



Trabajo Fin de Grado

Desarrollo sostenible de la gestión del agua en el territorio del eje/corredor del río Ebro en la comunidad autónoma de Aragón

Sustainable development of water management in the territory of the axis/corridor of the Ebro river in the autonomous community of Aragón

Autor/es

Álvaro Montolío Garcés

Director/es

África Heredia
Laclaustra

GEOGRAFÍA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

FACULTAD DE FILOSOFÍA
Y LETRAS 2021/2022

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a la directora África Heredia Laclaustra por la dedicación a este Trabajo Fin de Grado, que me ha ayudado en la resolución de mis dudas y me ha aconsejado durante la elaboración del trabajo. A la vez a José Ángel Losada García, tutor de las prácticas de empresa Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) que me ha proporcionado información de la propia CHE y me ha asesorado en técnicas aplicadas para el desarrollo de los mapas. También, quiero agradecer a mis padres el incondicional apoyo que me ha brindado.

A todos ellos, muchas gracias.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. OBJETIVOS	10
3. ZONA DE ESTUDIO	10
4. MÉTODO Y FUENTES	13
4.1. Método.....	13
4.2. Fuentes de información	15
5. RESULTADOS.....	16
5.1. Inventario	16
5.1.1. Uso agrario y humano.....	17
5.1.2. Cambio de la superficie forestal del año 1990-2018.....	18
5.1.3. Vertidos tóxicos y puntos de desbordamiento	22
5.2. Diagnóstico	31
5.2.1. Diagnóstico a los usos del suelo.....	31
5.2.2. Diagnóstico a los vertidos tóxicos y puntos de desbordamiento.....	32
5.3. Propuesta de directrices.....	34
5.3.1. Directrices orientadas a la optimización de regadíos y usos humanos	34
5.3.2. Directrices orientadas a la mejora de la superficie forestal	35
5.3.3. Directrices orientadas a minimizar los efectos de los vertidos tóxicos y puntos de desbordamiento	35
6. CONCLUSIONES.....	36
7. DISCUSIÓN.....	37
8. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	41

INDICE DE MAPAS

Mapa 1: Localización del río Ebro por la comunidad autónoma de Aragón.	12
Mapa 2: Mapa de abastecimientos y regadíos en el recorrido del eje del río Ebro.	25
Mapa 3: Mapa descriptivo de la masa forestal en el recorrido del eje del río Ebro, año 1990	26
Mapa 4: Mapa descriptivo de la masa forestal en el recorrido del eje del río Ebro, año 2018.	27
Mapa 5: Mapa de los cambios de la masa forestal en el eje del río Ebro, en Aragón, entre los años 1990-2018.	28
Mapa 6: Mapa de vertidos tóxicos que afectan el recorrido del eje del río Ebro.....	29
Mapa 7: Mapa de los puntos de desbordamiento que afectan en el recorrido del eje del río Ebro.	30

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1: Objetivos de la Agenda 2030.....	8
Imagen 2: Ciudad de Zaragoza, Basílica del Pilar.	13

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Diferencias consumo de agua entre cultivos de regadío y personas.....	18
Gráfico 2: Cambios en la masa forestal del año 1990 y 2018	21
Gráfico 3: Riesgo de contaminación	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cambios en la masa forestal desde el año 1990 al 2018	20
--	----

RESUMEN

El cambio climático ha supuesto ser un gran problema en estos últimos años, influyendo en ello la elevada reducción continua de los recursos hídricos, debido en gran parte al aumento de los usos del agua, la evolución climatológica y el incremento de la masa forestal, esto afecta principalmente a los países occidentales/mediterráneos tales como España, Italia, Libia, Grecia, Turquía... Ante esta situación el trabajo a realizar tiene por objetivo conseguir una aportación técnica que sirva para ayudar a la consecución del desarrollo sostenible en la gestión del agua del corredor del río Ebro, dentro de la comunidad autónoma de Aragón.

En el área determinada dentro del corredor del río Ebro, se realiza un análisis que se centra en sus aguas superficiales y subterráneas, seleccionando una sección transversal con una anchura de 5 kilómetros a cada lado del río. Además, teniendo en cuenta los objetivos de la Agenda 2030, se trata de analizar de manera secundaria los usos del agua en el sistema agrario y humano, así como el impacto de los cambios en la masa forestal, los vertidos tóxicos y puntos de desbordamiento.

El trabajo se ha llevado a cabo mediante la selección de los datos necesarios para elaborar la cartografía y conocer los cambios de la masa forestal que se han producido entre 1990 y 2018, vertidos tóxicos y puntos de desbordamiento del eje del Ebro y determinar los usos del agua. A continuación, para conocer el diagnóstico del estado actual de la gestión de aguas y masas forestales del eje de estudio, se ha optado por elaborar un DAFO con la finalidad de realizar el diagnóstico de la situación actual en la zona de estudio.

Posteriormente, se ha realizado una propuesta de directrices de gestión sostenible para poder llegar a obtener un desarrollo sostenible de acuerdo con los objetivos específicos propuestos. Por último, se han introducido las medidas que se pueden aplicar, teniendo en cuenta la información de la Confederación Hidrográfica del Ebro sobre el Plan Hidrológico del tercer ciclo 2021-2027 y el Plan Nacional de Depuración, Saneamiento, Eficiencia, Ahorro y Reutilización (DSEAR). Consiguiendo de esta manera la consecución del desarrollo sostenible en la gestión del agua del corredor del río Ebro dentro de la comunidad autónoma de Aragón.

PALABRAS CLAVE: Cambio climático, desarrollo sostenible, río Ebro, aguas subterráneas, usos del suelo, contaminación, Plan Hidrográfico, vertidos tóxicos.

ABSTRACT

Climate change has been a major problem in recent years, influenced by the continuous high reduction of water resources, due in large part to the increase in water use, climatological evolution and the increase in forest mass, this It mainly affects Western/Mediterranean countries such as Spain, Italy, Libya, Greece, Turkey... Given this situation, the work to be carried out aims to achieve a technical contribution that serves to help achieve sustainable development in the management of water in the Ebro river corridor, within the autonomous community of Aragon.

In the determined area within the Ebro River corridor, an analysis is performed that focuses on its surface water and groundwater, selecting a cross-section with a width of 5 kilometers on each side of the river. In addition, taking into account the objectives of the 2030 Agenda, it is a secondary analysis of the uses of water in the agricultural and human system, as well as the impact of changes in the forest mass, toxic discharges and overflow points.

The work has been carried out by selecting the necessary data to prepare the cartography and to know the changes in the forest mass that have occurred between 1990 and 2018, toxic discharges and overflow points of the Ebro axis and determine the uses of the Water. Next, to know the diagnosis of the current state of water management and forest masses of the study area, it has been decided to prepare a DAFO in order to carry out the diagnosis of the current situation in the study area.

Subsequently, a proposal for sustainable management guidelines has been made in order to achieve sustainable development in accordance with the specific objectives proposed. Finally, the measures that can be applied have been introduced, taking into account the information from the Ebro Hydrographic Confederation on the Hydrological Plan for the third cycle 2021-2027 and the National Purification, Sanitation, Efficiency, Saving and Reuse Plan (DSEAR). Achieving in this way the achievement of sustainable development in the management of the water of the Ebro river corridor within the autonomous community of Aragon.

KEY WORDS: Climate change, sustainable development, Ebro River, groundwater, land use, pollution, Hydrographic Plan, toxic discharges.

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto ha sido inspirado por el artículo de prensa especializado denominado “El cambio climático seca el Ebro en vísperas de un nuevo Plan Hidrológico Nacional”, el cual ha sido realizado por el redactor de prensa Eduardo Bayona, especializado en cuestiones ambientales, en el periódico el Diario Público español el 22/03/2020.¹

En este artículo de prensa se explica que en la cuenca del Ebro el cambio climático ha supuesto un gran problema: la elevada reducción continua de los recursos hídricos. Según este redactor, este problema ha sido debido en gran parte al aumento de los usos del agua, el incremento de la masa forestal y la evolución climatológica. Ante este problema se propone una apuesta certera por desarrollo sostenible.

El desarrollo sostenible es un concepto con una aparición reciente, siendo la primera vez que aparece en 1987 en la publicación del Informe Brundtland,² donde se alertaba que sucederían consecuencias medioambientales negativas del desarrollo económico y la globalización, por lo tanto, se intentarían buscar posibles soluciones a estos problemas que venían procedentes del incremento de la población, el aumento del consumo y la industrialización.

Actualmente, gracias a la evolución de este concepto, se podría describir que el desarrollo es una consecuencia de la sostenibilidad que cumple las necesidades del presente sin poner en riesgo la capacidad de las generaciones futuras, donde el equilibrio entre el crecimiento económico, el bienestar social y el cuidado del medio ambiente esté garantizado.

Para llegar a alcanzar un desarrollo sostenible es necesario reconocer a qué tipo de reto se enfrenta el ser humano para poder llegar a promoverlo. Estos retos pueden ser tipos de sostenibilidad **ambiental** (defiende que la naturaleza es una fuente de bienes finitos y trata de protegerla y que el uso de ella sea adecuado), **social** (fomenta que las personas, comunidades y culturas se desarrolle para poder alcanzar un nivel global de calidad de

¹ (Publico.es. 2022. *El cambio climático seca el Ebro en vísperas de un nuevo Plan Hidrológico Nacional*. [online] Available at: <https://www.publico.es/sociedad/medio-ambiente-cambio-climatico-seca-ebro-visperas-nuevo-plan-hidrologico-nacional.html>)

² (Ecominga.uqam.ca. 2022. [online] Available at: https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf)

sanidad, educación y vida equitativos) y **económica** (trata de impulsar un crecimiento económico donde los recursos naturales no sean perjudicados). Para lograrlo se necesita crear una nueva hoja de ruta aprobada por las Naciones Unidas denominada Agenda 2030 que contiene un conjunto de metas que tienen como finalidad común el proteger el planeta y garantizar el bienestar de todas las personas.³

La Agenda 2030 se concreta en 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible que están interrelacionados, pero de ellos solo nos interesan: el número 6, agua limpia y saneamiento; número 9, industria, innovación e infraestructura; número 13, acción por el clima; y número 15, vida de ecosistemas terrestres.



Imagen 1: Objetivos de la Agenda 2030. Fuente:

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

En este estudio sobre el desarrollo sostenible de la gestión del agua y del entorno natural del río Ebro por la comunidad autónoma de Aragón se van a analizar los usos del agua en el sistema agrario, industrial y humano (depuradoras...) y el impacto de los cambios en la masa forestal, los vertidos tóxicos de las industrias y la pérdida de caudal del río a causa del cambio climático y el impacto del agua. Como antecedentes de este estudio existen otros documentos que tratan sobre el análisis o la evaluación de la sostenibilidad de la gestión de las aguas, como, por ejemplo:

- Ollero Ojeda, A., 2007. *Territorio fluvial: Diagnóstico y propuesta para la gestión ambiental y de riesgos en el Ebro y los cursos bajos de sus afluentes*. [online] Google Books. Available at:
https://books.google.es/books?hl=en&lr=&id=OSaqDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=info:7Qys6pBGhx8J:scholar.google.com&ots=hdmVywPFMF&sig=SI9eZ0fig9P7q3WbsOa846Wz8M&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Ollero Ojeda, A., 2010. *Channel changes and floodplain management in the meandering middle Ebro River, Spain*. [online] Scholar.google.com. Available at: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=dSSNVKAAA

³ (Desarrollo Sostenible. 2021. *Objetivos y metas de desarrollo sostenible ODS - Desarrollo Sostenible*. [online] Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>)

Además, en la memoria de la Propuesta de Proyecto de Plan Hidrográfico del Ebro, para el ámbito de gestión de la demarcación hidrográfica del Ebro y como resumen de las actuaciones que se están realizando en el horizonte 2021-2027, se crea el plan estratégico Ebro sostenible, que tiene como objetivo principal encaminar todas las acciones que tengan que ver con el agua en la cuenca del Ebro a comprometerse para que sea un desarrollo sostenible.

El proceso de participación en el ETI (Esquema de Temas Importantes), tiene una repercusión en el Plan Hidrológico del Ebro. Los ETI han detectado que hay una tendencia donde los recursos hídricos disminuyen continuamente, ya que hay un aumento en los usos del agua y en la superficie forestal.

Todo esto se puede observar en los distintos Temas Importantes de los ETI, donde estos plantearán una solución para los diversos problemas:

- **Cambio climático (TI – 07):** objetivo vulnerable, menor seguridad hídrica y un mayor impacto de las actividades humanas; solución que se plantea, priorizar las aglomeraciones urbanas que no cumplen con la normativa europea, junto con un ritmo inversor igual para la modernización de los regadíos.
- **Asignación de recursos (TI - 13, Sostenibilidad del regadío):** objetivo vulnerable, OMA de las masas de agua, menor seguridad hídrica, mayor impacto de las actividades humanas; solución que se plantea, transformación de 30.000 nuevas hectáreas regadas, modernización con paso a presión de 40.000 ha, y finalizando los embalses de Mularroya, recrecimiento de Santolea, Almudévar y Yesa.
- **Recuperación de los costes (TI – 18):** objetivo vulnerable, falta de financiación para desarrollar el programa de medidas; solución que se plantea, la sociedad en conjunto se encargaría de los costes ambientales no relacionados a los servicios de agua y una fracción de los costes ambientales.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto es realizar una aportación técnica para ayudar a la consecución del desarrollo sostenible en la gestión del agua en el territorio del eje/corredor del río Ebro en la comunidad autónoma de Aragón.

