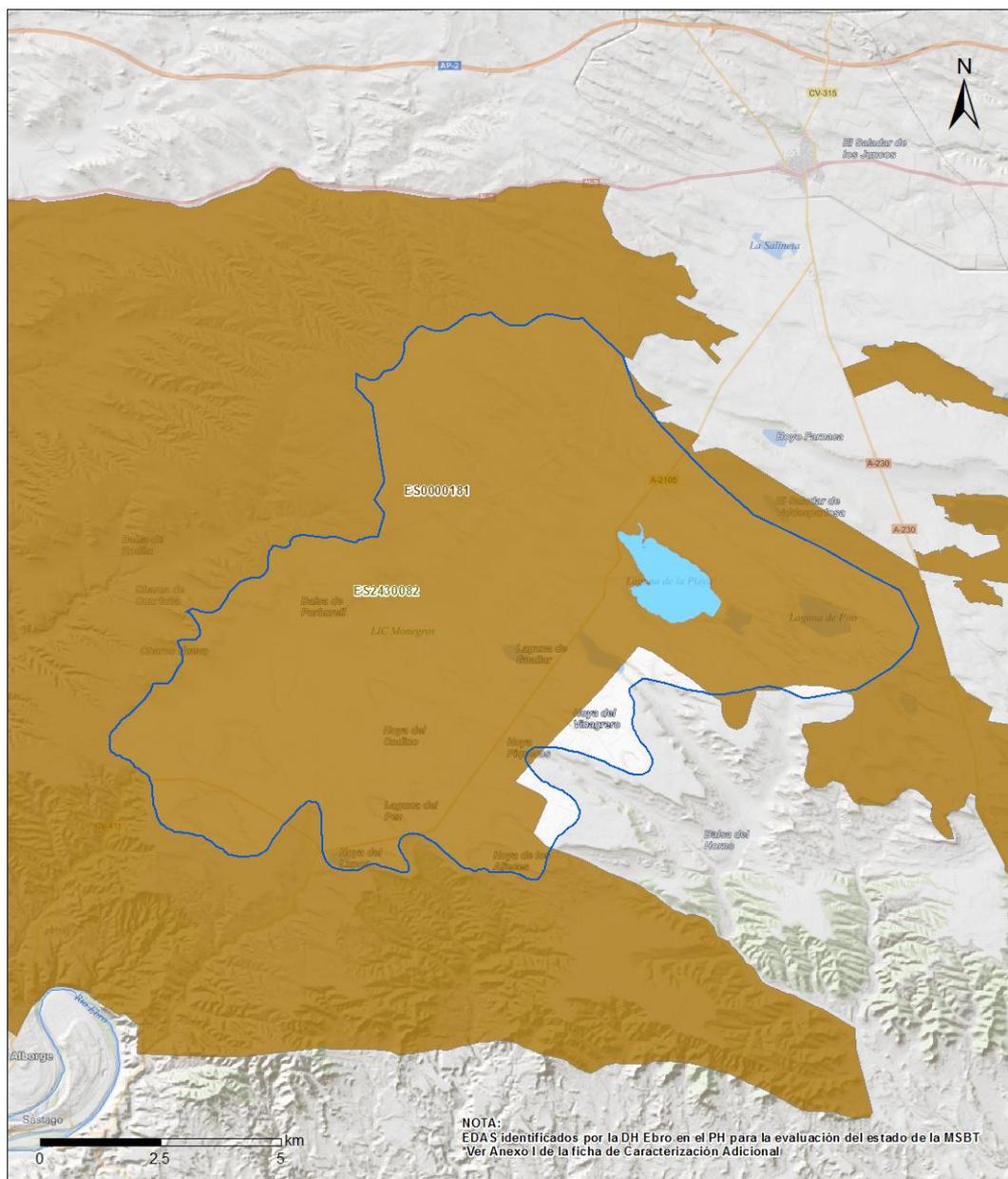
Ver Anexo 1.

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



NOTA:
EDAS identificados por la DH Ebro en el PH para la evaluación del estado de la MSBT
Ver Anexo I de la ficha de Caracterización Adicional

LEYENDA

- Red Hidrográfica
- MSBT ES091MSBT059**
Lagunas de Los Monegros
- MSPF Lago (Mal Estado)
- Código MSPF | Nombre MSPF
- ES091MSPF989 | Laguna de la Playa

SITES RN2000 (ZEPA) con ETDAS en Mal Estado

- Código SITE , Código Hábitat, Nombre Hábitat
- ES0000181, 1410, Pastizales salinos mediterráneos (Juncetalia maritima)

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

- Código SITE - Código Hábitat - Nombre Hábitat
- ES2430082 | 1410 | Pastizales salinos mediterráneos (Juncetalia maritima)
- ES2430082 | 1510 | Estepas salinas mediterráneas (Limonietalia) (*)

