

## ANEXO 1. CAUDALES, VOLÚMENES Y COEFICIENTES DE APORTACIÓN

---



Junto a la información necesaria para caracterizar cada presión, también es necesario contar con información relativa a caudales en ríos y volúmenes de lagos y embalses, junto a datos de escorrentía (aportación) que permitan el análisis numérico de éstas.

### (A) CAUDALES EN RÍOS

Tras consultar la disponibilidad de datos de caudal por masa de agua con la Oficina de Planificación Hidrológica se consigue recopilar información para los siguientes tipos de caudales.

- **Caudal en régimen natural:** Corresponden al caudal circulante por la masa de agua sin tener en cuenta la alteración del régimen hidrológico provocada por la presencia de presas y azudes en la cuenca. Se tiene dato para todas las masas de agua fluviales. Caudales medios mensuales del periodo 86/87 - 05/06 obtenidos con el modelo conceptual y cuasi-distribuido SIMPA v2 (Sistema Integrado para la Modelación del proceso Precipitación Aportación) de precipitación-aportación, actualizado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, y que han sido empleados en el Anejo II "*Inventario de Recursos Hídricos*" de la Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro 2010-2015.

El caudal de estiaje se obtiene a partir del caudal en régimen natural en los meses de estiaje, de julio a septiembre.

- **Caudal en régimen alterado o real:** Caudal real circulante por el río, puesto que la mayor parte de masas de agua se encuentran alteradas hidrológicamente debido a la presencia de presas, azudes y extracciones. Los datos recopilados son los caudales medios mensuales procedentes de estaciones de aforos modelizados con el programa IAHRIS (Índices de Alteración Hidrológica en Ríos) en el periodo 86/87 - 05/06 (serie de datos coetáneos con SIMPA). Únicamente hay dato para 134 masas de agua fluviales (tras trabajar la info) ya que son aquellas MAS para las que hay estación de aforo. Pese a esto se valora interesante recopilar también esta información. Ha sido necesario trabajar la información masa por masa hasta obtener un caudal promedio mensual puesto que la información recopilada distingue entre distintos caudales en función de si los años han sido húmedos, normales o secos. Trabajo realizado para el Ministerio de Medio Ambiente a través de la UTE formada por Intecsa-Inarsa e Interlab, "*Consultoría y asistencia para la realización de las tareas necesarias para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos y las de las necesidades ecológicas de agua de las*

*masas de agua superficiales continentales y de transición de la parte española de la demarcación hidrográfica del Ebro, y de las demarcaciones hidrográficas del Segura y del Júcar". Enero de 2011. MARM. Referencia 3779A en el archivo de la OPH.*

- **Caudal de mantenimiento:** Se trata del régimen de caudales desarrollados por la OPH para completar la propuesta de caudales ecológicos desarrollados como orientación provisional para usos futuros y a falta de realizar nuevos estudios de simulación de hábitat en otros puntos de la red fluvial. Se realiza una propuesta de extrapolación del régimen de caudales ecológicos de las estaciones de aforo. Se tiene dato para todas las masas de agua fluviales. Caudales medios mensuales incluidos en el Apéndice 8 "*Propuesta de continuidad del caudal ecológico en toda la red del Ebro*" del Anejo V "*Estudios previos para la aproximación técnica a los caudales ecológicos de la cuenca del Ebro*" de la Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro 2010-2015.

En los tres casos al tratarse de caudales medios mensuales se decide hacer el promedio para obtener el caudal medio anual, puesto que para el análisis IMPRESS numérico se emplea un solo dato de caudal por masa de agua.

La principal complejidad encontrada es disponer de datos de caudal en todas las masas de agua. Se han eliminado algunos datos de caudal tras revisarlos con la Oficina de Planificación Hidrológica, por existir una gran diferencia no justificada entre el caudal en régimen natural y el caudal en régimen alterado.

### **(B) VOLUMEN DE LAGO**

Tratando de identificar la mejor fuente de información para el volumen de lagos finalmente se ha decidido emplear los datos medidos en lagos en los muestreos realizados entre 2007 y 2013. Corresponden por tanto a volúmenes reales existentes en el momento del muestreo. Al realizarse los muestreos en verano corresponden a la época del año más desfavorable.

Se cuenta con información para 39 lagos de la cuenca.

### **(C) VOLUMEN DE EMBALSE**

Esta información se ha solicitado del SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica) ya que los embalses cuentan con estaciones de aforo que miden en continuo el volumen

almacenado en los embalses. El periodo seleccionado va de enero de 2003 a diciembre de 2013. Desde el SAIH nos indican que los años representativos donde ha habido episodios extremos son 2002/03 a 2012/13 con años secos y húmedos en todos los sistemas, por lo que se trataría de un periodo representativo.

Se cuenta con dato para 51 embalses de la cuenca.

#### **(D) ESCORRENTÍA**

La escorrentía es la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir, la altura en milímetros de agua de lluvia escurrida y extendida dependiendo de la pendiente del terreno. Normalmente se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real y la infiltración del sistema suelo-cobertura vegetal. Según la teoría de Horton se forma cuando las precipitaciones superan la capacidad de infiltración del suelo. Esto sólo es aplicable en suelos de zonas áridas y de precipitaciones torrenciales. Esta deficiencia se corrige con la teoría de la saturación, aplicable a suelos de zonas de pluviosidad elevada y constante. Según dicha teoría, la escorrentía se formará cuando los compartimentos del suelo estén saturados de agua.