Los objetivos específicos, ofrecen una evaluación de los usos y aprovechamiento del agua que influyen en una gestión sostenible de las aguas, y han sido escogidos porque sirven para determinar el estado ambiental del corredor del río Ebro, y estos son los siguientes:

- Determinar los usos del agua en el sistema agrario y humano. Indicar la cantidad de agua que es destinada a cada sector y los puntos de extracción de la misma, esto nos sirve para conocer el consumo neto de agua que es un indicador de las necesidades hídricas. Se analiza esta variable como indicador de la eficiencia de los usos del agua.
- Analizar los cambios de la masa forestal que conlleva la pérdida de caudal del río Ebro en la comunidad autónoma de Aragón, como consecuencia del cambio climático y que actúan como factores que condicionan el comportamiento hidrológico del río Ebro.
- Localizar y estudiar los vertidos tóxicos y puntos de desbordamiento de las industrias, y depuradoras en el eje del río Ebro en la comunidad autónoma de Aragón. Analizar y conseguir las causas por las que no se alcanza todavía la economía circular como efecto colateral de la actividad industrial, además buscar vertidos que solo se pueden solucionar con las depuradoras y buenas prácticas aplicadas a la propia industria como fabricar productos menos tóxicos.

3. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio del proyecto es el tramo del río Ebro que pasa por la comunidad autónoma de Aragón (**Mapa 1**).

El río Ebro se extiende por el noreste de la Península Ibérica, con una longitud total de 930 km, un caudal medio de 600 m³/segundo, siendo el río más caudaloso de España, y consta con la cuenca hidrográfica más extensa de España, con una superficie de 86.100 km².⁴ Los límites naturales de la cuenca son: en el norte los Pirineos y la cordillera Cantábrica, por el sureste el Sistema Ibérico y por el este el sistema montañoso Costero-

⁴ Fundación Aquae. 2021. Río Ebro: el río más caudaloso de España. [online] Available at: <https://www.fundacionaqua.org/wiki/rio-ebro/>

catalán. El río Ebro nace en Fontibre, Cantabria, y transcurre por varias comunidades autónomas como: Cantabria, Castilla y León, País Vasco, La Rioja, Aragón y Cataluña.

A lo largo del recorrido se adapta a los materiales geológicos de cada tramo (calizas, areniscas, margas, arcillas, yesos), en los lugares donde existen materiales más blandos se produce un ensanchamiento de la llanura aluvial coincidiendo entre Logroño y La Zaida de provincia de Zaragoza, en esa llanura el río recibe abundante agua de varios afluentes. A partir de La Zaida en el bajo Ebro se han construido importantes embalses (Mequinenza, Ribarroja y Flix)⁵

Con respecto al clima del corredor del río Ebro es de tipo mediterráneo, con épocas más lluviosas que corresponden a los equinoccios, Octubre-Noviembre y Mayo-Junio.⁶

Por otro lado, el mayor uso del suelo en el marco de trabajo son los cultivos de regadío con un gran rendimiento y dinamismo.⁷

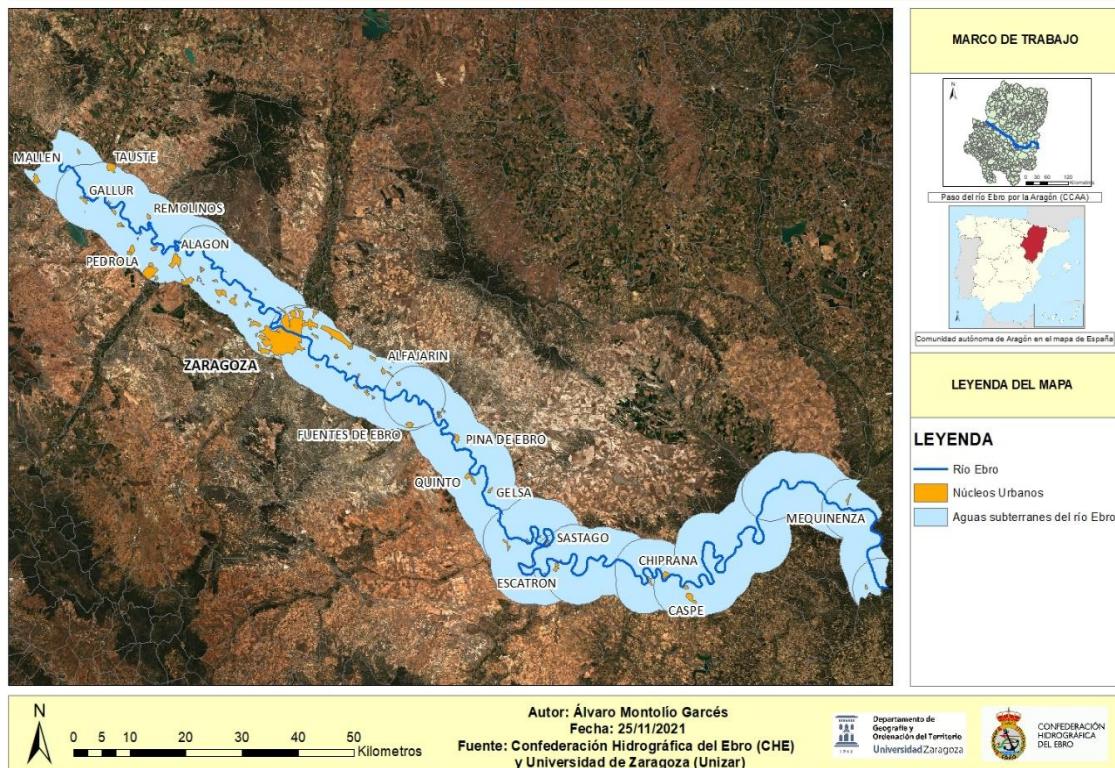
Además, interesa esta zona porque es donde más problemas pueden aparecer como vertidos tóxicos, puntos de desbordamiento... y donde se encuentran ubicados los principales núcleos de población de la provincia de Zaragoza

⁵ Chebro.es. 2022. [online] Available at: https://www.chebro.es/documents/20121/261162/02_FICHAS+RESUMEN.pdf/ffb8789-876d-4533-0690-c5ad13571333?t=1627551314097

⁶ Zaragoza.es. 2022. [online] Available at: <https://www.zaragoza.es/contenidos/urbanismo/pgouz/memoria/memoinfo/territorio/medio/clima.pdf>

⁷ Enciclopedia-aragonesa.com. 2022. *El Ebro en Aragón*. [online] Available at: http://www.encyclopedia-aragonesa.com/monograficos/geografia/rio_ebro/ebro_riegas.asp

CORREDOR DEL RÍO EBRO



Mapa 1: Localización del río Ebro por la comunidad autónoma de Aragón. Elaboración propia. Fuente: Información cartográfica administrativa y de red hidrográfica de CHEBRO

Cabe destacar que el núcleo de población más grande del corredor es Zaragoza capital, de la provincia de Zaragoza (Imagen 2), y de la comunidad autónoma de Aragón. Se trata de un municipio con 967.452 habitantes (Censados en el INE, 2021), siendo la quinta ciudad más poblada de España. Su superficie es de 973,78 km² y su densidad de población es 684,1 habitantes/km². ⁸

Tanto en Zaragoza capital como en sus alrededores dentro del corredor del río Ebro es donde se concentran los mayores focos de vertidos tóxicos y puntos de desbordamiento del eje del Ebro en Aragón y por tanto también es donde se podrá observar una mayor cantidad de contrastes, tales como: usos de suelo, y mayor cantidad de masa arbolada (debido al aumento de nitratos).

⁸ EcuRed.cu. 2021. Zaragoza (España) - EcuRed. [online] Available at: [https://www.ecured.cu/Zaragoza_\(Espa%C3%B1a\)](https://www.ecured.cu/Zaragoza_(Espa%C3%B1a))



Imagen 2: Ciudad de Zaragoza, Basílica del Pilar. Fuente: <https://www.abc.es/viajar/guia-repsol/20150924/abci-zaragoza-fogones-repsol-201509241115.html> <https://www.abc.es/viajar/guia-repsol/20150924/abci-zaragoza-fogones-repsol-201509241115.html>

4. MÉTODO Y FUENTES

4.1. MÉTODO

En este estudio se analiza el eje del río Ebro en la comunidad autónoma de Aragón, incluye aguas superficiales y aguas subterráneas, para ello se ha realizado una sección transversal con una anchura de 5 kilómetros a cada lado del río Ebro (10 kilómetros en total), esta elección fue decidida con la ayuda de José Ángel Losada, técnico superior en la oficina de planificación hidrográfica en la Confederación Hidrográfica del Ebro, ya que se considera la distancia máxima a la que podrían llegar a afectar los vertidos tóxicos y los puntos de desbordamiento, pudiendo ser perjudiciales para el río Ebro. Por tanto, se aplica esta medida a todos los mapas realizados para poder estudiar el desarrollo sostenible de esa franja del río. Todo esto se va a realizar mediante el software de análisis cartográfico ArcGIS.

El método de trabajo consta de un inventario de información necesaria para evaluar la calidad de las aguas en la zona de estudio, posteriormente se presenta su Diagnóstico y, finalmente, se proponen una serie de propuestas de actuación, como directrices, basadas en los principios del desarrollo sostenible, con el objeto de optimizar la gestión de las aguas.

El trabajo comienza con una búsqueda bibliográfica sobre la cuenca del Ebro, en

concreto del corredor del río Ebro y también sobre otros aspectos que están relacionados con el medio físico y humano del territorio. Además, se ha consultado el Plan hidrológico de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE).

Inventario

Se comienza recopilando información de las variables presentadas en los objetivos específicos, a continuación, se procede a identificar en primer lugar, la toma de datos de los usos agrarios y puntos de abastecimiento que ocurren en el corredor del Ebro, así como, la identificación de usos y ocupaciones del suelo mediante el catastro de superficies de regadío, necesarias para distinguir las fincas agrarias de regadío. Para ello, se busca saber la cantidad de agua que se puede consumir, se diferencia cartográficamente en el paisaje del corredor y también para la identificación y localización de los puntos de abastecimiento superficiales y subterráneos en el terreno del corredor. A la vez, se trata de conocer las personas beneficiadas y la cantidad de agua extraída por ellas.

Además, se plantea realizar una encuesta vía online para evaluar la percepción que tiene la gente joven de 20 a 25 años, en su mayoría, para saber si el agua es destinada a la población o para el uso en los cultivos de regadío.

En segundo lugar, se procede al análisis de los cambios que ocurren en la masa forestal del corredor del Ebro. Para ello, es necesario la identificación de usos y ocupaciones del suelo, que sean necesarias para distinguir las masas forestales, y después se les diferencia cartográficamente en el paisaje del corredor. Para la selección de las categorías de análisis en este estudio se toma como referencia el CORINE LandCover (CLC) del año 2018 y 1990, con la finalidad de poder distinguir el aumento o disminución de la masa forestal. Este inventario, CORINE LandCover (CLC), es un proyecto que surgió en 1985 y ha ido actualizándose en distintos años en diferentes Estados europeos mediante la interpretación visual de imágenes de un satélite de alta resolución.

Tras consultar en los diversos años, 2018 y 1990, en el proyecto CLC, se han obtenido categorías de usos y ocupaciones del suelo del corredor. En el proyecto se han distinguido 8 categorías de usos y ocupaciones de suelo, las cuales son:

- Bosques de frondosas
- Bosques de coníferas
- Bosque mixto

- Pastizales naturales
- Vegetación esclerófila
- Matorral boscoso de transición
- Espacios con vegetación escasa
- Núcleos urbanos

En tercer lugar, para la extracción de datos de los puntos de vertidos en el corredor del Ebro es necesario la identificación y ubicación de los vertidos tóxicos, puntos de desbordamiento y depuradoras en el paisaje del corredor. Por otro lado, hay masas de agua del río Ebro calificadas con tramos de riesgo alto, medio y bajo de contaminación.

A continuación, es necesario realizar un **diagnóstico** del estudio mediante un análisis DAFO, una buena herramienta para conocer el diagnóstico del cambio de la masa forestal, usos del suelo, vertidos tóxicos y puntos de desbordamiento; ya que facilita la evaluación de su situación externa (Oportunidades y Amenazas) e interna (Fortalezas y Debilidades). Una vez realizado el diagnóstico de la situación real se puede tomar ciertas decisiones o medidas de mejora adaptadas a las exigencias del entorno.⁹

Por último, se expone la **propuesta de directrices de actuación**. Para ello servirá de apoyo al trabajo realizado en este estudio, la consulta en la Memoria de la Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, revisión de tercer ciclo 2021-2027, de las directrices a los usos del suelo y al cambio de la masa forestal; y del plan DSEAR en las directrices a los vertidos tóxicos y puntos de desbordamiento.