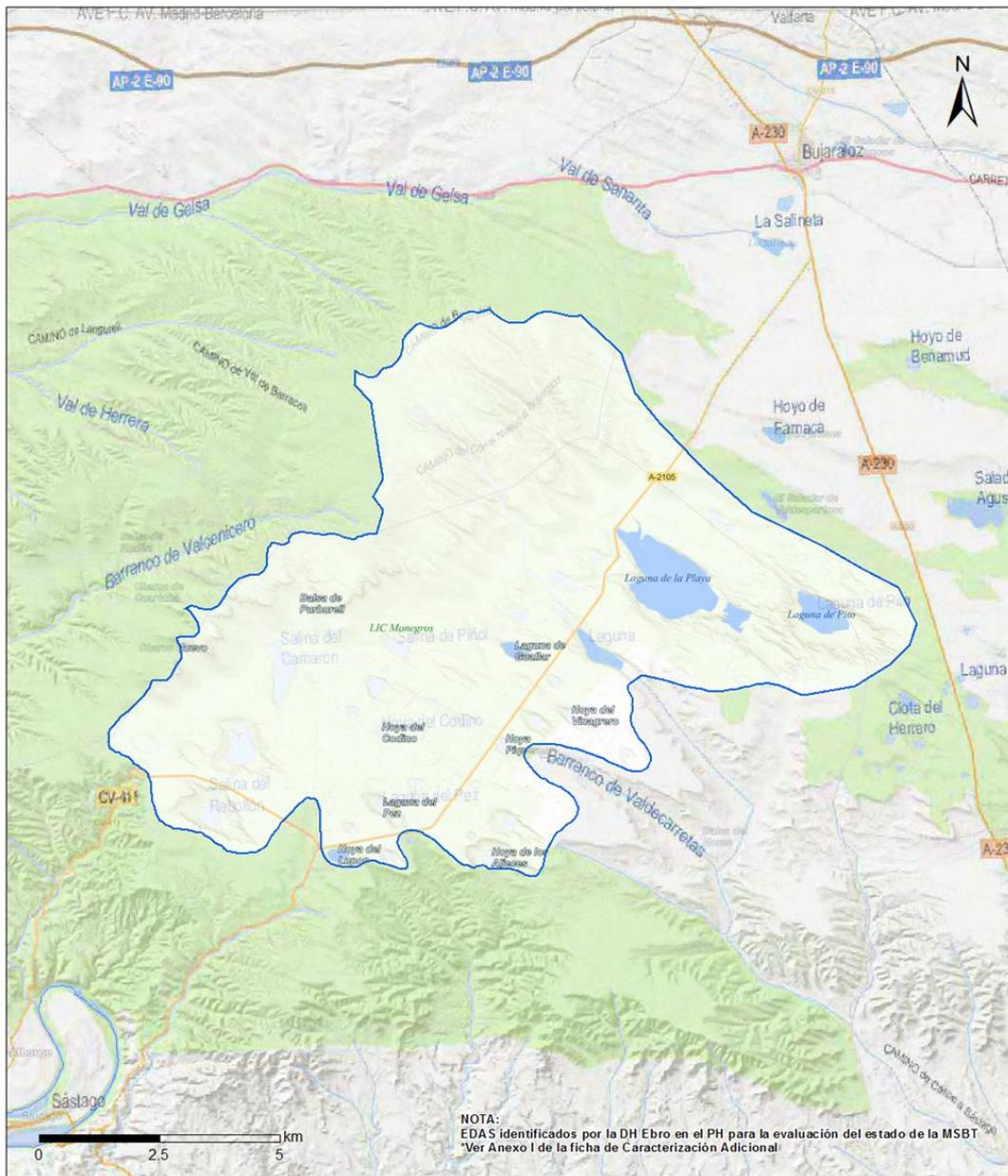
6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Información más detallada acerca de las ZZPP relacionadas con las aguas subterráneas 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

-  Red Hidrográfica
-  MSBT ES091MSBT059
-  Lagunas de Los Monegros

NO SE HAN IDENTIFICADO ZONAS PROTEGIDAS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN ESTA MSBT

7.- EVALUACIÓN DE RECURSOS

7.1 BALANCE HÍDRICO

7.1.1 RÉGIMEN NATURAL (RN)

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

7.1.2 RÉGIMEN ACTUAL (RA)

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

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

7.2.1 2º Ciclo de Planificación (2015)

Recursos renovables (RR) PH2015 (hm ³ /año)	0,03
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm ³ /año)	0,00
Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm ³ /año)	0,00
Recurso disponible (RD) PH2015 (hm ³ /año)	0,02
Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD]	0,00

7.2.2 3º Ciclo de Planificación (2021)

Recursos renovables (RR) PH2021 (hm ³ /año)	0,00
Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm ³ /año)	0,00
Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm ³ /año)	0,00
Recurso disponible (RD) PH2021 (hm ³ /año)	0,00
Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD]	0,00

“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

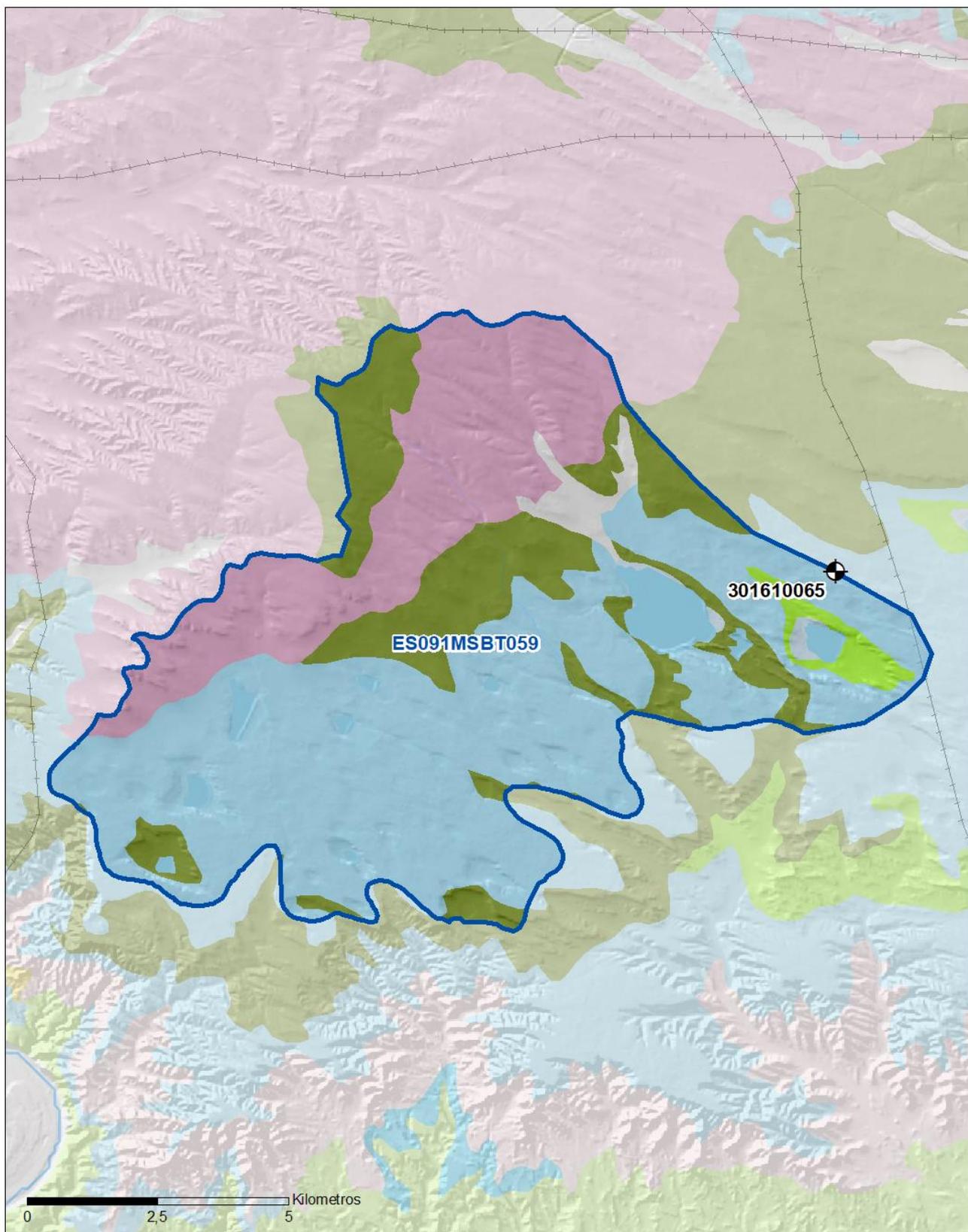
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

