

CARACTERIZACIÓN ADICIONAL DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA



MSBT: ES091MSBT101 - ALUVIAL DE TORTOSA

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 ES091MSBT101 Nombre MSBT ALUVIAL DE TORTOSA

Código DH ES091 Nombre DH Ebro

Descripción localización:

La MSBT de agua subterránea ES091MSBT101 Aluvial de Tortosa, se localiza en la zona suroriental de la demarcación hidrográfica del Ebro y pertenece al Dominio Hidrogeológico Maestrazgo-Catalánides. La MSBT tiene una superficie de 67 km² íntegramente en la provincia de Tarragona (C.C.A.A Cataluña). Las principales poblaciones Tortosa, Amposta y L'Aldea.

| C.C.A.A. | Provincia | Municipio | | % Área Municipio | |
|----------|-----------|-----------|---------------|------------------|---------------|
| | | Código | Nombre | Incluido MSBT | Respecto MSBT |
| Cataluña | Tarragona | 43155 | Tortosa | 18,30 | 59,94 |
| Cataluña | Tarragona | 43149 | Tivenys | 11,75 | 9,40 |
| Cataluña | Tarragona | 43133 | Roquetes | 3,73 | 7,65 |
| Cataluña | Tarragona | 43014 | Amposta | 3,62 | 7,48 |
| Cataluña | Tarragona | 43904 | Aldea, L' | 12,24 | 5,52 |
| Cataluña | Tarragona | 43052 | Xerta | 10,80 | 5,24 |
| Cataluña | Tarragona | 43006 | Aldover | 11,63 | 3,52 |
| Cataluña | Tarragona | 43138 | Santa Bàrbara | 1,50 | 0,63 |
| Cataluña | Tarragona | 43078 | Masdenverge | 2,27 | 0,49 |
| Cataluña | Tarragona | 43025 | Benifallet | 0,13 | 0,12 |

1.2 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL Y TERRITORIAL

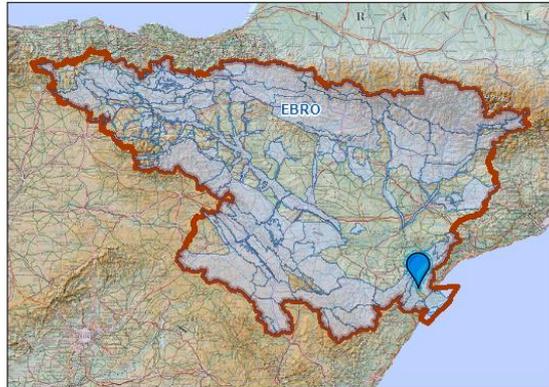
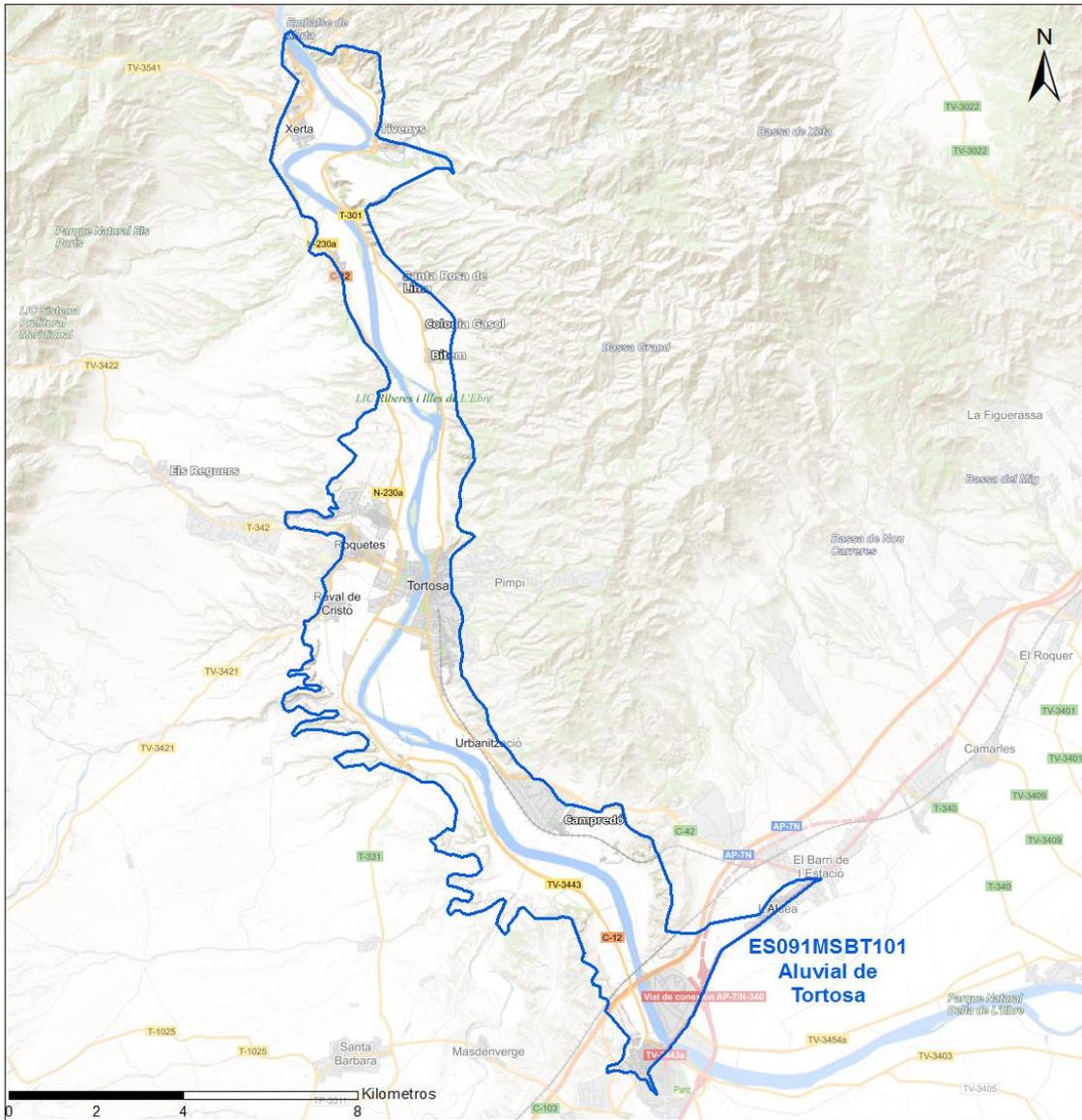
| | | | | | |
|--|---------|------------------------------|-----|-------------|-----------|
| Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC) | ETRS89 | ZONA UTM | 30N | Código ESPG | 25830 |
| Coordenada UTM X (CENTROIDE) | 797.487 | Coordenada UTM Y (CENTROIDE) | | | 4.523.566 |
| Longitud (CENTROIDE) | 0,52672 | Latitud (CENTROIDE) | | | 40,80927 |
| MDE empleado | 5 m. | Rango de altitud (m s.n.m.) | | | 125 |
| Altitud mínima (m s.n.m.) | -3 | Altitud máxima (m s.n.m.) | | | 122 |
| Área total de la MSBT (km ²) | 67 | | | | |

1.3 POBLACIÓN ASENTADA

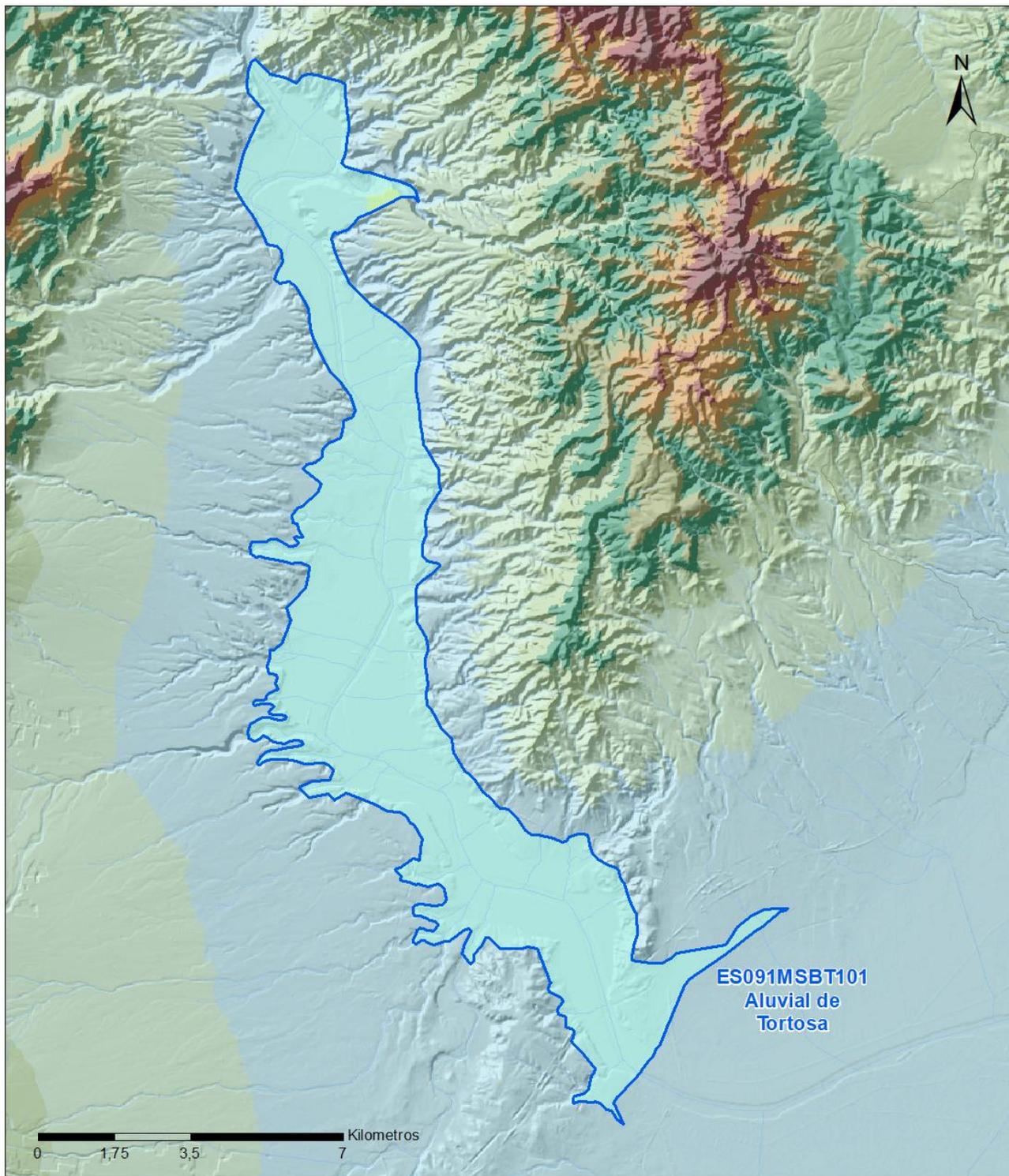
| | | | |
|---------------|-------|-----|------|
| Nº habitantes | 8.080 | Año | 2019 |
|---------------|-------|-----|------|

1.4 MAPA DE LOCALIZACIÓN Y TOPOGRÁFICO

Mapa de localización



Mapa topográfico



MAPA HIPSOMÉTRICO

LEYENDA

-  MSBT
-  Red Hidrográfica

RANGOS DE ALTITUDES (msnm)

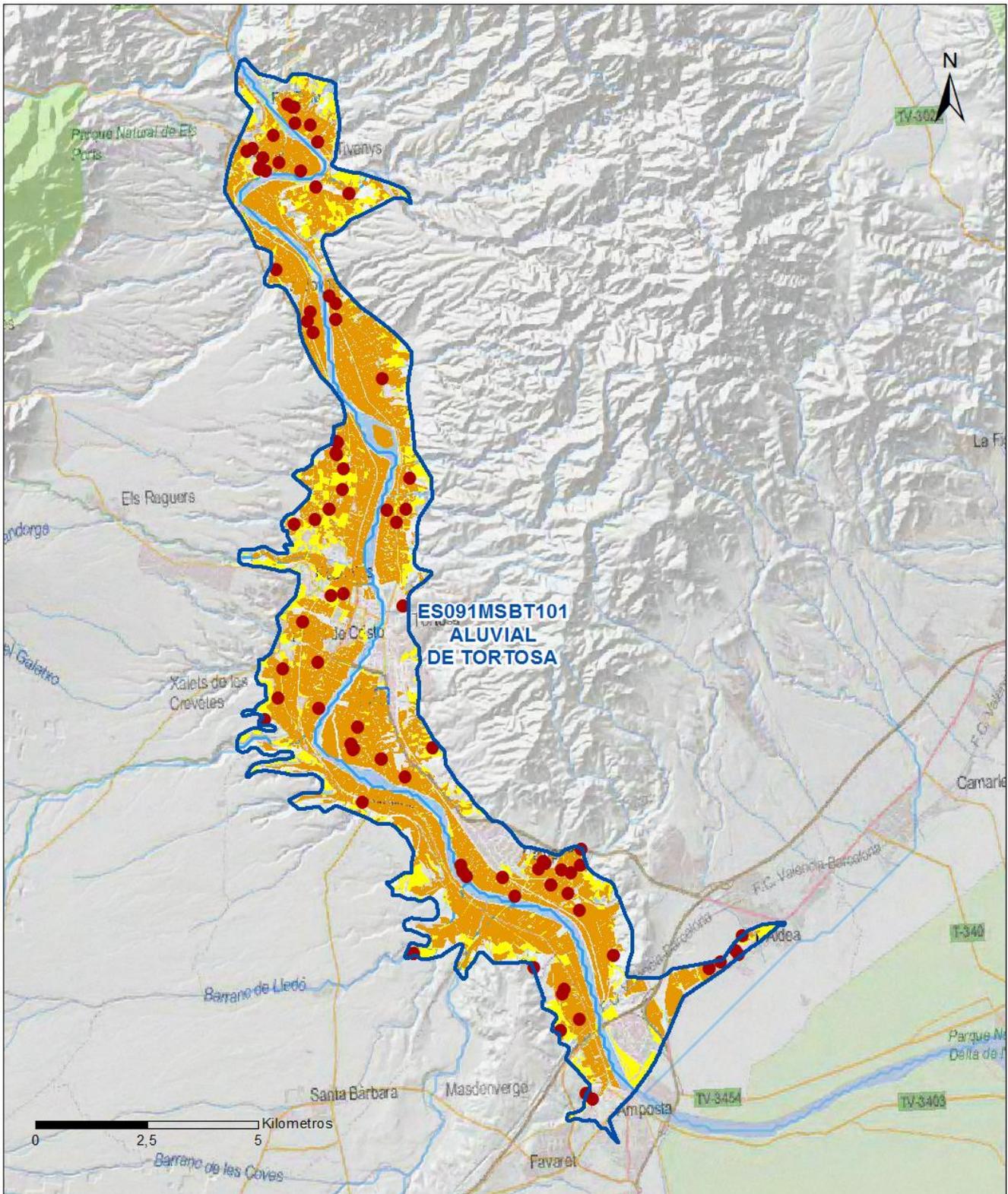
- | | | | | | |
|---|-----------|---|-----------|---|---------------|
|  | 0 - 100 |  | 400 - 500 |  | 800 - 900 |
|  | 100 - 200 |  | 500 - 600 |  | 900 - 1,000 |
|  | 200 - 300 |  | 600 - 700 |  | 1,000 - 1,100 |
|  | 300 - 400 |  | 700 - 800 |  | > 1,100 |

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 | 1.5 | Suelos contaminados / Instalaciones industriales abandonadas | <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 | 2.5 | Suelos contaminados / Instalaciones industriales abandonadas | <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"/> |
| Extracción / Desvío de agua | 3.7 | Otros | <input type="checkbox"/> |

Fuentes difusas



LEYENDA

-  Red hidrogràfica
-  MSBT:
- ES091MSBT101
- ALUVIAL DE TORTOSA

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 |

2.3 RIESGO DE LA MSBT

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

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

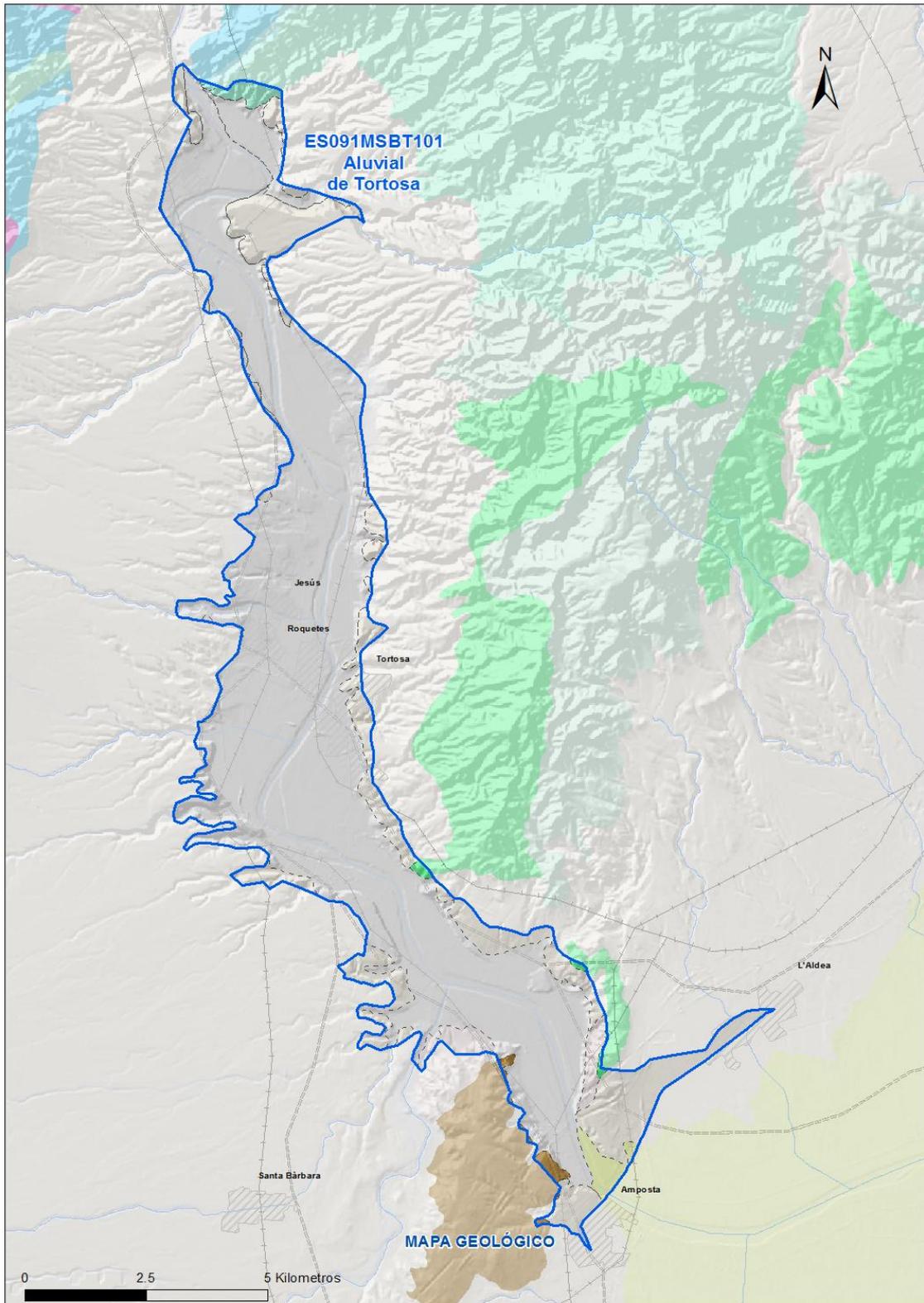
| | | |
|------------------------------|---------|--|
| NO ₃ ⁻ | Nitrato | Masas en riesgo de afección por nitratos (valores medios o máximos entre 40 y 50 mg/l en los últimos 4 años en más del 20% masa o valores máximos o medios superiores a 50 mg/l en menos del 20% masa) |
|------------------------------|---------|--|