4.2. FUENTES DE INFORMACIÓN

Para realizar este Trabajo de Fin de Grado se han consultado fuentes de información bibliográfica y técnica especializadas, que han sido imprescindibles para realizar el estudio, además se han revisado artículos científicos en diferentes fuentes y bases de datos espaciales de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) y Alfredo Ollero, profesor titular del departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza.

⁹ Eleconomista.es. 2022. *Análisis DAFO: qué es - Diccionario de Economía*. Available at: <https://www.economista.es/diccionario-de-economia/analisis-daf>

Por una parte, para la utilización de las ortofotos PNOA de máxima actualidad se ha usado un servicio WMS¹⁰ para poder detallar mejor las cartografías realizadas, el PNOA seleccionado es del 2018, de todo el ámbito nacional, pero solo de la comunidad autónoma de Aragón y otras comunidades autónomas limítrofes. También se han obtenido las ortofotos históricas del mismo sitio web que las ortofotos PNOA de máxima actualidad; de estas ortofotos, la más antigua de ellas que he podido conseguir de ámbito nacional ha sido del año 1999, que me ha servido para poder detallar el mapa de cambios en la masa forestal de 1990.

Por otra parte, se han introducido en el trabajo diversas capas en formato Shapefile (shp) referentes a los distintos estudios¹¹. Las capas utilizadas han sido muy diversas. Una de las distintas capas utilizadas ha sido el CORINE LandCover (CLC) con escala 1:100.000, del año 1990 y 2018, y ha sido muy útil para poder localizar en el mapa los distintos cambios de masa forestal sobre los fotogramas aéreos PNOA de ambos años.

En cuanto a los análisis cartográficos, para su realización se precisa descargar la información geográfica, que servirá para poder elaborar las diferentes cartografías del estudio. Las distintas capas utilizadas en los trabajos cartográficos han sido adquiridas por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHEbro)¹² y por el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)¹³.

5. RESULTADOS

5.1. INVENTARIO

En este apartado se presenta la información necesaria para evaluar la calidad de las aguas en la zona de estudio, respecto de las variables: uso del agua agrario y humano, cambio de la masa forestal, vertidos tóxicos y puntos de desbordamiento, que son los indicadores seleccionados para evaluar la calidad de aguas en la zona de estudio.

¹⁰ 2022. *Instituto Geográfico Nacional*. Geoportal oficial del Instituto Geográfico Nacional de España. Available at: <https://www.ign.es/web/ign/portal/ide-area-nodo-ide-ign>

¹¹ Iber.chebro.es. 2022. *GeoPortalSitebro*. Available at: <http://iber.chebro.es/geoportal/>

¹² Iber.chebro.es. 2022. *GeoPortalSitebro*. Available at: <http://iber.chebro.es/geoportal/>

¹³ 2022. *Centro de Descargas del CNIG (IGN)*. Available at: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

5.1.1. USO AGRARIO Y HUMANO

En los últimos años la superficie de regadío en el ámbito de estudio no ha cambiado mucho, siendo prácticamente inapreciable en términos de superficie según análisis GIS realizado con el apoyo de José Ángel Losada, técnico superior en la oficina de planificación hidrográfica en la Confederación Hidrográfica del Ebro, y tutor de mis prácticas en la CHE: se compararon las superficies de las capas de regadío catastral utilizadas en el segundo (2015-21) y tercer (2022-2027) ciclos de Planificación, observándose una superficie agraria prácticamente estable. Por lo tanto, los datos utilizados son los más recientes. Es por ello que únicamente se considera para este estudio la información de la cobertura cartográfica de regadío catastral utilizada en el tercer ciclo de Planificación, citada anteriormente.

El regadío en la zona de estudio ha experimentado un proceso de modernización de forma continua que lleva a cabo una expansión progresiva de las técnicas de riego eficiente. Esta modernización consiste en usar diferentes sistemas de riego por aspersión, automotriz, o riego localizado tanto para la extracción de aguas superficiales como subterráneas. En el eje del estudio (**Mapa 2**) podemos observar dos únicos puntos de abastecimiento subterráneos que están en Luceni y en Torres de Berrellén. El resto de tomas de agua son mediante puntos de abastecimiento superficial, normalmente directamente del río Ebro o del Canal Imperial de Aragón, y son un total de 18. Todos estos tipos de puntos de abastecimiento, tanto subterráneo como superficial, son en mayor medida utilizados para el riego de los cultivos. Se puede apreciar que a lo largo de este eje tiene bastante zona de regadío, con mayor concentración desde Novillas hasta Gelsa.

Siempre existe la pregunta de ¿para quién o para qué se va a utilizar el agua?

Para dar respuesta a esta pregunta se ha efectuado una encuesta vía online para conocer la opinión de 110 personas encuestadas, la mayoría de las personas, un 55,45%, piensan que el consumo humano es mayor que el consumo de cultivos de regadío. En la encuesta se ha obtenido el siguiente resultado: 61 personas indican que la población consume más agua que el regadío y 49 personas que la población consume menos que el regadío. Sin embargo, eso no es así, ya que en la zona estudiada el regadío consume más del triple de agua que las personas.

Los resultados reales de la zona son los siguientes, y se representan gráficamente en el **Gráfico 1**:

- Superficie de regadío: 17.684,6187 hectáreas
- Consumo regadío: 5368 m³/ha/año promedio en el área de Zaragoza¹⁴
- 94938350,95 m³/año son consumidos por el **regadío** de la zona de estudio.
El resultado * 1000 para convertirlo en litros = 94.938.350.955 litros/año (77,4%)
- Puntos de abastecimiento superficial: 753.896 personas
- Puntos de abastecimiento subterráneo: 3.533 personas
- 1 persona = 100 litros consumidos al día, 757.429 personas en el área estudiada
75.742.900 litros/día por lo tanto al año serán = 27.646.158.500 litros/año (22,6%) consumidos por la **población** del área estudiada.

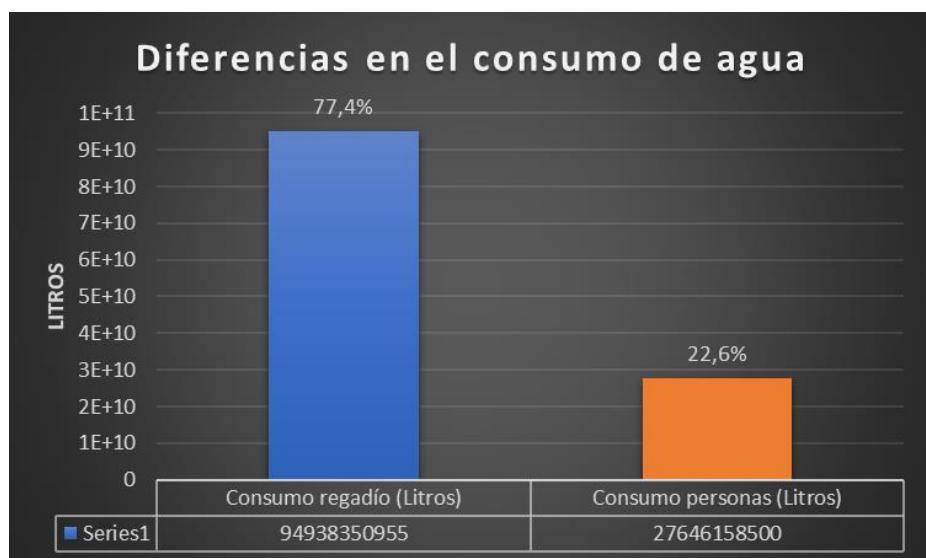


Gráfico 1: Diferencias consumo de agua entre cultivos de regadío y personas. Elaboración propia a partir de datos de CHEBRO (2021).

Cabe añadir que la Confederación Hidrográfica del Ebro ha tomado medidas para ir reduciendo paulatinamente el uso de aguas y continuará en esta línea en el ciclo 2021-2027 para poder alcanzar los objetivos planteados en la Agenda 2030.

5.1.2. CAMBIO DE LA SUPERFICIE FORESTAL DEL AÑO 1990-2018

Como punto de partida es necesario conocer la localización de la masa forestal en el área estudiada ya que debe mantenerse una cantidad ideal para que consiga ser sostenible. La masa forestal tiene diversas funciones de las cuales una, no muy conocida, es cuando existe un riesgo de inundación se debe considerar las medidas de control de

¹⁴ Portal de Aragón. 2022. *Regadíos en Aragón* - Portal de Aragón. [online] Available at: <https://www.aragon.es/-/regadios-en-aragon>

avenidas mediante actuaciones de corrección hidrológico forestal y prevención de la erosión.

Dentro de este ámbito sirven para impulsar medidas naturales para retener el agua, restauración de las cuencas hidrográficas, restauración fluvial, ayudas para que no se desertifique el paisaje. Para conseguirlo se considera oportuno aplicar las medidas y objetivos propuestos en la estrategia *Ebro Resilience*.¹⁵

Esta estrategia, *Ebro Resilience*, nació tras las importantes avenidas (inundaciones) del río Ebro en el año 2015, donde el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, la Confederación Hidrográfica del Ebro y las Comunidades Autónomas de La Rioja, Aragón y Navarra se pusieron de acuerdo en poner en marcha un plan de medidas destinado para que se aumente la resiliencia del sistema, aplicando el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Su estrategia es la mejora de la gestión del riesgo por inundaciones en el tramo medio del Ebro que forma parte de un reto colectivo. Pretende ser un marco de colaboración entre las diferentes administraciones para poder trabajar de forma coordinada y solidaria en la gestión del riesgo de inundación del tramo medio del río Ebro. El objetivo principal, en definitiva, es promover las acciones que reduzcan el impacto de inundaciones en los tramos de mayor riesgo del tramo medio del río Ebro, poniendo en acción las medidas que contribuyan a la vez a mejorar el estado de los hábitats fluviales y las masas de agua. Además, pretende que se mejore la capacidad de respuesta de la población ante estos episodios y conseguir a futuro un tamo medio del Ebro donde las los núcleos de población y actividades económicas convivan en armonía con el río Ebro en un buen estado de conservación donde las crecidas no produzcan grandes daños.¹⁶

A parte, la continua expansión forestal, incluyendo el proceso de abandono de las tierras menos productivas, junto al incremento de temperatura es debido al cambio global justificado con el descenso promedio de las estaciones de aforos de las cabeceras de ríos españoles próximas al régimen natural.

A continuación, se muestran los distintos tipos de masa forestal existentes en los años 1990 y 2018 donde se puede ver claramente un aumento de la masa forestal (**Gráfico 2, Tabla 1**).

¹⁵ Ebroresilience.com 2022. Ebro Resilience. [online] Available at: <https://www.ebroresilience.com/ebro-resilience/>

¹⁶ Ebroresilience.com 2022. *Ebro Resilience*. Available at: <https://www.ebroresilience.com/ebro-resilience/>

Masa forestal 1990

- Tejido urbano: 4529,74 hectáreas (1,98%)
- Bosques de frondosas: 2622,45 hectáreas (1,14%)
- Bosques de coníferas: 11909,30 hectáreas (5,19%)
- Bosque mixto: NO HAY
- Pastizales naturales: 2661,64 hectáreas (1,16%)
- Matorrales esclerófilos: 26353,12 hectáreas (11,49%)
- Matorral boscoso de transición: 14528,55 hectáreas (6,34%)
- Otros: 166.712,57 hectáreas (72,70%)
- TOTAL = 229.317,37 hectáreas

Masa forestal 2018

- Tejido urbano: 6106,77 hectáreas (2,66%)
- Bosques de frondosas: 2990,74 hectáreas (1,30%)
- Bosques de coníferas: 15961,30 hectáreas (6,96%)
- Bosque mixto: 625,22 hectáreas (0,27%)
- Pastizales naturales: 5986,69 hectáreas (2,61%)
- Vegetación esclerófila: 38173,69 hectáreas (16,65%)
- Matorral boscoso de transición: 8981,78 hectáreas (3,92%)
- Otros: 150491,19 hectáreas (65,63%)
- TOTAL = 229.317,37 hectáreas

	Suma de Hectareas	AÑO 2018								% sobre el total	
		Tejido urbano	Bosques de frondosas	Bosques de coníferas	Bosque mixto	Pastizales naturales	Matorrales esclerófilos	Matorral boscoso de transición	Otros		
AÑO 1990	MASA FORESTAL	3.470,80	2,84	3,78			28,27	6,98	1.017,08	4.529,74	1,98
	Tejido urbano	0,21	1.654,65		22,74		43,08	272,49	629,28	2.622,45	1,14
	Bosques de frondosas	15,02		8.735,50	161,46	189,22	1.109,69	1.074,99	623,42	11.909,30	5,19
	Bosques de coníferas										-
	Bosque mixto										
	Pastizales naturales	58,86	0,51	13,46		1.869,38	271,31	0,13	447,99	2.661,64	1,16
	Matorrales esclerófilos	72,11	22,16	1.130,16	110,83	2.130,55	17.649,86	1.260,99	3.976,46	26.353,12	11,49
	Matorral boscoso de transición		17,88	3.989,46	195,64	475,30	4.287,32	4.175,44	1.387,51	14.528,55	6,34
	Otros	2.489,78	1.292,70	2.088,94	134,55	1.322,24	14.784,15	2.190,76	142.409,45	166.712,57	72,70
	Total general	6.106,77	2.990,74	15.961,30	625,22	5.986,69	38.173,69	8.981,78	150.491,19	229.317,37	
	% sobre el total	2,66	1,30	6,96	0,27	2,61	16,65	3,92	65,63		
								Lo que ha cambiado=		179.965,08	

