



RECOPILOACIÓN DE INFORMACIÓN BÁSICA

**ESTUDIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS,
GENERADORES Y TASAS DE CAMBIO DE LA DEMARCACIÓN DEL EBRO**

Rafael Minaya González

NTT DATA

18 DE MAYO DE 2023

ÍNDICE

1. Planteamiento de la recopilación
2. ¿Que se ha analizado?
3. Información internacional
4. Guía europea
5. Planes hidrológicos españoles
6. Instrucción de Planificación (IPH)
7. Borrador de la Guía para la determinación del régimen de caudales ecológicos
8. Trabajos relevantes en la Demarcación del Ebro
9. Ideas generales



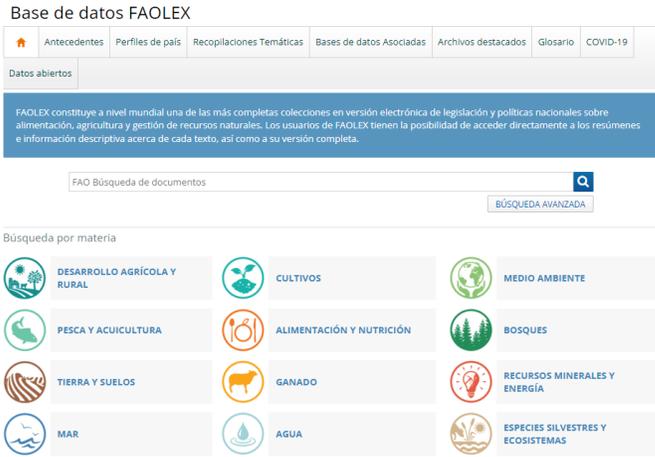


- Según las directrices del trabajo (PPT) la búsqueda de la información se centrará exclusivamente en los caudales máximos, generadores y tasas de cambio.
- Existen numerosas metodologías de determinación de caudales, por ello se opta por recopilar principalmente los aspectos normativos para centrarse en planteamientos plausibles.
- Recopilar otra información relevante.

2. ¿QUÉ SE HA ANALIZADO?

- Aspectos normativos internacionales referentes a caudales ecológicos
- Guía europea de caudales ecológicos
- Planes hidrológicos españoles
- Instrucción de Planificación Hidrológica
- Borrador de la guía para la implantación de caudales ecológicos
- Trabajos relevantes con esta temática en la cuenca del Ebro

3. RECOPILOCIÓN INTERNACIONAL



- Se ha realizado a partir de las páginas oficiales de diferentes países, así como de la base de datos FAOLEX, de la FAO.
- Los países analizados han sido:
 - **Europa:** Francia, Portugal, Reino Unido, Irlanda, Alemania, Austria y Noruega.
 - **Otros países del mundo:** Australia, Sudáfrica, Estados Unidos, Argentina, Chile, Perú y Colombia.

- Como resumen, se puede indicar que, en la mayoría de países consultados, no se ha observado que dispongan de normativa referente a caudales máximos o generadores, limitándose a los caudales mínimos o la extracción de agua.
- Destacan Portugal, Australia o Colombia:
 - **Portugal:** Guía Metodológica para la Definición de los Regímenes de Caudales Ecológicos de las Infraestructuras Hidráulicas en Portugal Continental. APA 2018
 - **Australia:** Directrices del caudal ambiental de los recursos hídricos (No. 2). Ministerio Medioambiente y Patrimonio 2019
 - **Colombia:** Metodología para la estimación de caudales ambientales en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2019