La proporción de agua que sigue cada uno de estos caminos depende de factores como el clima, el tipo de roca o la pendiente del terreno. De modo similar, en lugares en los que hay abundantes materiales sueltos o muy porosos, es muy alto el porcentaje de agua que se infiltra.

La escorrentía superficial está formada por la precipitación que alimenta los cursos superficiales. Se trata del agua que alcanza la red de drenaje y se desplaza sobre la superficie del terreno bajo la acción de la gravedad. Es el único término del balance hidrológico de una cuenca que se puede medir en su conjunto con precisión.

Por tanto, se considera que la escorrentía total (ET) está formada por:

$$ET = ES + EH + PS + PD$$

- Escorrentía superficial (ES): fracción de la precipitación que no se infiltra y discurre libremente sobre la superficie del terreno hasta alcanzar los cursos de agua superficiales.
- Escorrentía hipodérmica (EH): parte del agua infiltrada puede quedar a escasa profundidad y volver a la superficie alcanzando el curso de agua.
- Escorrentía subterránea (PS): parte del agua que se infiltra y alcanza la zona saturada y que eventualmente puede llegar a un curso de agua superficial.

- Precipitación directa (PD): precipitación que cae directamente sobre la superficie de agua libre del cauce.
- La distribución espacial de la escorrentía total anual (mm/año) para el periodo 1980/81-2005/06 se muestra en el siguiente mapa. Esta información se ha extraído del anejo II – Inventario de recursos hídricos de la Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro 2010-2015, obtenidas a su vez a partir de los valores mensuales del modelo de simulación SIMPA (Sistema Integrado para la Modelización del proceso Precipitación-Aportación) que reproduce los procesos esenciales de transporte de agua que tienen lugar en las diferentes fases del ciclo hidrológico.

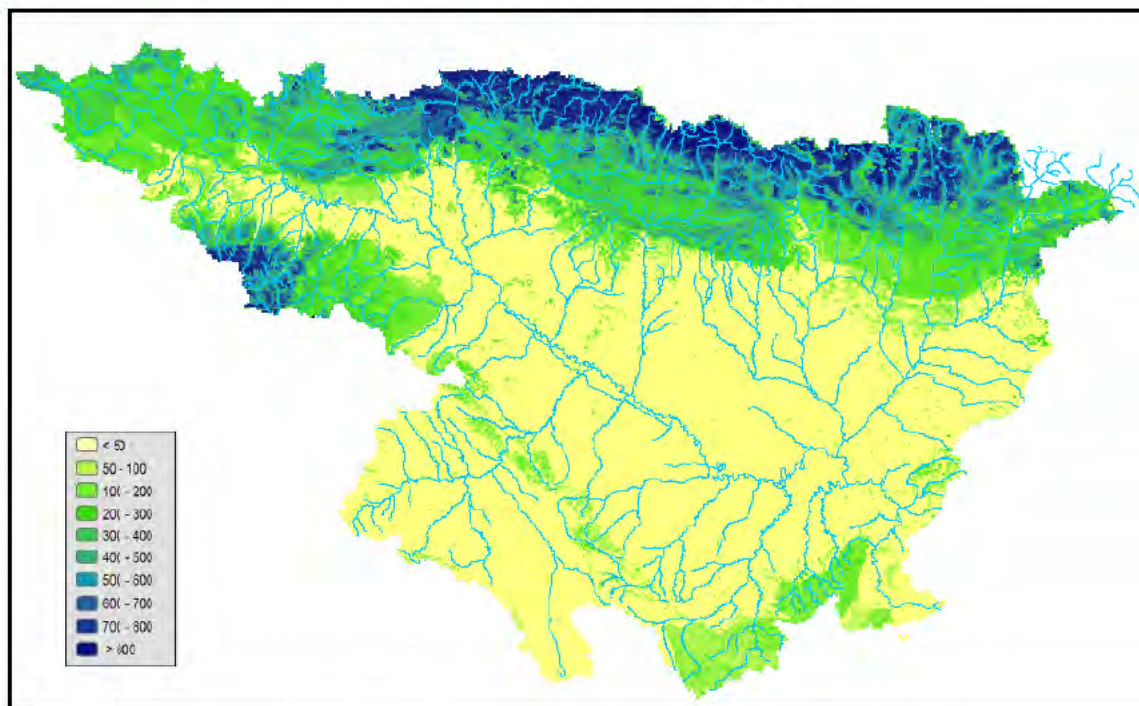


Figura 49. Mapa de escorrentía

Este parámetro es importante a la hora de hacer cálculos numéricos en las presiones difusas ya que estas presiones pueden ocasionar un importante deterioro al introducirse los contaminantes por vía indirecta mediante el lavado de contaminantes a través del suelo. Mayores flujos de agua desde la cuenca drenada a los sistemas fluviales implican mayor flujo de materiales disueltos y particulados.