3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

3.1 ÁMBITO GEOESTRUCTURAL

Catalánides

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 |
|--------|---|
| 712 | Limos, arcillas, materia orgánica y sales (Depósitos de estuario, marismas y sedim. Litorales) |
| 706 | Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.) |
| 704 | Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas) |
| 703 | Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glacis, piedemonte y superficies) |
| 378 | Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Costras a techo |
| 173 | Calizas arrecifales, con rudistas, calizas bioclásticas, dolomías y margas |
| 164 | Dolomías y calizas |
| 160 | Calizas generalmente oolíticas, con nódulos de sílex y, a veces, margas (Fm. Carb. de Chelva) |
| 157 | Dolomías, brechas dolomíticas, carníolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña) |

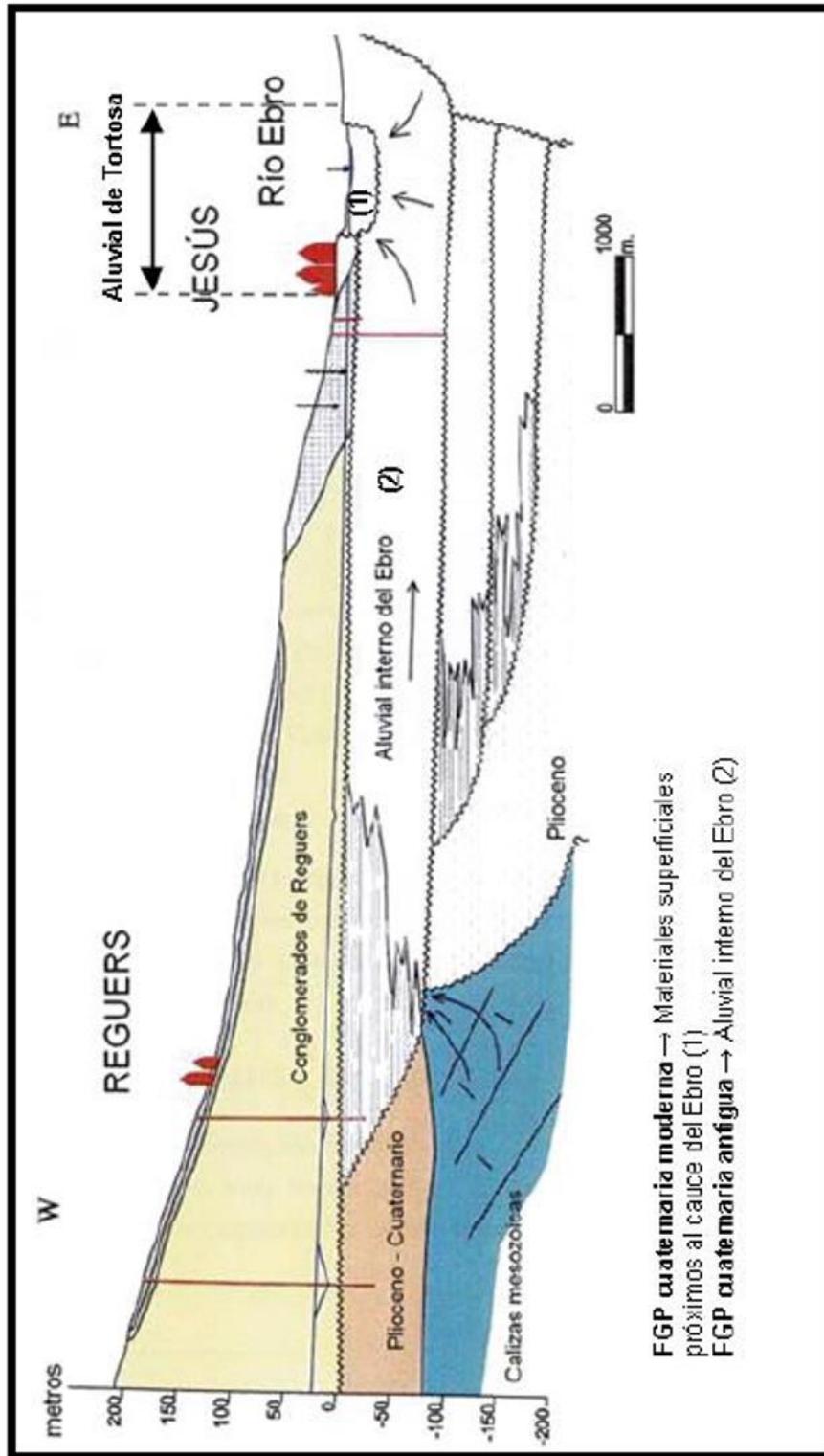
3.3 NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

| Litología | Edad geológica | | Extensión (km²) | Tipo | % de MSBT |
|---|---|----------------------|-----------------|-------------|-----------|
| | Sistema | Serie | | | |
| Limos, arcillas, materia orgánica y sales (Depósitos de estuario, marismas y sedim. Litorales) | Cuaternario | Holoceno | 0,71 | Detrítica | 1,06 |
| Gravas, arenas, limos (Depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos princ.) | Cuaternario | Pleistoceno-Holoceno | 51,25 | Detrítica | 76,51 |
| Gravas, arenas, limos y arcillas (Depósitos de terrazas medias y altas) | Cuaternario | Pleistoceno-Holoceno | 1,22 | Detrítica | 1,82 |
| Gravas, arenas, arcillas y limos (Depósitos de glaciares, piedemonte y superficies) | Cuaternario | Pleistoceno-Holoceno | 12,73 | Detrítica | 19,00 |
| Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Costras a techo | Neógeno | Plioceno | 0,37 | Detrítica | 0,55 |
| Dolomías y calizas | Jurásico Superior (Malm)-Cretácico Inferior | Malm-Neocomiense | 0,47 | Carbonatada | 0,70 |

3.4 COLUMNA LITOLÓGICA TIPO

| Litología | Edad geológica | | Rango del espesor (m) valor menor-mayor |
|---------------------------|----------------|----------------------|---|
| | Sistema | Serie | |
| Gravas, arenas y arcillas | Cuaternario | Pleistoceno-Holoceno | 0-20 |

3.5 CORTES GEOLÓGICOS



Esquema de funcionamiento hidrogeológico en la zona de Tortosa (Fte. CHE, 1999)

3.6 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

La MSBT Aluvial del Ebro pertenece al Dominio Hidrogeológico Maestrazgo-Catalánides, corresponde a los materiales cuaternarios del aluvial del valle bajo del río Ebro entre las poblaciones de la Cava, al Sur, y Xerta al Norte, y limitado al Oeste y al Este por la Plana de La Galera y las sierras de Boix y del Cardo respectivamente.

La masa de agua subterránea se emplaza sobre el zócalo mesozoico (Triásico, Jurásico y Cretácico) afectado por tectónica distensiva. Esta tectónica, conformó un conjunto de fosas tectónicas con una configuración estructural compleja, que en el margen continental se encuentran configuradas por un sistema de fallas lístricas, de dirección NE-SO, dando lugar a semifosas como la de la Plana de la Galera, límite occidental de la MSBT Aluvial del Ebro, que definieron la red fluvial actual. En el caso del Aluvial de Tortosa, la semifosa se encuentra rellena por materiales cuaternarios procedentes de antiguas terrazas y aluviales del río Ebro, constituyendo una serie de depósitos detríticos conectados con el mesozoico infrayacente.

Las terrazas del Ebro están formadas por gravas de cantos poligénicos, arenas y lutitas. Se identifican claramente dos niveles de terraza por su posición topográfica, si bien ambas son litológicamente idénticas. Su espesor es del orden de los 15-20 m.

El aluvial actual tiene una constitución litológica idéntica a las terrazas. Se identifican un nivel aluvial antiguo, situado bajo el cauce actual del Ebro, con profundidades de hasta 50 a 100 m, separado del aluvial actual por un paquete de limos de espesor entre 5 y 20 m.

4.- SUELOS Y VULNERABILIDAD

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

| Fecha o periodo | Espesor Máximo (m) | Espesor Mínimo (m) |
|--------------------------|--------------------|--------------------|
| 2020 | 1 | 1 |
| Espesor Medio Z.N.S. (m) | 1 | |

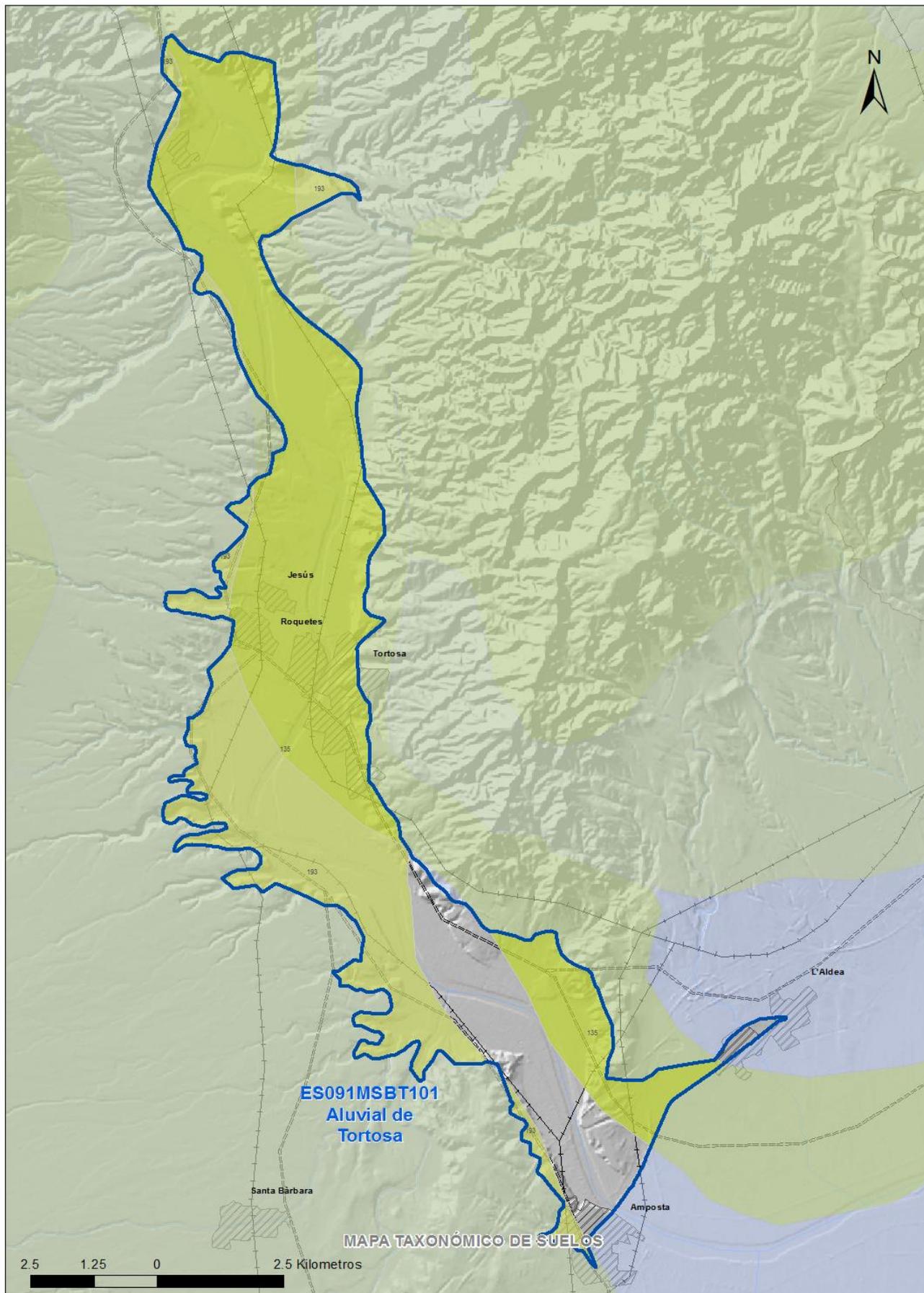
Litología Z.N.S. Limos, arcillas, materia orgánica y sales

4.2 SUELOS EDÁFICOS

| Tipo de Suelo | Extensión (km ²) | % Afloramiento en la MSBT |
|---------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT | 37 | 55,32 |
| INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT | 19 | 28,41 |

4.3 MAPA DE SUELOS

Mapa de suelos



LEYENDA

-  MSBT
-  Red Hidrografica
-  DDHH

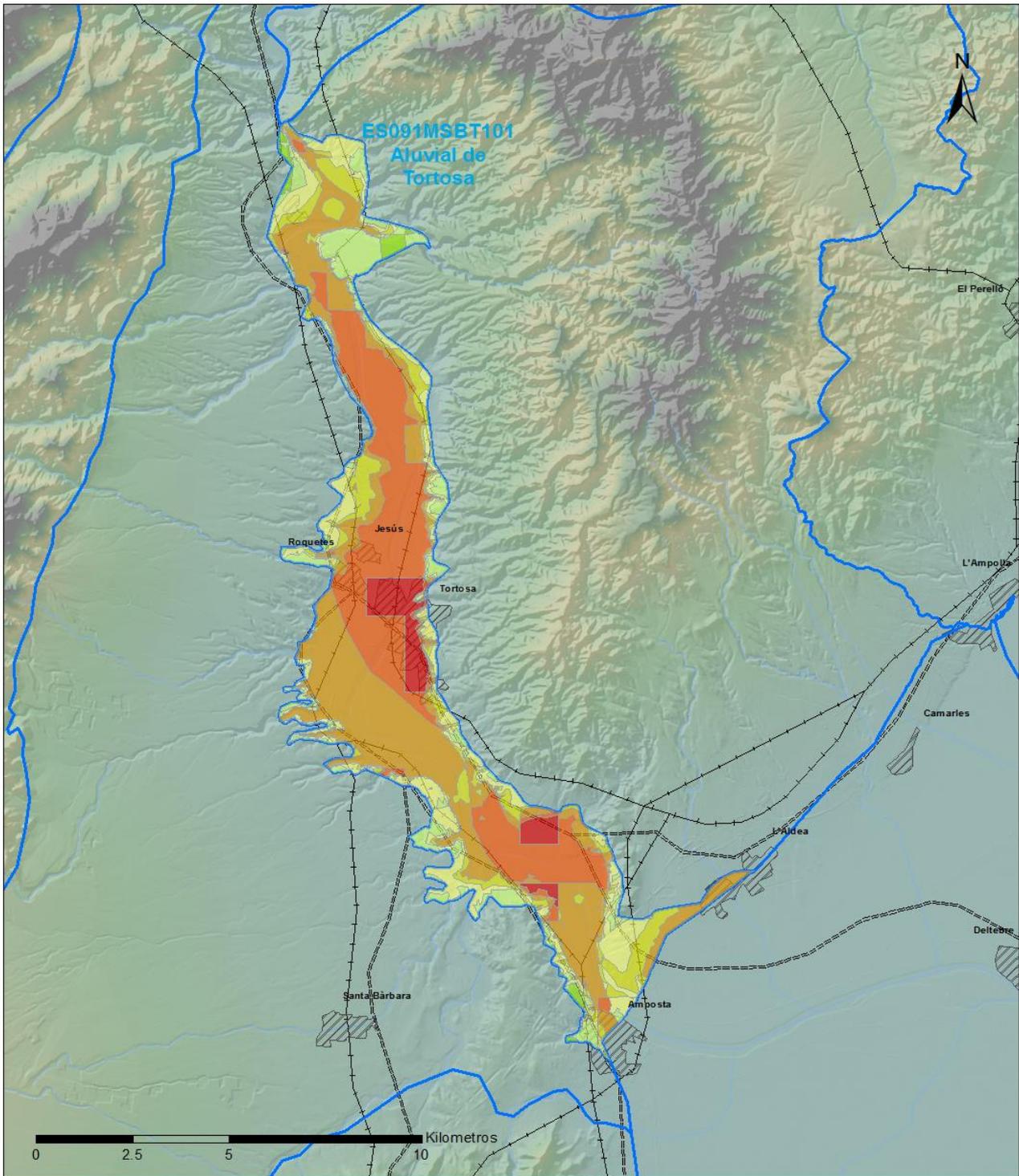
CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

| ID MAPA | ORDEN, SUBORDEN, GRUPO 01, GRUPO 02, ASOCIACIÓN 01, ASOCIACIÓN 02, INCLUSIÓN 01, INCLUSIÓN 02 |
|---------|---|
| 135 | ENTISOL, ORTHENT, XERORTHENT, NO GRUPO2, XEROFLUVENT, NO ASOCIA2, Haploxerept, NO INCLUSION2 |
| 193 | INCEPTISOL, XEREPT, CALCIXEREPT, NO GRUPO2, XEROFLUVENT, NO ASOCIA2, Haploxeroll, Xerorthent |

4.4 VULNERABILIDAD INTRÍNSECA

| Método | | DRASTIC Reducido | |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|--|
| Grado de Vulnerabilidad | Rango Índice Vulnerabilidad | % Área Vulnerable en la MSBT | |
| 3 (Baja) | 44 - 58 | 1,13 | |
| 4 (Baja) | 58 - 72 | 8,95 | |
| 5 (Moderada) | 72 - 86 | 14,59 | |
| 6 (Moderada) | 86 - 100 | 11,33 | |
| 7 (Alta) | 100 - 114 | 32,95 | |
| 8 (Alta) | 114 - 128 | 26,13 | |
| 9 (Muy Alta) | 128 - 142 | 4,92 | |