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
301610065	Piezometría	738.312	4.589.865	Calizas lacustres	30/05/1996			55,0	340	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
301610066	Piezometría	741.881	4.590.647	Otros acuíferos	21/04/1990			120,0	329	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

8.2 MAPAS DE LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL

Localización de puntos de control



LEYENDA

-  MSBT
-  Red hidrográfica

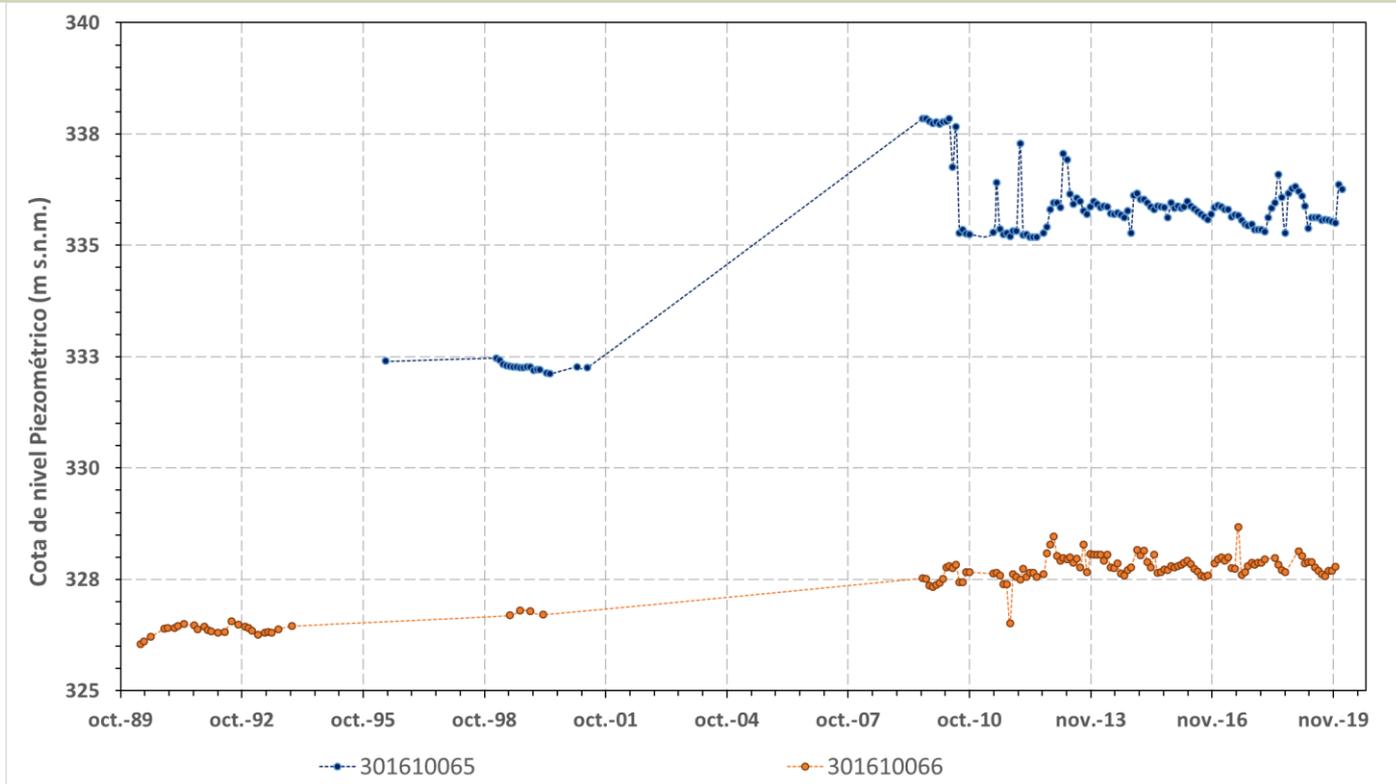
Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo

-  Piezometría
-  Hidrometría

8.3 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA PIEZOMETRÍA

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

Gráfico de la evolución piezométrica en los puntos de control



Observaciones a la evolución general de la piezometría / hidrometría

Asociados a esta masa de agua se encuentran 2 puntos de la red de control cuantitativo de las aguas subterráneas, ambos emboquillados en la unidad geológica del Oligoceno-Mioceno de Bujaraloz-Sariñena, en los afloramientos de su tramo inferior.

El piezómetro IPA-301610065 localizado en el extremo NE de la masa de agua se construyó en junio de 2010. Las lecturas de nivel piezométrico anteriores a esa fecha están extrapolados del punto IPA-301610011 que corresponde con un pozo de 15 m situado a unos 900 m de distancia sobre la misma formación geológica. La serie más completa desde noviembre de 2009 hasta la actualidad muestra un ascenso del nivel piezométrico de algo más de 5 m con respecto a las medidas tomadas a finales de los años 90. Acusa un fuerte descenso en agosto de 2010 con una recuperación en noviembre de 2012 y otro agotamiento algo menor desde mayo de 2017 a marzo de 2018, con una posterior recuperación en primavera de 2018, situándose el nivel en los últimos años entre las cotas 335 y 336 m s.n.m.

El otro piezómetro, IPA-301610066 se encuentra fuera de los límites de la masa de agua en el Saladar de Agustín. También acusa una subida muy prolongada del nivel freática desde inicio de las medidas en abril de 1990, con un rango de variación de toda la serie de 2,63 m.

