



# PROPUESTA DE PROYECTO DE PLAN HIDROLÓGICO DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO ORIENTAL

Revisión para el tercer ciclo: 2022-2027

## MEMORIA - ANEJO II

### Inventario de recursos hídricos

Versión consolidada tras consulta pública

Abril 2022

---



## ÍNDICE

<b><u>1. INTRODUCCIÓN .....</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>2. ANTECEDENTES.....</u></b>	<b><u>2</u></b>
<b><u>3. INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS.....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b>3.1. Descripción de la cuenca y zonificación de los recursos hídricos naturales.....</b>	<b>3</b>
3.1.1. Descripción de la cuenca .....	3
3.1.2. Zonificación considerada .....	6
<b>3.2. Descripción e interrelación de las variables hidrológicas.....</b>	<b>19</b>
3.2.1. Disponibilidad de la información.....	19
3.2.2. Distribución espacial de las principales variables hidrológicas .....	21
<b>3.3. Estadísticos de las series hidrológicas en la Demarcación.....</b>	<b>24</b>
3.3.1. Series hidrológicas anuales.....	24
3.3.2. Series hidrológicas mensuales.....	33
<b>3.4. Características básicas de calidad de las aguas en condiciones naturales.....</b>	<b>34</b>
3.4.1. Características básicas de calidad de las aguas superficiales.....	35
3.4.2. Características básicas de calidad de las aguas subterráneas.....	37
<b><u>4. OTROS RECURSOS HÍDRICOS DE LA DEMARCACIÓN .....</u></b>	<b><u>40</u></b>
<b>4.1. Recursos Hídricos no Convencionales.....</b>	<b>40</b>
4.1.1. Desalación.....	40
4.1.2. Reutilización .....	40
4.1.3. Recursos hídricos externos.....	42
<b><u>5. RECURSOS HÍDRICOS DISPONIBLES EN LA DEMARCACIÓN .....</u></b>	<b><u>45</u></b>
<b><u>6. EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....</u></b>	<b><u>46</u></b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Recursos disponibles en las masas de agua subterránea de la DH del Cantábrico Oriental.....	5
Tabla 2.	Principales datos del sistema de explotación Barbadun.....	6
Tabla 3.	Principales datos del sistema de explotación Nerbioi-Ibaizabal.....	7
Tabla 4.	Principales datos del sistema de explotación Butroe.....	8
Tabla 5.	Principales datos del sistema de explotación Oka.....	9
Tabla 6.	Principales datos del sistema de explotación Lea.....	10
Tabla 7.	Principales datos del sistema de explotación Artibai.....	11
Tabla 8.	Principales datos del sistema de explotación Deba.....	12
Tabla 9.	Principales datos del sistema de explotación Urola.....	13
Tabla 10.	Principales datos del sistema de explotación Oria.....	14
Tabla 11.	Principales datos del sistema de explotación Urumea.....	15
Tabla 12.	Principales datos del sistema de explotación Oiartzun.....	16
Tabla 13.	Principales datos del sistema de explotación Bidasoa.....	17
Tabla 14.	Principales datos del sistema de explotación Ríos Pirenaicos.....	18
Tabla 15.	Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Barbadun.....	25
Tabla 16.	Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Nerbioi-Ibaizabal.....	25
Tabla 17.	Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Butroe.....	26
Tabla 18.	Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Oka.....	26
Tabla 19.	Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Lea.....	27
Tabla 20.	Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Artibai.....	28
Tabla 21.	Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Deba.....	28
Tabla 22.	Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Urola.....	29
Tabla 23.	Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Oria.....	29
Tabla 24.	Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Urumea.....	30
Tabla 25.	Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Oiartzun.....	31
Tabla 26.	Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Bidasoa.....	31
Tabla 27.	Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Ríos Pirenaicos.....	32
Tabla 28.	Evolución media mensual de las principales variables en los sistemas de explotación de la DH del Cantábrico Oriental.....	33
Tabla 29.	Evolución media mensual de las principales variables en la DH del Cantábrico Oriental.....	34
Tabla 30.	Rango promedio de valores de pH del histórico disponible de datos por tipología y umbrales marcados en el RD 817/2015.....	35
Tabla 31.	Rango promedio de valores de conductividad del histórico disponible de datos por tipología y condiciones de referencia/umbrales marcados en la IPH.....	36

Tabla 32.	Rango promedio de valores de dureza, alcalinidad e iones mayoritarios del histórico disponible de datos por tipología. ....	36
Tabla 33.	Evolución de los volúmenes de agua reutilizada en la demarcación. ....	41
Tabla 34.	Evolución de los volúmenes de agua trasvasados en la demarcación. ....	44
Tabla 35.	Cambio (%) de esorrentía en la DH del Cantábrico Oriental en cada PI según cada proyección. .	47
Tabla 36.	Estimación de la reducción de recursos por cambio climático en la DH del Cantábrico Oriental. .	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Sistemas de explotación de la DH del Cantábrico Oriental.....	3
Figura 2.	Definición de las masas de agua subterránea DH del Cantábrico Oriental.....	4
Figura 3.	Red hidrográfica principal del sistema de explotación Barbadun.....	6
Figura 4.	Red hidrográfica principal del sistema de explotación Nerbioi-Ibaizabal.....	7
Figura 5.	Red hidrográfica principal del sistema de explotación Butroe. ....	8
Figura 6.	Red hidrográfica principal del sistema de explotación Oka. ....	9
Figura 7.	Red hidrográfica principal del sistema de explotación Lea.....	10
Figura 8.	Red hidrográfica principal del sistema de explotación Artibai. ....	11
Figura 9.	Red hidrográfica principal del sistema de explotación Deba. ....	12
Figura 10.	Red hidrográfica principal del sistema de explotación Urola. ....	13
Figura 11.	Red hidrográfica principal del sistema de explotación Oria. ....	14
Figura 12.	Red hidrográfica principal del sistema de explotación Urumea. ....	15
Figura 13.	Red hidrográfica principal del sistema de explotación Oiartzun. ....	16
Figura 14.	Red hidrográfica principal del sistema de explotación Bidasoa.....	17
Figura 15.	Red hidrográfica principal del sistema de explotación Ríos Pirenaicos. ....	18
Figura 16.	Comparativa gráfica entre el caudal simulado y observado en la estación de aforo de Berriatua, en el sistema de explotación Artibai.....	20
Figura 17.	Comparativa gráfica entre el caudal simulado y observado en la estación de aforo de Altzola, en el sistema de explotación Deba.....	21
Figura 18.	Precipitación promedio anual en la DH del Cantábrico Oriental. Periodo 1980/81-2017/18. ....	22
Figura 19.	Temperatura promedio anual en la DH del Cantábrico Oriental. Periodo 1980/81-2017/18. ....	22
Figura 20.	Evapotranspiración real promedio anual en la DH del Cantábrico Oriental. Periodo 1980/81-2017/18.....	23
Figura 21.	Escorrentía total promedio anual en la DH del Cantábrico Oriental. Periodo 1980/81-2017/18... ..	24
Figura 22.	Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Barbadun. ....	25
Figura 23.	Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Nerbioi-Ibaizabal. ....	25
Figura 24.	Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Butroe.....	26
Figura 25.	Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Oka. ....	27
Figura 26.	Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Lea. ....	27
Figura 27.	Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Artibai. ....	28
Figura 28.	Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Deba. ....	28
Figura 29.	Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Urola. ....	29
Figura 30.	Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Oria. ....	30
Figura 31.	Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Urumea.....	30
Figura 32.	Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Oiartzun.....	31
Figura 33.	Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Bidasoa. ....	31
Figura 34.	Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Ríos Pirenaicos....	32
Figura 35.	Evolución de la precipitación anual en la DH del Cantábrico Oriental.....	32
Figura 36.	Evolución de la aportación anual en la DH del Cantábrico Oriental. ....	33
Figura 37.	Evolución media intraanual de las principales variables en la DH del Cantábrico Oriental.....	34
Figura 38.	Distribución de valores promedio de pH en relación con la litología. ....	37
Figura 39.	Distribución de valores promedio de la conductividad en relación con la litología. ....	37
Figura 40.	Reutilización del agua en la demarcación.....	41
Figura 41.	Evolución de los caudales reutilizados en la EDAR de Galindo. ....	42
Figura 42.	Evolución de los caudales reutilizados en Muskiz (Petronor).....	42
Figura 43.	Trasvases de la demarcación. ....	43
Figura 44.	Evolución anual de los volúmenes transferidos a la DH del Cantábrico Oriental a través del trasvase Zadorra-Arratia (hm <sup>3</sup> /año).....	43

Figura 45. Tendencia del  $\Delta$  (%) esorrentía del año 2010 al 2099 para los RCP 4.5 (arriba) y 8.5 (abajo) en la DH del Cantábrico Oriental. Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (2017). ..... 46

## ACRÓNIMOS

CAE .....	Comunidad Autónoma de Euskadi
CEDEX .....	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
CEH .....	Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX
CHC.....	Confederación Hidrográfica del Cantábrico
DGA.....	Dirección General del Agua
DH.....	Demarcación Hidrográfica
DMA.....	Directiva 2000/60/CE Marco del Agua
GEI .....	Gases de efecto invernadero
IPH .....	Instrucción de Planificación Hidrológica
IPCC .....	Panel Intergubernamental del Cambio Climático
PHN.....	Plan Hidrológico Nacional
RD .....	Real Decreto
RPH.....	Reglamento de la Planificación Hidrológica
SIMPA.....	Modelo de evaluación de recursos hídricos desarrollado por el CEH del CEDEX
URA.....	Agencia Vasca del Agua



## 1. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el inventario de recursos hídricos del ámbito de la DH del Cantábrico Oriental, en la que tanto el Gobierno Vasco a través de la Agencia Vasca del Agua (URA) como la Confederación Hidrográfica del Cantábrico (CHC) ejercen sus competencias.

Los recursos hídricos disponibles están constituidos por los recursos hídricos propios, convencionales y no convencionales (naturales, reutilización, desalación, etc.), y los recursos hídricos externos también llamados transferencias. Actualmente la práctica totalidad de los recursos hídricos disponibles en la DH del Cantábrico Oriental están constituidos por los recursos hídricos convencionales propios y externos, aunque existe también un pequeño aporte de recursos no convencionales procedentes de reutilización de aguas.

El inventario de recursos hídricos naturales está compuesto por su estimación cuantitativa, descripción cualitativa y la distribución temporal. Incluye las aportaciones de los ríos y las que alimentan los almacenamientos naturales de agua, superficiales y subterráneos. Esta evaluación se ha realizado a través de una zonificación atendiendo, entre otros, a criterios hidrográficos, administrativos, socioeconómicos y ambientales. Con carácter general, se ha de considerar la zonificación existente, tal como se indica en el Reglamento de la Planificación Hidrológica (RPH) y en la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH), los datos estadísticos que muestran la evolución del régimen natural de flujos y almacenamientos a lo largo del ciclo hidrológico y las interrelaciones entre variables.

En este documento se han considerado los siguientes capítulos:

1. Introducción
2. Antecedentes
3. Inventario de recursos hídricos naturales
  - a) Descripción de la cuenca y zonificación de los recursos hídricos naturales.
  - b) Descripción e interrelación de las variables hidrológicas.
  - c) Estadísticos de las series hidrológicas.
  - d) Características básicas de calidad de las aguas en condiciones naturales.
4. Otros recursos hídricos
  - a) Recursos hídricos propios no convencionales.
  - b) Recursos hídricos externos.
5. Recursos hídricos disponibles.
6. Evaluación del efecto del cambio climático.

## 2. ANTECEDENTES

Este apartado sintetiza los antecedentes existentes en relación con el inventario de los recursos hídricos de la DH del Cantábrico Oriental.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, los recursos hídricos propios naturales están constituidos por las aportaciones naturales en el territorio de la demarcación, considerando las infraestructuras de almacenamiento y regulación existentes. Por otro lado, otros recursos naturales disponibles provienen de recursos propios no convencionales (que proceden fundamentalmente de la reutilización en el caso de la DH del Cantábrico Oriental) y de recursos externos transferidos desde otras demarcaciones.

Es importante comprender que solo cabe hablar de disponibilidad de recursos tras haber satisfecho - entre otras- las restricciones ambientales y solo en la medida en que la utilización del agua no distorsione sensiblemente su función ambiental podrá aceptarse su carácter de bien económico productivo al servicio del bienestar y desarrollo.

Según el Plan Hidrológico de la DH del Cantábrico Oriental del segundo ciclo (2015-2021), los recursos hídricos propios se evaluaron en 4.461 hm<sup>3</sup>/año y los recursos hídricos propios disponibles (descontando la restricción medioambiental por caudales ecológicos) en 3.729 hm<sup>3</sup>/año, constituidos mayormente por recursos convencionales, con un aporte de 2,6 hm<sup>3</sup>/año que provienen de la reutilización de aguas residuales urbanas. A esta cantidad se añadió 210 hm<sup>3</sup>/año de recursos hídricos externos procedentes de transferencias.

En cuanto a los recursos externos, los antecedentes normativos de los recursos transferidos se encuentran en la Ley 10/2001, de 5 de julio, por la que se aprueba el Plan Hidrológico Nacional (PHN). Las transferencias entre distintos ámbitos de planificación sobre aprovechamientos hídricos, existentes con anterioridad al 1 de enero de 1986, tienen un tratamiento diferenciado establecido en la disposición adicional primera de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del PHN:

*Transferencias existentes a la entrada en vigor de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas*

*1. Los aprovechamientos de aguas existentes en el momento de la entrada en vigor de esta Ley, que constituyan una transferencia de recursos entre ámbitos territoriales de distintos Planes Hidrológicos de cuenca, y estén amparados en títulos concesionales otorgados con anterioridad al 1 de enero de 1986, se regirán por lo dispuesto en el título concesional vigente. Cuando en aplicación de los títulos concesionales reviertan a la Administración General del Estado las obras e instalaciones, se dispondrá de ellas de acuerdo con la legislación de contratos de las Administraciones públicas.*

*2. Los aprovechamientos de aguas existentes en el momento de la entrada en vigor de esta Ley, que constituyan una transferencia de recursos entre ámbitos territoriales de distintos Planes Hidrológicos de cuenca, y estén amparados en títulos legales aprobados con anterioridad al 1 de enero de 1986, se regirán por lo dispuesto en el título legal actual vigente.*

El desglose de estos recursos no convencionales y recursos externos se describe de forma detallada en el apartado 4 del presente documento.

### 3. INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS

El apartado 2.4 de la IPH, desarrolla los contenidos del inventario de recursos hídricos naturales:

*El inventario de recursos incluirá las aguas que contribuyan a las aportaciones de los ríos y las que alimenten almacenamientos naturales de agua, superficiales o subterráneos. El inventario contendrá, en la medida que sea posible:*

- a) *La zonificación y la esquematización de los recursos hídricos naturales en la demarcación hidrográfica.*
- b) *Datos estadísticos que muestren la evolución del régimen natural de los flujos y almacenamientos a lo largo del año hidrológico.*
- c) *Interrelaciones de las variables consideradas, especialmente entre las aguas superficiales y subterráneas, y entre las precipitaciones y las aportaciones de los ríos o recarga de acuíferos.*
- d) *Características básicas de calidad de las aguas en condiciones naturales.*

#### 3.1. Descripción de la cuenca y zonificación de los recursos hídricos naturales

##### 3.1.1. Descripción de la cuenca

###### Red Hidrográfica principal

La red hidrográfica en la DH del Cantábrico Oriental se divide en 13 sistemas de explotación, contando los dos pequeños sistemas de Nive y Nivelle que forman una única zona denominada Ríos Pirenaicos. En este ámbito cada sistema de explotación está constituido por su propio río principal y un conjunto de afluentes que forman una densa red fluvial de carácter prácticamente permanente, a excepción de los ríos Nive y Nivelle que desembocan en la costa cantábrica francesa. Además, los sistemas de explotación integran otros ríos menores que desembocan directamente en el mar.

En el apartado 3.1.2 se definen las características de los ríos principales que conforman cada uno de los sectores en los que se zonifica la demarcación.

A continuación, se muestra la red hidrográfica, formada por los 13 ríos principales y sus principales afluentes.



Figura 1. Sistemas de explotación de la DH del Cantábrico Oriental.

Por otra parte, no todas las escorrentías discurren directamente hacia la red fluvial, ya que existen algunas áreas cerradas, con escasa entidad, de carácter endorreico o semiendorreico. Estas suelen ser áreas de extensión normalmente reducida y constituyen depresiones relacionadas con fenómenos kársticos, en las que la precipitación se infiltra incorporándose a los sistemas hídricos subterráneos, para resurgir a través de distintos mananciales.

### Recursos de aguas subterráneas

Las aportaciones totales en régimen natural constan de una componente de escorrentía superficial directa y de una componente de origen subterráneo. Esta componente subterránea de la escorrentía total, coincide básicamente -dejando a salvo los efectos de transferencias subterráneas externas- con la recarga natural de los acuíferos. Sin embargo, la cuantificación de los recursos subterráneos no es tan inmediata, puesto que considera las relaciones laterales entre distintas masas y las que se establecen con el medio superficial.

Pese a las dificultades, el conocimiento de la recarga resulta de gran interés teórico y práctico, pues viene a acotar, junto con la consideración de las necesidades ambientales de las aguas superficiales relacionadas, las posibilidades máximas de explotación sostenible a largo plazo de las aguas subterráneas de un acuífero.

La mayor parte del agua que recarga los acuíferos se descarga de manera diferida en el tiempo a la red fluvial, de forma difusa o a través de mananciales, y en muchas cuencas es uno de los constituyentes básicos de la aportación de los ríos. Otra parte de la recarga, en general mucho más reducida, se transfiere subterráneamente a otros acuíferos o, en el caso de los acuíferos costeros, descarga al mar.

Para estimar la recarga natural o infiltración a los acuíferos se necesita conocer su delimitación geométrica, atendiendo únicamente a criterios hidrogeológicos. En la DH del Cantábrico Oriental existen un total de 20 masas de agua que se muestran en la siguiente figura.

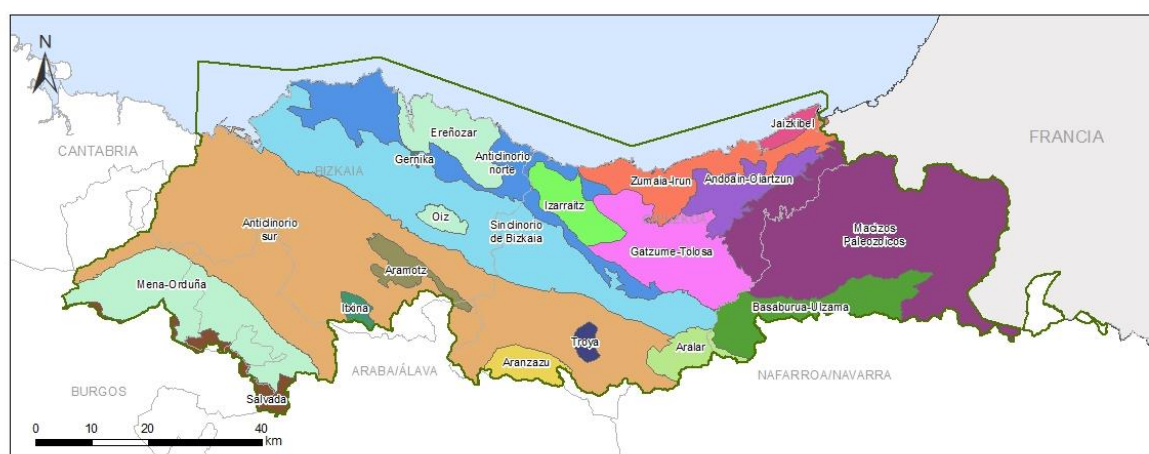


Figura 2. Definición de las masas de agua subterránea DH del Cantábrico Oriental.

Se han considerado como recursos renovables de las masas de agua subterránea el sumatorio de la infiltración media de lluvia, los retornos de riego y las entradas laterales procedentes de otras cuencas. Estos valores son valores medios interanuales. En el caso de la infiltración por lluvia se corresponden con los valores medios de la serie 1980/81-2017/18.

Es necesario precisar que cuando nos referimos a explotación de aguas subterráneas nos estamos refiriendo a aguas extraídas mediante bombeo de los acuíferos, y no a la fracción de origen subterráneo de la escorrentía total. Puede haber gran explotación por bombeos en cuencas con muy escasa fracción de escorrentía subterránea, y, a la inversa, no haber ninguna explotación por bombeos en cuencas con gran componente de escorrentía subterránea. La confusión entre ambos conceptos ha dado lugar, en ocasiones, a erróneas interpretaciones técnicas.

En referencia a la evaluación del recurso disponible de aguas subterráneas, de acuerdo con el concepto introducido por la DMA, que en su artículo 2.27 define como recurso disponible de aguas subterráneas *“el valor medio interanual de la tasa de recarga total de la masa de agua subterránea, menos el flujo interanual medio requerido para conseguir los objetivos de calidad ecológica para el agua superficial asociada para evitar cualquier disminución significativa en el estado ecológico de tales aguas, y cualquier daño significativo a los ecosistemas terrestres asociados...”*.