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

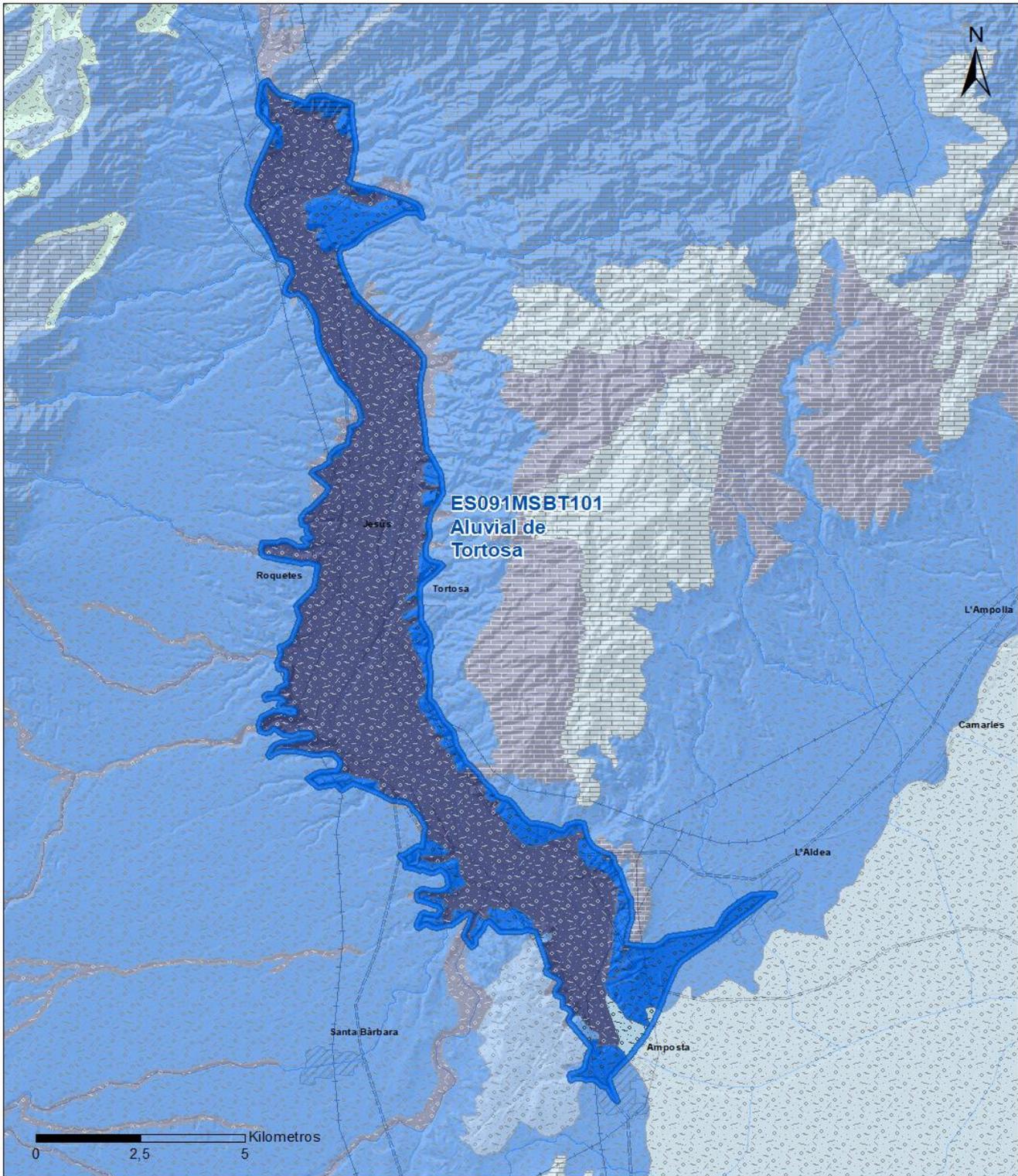
5.1 LÍMITES HIDROGEOLÓGICOS DE LA MSBT

| Límite | Tipo | Sentido flujo | Naturaleza | Nombre MSBT Colindante |
|--------|---------|---------------|------------|------------------------|
| Este | Abierto | Entrada | Permeable | BOIX-CARDÓ |
| Oeste | Abierto | Entrada | Permeable | PLANA DE LA GALERA |
| Norte | Abierto | Entrada | Permeable | PLANA DE LA GALERA |

Descripción límites hidrogeológicos:

En la MSBT Aluvial de Tortosa se identifican tres límites abiertos con flujo de entrada desde las MSBT colindantes Plana de La Galera ES091MSBT102, bordes norte y noreste-suroeste, y la MSBT Boix Cardó que limita al este en el lado de la margen izquierda del río Ebro. Además, recibe flujo profundo desde la MSBT Mesozoico de La Galera (ES091MSBT103) que se encuentra subyacente como horizonte inferior a la MSBT Plana de La Galera (ES091MSBT102).

Mapa de permeabilidades



LEYENDA



MSBT

PERMEABILIDAD



MUY ALTA, DETRÍTICAS



MUY ALTA, CARBONATADAS



ALTA, DETRÍTICAS



ALTA, CARBONATADAS



MEDIA, DETRÍTICAS



MEDIA, CARBONATADAS



BAJA, DETRÍTICAS

5.2 FORMACIONES GEOLÓGICAS PERMEABLES

| Nombre | Litología | Permeabilidad | Edad geológica | | Espesor (m) | Extensión afloramiento (km ²) |
|---------------------|---------------------------------|---------------|----------------|----------------------|-------------|---|
| | | | Sistema | Serie | | |
| Cretácico inferior | Calizas y dolomías | Alta | Cretácico | Inferior | | 0 |
| Cuaternario antiguo | Gravas, arena, limos y arcillas | Muy Alta | Cuaternario | Pleistoceno-Holoceno | 50-100 | 14 |
| Cuaternario moderno | Gravas, arena, limos y arcillas | Muy Alta | Cuaternario | Pleistoceno-Holoceno | 5-20 | 51 |

5.3 ACUÍFEROS

| Acuífero | Extensión afloramiento (km ²) | % de afloramiento en la MSBT | Régimen Hidráulico | Espesor (m) | Tipo Porosidad | Nombre FGP |
|-------------------------|---|------------------------------|--------------------|-------------|----------------|---------------------|
| Ac. Cretácico | 0 | 0,30 | Confinado | | Fisuración | Cretácico inferior |
| Ac. Cuaternario antiguo | | 0,01 | Confinado | 50-100 | Intergranular | Cuaternario antiguo |
| Ac. Aluvial del Ebro | 51 | 76,51 | Libre | 5-20 | Intergranular | Cuaternario moderno |

Descripción general:

En la MSBT Aluvial de Tortosa se identifican dos acuíferos detríticos que corresponden a los depósitos cuaternarios del aluvial actual del Ebro (Ac. Aluvial del Ebro), con un espesor entre 5 y 20 m, régimen libre y permeabilidad alta. El otro acuífero detrítico está formado por los antiguos depósitos (Ac. Cuaternario antiguo) que pueden alcanzar espesores entre 50 y 100 m, con régimen confinado y permeabilidad alta. Ambos acuíferos están separados por una capa de limos arenosos con comportamiento acuitado, permitiendo flujo subterráneo entre ambos acuíferos en sentido vertical ascendente.

El límite inferior de la MSBT Aluvial de Tortosa viene definido por el acuífero mesozoico que subyace desde la Plana de La Galera hacia el este en dirección al mar. El límite constituido por calizas y dolomías del Cretácico se sitúa a muro de la FGP cuaternaria antigua y en casos puntuales, se encuentra en contacto con la FGP cuaternaria moderna aflorando en superficie y dando lugar a los denominados *ullals* o surgencias como es el caso del Ullal de Soldevilla o de la Carroba entre otros.

5.4 PARÁMETROS HIDRÁULICOS

| Acuífero | Nombre FGP | Método determinación | Transmisividad (T m ² /día) | | Coeficiente de almacenamiento (S) | |
|-------------------------|---------------------|----------------------|--|----------|-----------------------------------|------|
| | | | Mín | Máx. | Mín | Máx. |
| Ac. Cuaternario antiguo | Cuaternario antiguo | Ensayo de bombeo | 1.000,00 | 5.000,00 | | |
| Ac. Aluvial del Ebro | Cuaternario moderno | Ensayo de bombeo | 9,00 | 200,00 | | |

Descripción general:

Los sondeos que alcanzan el acuífero formado por el aluvial antiguo muestran una elevada permeabilidad, con valores de transmisividad del orden de 1.000 a 5.000 m²/día, con un gradiente muy bajo, entre 0,002 y 0,004.

El aluvial actual muestra una permeabilidad bastante menor, con valores de transmisividad del orden de los 200 m²/día y gradiente del orden de 0,005 a 0,01.

5.5 FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

El funcionamiento del aluvial actual está ligado al río Ebro (principal receptor de recursos), y está separado del antiguo aluvial por una capa de limos. Su disposición piezométrica es por tanto subparalela y convergente hacia el río. El nivel piezométrico del aluvial antiguo es, en la mayor parte de su extensión, superior al actual, por lo que supone un drenaje vertical ascendente hacia este. Por su parte, está conectado con el los mesozoicos del ámbito de La Plana de La Galera, ya sea directamente o a través de los piedemontes.

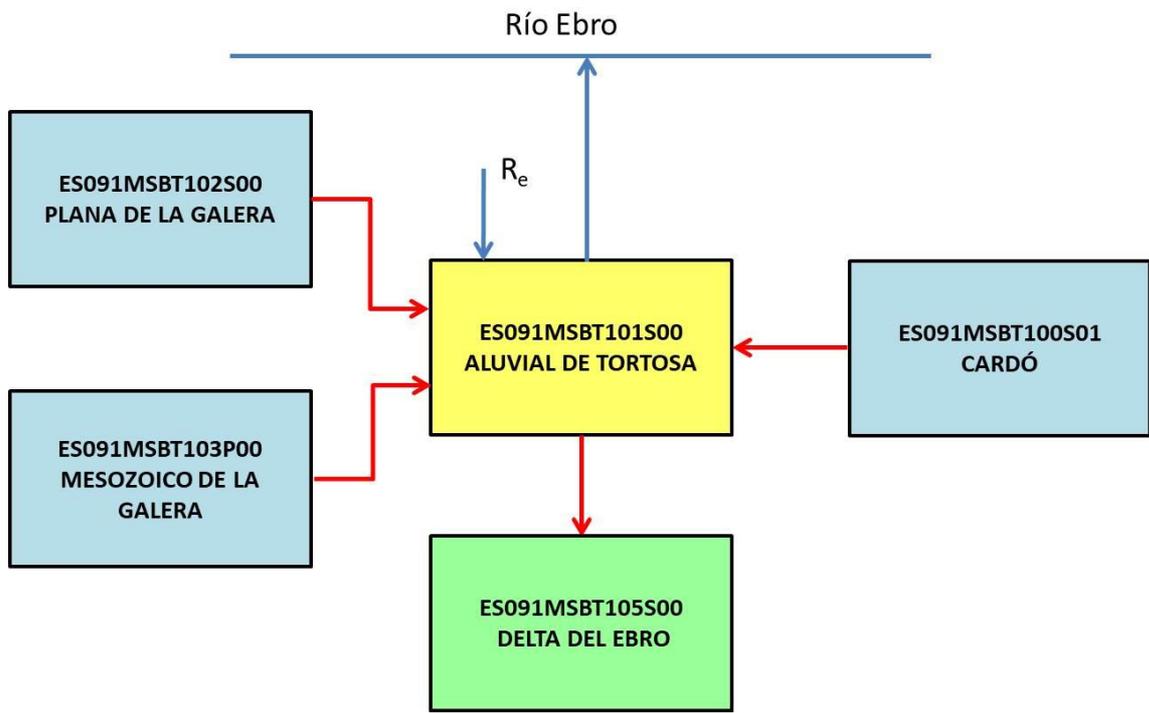
La recarga se produce por infiltración de las precipitaciones. También por el flujo ascendente procedente de La Plana de la Galera. La zona de recarga está formada por la superficie del aluvial y la Plana de la Galera. Esta última genera un flujo ascendente que recarga los aluviales antiguos y forma los "Ullals" localizados junto al río.

El aluvial antiguo, confinado en casi toda la extensión de la masa de agua, se recarga del Ebro en la zona de Cherta – Aldover. El acuífero descarga directamente al cauce del Ebro, según las relaciones de niveles en el río y acuífero. También hacia el delta del Ebro.

5.6 RECINTOS HIDROGEOLÓGICOS

5.6.1 ESQUEMA TOPOLÓGICO

| Recinto Hidrogeológico | |
|--------------------------|--------------------|
| Código | Nombre |
| ES091MSBT101S00 | Aluvial de Tortosa |
| Esquema: ES091MSBT101S00 | |



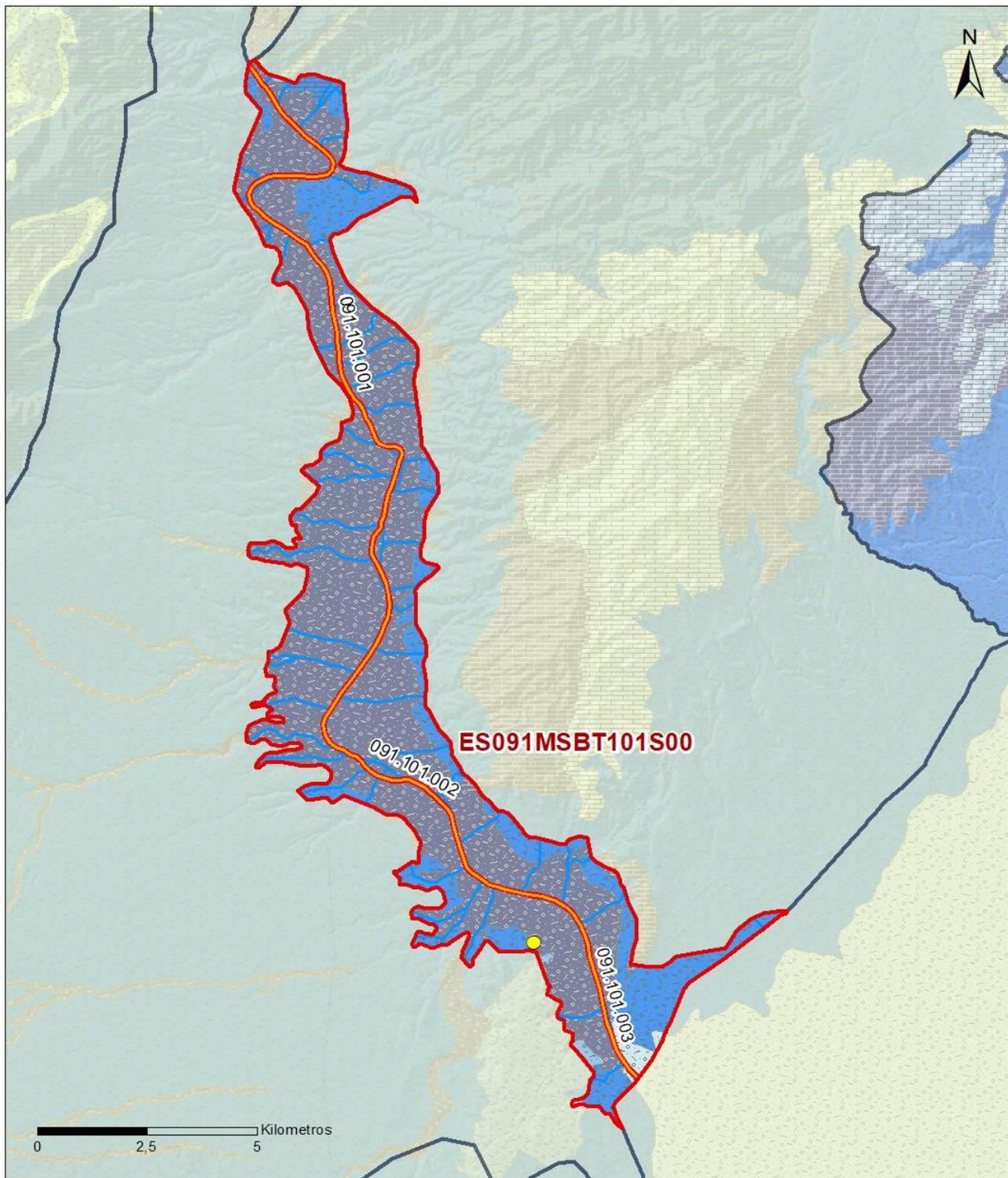
5.6.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA MSBT

| Código Recinto Hidrogeológico | Código MSPF | Nombre MSPF | Forma de recarga o descarga | Código manantial principal o tramo |
|-------------------------------|------------------|---|--|------------------------------------|
| ES091MSBT101S00 | ES091MSPF463_001 | Río Ebro desde el azud de Xerta hasta la estación de aforos 27 de Tortosa | Descarga a cauce | 091.101.001 |
| ES091MSBT101S00 | ES091MSPF891 | Río Ebro desde Tortosa hasta desembocadura (aguas de transición) | Descarga a cauce | 091.101.002 |
| ES091MSBT101S00 | ES091MSPF891 | Río Ebro desde Tortosa hasta desembocadura (aguas de transición) | Descarga mixta a través de manantiales de manera difusa al cauce | 091.101.003 |

5.6.3 PARÁMETROS DE LA RELACIÓN MSPF/MSBT

| Código Recinto Hidrogeológico | Código manantial principal o tramo | Cota de descarga (m) | Coef. α del manantial (días -1) | Caudal medio ($\text{hm}^3/\text{año}$) | Rango ($\text{hm}^3/\text{año}$) | Coefficiente de reparto (%) | Relación unitaria de transferencia (L/s/m) |
|-------------------------------|------------------------------------|----------------------|---|---|------------------------------------|-----------------------------|--|
| ES091MSBT101S00 | 091.101.001 | 1 | | 2,92 | | 50 | |
| ES091MSBT101S00 | 091.101.002 | 1 | | 0,00 | | 10 | |
| ES091MSBT101S00 | 091.101.003 | 1 | | 0,13 | | 40 | |

Relación río/acuífero ES091MSBT101S00



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

6.- ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

6.1 ECOSISTEMAS DEPENDIENTES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS (EDAS)

6.1.1 NOMBRE, DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EDAS

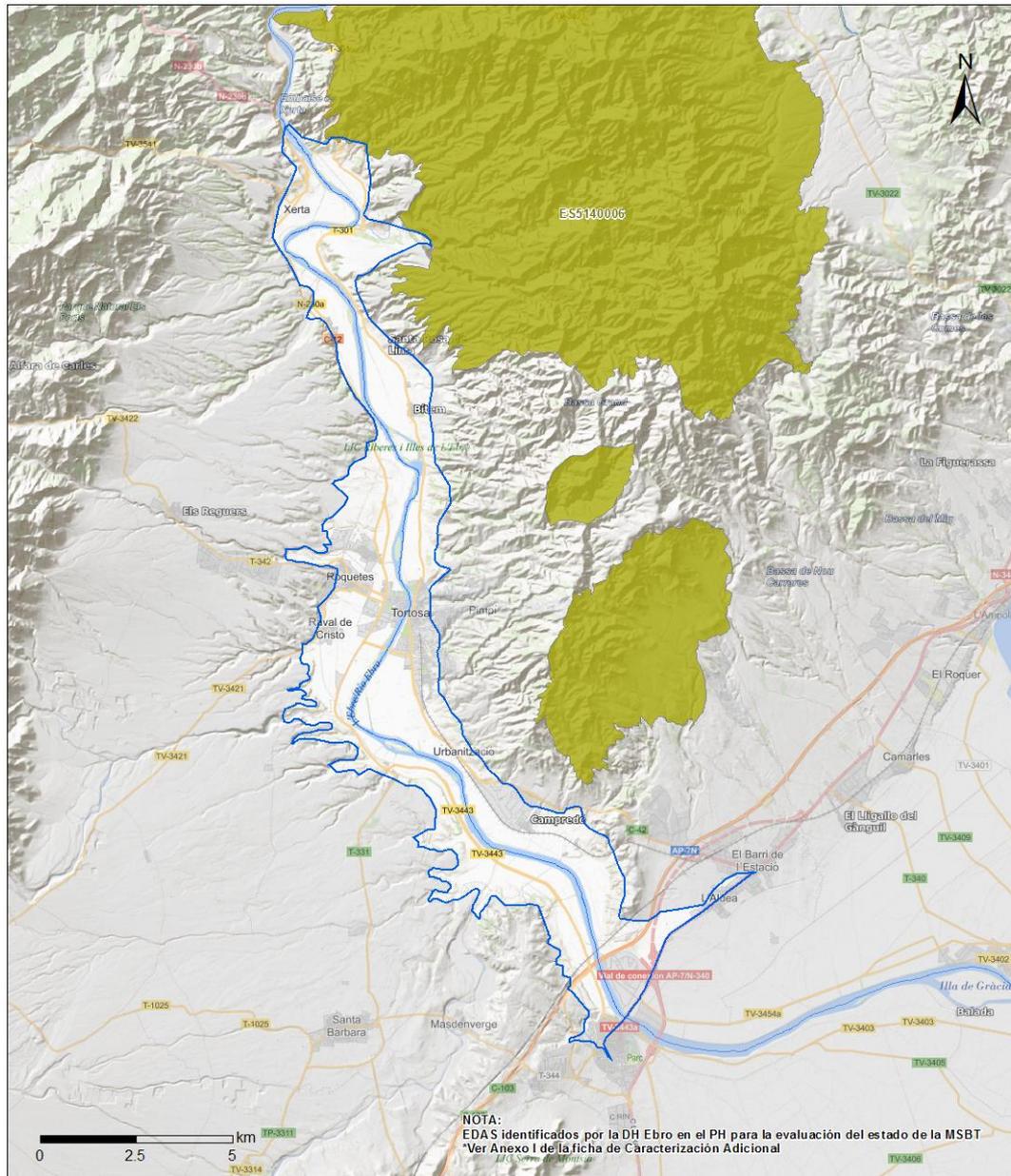
Ver Anexo 1.