4. GUÍA EUROPEA

- Documento de Orientación Nº 31 “Caudales ecológicos en la aplicación de la Directiva Marco del Agua”. Grupo de trabajo de caudales ecológicos de la CIS (Estrategia Común de Implantación de la DMA), aprobado en noviembre de 2014.
- El objetivo de esta guía es *“estimular una adopción común de los caudales ecológicos, con el fin de apoyar la consecución de los objetivos medioambientales de la Directiva Marco del Agua (DMA).”*
- En la guía se indica que *“Este documento no ofrece un protocolo completo para la aplicación de los caudales ecológicos en las masas de agua, ni pretende conducir a una aplicación uniforme de los caudales ecológicos”*.
- Destaca la necesidad de determinar el régimen de crecidas ya que *“el régimen de crecidas desempeña un papel fundamental en la estructura y el funcionamiento del ecosistema acuático (TNC, 2011a).*
- Tras revisión de la legislación y metodologías desarrolladas por los estados miembros indica que *las “metodologías no suelen tener en cuenta todos los componente del caudal, más allá del caudal mínimo. “*
- Conclusión: la **guía europea** presenta un carácter genérico, **no es un protocolo de aplicación**, ni pretende que en toda Europa se aplique una metodología uniforme para el cálculo de los caudales ecológicos.



5. PLANES HIDROLÓGICOS ESPAÑOLES (Aspectos generales)



- Se ha recopilado información, tanto para las Demarcaciones intercomunitarias como para las intracomunitarias, la Normativa, incluidos sus Apéndices, y la Memoria y Anejo de caudales ecológicos de todos los Planes Hidrológicos para el tercer ciclo de planificación.
- La Normativa de las Demarcaciones intercomunitarias, se encuentra dispuesta a través del **Real Decreto 35/2023**, de 24 de enero.
- Respecto a las Demarcaciones intracomunitarias tan solo han sido aprobados los Planes Hidrológicos de Galicia-Costa e Islas Baleares (Reales Decretos 48/2023 y 49/2023, respectivamente).
- La información referente a los Anejos de caudales ecológicos y Memoria de Planes hidrológicos del tercer ciclo se ha obtenido de la página web ([PPHH tercer ciclo](#)) dispuesta por el MITECO.

5. PLANES HIDROLÓGICOS ESPAÑOLES (Normativas I)

Tipo	Demarcación	ARTICULADO			APÉNDICES			Nº MASAS DE AGUA		
		Qmax	Qgen	Tasas de cambio	Qmax	Qgen	Tasas de cambio	Qmax	Qgen	Tasas de cambio
Inter	Cantábrico Oriental	Sí	No	No	4.4	No	No	3	0	0
Inter	Cantábrico Occidental	Sí	No	No	4.3	No	No	5	0	0
Inter	Miño-Sil	Sí	Sí	Sí	5.6.	5.2.	5.3 (generadores) 5.4.(situaciones ordinarias)	280	280	280
Inter	Duero	Sí	Sí	Sí	5.3.	5.4.	5.4. (generadores)	14	20	20
Inter	Tajo	Sí	Sí	Sí	5.4.	5.3.	5.5.(máximos) 5.4 (generadores)	17	15	17
Inter	Guadiana	Sí	Sí	Sí	6.4.	6.6.	6.5. (máximos) 6.6. (generadores)	31	32	44 (máximos) 32 (generadores)
Inter	Guadalquivir	Sí	No	No	6.1.2.	No	No	14	0	0
Inter	Segura	Sí	Sí	Sí	6.1.3	6.1.4	6.1.5.	21	7	5
Inter	Júcar	Sí	Sí	Sí	5.3. y 5.5.	5.4.	5.3. y 5.5.	52	7	59
Inter	Ebro	Sí	Sí	Sí	6.5.1.	6.5.3.	6.5.2.	11	11	11
Inter	Ceuta	No	No	No	No	No	No	0	0	0
Inter	Melilla	No	No	No	No	No	No	0	0	0
Intra	Islas Baleares	No	No	No	No	No	No	0	0	0
Intra	Galicia Costa	Sí	Sí	Sí	8.3	8.3	8.3	20	24	11 (máximos CH) 24 (qgen)
Intra	<i>Cuencas Mediterráneas Andaluzas</i>	Sí	Sí	Sí	6.2	6.3	6.3	8	9	9 (generadores)
Intra	<i>Guadalete y Barbate</i>	Sí	Sí	Sí	6.2	6.3	6.3	7	7	7 (máximos)
Intra	<i>Tinto, Odiel y Piedras</i>	Sí	Sí	Sí	6.2	6.3	6.3	3	3	4 (máximos)
Intra	Distrito cuenca fluvial de Cataluña	No	Sí	Sí	No	1.4.2	1.4.2.	0	11	Disponen fórmula de cálculo
Intra	Islas Canarias (7)	No	No	No	No	No	No	0	0	No