Por lo tanto, en la evaluación del recurso disponible de aguas subterráneas, se tiene que reservar del recurso renovable, el volumen de descargas de las masas de agua subterránea a los ríos, manantiales, zonas húmedas, etc., para posibilitar la consecución de los objetivos ambientales.

En la siguiente tabla se muestran, para cada masa de agua subterránea, los recursos renovables, los recursos ambientales reservados para la consecución de los objetivos ambientales y los recursos subterráneos disponibles.

**Tabla 1.** Recursos disponibles en las masas de agua subterránea de la DH del Cantábrico Oriental.

Código de la masa	Nombre de la masas	Superficie (km <sup>2</sup> )	Recursos renovables (hm <sup>3</sup> /año)	Recursos ambientales (hm <sup>3</sup> /año)	Recurso disponible (hm <sup>3</sup> /año)
ES017MSBT017-001	Macizos paleozoicos	1021,0	298,9	47,8	251,1
ES017MSBT017-002	Andoain – Oiartzun	141,4	56,6	13,5	43,1
ES017MSBT017-008	Gatzume-Tolosa	316,5	170,6	23,8	146,8
ES017MSBT017-009	Anticlinorio norte	345,4	52,5	9,2	43,3
ES017MSBT017-005	Sinclinorio de Bizkaia	795,3	179,6	34,7	144,9
ES017MSBT017-006	Anticlinorio sur	1609,0	438,0	64,4	373,6
ES017MSBT017-007	Troya	23,0	3,3	0,6	2,7
ES017MSBT013-002	Oiz	28,8	14,5	1,4	13,1
ES017MSBT013-004	Aramotz	68,6	26,1	2,6	23,5
ES017MSBT013-005	Itxina	23,4	7,7	0,8	6,9
ES017MSBT013-006	Mena-Orduña	399,8	105,9	11,1	94,8
ES017MSBT013-007	Salvada	66,3	19,1	1,9	17,2
ES017MSBT013-012	Basaburua-Ulzama	212,8	127,3	12,9	114,4
ES017MSBT013-014	Aralar	77,8	58,3	11,1	47,2
ES017MSBTES111S000007	Izarraitz	112,2	54,2	7,5	46,6
ES017MSBTES111S000008	Ereñozar	158,3	53,8	9,0	44,8
ES017MSBTES111S000014	Jaizkibeal	33,7	12,2	2,9	9,4
ES017MSBTES111S000015	Zumaia-Irun	208,6	53,5	12,4	41,1
ES017MSBTES111S000041	Aranzazu	69,0	45,5	5,4	40,1
ES017MSBTES111S000042	Gernika	2,5	3,9	0,3	3,6

La cifra de recursos ambientales procede de la estimación provisional realizada para el “Informe de los artículos 5 y 6 de la DMA”. Estas cifras, estimativas, pretenden destacar que una parte del recurso renovable medio de las masas de agua subterránea, tradicionalmente usado como cifra de recurso hídrico explotable, debe ser descontado de posibles usos debido a su contribución a los caudales de base de los cursos superficiales del entorno.

### 3.1.2. Zonificación considerada

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el ámbito de la DH del Cantábrico Oriental se divide en 13 sistemas de explotación o unidades hidrográficas. Cada uno de estos sistemas está formado por el río principal y su estuario, así como por el conjunto de afluentes, que forman una densa red fluvial de carácter permanente. Además, en ellos se integran otros ríos menores que desembocan directamente en el mar.

A continuación, se incluye información relativa a cada sector que conforma la zonificación del territorio de la demarcación.

#### Sistema de explotación Barbadun

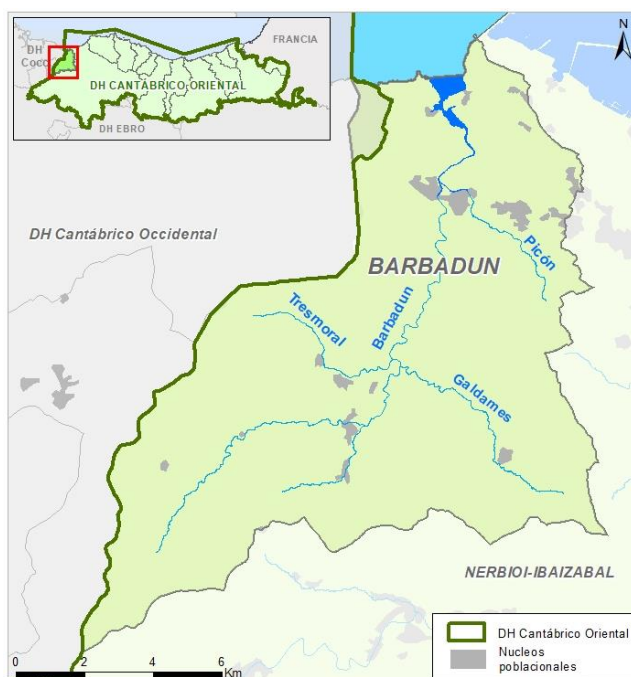


Figura 3. Red hidrográfica principal del sistema de explotación Barbadun.

Tabla 2. Principales datos del sistema de explotación Barbadun.

Sistema de explotación	Área (km <sup>2</sup> )	Ríos principales		Estuarios		Principales acuíferos
		Río	Longitud (km)	Estuario	Longitud (km)	
Barbadun	134	Barbadun	26,89	Barbadun	4,53	-
		Tresmoral	6,81			
		Picón	7,43			
		Galdames	9,58			

El sistema de explotación Barbadun se localiza al noroeste del Territorio Histórico de Bizkaia. Limita al este con la Unidad Hidrológica Nerbioi-Ibaizabal y al oeste con la Unidad Hidrológica Agüera (DH del Cantábrico Occidental), extendiéndose sobre una superficie superior a 130 km<sup>2</sup>.

El río Barbadun nace en el monte Koltza, y desemboca al Cantábrico formando un amplio estuario entre las localidades de Muskiz y Pobeña.

El río Barbadun tiene su fuente principal en tres pequeñas corrientes llamadas Chote, Roque y Paraya, las cuales forman el principal tributario del eje fluvial, el Golitza. A la altura de Sopusuerta, el Golitza se une con otros ríos que descienden por su margen derecha, denominándose a partir de este punto como Barbadun.

A lo largo de su recorrido, el río Barbadun recibe por su derecha las aguas del Galdames, su principal afluente y por la izquierda las aguas del río Tresmoral. Desde Sopusuerta baja hasta la playa de La Arena en el municipio de Muskiz. Antes por su derecha ha recibido las aguas del Picón, antiguo río minero que desciende desde las rocas de piritita de Triano, La Arboleda y Gallarta.

### Sistema de explotación Nerbioi-Ibaizabal

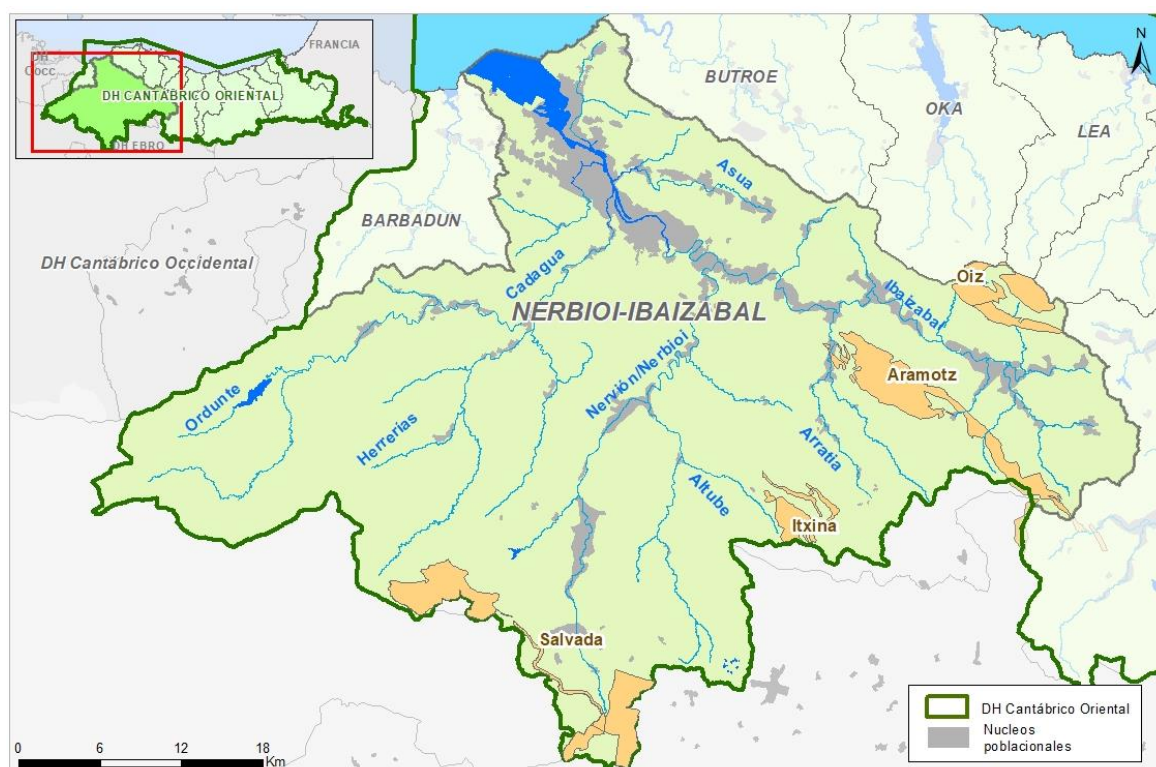


Figura 4. Red hidrográfica principal del sistema de explotación Nerbioi-Ibaizabal.

Tabla 3. Principales datos del sistema de explotación Nerbioi-Ibaizabal.

Sistema de explotación	Área (km <sup>2</sup> )	Ríos principales		Estuarios		Principales acuíferos
		Río	Longitud (km)	Estuario	Longitud (km)	
Nervión/ Nerbioi- Ibaizabal	1820	Nervión/Nerbioi	58,33	Nervión/ Nerbioi	22,6	Aramotz
		Ibaizabal				
		Cadagua	62,25			Subijana Salvada
		Ordunte	22,10			
		Herrerías	40,66			
		Altube	28,63			
		Arratia	26,75			
		Mañaria	11,02			
		Asua	20,64			
Gobela	12,03	Itxina				

El sistema de explotación Nerbioi-Ibaizabal se localiza en territorio perteneciente a los dos ámbitos competenciales presentes en la demarcación.

El sistema se asienta en la zona centro-sur del Territorio Histórico de Bizkaia, abarcando también territorio alavés (Cantábrica Alavesa) y el Valle de Mena (Comunidad Autónoma de Castilla y León). Limita al este con la Unidad Hidrológica Deba, al norte con la del Lea, Artibai, Oka y Butroe; por el oeste con Barbadun, y por el sur con el Zadorra.

El río Ibaizabal nace en las estribaciones norte del Udalatx, Anboto y Urkiola. El río Nerbioi, por su parte, nace en la Sierra Alavesa de Gibijo, y a lo largo de su recorrido recibe los afluentes Altube, por la derecha, con una cuenca vertiente de 148 km<sup>2</sup>, y Zeberio que drena una cuenca de 49 km<sup>2</sup>. A la altura del municipio de Basauri confluye con el río Ibaizabal y juntos dividen el resto de la comarca del Gran Bilbao hasta su desembocadura en el mar Cantábrico. Uno de los afluentes principales por su margen izquierda es el río Cadagua, con sus tributarios Herrerías y Ordunte. También caben destacar los afluentes vertientes al ámbito marítimo-terrestre por su margen derecha, los ríos Asua y Gobela, y por su margen izquierda, el río Galindo.

#### Sistema de explotación Butroe

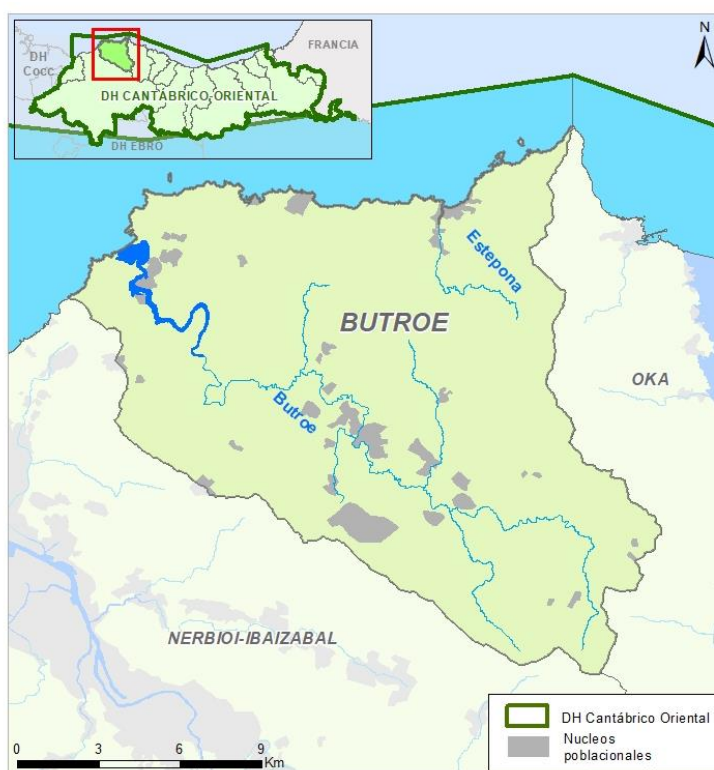


Figura 5. Red hidrográfica principal del sistema de explotación Butroe.

Tabla 4. Principales datos del sistema de explotación Butroe.

Sistema de explotación	Área (km <sup>2</sup> )	Ríos principales		Estuarios		Principales acuíferos
		Río	Longitud (km)	Estuario	Longitud (km)	
Butroe	236	Butroe	36,58	Butroe	8,53	-
		Atxispe	9,42			
		Estepona	10,84			



El sistema de explotación Butroe se encuentra ubicado en la zona norte del Territorio Histórico de Bizkaia. Limita al este con la Unidad Hidrológica Oka y al oeste con la Unidad Hidrológica Nerbioi-Ibaizabal.

El río Butroe nace tras la unión de dos ramificaciones de arroyos que descienden de las laderas del Bizkargi y del alto de Morga, formando una compleja cabecera y desemboca en Plentzia formando la ría del mismo nombre.

Por la margen izquierda recibe al Gamiz que proviene del monte Berriaga y que forma un valle relativamente amplio y llano que se eleva por el Sur en unos relieves que separan al valle del Butroe del de Txorierrri-Asua.

### Sistema de explotación Oka



Figura 6. Red hidrográfica principal del sistema de explotación Oka.

Tabla 5. Principales datos del sistema de explotación Oka.

Sistema de explotación	Área (km <sup>2</sup> )	Ríos principales		Estuarios		Principales acuíferos
		Río	Longitud (km)	Estuario	Longitud (km)	
Oka	219	Oka	14,39	Oka	12,22	Ereñozar
		Golako	15,90			
		Mape	7,92			
		Artigas	6,93			Gernika

El sistema de explotación Oka está limitada al este y al oeste por los valles del Lea-Artibai y del Butroe, respectivamente, y se extiende sobre una superficie de unos 220 km<sup>2</sup>; la distancia entre la cabecera y desembocadura es de unos 20 km. Este sistema de explotación se corresponde también con la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, declarada por la UNESCO, espacio en relación con el cual el Gobierno Vasco

aprobó la Ley 5/1989 de Protección y Ordenación de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Esta Reserva incluye a su vez Espacios Naturales Protegidos de la Red Natura 2000.

El río Oka tiene su origen en el monte Arburu dirigiéndose en dirección norte hasta la planicie estuárica de la Ría de Urdaibai. El afluente más importante es el Golako, que procede del monte Oiz y se une al Oka poco después de la localidad de Gernika.

### Sistema de explotación Lea

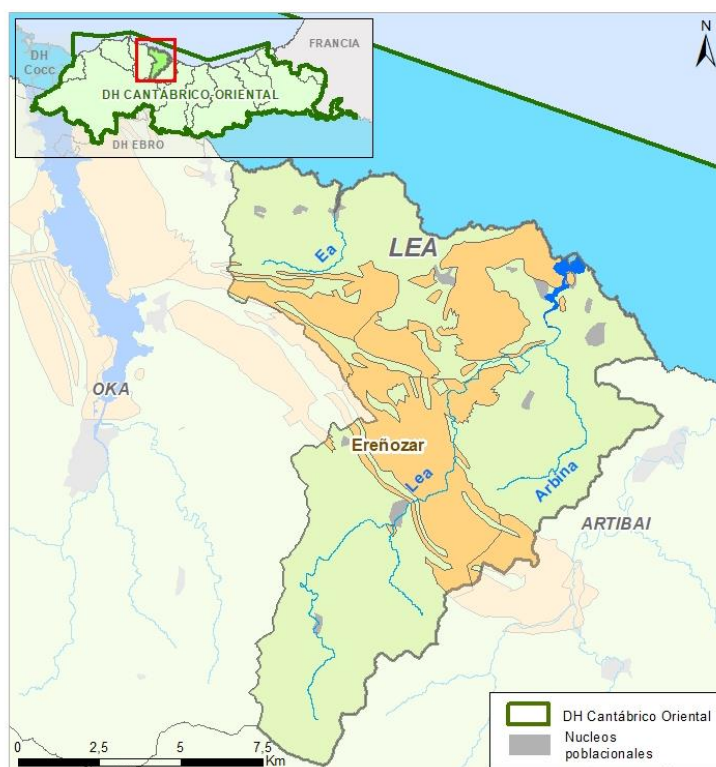


Figura 7. Red hidrográfica principal del sistema de explotación Lea.

Tabla 6. Principales datos del sistema de explotación Lea.

Sistema de explotación	Área (km <sup>2</sup> )	Ríos principales		Estuarios		Principales acuíferos
		Río	Longitud (km)	Estuario	Longitud (km)	
Lea	128	Lea	23,54	Lea	2,87	Ereñozar
		Arbina	8,45			

El sistema de explotación Lea se sitúa en el noreste de Bizkaia; limita al este con la Unidad Hidrológica Artibai, al oeste con la del Oka y al sur con la del Nerbioi-Ibaizabal. Ocupa una extensión de unos 128 km<sup>2</sup> y el recorrido del cauce principal tiene 23 km.

El río Lea nace en las estribaciones del monte Oiz y discurre con orientación nor-noreste por las poblaciones de Munitibar, Aulesti y Gizaburuaga. Aguas abajo, a la altura de Arbazegi-Gerrikaitz, se le unen las aguas de numerosos arroyos que descienden de los barrancos que surcan las faldas del Oiz.

Ya cerca de su desembocadura, recibe en Oleta, por su margen derecha, las aguas del río Arbina, su principal afluente que desciende desde el valle de Amoroto. Su unión con el mar acontece a través de la ría de Lekeitio, por la derecha del islote de San Nicolás.

## Sistema de explotación Artibai

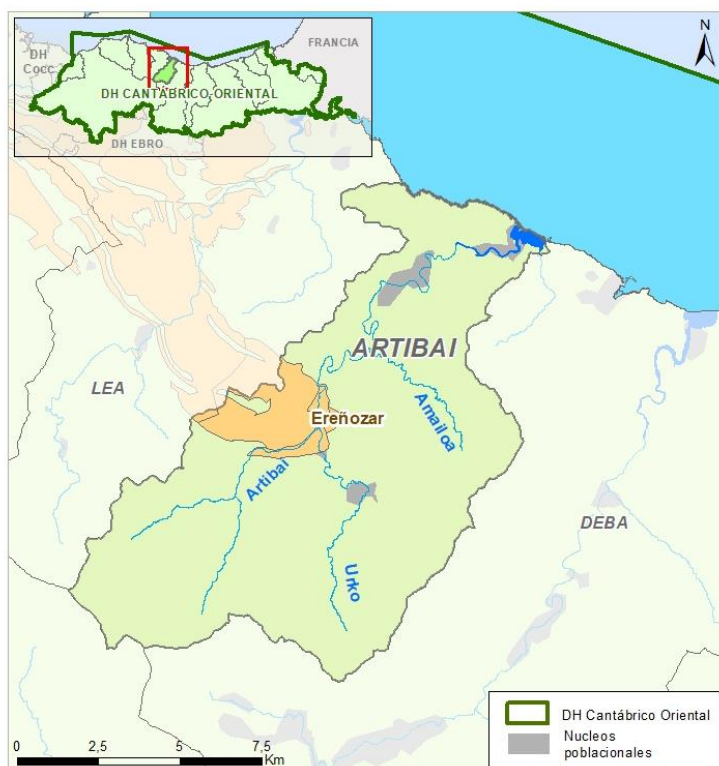


Figura 8. Red hidrográfica principal del sistema de explotación Artibai.

Tabla 7. Principales datos del sistema de explotación Artibai.

Sistema de explotación	Área (km <sup>2</sup> )	Ríos principales		Estuarios		Principales acuíferos
		Río	Longitud (km)	Estuario	Longitud (km)	
Artibai	110	Artibai	23,06	Artibai	5,27	Ereñozar
		Urko	11,24			
		Amailoa	7,67			

El sistema de explotación Artibai tiene una extensión de 110 km<sup>2</sup> y sirve de límite provincial con Gipuzkoa. Por el oeste, la cuenca de Artibai linda con la del Lea y, por el este, con la cuenca del Deba, quedando la cuenca del Ibaizabal al sur.