6.1.2 RESUMEN DE LOS EDAS

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

6.1.3 MAPA DE EDAS

Mapa de EDAS



LEYENDA

Red Hidrográfica



MSBT ES091MSBT101
Aluvial de Tortosa

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

Código SITE - Código Hábitat - Nombre Hábitat

ES5140006 | 6420 | Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion

6.2 ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

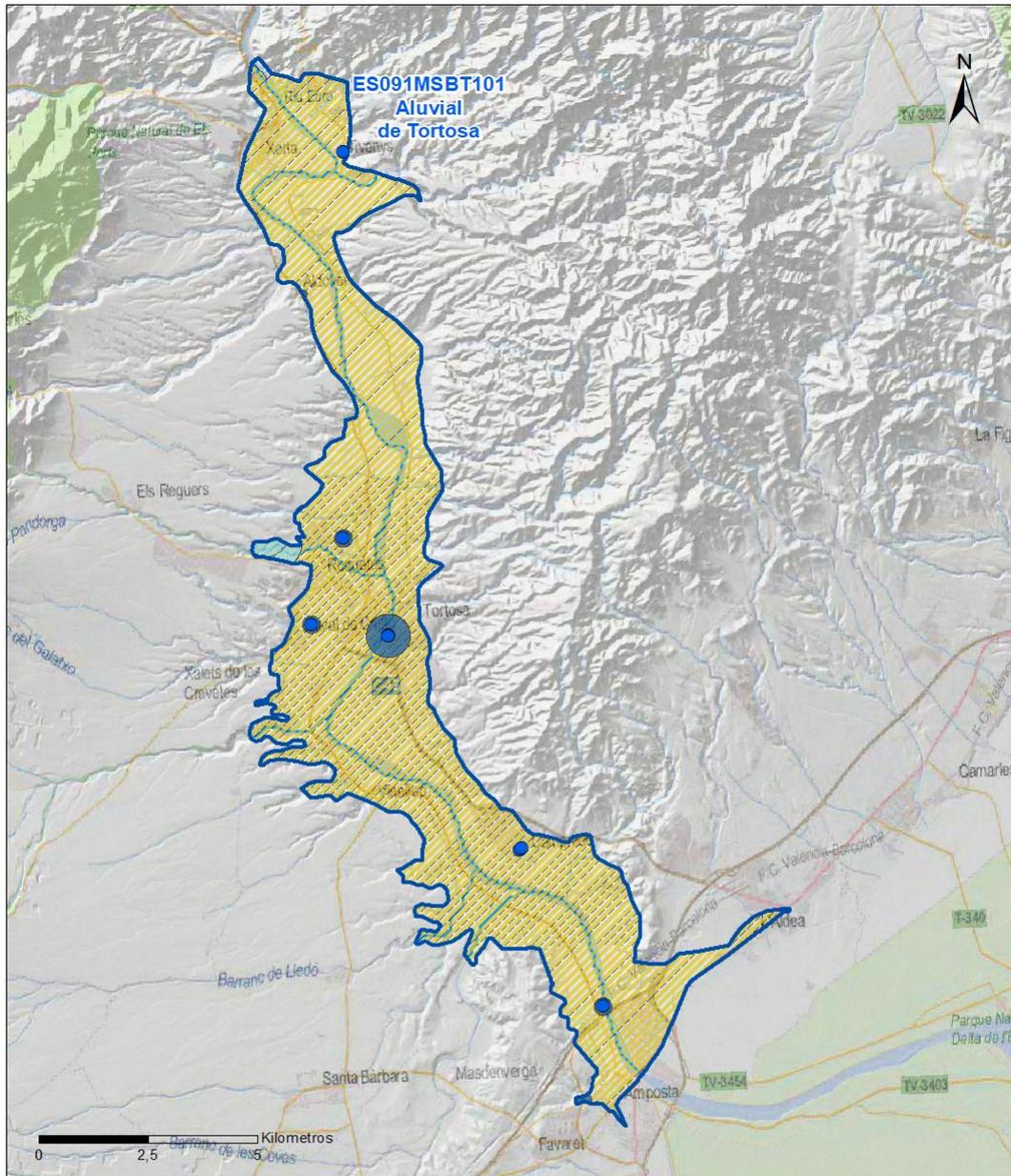
6.2.1 RESUMEN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

| Tipo de Zona Protegida | Nº | Geometría | | Superficie total (km²) | % de la MSBT |
|---|----|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|--------------|
| | | Punto | Polígono | | |
| Zonas protegidas para la captación de aguas para consumo humano (ZPAC) | 9 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| P. de protección o Z. de salvaguarda de captaciones de agua para consumo humano | 13 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 3 | 5,01 |
| Zonas de futura captación de agua para consumo humano | 1 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 | 0,00 |
| Zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario (ZV) | 1 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 67 | 99,89 |
| Perímetros de protección de aguas minerales y termales | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |

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

6.2.2 MAPA DE ZONAS PROTEGIDAS RELACIONADAS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Mapa de Zonas protegidas



Leyenda

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

7.- EVALUACIÓN DE RECURSOS

7.1 BALANCE HÍDRICO

7.1.1 RÉGIMEN NATURAL (RN)

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

7.1.2 RÉGIMEN ACTUAL (RA)

| Entradas | | Salidas | |
|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Componente | Volumen (hm ³ /año) | Componente | Volumen (hm ³ /año) |
| Infiltración lluvia | 4,52 | Descargas hacia MSPF | |
| Recarga desde MSPF | | Extracciones | 16,90 |
| Transf. lateral otras MSBT | 40,10 | Transf. lateral otras MSBT | |
| Retornos de riego | 10,90 | | |
| Otras entradas | | Otras salidas | |
| Entradas Totales | 55,52 | Salidas Totales | 16,90 |
| Diferencia entradas-salidas (hm ³ /año) (RA) | | 38,62 | |

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) | 45,05 |
| Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2015 (hm ³ /año) | 26,18 |
| Necesidades ambientales (NA) PH2015 (hm ³ /año) | 9,00 |
| Recurso disponible (RD) PH2015 (hm ³ /año) | 49,00 |
| Índice de Explotación (IE) PH2015 [IE= ExTot / RD] | 0,53 |

7.2.2 3º Ciclo de Planificación (2021)

| | |
|--|-------|
| Recursos renovables (RR) PH2021 (hm ³ /año) | 44,62 |
| Extracciones totales (ExTot) en las MSBT PH2021 (hm ³ /año) | 16,90 |
| Necesidades ambientales (NA) PH2021 (hm ³ /año) | 8,92 |
| Recurso disponible (RD) PH2021 (hm ³ /año) | 46,59 |
| Índice de Explotación (IE) PH2021 [IE= ExTot / RD] | 0,36 |

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

7.3 RECARGA ARTIFICIAL

7.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La masa no cuenta con ninguna instalación para la recarga artificial de acuíferos

7.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RECARGA ARTIFICIAL

8.- PIEZOMETRÍA

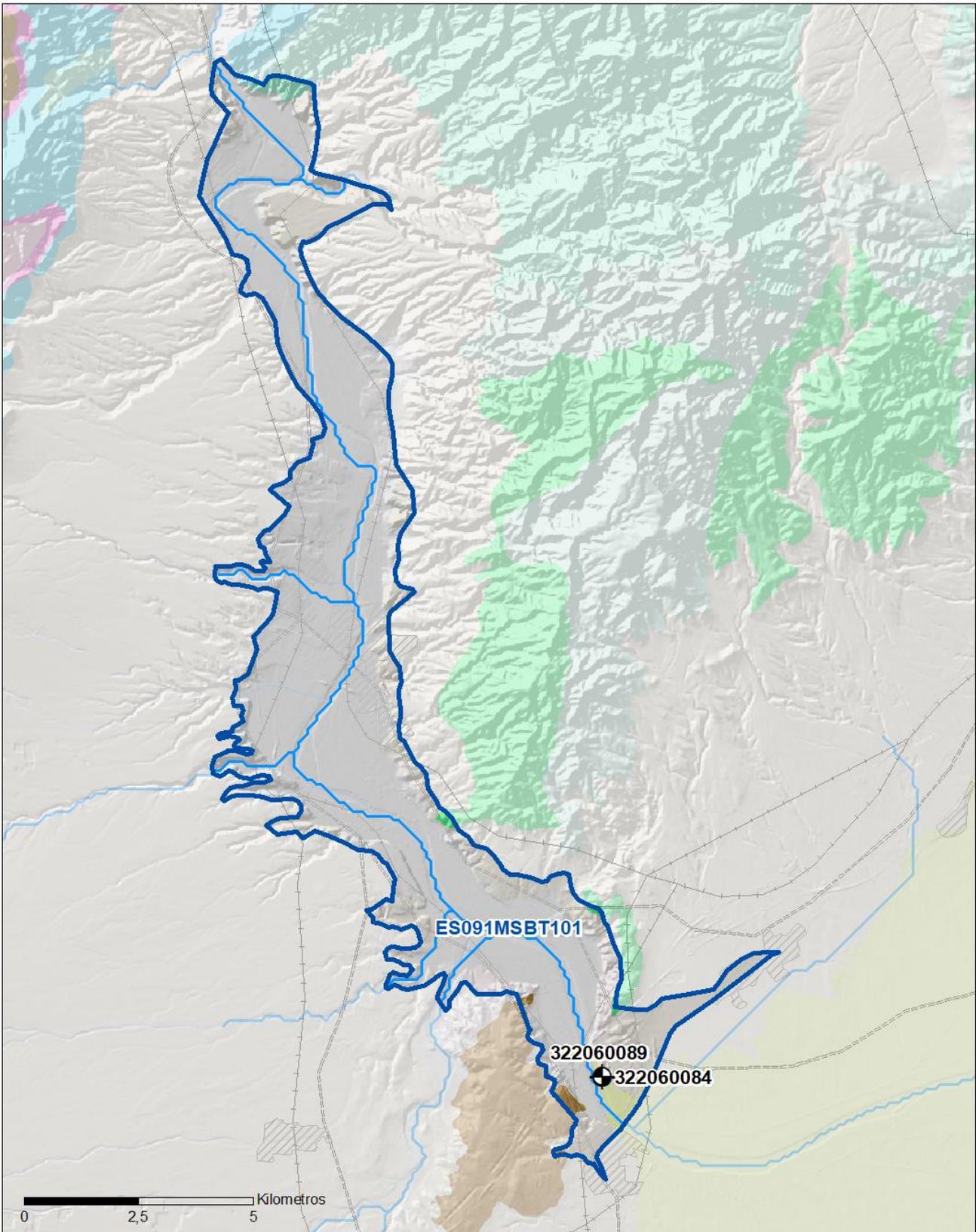
8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO

| Código punto | Tipo | UTM (ETRS89-H30) | | FGP/Acuífero | Inicio muestreo | Nivel de Ref. (m s.n.m.) | Nivel Umbral (m s.n.m.) | Prof. (m) | Cota (m s.n.m.) | Programa de control | | |
|--------------|-------------|------------------|-----------|------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|-----------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | X | Y | | | | | | | NP | CM | MT |
| 322060084 | Piezometría | 802.146 | 4.514.349 | Ac.Terciario Detrítico | 07/06/2007 | | | 224,0 | 4 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 322060089 | Piezometría | 802.139 | 4.514.367 | Ac.Aluvial Ebro | 20/06/2007 | | | 40,0 | 4 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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

8.2 MAPAS DE LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL

Localización de puntos de control



LEYENDA

-  MSBT
-  Red hidrográfica

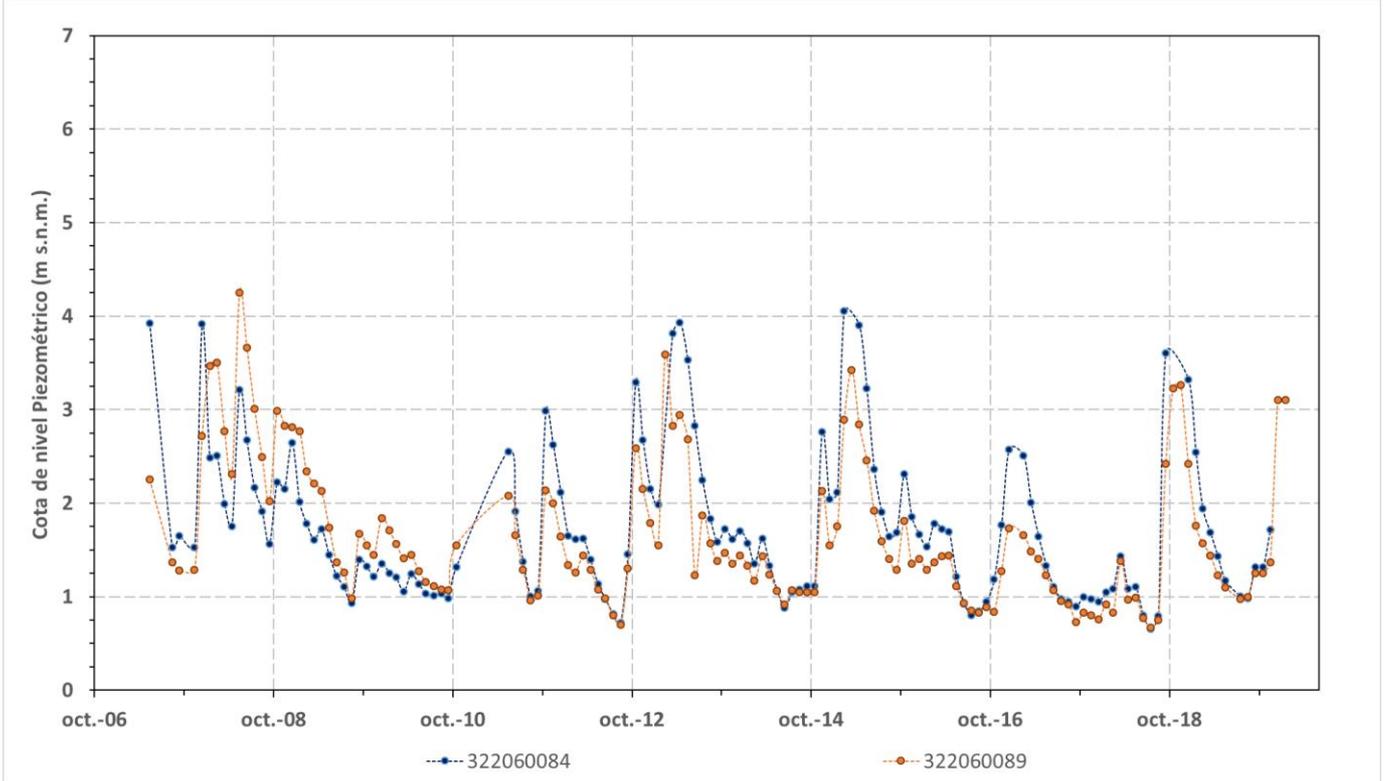
Programa de Seguimiento del Estado Cuantitativo

-  Piezometría
-  Hidrometría

8.3 EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA PIEZOMETRÍA

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

Gráfico de la evolución piezométrica en los puntos de control



Observaciones a la evolución general de la piezometría / hidrometría

La MSBT Aluvial de Tortosa tiene dos puntos de control el punto IPA_322060084 en el Ac. Aluvial del Tortosa y el punto IPA_322060089 en el Ac. Terciario Detrítico, en la margen izquierda del río Ebro y en las proximidades del municipio de Amposta. La medición del nivel piezométrico se inicia en 2007, y el valor promedio se encuentra a cota de 1,7 m.s.n.m. El rango de variación entre mínimo y máximo NP es de 3,5 m, observándose oscilaciones estacionales y también relacionadas con la dinámica del río Ebro, pudiéndose ser efluente o influente. El nivel piezométrico del punto IPA_322060084, con una profundidad de 224 m, es ligeramente superior al NP del punto IPA_322060089 de 40 m en el Aluvial, por lo que indicaría cierto gradiente vertical ascendente y alcanzando la cota topográfica de los puntos de control (4 msnm).