5. PLANES HIDROLÓGICOS ESPAÑOLES (Valores de los Apéndices)

Tipo	Demarcación	Nº Masas		Caudal máximo (m ³ /s)			Magnitud Caudal generador (m ³ /s)		
		Qmax	Qgen	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo	Media
Inter	Cant. Oriental	3	0	26,0	1,8	10,2	s/d	s/d	s/d
Inter	Cant. Occidental	5	0	220,0	8,0	83,2	s/d	s/d	s/d
Inter	Miño-Sil	280	280	1.486,6	0,02	31,9	3.635,0	0,2	151,5
Inter	Duero	14	20	35,0	3,2	11,5	373,0	7,0	113,7
Inter	Tajo	17	15	411,1	3,8	67,7	682,9	15,8	177,0
Inter	Guadiana	31	32	526,5	0,1	25,9	119,1	0,1	10,9
Inter	Guadalquivir	14	0	84,4	1,7	27,5	s/d	s/d	s/d
Inter	Segura	21	7	60,0	1,6	17,9	54,3	6,3	25,4
Inter	Júcar	52	7	90,6	0,1	15,1	74,0	17,0	48,3
Inter	Ebro	11	11	1.900,0	5,0	248,0	1.200,0	1,0	138,4
Intra	Galicia Costa	20	24	182,3	0,2	16,5	453,8	1,0	94,0
Intra	<i>Cuencas Mediterráneas Andaluzas</i>	8	9	15,5	0,9	6,3	82,3	8,6	36,3
Intra	<i>Guadalete y Barbate</i>	7	7	49,1	0,4	14,1	136,2	6,8	71,6
Intra	<i>Tinto, Odiel y Piedras</i>	3	3	11,6	1,2	6,1	45,9	42,1	44,2
Intra	Distrito cuenca fluvial de Cataluña	0	11	s/d	s/d	s/d	74,3	0,8	21,3

5. PLANES HIDROLÓGICOS ESPAÑOLES (Metodología. Aspectos generales)

En prácticamente todas las Demarcaciones se han calculado los caudales máximos, generadores y tasas de cambio atendiendo al articulado de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH) (artículos 3.4.1.4.2., 3.4.1.4.3 y 3.4.1.4.4).

CAUDALES MÁXIMOS

- Se han empleado métodos hidrológicos verificados mediante el uso de modelos hidrobiológicos.
- Para las caracterizaciones hidrológicas se emplean series de una longitud de al menos 20 años.
- Normalmente se calculó el percentil 90 con los datos mensuales de los años húmedos.
- En aquellas masas de agua que disponen de estudios hidrobiológicos se ha evaluado una adecuada existencia de refugio para los estadios o especies más sensibles, así como el mantenimiento de la conectividad longitudinal del tramo.
- Para la estimación del refugio, se emplean los criterios de velocidades máximas limitantes propuestas en la IPH.
- La distribución de caudales máximos normalmente se realiza para dos periodos hidrológicos homogéneos y representativos, correspondientes al periodo húmedo y seco del año, según dispone la IPH, aunque algunas demarcaciones presentan valores mensuales.