El río Artibai, en su cabecera, está formado por una serie de arroyos encajados que descienden de las laderas de los montes Oiz y Urko y desemboca al norte, en Ondarroa. Los afluentes más significativos, ambos en su margen derecha, son los ríos Urko y Amailoa.

## Sistema de explotación Deba

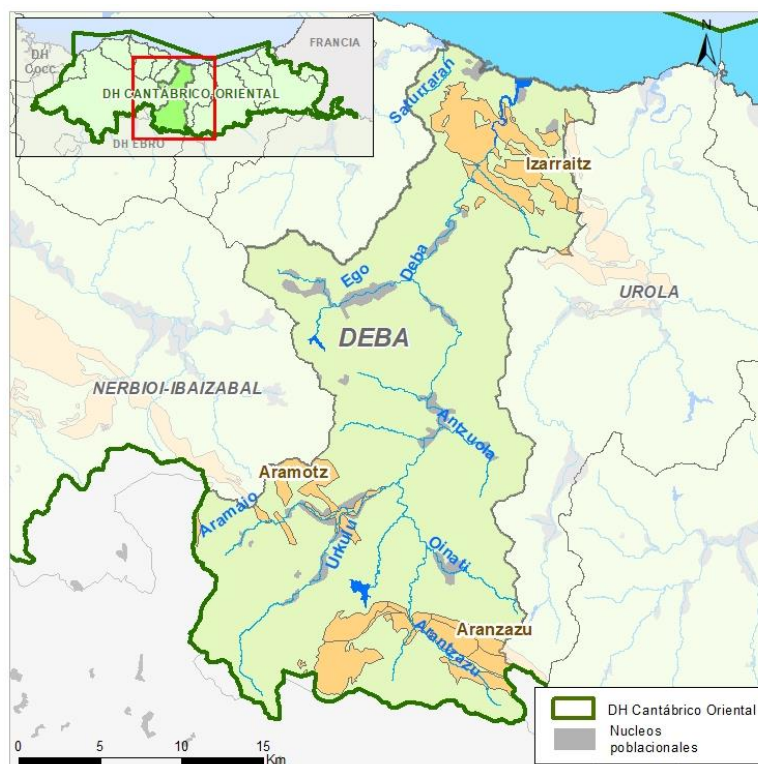


Figura 9. Red hidrográfica principal del sistema de explotación Deba.

Tabla 8. Principales datos del sistema de explotación Deba.

Sistema de explotación	Área (km <sup>2</sup> )	Ríos principales		Estuarios		Principales acuíferos
		Río	Longitud (km)	Estuario	Longitud (km)	
Deba	554	Deba	60,33	Deba	6,67	Izarraitz
		Oinati	17,84			
		Arantzazu	16,32			Arantzazu
		Urkulu	11,11			
		Aramaio	13,48			
		Ego	14,13			Aramotz
		Antzuola	8,33			
Saturrarán	5,84					

El sistema de explotación Deba se extiende por el oeste de Gipuzkoa, lindando al oeste con el Territorio Histórico de Bizkaia y al sur con Álava. Limita al este con el valle del Urola; al oeste con los valles de los ríos Artibai e Ibaizabal; y al sur con el valle del Zadorra. El cauce principal tiene una longitud aproximada de 60 km.

El río Deba nace en las regatas de Leintz-Gatzaga, recibiendo aguas abajo de Arrasate las aportaciones del río Oñati en San Prudentzio (que recoge las aguas de la zona de Arantzazu en la Sierra de Aizkorri).

Continúa su curso a través de Bergara y Soralue; recibe por su izquierda los ríos Angiozar y Ubera que descienden desde Elgeta, y en Maltzaga se incorpora por este mismo lado el degradado Ego, que tras nacer en Bizkaia y atravesar Mallabia y Ermua, se adentra en Gipuzkoa por Eibar.

A partir de este punto el río sigue su curso por Elgoibar y Mendara hacia Deba donde desemboca en el mar.

### Sistema de explotación Urola

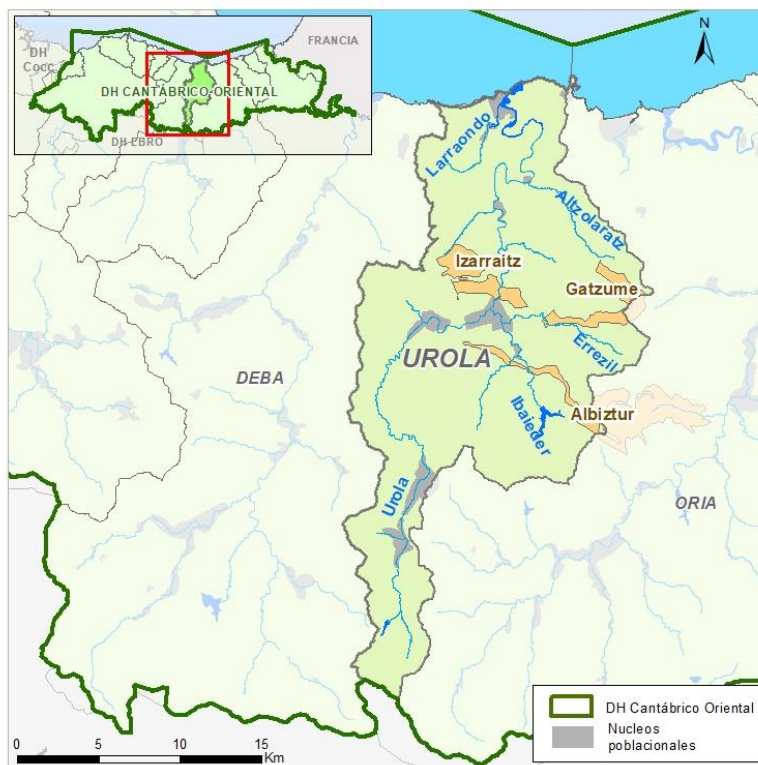


Figura 10. Red hidrográfica principal del sistema de explotación Urola.

Tabla 9. Principales datos del sistema de explotación Urola.

Sistema de explotación	Área (km <sup>2</sup> )	Ríos principales		Estuarios		Principales acuíferos
		Río	Longitud (km)	Estuario	Longitud (km)	
Urola	349	Urola	58,11	Urola	7,74	Izarraitz Gatzume Albiztur
		Ibaieder	17,33			
		Errezil	11,92			
		Altzolaratz	12,44			
		Larraondo	10,26			

El sistema de explotación Urola ocupa una posición central en el Territorio Histórico de Gipuzkoa situándose entre las Unidades del Oria y del Deba.

El río Urola queda articulado en torno a un eje de dirección sur-norte, desde la proximidad del límite de Álava (Sierra de Aizkorri) hasta el mar Cantábrico por Zumaia, donde desemboca. El curso alto del Urola se extiende hasta Urretxu, el curso medio va desde Urretxu hasta Aizarnazabal, y de aquí hasta su desembocadura en Zumaia se extiende el tramo de estuario. En la localidad de Azpeitia se unen al Urola el río Errezil y el Ibaieder.

Hidrológicamente, la cuenca del río Urola está caracterizada por la gran estrechez de su parte alta, no ramificándose hasta las cercanías de Azkoitia, al abandonar la litología basáltica que constituye el

substrato. Después, el río adquiere mayor entidad al recibir las aguas de los macizos calcáreos de Izarraitz y Gatzume.

### Sistema de explotación Oria

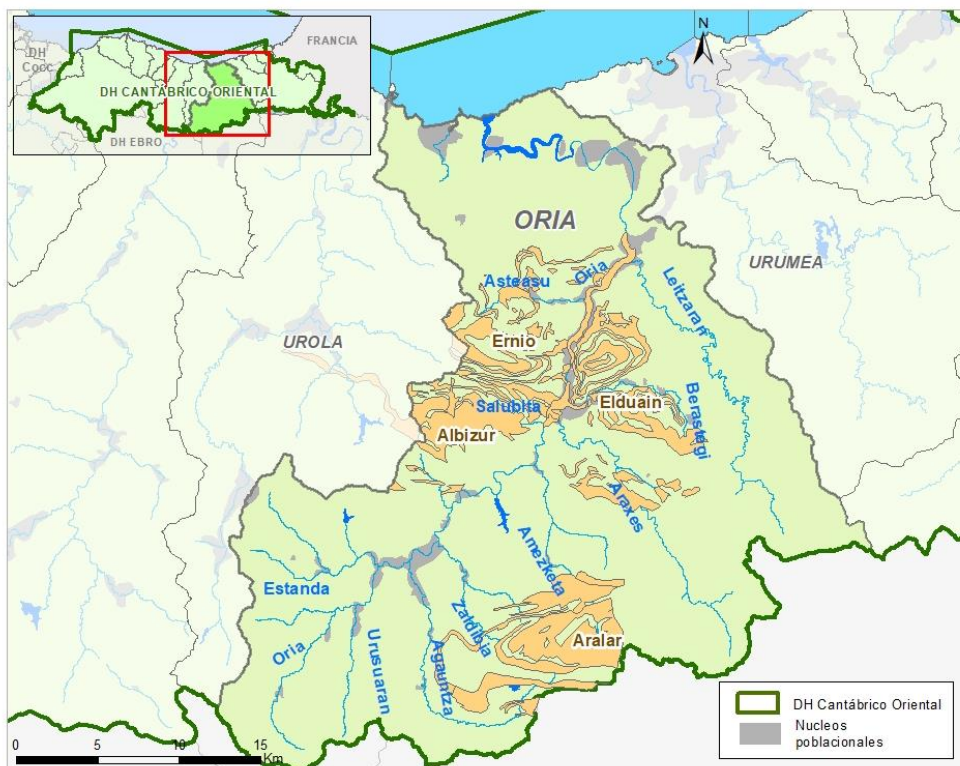


Figura 11. Red hidrográfica principal del sistema de explotación Oria.

Tabla 10. Principales datos del sistema de explotación Oria.

Sistema de explotación	Área (km²)	Ríos principales		Estuarios		Principales acuíferos
		Río	Longitud (km)	Estuario	Longitud (km)	
Oria	908	Oria	66,44	Oria	11,35	Aralar
		Leizaran	44,25			
		Berastegi	15,37			
		Araxes	26,21			Elduain
		Amezketza	15,73			
		Zaldibia	13,34			
		Agauntza	26,46			Ernio
		Urusuaran	12,40			
		Santiago	11,34			
		Asteasu	6,45			Albiztur
		Salubita	11,61			
		Estanda	12,48			
Iñurritza	9,35					

El sistema de explotación Oria se localiza en territorio perteneciente a los dos ámbitos competenciales de la DH del Cantábrico Oriental y es el más extenso del Territorio Histórico de Gipuzkoa. Queda delimitado al este con la del Urumea así como con la Comunidad Foral de Navarra, al Sur con el territorio alavés y al oeste con la Unidad Hidrológica Urola.

La longitud del cauce principal del río es de aproximadamente 74 km y algunos de sus afluentes más destacados superan los 10 km, entre los que se encuentran el Araxes y el Leitzarán.

En su curso alto atraviesa el sector oriental de Aizkorri, aguas abajo cruza la depresión margosa longitudinal de Zumarraga-Beasain, donde recibe el río Estanda por la izquierda. En Tolosa desembocan algunos de los afluentes importantes, entre las cuales se encuentra Araxes y ya, en Andoain, recibe el río Leitzarán por su margen derecha que presenta el caudal específico mayor de la cuenca, aportando un volumen importante al tramo final del río. En Lasarte efectúa un brusco giro hacia el Oeste y desde Usurbil sus aguas discurren muy lentamente, describiendo amplios meandros. Sale al mar en Orio formando una pequeña ría de poco fondo.

### Sistema de explotación Urumea

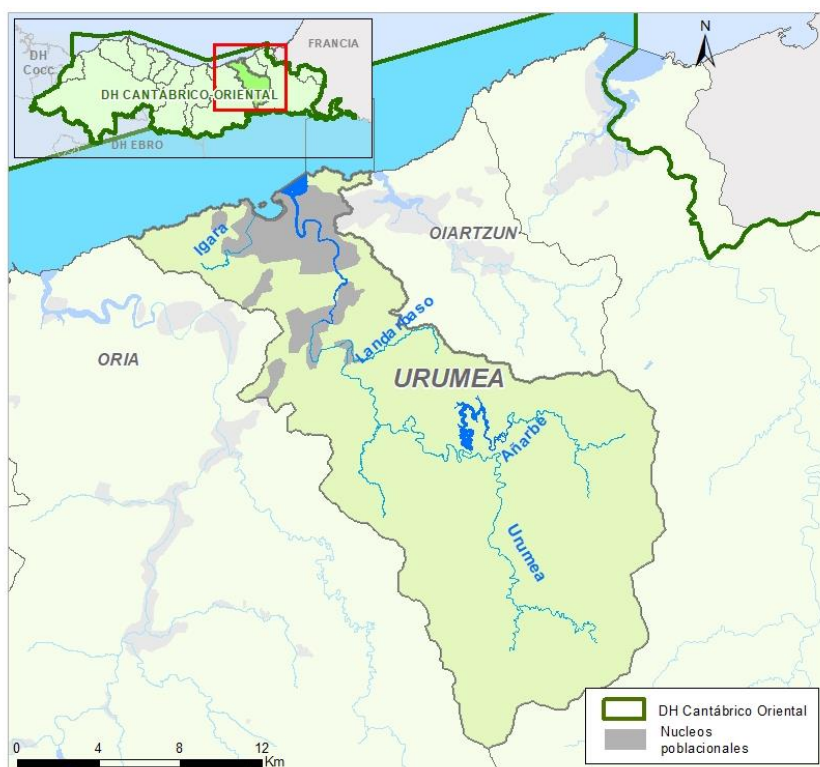


Figura 12. Red hidrográfica principal del sistema de explotación Urumea.

Tabla 11. Principales datos del sistema de explotación Urumea.

Sistema de explotación	Área (km <sup>2</sup> )	Ríos principales		Estuarios		Principales acuíferos
		Río	Longitud (km)	Estuario	Longitud (km)	
Urumea	302	Urumea	47,05	Urumea	11,74	-
		Añarbe	22,99			
		Landarbaso	7,30			
		Igara	8,58			

El sistema de explotación Urumea se localiza en territorio perteneciente a los dos ámbitos competenciales de la DH del Cantábrico Oriental.

Este sistema se extiende por el Territorio Histórico de Gipuzkoa y parte de la Comunidad Foral de Navarra. Limita al este con la Unidad Hidrológica Oiartzun y al oeste con la del Oria. El cauce principal

tiene una longitud de unos 40 km, correspondiendo los 32 km inferiores de su trazado a Gipuzkoa, desde la presa del Añarbe hasta la desembocadura en Donostia/San Sebastián.

El río Urumea nace en el puerto de Ezkurra (Navarra) y desemboca en el mar Cantábrico por Donostia/San Sebastián. En el trascurso de su itinerario recorre las poblaciones de Goizueta, Arano, Errenteria, Hernani, Astigarraga y Donostia/San Sebastián.

### Sistema de explotación Oiartzun

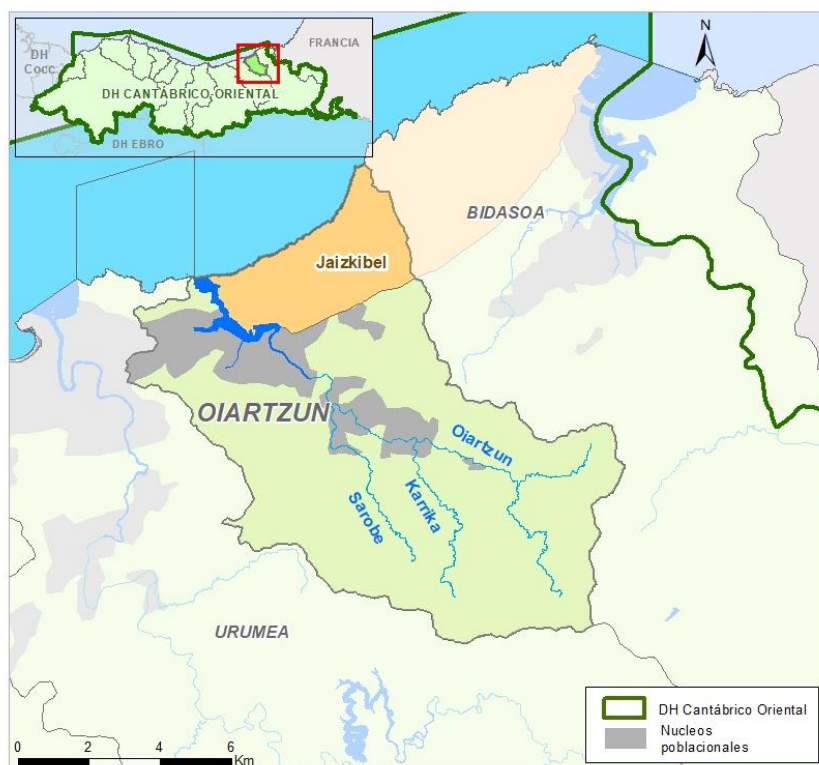


Figura 13. Red hidrográfica principal del sistema de explotación Oiartzun.

Tabla 12. Principales datos del sistema de explotación Oiartzun.

Sistema de explotación	Área (km <sup>2</sup> )	Ríos principales		Estuarios		Principales acuíferos
		Río	Longitud (km)	Estuario	Longitud (km)	
Oiartzun	93	Oiartzun	14,44	Oiartzun	5,37	Jaizkibel
		Sarobe	8,51			
		Karrika	9,10			

El sistema de explotación Oiartzun se localiza en la zona noreste del Territorio Histórico de Gipuzkoa, formando una cuenca con una extensión de 93 km<sup>2</sup>. Está rodeado al oeste por la Unidad Hidrológica Urumea y al este por la del Bidasoa.

La cabecera del río se ubica en la parte occidental del Macizo Paleozoico de Cinco Villas y la desembocadura se realiza en la bahía de Pasaia, siendo la longitud del cauce principal de unos 15 km.



### Sistema de explotación Bidasoa



Figura 14. Red hidrográfica principal del sistema de explotación Bidasoa.

Tabla 13. Principales datos del sistema de explotación Bidasoa.

Sistema de explotación	Área (km <sup>2</sup> )	Ríos principales		Estuarios		Principales acuíferos
		Río	Longitud (km)	Estuario	Longitud (km)	
Bidasoa	751	Bidasoa	66,00	Bidasoa	15,81	Jaizkibel
		Ezkurra y Espelura	24,45			
		Zeberi	11,71			
		Marin	12			
		Artesiaga	13			Basaburua-Ulzama
		Tximista	20			
		Arrata	12			
		Zia	6			
		Onin	9			
Endara	11					

Este sistema de explotación comprende territorios del País Vasco, Navarra y Francia. La superficie global es de 679 km<sup>2</sup>.

El río Bidasoa nace en el Pirineo Navarro, en el término de Erratzu en la unión de las regatas Izpegi e Iztauz. En el territorio navarro llega hasta Endarlatsa, marca durante diez kilómetros la frontera con Francia y termina desembocando en el mar Cantábrico entre Hendaia y Hondarribia.

A lo largo de su recorrido recibe numerosos ríos y regatas, como el Zia por su margen derecha, con una cuenca vertiente de 24,6 km<sup>2</sup>, y Ezkurra, Zeberi, Latsa y Endara, por su margen izquierda, con unas

superficies de cuenca vertiente de 140,6 km<sup>2</sup>, 62 km<sup>2</sup>, 37 km<sup>2</sup> y 6 km<sup>2</sup>, respectivamente. En la regata Endara existen dos embalses, ambos en tierras navarras, el embalse de Domiko y el de San Antón.

### Sistema de explotación Ríos Pirenaicos



Figura 15. Red hidrográfica principal del sistema de explotación Ríos Pirenaicos.

Tabla 14. Principales datos del sistema de explotación Ríos Pirenaicos.

Sistema de explotación	Área (km <sup>2</sup> )	Ríos principales		Estuarios		Principales acuíferos
		Río	Longitud (km)	Estuario	Longitud (km)	
Ríos Pirenaicos	186	Urrizate-Aritzakun (Nive)	10,85	-	-	-
		Luzaide (Nive)	11,20			
		Olabidea (Nivelle)	15,58			

Este sistema de explotación limita al norte con Francia y tiene una superficie global de 187 km<sup>2</sup>. Está formado por las cabeceras, en áreas montañosas, de algunos de los afluentes de los ríos Nive y Nivelle, que desembocan en el mar Cantábrico en Francia. Dentro de la demarcación destacan las cabeceras de los ríos Luzaide y Urrizate, afluentes del río Nive, así como los ríos Ugarana y Lapitxuri, afluentes del río Nivelle. En todo el sistema hay aproximadamente 100 km de longitud de ríos.