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

Código punto	Año inicio	Año fin	Número de datos	NP Máx. (m s.n.m.)	NP Mín. (m s.n.m.)	NP Medio (m s.n.m.)	Variación de NP	Vel. de variación NP (m/año)	FGP/Acuífero	Seleccionado
301610065	1996	2020	148	337,9	332,1	335,4	5,7	0,16	Calizas lacustres	No
301610066	1990	2019	142	328,7	326,1	327,5	2,6	0,06	Otros Acuíferos	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

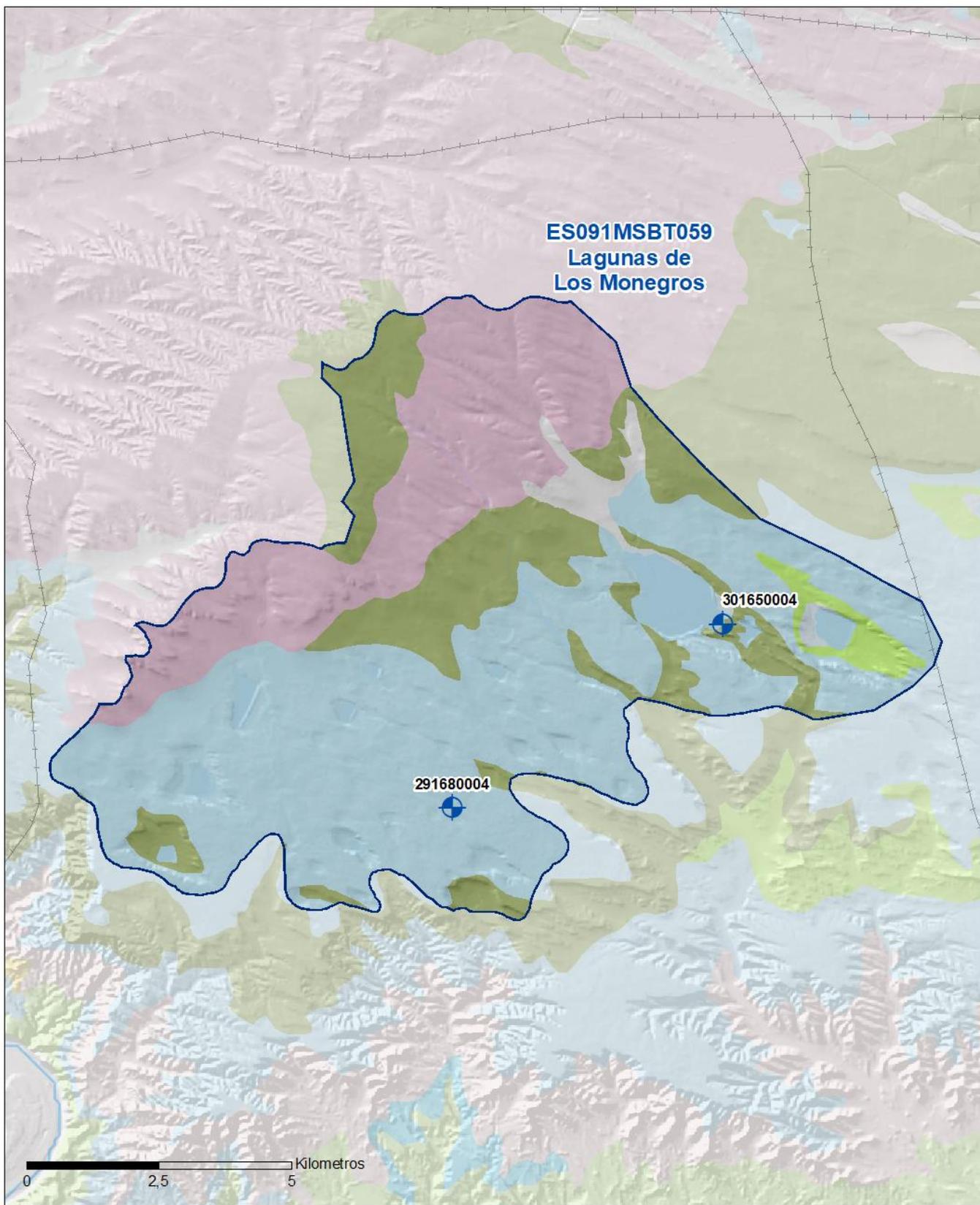
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

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					
291680004	607	730.892	4.585.111	350	19,8	SONDEO	Calizas lacustres	12/02/2015
301650004	612	735.972	4.588.603	328	20,0	SONDEO	Calizas lacustres	12/02/2015

Puntos de Muestreo Código	PDS Estado Químico			PDS Zonas Protegidas		Uso Captación
	PC Vigilancia	PC Operativo	PC Abastecimiento	PC NO3	PC EDAS	
291680004	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
301650004	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Mapa Red Control



LEYENDA

 Red hidrográfica

 MSBT

Tipo de Captación

 SONDEO

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
291680004	Calizas arenosas, areniscas calcáreas y margas (calizas lacustres)	Clorurada sódica

Diagrama Piper Hill Langelier

MSBT Aluvial Lagunas de los Monegros (2019)