Tabla 1: Cambios en la masa forestal desde el año 1990 al 2018. Elaboración propia a partir de datos de CLC (1990 y 2018)

CAMBIOS EN LA MASA FORESTAL DE 1990-2018

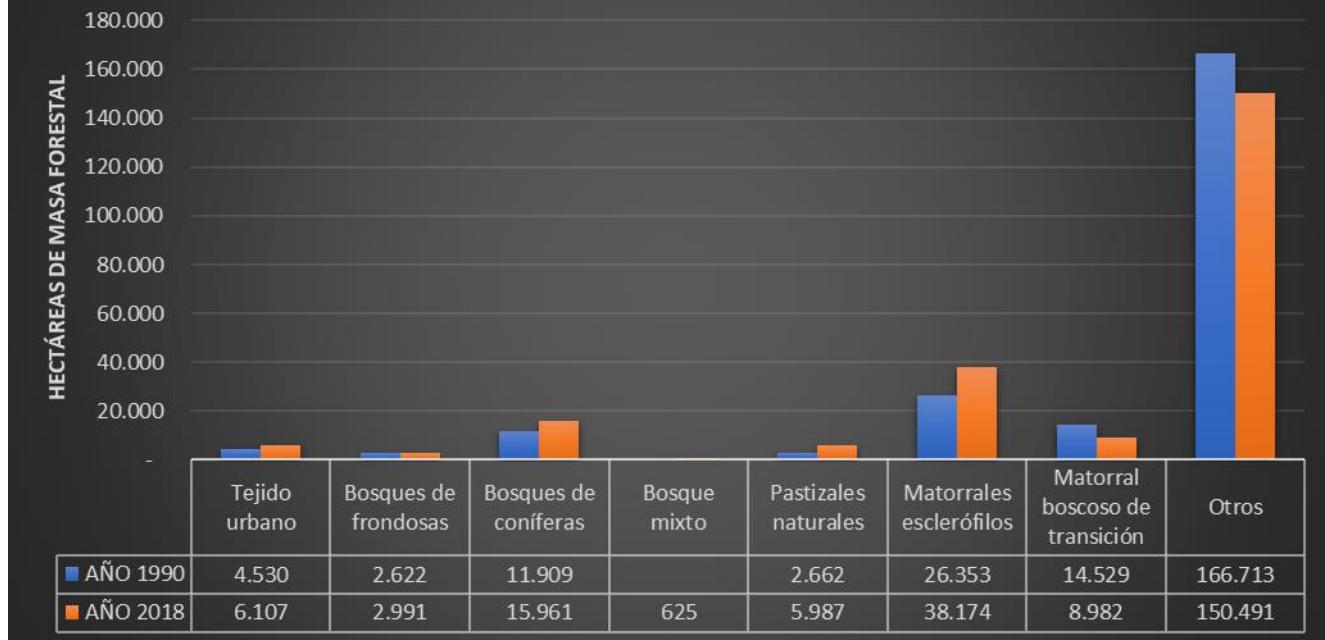


Gráfico 2: Cambios en la masa forestal del año 1990 y 2018. Elaboración propia, según datos de CHEBRO (2021)

Con los datos obtenidos podemos observar que se ha producido en general un aumento de la vegetación del año 1990 al 2018, la aparición de una nueva categoría de “bosque mixto” debido a la expansión y diversificación forestal que se constata en este período; se incrementa la vegetación del tejido urbano, bosque de coníferas, pastizales naturales y considerablemente los matorrales esclerófilos, sin embargo. Por otro lado, disminuye notablemente el “matorral boscoso en transición” y la categoría “otros”, que hace referencia a otro tipo de zonas con vegetación escasa, carreteras, embalses, edificaciones... no cartografiados de manera individualizada en los mapas, por considerar que pueden agruparse al no estar directamente relacionado con los cambios entre las superficies forestales de distintos portes. Además, el tipo de vegetación ha cambiado en 179.965,03 hectáreas del total de la superficie de la masa forestal, un 78,48%, en la zona de estudio (229.317,37 hectáreas) (**mapas 3, 4 y 5**).

Además, a la hora de analizar los cambios de la masa forestal que conllevan la perdida de caudal del río Ebro, podría ser debido también al incremento del bosque de ribera, que se incluye dentro de la categoría de frondosas y bosque mixto de la clasificación anterior.

5.1.3. VERTIDOS TÓXICOS Y PUNTOS DE DESBORDAMIENTO

Esta capa es producto de un inventario dinámico que continuamente se va actualizando con el tiempo, y por tanto no hay capas anteriores ya que se van actualizando, no hay ninguna capa histórica. Todo esto fue reportado verbalmente por José Ángel Losada, técnico superior en la oficina de planificación hidrográfica en la Confederación Hidrográfica del Ebro y tutor de mis prácticas en la CHE.

Un punto de desbordamiento es el lugar donde se rebosan las aguas que proceden de un sistema de saneamiento (o depuradora) hacia el río Ebro (medio receptor) en un episodio de lluvia. Este rebosamiento de aguas trae consigo problemas para el río ya que esas aguas pueden contener materiales fecales y otros elementos peligrosos para el río.¹⁷

Y un vertido tóxico es cualquier emisión indirecta o directa de sustancias que puedan llegar a contaminar el agua, esto es la modificación de las características iniciales del agua que alteren su función ecológica o usos posteriores.¹⁸

El río Ebro se ha dividido en diversos tramos dependiendo de su nivel respectivo de riesgo tóxico (**Gráfico 3**).

Longitud masa

- Riesgo **ALTO**: 230,64 km
- Riesgo **MEDIO**: 299,40 km
- Riesgo **BAJO**: 7,50 km
- **TOTAL: 537,44 km**

¹⁷ Miteco.gob.es. 2022. [online] Available at: https://www.miteco.gob.es/images/es/2014-03-10%20Guia%20Formulario%205%C2%B4_tcm30-136931.pdf

¹⁸ Risctox.istas.net. 2022. *ISTAS: Vertidos*. [online] Available at: <https://risctox.istas.net/index.asp?idpagina=619>

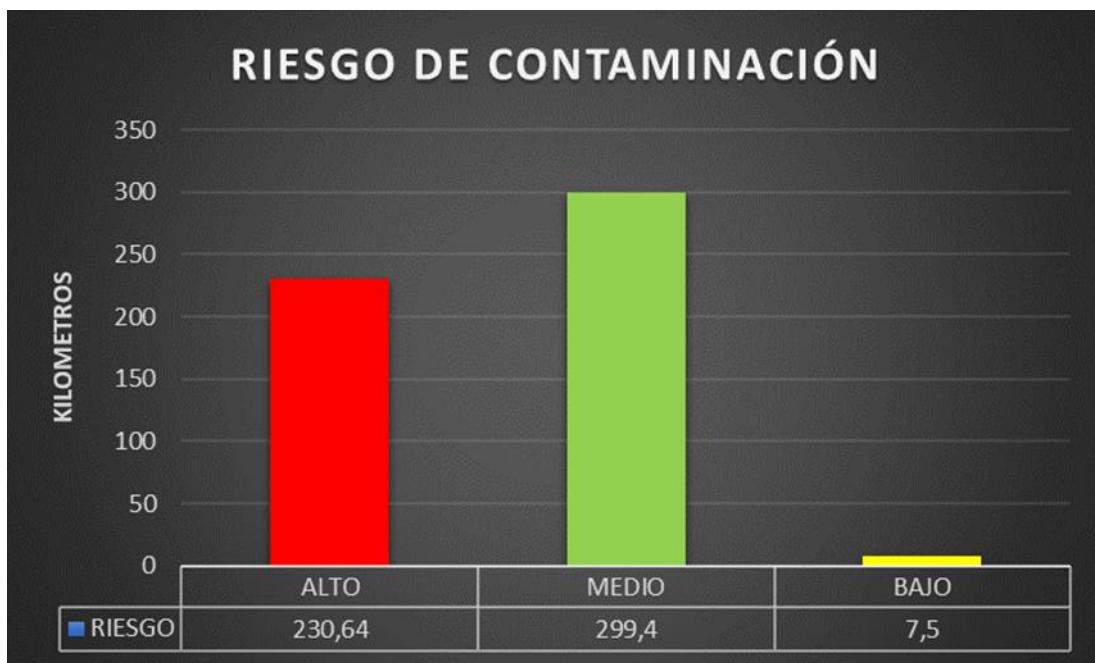


Gráfico 3: Riesgo de contaminación. Elaboración propia, según datos de CHEBRO (2021)

Por lo que podemos ver, la mayoría de los tramos del río Ebro tienen un riesgo de vertidos tóxicos alto y medio, de riesgo alto desde Alagón hasta Escatrón, aunque la mayor parte del riesgo alto se encuentra en la zona circundante de la ciudad de Zaragoza y de riesgo medio el resto. El riesgo alto de los puntos de desbordamiento coincide en las mismas zonas que los puntos de vertidos, excepto zona de Tauste y Gallur. Además, fijándonos en los mapas 6 y 7, podemos ver donde hay mayor cantidad de puntos de desbordamiento es en la zona de alto riesgo de contaminación y el tramo de Alagón a Gallur, de riesgo medio. Y asimismo cabe destacar que los vertidos tóxicos también están en las mismas zonas que los puntos de desbordamiento, dándose un mayor repunte en Zaragoza y aguas arriba hasta Alagón. En estos dos mapas de vertidos tóxicos y puntos de desbordamiento se ha puesto también una capa de puntos que señala las 24 depuradoras que se encuentran en este trayecto fluvial del río Ebro. Las depuradoras han sido señalizadas porque se ocupan de eliminar los agentes contaminantes orgánicos y sólidos del agua, haciendo que esta agua pueda pasar por diferentes fases del tratamiento y finalmente se optimice su calidad al máximo antes de que se vierta de nuevo al río (**Mapa 6 y 7**).

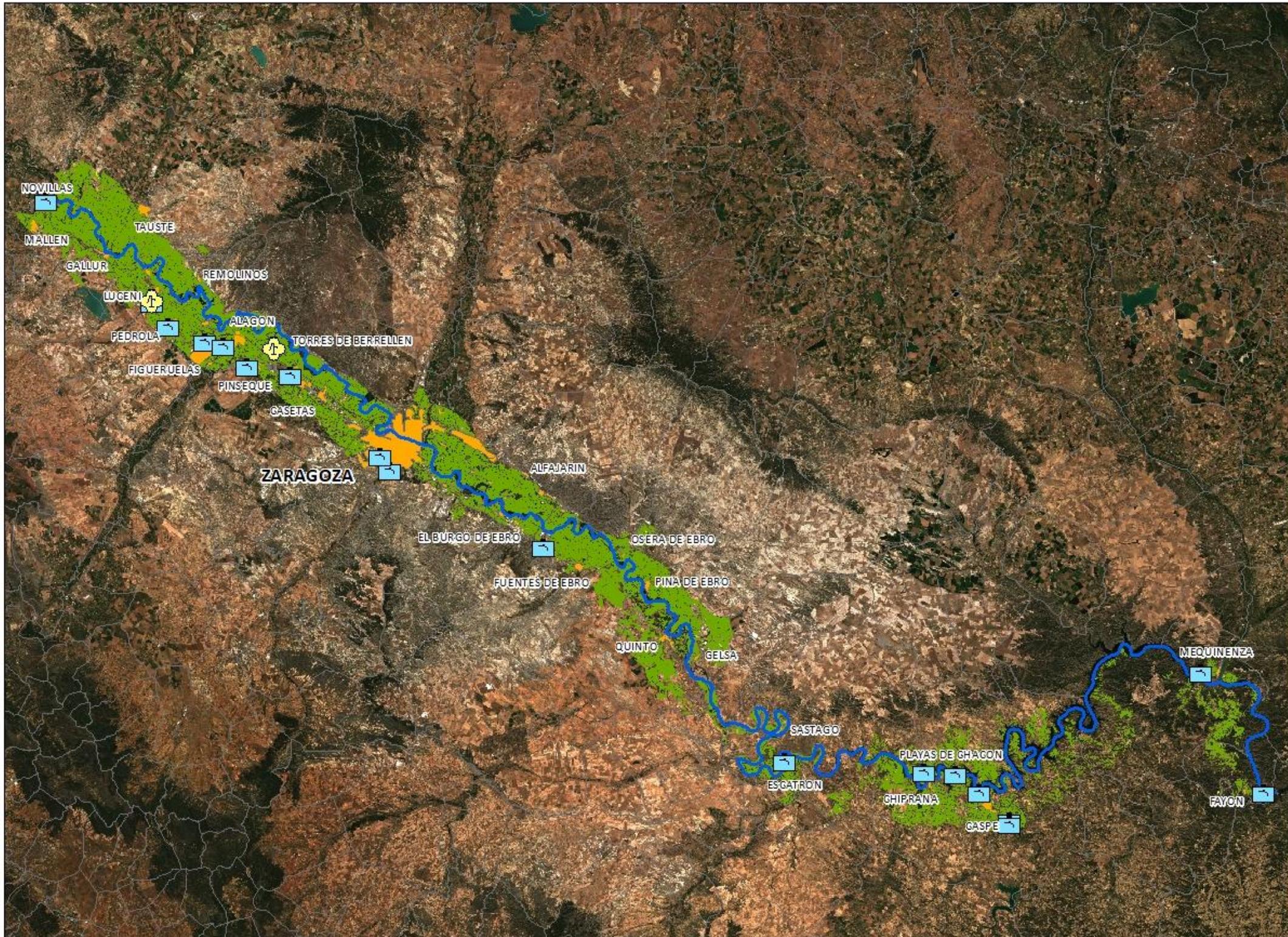
Con este tratamiento, cuando el agua se vuelve a verter en el río no genera contaminación como en el pasado, de esta forma se conserva un río sano con un buen

estado de la biodiversidad del entorno y una flora y fauna acuática saludables.¹⁹