## 3.2. Descripción e interrelación de las variables hidrológicas

### 3.2.1. Disponibilidad de la información

#### Descripción de los modelos utilizados

Para la obtención de las series hidrológicas en régimen natural correspondientes al periodo 1980/81-2017/18 y el cálculo de diversos estadísticos que se muestran en los siguientes apartados, se han utilizado, principalmente, los modelos de simulación hidrológica SIMPA (Sistema Integrado para la Modelación del proceso Precipitación-Aportación) y TETIS (Transformación lluvia-escorrentía). El modelo [SIMPA](#) es un modelo conceptual cuasi distribuido de precipitación-aportación, actualizado por el Centro de Estudios Hidrográficos, mientras que el modelo [TETIS](#) es un modelo distribuido de tipo conceptual desarrollado por el Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia.

La información de partida del modelo SIMPA está constituida por los datos de variables de la fase atmosférica: la temperatura, la precipitación, la evapotranspiración potencial y de variables de la fase terrestre: la infiltración o recarga, la evapotranspiración real y las escorrentías superficial, subterránea y total. El terreno se ha discretizado en celdas de 500 x 500 m. Los resultados de SIMPA son valores en milímetros que, posteriormente, tras la aplicación del coeficiente adecuado y de la superficie, se componen a nivel de subcuenca, obteniéndose los resultados en hm<sup>3</sup>/mes.

En cuanto al modelo TETIS, la información de entrada necesaria para la ejecución del modelo se basa, por un lado, en las series temporales de lluvia, evapotranspiración y aforos y, por otro lado, en la información cartográfica sobre el modelo de elevación digital y de los mapas de características del suelo en formato ráster. Consiste en un modelo de cinco tanques conectados entre sí que tratan de reproducir todos los procesos físicos involucrados a la escala de una ladera y obtener, de la mejor forma posible, la respuesta hidrológica ocasionada por la precipitación de lluvia o nieve, teniendo en cuenta dichos procesos y empleando la modelación distribuida de tipo conceptual.

En los estudios “Actualización de la evaluación de recursos hídricos en la CAPV<sup>1</sup>” elaborado por la Agencia Vasca del Agua y “Evaluación de recursos hídricos en régimen natural en España (1940/41-2017/18)<sup>2</sup>” elaborado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX se puede consultar información más detallada y precisa sobre los modelos del ámbito de la DH del Cantábrico Oriental para la elaboración del Plan Hidrológico del ciclo 2022-2027.

#### Contraste de aportaciones y registros

El ajuste de los modelos se ha medido a partir del contraste de los caudales resultantes de los modelos con los valores de caudal circulante en régimen natural en diferentes estaciones de aforo, de forma que la dinámica natural de los caudales circulantes por la red fluvial sea reproducida de manera satisfactoria por los modelos. En el caso de las estaciones que miden el régimen hidrológico alterado,

---

<sup>1</sup> <https://www.uragentzia.euskadi.eus/documentacion/2021/actualizacion-de-la-evaluacion-de-recursos-hidricos-de-la-capv/u81-0003741/es/>

<sup>2</sup> <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/evaluacion-recursos-hidricos-regimen-natural/>

ha sido necesario restituir a régimen natural las series correspondientes teniendo en cuenta las alteraciones existentes.

Los puntos donde se han calibrado los modelos han sido seleccionados por su representatividad en los sistemas de explotación, así como por disponer de una serie suficientemente larga y con un alto grado de fiabilidad en sus datos.

Se ha tratado de obtener un hidrograma ajustado a la realidad hidrológica en régimen natural en los puntos de calibración, principalmente teniendo en cuenta las condiciones de estiajes de los hidrogramas, debido a la importancia capital de estas condiciones para la extracción de recursos y el cumplimiento del buen estado químico, entre otros. Para ello, se han tenido en cuenta, además de la comparativa gráfica de los hidrogramas, los balances hídricos anuales, así como los índices que representan la eficiencia del modelo y el error de volumen producidos.

Para cada sistema de explotación, después de realizar una comparativa y un análisis en profundidad de los resultados de ambos modelos, se ha seleccionado aquel modelo que mejor represente la dinámica natural de cada cuenca para la descripción de las variables hidrológicas que se presentan en el siguiente apartado.

A continuación, se muestran unos ejemplos de las calibraciones llevadas a cabo con el modelo TETIS en distintos puntos del ámbito de la DH del Cantábrico Oriental.

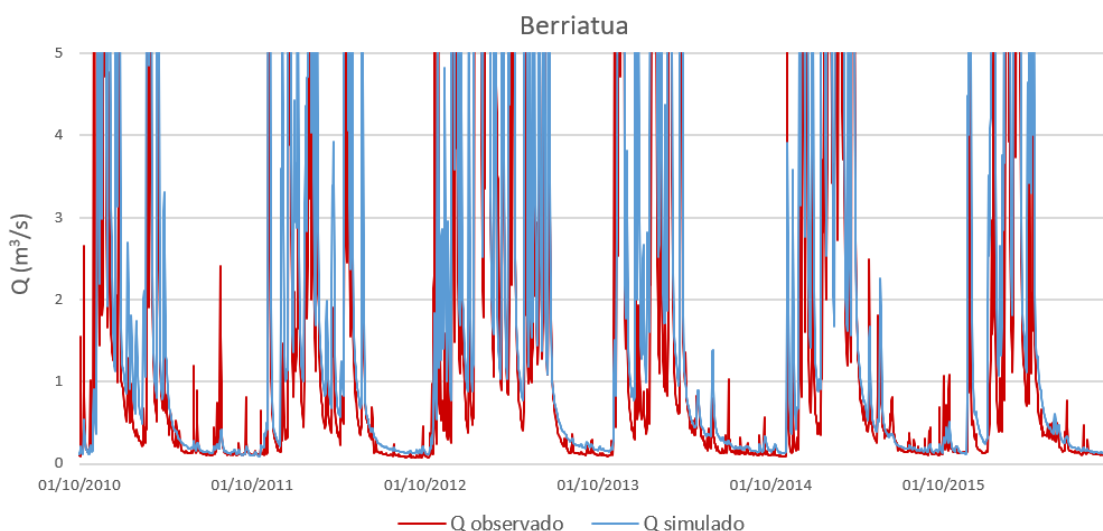


Figura 16. Comparativa gráfica entre el caudal simulado y observado en la estación de aforo de Berriatua, en el sistema de explotación Artibai.

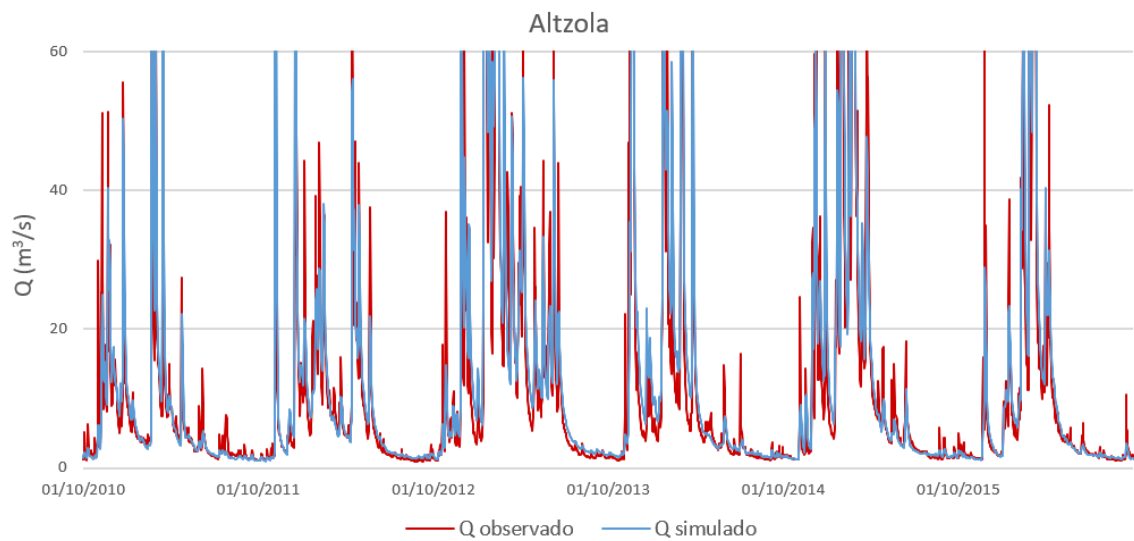


Figura 17. Comparativa gráfica entre el caudal simulado y observado en la estación de aforo de Altzola, en el sistema de explotación Deba.

### 3.2.2. Distribución espacial de las principales variables hidrológicas

Este apartado trata de mostrar la distribución espacial de las variables hidrológicas consideradas en la DH del Cantábrico Oriental para el periodo de evaluación definido. Los mapas anuales que se muestran se han obtenido a partir de la información mensual de cada año hidrológico.

#### Variables de la fase atmosférica

El clima en el ámbito de la demarcación es de tipo mesotérmico, moderado en cuanto a las temperaturas, y muy lluvioso. Pertenece a la categoría de húmedo sin estación seca, o clima atlántico. Las masas de aire, cuyas temperaturas se han suavizado al contacto con las templadas aguas oceánicas, llegan a la costa y hacen que las oscilaciones térmicas entre la noche y el día, o entre el verano y el invierno, sean poco acusadas. El factor orográfico explica la gran cantidad de lluvias de toda la zona.

La **pluviometría** tiene un rango amplio de variación espacial oscilando entre valores medios máximos de 2.500 mm/año y medios mínimos de 750 mm/año, siendo la media de alrededor de 1.600 mm/año. La precipitación supone un volumen promedio de 8.335 hm<sup>3</sup>/año.

Por otra parte, la distribución intraanual y espacial de estas precipitaciones, se caracteriza por la existencia de lluvias todos los meses de año, si bien suelen presentar un mínimo pluviométrico en los meses de verano, en el mes de julio y un máximo medio en noviembre. En cuanto a la distribución espacial de estas precipitaciones, se observa un marcado gradiente positivo en el sentido oeste-este y otro, menos evidente y sujeto a numerosas variaciones locales, en sentido norte-sur.

En la siguiente figura se muestra una distribución espacial de los valores medios anuales de precipitación.

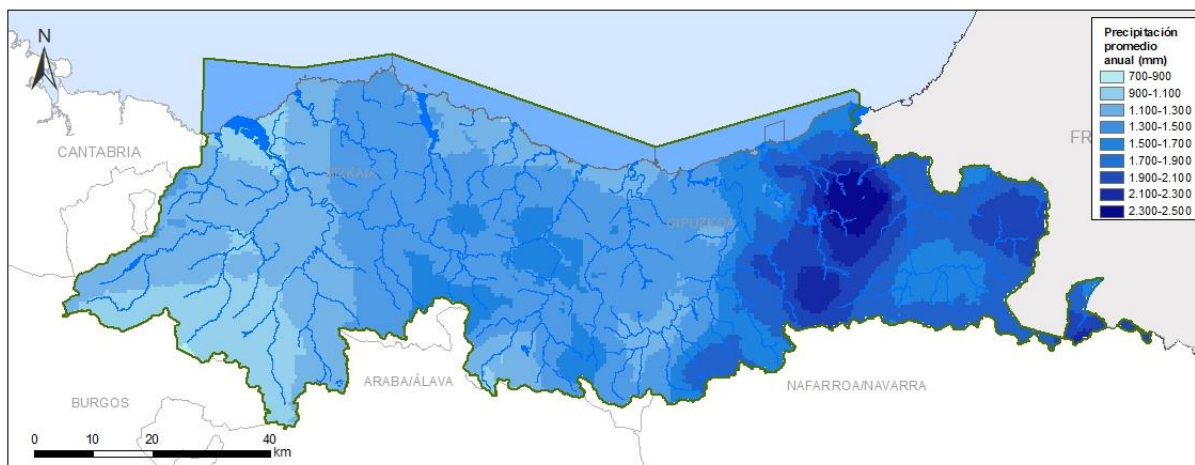


Figura 18. Precipitación promedio anual en la DH del Cantábrico Oriental. Periodo 1980/81-2017/18.

En cuanto a las **temperaturas**, domina la moderación, que se expresa fundamentalmente en la suavidad de los inviernos. Las oscilaciones de las temperaturas medias mensuales aun no siendo muy importantes son significativas. En la costa, las diferencias entre los meses más cálidos y los más fríos son de tan sólo unos 11°C o 12°C aproximadamente, mientras que en el interior aumentan sensiblemente, hasta llegar a ser de unos 17°C o 18°C.

Las temperaturas mínimas medias se alcanzan en todo el ámbito de la demarcación en enero, destacando que en la costa son relativamente altas, entre los 4°C y los 5°C. No hay mucha diferencia en la distribución de las máximas absolutas, de modo que, tanto en la costa como en el interior, rondan los 40°C habitualmente provocados por la presencia del viento sur. El valor medio anual de la temperatura en la demarcación es de alrededor de 12-13 °C.

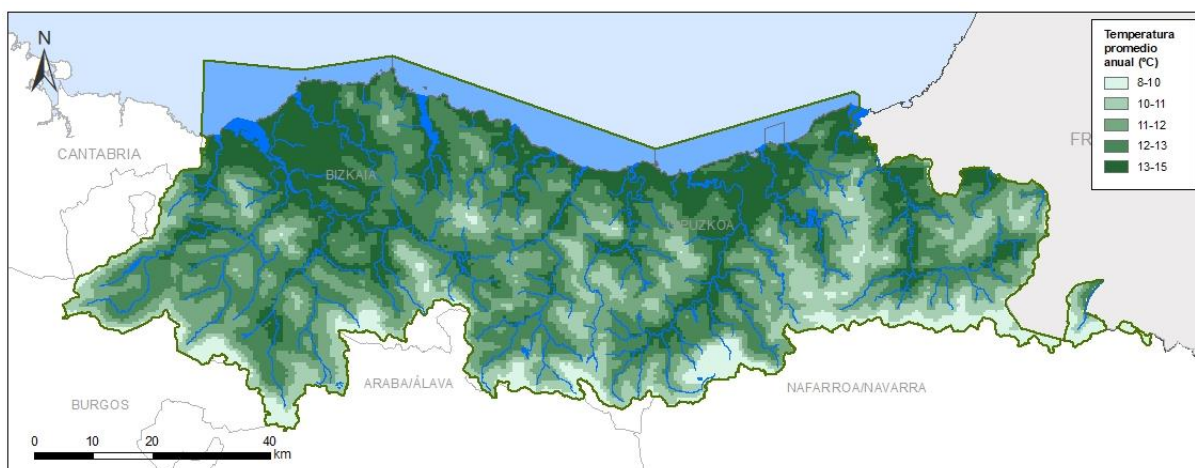


Figura 19. Temperatura promedio anual en la DH del Cantábrico Oriental. Periodo 1980/81-2017/18.

### Variables de la fase terrestre

La **evapotranspiración** es la consideración conjunta de dos fenómenos físicos diferenciados: la evaporación y la transpiración. Por tanto, la evapotranspiración evalúa la cantidad de agua que pasa a la atmósfera en forma de vapor de agua a través de la evaporación y de la transpiración de la vegetación.

La evapotranspiración es un componente fundamental del balance hidrológico y un factor clave en la interacción entre la superficie terrestre y la atmósfera. Su cuantificación se hace necesaria para evaluar los recursos hídricos disponibles en el territorio.

La fracción de precipitación que retorna a la atmósfera por evapotranspiración está condicionada por los balances edáficos y por la evapotranspiración de referencia o potencial.

La variación espacial de la evapotranspiración en la demarcación es más moderada que la de los otros factores condicionantes del ciclo hidrológico, ya que, dependiendo de las metodologías de análisis, no varía más allá de un 20-30% a lo largo de toda la demarcación. Los valores máximos se dan en la zona noreste de la demarcación y disminuyen hacia la zona sur y suroeste de la demarcación.

La evapotranspiración real de media alcanza valores de en torno a 700 mm/año en la demarcación, lo que supone aproximadamente un 40% de la precipitación total, con valores máximos que se alcanzan en los meses de mayo y junio.

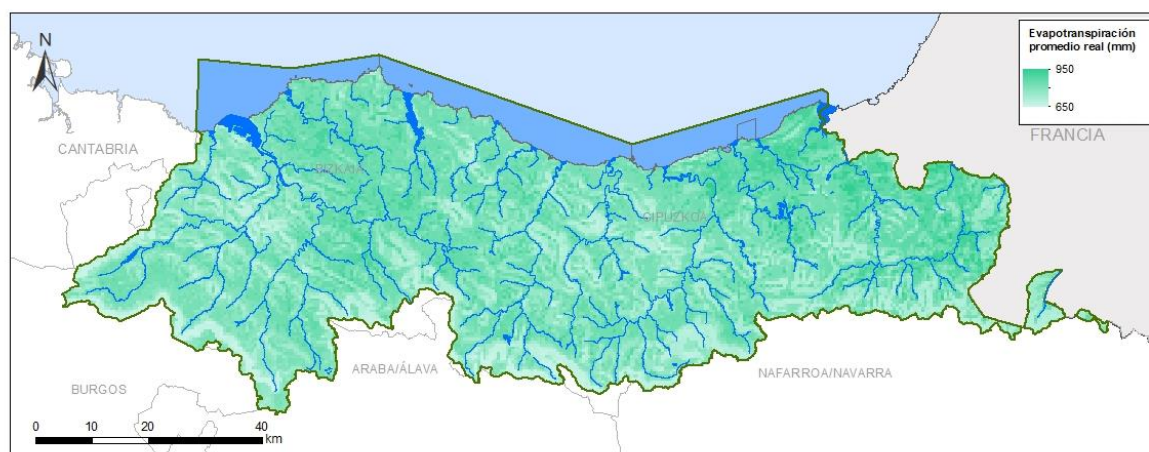


Figura 20. Evapotranspiración real promedio anual en la DH del Cantábrico Oriental. Periodo 1980/81-2017/18.

Tal y como se ha mencionado, del total de la lluvia caída  $8.335 \text{ hm}^3/\text{año}$  en la demarcación, retornan a la atmósfera por medio de la evapotranspiración aproximadamente un 40% y, por tanto, el resto se convierte en escorrentía superficial y subterránea.

Existe una variabilidad espacial muy marcada de la **escorrentía total** en la demarcación, concentrándose las zonas con valores más altos en el sector este del ámbito y disminuyéndose hacia el oeste de la demarcación, alcanzando los valores más bajos al sur del sistema de explotación Nerbioi-Ibaizabal. En cuanto a la distribución temporal intraanual, los valores máximos se producen en los meses de enero y diciembre, mientras que los valores mínimos son registrados a lo largo de los meses de estiaje.

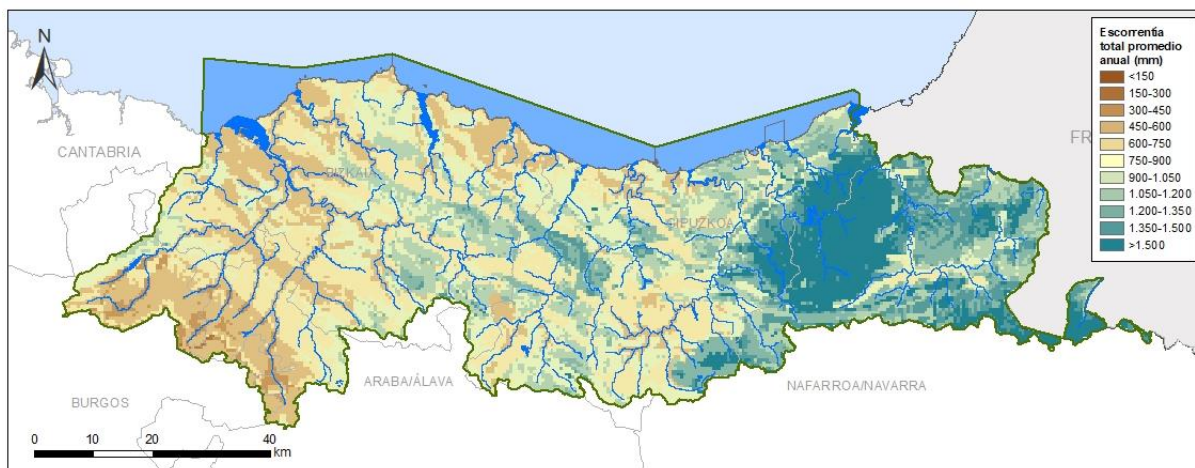


Figura 21. Escorrentía total promedio anual en la DH del Cantábrico Oriental. Periodo 1980/81-2017/18.

### 3.3. Estadísticos de las series hidrológicas en la Demarcación

Tal y como se indica en el apartado a) del artículo 11 del RPH y en el apartado 2.4.4 de la IPH, en el plan hidrológico se han recogido de forma sintética las principales características de las series de variables hidrológicas en los sistemas de explotación, así como en el conjunto de la demarcación hidrográfica.

En el presente apartado, para las series de precipitaciones y aportaciones anuales se han indicado los valores mínimo, medio y máximo, los coeficientes de variación y de sesgo y el primer coeficiente de autocorrelación. Con objeto de caracterizar las sequías hiperanuales, se han recogido los estadísticos correspondientes a dos o más años consecutivos.

Así mismo, y con objeto de conocer la distribución intraanual de los principales flujos, se han indicado los valores medios de precipitación, evapotranspiración real y la escorrentía total a nivel mensual en cada sistema de explotación y en el conjunto del ámbito territorial de la DH del Cantábrico Oriental.