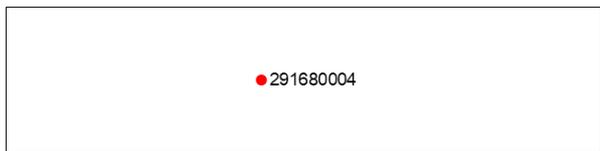
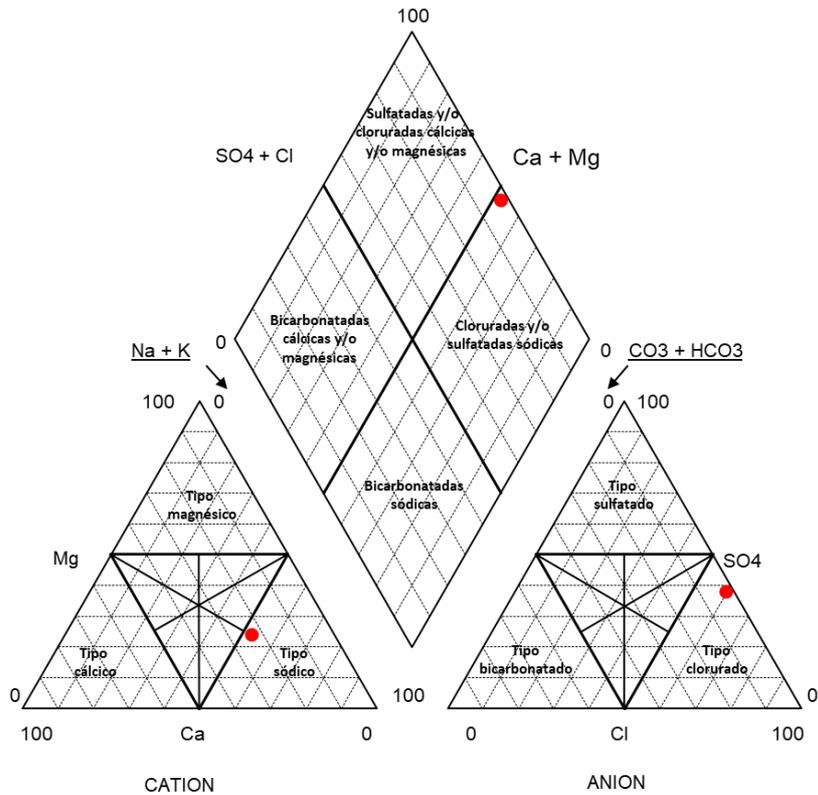
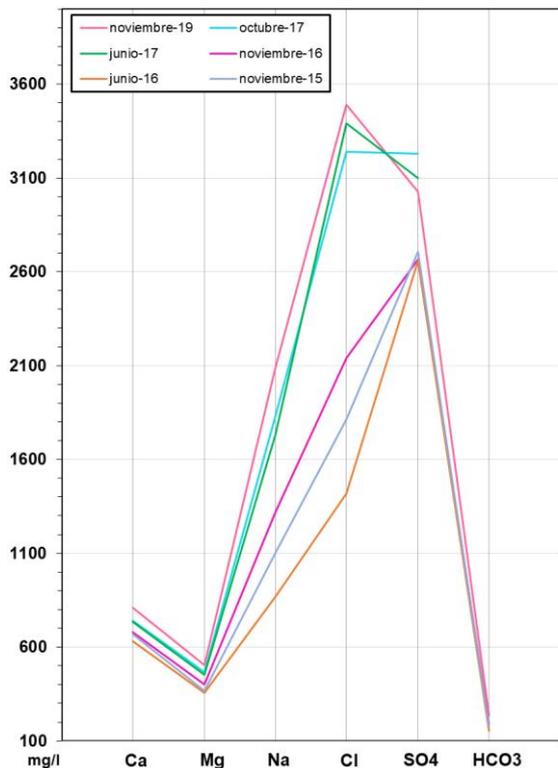


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 291680004

Lagunas de los Monegros 291680004 (2015-2019)



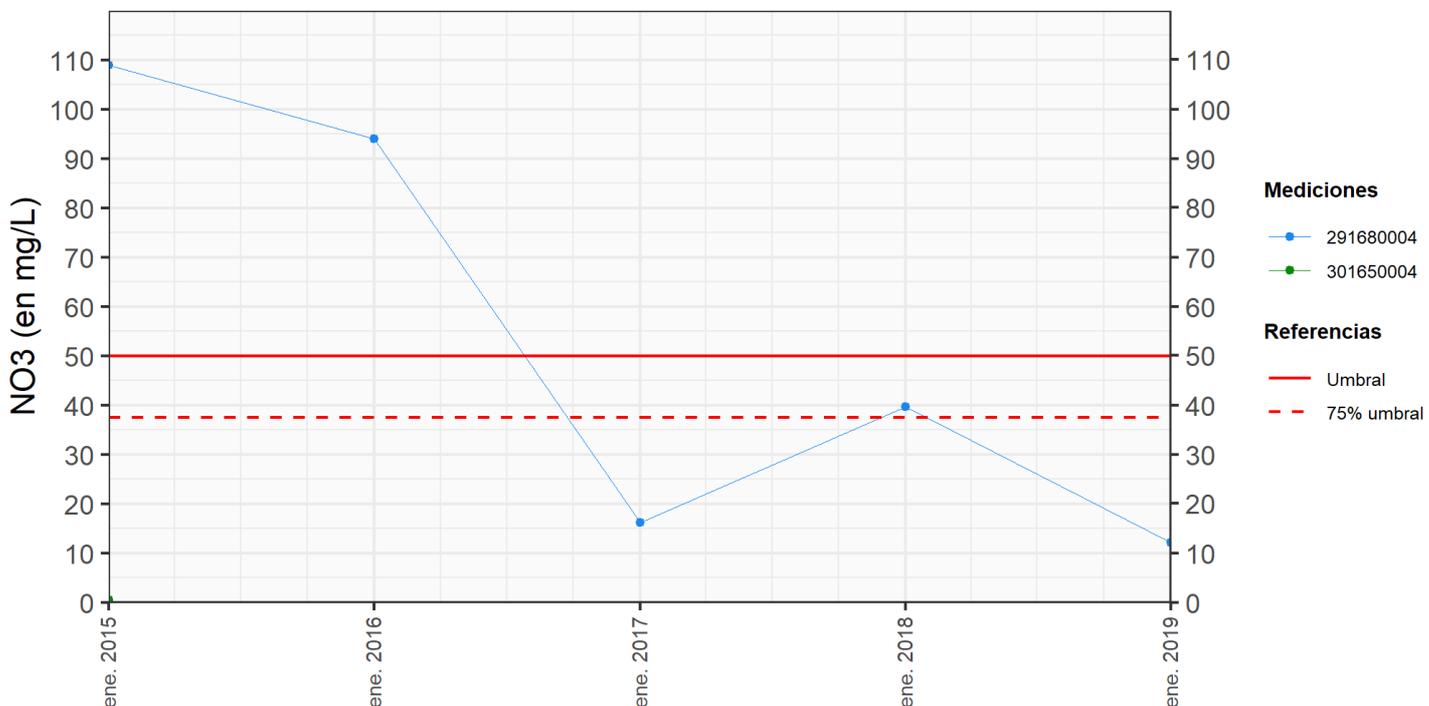
9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