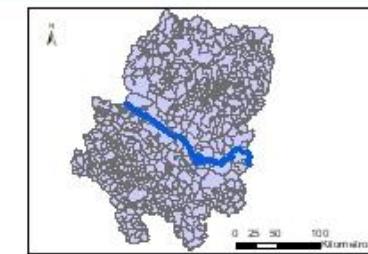
Finalmente, a pesar de que en la mayor parte del río Ebro exista un riesgo medio/alto de contaminación y una gran cantidad de vertidos tóxicos, sobre todo en la parte alta y el área de Zaragoza, pero gracias a las numerosas depuradoras (24) construidas por los municipios se consigue mejorar la calidad del agua, como se puede ver tras el municipio de Escatrón y el comienzo de Chiprana. En este eje se debe aplicar más medidas para reducir la contaminación, vertidos tóxicos y puntos de desbordamiento, para ello, se deben construir nuevas depuradoras, continuar con los planes de acción para reducir la contaminación difusa, mayor control de los vertidos tóxicos, para ir cumpliendo con el desarrollo sostenible.

¹⁹ Aquatreat.es. 2022. *¿Qué beneficios produce una depuradora de agua residual?* – Aquatreat: Depuradoras biológicas. [online] Available at: <https://www.aquatreat.es/2020/09/01/que-beneficios-produce-una-depuradora-de-agua-residual/#:~:text=La%20depuradora%20de%20agua%20se,calidad%2C%20antes%20de%20ser%20vertida.>

ABASTECIMIENTOS Y REGADÍOS EN EL EJE DEL RÍO EBRO EN ARAGÓN (CCAA)



MARCO DE TRABAJO



Paso del río Ebro por la provincia de Zaragoza



Comunidad autónoma de Aragón en el mapa de España

LEYENDA DEL MAPA

USOS DEL SUELO

- Abastecimiento subterráneo
- Abastecimiento superficial
- Río Ebro
- Regadíos Catastro
- Núcleos Urbanos eje Ebro



0 5 10 20 30 40 50 Kilómetros

Autor: Álvaro Montolió Garcés

Fecha: 25/11/2021

Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE)
y Universidad de Zaragoza (Unizar)

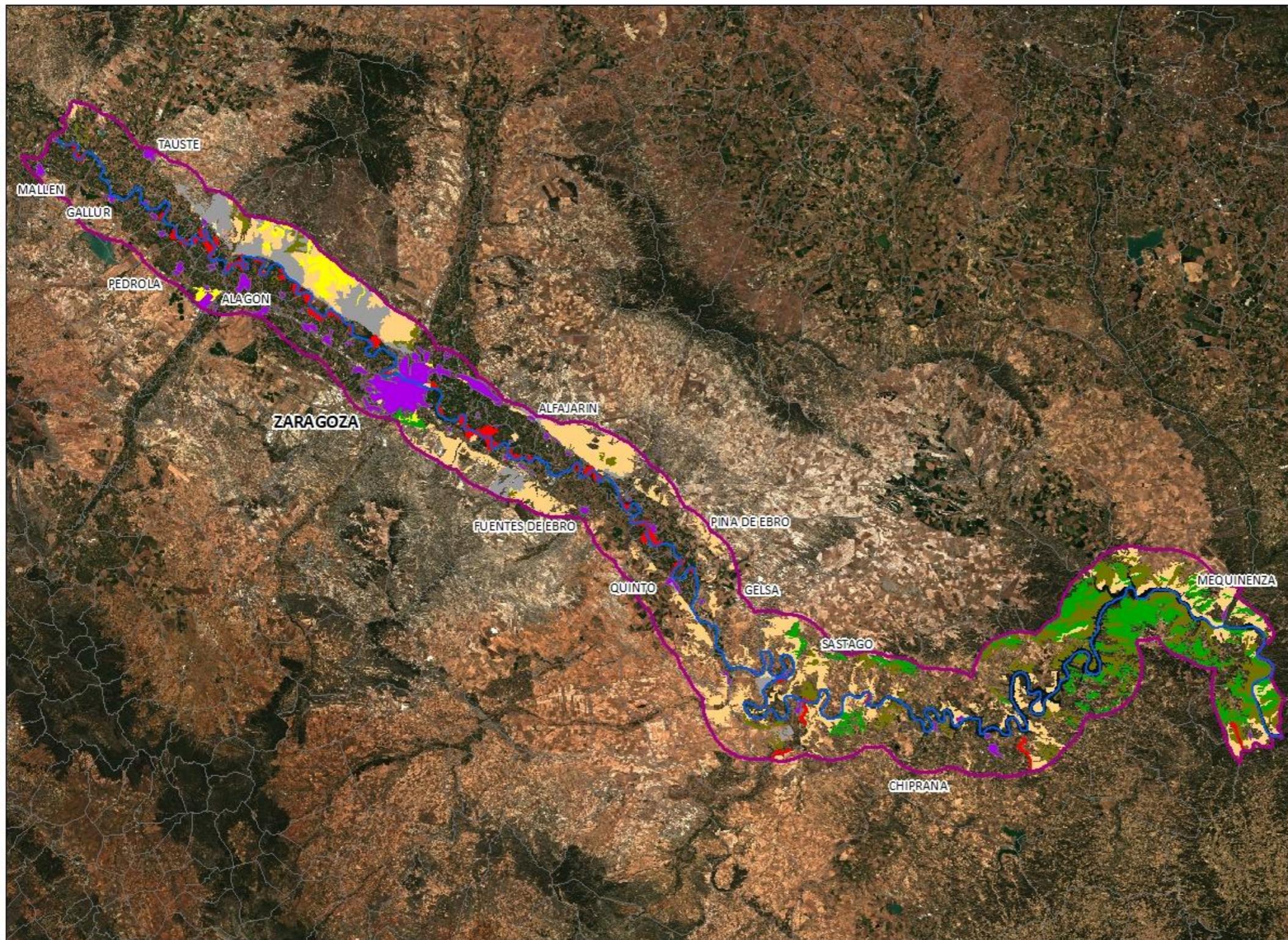
Departamento de
Geografía y
Ordenación del Territorio
Universidad Zaragoza



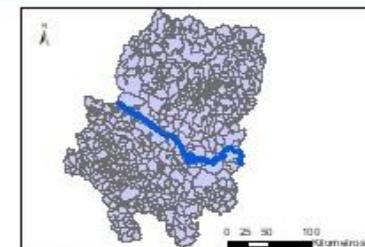
CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

Mapa 2: Mapa de abastecimientos y regadíos en el recorrido del eje del río Ebro. Elaboración propia

MAPA DESCRIPTIVO DE LA SITUACION DE LA MASA FORESTAL EN 1990



MARCO DE TRABAJO



Cuenca del río Ebro en el tramo de Aragón (CCAA)



Comunidad autónoma de Aragón en el mapa de España

LEYENDA DEL MAPA

MASA FORESTAL DE 1990

- Río Ebro
- Limitación aguas subterráneas
- Bosques de frondosas
- Bosques de coníferas
- Pastizales naturales
- Vegetación esclerófila
- Matorral boscoso de transición
- Espacios con vegetación escasa
- Núcleos Urbanos



0 5 10 20 30 40 50 Kilómetros

Autor: Álvaro Montoliú Garcés

Fecha: 25/11/2021

Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE)
y Universidad de Zaragoza (Unizar)

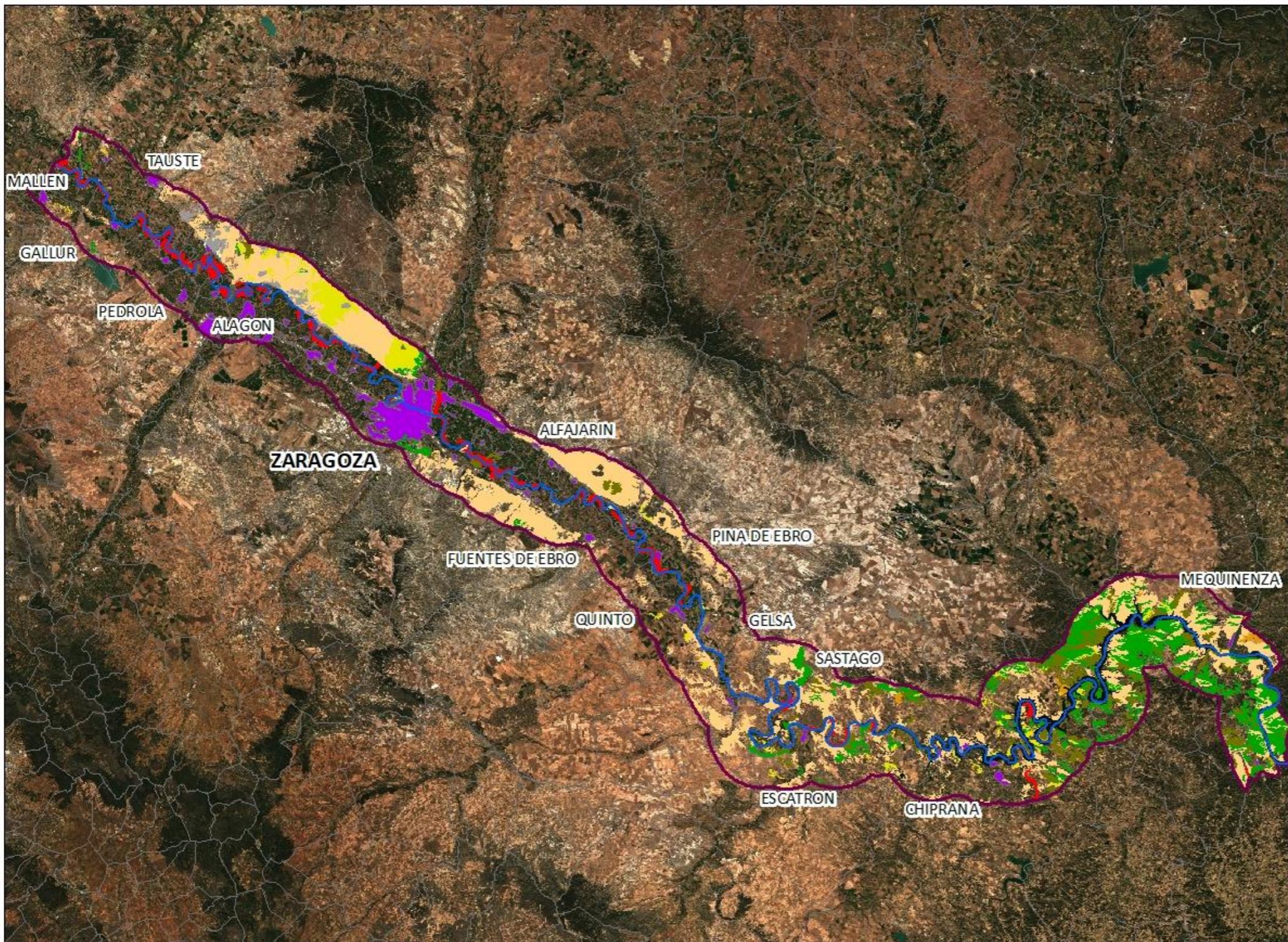


Departamento de
Geografía y
Ordenación del Territorio
Universidad Zaragoza

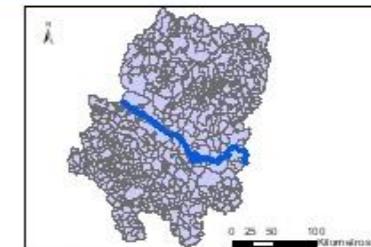


CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

MAPA DESCRIPTIVO DE LA SITUACIÓN DE LA MASA FORESTAL EN 2018



MARCO DE TRABAJO



Cuenca del río Ebro en el tramo de Aragón (CCAA)



Comunidad autónoma de Aragón en el mapa de España

LEYENDA DEL MAPA

MASA FORESTAL DE 2018

- Río Ebro
- Limitación aguas subterráneas
- Bosques de frondosas
- Bosques de coníferas
- Bosque mixto
- Pastizales naturales
- Vegetación esclerófila
- Matorral boscoso de transición
- Espacios con vegetación escasa
- Núcleos Urbanos



0 5 10 20 30 40 50 Kilómetros

Autor: Álvaro Montolio Garcés

Fecha: 25/11/2021

Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE)
y Universidad de Zaragoza (Unizar)