Todas estas variables se han calculado para el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1980/81-2017/18.

#### 3.3.1. Series hidrológicas anuales

A continuación, se ofrecen los estadísticos anuales de las series de precipitación (mm/año) y aportación total ( $\text{hm}^3/\text{año}$ ) de la demarcación por sistema de explotación para el periodo 1980/81-2017/18, según los resultados de los modelos SIMPA y TETIS. Cabe destacar que, para obtener los estadísticos de estas variables, en cada sistema de explotación, se ha seleccionado aquel modelo que mejor se ajuste a la realidad de cada sistema.

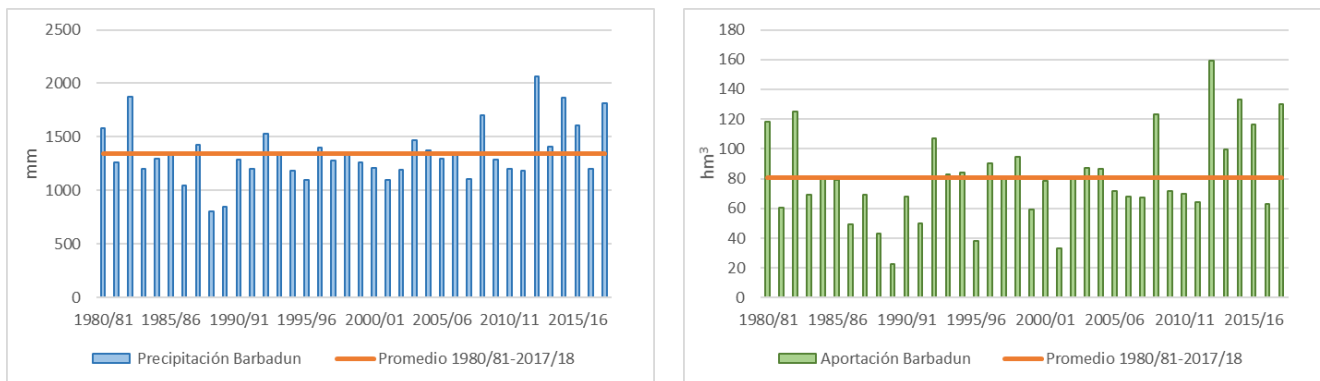
##### Sistema de explotación Barbadun

En el sistema de explotación Barbadun, el volumen de precipitación caída sobre la cuenca es de  $173 \text{ hm}^3/\text{año}$ , de los cuales 92 retornan a la atmósfera a través de la evapotranspiración y el resto se convierte en escorrentía superficial y subterránea.



**Tabla 15.** Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Barbadun.

Sistema de explotación	Variable	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Coefficiente de variación	Coefficiente de sesgo	1er Coef Autocorrelación
Barbadun	Precipitación (mm)	1344	2064	803	0,20	0,71	0,45
	Aportación total (hm <sup>3</sup> /año)	81	159	22	0,38	0,53	0,91



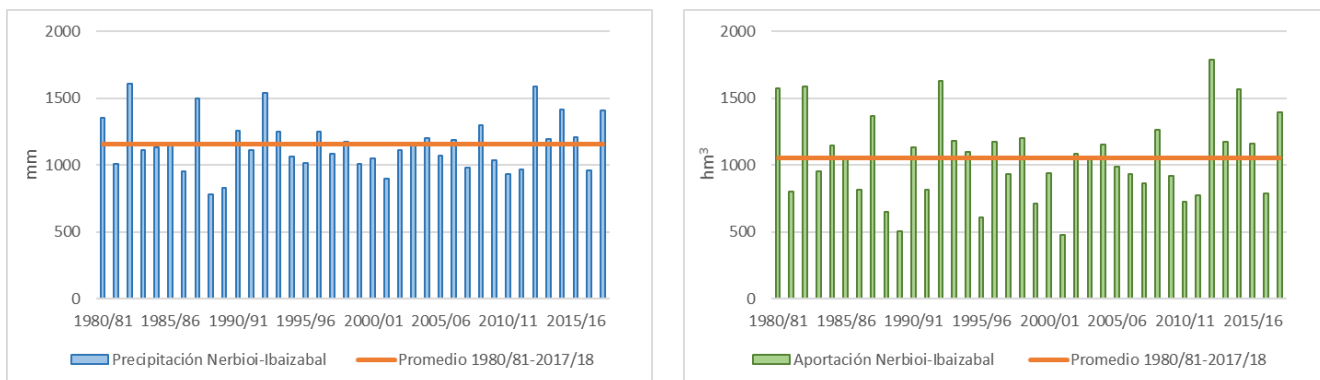
**Figura 22.** Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Barbadun.

### Sistema de explotación Nerbioi-Ibaizabal

En el sistema de explotación Nerbioi-Ibaizabal, el volumen de precipitación caída sobre la cuenca es de 2.074 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 1.023 retornan a la atmósfera a través de la evapotranspiración y el resto se convierte en escorrentía superficial y subterránea.

**Tabla 16.** Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Nerbioi-Ibaizabal.

Sistema de explotación	Variable	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Coefficiente de variación	Coefficiente de sesgo	1er Coef Autocorrelación
Nerbioi-Ibaizabal	Precipitación (mm)	1153	1610	781	0,70	0,54	0,50
	Aportación total (hm <sup>3</sup> /año)	1051	1790	480	0,30	0,40	0,93



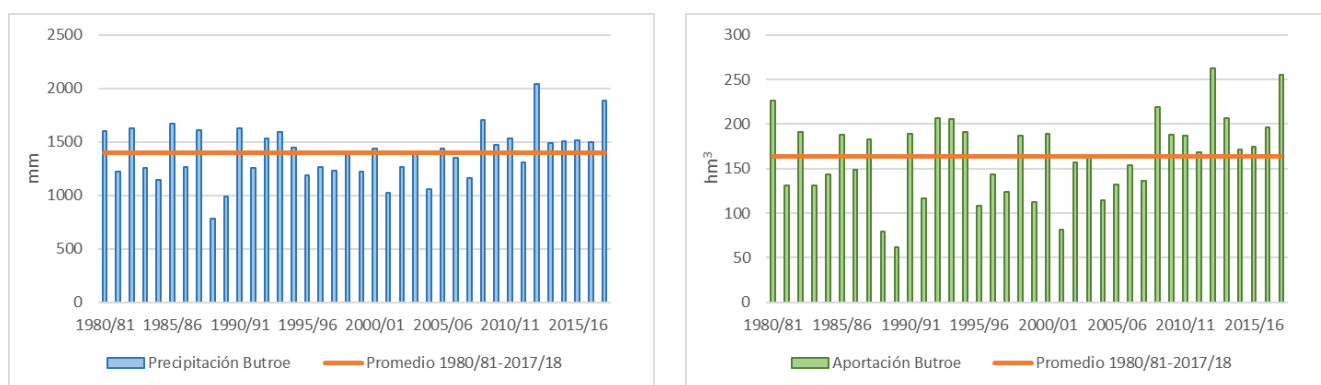
**Figura 23.** Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Nerbioi-Ibaizabal.

### Sistema de explotación Butroe

En el sistema de explotación Butroe, el volumen de precipitación caída sobre la cuenca es de 287 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 123 retornan a la atmósfera a través de la evapotranspiración y el resto se convierte en escorrentía superficial y subterránea.

**Tabla 17.** Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Butroe.

Sistema de explotación	Variable	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Coefficiente de variación	Coefficiente de sesgo	1er Coef Autocorrelación
Butroe	Precipitación (mm)	1395	2040	779	0,18	0,08	0,35
	Aportación total (hm <sup>3</sup> /año)	164	263	61	0,28	-0,12	0,92



**Figura 24.** Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Butroe.

### Sistema de explotación Oka

En el sistema de explotación Oka, el volumen de precipitación caída sobre la cuenca es de 337 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 203 retornan a la atmósfera a través de la evapotranspiración y el resto se convierte en escorrentía superficial y subterránea.

**Tabla 18.** Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Oka.

Sistema de explotación	Variable	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Coefficiente de variación	Coefficiente de sesgo	1er Coef Autocorrelación
Oka	Precipitación (mm)	1620	2136	1001	0,17	0,15	0,39
	Aportación total (hm <sup>3</sup> /año)	134	204	51	0,26	0,06	0,88

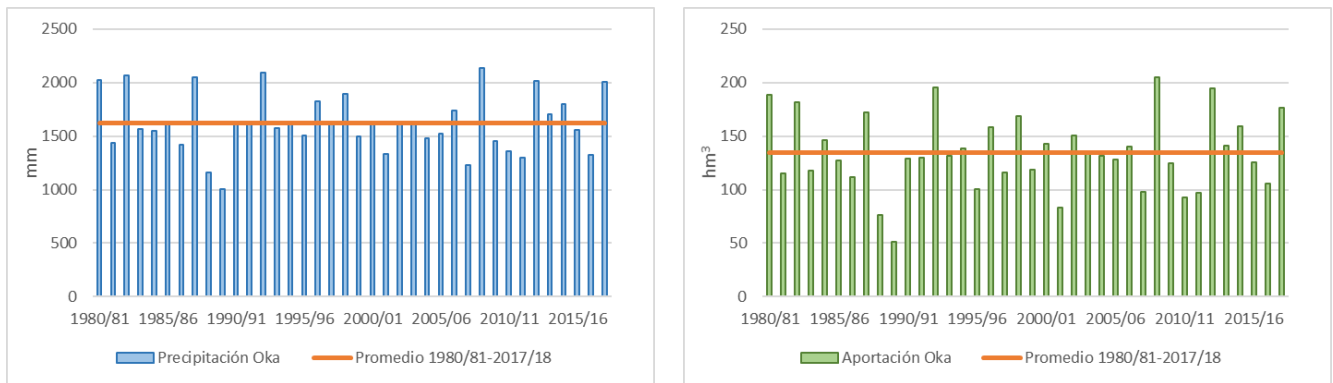


Figura 25. Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Oka.

### Sistema de explotación Lea

En el sistema de explotación Lea, el volumen de precipitación caída sobre la cuenca es de 203 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 115 retornan a la atmósfera a través de la evapotranspiración y el resto se convierte en escorrentía superficial y subterránea.

Tabla 19. Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Lea.

Sistema de explotación	Variable	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Coefficiente de variación	Coefficiente de sesgo	1er Coef Autocorrelación
Lea	Precipitación (mm)	1792	2585	1245	0,18	0,69	0,42
	Aportación total (hm <sup>3</sup> /año)	88	178	32	0,32	1,05	0,88

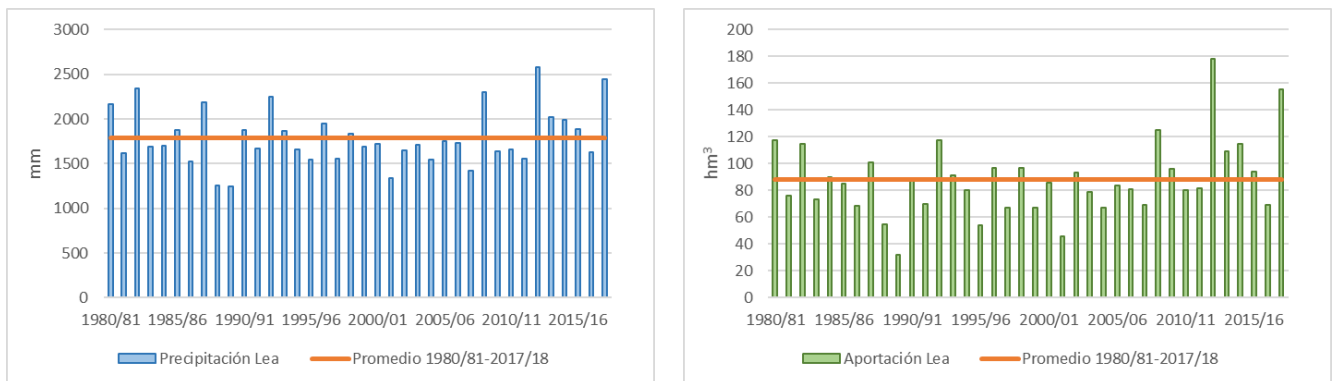


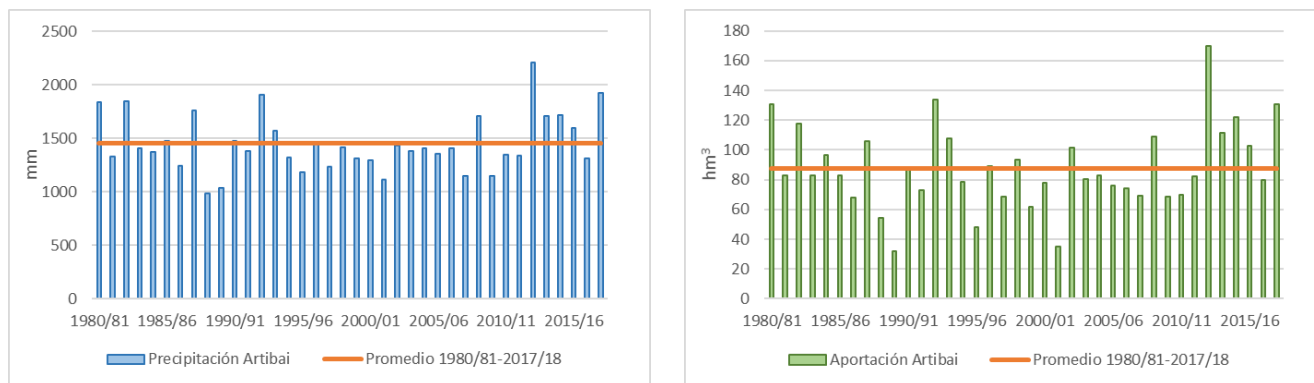
Figura 26. Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Lea.

### Sistema de explotación Artibai

En el sistema de explotación Artibai, el volumen de precipitación caída sobre la cuenca es de 151 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 63 retornan a la atmósfera a través de la evapotranspiración y el resto se convierte en escorrentía superficial y subterránea.

**Tabla 20.** Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Artibai.

Sistema de explotación	Variable	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Coficiente de variación	Coficiente de sesgo	1er Coef Autocorrelación
Artibai	Precipitación (mm)	1449	2210	980	0,18	0,79	0,44
	Aportación total (hm <sup>3</sup> /año)	88	170	32	0,32	0,57	0,89



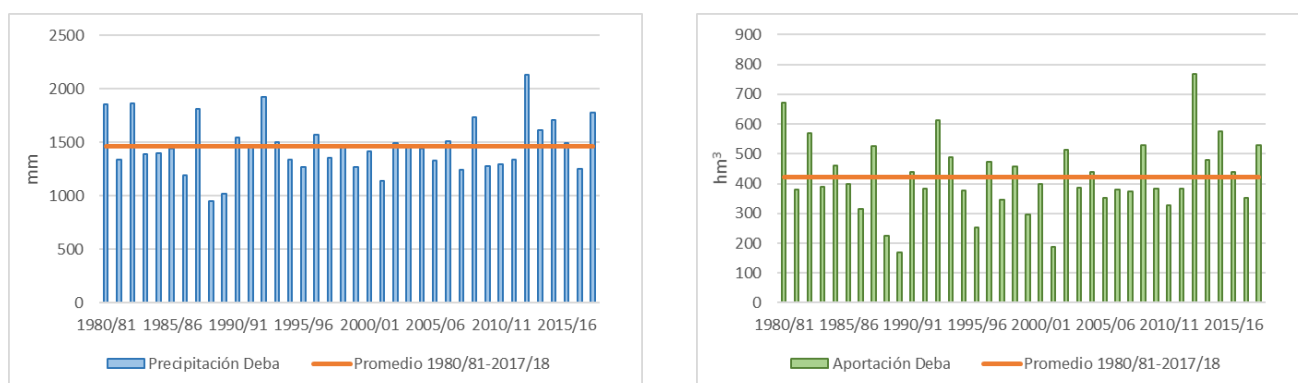
**Figura 27.** Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Artibai.

### Sistema de explotación Deba

En el sistema de explotación Deba, el volumen de precipitación caída sobre la cuenca es de 781 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 359 retornan a la atmósfera a través de la evapotranspiración y el resto se convierte en escorrentía superficial y subterránea.

**Tabla 21.** Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Deba.

Sistema de explotación	Variable	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Coficiente de variación	Coficiente de sesgo	1er Coef Autocorrelación
Deba	Precipitación (mm)	1465	2132	950	0,17	0,53	0,48
	Aportación total (hm <sup>3</sup> /año)	422	769	167	0,30	0,43	0,92



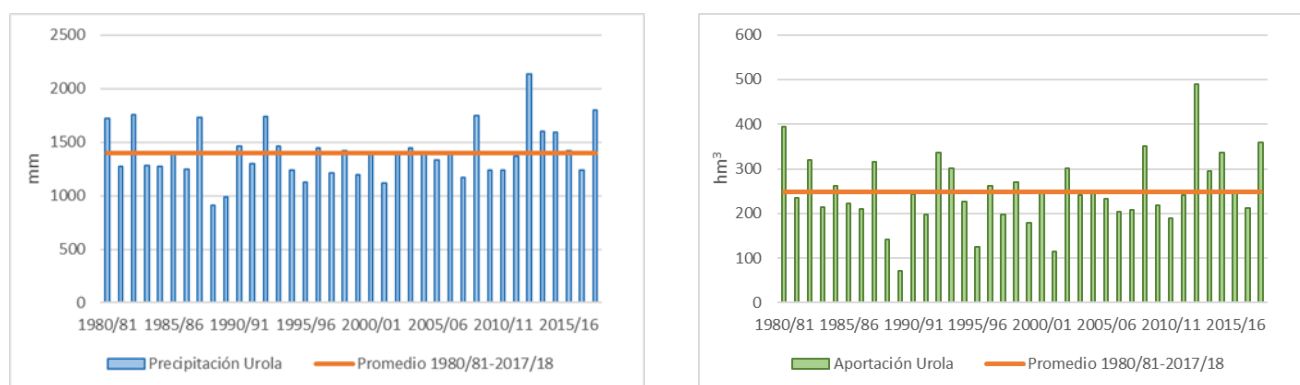
**Figura 28.** Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Deba.

### Sistema de explotación Urola

En el sistema de explotación Urola, el volumen de precipitación caída sobre la cuenca es de 479 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 230 retornan a la atmósfera a través de la evapotranspiración y el resto se convierte en escorrentía superficial y subterránea.

**Tabla 22.** Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Urola.

Sistema de explotación	Variable	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Coefficiente de variación	Coefficiente de sesgo	1er Coef Autocorrelación
Urola	Precipitación (mm)	1400	2136	908	0,18	0,72	0,45
	Aportación total (hm <sup>3</sup> /año)	249	490	70	0,32	0,53	0,88



**Figura 29.** Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Urola.

### Sistema de explotación Oria

En el sistema de explotación Oria, el volumen de precipitación caída sobre la cuenca es de 1.364 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 603 retornan a la atmósfera a través de la evapotranspiración y el resto se convierte en escorrentía superficial y subterránea.

**Tabla 23.** Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Oria.

Sistema de explotación	Variable	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Coefficiente de variación	Coefficiente de sesgo	1er Coef Autocorrelación
Oria	Precipitación (mm)	1507	2267	935	0,17	0,60	0,52
	Aportación total (hm <sup>3</sup> /año)	761	1424	360	0,28	0,57	0,94

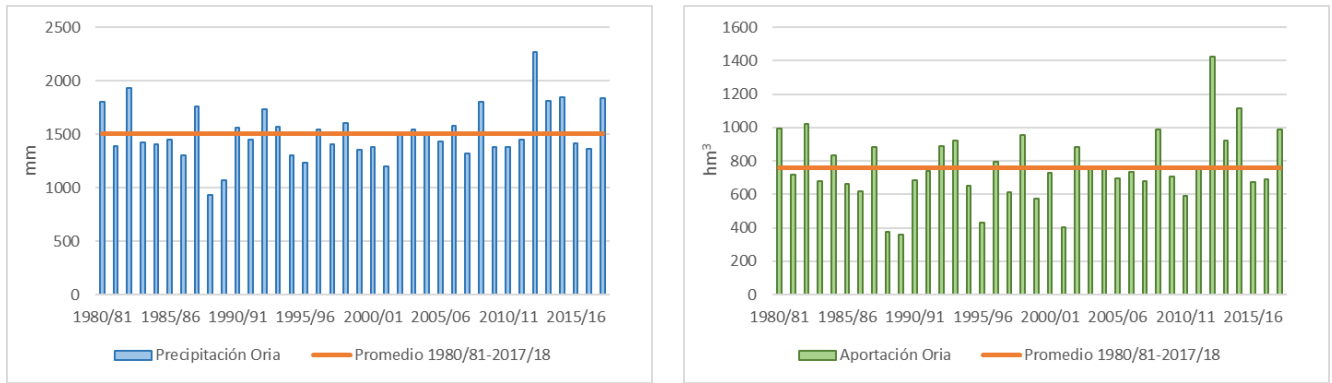


Figura 30. Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Oria.

### Sistema de explotación Urumea

En el sistema de explotación Urumea, el volumen de precipitación caída sobre la cuenca es de 598 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 181 retornan a la atmósfera a través de la evapotranspiración y el resto se convierte en escorrentía superficial y subterránea.