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

9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

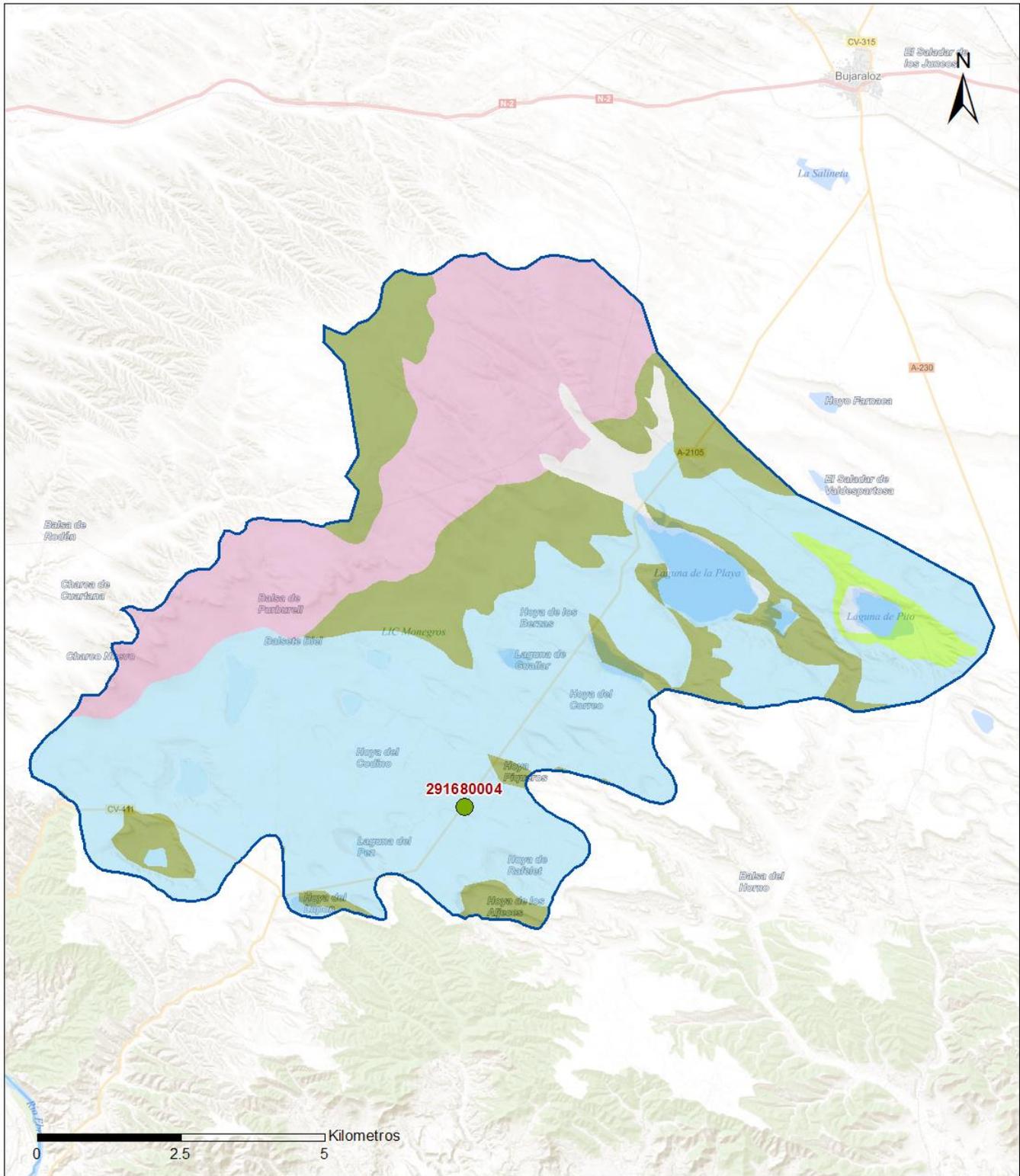
SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO	Nº	Nitrato (NO ₃ ⁻)
	1	

Gráficas de Evolución



ES091MSBT059 - NO3 (en mg/L)

Mapa de distribución actual



LEYENDA



MSBT:

ES091MSBT059

Lagunas de Los Monegros

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

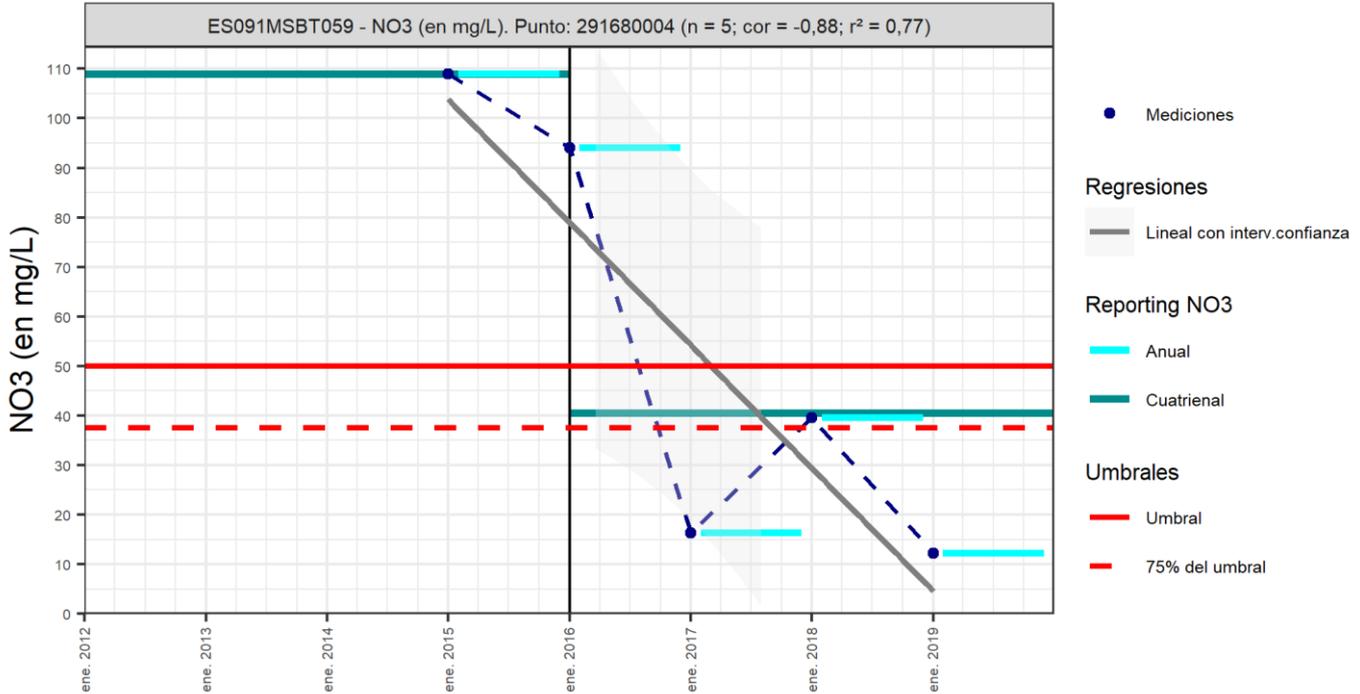
Esta masa de agua solo dispone de dos puntos de control del estado químico de las aguas subterráneas. El punto IPA-29168004 se sitúa al SE de la masa de agua y corresponde con un sondeo que atraviesa 19,8 m de calizas y yesos de la formación Bujaraloz-Sariñena (FGP-Calizas lacustres). Este punto perteneciente a la red de nitratos, solo posee datos desde el año 2015 hasta el 2019. El otro punto, el IPA- 301650004, situado al NE de la masa de agua, pertenece a la red de Vigilancia, y solo posee una medida de la concentración de nitrato en 2015. Corresponde también a un sondeo de 20 m en la misma formación geológica en la laguna de la Playa.