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 |
|--------------|------------|---------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------------|------------------------------|--------------|--------------|
| 322060084 | 2007 | 2019 | 138 | 4,1 | 0,7 | 1,7 | 3,4 | -0,18 | | No |
| 322060089 | 2007 | 2020 | 144 | 4,3 | 0,7 | 1,6 | 3,6 | 0,07 | | 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

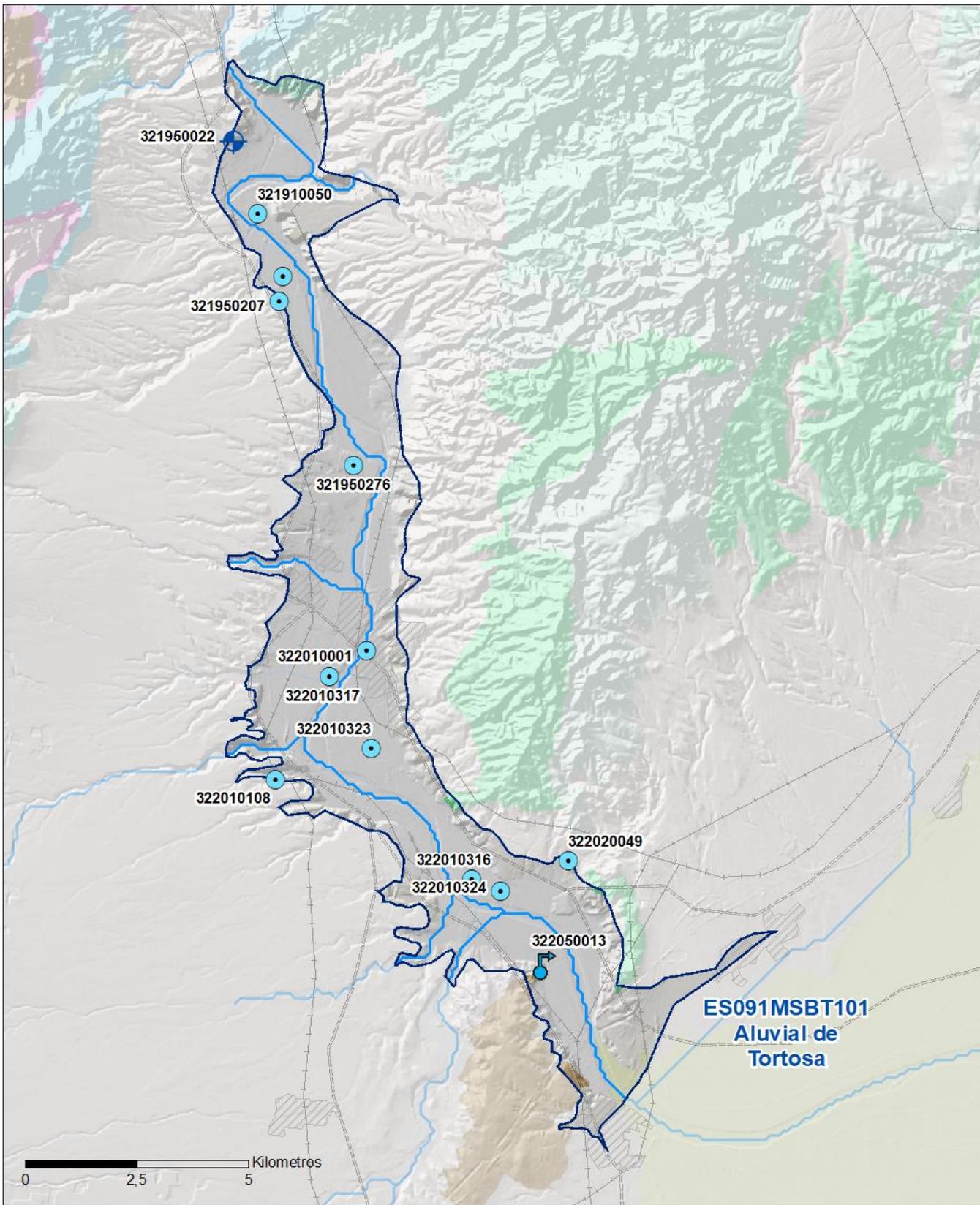
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA

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 | | | | | |
| 321910050 | ANDUST, POLÍGONO 14, PARCELAS 176-119-121- 122 | 794.352 | 4.533.245 | 11 | 12,0 | POZO | | 25/08/2009 |
| 321950022 | POU DE L'AYUNTAMENT | 793.811 | 4.534.887 | 28 | 57,0 | SONDEO | | 30/01/2007 |
| 321950207 | c/ BARCELONETA. POZO 1. | 794.828 | 4.531.278 | 21 | 60,0 | POZO | Ac.Aluvial del Ebro | 23/05/2007 |
| 321950276 | GRANJA DE CONEJOS | 796.491 | 4.527.577 | 14 | 14,0 | POZO | Ac.Aluvial del Ebro | 04/06/2002 |
| 321950344 | POU JORDI MARTI PASTO | 794.917 | 4.531.830 | 10 | | POZO | | 17/08/2009 |
| 322010001 | RESIDENCIA 1 (SANTA CLARA). PARQUE TEODORO GONZÁLEZ | 796.781 | 4.523.409 | 8 | 57,0 | POZO | Ac.Aluvial del Ebro | 21/05/2007 |
| 322010108 | BARRANCO | 794.756 | 4.520.495 | 50 | 70,0 | POZO | | 06/11/2012 |
| 322010316 | SOLDEVILA (CCAA: 43155- 0923) | 799.140 | 4.518.260 | 5 | 40,0 | POZO | | 13/08/2009 |
| 322010317 | HORTA DE SANT VICENT | 795.946 | 4.522.831 | 6 | 26,0 | POZO | Ac.Aluvial del Ebro | |
| 322010323 | POU COLOME MIRAVALLS, M ^a CINTA | 796.897 | 4.521.208 | 6 | | POZO | | 13/08/2009 |
| 322010324 | POU CU GARRANDINGUES | 799.772 | 4.517.986 | 5 | 41,0 | POZO | Ac.Aluvial del Ebro | 14/11/2012 |
| 322020049 | Casablanca | 801.296 | 4.518.684 | 17 | | POZO | Ac. La Plana de La Galera - Boix | 26/07/2011 |
| 322050013 | MANANTIAL DE LA CARROBA | 800.778 | 4.516.323 | 5 | | MANANTIAL | Ac.Cretácico superior | 27/02/1995 |

| Puntos de Muestreo | PDS Estado Químico | | | PDS Zonas Protegidas | | | Uso Captación |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Código | PC Vigilancia | PC Operativo | PC Abastecimiento | PC NO3 | PC EDAS | |
| 321910050 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Regadíos y usos agrarios |
| 321950022 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 321950207 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Abastecimientos urbanos |
| 321950276 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 321950344 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 322010001 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Abastecimientos urbanos |
| 322010108 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Desconocido |
| 322010316 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 322010317 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Regadíos y usos agrarios |
| 322010323 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 322010324 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Regadíos y usos agrarios |
| 322020049 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 322050013 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

Mapa Red Control



LEYENDA

Red hidrográfica

MSBT

Tipo de Captación

MANANTIAL

SONDEO

POZO

9.2 INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT

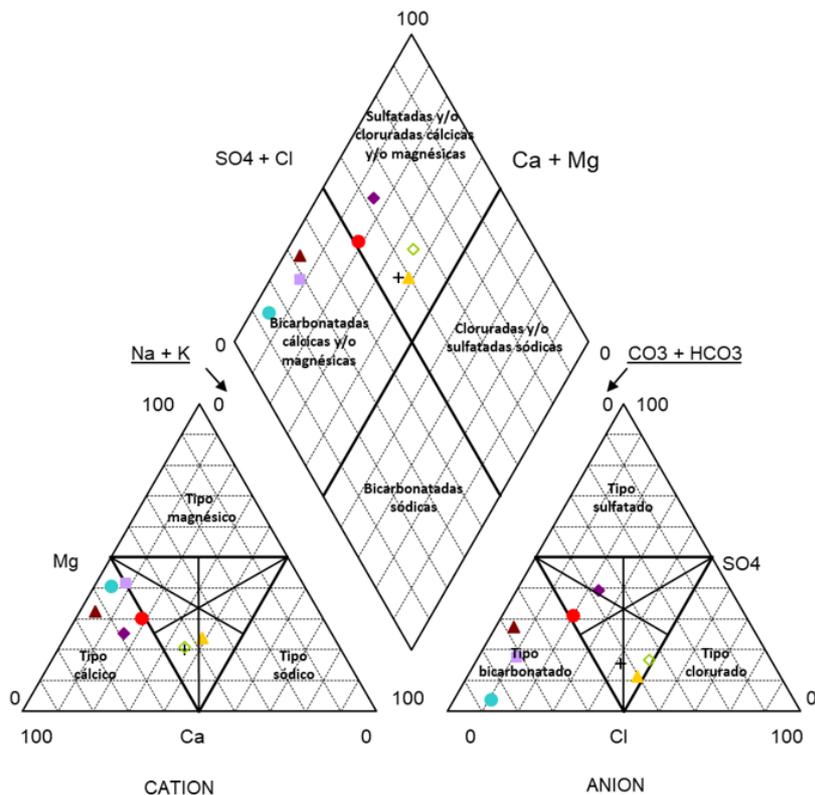
Ver Anexo 2.

9.3 FACIES HIDROGEOQUÍMICAS REPRESENTATIVAS

| Código Punto | Principales materiales atravesados | Facies Hidrogeoquímica |
|--------------|------------------------------------|--|
| 321950022 | Gravas, arenas, limos | Sulfatada bicarbonatada cálcica |
| 321950276 | Gravas, arenas, limos | Bicarbonatada cálcica |
| 322010001 | Gravas, arenas, limos | Bicarbonatada sulfatada cálcica sódica |
| 322010323 | Gravas, arenas, limos | Clorurada bicarbonatada sódica cálcica |

Diagrama Piper Hill Langelier

MSBT Aluvial de Tortosa (2019)



| | | |
|-------------|-------------------|-------------------|
| ● 321910050 | ◆ 321950022(2017) | ▲ 321950207(2017) |
| ■ 321950276 | + 322010001(2017) | ● 322010108(2017) |
| ◇ 322010316 | ▲ 322010323 | |

Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 321950022

Aluvial de Tortosa 321950022 (2015-2017)

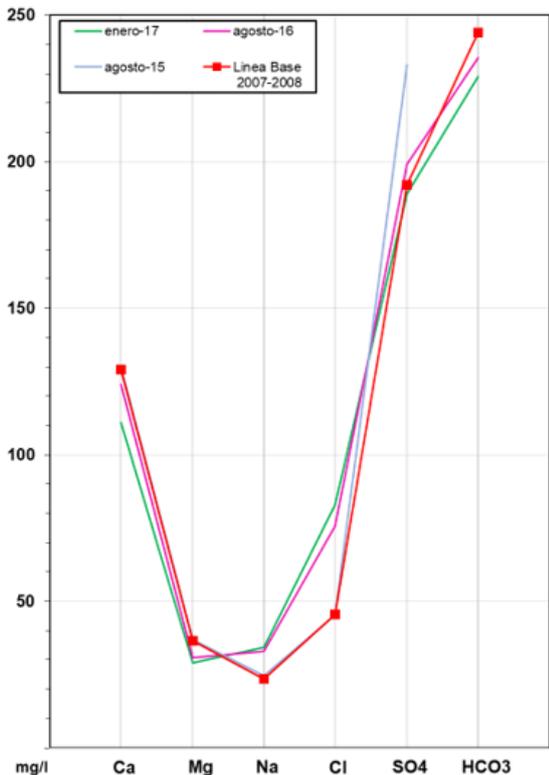


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 321950276

Aluvial de Tortosa 321950276 (2015-2019)

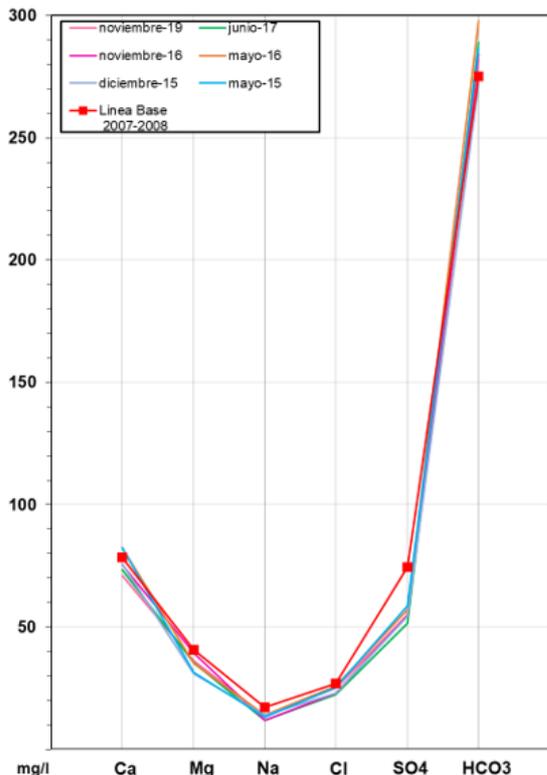


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 322010001

Aluvial de Tortosa 322010001 (2016-2017)

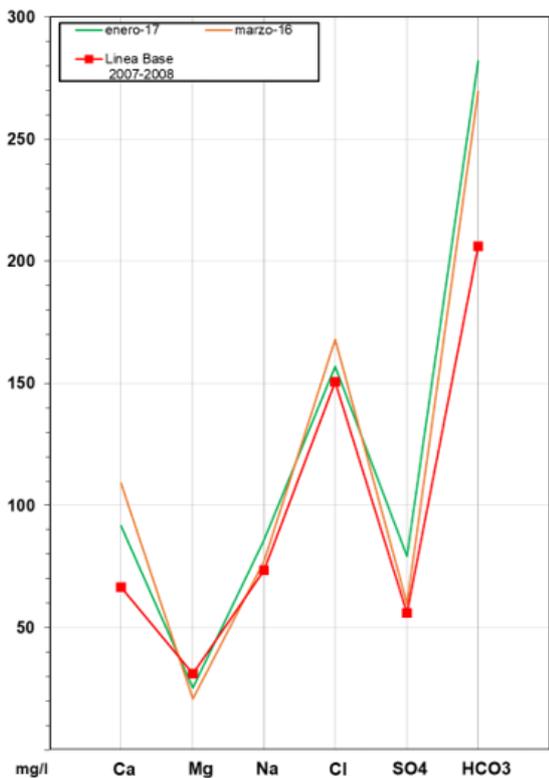
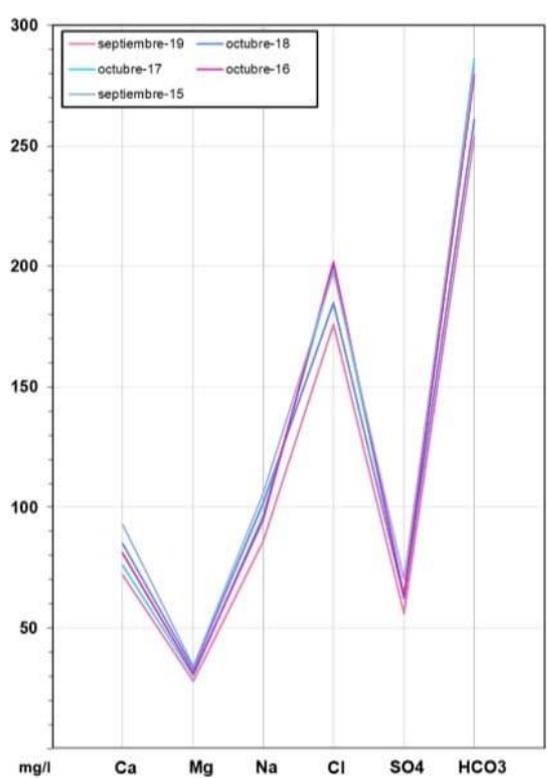


Gráfico de concentración de iones mayoritarios

Código Punto 322010323

Aluvial de Tortosa 322010323 (2015-2019)