Tabla 24. Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Urumea.

Sistema de explotación	Variable	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Coefficiente de variación	Coefficiente de sesgo	1er Coef Autocorrelación
Urumea	Precipitación (mm)	2062	2844	1248	0,16	0,41	0,44
	Aportación total (hm <sup>3</sup> /año)	417	628	200	0,23	0,26	0,92

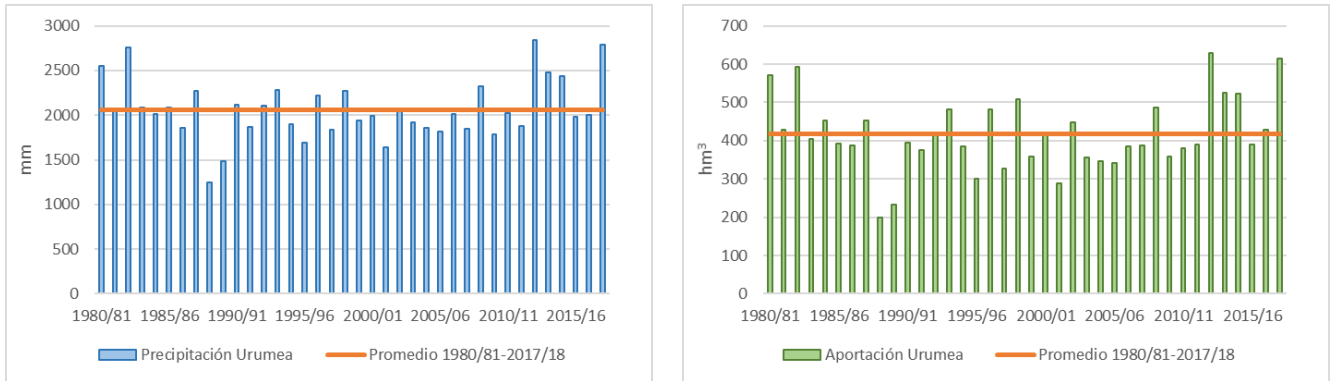


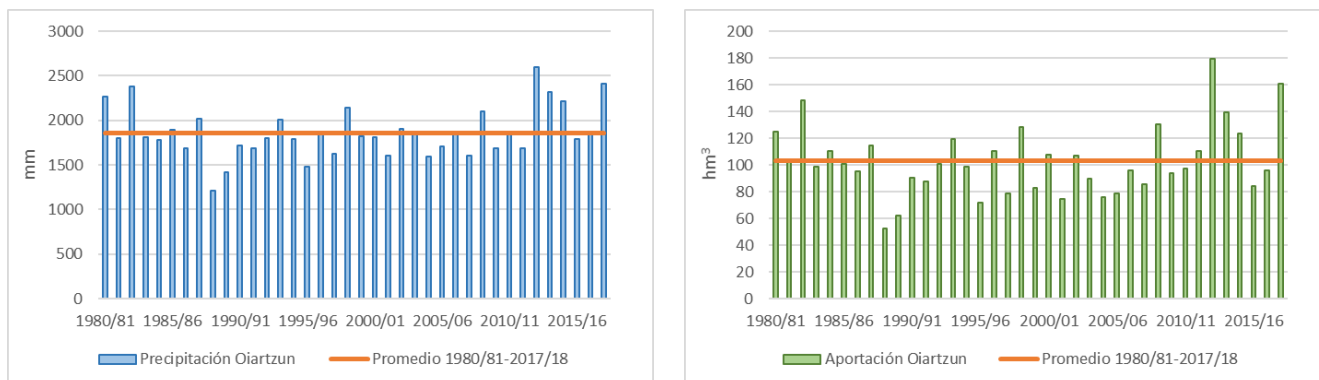
Figura 31. Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Urumea.

### Sistema de explotación Oiartzun

En el sistema de explotación Oiartzun, el volumen de precipitación caída sobre la cuenca es de 159 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 56 retornan a la atmósfera a través de la evapotranspiración y el resto se convierte en escorrentía superficial y subterránea.

**Tabla 25.** Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Oiartzun.

Sistema de explotación	Variable	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Coficiente de variación	Coficiente de sesgo	1er Coef Autocorrelación
Oiartzun	Precipitación (mm)	1859	2601	1213	0,15	0,56	0,39
	Aportación total (hm <sup>3</sup> /año)	103	179	52	0,25	0,83	0,89



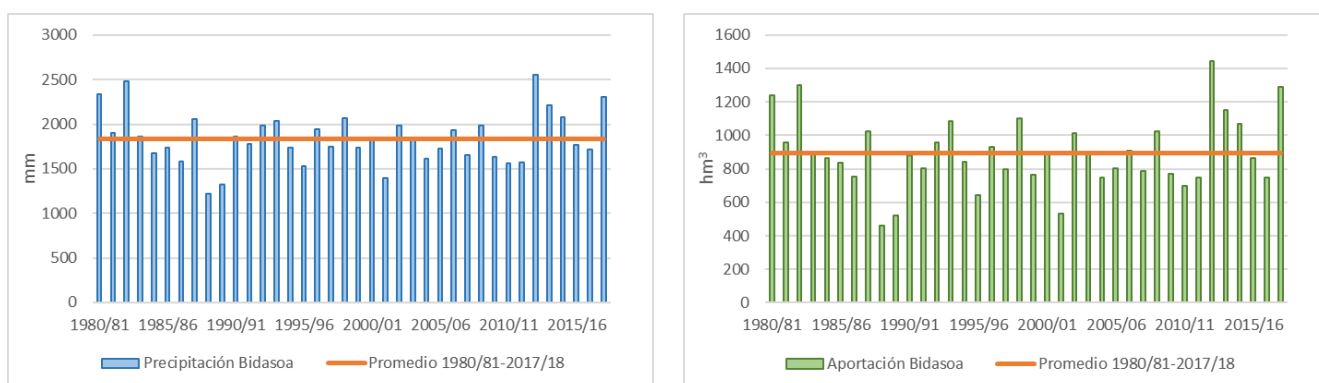
**Figura 32.** Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Oiartzun.

### Sistema de explotación Bidasoa

En el sistema de explotación Bidasoa, el volumen de precipitación caída sobre la cuenca es de 1.382 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 487 retornan a la atmósfera a través de la evapotranspiración y el resto se convierte en escorrentía superficial y subterránea.

**Tabla 26.** Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Bidasoa.

Sistema de explotación	Variable	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Coficiente de variación	Coficiente de sesgo	1er Coef Autocorrelación
Bidasoa	Precipitación (mm)	1840	2555	1217	0,20	0,40	0,10
	Aportación total (hm <sup>3</sup> /año)	895	1442	462	0,20	0,40	0,10



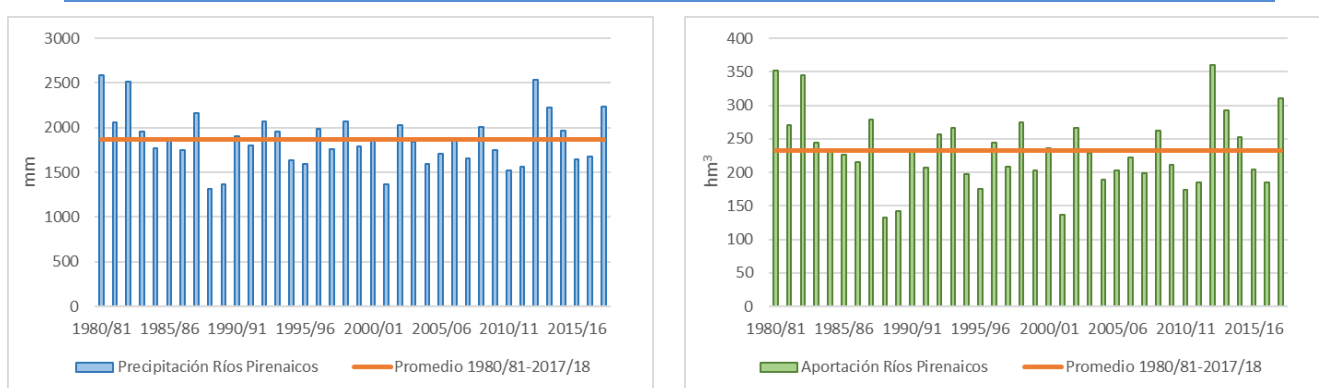
**Figura 33.** Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Bidasoa.

### Sistema de explotación Ríos Pirenaicos

En el sistema de explotación Ríos Pirenaicos, el volumen de precipitación caída sobre la cuenca es de 347 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 115 retornan a la atmósfera a través de la evaporación y el resto se convierte en escorrentía superficial y subterránea.

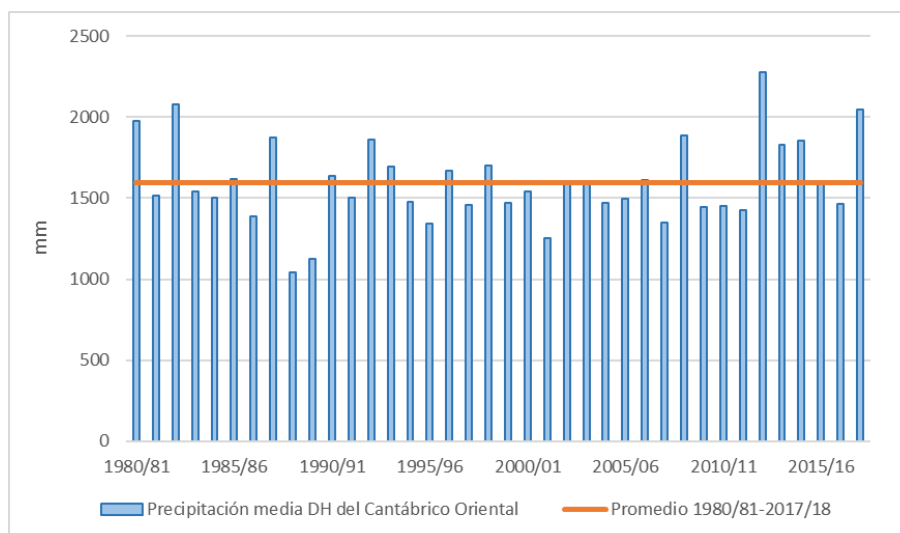
**Tabla 27.** Estadísticos anuales relativos a la precipitación y aportación total en el sistema de explotación Ríos Pirenaicos.

Sistema de explotación	Variable	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Coficiente de variación	Coficiente de sesgo	1er Coef Autocorrelación
Ríos Pirenaicos	Precipitación (mm)	1866	2583	1311	0,20	0,50	0,10
	Aportación total (hm <sup>3</sup> /año)	232	260	132	0,20	0,50	0,10



**Figura 34.** Evolución de la precipitación y aportación anual en el sistema de explotación Ríos Pirenaicos.

Para toda la DH del Cantábrico Oriental, la evolución interanual de la precipitación media (en mm) y aportación total (en hm<sup>3</sup>) ha sido la siguiente:



**Figura 35.** Evolución de la precipitación anual en la DH del Cantábrico Oriental.



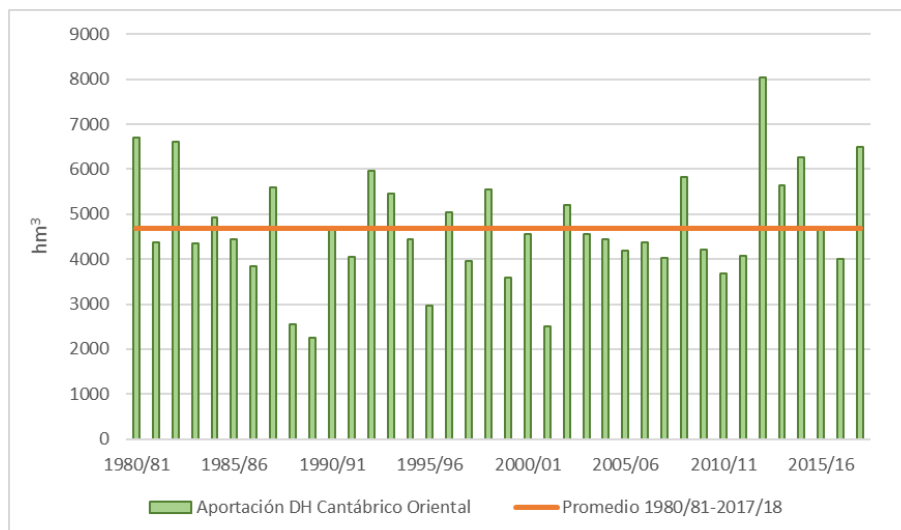


Figura 36. Evolución de la aportación anual en la DH del Cantábrico Oriental.

De la evolución anual de la precipitación y aportación en la DH del Cantábrico Oriental se concluye que la precipitación media anual en la demarcación alcanza aproximadamente 1.600 mm, mientras que la aportación total supera los 4.600 hm<sup>3</sup>/año, lo que da lugar a una escorrentía total de alrededor de 800 mm. Destacan las bajas precipitaciones de los años 1988-1990, dando lugar también a escorrentías mínimas registradas en el periodo analizado. Entre los años más secos se encuentran, de la misma forma, los años hidrológicos 1995/96 y 2001/02.

### 3.3.2. Series hidrológicas mensuales

Con objeto de conocer la variabilidad intraanual de las variables, a continuación, se muestran la distribución mensual para la precipitación (en mm), evapotranspiración real (en mm) y escorrentía total (en hm<sup>3</sup>) en cada sistema de explotación y en el conjunto del ámbito de la DH del Cantábrico Oriental, según los resultados de los modelos SIMPA y TETIS. Tal y como se ha mencionado anteriormente, en cada sistema de explotación, se ha seleccionado aquel modelo que mejor se ajuste a la realidad de cada sistema. Finalmente, se muestra una representación gráfica de la variabilidad intraanual de los principales flujos del ciclo hidrológico en la DH del Cantábrico Oriental.

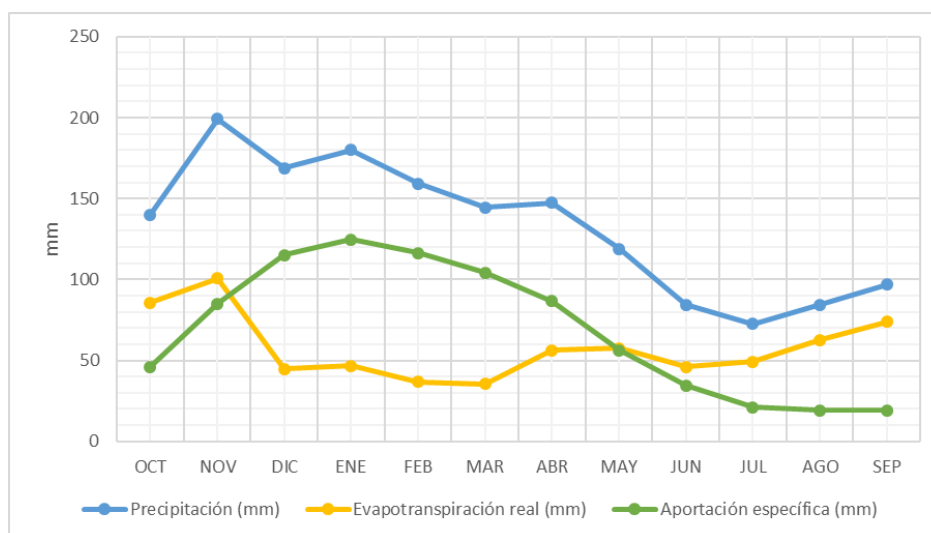
Tabla 28. Evolución media mensual de las principales variables en los sistemas de explotación de la DH del Cantábrico Oriental.

Sistema de explotación	Variable	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Valor anual
Barbadun	Pp	114	178	146	159	148	131	117	92	66	51	63	80	1344
	ET Real	85	121	55	55	45	35	54	56	47	41	53	72	718
	Apo total	3,8	7,3	11,8	13,4	13,3	12,4	8,1	4,6	2,5	1,3	1,3	1,0	80,9
Nerbioi-lbaizabal	Pp	98	149	126	136	124	109	109	82	59	46	53	63	1.153
	ET Real	71	100	40	38	29	25	46	49	41	35	42	54	568
	Apo total	48,5	88,9	154,7	175,9	171,7	150,5	113,8	59,7	32,9	19,1	19,9	15,8	1051,4
Butroe	Pp	137	183	146	155	130	114	120	92	75	67	76	99	1395
	ET Real	78	79	23	29	25	29	46	49	45	54	64	79	599
	Apo total	12,2	21,5	25,3	26,0	21,7	17,6	15,2	8,9	6,2	2,6	2,5	4,1	163,8
Oka	Pp	135	199	178	182	163	154	148	126	89	70	85	91	1620
	ET Real	94	115	83	86	78	78	87	86	63	56	71	78	975
	Apo total	8,5	17,4	19,8	20,0	17,7	15,9	12,6	8,4	5,4	2,9	2,9	2,7	134,2
Lea	Pp	163	229	191	202	179	159	160	125	88	81	102	113	1792
	ET Real	112	128	82	71	63	68	89	84	60	70	88	99	1014

Sistema de explotación	Variable	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Valor anual
Artibai	Apo total	5,8	11,4	12,4	14,8	13,2	10,3	8,0	4,6	3,2	1,3	1,6	1,6	88,2
	Pp	129	181	157	168	154	136	131	102	68	61	76	87	1449
	ET Real	91	91	24	27	21	21	45	54	43	49	66	76	607
	Apo total	4,0	9,4	13,9	14,7	13,9	12,0	9,0	5,0	2,6	1,2	1,0	1,1	87,8
Deba	Pp	127	185	159	167	153	139	139	111	75	58	68	82	1465
	ET Real	36	73	114	121	119	112	86	54	33	17	14	13	791
	Apo total	19,3	39,0	60,7	64,3	63,3	59,5	46,0	28,7	17,5	9,2	7,3	6,8	421,5
	Pp	122	181	148	157	142	128	129	102	75	62	72	82	1400
Urola	ET Real	88	113	44	49	36	31	52	52	43	42	56	67	673
	Apo total	11,8	23,4	35,5	37,1	36,3	33,2	26,2	17,0	11,1	6,8	5,5	5,0	248,9
	Pp	129	195	157	170	146	140	143	114	81	67	78	88	1507
	ET Real	88	113	41	51	33	34	51	50	40	41	56	70	666
Oria	Apo total	37,4	74,1	104,7	107,8	102,5	96,3	83,5	57,9	37,3	23,2	20,1	16,3	760,9
	Pp	180	247	204	230	195	182	189	161	116	109	123	127	2063
	ET Real	80	97	23	51	27	22	46	42	34	52	75	77	623
	Apo total	29,1	43,6	52,4	52,0	48,8	46,3	41,5	34,6	23,7	16,4	14,0	14,5	416,8
Oiartzun	Pp	168	218	183	197	170	153	168	146	109	103	119	126	1.859
	ET Real	41	23	16	16	23	41	57	79	84	98	87	64	629
	Apo total	7,2	11,0	12,1	13,5	12,0	10,4	10,1	8,3	5,8	3,9	4,1	4,4	102,9
	Pp	159	222	198	209	183	165	177	142	100	83	91	111	1.840
Bidasoa	ET Real	84	82	41	33	29	35	56	57	49	48	60	74	649
	Apo total	56,4	105,2	117,6	132,5	115,3	97,3	90,9	64,1	38,2	26,3	23,5	27,5	894,9
	Pp	160	223	203	210	183	169	184	151	97	85	91	112	1.866
	ET Real	72	68	41	32	31	23	55	63	51	53	60	70	620
Ríos Pirenaicos	Apo total	16,4	28,9	30,2	33,1	28,2	27,1	24,0	16,4	8,5	5,9	5,7	7,8	232,1

**Tabla 29.** Evolución media mensual de las principales variables en la DH del Cantábrico Oriental.

Sistema de explotación	Variable	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Valor anual
DH Cantábrico Oriental	Pp media	140	199	169	180	159	145	147	119	84	73	84	97	<b>1597</b>
	ET Real media	86	101	45	47	37	35	56	58	46	49	63	74	<b>696</b>
	Apo total	260	481	651	705	658	589	489	318	195	120	109	109	<b>4685</b>


**Figura 37.** Evolución media intraanual de las principales variables en la DH del Cantábrico Oriental.

### 3.4. Características básicas de calidad de las aguas en condiciones naturales

El artículo 42.e del Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA) establece que uno de los contenidos de los planes hidrológicos de cuenca ha de estar constituido por las características básicas de calidad de las aguas. Así mismo, el RPH determina que este contenido ha de formar parte del inventario de recursos superficiales y subterráneas, a incluir en la descripción general de la demarcación

hidrográfica. Por este motivo, el objetivo del presente punto es establecer las características básicas de calidad de las masas de agua superficiales y subterráneas de la presente demarcación.

### 3.4.1. Características básicas de calidad de las aguas superficiales

El ciclo hidrológico natural y la actividad humana son determinantes en la calidad de las aguas. Esto implica que la porción atribuida al ciclo natural debe ser identificada, medida y separada de la evaluación del impacto de la actividad humana, por lo tanto, las variables de calidad deben considerarse como variables aleatorias. En consecuencia, es útil describir las mismas tanto en términos estadísticos, tales como parámetros de distribución, como en términos de características de la cuenca.