Dada la disponibilidad de dato en estos dos puntos, solo se puede realizar un análisis por cuatrienios en el punto IPA-29168004.

Gráfico de evaluación de tendencia

Nitrato (NO₃⁻)

Código Punto 291680004



Análisis de tendencias

Esta masa de agua solo dispone de un punto de control que presente medidas continuas de la concentración de nitratos en los últimos 5 años (2015-2019) (IPA- 291680004). Esta serie tan corta, no permite realizar un análisis de tendencias por el método no paramétrico de Mann-Kendall y el método de regresión lineal simple, muestra un resultado de tendencia descendente, pero con un nivel de confianza medio (serie corta de solo 5 años y R²=0,7682).

Presenta una concentración muy elevada en 2015 y 2016, cercana a 100 mg/L, frente a valores de menos de 40 mg/L obtenidos en los últimos 3 años de la serie. Esto permite descender el promedio por cuatrienios de 109 en 2012-2015 a 40,5 mg/L en 2016-2019, situándose la concentración de nitrato por debajo de la norma de calidad de 50 mg/L .

Resultados del análisis de tendencias

Código Punto	Unidad	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	N test	Nitrato (NO ₃ ⁻)		
								Valor Mín.	Valor Máx.	75% NC./ V.Umbral
291680004	mg/L	Histórica	2015	2019	Anual	5	0	12,20	109,90	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
291680004							

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

Código Punto	Serie	Año inicio	Año Fin	Agregación	N total	Valor Min.	Valor Máx.	V. Base 2007-2008	75% NC (mg/L)	3º	4º	(Δ)Valor de Tendencia (mg/L)	Tendencia
										Cuatrienio (2012-2015)	Cuatrienio (2016-2019)		
291680004	Histórica	2015	2019	Cuatrienal	2	40,51	109,00		37,50	109,00	40,51	-68,49	Descendente

10.- CONCLUSIONES

La masa de agua subterránea de la Laguna de Monegros se localiza en el sector centro-oriental de la cuenca del Ebro, en una zona de relieve muy suave caracterizada por la formación de lagunas endorreicas. Abarca diversos barrancos que descargan directamente sobre las lagunas o en la margen izquierda del río Ebro, entre la localidad de Gelsa y el embalse de Mequinenza. Posee una superficie de 104 km², que se reparte básicamente entre los municipios zaragozanos de Sástago, Bujaraloz y Pina de Ebro.

Está formada por materiales de origen palustre y lacustre (calizas, margocalizas y yesos) que se depositaron durante Oligoceno y Mioceno en el sector central de la Depresión del Ebro. Dentro de la masa de agua se pueden identificar tres unidades litológicas: una superior constituida por calizas y lutitas con algún nivel de yesos y una potencia máxima de 70 m; una intermedia, menos lutítica, formada por calizas y yesos con una potencia máxima de 50 m; y finalmente otra inferior de carácter detrítico hacia el O y carbonatado hacia el E y el N y una potencia máxima de 100 m.

Las calizas de las unidades superiores e inferiores se identifican como formación acuífera y constituyen el único acuífero definido dentro de esta masa de agua (Calizas lacustres). Forman un acuífero cárstico de baja permeabilidad y gran heterogeneidad y anisotropía, en el que la permeabilidad se ha desarrollado a favor de la red de diaclasas existentes. El nivel superior presenta un carácter libre en toda su extensión, mientras que el nivel intermedio presenta un comportamiento de acuífero libre en el sector meridional y confinado en el sector septentrional. Solo se ha localizado un ensayo de bombeo dentro de esta formación, que arroja valores muy bajos de transmisividad de 0,024 m²/día.

Las características geológicas, estructurales y edafológicas, le confieren un grado de vulnerabilidad a la contaminación según DRASTIC reducido (Min=Grado 1; Max=Grado 10) de grado bajo a muy bajo (grados 1 al 4) al 90% de la superficie de esta masa de agua. Se trata de una masa de agua configurada en su mayor parte por materiales de muy baja permeabilidad que hacen que sea poco vulnerable a la contaminación. Las zonas que alcanzan el mayor grado dentro de esta masa (moderado-alto) son muy reducidas, limitándose al entorno de las lagunas.

Los límites que conforma esta masa de agua, se establecen aproximadamente a partir del área de aportación de la zona endorreica. La recarga se produce por infiltración de las precipitaciones en las zonas elevadas y descarga en las zonas deprimidas, siendo la evaporación en las lagunas la principal salida de agua. También se producen descargas hacia los límites exteriores de los acuíferos por los barrancos que alcanzan la plataforma calcárea. No se localizan manantiales ni otras formas de descargas cuantificables lo que hace pensar que el volumen de descarga es suficientemente bajo como para producirse por evaporación. La dirección del flujo en el ámbito de esta masa de agua está fuertemente condicionada por la topografía, siendo la componente principal hacia el N, en dirección a las lagunas.

Dentro de esta masa de agua no se identifica como presión significativa la extracción de agua. Dispone de 2 piezómetros de control en los que se observa una recuperación generalizada desde inicio de las lecturas en 1990. El piezómetro IPA-301610065 localizado en el extremo NE, presenta un rango de variación de 5,73 m y un ascenso del nivel piezométrico desde una cota a finales de los años 90 de 332 m. s.n.m. hasta 335-336 m s.n.m. obtenida en los últimos 9 años. El otro piezómetro (IPA-301610066) se sitúa al NE, sobre la misma unidad geológica, pero fuera de los límites de la masa de agua. También muestra un ascenso del nivel piezométrico desde inicio de las medidas en 1990, pero algo más moderado, con un rango de variación en toda la serie de 2,63 m.