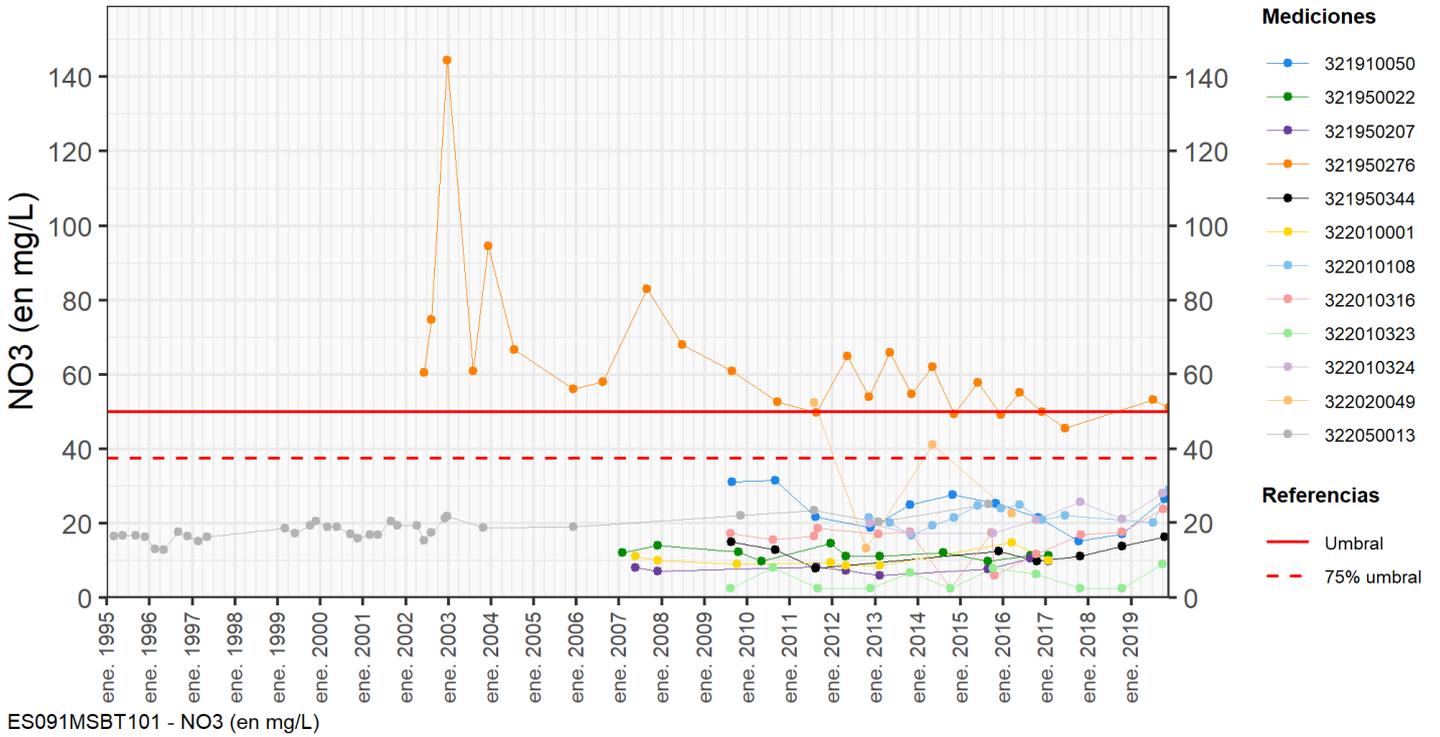


9.4 SUSTANCIAS O INDICADORES DEL RIESGO EN LA MSBT

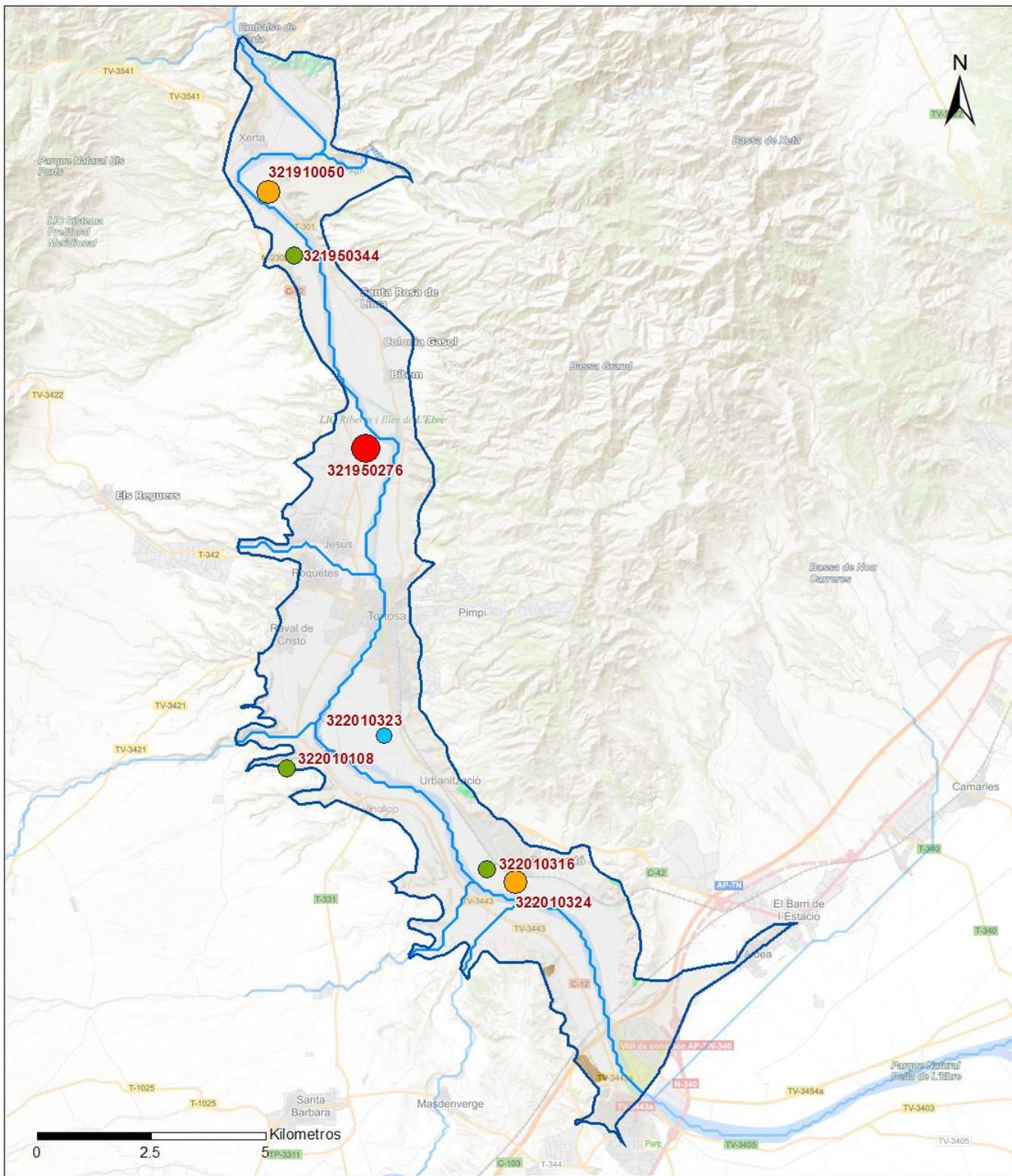
| Parámetro | Unidad | Nivel Referencia (NR) | Uso/Receptor | Valor criterio | Valor umbral/Norma de calidad |
|---|--------|-----------------------|--------------|----------------|-------------------------------|
| Nitrato (NO ₃ ⁻) | mg/L | | | | 50,00 |

9.5 ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y SUSTANCIAS CAUSANTES DEL RIESGO

| SUSTANCIA O INDICADOR RIESGO | Nº | Nitrato (NO ₃ ⁻) |
|------------------------------|----|---|
| Gráficas de Evolución | | |



Mapa de distribución actual



LEYENDA

 MSBT:
 Red hidrogràfica
 ES091MSBT101
 Aluvial de Tortosa

NITRATOS (mg/l) 2019

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

Norma de Calidad: 50 mg/l

Concentraci3n Natural de Nitratos en las Aguas Subterràneas < 10 mg/l

EVALUACIÓN DE TENDENCIAS

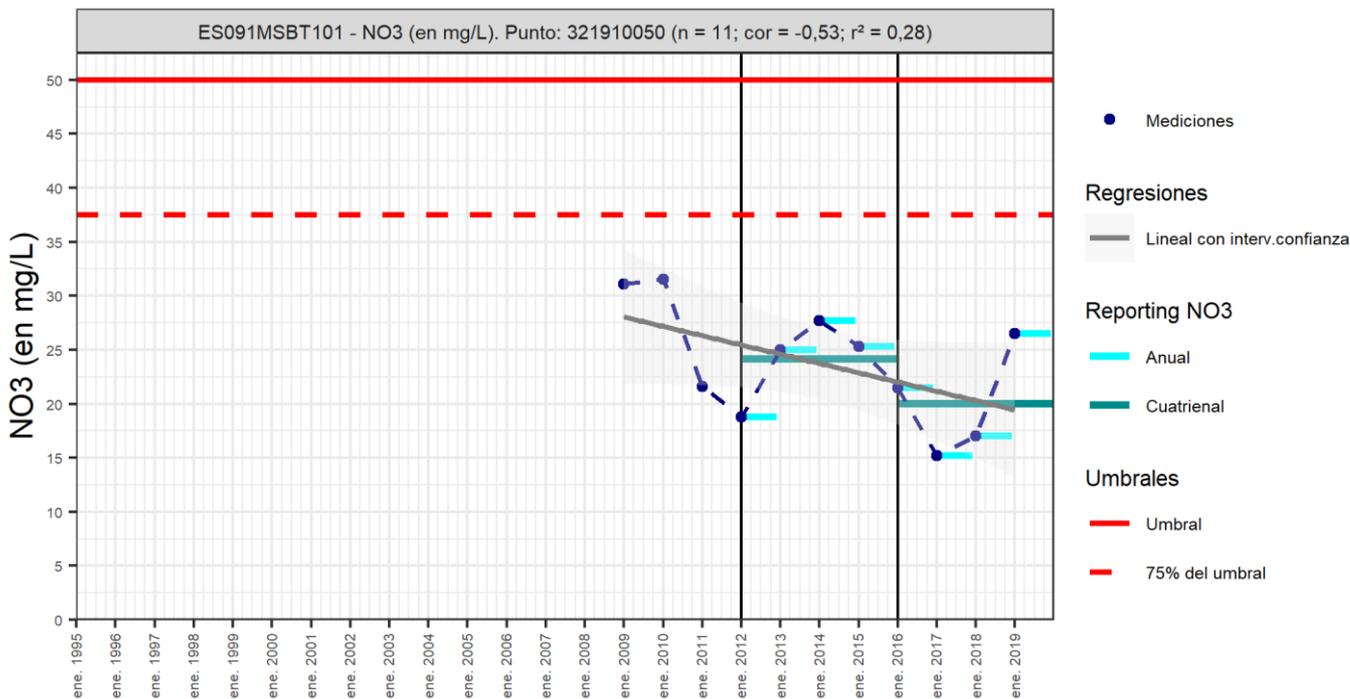
Selección de puntos para evaluación de tendencias

Los puntos seleccionados para la evaluación de tendencia en nitrato son reportados en el informe cuatrienal 2016-2019 y forman parte de la red de nitratos. Se han seleccionado tres puntos (IPA_321910050, IPA_321950276, IPA_322010316) que cumplen con la serie histórica (mínimo 8 datos anuales) y continuidad temporal para evaluar la tendencia química por el método básico de regresión lineal y avanzado de Test-Mann Kendall. Otros dos puntos (IPA_322010001, IPA_322020049) han sido seleccionados para el análisis cuatrienal, no cumplen para realizar el análisis estadístico, pero sí pueden ser de interés en el análisis de tendencia entre tercer (2012-2015) y cuarto cuatrienio (2016-2019).

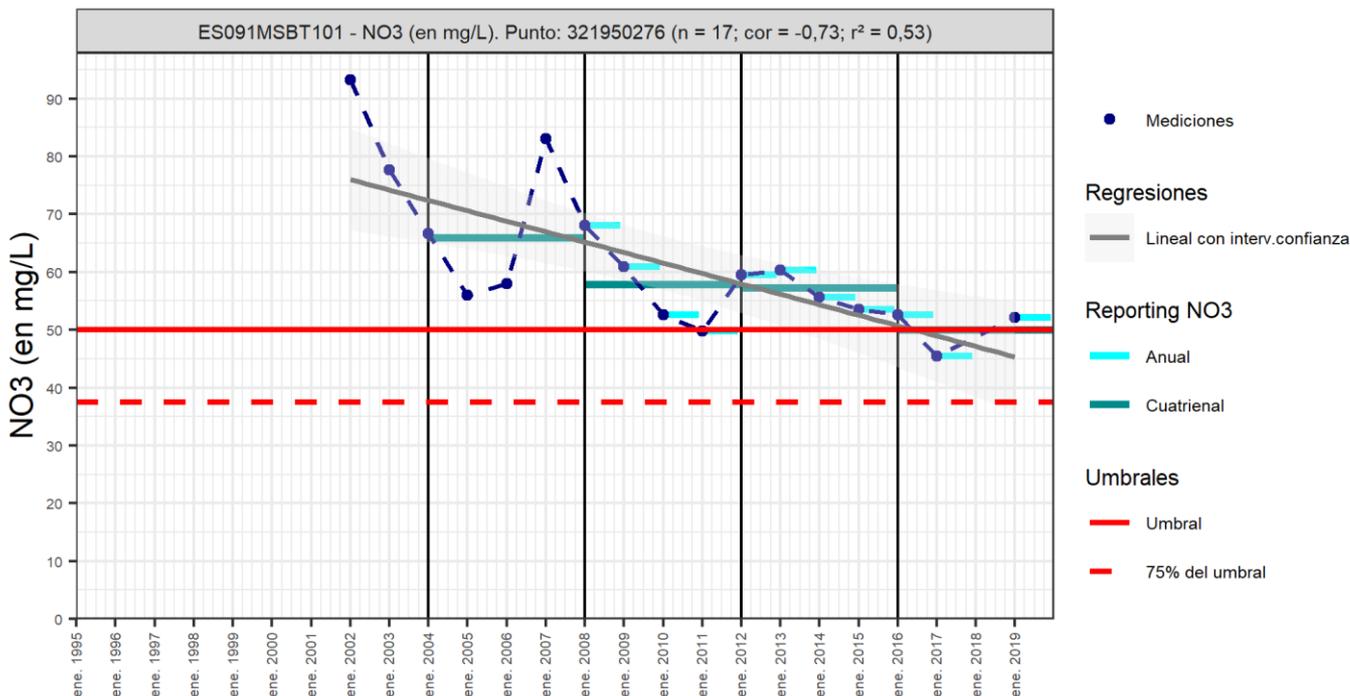
Gráfico de evaluación de tendencia

Nitrato (NO₃⁻)

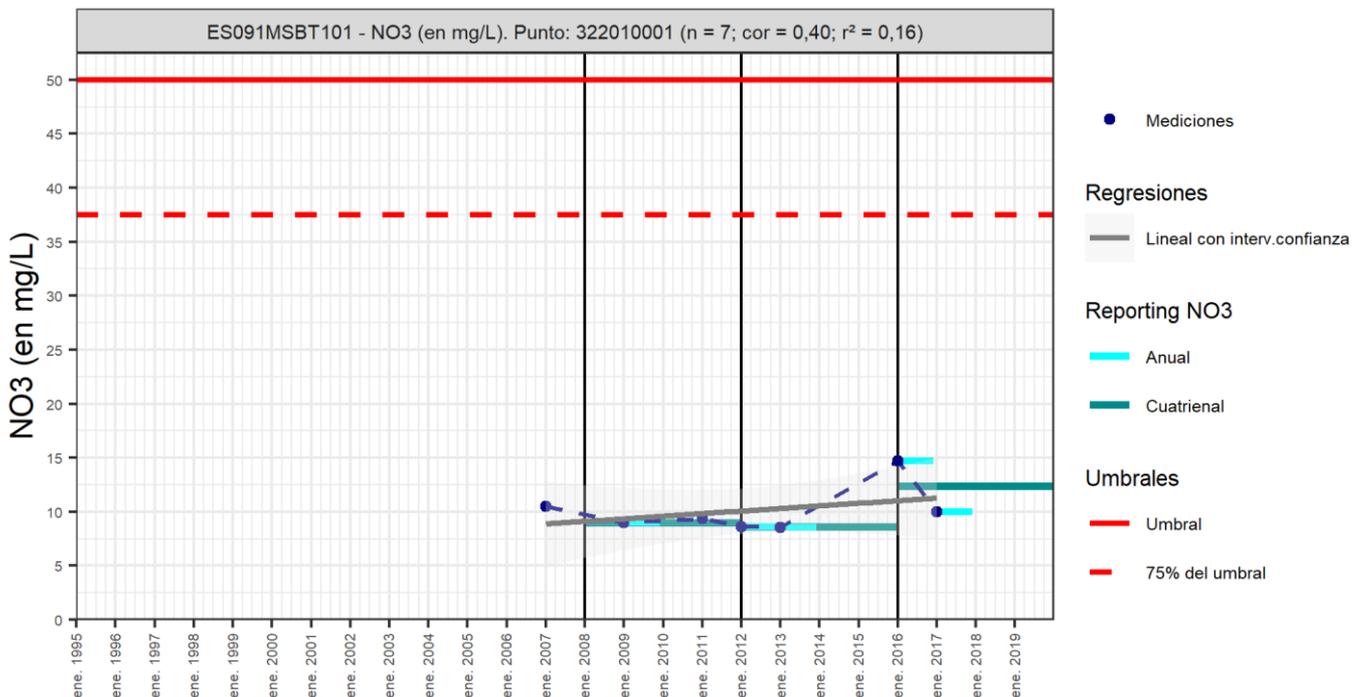
Código Punto 321910050



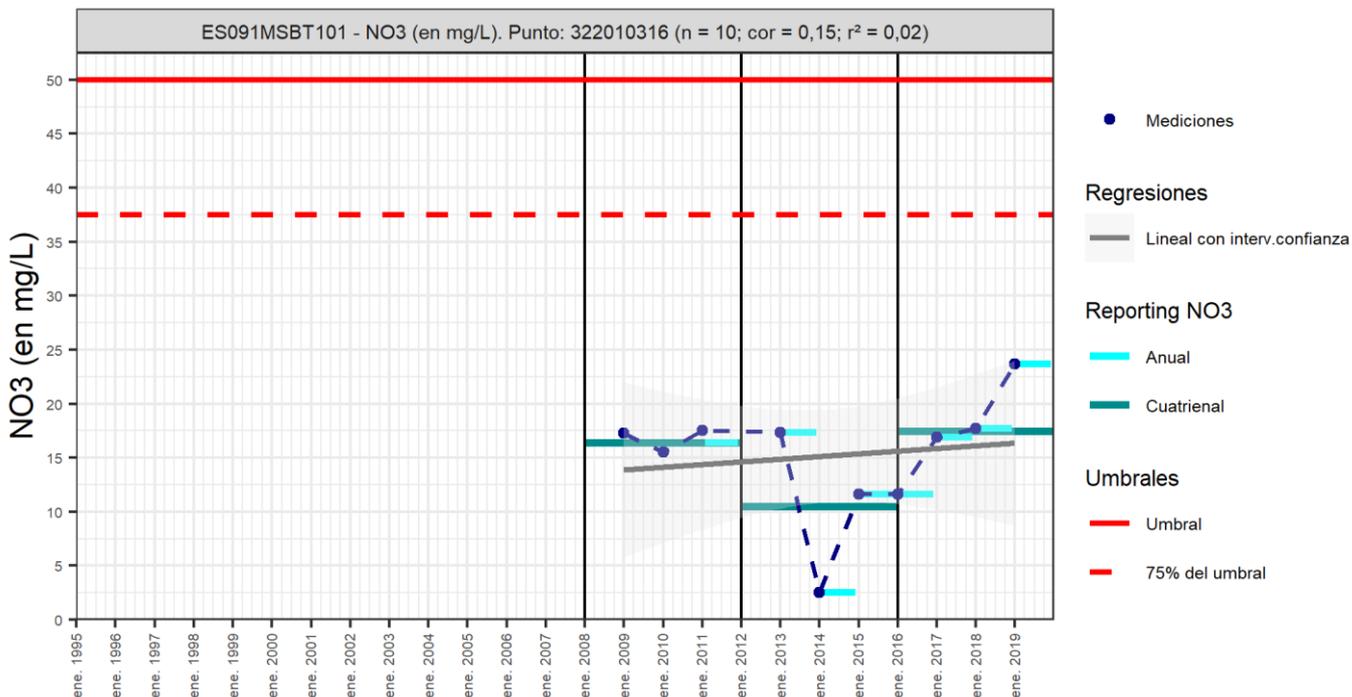
Código Punto 321950276

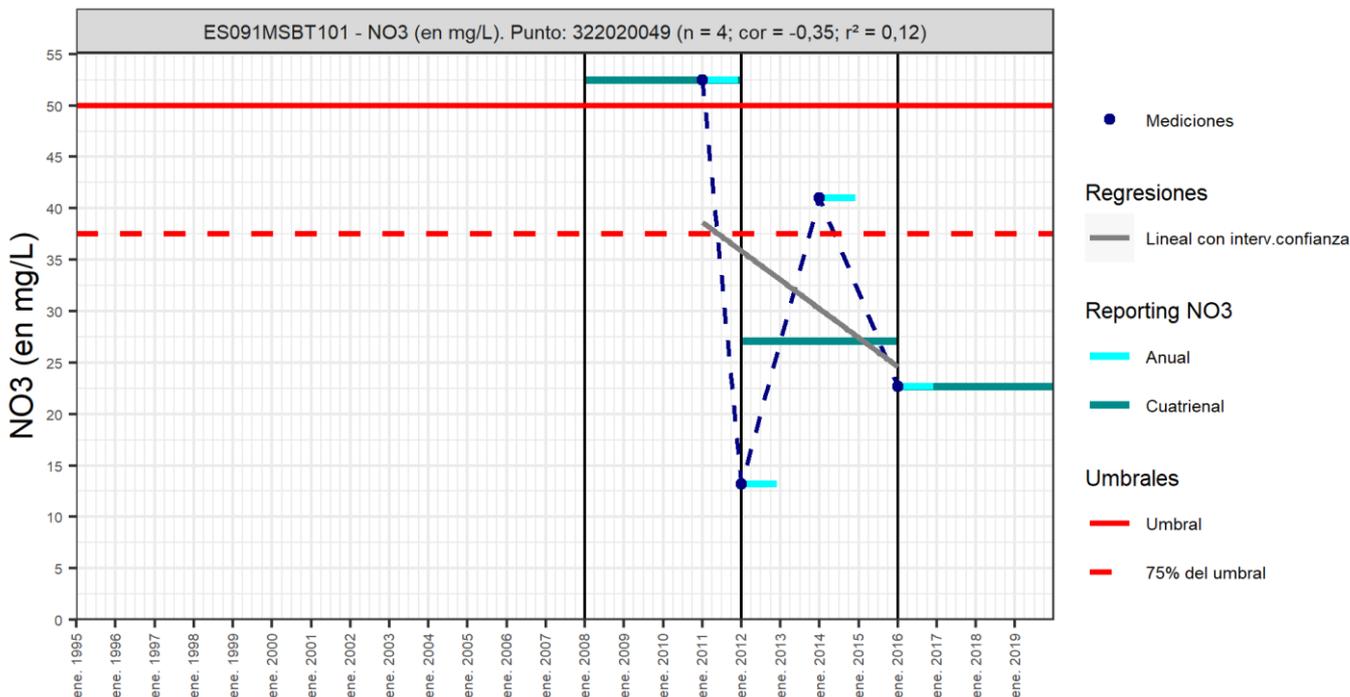


Código Punto 322010001



Código Punto 322010316





Análisis de tendencias

El análisis de tendencia en la concentración de nitrato se ha realizado en tres puntos de la red control, mediante el método de regresión simple y el estadístico avanzado de Mann–Kendall. A partir de 1995 comienza a medirse la concentración de nitrato en la MSBT, y de forma continuada desde 2007 ampliándose la red de control y frecuencia de muestreo. Las series históricas en los puntos seleccionados cumplen el mínimo de datos anuales necesarios, 8 datos, y el máximo que son 15 datos.