Departamento de
Geografía y
Ordenación del Territorio
Universidad Zaragoza

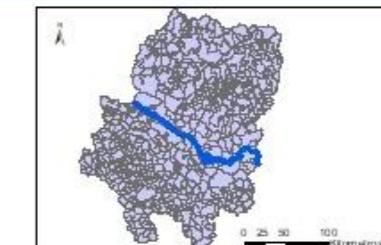


CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

CAMBIOS DE LA MASA FORESTAL EN EL EJE DEL RÍO EBRO EN ARAGÓN, ENTRE LOS AÑOS 1990-2018



MARCO DE TRABAJO



Cuenca del río Ebro en el tramo de Aragón (CCAA)



Comunidad autónoma de Aragón en el mapa de España

LEYENDA DEL MAPA

LEYENDA

Río Ebro
Limitación aguas subterráneas
CAMBIOS EN LA MASA FORESTAL 1990-2018
No hay cambios
Superficie arbórea a superficie herbácea
Superficie herbácea a superficie arbórea
Superficie arbórea a otros usos/ocupaciones
Superficie herbácea a otros usos/ocupaciones
Otros usos/ocupaciones a superficie arbórea
Otros usos/ocupaciones a superficie herbácea



0 5 10 20 30 40 50 Kilómetros

Autor: Álvaro Montolío Garcés

Fecha: 25/11/2021

Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE)
y Universidad de Zaragoza (Unizar)

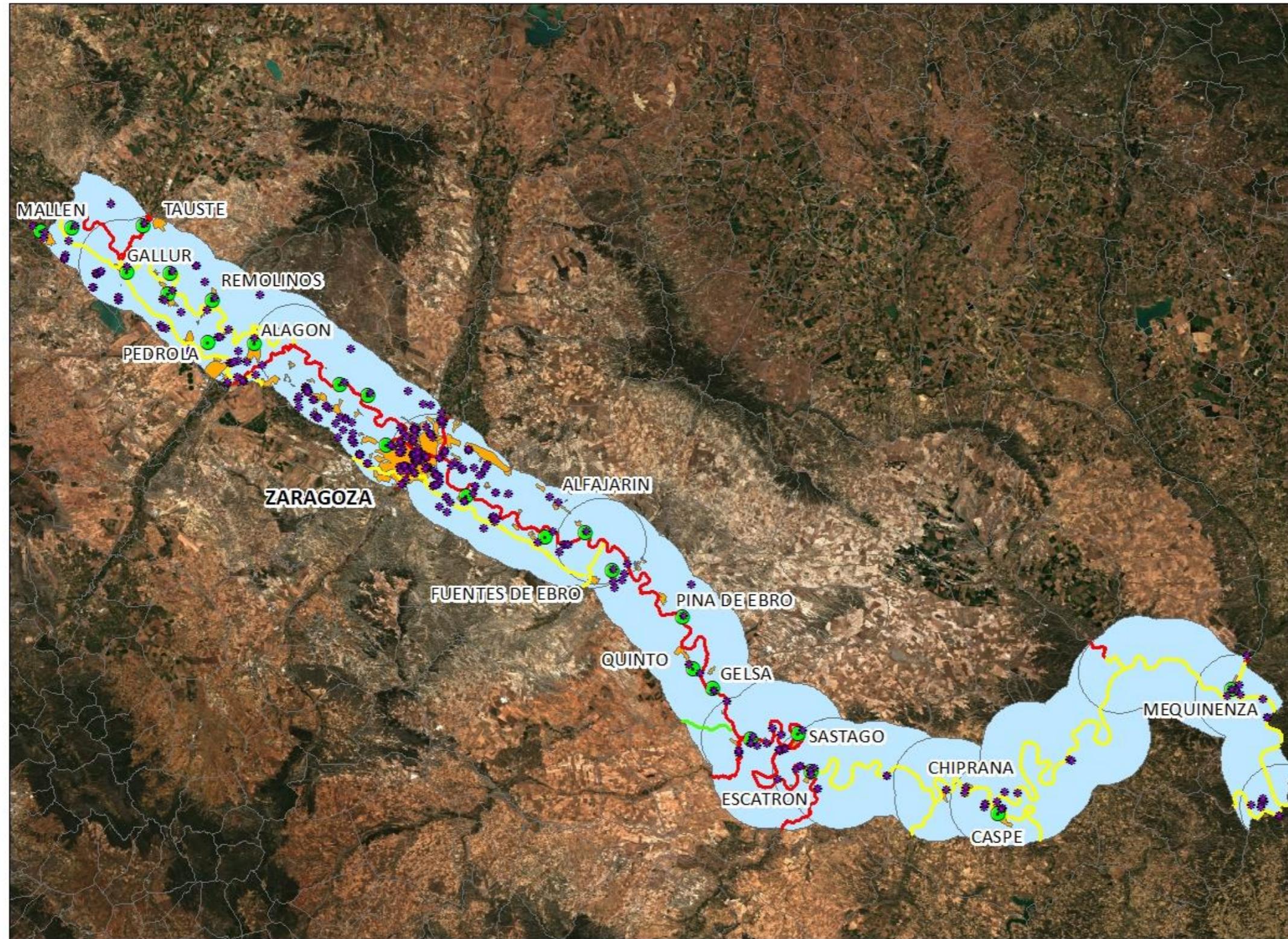


Departamento de
Geografía y
Ordenación del Territorio
Universidad Zaragoza

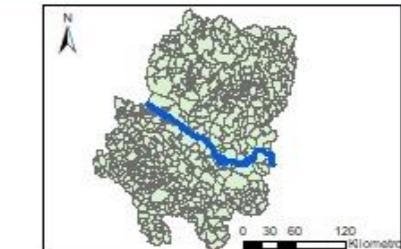


CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

VERTIDOS TÓXICOS QUE AFECTAN AL EJE DEL RÍO EBRO Y SUS AGUAS SUBTERRÁNEAS



MARCO DE TRABAJO



Paso del río Ebro por la Aragón (CCAA)



Comunidad autónoma de Aragón en el mapa de España

LEYENDA DEL MAPA

LEYENDA

- Vertidos tóxicos
- Depuradoras

Masas de agua

RIESGO

- ALTO
- BAJO
- MEDIO
- Núcleos Urbanos
- Aguas subterráneas del río Ebro



0 5 10 20 30 40 50 Kilómetros

Autor: Álvaro Montolió Garcés

Fecha: 25/11/2021

Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE)
y Universidad de Zaragoza (Unizar)

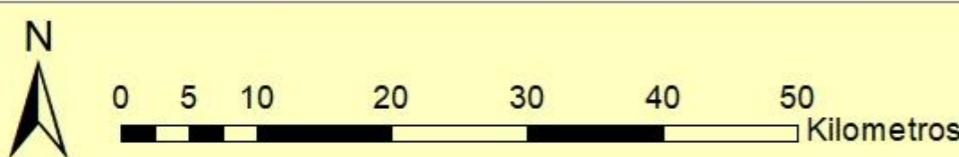
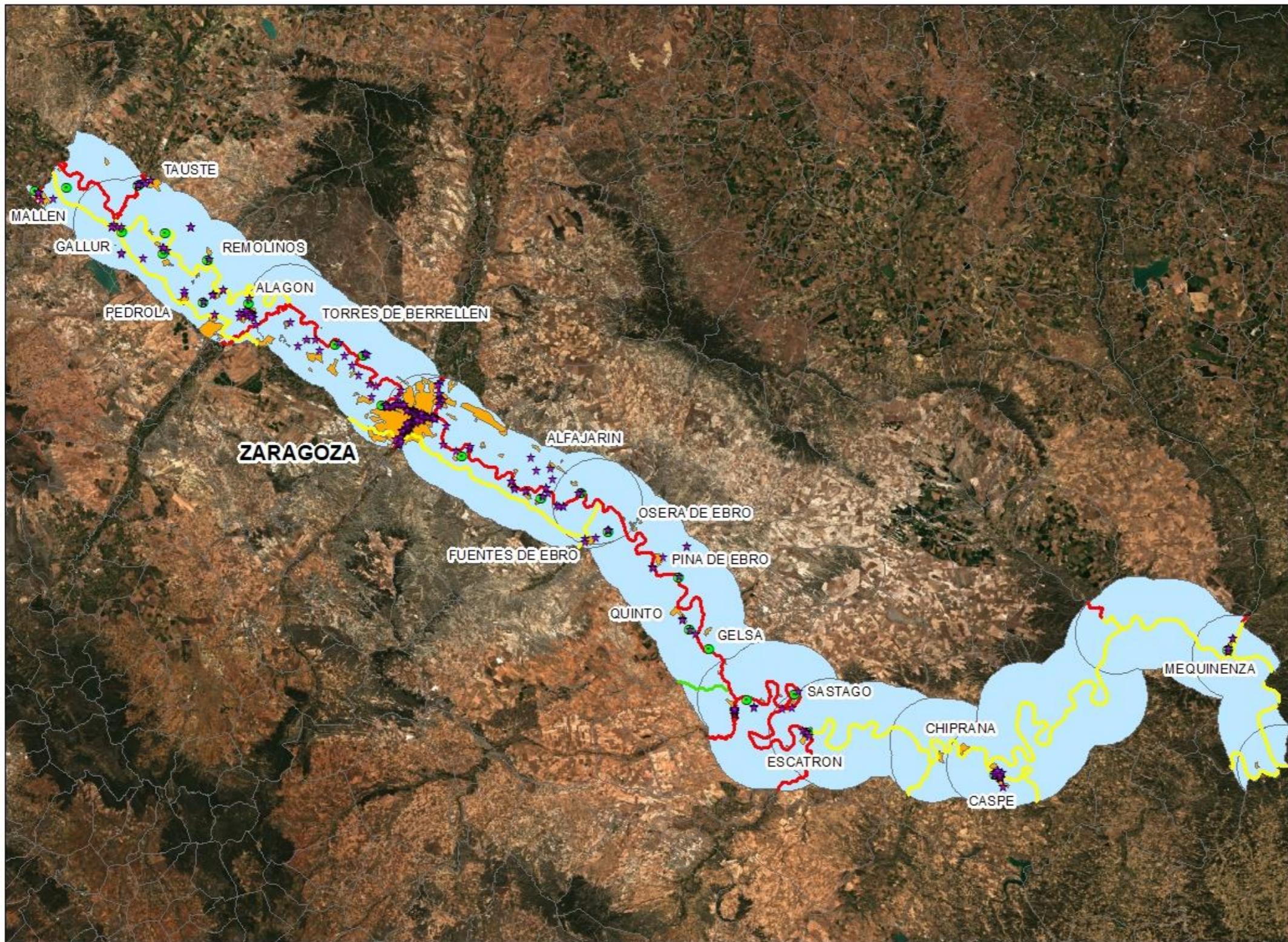


Departamento de
Geografía y
Ordenación del Territorio
Universidad Zaragoza



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

PUNTOS DE DESBORDAMIENTO QUE AFECTAN AL EJE DEL RÍO EBRO Y SUS AGUAS SUBTERRÁNEAS



Autor: Álvaro Montolió Garcés
Fecha: 25/11/2021
Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) y Universidad de Zaragoza (Unizar)

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio
Universidad Zaragoza

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

5.2. DIAGNÓSTICO

En primer lugar, se realizan los diagnósticos parciales de las variables analizadas, cuyo análisis pretende dar cumplimiento a los objetivos secundarios o específicos. Después se realiza una DAFO sintética final, para hacer un análisis de las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades integrado, que favorezca una visión general de la situación actual en la zona de estudio.

5.2.1. DIAGNÓSTICO A LOS USOS DEL SUELO

	Origen interno	Origen externo
Negativos	<ul style="list-style-type: none">- En las zonas donde escasea el agua no hay puntos de abastecimiento tanto superficial como subterráneo, como la zona Gelsa hasta Chiprana, desde el punto de vista económico.- Sistema de riego por inundación.	<ul style="list-style-type: none">- Zonas con etapas de sequía y/o periodos de lluvia intenso que provocan desbordamientos del río Ebro.- Cambio climático.
Positivos	<ul style="list-style-type: none">- Gran superficie de regadío desde Novillas hasta Gelsa, que es importante para la economía de Zaragoza.	<ul style="list-style-type: none">- Posibilidad de conseguir nuevas superficies de regadío en zonas desfavorables, mediante los puntos de abastecimiento subterráneo o superficial, desde el punto de vista económico.

5.1.1. DIAGNÓSTICO AL CAMBIO DE LA MASA FORESTAL

	Origen interno	Origen externo
Negativos	<ul style="list-style-type: none">- En las zonas más áridas no crece masa forestal arbórea con la excepción del bosque de ribera.	<ul style="list-style-type: none">- Crecimiento continuo de forma descontrolada de bosques en las tierras no cultivadas por abandono que supone un mayor riesgo de incendios.
Positivos	<ul style="list-style-type: none">- El aumento masa forestal es beneficioso para mitigar el cambio climático, porque retienen CO₂ y ayudan a restaurar ecosistemas.	<ul style="list-style-type: none">- Empresas especializadas en el mantenimiento de las masas forestales.- Proyectos de reforestación.- Legislación y medidas para controlar las masas forestales.