Solo dispone de dos puntos de control del estado químico de las aguas subterráneas correspondientes con dos sondeos de 20 m situados al NE y SE de la masa de agua. Muestran una facies química dominante clorurada sódica, con una elevada salinidad (sólidos disueltos totales (SDT) > 5.000 mg/L). La conductividad eléctrica oscila entre 6.700 y 12.400 µS/cm y la concentración en mg/L de CaCO₃, calculada a partir de las concentraciones máximas y mínimas de Ca y Mg varían entre 3.000 y 4.000 mg/L lo que indica que se trata de aguas de naturaleza muy dura. Los puntos de control no poseen registros en el periodo 2007-2008, de modo que no se puede establecer si existe o no una evolución clara de la composición química de las aguas subterráneas en esta masa de agua. A partir de la representación de los muestreos en los diagramas de columna, tan solo se observa en el punto IPA-291680004 una amplia variación del contenido en cloro y sodio sin una clara relación estacional.

La masa de agua de la Laguna de Monegros se encuentra en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales por contaminación difusa. Se identifica en esta masa de agua como presión difusa significativa la agricultura (2.2), con un impacto probable de contaminación por nutrientes (NUTR). El contaminante de riesgo asociado a esta contaminación corresponde al nitrato con concentraciones que varían entre 12,2 y 109 mg/L (2004-2019). Solo dispone de un punto de control que presente medidas continuas de este contaminante en los últimos 5 años (2015-2019) (IPA- 291680004). Esta serie tan corta, no permite realizar un análisis de tendencias por el método no paramétrico de Mann-Kendall y el método de regresión lineal simple, muestra un resultado de tendencia descendente, pero con un nivel de confianza medio (serie corta de solo 5 años y R²=0,7682). Presenta una concentración muy elevada en 2015 y 2016, cercana a 100 mg/L, frente a valores de menos de 40 mg/L obtenidos en los últimos 3 años de la serie. Esto permite descender el promedio por cuatrienios de 109 en 2012-2015 a 40,5 mg/L en 2016-2019, situándose la concentración de nitrato por debajo de la norma de calidad de 50 mg/L.

11.- PLAN DE ACCIÓN

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Zona no saturada y vulnerabilidad: los estudios de mejora del conocimiento de la zona no saturada definen los principales parámetros que condicionan la entrada y transporte del contaminante hasta alcanzar el nivel freático. Se trata de una MSBT en la que se ha identificado contaminación difusa (NO_3). La realización de estos trabajos va a permitir conocer el volumen y dispersión de estos contaminantes en la ZNS, cuantificar la capacidad de atenuación natural que presenta esta zona, y hacer prognosis bajo diferentes escenarios de buenas prácticas agrarias como respuesta a la Directiva 91/676/CEE.

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. 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. 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 EAAS (Laguna de la Playa) y cuatro ETDAAS de pastizales y estepas salinas mediterráneas pertenecientes a la RN2000 (la ZEPA de La Retuerta y Saladas de Sástago y el LIC Monegros) en mal estado de conservación, por lo que sería conveniente el estudio de su afección y realizar un análisis de cómo su estado puede estar relacionado con el estado de las aguas subterráneas (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.

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.

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.

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.
 - 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.
 - García Vera, M. A (1995). Hidrogeología de zonas endorreicas en climas semiáridos. Aplicación a los Monegros. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña.
 - IGME (1997). Mapa Geológico de España, Escala 1:50.000. Hoja 413-Gelsa y Hoja 414-Bujaraloz
 - 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: ES091MSBT059 - LAGUNAS DE LOS MONEGROS

Código espacio RN2000	Nombre espacio RN2000	Tipo RN2000	Código hábitat	Nombre hábitat dependiente de aguas subterráneas	Grado conservación
ES2430082	Monegros	LIC	1510	Estepas salinas mediterráneas (Limonietalia) (*)	C
ES2430082	Monegros	LIC	1410	Pastizales salinos mediterráneos (Juncetalia maritimae)	C
ES0000181	La Retuerta y Saladas de Sástago	ZEPA	1410	Pastizales salinos mediterráneos (Juncetalia maritimae)	C
ES0000181	La Retuerta y Saladas de Sástago	ZEPA	1410	Pastizales salinos mediterráneos (Juncetalia maritimae)	C

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.



MSBT: ES091MSBT059 - LAGUNAS DE LOS MONEGROS

Parámetro	T (In situ)	pH	C.E. (20°C) (In situ)	O ₂ (In situ)	DQO	Dureza	Alcalinidad
Unidad	°C	Ud. pH	µS/cm	mg/L	mg/L O ₂	mg/L CaCO ₃	mg/L CaCO ₃
Código Punto	291680004						
Valor							
Máx.	18,7	7	12.366	7,80	<LQ	<LQ	205,0
Mín.	15,5	7	6.756	1,30	<LQ	<LQ	188,0
P50	17,7	7	9.127	4,10	<LQ	<LQ	196,5
N reg.	5	4	9	8	4		2

Código Punto	301650004						
Valor							
Máx.	<LQ	7	128.300	4,00	<LQ	<LQ	99,0
Mín.	<LQ	7	122.000	4,00	<LQ	<LQ	99,0
P50	<LQ	7	125.150	4,00	<LQ	<LQ	99,0
N reg.		2	2	1			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	291680004								
Valor									
Máx.	238,0	<LQ	3.491,00	3.230,0	138,0	<LQ	5,00	2.087,0	79,0
Mín.	154,9	<LQ	1.419,00	2.659,0	6,3	<LQ	<LQ	870,0	32,4
P50	184,8	<LQ	2.690,50	2.866,0	28,8	<LQ	0,04	1.524,5	66,2
N reg.	4	4	6	6	8	6	6	6	6

Código Punto	301650004								
Valor									
Máx.	<LQ	<LQ	50.000,00	16.600,0	<LQ	1,48	0,10	25.000,0	869,0
Mín.	<LQ	<LQ	50.000,00	16.600,0	<LQ	1,48	0,10	25.000,0	869,0
P50	<LQ	<LQ	50.000,00	16.600,0	<LQ	1,48	0,10	25.000,0	869,0
N reg.			1	1	1	1	1	1	1

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	291680004								
Valor									
Máx.	810,0	506,0	<LQ	<LQ	<LQ	1,22	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	631,0	358,0	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
P50	708,0	428,0	<LQ	<LQ	<LQ	0,08	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	6	6				6			

Código Punto	301650004								
Valor									
Máx.	1.950,0	2.790,0	<LQ	<LQ	<LQ	16,40	<LQ	<LQ	<LQ
Mín.	1.950,0	2.790,0	<LQ	<LQ	<LQ	16,40	<LQ	<LQ	<LQ
P50	1.950,0	2.790,0	<LQ	<LQ	<LQ	16,40	<LQ	<LQ	<LQ
N reg.	1	1				1			

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