El trabajo realizado para obtener las características básicas de la calidad de las aguas superficiales se llevó a cabo utilizando todos los datos disponibles recopilados en todas las redes de control gestionadas por las distintas administraciones. Con todos los registros, se realizó un filtro, eliminando todos aquellos que estuvieran en mal estado por impactos o aquellos que se encontraran en masas muy presionadas por la actividad humana o con indicios de contaminación. De esta forma se seleccionaron las estaciones menos presionadas y por tanto con unas características lo más naturales posibles.

A partir de los datos de estas estaciones seleccionadas se han calculado unos estadísticos que incluyen una medida de la incertidumbre (la medida y el intervalo de confianza del 95%) de dos grupos de parámetros: los elementos de calidad que cuentan con condiciones de referencia y valores umbral de las clases de estado en la IPH (pH y conductividad) y otros parámetros como la dureza, alcalinidad e iones mayoritarios que completan la caracterización básica de calidad de las aguas superficiales.

El *Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental*, entró en vigor en septiembre de 2016. Esto supuso un ajuste en la valoración del estado al proponer nuevos límites de cambio de clase para alguno de los indicadores existentes, así como nuevos indicadores.

En las siguientes tablas se muestra el rango de estos dos grupos de parámetros para las tipologías de masas de ríos presentes en la DH del Cantábrico Oriental (tipologías 22, 23, 29, 30 y 32).

En el caso del pH y la conductividad, se ha añadido adicionalmente en las tablas las condiciones de referencia (en su caso) y los umbrales de cambio de clase de estado, en el caso del pH los establecidos por el Real Decreto 817/2015, actualizando a los de la IPH, y en el caso de la conductividad los que definió la IPH, ya que el Real Decreto 817/2015 no los actualizó.

**Tabla 30.** Rango promedio de valores de pH del histórico disponible de datos por tipología y umbrales marcados en el RD 817/2015.

Tipología	Rango de pH	Umbral Muy Bueno/Bueno	Umbral Bueno/Moderado
Tipo 22: Ríos cántabro-atlánticos calcáreos	7,8-8,6	6,5-8,7	6-9
Tipo 23: Ríos vasco-pirenaicos	7,7-8,5	6,5-8,7	6-9
Tipo 29: Ejes fluviales principales cántabro-atlánticos-calcáreos	7,7-8,3	6,5-8,7	6-9
Tipo 30: Ríos costeros cántabro-atlánticos	7,7-8,0	6-8,4	5,5-9
Tipo 32: Pequeños ejes cántabros-atlánticos calcáreos	7,6-8,3	6,5-8,7	6-9

**Tabla 31.** Rango promedio de valores de conductividad del histórico disponible de datos por tipología y condiciones de referencia/umbrales marcados en la IPH.

Tipología	Rango de Conductividad eléctrica a 20 °C $\mu\text{S}/\text{cm}$	Condición de referencia	Umbral Muy Bueno/Bueno	Umbral Bueno/Moderado
Tipo 22: Ríos cántabro-atlánticos calcáreos	238,9-540,0	320	250-400	150-700
Tipo 23: Ríos vasco-pirenaicos	88,4-760,4	240	150-350	100-500
Tipo 29: Ejes fluviales principales cántabro-atlánticos-calcáreos	136,8-688,5	-	-	-
Tipo30: Ríos costeros cántabro-atlánticos	118,7-213,7	80	40-120	20-400
Tipo 32: Pequeños ejes cántabros-atlánticos calcáreos	78,8-1038,7	230	170-400	120-500

**Tabla 32.** Rango promedio de valores de dureza, alcalinidad e iones mayoritarios del histórico disponible de datos por tipología.

Tipología	Rango de Dureza Total (mg $\text{CaCO}_3/\text{l}$ )	Rango de Alcalinidad (mg $\text{CO}_3\text{Ca}/\text{l}$ )	Rango de Bicarbonatos	Rango de Dureza Total (mg $\text{CaCO}_3/\text{l}$ )	Rango de Alcalinidad (mg $\text{CO}_3\text{Ca}/\text{l}$ )	Rango de Bicarbonatos	Rango de Dureza Total (mg $\text{CaCO}_3/\text{l}$ )
Tipo 22: Ríos cántabro-atlánticos calcáreos	73,9-233,0	58,8-200,4	57,2-208,2	24,4-82,8	1,0-9,3	0,7-8,6	7,7-91,1
Tipo 23: Ríos vasco-pirenaicos	25,7-230,7	14,3-193,7	14,3-157,4	5,6-73,2	1,1-12,0	0,5-9,2	2,6-150,1
Tipo 29: Ejes fluviales principales cántabro-atlánticos-calcáreos	51,6-281,1	31,8-159,2	31,8-168,6	16,6-95,6	0,9-84,3	1,7-8,0	16,9-142,0
Tipo30: Ríos costeros cántabro-atlánticos	118,7-213,7	79,4-153,3	88,7-178,9	37,4-77,7	0,6-1,8	4,8-6,2	18,1-30,0
Tipo 32: Pequeños ejes cántabros-atlánticos calcáreos	32,2-535,1	20,1-223,3	20,1-187,1	8,9-191,8	1,0-8,6	1,1-9,5	6,1-351,6

Las aguas de la DH del Cantábrico Oriental presentan valores de conductividad que varían desde 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  hasta los 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , si bien la mayoría de los datos son menores de 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Las figuras siguientes muestran la distribución de los valores promedio del pH y de conductividad de las estaciones.

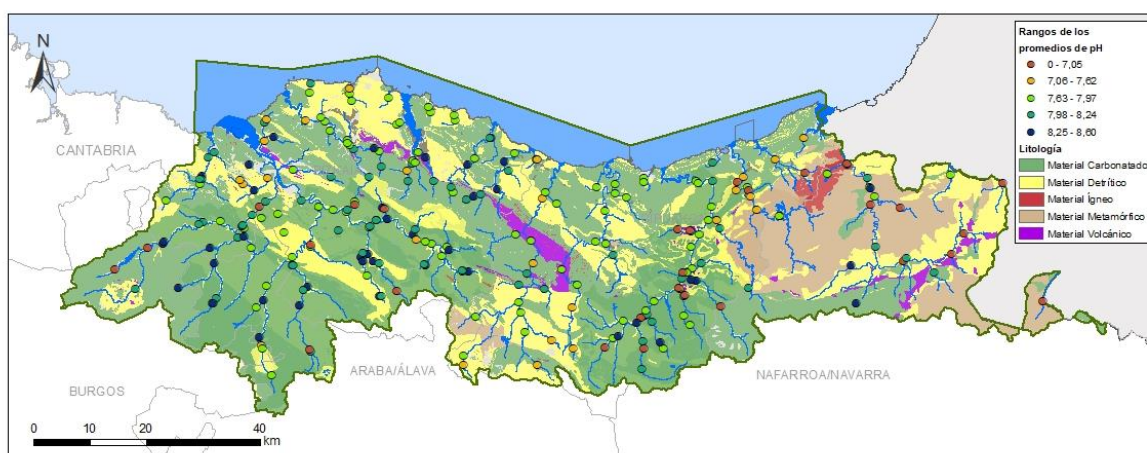


Figura 38. Distribución de valores promedio de pH en relación con la litología.

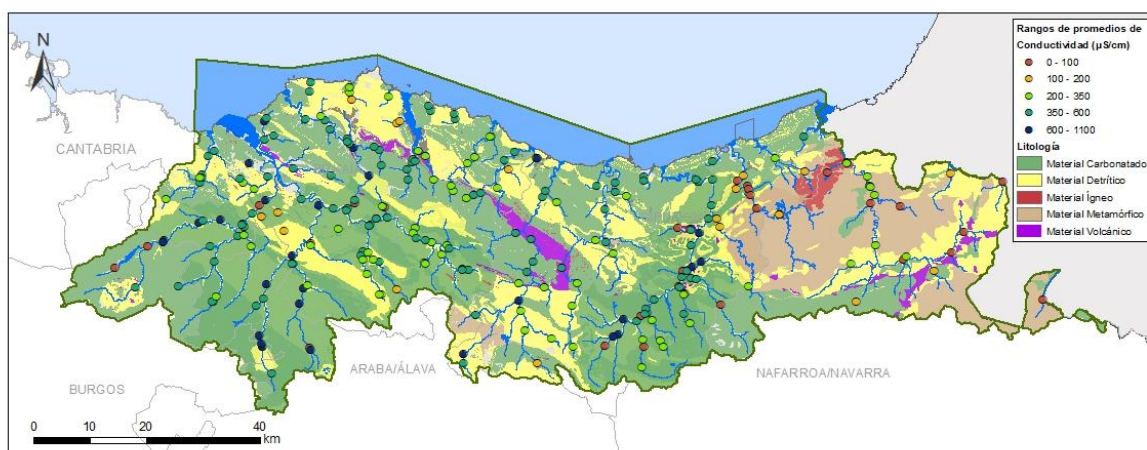


Figura 39. Distribución de valores promedio de la conductividad en relación con la litología.

Tras el estudio y análisis de estos valores históricos, se puede concluir que buena parte de las características de las aguas superficiales continentales de la DH del Cantábrico Oriental obedecen a una cierta zonificación que tiene que ver con las agrupaciones litológicas presentes en la demarcación, existiendo una correlación entre las tipologías y litologías calcáreas y los valores más altos de los parámetros.

### 3.4.2. Características básicas de calidad de las aguas subterráneas

Los factores que inciden en el quimismo de las aguas subterráneas, tanto en lo que se refiere a su distribución espacial como a la evolución temporal, son muy numerosos, y sus efectos se encuentran sobreimpuestos. Por ello, todo estudio precisa un conocimiento de los procesos mediante los cuales las aguas adquieren sus características físicas y químicas.

Estos procesos se pueden agrupar en cuatro grandes grupos: marca climático-edafológica, marca litológica, factores antrópicos y fenómenos modificadores. A continuación, se describen las características básicas de calidad de las aguas subterráneas de la demarcación, señalando los principales fenómenos que la condicionan.

El **factor climatológico-edafológico** es uno de los principales condicionantes del quimismo de las aguas subterráneas, debido a que caracteriza inicialmente el agua de recarga de las distintas masas de agua subterránea. Su importancia se refleja tanto en la distribución espacial como en la evolución temporal de la hidroquímica.

Por un lado, el quimismo del agua de lluvia, que constituye el origen último de la recarga, está fuertemente condicionado por la distancia a la costa y otros factores. Los principales elementos disueltos en el agua de lluvia son también los constituyentes normales de las aguas superficiales y subterráneas. Existen tres fuentes distintas que aportan estos elementos al agua de lluvia: sales procedentes de zonas marinas, zonas áridas y aportes antropogénicos.

Así mismo, en el suelo existen procesos de concentración de iones por evaporación-evapotranspiración del agua de lluvia. Esto se reduce al incremento de las concentraciones en el agua precipitada. Es frecuente encontrar en las zonas altas del territorio, caracterizadas generalmente por mayor precipitación y menor evapotranspiración, los valores mínimos en la conductividad de las aguas subterráneas. No obstante, existen factores geológicos que inciden en el mismo sentido y, probablemente, con más peso.

Además, el suelo es un elemento activo desde un punto de vista geoquímico, siendo especialmente importantes las consecuencias del incremento de la presión parcial de CO<sub>2</sub>. Las aguas subterráneas de la demarcación son generalmente bicarbonatadas cálcicas, debido principalmente a la incorporación de los iones bicarbonato y calcio cuando el agua de precipitación disuelve el CO<sub>2</sub> del suelo. La capacidad de disolución dependerá, en buena medida, de la cubierta vegetal. De esta manera, las surgencias asociadas a un macizo carbonatado recubierto de vegetación presentarán una mineralización muy superior a la presente en manantiales ligados a macizos sin cubierta vegetal. Este hecho queda reflejado en las aguas subterráneas de la demarcación.

Por último, en cuanto al factor climatológico, cabe mencionar que el quimismo del agua subterránea sufre variaciones temporales debidas en su mayor parte a las condiciones hidrológicas en cada momento. Por lo general, los periodos de lluvias intensas dan lugar a un descenso de la mineralización de las aguas subterráneas, como consecuencia de un proceso de dilución. En otros casos, las lluvias producen el empuje de aguas con más tiempo de permanencia acumuladas en el acuífero, originando un incremento puntual de la mineralización. Inversamente, en condiciones de estiaje se suelen dar mayores contenidos en los diferentes iones.

Una vez que el agua de recarga atraviesa el suelo, tras haber adquirido los caracteres que le ha proporcionado la marca climático-edafológica, comienza la influencia de la **marca litológica**, que presenta una doble vertiente, por un lado, la estrictamente litológica en relación con la composición química de la roca en contacto con el agua y, por otro lado, una de carácter geológico más amplio, relacionada con características tales como el grado de fracturación, de cementación de los materiales, procesos de karstificación, etc.

La facies hidroquímica predominante en las aguas subterráneas de la DH del Cantábrico Oriental es la bicarbonatada cálcica, sin embargo, este carácter se va modificando en determinados casos en los que las aguas atraviesan rocas que contienen minerales fácilmente solubles, dando lugar a masas clasificadas como bicarbonatadas sulfatadas cálcicas, como bicarbonatada calcicomagnésica y como bicarbonatadas calcicosódica.

Otro de los factores de carácter geológico que condiciona en mayor medida el grado de mineralización de las aguas es el tiempo de residencia en el acuífero. De esta manera, los manantiales relacionados con flujos hipodérmicos suelen presentar concentraciones muy bajas en la mayor parte de los compuestos. Por el contrario, los flujos más profundos suelen dar lugar a surgencias de mineralización superior, debido al mayor tiempo de contacto del agua con la roca. Aún dentro de la misma formación, el grado de mineralización está condicionado frecuentemente por la presencia de estructuras más transmisivas que permitan un flujo rápido desde la zona de recarga a descarga. En esta demarcación, este tipo de estructuras están relacionadas, en su mayor parte con la karstificación, ya sea en los macizos carbonatados o en formaciones detríticas por disolución de cemento carbonatado.

El tercer proceso que puede afectar a la composición química de las aguas subterráneas es la producida por las **acciones humanas**. La consecuencia más clara y grave se debe a la presencia de focos de polución. Sin embargo, existen otras actuaciones que pueden modificar sustancialmente la composición de las aguas, y que no están relacionadas con la existencia de focos de contaminación. Se trata de las actuaciones que causan alteraciones en el funcionamiento hidrogeológico natural de los acuíferos, especialmente en lo que se refiere a su recarga.

Para finalizar, existen los **fenómenos modificadores** que pueden producir efectos considerables en las zonas de descarga. La mayor parte de las sustancias no son conservativas, apareciendo o desapareciendo a causa de procesos físicos y reacciones químicas. Este conjunto de procesos y reacciones constituyen los fenómenos modificadores. Entre ellos pueden destacar, por su importancia, los procesos red-ox, el intercambio iónico, la adsorción y la fijación. En la demarcación, tal es el caso de los potentes espesores de travertinos en las surgencias de algunos acuíferos carbonatados. Otro fenómeno modificador en zona de descarga es el que da lugar a los manantiales ferruginosos.

Se han analizado la conductividad eléctrica y la concentración de los siguientes iones mayoritarios: como cationes, calcio, magnesio y sodio y potasio; y como aniones, bicarbonato, sulfato y cloruro. La información utilizada en el análisis se ha obtenido del histórico de datos de las estaciones de control químico de las masas de agua subterráneas, filtrando aquellas que pudieran presentar algún impacto ( $\text{NO}_3 > 20 \text{ mg/l}$  o algún otro impacto significativo).

En general, las aguas presentes en la DH del Cantábrico Oriental tienen valores de conductividad entre 140 y 500  $\mu\text{S/cm}$ , por lo que se puede decir que las aguas de este ámbito son blandas o ligeramente duras, variando su alcalinidad según la zona.

## 4. OTROS RECURSOS HÍDRICOS DE LA DEMARCACIÓN

### 4.1. Recursos Hídricos no Convencionales

#### 4.1.1. Desalación

Una técnica de incremento de las disponibilidades tradicionalmente considerada como no convencional es la desalación de agua, consistente, en tratar aguas saladas o salobres procedentes del mar o de acuíferos salinos y quitarles las sales, transformándolas en aguas aptas para usos como el abastecimiento a poblaciones o los riegos.

En la DH del Cantábrico Oriental no hay instalaciones de este tipo.

#### 4.1.2. Reutilización

Otra técnica de incremento de la disponibilidad de recursos hídricos considerada como no convencional es la de la reutilización de las aguas residuales tratadas. Aunque, obviamente, el volumen de recursos es el mismo, su aplicación sucesiva permite satisfacer más usos y, por tanto, incrementar las disponibilidades internas del sistema de utilización.

La reutilización es un componente intrínseco del ciclo del agua ya que, mediante el vertido de efluentes a los cursos de agua y su dilución con el caudal circulante, las aguas residuales han venido siendo reutilizadas tradicionalmente por tomas aguas abajo del punto de incorporación al cauce. Es importante distinguir entre reutilización indirecta, que es la mencionada y la más común, y la reutilización directa, que es aquella en que el segundo uso se produce a continuación del primero, sin que entre ambos el agua se incorpore a ningún cauce público.

En efecto, esta reutilización directa o planificada, a gran escala, tiene un origen más reciente y supone un aprovechamiento directo de efluentes depurados con un mayor o menor grado de tratamiento previo, mediante su transporte hasta el punto del segundo aprovechamiento a través de un conducto específico, sin mediar para ello la existencia de un vertido a cauce público.

Las posibilidades de reutilización están directamente relacionadas con las disponibilidades de volúmenes de efluentes tratados, que a su vez dependen del número y capacidad de las estaciones depuradoras (EDARs) existentes.

Este número y capacidad de EDARs ha experimentado en los últimos años un importante aumento por la obligatoriedad de cumplir la Directiva Comunitaria 91/271/CEE, relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas, lo que ha dado lugar a la ejecución de diversos planes de saneamiento y depuración por parte de las diferentes autoridades competentes. La necesidad de obtener agua con unas calidades mínimas para cada uso y garantizar unas condiciones sanitarias satisfactorias obliga, en la mayoría de los casos, a someter a los efluentes depurados a tratamientos terciarios específicos (filtración, microfiltración, tratamiento físico-químico, desinfección, tratamientos de eliminación de sales, etc.), que deben por supuesto preverse en una reutilización planificada.

En la DH del Cantábrico Oriental, existían 3 aprovechamientos directos de efluentes depurados. Hasta 2016, las aguas de la EDAR de Zuringoain (Alto Urola) eran reutilizadas por la empresa Arcelor Mittal



Zumarraga durante los meses de estiaje. No obstante, en la fecha indicada esta empresa cesó su actividad, por lo que actualmente no se lleva a cabo ninguna reutilización en esta cuenca.

En la actualidad continúan en la demarcación dos aprovechamientos directos de efluentes regenerados:

- El Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia reutiliza parte del vertido de la depuradora de Galindo (Sestao) en los procesos de refrigeración de la instalación de valoración energética de lodos de depuración.
- Por su parte, Petronor en su planta de Muskiz reutiliza e incorpora posteriormente al proceso agua procedente de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de baja salinidad.



Figura 40. Reutilización del agua en la demarcación.

A continuación, se muestra la evolución de los volúmenes de agua reutilizada en los citados aprovechamientos en el periodo 2016-2020, ascendiendo a los 3,2 hm<sup>3</sup> en el año 2020.

Tabla 33. Evolución de los volúmenes de agua reutilizada en la demarcación.

Aprovechamiento	UTMX	UTMY	Volumen 2016 (hm <sup>3</sup> /año)	Volumen 2017 (hm <sup>3</sup> /año)	Volumen 2018 (hm <sup>3</sup> /año)	Volumen 2019 (hm <sup>3</sup> /año)	Volumen 2020 (hm <sup>3</sup> /año)
EDAR Galindo (Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia)	500186	4794548	0,9	0,9	0,9	1,00	0,86
Petronor (Muskiz)	491107	4801010	1,7	2,1	2,2	2,5	2,3
<b>TOTAL</b>			<b>2,6</b>	<b>3,0</b>	<b>3,1</b>	<b>3,5</b>	<b>3,2</b>

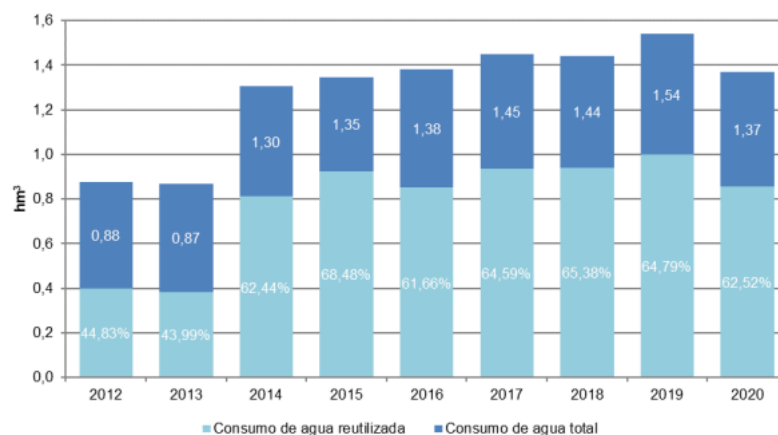


Figura 41. Evolución de los caudales reutilizados en la EDAR de Galindo.