CAUDALES GENERADORES

- Magnitud del caudal generador se ajusta la ley de frecuencia de la serie de caudales máximos anuales a una función de distribución tipo Gumbel. Existen excepciones media móvil máxima de 30 días (ej. Guadiana).
- Frecuencia (periodicidad de los eventos generadores) se emplea normalmente la regionalización dispuesta por el CEDEX en la que asigna un coeficiente de variación (Cv) según la zona estudiada.
- Duración : Normalmente asociada a las tasas de cambio.
- **Tasas de cambio:** Normalmente por el método estricto de la IPH. El Distrito de Cuenca fluvial de Cataluña dispone de un método propio para el cálculo de las tasas de cambio. El Duero empleó el método del Caudal básico de Mantenimiento o de Palau (QBM).

5. PLANES HIDROLÓGICOS ESPAÑOLES (Disposiciones RD 35/2023)

Deben destacarse una serie de disposiciones generales que se recogen en el Real Decreto 35/2023 (demarcaciones intercomunitarias) directamente relacionadas con los caudales ecológicos:

- **Disposición adicional quinta** *“Cumplimiento de caudales ecológicos ante estados de emergencia o reposición del sistema eléctrico”*
- **Disposición adicional sexta:** *“Liberación artificial de la componente de caudales ecológicos: régimen de crecidas”* : dispone básicamente que:
 - ❖ *esta liberación se realizará se realizará en el año hidrológico en que corresponda **una vez transcurrido el periodo de retorno indicado en su definición**, contado en años desde la anterior avenida de dimensión igual o superior a la requerida*
 - ❖ *Esta liberación se realizará en el momento que indique la **Comisión de Desembalse** buscando ocasionar los menores perjuicios socioeconómicos y las menores pérdidas de garantía y disponibilidad de agua.*
- **Disposición transitoria única** *“Adaptación de órganos de desagüe”*
- **Disposición final tercera:** *“Actualización de la instrucción de planificación hidrológica”*

6. INSTRUCCIÓN DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA (IPH)

IPH: ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica

- Norma española donde se detallan lo que son los caudales ecológicos y cómo calcularlos
- En ella: Se definen los caudales máximos, generadores y tasas de cambio (no solo caudales mínimos)

LOS ASPECTOS QUE RECOGE SE DESARROLLAN EN LA SIGUIENTE PONENCIA, como notas orientativas se puede indicar los siguiente:

CAUDALES MÁXIMOS

- Se definirán para al menos 2 periodos hidrológico (húmedo y seco).
- Se analizarán los percentiles de excedencia de una serie representativa en **régimen natural** (al menos 20 años).
- Se recomienda no utilizar percentiles superiores al 90%.
- El régimen será verificado mediante el uso de modelos hidráulicos asociados a modelos de hábitat que verifiquen refugio y conectividad.

TASAS DE CAMBIO

- Su estimación se realizará a partir del análisis de las avenidas ordinarias de una serie hidrológica representativa de caudales medios **diarios** de, al menos, 20 años de duración.
- En determinados casos particulares será necesario considerar otra escala temporal que permita limitar la tasa de cambio a **nivel horario**.

REGIMEN DE CRECIDAS

- Su caracterización se realizará en aquellos tramos situados aguas abajo de importantes infraestructuras de regulación
- La crecida asociada al caudal generador será asociada al caudal de sección llena del cauce (lo que define su magnitud)
- Deberá definirse incluyendo su magnitud, frecuencia, duración, estacionalidad y tasa máxima de cambio, tanto en ascenso como en descenso

7. GUÍA DETERMINACIÓN REGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS (I)

Dentro de la recopilación de información se ha tenido en cuenta el Borrador de la Guía para la determinación del régimen de caudales ecológicos (no publicada) que, en 2008, sirvió de apoyo en la implantación de lo dispuesto en la IPH .