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de $R^2 < 0,3$ indican una baja correlación y no puede establecerse tendencia ($R^2 > 0,5$), excepto en el punto IPA_321950276 en el que la tendencia sí es ascendente. El análisis estadístico realizado sobre la serie histórica (min.8 y max.15 datos anuales) permite identificar una tendencia significativa creciente en el punto IPA_321950276, con un valor del grado significativo de GS 99,9 % (tendencia excelente). En los puntos con $GS < 90\%$ no puede establecerse tendencia, aunque el valor negativo de la pendiente de *Sen* indica que decrece la concentración en los puntos IPA_321910050 y IPA_322010316.

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019. Las variaciones de un cuatrienio a otro no son muy significativas, las variaciones registradas crecientes o decrecientes están entre 3,7 y 6,9 mg/L. En los cinco puntos seleccionados la concentración de nitrato en el último cuatrienio no supera el valor de 50 mg/L indicados por la Norma de Calidad (NC).

| Resultados del análisis de tendencias | | | | | | | | Nitrato (NO ₃ ⁻) | | | |
|---------------------------------------|--------|-----------|------------|---------|------------|---------|--------|---|------------|-------------------|-------------------|
| Código Punto | Unidad | Serie | Año inicio | Año Fin | Agregación | N total | N test | Valor Mín. | Valor Máx. | V. Base 2007-2008 | 75% NC./ V.Umbral |
| 321910050 | mg/L | Histórica | 2009 | 2019 | Anual | 11 | 11 | 15,20 | 31,50 | | 37,50 |
| 321950276 | mg/L | Histórica | 2004 | 2019 | Anual | 18 | 15 | 45,50 | 83,00 | 75,50 | 37,50 |
| 322010001 | mg/L | Histórica | 2007 | 2017 | Anual | 8 | | | | | |
| 322010316 | mg/L | Histórica | 2009 | 2019 | Anual | 10 | 10 | 2,50 | 23,70 | | 37,50 |
| 322020049 | mg/L | Histórica | 2011 | 2019 | Anual | 4 | | | | | |

| 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 |
| 321910050 | 0,27604 | Sin Tendencia | MEDIO | Sin Tendencia | 1,61E-01 | 83,89 | MEDIO |
| 321950276 | 0,53442 | Ascendente | ALTO | Ascendente | 6,29E-04 | 99,94 | ALTO |
| 322010001 | | | | | | | |
| 322010316 | 0,02284 | Sin Tendencia | MEDIO | Sin Tendencia | 4,19E-01 | 58,10 | MEDIO |
| 322020049 | | | | | | | |

| Resultado análisis de tendencias Informe Cuatrienal: Nitratos (NO ₃ ⁼) en mg/L | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|------------|---------|------------|---------|------------|------------|-------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------|
| Código Punto | Serie | Año inicio | Año Fin | Agregación | N total | Valor Min. | Valor Máx. | V. Base 2007-2008 | 75% NC (mg/L) | 3º | 4º | (Δ)Valor de Tendencia (mg/L) | Tendencia |
| | | | | | | | | | | Cuatrenio (2012-2015) | Cuatrenio (2016-2019) | | |
| 321910050 | Histórica | 2012 | 2019 | Cuatrenial | 2 | 20,05 | 24,20 | | 37,50 | 24,20 | 20,05 | -4,15 | Descendente |
| 321950276 | Histórica | 2004 | 2019 | Cuatrenial | 4 | 50,05 | 65,92 | 75,50 | 37,50 | 57,24 | 50,05 | -7,19 | Descendente |
| 322010001 | Histórica | 2008 | 2019 | Cuatrenial | 3 | 8,58 | 12,35 | | 37,50 | 8,58 | 12,35 | 3,77 | Ascendente |
| 322010316 | Histórica | 2008 | 2019 | Cuatrenial | 3 | 10,48 | 17,48 | | 37,50 | 10,48 | 17,48 | 6,99 | Ascendente |
| 322020049 | Histórica | 2008 | 2019 | Cuatrenial | 3 | 22,70 | 52,50 | | 37,50 | 27,10 | 22,70 | -4,40 | Descendente |

10.- CONCLUSIONES

La MSBT de agua subterránea ES091MSBT101 Aluvial de Tortosa, se localiza en la zona suroriental de la demarcación hidrográfica del Ebro y pertenece al Dominio Hidrogeológico Maestrazgo-Catalánides. La MSBT tiene una superficie de 67 km² íntegramente en la provincia de Tarragona (C.C.A.A de Cataluña). Las principales poblaciones Tortosa, Amposta y L'Aldea.

La MSBT Aluvial de Tortosa se circunscribe a los materiales cuaternarios del aluvial del valle bajo del río Ebro entre las poblaciones de la Cava, al Sur, y Xerta al Norte, y limitado al Oeste por la Plana de La Galera y al Este por las sierras de Boix y del Cardo respectivamente.

La masa de agua subterránea se emplaza sobre el zócalo mesozoico (Triásico, Jurásico y Cretácico) afectado por tectónica distensiva. Esta tectónica, conformó un conjunto de fosas tectónicas con una configuración estructural compleja, que en el margen continental se encuentran configuradas por un sistema de fallas lítricas, de dirección NE-SO, dando lugar a semifosas como la de la Plana de la Galera, límite occidental de la MSBT Aluvial del Ebro, que definieron la red fluvial actual. En el caso del Aluvial de Tortosa, la semifosa se encuentra rellena por materiales cuaternarios procedentes de antiguas terrazas y aluviales del río Ebro, constituyendo una serie de depósitos detríticos conectados con el mesozoico infrayacente.

Las terrazas del Ebro están formadas por gravas de cantos poligénicos, arenas y lutitas. Se identifican claramente dos niveles de terraza por su posición topográfica, si bien ambas son litológicamente idénticas. Su espesor es del orden de los 15-20 m. El aluvial actual tiene una constitución litológica idéntica a las terrazas. Se identifica un nivel aluvial antiguo, situado bajo el cauce actual del Ebro, con profundidades de hasta 50 a 100 m, separado del aluvial actual por un paquete de limos de espesor entre 5 y 20 m.

Las características hidrogeológicas y edafológicas del acuífero, clasificado como detrítico-mixto, le confieren un grado de vulnerabilidad intrínseco a la contaminación según el método DRASTIC reducido (Min= Grado 1; Max= Grado 10) bajo –moderado al 36,0 % y un grado alto- muy alto al 64,0% de la superficie de la MSBT Aluvial de Tortosa.

En la MSBT Aluvial de Tortosa se identifican tres límites abiertos con flujo de entrada desde las MSBT colindantes Plana de La Galera ES091MSBT102, bordes norte y noreste-suroeste, y la MSBT Boix Cardó que limita al Este en el lado de la margen izquierda del río Ebro.

En la MSBT se identifican dos acuíferos detríticos que corresponden a los depósitos cuaternarios del aluvial actual del Ebro (Ac. Aluvial del Ebro), con un espesor entre 5 y 20 m, régimen libre y permeabilidad alta. El otro acuífero detrítico está formado por los antiguos depósitos (Ac. Cuaternario antiguo) que pueden alcanzar espesores entre 50 y 100 m, con régimen semiconfinado y permeabilidad alta. Ambos acuíferos están separados por una capa de limos arenosos con comportamiento acuitardo, permitiendo flujo subterráneo entre ambos acuíferos en sentido vertical ascendente.

El límite inferior de la MSBT Aluvial de Tortosa viene definido por el acuífero mesozoico que subyace desde la Plana de La Galera hacia el este en dirección al mar. El límite constituido por calizas y dolomías del Cretácico se sitúa a muro de la FGP cuaternaria antigua y en casos puntuales, se encuentra en contacto con la FGP cuaternaria moderna aflorando en superficie y dando lugar a los denominados *ullals* o surgencias como es el caso del Ullal de Soldevilla o de la Carroba entre otros.

Los sondeos que alcanzan el acuífero formado por el aluvial antiguo muestran una elevada permeabilidad, con valores de transmisividad del orden de 1.000 a 5.000 m²/día, con un gradiente muy bajo, entre 0,002 y 0,004. El aluvial actual muestra una permeabilidad bastante menor, con valores de transmisividad del orden de los 200 m²/día y gradiente del orden de 0,005 a 0,01.

El funcionamiento del aluvial actual está ligado al río Ebro (principal receptor de recursos), y está separado del antiguo aluvial por una capa de limos. Su disposición piezométrica es por tanto subparalela y convergente hacia el río. El nivel piezométrico del aluvial antiguo es, en la mayor parte de su extensión, superior al actual, por lo que supone un drenaje vertical ascendente hacia este. Por su parte, está conectado con el los mesozoicos del ámbito de La Plana de La Galera, ya sea directamente o a través de los piedemontes.

La recarga se produce por infiltración de las precipitaciones. También por el flujo ascendente procedente de La Plana de la Galera. La zona de recarga está formada por la superficie del aluvial y la Plana de la Galera. Esta última genera un flujo ascendente que recarga los aluviales antiguos y forma los "Ullals" localizados junto al río.

El aluvial antiguo, confinado en casi toda la extensión de la masa de agua, se recarga del Ebro en la zona de Cherta–Aldover. El acuífero descarga directamente al cauce del Ebro, según las relaciones de niveles en el río y acuífero. También hacia el delta del Ebro.

En la MSBT se ha identificado un único recinto hidrogeológico (ES091MSBT104P00) denominado Aluvial de Tortosa. Este recinto está formado por dos niveles acuíferos, uno superior formado por los depósitos aluviales actuales y otro profundo de aluviales antiguos y separados por un nivel acuitardo (nivel de limos arcillosos de 5 a 20 m de espesor). La descarga principal se produce hacia el mar y por transferencia lateral a los recintos de la MSBT Delta del Ebro y al río Ebro, el cual puede ser cíclicamente ganador o perdedor). La recarga del este recinto se produce por infiltración de lluvia y por la transferencia hidráulica latera desde

el recinto de la MSBT Boix Cardó (ES091MSBT100S01) m y de los recintos de la Plana de La Galera (ES091MSBT102S00) y Mesozoico de La Galera (ES091MSBT103P00), a través del manantial la Carroba y otras surgencias difusas.

En el tercer ciclo de planificación hidrológica se establecieron, para la MSBT Aluvial de Tortosa, unos recursos disponibles de 46,5 hm³/año, sobre unos recursos renovables de 44,6 hm³/año. La salida de agua subterránea más importante se corresponde con las extracciones por bombeo que se estimaron en 16,9 hm³/año, lo que tiene como consecuencia que el índice de explotación de esta masa sea de 0,36.

La MSBT Aluvial de Tortosa tiene dos puntos de control el punto IPA_322060084 en el Ac. Aluvial del Tortosa y el punto IPA_322060089 en el Ac. Terciario Detrítico, en la margen izquierda del río Ebro y en las proximidades del municipio de Amposta. La medición del nivel piezométrico se inicia en 2007, y el valor promedio se encuentra a cota de 1,7 m.s.n.m. El rango de variación entre el mínimo y máximo NP es de 3,5 m, observándose oscilaciones estacionales y también relacionadas con la dinámica del río Ebro, pudiéndose ser efluente o influente. El nivel piezométrico del punto IPA_322060084, con una profundidad de 224 m, es ligeramente superior al NP del punto IPA_322060089 de 40 m en el Aluvial, por lo que indicaría cierto gradiente vertical ascendente y alcanzando la cota topográfica de los puntos de control (4 msnm).

La masa de agua subterránea se encuentra en riesgo cuantitativo (LOWT) por extracción directa de agua requerida principalmente para actividad agrícola, industrial y abastecimiento público de agua. El nivel piezométrico (NP) es un parámetro fundamental indicador del impacto generado sobre la MSBT.

La red de control del estado químico de la MSBT tiene 13 puntos distribuíos principalmente en el Ac. Aluvial del Ebro, corresponden a 1 manantial (Ac. Cretácico), 11 pozos y 1 sondeo. Las características generales fisicoquímicas de la MSBT Aluvial de Tortosa corresponden a un agua ligeramente ácida a básica, con un pH entre 6,2 y 9,5. Los valores de conductividad eléctrica varían entre 412 y 1.551 µS/cm, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 1.280 µS/cm, se consideran aguas naturales mineralizadas y dulces (< 2000 µS/cm Custodio y Llamas, 1983). La dureza del agua expresada en mg/L CaCO₃ varía entre 246 a 412 mg/L y se clasifica por su dureza como muy dura.

Las facies hidrogeoquímicas identificadas en la MSBT son mixtas entre el tipo CaHCO₃ y Ca-SO₄(Cl)-HCO₃. La frecuencia de muestreo durante el periodo 2015-2019 fue semestral los puntos seleccionados. No se observan variaciones estacionales o interanuales destacables respecto a la Línea Base 2007-2008 (Diagramas de columnas).

La masa de agua subterránea está en riesgo químico (NUT) de no alcanzar los objetivos medioambientales por la concentración en nitrato, debido principalmente a la actividad agrícola. La concentración de nitrato en la serie histórica varía en un rango entre 5,9 y 144,6 mg/L, con un valor promedio del percentil 50 (P50) de 21,1mg/L para la MSBT y que no supera el valor de 50 mg/L establecido en la Norma de Calidad. La gráfica de evolución de nitrato, en la que se representa la red de control químico, muestra un único punto (IPA 3219502762) con concentraciones elevadas que varían entre 60 y 140 mg/L, en el área norte del Barrio de Jesús.

Los puntos seleccionados para la evaluación de tendencia en nitrato son reportados en el informe cuatrienal 2016-2019 y forman parte de la red de nitratos. Se han seleccionado tres puntos (IPA_321910050, IPA_321950276, IPA_322010316) que cumplen con la serie histórica (mínimo 8 datos anuales) y continuidad temporal para evaluar la tendencia química por el método básico de regresión lineal y avanzado de Test-Mann Kendall. Otros dos puntos (IPA_322010001, IPA_322020049) han sido seleccionados para el análisis cuatrienal, no cumplen para realizar el análisis estadístico, pero sí pueden ser de interés en el análisis de tendencia entre tercer (2012-2015) y cuarto cuatrienio (2016-2019). A partir de 1995 comienza a medirse la concentración de nitrato en la MSBT, y de forma continuada desde 2007 ampliándose la red de control y frecuencia de muestreo en el acuífero aluvial de Tortosa. Las series históricas en los puntos seleccionados cumplen el mínimo de datos anuales necesarios, 8 datos, y el máximo que son 15 datos.

Los resultados obtenidos por el método de regresión lineal con valores de R²<0,3 indican una baja correlación y no puede establecerse tendencia (R²>0,5), excepto en el punto IPA_321950276 en el que la tendencia sí es ascendente. El análisis estadístico realizado sobre la serie histórica (min.8 y max.15 datos anuales) permite identificar una tendencia significativa creciente en el punto IPA_321950276, con un valor del grado de significancia de GS 99,9 % (tendencia excelente). En los puntos con GS<90% no puede establecerse tendencia, aunque el valor negativo de la pendiente de Sen indica que decrece la concentración en los puntos IPA_321910050 y IPA_322010316.

Respecto al análisis de los resultados cuatrienales 2012-2015 y 2016-2019. Las variaciones de un cuatrienio a otro no son muy significativas, las variaciones registradas crecientes o decrecientes están entre 3,7 y 6,9 mg/L. En los cinco puntos seleccionados la concentración de nitrato en el último cuatrienio no supera el valor de 50 mg/L indicados por la Norma de Calidad (NC).

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

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

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

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

A continuación, se proponen actuaciones específicas consideradas prioritarias para la mejora del conocimiento de la ES091MSBT101 Aluvial de Tortosa:

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. Es posible que sea necesario realizar algún sondeo de reconocimiento geológico para mejorar los cortes geológicos.

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. En la MSBT se ha identificado contaminación difusa por nitrato en la zona centro de la MSBT. 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.

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. Dada la amplia extensión de las presiones significativas identificadas dentro de esta masa de agua, 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 masa de agua subterránea se encuentra en riesgo químico por contaminación difusa principalmente por nitrato afectando principalmente la zona central al norte de Tortosa. Se trata de una contaminación que afecta 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.

Relación río acuífero y estudio de necesidades ambientales de los EDAS: dentro de la MSBT se han establecido unos candidatos a EDAS, y se proponen trabajos para su identificación/validación (incluyendo trabajos de campo), así como trabajos para su caracterización y estimación de sus necesidades ambientales. Se ha identificado un ETDA de la RN2000 (Serres de Cardó - El Boix) en mal estado de conservación, por lo que sería conveniente el estudio de su afección y la relación de dependencia con el agua subterránea (cantidad y calidad).

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

Modelización geológica 3D: dado el interés, y con el objetivo de impulsar la modelización numérica como herramienta para la gestión del recurso hídrico, se propone como prioritario en todas las MSBT la mejora del modelo geológico 3D que sirva como base para la generación o mejora de modelos de flujo subterráneo, en el caso de que hubiera antecedentes de modelación numérica.