20

²⁰ Museo Nacional de Ciencias Naturales. 2022. *El aumento de la masa forestal se percibe como un factor negativo en las zonas rurales pese a los beneficios que aporta* / Museo Nacional de Ciencias Naturales.

5.2.2. DIAGNÓSTICO A LOS VERTIDOS TÓXICOS Y PUNTOS DE DESBORDAMIENTO

	Origen interno	Origen externo
Negativos	<ul style="list-style-type: none"> - Los sistemas de saneamiento de aguas residuales no están lo suficientemente preparados para soportar grandes cantidades de precipitaciones de lluvia provocando desbordamientos. - Contaminación de las aguas subterráneas y superficiales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Vertidos tóxicos de fábricas al río de manera ilegal. - El desarrollo urbano actual ha hecho que las ciudades sean cada vez más impermeabilizadas, reduciendo su capacidad de infiltración del terreno, provocando elevados caudales en las plantas de saneamiento de aguas residuales y sistemas conectores, finalmente se acaban vertiendo esas aguas al dominio público hidráulico.
Positivos	<ul style="list-style-type: none"> - Los sistemas de saneamiento de aguas residuales no están lo suficientemente preparados para soportar grandes cantidades de precipitaciones de lluvia provocando desbordamientos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Legislación y establecimiento de medidas para controlar las masas de agua y evitar los desbordamientos del sistema de saneamiento en períodos de lluvia intensa que acaban contaminando el río. - Ayudas públicas y de la Unión Europea para reducir la contaminación, como la financiación del programa de medidas.

21 22

A continuación, para realizar un análisis completo se ha elaborado el DAFO donde queda recogido el diagnóstico de la masa forestal, usos del suelo, vertidos tóxicos y puntos de desbordamiento.

[online] Available at: <https://www.mncn.csic.es/es/Comunicaci%C3%B3n/el-aumento-de-la-masa-forestal-se-percibe-como-un-factor-negativo-en-las-zonas-rurales>

²¹ Miteco.gob.es. 2022. *Vertido por Desbordamientos del Sistema de Saneamiento en episodios de lluvia (DSS)*. [online] Available at: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/concesiones-y-autorizaciones/vertido-desbordamiento-sistema-saneamiento-dss/>

²² Miteco.gob.es. 2022. Sistemas de saneamiento y depuración. [online] Available at: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/saneamiento-depuracion/sistemas/#:~:text=El%20saneamiento%20incluye%20la%20evacuaci%C3%B3n,y%20de%20los%20sistemas%20de>

	ORIGEN INTERNO	ORIGEN EXTERNO
NEGATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> - En las zonas más áridas no crece masa forestal arbórea con la excepción del bosque de ribera. - En las zonas donde escasea el agua no hay puntos de abastecimiento tanto superficial como subterráneo, como la zona Gelsa hasta Chiprana, desde el punto de vista económico. - Contaminación de las aguas subterráneas y superficiales. - Sistema de riego por inundación. - Los sistemas de saneamiento de aguas residuales no están lo suficientemente preparados para soportar grandes cantidades de precipitaciones de lluvia provocando desbordamientos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Crecimiento continuo de forma descontrolada de bosques en las tierras no cultivadas por abandono que supone un mayor riesgo de incendios. - Zonas con etapas de sequía y/o periodos de lluvia intenso que provocan desbordamientos del río Ebro provocando destrozos en los cultivos. - Cambio climático - Vertidos tóxicos de fábricas al río de manera ilegal. - El desarrollo urbano actual ha hecho que las ciudades sean cada vez más impermeabilizadas, reduciendo su capacidad de infiltración del terreno, provocando elevados caudales en las plantas de saneamiento de aguas residuales y sistemas conectores, finalmente se acaban vertiendo esas aguas al dominio público hidráulico.
POSITIVOS	<ul style="list-style-type: none"> - El aumento masa forestal es beneficioso para mitigar el cambio climático, porque retienen CO₂ y ayudan a restaurar ecosistemas. - Gran superficie de regadío desde Novillas hasta Gelsa que es importante para la economía de Aragón. - Numerosos sistemas de saneamiento de aguas residuales (depuradoras) que permiten al agua sucia y pluvial ser tratada para devolverla al medio natural o reutilizarla. - Modernización de los sistemas riego. 	<ul style="list-style-type: none"> - Empresas especializadas en el mantenimiento de las masas forestales. - Proyectos de reforestación. - Posibilidad de conseguir nuevas superficies de regadío en zonas desfavorables, mediante los puntos de abastecimiento subterráneo o superficial, desde el punto de vista económico. - Legislación y establecimiento de medidas para controlar las masas de agua y evitar los desbordamientos del sistema de saneamiento en periodos de lluvia intensa que acaban contaminando el río. - Legislación y medidas para controlar las masas forestales, vertidos tóxicos. - Ayudas públicas y de la Unión Europea para reducir la contaminación, como la financiación del programa de medidas.

En el cuadro completo del DAFO, en el eje del río Ebro, podemos apreciar que existen varias debilidades que se deben mejorar aprovechando las oportunidades que ofrece el entorno, interesando mantener las fortalezas y siempre teniendo presente las amenazas.

Se puede observar que las aguas están contaminadas, que se sigue usando bastante el riego por inundación, hay problemas en los sistemas de saneamiento de aguas residuales cuando existen grandes precipitaciones. Las medidas que se van a proponer en el siguiente apartado para que sean efectivas se debe contemplar las amenazas del cambio climático, la evolución de las inundaciones, el desarrollo urbano en la infiltración del terreno y los vertidos ilegales. Cabe destacar que existe bastante legislación, concienciación y preocupación para conseguir un desarrollo sostenible, para ello se ofrecen ayudas públicas y/o de la Unión Europea para ampliar o renovar infraestructuras.

Desde el punto económico son más productivas las tierras de regadío, pero en algunas zonas de Zaragoza escasean puntos de abastecimiento de aguas, sin embargo, para conseguir una transformación de nuevas hectáreas a regadío debe cumplir los nuevos escenarios del cambio climático. Con respecto a la calidad del agua sería interesante aumentar la vegetación natural de forma controlada para evitar incendios.

Legislación en relación al tema estudiado: Directiva Marco Europea del agua, Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, Real Decreto 1159/2021, de 28 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica, Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica.

5.3. PROPUESTA DE DIRETRICES

5.3.1. DIRETRICES ORIENTADAS A LA OPTIMIZACIÓN DE REGADÍOS Y USOS HUMANOS

Las directrices que considero que se pueden establecer para la optimización de regadíos y usos humanos son, en primer lugar, reducir al máximo el sistema de riego por inundación y sustituirlo por aspersión o localización, para ello se precisa dar formación de cursos o transmitir información a través de internet y correo para concienciar a los agricultores sobre la escasez del agua y el cambio climático. En segundo lugar, se debe exigir

mayores requisitos para conceder la ampliación de hectáreas de regadío de acuerdo con la evolución del cambio climático. En tercer lugar, mayor formación en los centros educativos con talleres y dar más publicidad usando varios medios sobre el problema de la escasez del agua para reducir el consumo. Por último, controlar el consumo del agua urbana y regadío mediante instalaciones de caudalímetros digitales.

5.3.2. DIRECTRICES ORIENTADAS A LA MEJORA DE LA SUPERFICIE FORESTAL

Las directrices propuestas para mejorar la superficie forestal, reforestación en las zonas áridas, controlar y mantener las masas forestales naturales de las riberas y de las fincas abandonadas, y supervisar que se cumple la legislación vigente del Plan Hidrográfico del Ebro para conseguir una mayor calidad del agua.

5.3.3. DIRECTRICES ORIENTADAS A MINIMIZAR LOS EFECTOS DE LOS VERTIDOS TÓXICOS Y PUNTOS DE DESBORDAMIENTO

Para la mejora del tratamiento de los vertidos urbanos se debe estudiar la posibilidad de incorporar nuevas obligaciones respecto al tratamiento de algunos tipos de sustancias que se encuentran en las aguas residuales urbanas, tales como nutrientes, productos farmacéuticos y microplásticos, tales como instalaciones de nuevas estaciones depuradoras con financiación pública. También se debe evaluar, estudiar y recomendar mejoras sobre los vertidos de poblaciones que afecten a la calidad de las masas de agua.

Por otro lado, es necesario establecer unas condiciones más severas para los vertidos que afectan de modo significativo al estado de las masas de agua, mayor control e inspección sobre vertidos al dominio público hidráulico, desarrollar planes de acción para minimizar las incidencias de desbordamiento, fomentar de manera alternativa la reutilización de las aguas residuales en situaciones donde sea posible, dar información y formación para reducir los fertilizantes en los campos con la finalidad de reducir los sulfatos en las aguas, Asimismo, instalar tanques de drenajes urbanos y tanques de tormenta sostenibles para poder mejorar la administración de las aguas pluviales en las EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales) y tratar de conseguir que las emisiones industriales sean tratadas adecuadamente.

6. CONCLUSIONES

Al realizar el trabajo se muestra la importancia de respetar y aplicar la normativa que regula la red hidrográfica de las distintas cuencas de los ríos, con la finalidad de alcanzar el desarrollo sostenible y no poner en peligro a las generaciones futuras por los efectos del cambio climático. En base a ello, la Confederación Hidrográfica del Ebro ha aplicado las medidas establecidas en distintos Planes Hidrográficos que han aprobado a lo largo de los años para alcanzar dicho desarrollo sostenible y actualmente está trabajando para cumplir con los objetivos de la Agenda 2030. Además, se ha comprobado que las aportaciones técnicas llevadas a cabo hasta el momento en el eje/corredor del río Ebro sobre la gestión del agua, ayudan realmente a la consecución del desarrollo sostenible.

Como conclusiones más significativas del trabajo realizado, presentadas en relación al cumplimiento de los objetivos específicos son las siguientes: en lo que respecta a la evaluación del uso del agua en el sistema agrario y humano, se puede observar una elevada cantidad de agua utilizada principalmente por el sistema agrario, más específicamente en los cultivos de regadío con riego por inundación. Se propone mejorar la gestión del agua mediante unas líneas de acción, mayor información y concienciación sobre los sistemas de riego para que el uso sea más eficiente y sostenible, conceder ayudas para poner en marcha la modernización del riego, cultivos resistentes y regadíos inteligentes. Con respecto al consumo urbano se deben mejorar las conducciones; en grandes sistemas de explotación se trata de aplicar innovaciones técnicas en la explotación y gestión. Además, se precisa invertir en la instalación de caudalímetros digitales para el control del uso del agua.

Por otro lado, en cuanto a los cambios de la masa forestal conllevan una pérdida de caudal del río Ebro por incremento del bosque de ribera por exceso de fertilizantes en los cultivos que contaminan las aguas por filtración o escorrentía dejando una gran cantidad de nutrientes (fósforo y nitrógeno), en cambio el aumento de la masa forestal mejora la calidad del agua y protege la avenida del Ebro. Generando así, una eutrofización de las aguas superficiales, que es un crecimiento acelerado de fitoplancton y otro tipo de especies de flora acuática causando desequilibrios en los ecosistemas acuáticos y aumentando el deterioro de la calidad del agua.²³

²³ Miteco.gob.es. 2022. *Impacto de los nitratos y pesticidas en el uso y calidad de las aguas*. [online] Available at: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-nitratos-pesticidas/impacto-calidad-agua/>

Por último, los vertidos tóxicos de industrias y depuradoras en el eje del río Ebro se trata de alcanzar una economía circular mediante el plan DSEAR, creado por el MITECO, pero resulta difícil de conseguir debido a que hay algunos tipos de sustancias que se encuentran en las aguas residuales urbanas que no se pueden tratar en las depuradoras, tales como los nutrientes, productos farmacéuticos y microplásticos. Sin embargo, las depuradoras reducen bastante la contaminación del agua del uso de materias grasas, jabones, orina, heces, papeles, etc. a través de procedimientos físicos, biotecnológicos y químicos.²⁴

En definitiva, este trabajo constituye un aporte técnico del corredor de Ebro por la provincia de Zaragoza donde queda reflejada la problemática de los usos del agua, los cambios de masa forestal, contaminación de las aguas a través de vertidos tóxicos y puntos de desbordamiento, a la vez se plantea el diagnóstico y las directrices para realizar unos cambios para poder ayudar a la consecución del desarrollo sostenible en la gestión del agua. Esto después debería ser trasladado a la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) para poder ser aprobados todos los cambios propuestos en el área de estudio.

7. DISCUSIÓN

Una vez realizado el análisis de los resultados obtenidos se considera importante conocer la situación de los apartados estudiados en otras zonas del río Ebro para ver las similitudes y diferencias existentes dentro de la unidad geográfica constituida por el eje del Ebro. Los datos empleados para realizar la comparativa están actualizados a fecha de 2020.

La demarcación hidrográfica del Ebro está comprendida por nueve comunidades (Aragón, Cataluña, Castilla y León, Castilla la Mancha, La Rioja, Navarra, País Vasco y Comunidad de Valencia). Cabe destacar que del total de la demarcación (3.193.011 habitantes y 85.541 km²) corresponden a la comunidad de Aragón un 39,6% de habitantes y 49,2% de superficie, Cataluña en un 18,2% de habitantes y 18,3% de superficie, Navarra 19,6% de habitantes y 10,8% de superficie, siendo las tres comunidades que más influencia manifiestan en la cuenca.