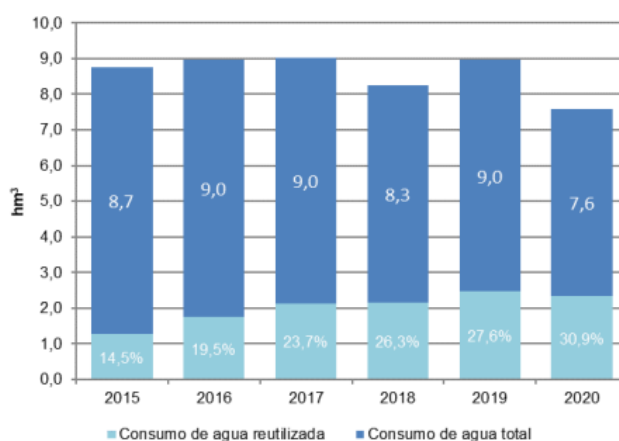


Figura 42. Evolución de los caudales reutilizados en Muskiz (Petronor).

El programa de medidas del presente Plan Hidrológico recoge una línea de actuación específica referida a la implementación de medidas de fomento de la regeneración de aguas residuales. En la misma línea, el Plan DSEAR impulsa este tipo de aprovechamiento no convencional allá donde pueda resultar conveniente.

#### 4.1.3. Recursos hídricos externos

Además de los recursos convencionales y no convencionales que se generan internamente en el ámbito de un determinado territorio, y que se han ido examinando en secciones previas, existen situaciones en que se producen transferencias externas, superficiales o subterráneas, entre distintos territorios, lo que da lugar a modificaciones en sus recursos.

Las transferencias superficiales entre distintas cuencas consiguen incrementar los recursos disponibles y atender las demandas existentes en aquellos sistemas de utilización en los que, exclusivamente con sus recursos de origen interno, son incapaces de cumplir dicho objetivo.

La previsión y las condiciones de este tipo de transferencias que trasladan recursos de una cuenca para su utilización en otra es uno de los contenidos obligatorios del Plan Hidrológico Nacional, de acuerdo con el artículo 43 de la Ley de Aguas.

Además de las transferencias superficiales, también se presenta el caso de flujos subterráneos que, de modo natural, son transferidos desde algunas unidades hidrogeológicas a otras contiguas, que pueden pertenecer a ámbitos de planificación diferentes y, por tanto, constituir propiamente una transferencia externa.

En la DH del Cantábrico Oriental, una parte de los recursos disponibles proviene de transferencias de agua procedentes de la DH del Ebro, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.

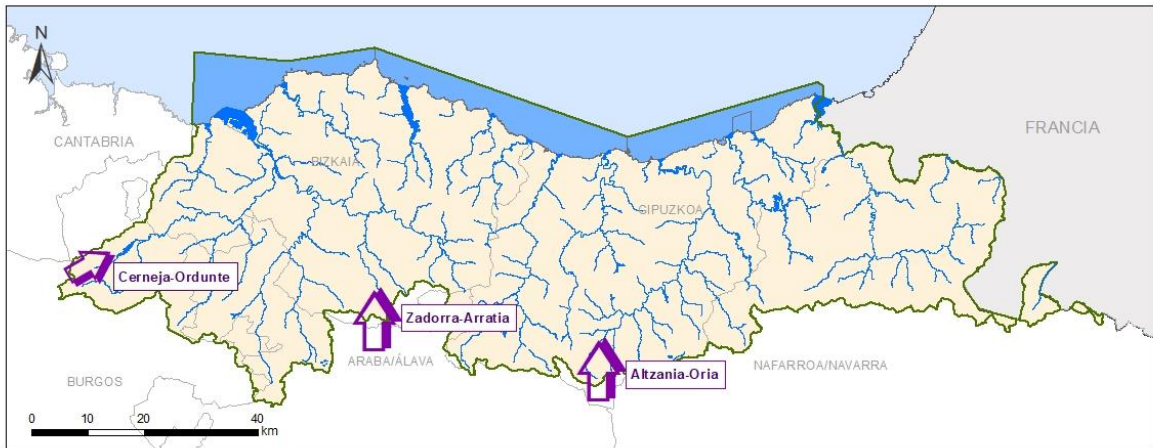


Figura 43. Trasvases de la demarcación.

### Trasvase Zadorra-Arratia

El trasvase Zadorra-Arratia es el más importante de ellos, destinado al abastecimiento del Consorcio de Aguas de Bilbao-Bizkaia y a la producción de energía eléctrica. El agua trasvasada parte del embalse de Urrunaga (DH del Ebro) y va al embalse de Undurruga (DH del Cantábrico Oriental).

Tiene su origen en una concesión de carácter hidroeléctrico de 1934 y su derecho actual se rige de acuerdo con la resolución ministerial de 1967. Entró en operación en 1957 y empezó a funcionar para abastecimiento en el año 1967. La concesión cuenta con un caudal total de hasta 9 m<sup>3</sup>/s (284 hm<sup>3</sup>/año), de los cuales para el abastecimiento se asignan hasta aproximadamente 4,8 m<sup>3</sup>/s (153 hm<sup>3</sup>/año). En el periodo 2015-2020 el volumen anual trasvasado ha oscilado entre 118 y 247 hm<sup>3</sup>/año.

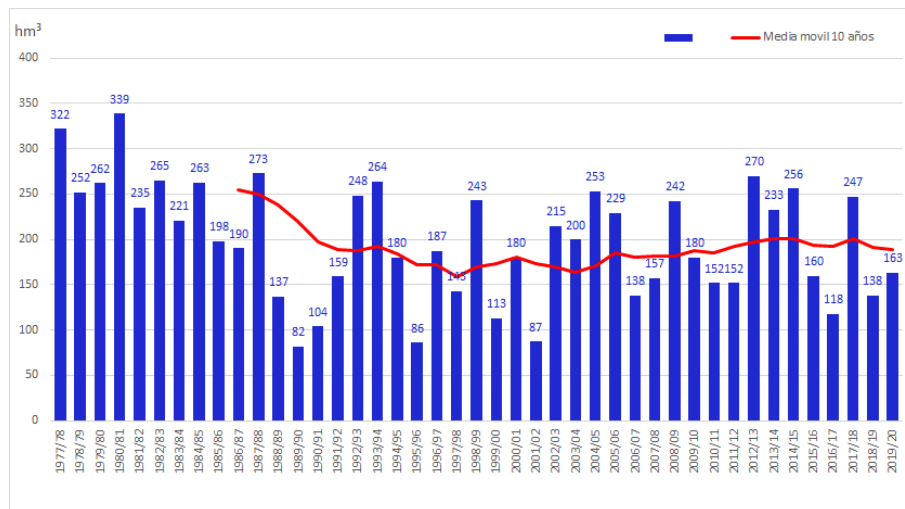


Figura 44. Evolución anual de los volúmenes transferidos a la DH del Cantábrico Oriental a través del trasvase Zadorra-Arratia (hm<sup>3</sup>/año).

### Trasvase Cerneja-Ordunte

Este trasvase, que comenzó a funcionar en el año 1961, trasvasa agua desde el río Cerneja (DH Del Ebro) al embalse de Ordunte (DH del Cantábrico Oriental), con la finalidad de abastecimiento de Bilbao. El trasvase se realiza a través de una conducción de unos 5.000 m de longitud de los cuales 2.000 m son en túnel.

Su derecho fue otorgado según una orden ministerial de 20 de enero de 1928. La concesión es de 1,5 m<sup>3</sup>/s, de los cuales hasta 0,6 m<sup>3</sup>/s son a cargo del Cerneja. Anualmente se trasvasan anualmente alrededor de 18 hm<sup>3</sup>.

### Trasvase Altzania-Oria

Este trasvase inició su funcionamiento en el año 1927 y trasvasa agua desde la toma en el río Altzania – Manantial Anarri (DH del Ebro) al río Oria, en concreto a la central de Aldaola para la producción de energía a través de una conducción de unos 1000 m. Anualmente se trasvasan alrededor de 1,26 hm<sup>3</sup>.

A continuación, se muestra la evolución de los volúmenes totales trasvasados en los últimos 5 años hidrológicos.

**Tabla 34.** Evolución de los volúmenes de agua trasvasados en la demarcación.

Trasvase	Volumen 2015-2016 (hm <sup>3</sup> /año)	Volumen 2016- 2017 (hm <sup>3</sup> /año)	Volumen 2017-2018 (hm <sup>3</sup> /año)	Volumen 2018-2019 (hm <sup>3</sup> /año)	Volumen 2019-2020 (hm <sup>3</sup> /año)
Total	173,71	131,32	263,25	152,31	178,04

## 5. RECURSOS HÍDRICOS DISPONIBLES EN LA DEMARCACIÓN

En este apartado se trata de sintetizar los recursos hídricos totales disponibles en la DH del Cantábrico Oriental. Estos recursos están determinados, por un lado, por los recursos hídricos convencionales disponibles, de los totales en el ámbito, los no convencionales y los recursos hídricos externos procedentes de transferencias intercuenas. Así, los recursos internos disponibles en cada cuenca, convencionales y no convencionales, junto con las transferencias, configuran la oferta de recursos disponibles totales de la demarcación.

Así mismo, cabe hablar de un recurso potencial, que podría definirse como la parte del recurso natural que constituye un potencial de oferta una vez que se han tenido en cuenta las posibles restricciones exteriores. Estas restricciones son fundamentalmente de carácter ambiental.

Tal y como se contempla en el artículo 26 del Plan Hidrológico Nacional, la contabilidad de los recursos potenciales se obtiene tras reservar con carácter previo los caudales ecológicos. Estos caudales tienen como objetivo la protección, en determinados territorios y periodos de tiempo, de las funciones naturales del agua (ecosistemas acuáticos, fundamentalmente) mediante la preservación de flujos, de velocidades, de niveles, de volúmenes, o de sus características físico-químicas.

Los caudales ecológicos no son un uso más, sino una restricción externa y previa que opera sobre los recursos hídricos naturales para configurar el recurso potencial. Es importante comprender, por tanto, que solo cabe hablar de oferta o disponibilidad de recursos tras haber satisfecho -entre otras- estas restricciones ambientales, y sólo en la medida en que la utilización del agua no distorsione sensiblemente su función ambiental (biológica, climática, ...) podrá aceptarse su carácter de bien económico-productivo al servicio del bienestar y del desarrollo.

Además de estas restricciones exteriores que determinan el recurso potencial, existen ciertas limitaciones de carácter técnico que pueden reducir el aprovechamiento de las aguas del medio natural o potencial, cuestión que depende fundamentalmente de las características del recurso y del nivel tecnológico del sistema de utilización. Así, por ejemplo, los recursos de agua subterránea de un acuífero pueden ser potencialmente aprovechables, pero estarán realmente disponibles en función de la tecnología de perforación y bombeo existente en cada momento.

Con todo esto, los **recursos hídricos de origen interno** en la DH del Cantábrico Oriental ascienden a **4.688 hm<sup>3</sup>/año** para el periodo 1980/81-2017/18, de los cuales alrededor de 3,2 provienen de la reutilización de aguas residuales.

Los **recursos hídricos disponibles**, de origen interno, en el ámbito del presente Plan, descontando la restricción medioambiental por **caudales ecológicos de 696 hm<sup>3</sup>/año**, ascienden a **3.989 hm<sup>3</sup>/año**.

Y finalmente, los **recursos hídricos externos** procedentes de transferencias oscilan **entre 130-260 hm<sup>3</sup>/año** y se reparten según el apartado 4.1.

## 6. EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La Instrucción de Planificación Hidrológica establece que, en el análisis del horizonte temporal a largo plazo, correspondiente en los próximos planes al año 2039, debe de tenerse en cuenta el posible efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos naturales de la demarcación hidrográfica.

En los últimos años, la evaluación de la incidencia del cambio climático sobre los recursos hídricos ha sido actualizada a nivel estatal por la Oficina Española de Cambio Climático, mediante encomienda al CEDEX. Los trabajos desarrollados ([Evaluación del Impacto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y Sequías en España](#)) utilizan proyecciones climáticas resultado de simular nuevos modelos climáticos de circulación general (MCG) y nuevos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), usados para elaborar el 5º Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) del año 2013.

Los RCP (*Representative Concentration Pathways*) son los nuevos escenarios de emisión GEI y se refieren exclusivamente a la estimación de emisiones y forzamiento radiactivo y pueden contemplar los efectos de las políticas orientadas a limitar el cambio climático del siglo XXI. Los escenarios de emisión analizados en este informe son el RCP8.5 (el más negativo de los RCP definidos, ya que implica los niveles más altos de CO2 equivalente en la atmósfera para el siglo XXI) y el RCP4.5 (el más moderado, y que a priori presentará un menor impacto sobre el ciclo hidrológico).

El estudio evalúa el impacto en 12 proyecciones climáticas regionalizadas para España (6 en el escenario RCP4.5 y 6 en el RCP8.5) y en 3 periodos futuros de 30 años, con respecto al periodo de control (PC) 1961-2000 (octubre de 1961 a septiembre de 2000). Los tres periodos de impacto (PI) son los siguientes:

- PI1: 2010-2040 (octubre de 2010 a septiembre de 2040).
- PI2: 2040-2070 (octubre de 2040 a septiembre de 2070).
- PI3: 2070-2100 (octubre de 2070 a septiembre de 2100).

Los cambios en la escorrentía anual estimada para la Demarcación del Cantábrico Oriental durante el periodo 2010-2100 revelan una tendencia decreciente según todas las proyecciones y en ambos RCP, tal y como se aprecia en la siguiente figura.

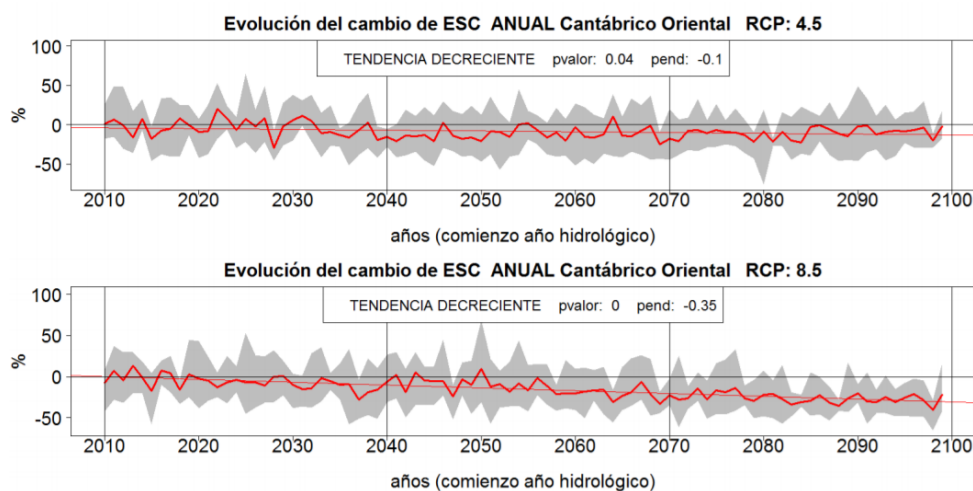


Figura 45. Tendencia del  $\Delta$  (%) escorrentía del año 2010 al 2099 para los RCP 4.5 (arriba) y 8.5 (abajo) en la DH del Cantábrico Oriental. Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (2017).

Se observa una gran disparidad de resultados según las proyecciones (patente por la anchura de la banda de cambios según las diferentes proyecciones), síntoma de incertidumbre de los resultados, si bien su conjunto apunta a una reducción de la escorrentía, que se acentúa en el RCP8.5 y conforme avanza el siglo XXI, tal y como se observa en la tabla siguiente.

**Tabla 35.** Cambio (%) de escorrentía en la DH del Cantábrico Oriental en cada PI según cada proyección.

Δ anual (%) Esorrentía. Cambio sobre el periodo de control 1961/2000			RCP 4.5 (emisiones CO <sub>2</sub> moderadas)			RCP 8.5 (emisiones CO <sub>2</sub> altas)		
			Mx	Med	Mn	Mx	Med	Mn
Cantábrico Oriental	Periodos de impacto	2010-2040	5	-3	-10	-1	-7	-12
		2040-2070	-7	-12	-18	-6	-13	-21
		2070-2100	-5	-10	-17	-15	-26	-38

De forma resumida, las reducciones de escorrentía previstas en la Demarcación del Cantábrico Oriental para los RCP 4.5 y 8.5 son, respectivamente, del 3% y 7% para 2010-2040, del 12% y 13% para 2040-2070 y del 10% y 26% para 2070-2100, todo ello respecto del periodo de control 1961-2000.

En los Planes Hidrológicos desarrollados se han venido considerando diversos escenarios de reducción de las aportaciones naturales en la cuenca debido al cambio climático. Los planes del primer (2009-2015) y segundo ciclo (2015-2021) de planificación hidrológica aplican los porcentajes de reducción para el cálculo de los recursos disponibles en 2027 y 2033. Estos porcentajes fueron del 2% y del 11%, respectivamente.

Para este ciclo de planificación, el CEDEX, por encargo de la Dirección General del Agua (DGA) ha procedido a obtener unos porcentajes de cambio para el horizonte 2039 desagregados temporal y espacialmente, obteniendo para cada punto de la red hidrográfica la reducción de las aportaciones. El escenario considerado es el RCP8.5, que es la horquilla más plausible de escenarios disponibles en la actualidad. Para la DH del Cantábrico Oriental se concluye que la reducción de la aportación prevista para el año 2039, respecto al periodo 1980/81-2017/18, es del 5,3% en un escenario medio, y del 12,1% en un escenario pesimista.

La evaluación de la incidencia del cambio climático sobre los recursos hídricos también ha sido analizada a escala más local en el ámbito de la demarcación. Tal es el caso de los estudios realizados en la Comunidad Autónoma del País Vasco a través de proyectos de la convocatoria de subvenciones KLIMATEK del Gobierno Vasco.

Por un lado, en el proyecto denominado “Elaboración de escenarios regionales de cambio climático de alta resolución sobre el País Vasco”, elaborado por Neiker e Ihobe en 2017 se ha desarrollado:

- Un atlas climático (datos diarios del periodo 1971-2015) de alta resolución espacial (1km x 1km) de variables básicas (precipitación, temperaturas medias, temperatura máxima y temperatura mínima).
- Proyecciones climáticas para el siglo XXI (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100), de alta resolución espacial (1km x 1km) generados para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5, a partir de simulaciones realizadas con RCMs (Regional Climate Models) en el marco del proyecto Euro-CORDEX.

Este estudio estima un descenso de la precipitación anual de en torno a un 15% para finales de siglo, mientras que en el caso de las temperaturas el aumento oscilaría, dependiendo del escenario y

modelo, entre los 1,5°C y los 5°C. El aumento de las temperaturas llevaría asociado un aumento de la  $ET_0$ .

Por otro lado, en el estudio llamado “*Vulnerabilidad hídrica: de las tendencias del pasado reciente a las del futuro*”, elaborado por la Universidad del País Vasco e Ihobe en 2017, se analizan las tendencias observadas en las series de caudales circulantes por 117 estaciones de aforos de la Comunidad Autónoma de Euskadi y zonas limítrofes. En todas ellas se identifican las tendencias temporales, a diferentes escalas, poniendo especial énfasis en las tendencias espaciales, agrupando las estaciones por zonas con objeto de analizar posibles tendencias regionales subyacentes. Los resultados parecen converger hacia una disminución de los caudales medios y bajos.

Las conclusiones de ambos estudios realizados en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Euskadi son congruentes con las obtenidas en los mencionados estudios del CEDEX.

En conclusión, en la elaboración del presente Plan Hidrológico se ha considerado **una reducción de las aportaciones previstas para el horizonte 2039 del 5,3% en un escenario medio, y del 12,1% en un escenario pesimista, respecto a las aportaciones del periodo 1980/81-2017/18**. Esta reducción implicaría la siguiente reducción de recursos hídricos en el ámbito de la DH del Cantábrico Oriental:

**Tabla 36.** Estimación de la reducción de recursos por cambio climático en la DH del Cantábrico Oriental.

Serie temporal	Aportación total media en régimen natural ( $hm^3/año$ )
1980/81-2017/18	4.685
Escenario medio (RCP 8.5)	4.437
Escenario pesimista (RCP 8.5)	4.118

Recientemente el CEDEX ha evaluado el posible efecto del cambio climático en la recarga subterránea de las masas de agua, proporcionando porcentajes de cambio anual de la recarga subterránea para el horizonte 2039, según los escenarios de emisiones RCP 4.5 y RCP 8.5 y respecto al periodo 1961-2000. Para la DH del Cantábrico Oriental se concluye que la reducción de la recarga subterránea prevista para el año 2039 es de, aproximadamente, 7% en el escenario RCP 4.5 y del 9% en el escenario RCP 8.5.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos tienen una alta incertidumbre, debido a que a la incertidumbre inherente a los modelos climáticos hay que añadir la dificultad de simular los procesos del ciclo subterráneo por modelos hidrológicos sencillos.