Modelización de flujo subterráneo: en esta MSBT se plantea crear un modelo de flujo subterráneo que permita establecer reglas y escenarios de gestión y evaluar con mayor exactitud los recursos disponibles a medio y largo plazo, y frente al cambio climático.

Modelización de transporte de reactivos y solutos: se propone crear un modelo de transporte que permita comprender el origen y la causa de las variaciones espaciales y temporales, así como definir la dimensión de la contaminación detectada en el o los acuíferos, así como plantear escenarios para la mejora de la gestión y facilitar la toma de decisiones (reducir presiones en zonas concretas, etc.).

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

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

12.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHE () Fichas de caracterización de las masas de agua subterránea en Información de Planificación Hidrológica de la CHE (www.chebro.es).
- CHE (2015). Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Segundo ciclo de planificación: 2015 – 2021. Memoria y anejos.
- CHE (2019). Documentos iniciales: programa, calendario, estudio general sobre la demarcación y fórmulas de consulta. Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Revisión de tercer ciclo de planificación (2021-2027). Memoria y anejos.
- DGA (2012). Diagnóstico de las estaciones de seguimiento del estado cuantitativo de las masas de agua subterránea de las cuencas intercomunitarias, construidas y operativas antes del año 2.002. Apoyo Técnico a la Confederación Hidrográfica del Ebro. Memoria y anejos.
- DGA (2020). Guía metodológica para la determinación de las necesidades ambientales asociadas a los ecosistemas dependientes de las aguas subterráneas. En: Actuaciones para gestión de las aguas subterráneas y los ecosistemas asociados ante el impacto del cambio climático. Plan PIMA ADAPTA 2017.
- DGA (2020). Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas. Secretaría de estado de medio ambiente, Dirección General del Agua. Versión 2, julio 2020.
- DGA (2010). Actividad 2: Apoyo a la caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales 2015. Demarcación Hidrográfica del Ebro, Masa de Agua Subterránea: 090.101 Aluvial de Tortosa. En: Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas.
- DGA (2010). Actividad 4: Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. Demarcación Hidrográfica 091 Ebro, Dominio Maestrazgo-Catalanides, Masa de agua subterránea 090.101 Aluvial de Tortosa. En: Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas.
- IGME, DGA y UMA (2010). Actividad 9: Protección de las aguas subterráneas empleadas para consumo humano según los requerimientos de la Directiva Marco del Agua. Evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de las masas de agua subterránea intercomunitarias masas detríticas y mixtas. En: Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas. Madrid.
- IGME, DGA (2019). Fichas de datos de los recintos hidrogeológicos de la demarcación hidrográfica del Ebro para su implementación en el modelo simpá. 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, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de 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: ES091MSBT101 - ALUVIAL DE TORTOSA

| Código espacio RN2000 | Nombre espacio RN2000 | Tipo RN2000 | Código hábitat | Nombre hábitat dependiente de aguas subterráneas | Grado conservación |
|-----------------------|---------------------------|-------------|----------------|--|--------------------|
| ES5140006 | Serres de Cardó - El Boix | ZEC/ZEPA | 6420 | Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion | C |

ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y EVOLUCIÓN QUÍMICA.

INDICADORES DE LA CALIDAD QUÍMICA DE LA MSBT.



MSBT: ES091MSBT101 - ALUVIAL DE TORTOSA

| 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 | 321910050 | | | | | | |
| Valor | | | | | | | |
| Máx. | 19,0 | 6 | 931 | <LQ | <LQ | 412,20 | <LQ |
| Mín. | 17,3 | 6 | 836 | <LQ | <LQ | 352,50 | <LQ |
| P50 | 18,5 | 6 | 881 | <LQ | <LQ | 374,50 | <LQ |
| N reg. | 4 | 2 | 6 | | | 7 | |
| Código Punto | 321950022 | | | | | | |
| Valor | | | | | | | |
| Máx. | 20,4 | 8 | 981 | 8,40 | 0,6 | <LQ | 211,0 |
| Mín. | 14,6 | 7 | 725 | 5,70 | <LQ | <LQ | 197,0 |
| P50 | 16,9 | 7 | 932 | 7,10 | <LQ | <LQ | 210,0 |
| N reg. | 9 | 9 | 7 | 11 | 7 | | 5 |
| Código Punto | 321950207 | | | | | | |
| Valor | | | | | | | |
| Máx. | 19,4 | 8 | 544 | 10,50 | <LQ | <LQ | 188,0 |
| Mín. | 14,8 | 7 | 427 | 6,90 | <LQ | <LQ | 188,0 |
| P50 | 16,3 | 8 | 494 | 8,70 | <LQ | <LQ | 188,0 |
| N reg. | 6 | 7 | 6 | 8 | 7 | | 1 |
| Código Punto | 321950276 | | | | | | |
| Valor | | | | | | | |
| Máx. | 27,2 | 8 | 907 | 13,70 | 0,6 | <LQ | 239,0 |
| Mín. | 12,6 | 7 | 554 | 5,50 | <LQ | <LQ | 214,0 |
| P50 | 20,0 | 7 | 653 | 7,95 | <LQ | <LQ | 231,5 |
| N reg. | 20 | 21 | 20 | 26 | 15 | | 6 |
| Código Punto | 321950344 | | | | | | |
| Valor | | | | | | | |
| Máx. | 17,4 | 7 | 563 | <LQ | <LQ | 295,10 | <LQ |
| Mín. | 17,3 | 6 | 518 | <LQ | <LQ | 246,90 | <LQ |
| P50 | 17,3 | 6 | 535 | <LQ | <LQ | 278,50 | <LQ |
| N reg. | 3 | 2 | 5 | | | 5 | |
| Código Punto | 322010001 | | | | | | |
| Valor | | | | | | | |
| Máx. | 20,4 | 8 | 1.125 | 10,40 | <LQ | <LQ | 245,0 |
| Mín. | 16,2 | 7 | 841 | 5,50 | <LQ | <LQ | 245,0 |
| P50 | 18,5 | 7 | 925 | 8,00 | <LQ | <LQ | 245,0 |
| N reg. | 7 | 7 | 6 | 8 | 7 | | 1 |
| Código Punto | 322010108 | | | | | | |
| Valor | | | | | | | |
| Máx. | 19,5 | 8 | 508 | 9,40 | <LQ | <LQ | <LQ |
| Mín. | 17,0 | 7 | 419 | 6,90 | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | 17,6 | 8 | 464 | 7,90 | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | 7 | 7 | 9 | 12 | 9 | | |
| Código Punto | 322010316 | | | | | | |
| Valor | | | | | | | |
| Máx. | 22,1 | 10 | 1.295 | 7,70 | <LQ | 382,20 | 197,0 |
| Mín. | 14,8 | 7 | 1.024 | 6,20 | <LQ | 308,60 | 197,0 |
| P50 | 19,6 | 7 | 1.151 | 6,50 | <LQ | 356,80 | 197,0 |
| N reg. | 6 | 5 | 9 | 3 | 2 | 7 | 1 |
| Código Punto | 322010317 | | | | | | |
| Valor | | | | | | | |

| Parámetro | T (In situ) | pH | C.E. (20°C) (In situ) | O ₂ (In situ) | DQO | Dureza | Alcalinidad |
|--------------|------------------|--------|-----------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| Unidad | °C | Ud. pH | µS/cm | mg/L | mg/L O ₂ | mg/L CaCO ₃ | mg/L CaCO ₃ |
| Máx. | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| Mín. | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | | | | | | | |
| Código Punto | 322010323 | | | | | | |
| Valor | | | | | | | |
| Máx. | 22,9 | 9 | 1.203 | <LQ | <LQ | 372,20 | <LQ |
| Mín. | 18,3 | 8 | 1.097 | <LQ | <LQ | 295,60 | <LQ |
| P50 | 19,4 | 8 | 1.172 | <LQ | <LQ | 338,30 | <LQ |
| N reg. | 4 | 2 | 6 | | | 7 | |
| Código Punto | 322010324 | | | | | | |
| Valor | | | | | | | |
| Máx. | 19,6 | 9 | 1.367 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| Mín. | 19,6 | 8 | 1.227 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | 19,6 | 9 | 1.357 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | 1 | 2 | 3 | | | | |
| Código Punto | 322020049 | | | | | | |
| Valor | | | | | | | |
| Máx. | 22,1 | 7 | 1.552 | 9,10 | <LQ | <LQ | <LQ |
| Mín. | 18,6 | 7 | 1.453 | 5,90 | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | 20,5 | 7 | 1.485 | 7,70 | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | | |
| Código Punto | 322050013 | | | | | | |
| Valor | | | | | | | |
| Máx. | 19,1 | 8 | 719 | 11,70 | 1,2 | <LQ | 230,0 |
| Mín. | 16,0 | 7 | 412 | 4,90 | <LQ | <LQ | 201,0 |
| P50 | 17,1 | 7 | 588 | 7,60 | <LQ | <LQ | 219,0 |
| N reg. | 32 | 32 | 31 | 33 | 3 | | 27 |

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 | 321910050 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | 286,8 | <LQ | 85,40 | 175,0 | 31,5 | 0,09 | 0,16 | 54,9 | 4,1 |
| Mín. | 228,0 | <LQ | 49,40 | 110,0 | 15,2 | <LQ | <LQ | 35,0 | 3,0 |
| P50 | 274,9 | <LQ | 64,20 | 128,0 | 25,0 | <LQ | <LQ | 39,0 | 4,0 |
| N reg. | 11 | | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Código Punto | 321950022 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | 256,2 | <LQ | 83,00 | 254,0 | 14,5 | 0,00 | 0,32 | 34,4 | 2,1 |
| Mín. | 199,0 | <LQ | 33,80 | 130,0 | 9,8 | <LQ | <LQ | 17,6 | 1,0 |
| P50 | 240,3 | <LQ | 50,00 | 216,0 | 11,3 | <LQ | <LQ | 24,8 | 1,5 |
| N reg. | 9 | 8 | 11 | 11 | 11 | 11 | 9 | 11 | 11 |
| Código Punto | 321950207 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | 230,6 | <LQ | 30,00 | 72,9 | 10,6 | 0,04 | <LQ | 6,0 | 1,4 |
| Mín. | 167,1 | <LQ | 9,65 | 52,0 | 5,9 | <LQ | <LQ | 5,0 | <LQ |
| P50 | 229,1 | <LQ | 9,94 | 65,3 | 7,8 | <LQ | <LQ | 5,4 | 0,8 |
| N reg. | 7 | 5 | 8 | 8 | 8 | 7 | 6 | 8 | 8 |
| Código Punto | 321950276 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |

| Parámetro | HCO ₃ ⁻ | CO ₃ ⁼ | Cl ⁻ | SO ₄ ⁼ | NO ₃ ⁻ | NO ₂ ⁻ | PO ₄ ³⁻ | Na ⁺ | K ⁺ | |
|--------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|--|
| Unidad | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | |
| Código Punto | 321950276 | | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | | |
| Máx. | 348,9 | <LQ | 33,00 | 77,0 | 144,6 | 0,00 | <LQ | 18,0 | 2,0 | |
| Mín. | 231,0 | <LQ | 20,40 | 49,6 | 45,5 | <LQ | <LQ | 8,6 | <LQ | |
| P50 | 277,6 | <LQ | 24,80 | 56,9 | 58,0 | <LQ | <LQ | 13,6 | 1,5 | |
| N reg. | 20 | 19 | 21 | 21 | 26 | 24 | 21 | 21 | 21 | |
| Código Punto | 321950344 | | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | | |
| Máx. | 240,9 | <LQ | 15,60 | 66,0 | 16,3 | <LQ | 0,30 | 6,6 | 2,0 | |
| Mín. | 199,0 | <LQ | <LQ | 59,0 | 7,9 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | |
| P50 | 236,6 | <LQ | 10,70 | 64,0 | 12,6 | <LQ | <LQ | 6,0 | 1,0 | |
| N reg. | 8 | | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | |
| Código Punto | 322010001 | | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | | |
| Máx. | 298,9 | <LQ | 168,00 | 104,0 | 14,7 | 0,03 | <LQ | 85,7 | 7,0 | |
| Mín. | 153,7 | <LQ | 136,00 | 31,0 | 8,6 | <LQ | <LQ | 70,0 | 1,9 | |
| P50 | 273,4 | <LQ | 149,50 | 74,1 | 9,7 | <LQ | <LQ | 78,9 | 4,5 | |
| N reg. | 8 | 6 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | 8 | 8 | |
| Código Punto | 322010108 | | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | | |
| Máx. | 264,7 | <LQ | 20,80 | 11,0 | 29,0 | 0,00 | <LQ | 6,6 | 0,7 | |
| Mín. | 216,0 | <LQ | 14,80 | 8,5 | 16,6 | <LQ | <LQ | 5,7 | <LQ | |
| P50 | 258,6 | <LQ | 17,30 | 9,6 | 21,5 | <LQ | <LQ | 5,8 | 0,6 | |
| N reg. | 11 | 11 | 11 | 11 | 12 | 11 | 11 | 11 | 11 | |
| Código Punto | 322010316 | | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | | |
| Máx. | 273,2 | <LQ | 230,00 | 84,0 | 23,7 | 0,20 | 63,80 | 103,0 | 6,0 | |
| Mín. | 219,0 | <LQ | 128,10 | 59,0 | <LQ | <LQ | <LQ | 79,2 | 3,0 | |
| P50 | 261,2 | <LQ | 175,00 | 70,7 | 17,1 | <LQ | <LQ | 94,1 | 3,2 | |
| N reg. | 12 | 2 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 13 | 13 | |
| Código Punto | 322010317 | | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | | |
| Máx. | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | |
| Mín. | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | |
| P50 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | |
| N reg. | | | | | | | | | | |
| Código Punto | 322010323 | | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | | |
| Máx. | 286,1 | <LQ | 201,90 | 70,0 | 9,0 | <LQ | 0,30 | 106,0 | 4,0 | |
| Mín. | 230,0 | <LQ | 168,60 | 50,0 | <LQ | <LQ | <LQ | 86,0 | 3,0 | |
| P50 | 279,3 | <LQ | 180,00 | 62,0 | <LQ | <LQ | <LQ | 97,0 | 3,0 | |
| N reg. | 11 | | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | |
| Código Punto | 322010324 | | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | | |
| Máx. | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 28,0 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | |
| Mín. | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 17,2 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | |
| P50 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 20,8 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | |
| N reg. | | | | | 7 | 7 | 7 | | | |
| Código Punto | 322020049 | | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | | |
| Máx. | 284,1 | <LQ | 342,00 | 111,0 | 52,5 | 0,04 | <LQ | 191,0 | 5,4 | |
| Mín. | 230,0 | <LQ | 277,00 | 99,8 | 13,2 | 0,04 | <LQ | 152,0 | 4,9 | |
| P50 | 271,4 | <LQ | 291,50 | 108,0 | 31,9 | 0,04 | <LQ | 163,5 | 5,2 | |
| N reg. | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 | |

| 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 | 322050013 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | 316,0 | <LQ | 69,70 | 109,0 | 25,1 | <LQ | <LQ | 35,2 | 6,0 |
| Mín. | 259,9 | <LQ | 16,80 | 55,5 | 12,9 | <LQ | <LQ | 6,4 | <LQ |
| P50 | 267,2 | <LQ | 34,70 | 64,7 | 17,7 | <LQ | <LQ | 19,4 | 1,1 |
| N reg. | 30 | 30 | 31 | 31 | 33 | 7 | 5 | 31 | 31 |
| 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 | 321910050 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | 120,5 | 41,3 | <LQ | <LQ | <LQ | 0,30 | <LQ | <LQ | <LQ |
| Mín. | 88,0 | 28,0 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | 95,0 | 34,0 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | 11 | 11 | 8 | 8 | 8 | 11 | 8 | 9 | 9 |
| Código Punto | 321950022 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | 160,0 | 37,0 | 1,5600 | <LQ | <LQ | <LQ | 0,09 | <LQ | <LQ |
| Mín. | 98,0 | 28,1 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | 123,0 | 34,5 | 0,1300 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | 11 | 11 | 9 | 10 | 10 | 11 | 8 | 9 | 9 |
| Código Punto | 321950207 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | 71,8 | 26,7 | 0,2060 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| Mín. | 49,0 | 21,4 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | 68,2 | 24,9 | 0,1300 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | 8 | 8 | 5 | 5 | 5 | 8 | 3 | 3 | 3 |
| Código Punto | 321950276 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | 97,0 | 41,5 | <LQ | <LQ | <LQ | 0,08 | <LQ | <LQ | <LQ |
| Mín. | 67,0 | 30,3 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | 76,3 | 36,0 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | 21 | 21 | | 2 | | 25 | | | |
| Código Punto | 321950344 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | 73,0 | 28,0 | <LQ | 0,9000 | <LQ | 0,60 | <LQ | <LQ | <LQ |
| Mín. | 61,0 | 23,0 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | 69,8 | 26,1 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | 8 | 8 | 7 | 7 | | 8 | | | |
| Código Punto | 322010001 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | 109,0 | 32,0 | 0,5300 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| Mín. | 53,0 | 20,9 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | 90,3 | 29,5 | 0,2180 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 |
| Código Punto | 322010108 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | 64,4 | 28,9 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| Mín. | 59,0 | 21,8 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | 60,9 | 24,6 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | 11 | 11 | | | | 11 | | | |
| Código Punto | 322010316 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |

| Parámetro | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | As | Cd ²⁺ | Hg | NH ₄ ⁺ Total | ∑ Plaguicidas | PER | TRI |
|---------------------|------------------|------------------|--------|------------------|------|------------------------------------|---------------|------|------|
| Unidad | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | µg/L | µg/L | µg/L |
| Código Punto | 322010316 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | 97,3 | 34,0 | 1,0000 | 0,6000 | <LQ | 0,30 | 0,11 | <LQ | <LQ |
| Mín. | 57,5 | 24,0 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | 91,6 | 31,0 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0,00 | <LQ | <LQ |
| N reg. | 13 | 13 | 7 | 7 | | 13 | 10 | | |
| Código Punto | 322010317 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| Mín. | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | | | | | | | | | |
| Código Punto | 322010323 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | 93,0 | 35,5 | <LQ | <LQ | <LQ | 0,30 | <LQ | <LQ | <LQ |
| Mín. | 72,0 | 28,0 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | 85,0 | 31,0 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | 11 | 11 | 8 | 8 | | 11 | | | |
| Código Punto | 322010324 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0,30 | <LQ | <LQ | <LQ |
| Mín. | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | | | | | | 7 | | | |
| Código Punto | 322020049 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | 118,0 | 47,8 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| Mín. | 87,3 | 31,4 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | 111,0 | 39,9 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | 4 | 4 | | | | 4 | | | |
| Código Punto | 322050013 | | | | | | | | |
| Valor | | | | | | | | | |
| Máx. | 108,0 | 28,9 | 1,0000 | 1,0000 | <LQ | 0,04 | <LQ | <LQ | <LQ |
| Mín. | 69,1 | 21,0 | 1,0000 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| P50 | 85,3 | 23,2 | 1,0000 | 0,5000 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ |
| N reg. | 30 | 31 | 1 | 2 | | 30 | | | |

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