Con respecto a la demanda de los usos del agua de la cuenca del Ebro, 8.743,86 hm³/año, corresponden al sistema agrario el 92,1%, industrial 2,4%, urbano 5,5% y

²⁴ Miteco.gob.es. 2022. Plan DSEAR. [online] Available at: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/planificacion-hidrologica/planes-programas-relacionados/>

transferencias 2,3%, la mayoría de las extracciones de agua superficial son destinadas a la generación hidroeléctrica aproximadamente un 69,5% que es retornable al cauce en su práctica totalidad. Las aguas subterráneas la mayor parte se usa para la agricultura y ganadería 93,6%, abastecimiento 4,55% e industria 1,44%, con aprovechamiento más intenso en zonas de Gallocanta, Campo de Cariñena y Alfamén, todas ellas en la provincia de Zaragoza.

En cuanto a La evolución de los sistemas de riego en la cuenca se ha modernizado para ser más eficientes, se ha reducido la superficie del riego de gravedad para aumentar el riego localizado, por aspersión y automotriz. Los porcentajes de aumento o disminución de las diferencias de hectáreas regadas según el tipo de riego entre 2004-2019: gravedad - 24,45%, aspersión 66,5%, localizado 90%.

Cabe destacar que las zonas de mayor riego agrario son desde Miranda del Ebro hasta el Delta, de mayor número de ganado porcino entorno a Lérida-Agramunt y por Binéfar (densidad por municipio entre 1.000 y 3.000 cabezas/km²), piscifactorías próximas a los nacimientos de los ríos la mayoría por los Pirineos y Rioja.²⁵

Actualmente el Proyecto del Plan Hidrológico de la Demarcación del Ebro para el periodo 2021-2027, trata de seguir reduciendo el uso del agua, adoptando una serie de medidas como la instalación de contadores, utilizar el riego por aspersión, reducir la presión por extracción en el regadío principalmente en las cuencas de los ríos Guadlope, Martín, Noguera Ribagorzana, Jalón, Aguas Vivas y Huerva o sanear las masas de agua en mal estado como río Queiles hasta Novallas.

En relación a la masa forestal, las riberas naturales del Ebro medio son más fértiles, con depósitos de grava y limos, por las inundaciones formando sotos con masas boscosas desde choperas, alamedas, saucedas, tamarizales; también existe vegetación espontánea en cauces abandonados o ciegos, brazos secundarios con agua estancada con nivel freático muy elevado y rica en nutrientes (Galachos de Juslibol o Alfranca). Por encima de Logroño son característicos los alisos, árboles propios de climas atlánticos. En la zona del Delta del Ebro la vegetación en esta zona está influenciada por la humedad del mediterráneo y las pocas oscilaciones de temperatura, se puede encontrar Carrizales, alamedas, saucedal, eucaliptos, rubias, borrón, lechera marina, lirios de mar...

²⁵

Chebro.es.

2022.

[online]

Available

at:

https://www.chebro.es/documents/20121/262544/InformeSeguimiento2020_v03.02.pdf/95024be7-e199-e85c-5a43-71986cc6471a?t=1648640979308

A lo largo de los años se ha producido una rápida colonización vegetal, principalmente de tamariz, un aumento de la deforestación, de los cultivos agrícolas, asentamientos urbanos, industriales e infraestructuras para el dominio Público Hidráulico. También, se ha producido un crecimiento del Delta del Ebro como consecuencia del cambio climático, de los usos del suelo y las masas forestales.

En cuanto a los vertidos tóxicos, puntos de desbordamiento de las industrias y depuradoras, la demarcación hidrográfica del Ebro se ven afectada por los vertidos de aguas residuales procedentes de vertidos industriales, el 62% de las masas de agua superficiales y un 76% de las masas de agua subterráneas de. Y por vertidos de aguas residuales procedentes de núcleos urbanos, el 28% de las masas de agua superficiales y el 59% de las masas de agua subterráneas.

Por un lado, se han detectado diez masas de agua en mal estado por indicadores relacionados con estos vertidos: Monzón, Vitoria, Salvatierra, Pamplona, Binaced, Guissona, Cervera, Río Huerva y Ágreda- Ólvega. Y por indicadores biológicos: Alcoletge, Artesa de Segre, Torrefarrera- Torreserona y Villanova de Segriá.

Por otro lado, el problema de la contaminación difusa en las aguas subterráneas y superficiales, contaminadas 36 masas de agua subterráneas y 32 superficiales, procedente de la agricultura y ganadería. La contaminación es debido tanto a los abonos y plaguicidas de las tierras como la gestión de purines, principalmente del ganado porcino, mayor concentración en las cuencas bajas del Segre, Cinca y Noguera Ribagorzana, siendo las Comunidades Autónomas de Cataluña, Aragón y La Rioja. La concentración de nitratos y sulfatos se redujeron aproximadamente 2009, se mantuvo durante unos años, pero desde 2015 aumentó ligeramente en la estación de Zaragoza, manejándose en la estación de Tortosa, sin embargo, se ha reducido considerablemente la concentración de fosfatos.²⁶

Según los mapas del informe de seguimiento 2020 se puede apreciar la siguiente información: masas con incumplimiento de plaguicidas en río Gállego, río Cinca y río Jiloca; de masas de agua superficial en el río Ebro, estado peor que bueno, un pequeño tramo después de Logroño, tramo desde después de Tudela hasta Tortosa; masas de agua subterránea en mal estado en las zonas de Logroño, desde Calahorra hasta Sástago y Tortosa.

²⁶

Chebro.es.

2022.

[online]

Available

at:

https://www.chebro.es/documents/20121/261162/02_FICHAS+RESUMEN.pdf/ffb8789-876d-4533-0690-c5ad13571333?t=1627551314097

Entre las medidas que propone el nuevo Plan Hidrográfico, puesta en funcionamiento de nuevas estaciones depuradoras, continuar con la aplicación de la normativa de vertidos y establecimiento de condiciones más rigurosas de vertidos más peligrosos, potenciar las actuaciones de inspección y control sobre vertidos. Hasta el 2020 el número de depuradoras ha ido aumentado hasta alcanzar 90,91% del indicador “% habitantes equivalentes con depuración”.

Las diferencias que se pueden apreciar con el eje estudiado en el trabajo, por un lado, Aragón es la comunidad que más habitantes y superficie ocupa dentro la cuenca, el uso del agua principalmente se obtiene del agua superficial, el sistema del riego se utiliza bastante por inundación y el consumo del agua para regadío es menor y consumo humanos mayor. El estado global de las masas de agua superficial y subterránea es peor que el resto de la cuenca. Por otro, la masa forestal a lo largo de los años ha aumentado paulatinamente y no han variado los cultivos agrícolas en mi área de estudio, al contrario que en el resto de la cuenca donde hay un aumento de la deforestación y un aumento de los cultivos agrícolas, pero en el caso del aumento de asentamientos urbanos, industriales e infraestructuras para el dominio Público Hidráulico también han aumentado en mi zona de estudio. (Gráfico 2) Por último, la contaminación de ganados hay pocas explotaciones, pero recibe la desembocadura de varios afluentes, masas de agua en mal estado Huerva, Gallego y Jalón. La densidad de unidades de ganado mayor es mayor que por el alto Ebro y menor que el bajo Ebro. Sin embargo, el número de depuradoras es menor que el resto de la cuenca.

Como conclusión, el uso de agua depende de la población, superficie de riego y explotaciones de ganadería; con respecto a la masa forestal afectan los materiales geológicos y de la diferencia de temperatura y en lo que atañe a la contaminación de los vertidos tóxicos está en función de la población, del número de depuradoras, de la concentración de explotaciones ganaderas, superficie de cultivo y del número de industrias.

8. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

- Publico.es. 2022. *El cambio climático seca el Ebro en vísperas de un nuevo Plan Hidrológico Nacional.* [online] Available at: <https://www.publico.es/sociedad/medio-ambiente-cambio-climatico-seca-ebro-visperas-nuevo-plan-hidrologico-nacional.html>
- Ecominga.uqam.ca. 2022. [online] Available at: https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf
- Desarrollo Sostenible. 2021. *Objetivos y metas de desarrollo sostenible ODS* - Desarrollo Sostenible. [online] Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Fundación Aquae. 2021. *Río Ebro: el río más caudaloso de España.* [online] Available at: <https://www.fundacionaqua.org/wiki/rio-ebro/>.
- Chebro.es. 2022. [online] Available at: https://www.chebro.es/documents/20121/261162/02_FICHAS+RESUMEN.pdf/ffbb8789-876d-4533-0690-c5ad13571333?t=1627551314097
- Zaragoza.es. 2022. [online] Available at: <https://www.zaragoza.es/contenidos/urbanismo/pgouz/memoria/memoinfo/territorio/medio/clima.pdf>
- EcuRed.cu. 2021. *Zaragoza (España) - EcuRed.* [online] Available at: [https://www.ecured.cu/Zaragoza_\(Espa%C3%B1a\)](https://www.ecured.cu/Zaragoza_(Espa%C3%B1a))
- Ebroresilience.com 2022. *Ebro Resilience.* [online] Available at: <https://www.ebroresilience.com/ebro-resilience/>
- Aquatreat.es. 2022. *¿Qué beneficios produce una depuradora de agua residual? – Aquatreat: Depuradoras biológicas.* [online] Available at: <https://www.aquatreat.es/2020/09/01/que-beneficios-produce-una-depuradora-de-agua-residual/#:~:text=La%20depuradora%20de%20agua%20se,calidad%2C%20antes%20de%20ser%20vertida.>
- Miteco.gob.es. 2022. [online] Available at: https://www.miteco.gob.es/images/es/2014-03-10%20Guia%20Formulario%205%C2%B4_tcm30-136931.pdf
- Risctox.istas.net. 2022. *ISTAS: Vertidos.* [online] Available at: <https://risctox.istas.net/index.asp?idpagina=619>

- Museo Nacional de Ciencias Naturales. 2022. *El aumento de la masa forestal se percibe como un factor negativo en las zonas rurales pese a los beneficios que aporta* / Museo Nacional de Ciencias Naturales. [online] Available at: <https://www.mncn.csic.es/es/Comunicaci%C3%B3n/el-aumento-de-la-masa-forestal-se-percibe-como-un-factor-negativo-en-las-zonas-rurales>
- Enciclopedia-aragonesa.com. 2022. *El Ebro en Aragón*. [online] Available at: http://www.encyclopedia-aragonesa.com/monograficos/geografia/rio_ebro/ebro_riegas.asp
- Ollero Ojeda, A., 2017. *Territorio fluvial: Diagnóstico y propuesta para la gestión ambiental y de riesgos en el Ebro y los cursos bajos de sus afluentes*. [online] Google Books. Available at: https://books.google.es/books?hl=en&lr=&id=OSaqDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=info:7Qys6pBGhx8J:scholar.google.com&ots=hdmVywPFMF&sig=_SI9eZ0fig9P7q3WbsOa846Wz8M&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Ollero Ojeda, A., 2010. *Channelchanges and floodplainmanagement in the meandering middle Ebro River, Spain*. [online] Scholar.google.com. Available at: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=dSSNVKAAAJ&citation_for_view=dSSNVKAAAAAJ:Wp0gIrvW9MC
- Eleconomista.es. 2022. *Análisis DAFO: qué es - Diccionario de Economía*. Available at: <https://www.economista.es/diccionario-de-economia/analisis-daf>
- Miteco.gob.es. 2022. *Vertido por Desbordamientos del Sistema de Saneamiento en episodios de lluvia (DSS)*. [online] Available at: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/concesiones-y-autorizaciones/vertido-desbordamiento-sistema-saneamiento-dss/>
- Miteco.gob.es. 2022. Sistemas de saneamiento y depuración. [online] Available at: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/saneamiento-depuracion/sistemas/#:~:text=El%20saneamiento%20incluye%20la%20evacuaci%C3%B3n,y%20de%20los%20sistemas%20de>
- Iber.chebro.es. 2022. *GeoPortalSitebro*. Available at: <http://iber.chebro.es/geoportal/>
- 2022. *Centro de Descargas del CNIG (IGN)*. Available at: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

- 2022. *Instituto Geográfico Nacional*. Geoportal oficial del Instituto Geográfico Nacional de España. Available at: <https://www.ign.es/web/ign/portal/ide-area-nodo-ide-ign>
- Portal de Aragón. 2022. *Regadíos en Aragón - Portal de Aragón*. [online] Available at: <https://www.aragon.es/-/regadios-en-aragon>
- Miteco.gob.es. 2022. *Impacto de los nitratos y pesticidas en el uso y calidad de las aguas*. [online] Available at: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-nitratos-pesticidas/impacto-calidad-agua/>
- Chebro.es. 2022. [online] Available at: https://www.chebro.es/documents/20121/262544/InformeSeguimiento2020_v03.02.pdf/95024be7-e199-e85c-5a43-71986cc6471a?t=1648640979308
- Miteco.gob.es. 2022. Plan DSEAR. [online] Available at: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/planificacion-hidrologica/planes-programas-relacionados/>