LOS ASPECTOS QUE RECOGE SE DESARROLLAN EN LA SIGUIENTE PONENCIA, como notas orientativas se puede indicar los siguiente:

CAUDALES MÁXIMOS: El régimen de caudales máximos deberá ser cuantificado mediante el uso de modelos hidráulicos asociados a modelos de hábitat

- **Evaluación de la afección por velocidad críticas:** En la definición de las velocidades optimas se deberá recurrir a la recopilación de información científica específica para las especies objetivo seleccionadas en el tramo, a su generación específica por consulta a expertos, o bien recurrir al análisis de envolventes de curvas de preferencia. En caso de carecer de información deberá recurrirse a los umbrales de velocidades críticas definidas en la Instrucción de Planificación.
- Se deberá asegurar que al menos se mantenga un 50% de la superficie mojada del tramo como refugio
- Cuando el refugio sea inferior al 70% de la superficie será necesario analizar las condiciones de conectividad y la capacidad de refugio del tramo

7. GUÍA DETERMINACIÓN REGIMEN DE CAUDALES ECOLÓGICOS (II)

LOS ASPECTOS QUE RECOGE SE DESARROLLAN EN LA SIGUIENTE PONENCIA, como notas orientativas se puede indicar los siguiente:

CAUDALES GENERADORES:

- La definición de las características del caudal generador deberá realizarse teniendo en cuenta los aspectos fundamentales de una crecida. Entre estos elementos, cabe citar la magnitud, frecuencia, duración, época y tasa máxima de cambio.
- El caudal generador se puede aproximar al caudal de sección llena o nivel de bankfull o en su defecto por la Máxima Crecida Ordinaria (M.C.O).
- Para la determinación del M.C.O pueden seguirse dos procesos:
 - Cálculo de estadísticos a partir de datos muestrales
 - Cálculo de estadísticas a partir de leyes de frecuencia
- Respecto a las tasas de cambio indica que es necesario fijarlas para amortiguar los cambios en el régimen de caudales.
- Solo se menciona la tasa de cambio desarrollada por la ACA

8. TRABAJOS RELEVANTES EN LA DEMARCACIÓN DEL EBRO

Entre la información relacionada con caudales máximos, generadores y tasas de cambio en la Confederación Hidrográfica del Ebro destacan los siguientes trabajos:

1. Propuesta de caudales generadores y de conectividad para la presa de Itoiz (CHE 2016)
2. Campaña de muestreo de sedimentos en suspensión en el curso bajo del río Ebro durante la avenida controlada del 5 de mayo de 2022 (Nota técnica CEDEX 2022)
3. Diseño de crecidas de mantenimiento: aplicación en el río Cinca (CHE 2019)
4. Propuesta gestión de los desembalses desde la presa de Ciurana (ACA 2023)
5. Plan Sectorial de caudales de mantenimiento de las cuencas internas de Cataluña. (ACA 2005)
6. Propuesta del régimen de caudales ambientales en el tramo final del río Ebro y validación biológica preliminar (ACA 2008)
7. Propuesta del régimen de caudales ambientales en las cuencas del Segre, Matarranya, Senia y afluentes del bajo Ebro tramo final del río Ebro y validación biológica (ACA 2008)
8. 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 (MMA-Intecsa Inarsa. 2013)

- Existe un amplio consenso sobre el papel que desempeña el régimen hidrológico en la estructura física de los ríos, que a su vez determina y sustenta la composición biótica, la producción y la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos.
- No solo se trata de considerar solo unos caudales mínimos, si no que, según determina la base del conocimiento actual, es necesario considerar todos los componentes de los caudales ecológicos, entre los que se encuentran el caudal máximo y el régimen de crecidas (magnitud, frecuencia, duración, temporalidad y tasa de cambio).
- En la revisión normativa realizada para distintos países se observa que, por norma general, se encuentran regulados los caudales mínimos.
- En España se ha realizado un avance significativo en el establecimiento de caudales máximos y generadores, junto con sus tasas de cambio, para este tercer ciclo de planificación (2022-2027)
- Se observa un incremento en la realización de estudios de seguimiento ambiental de los caudales generadores.
- Respecto al cálculo de los caudales máximos, generadores y tasas de cambio, prácticamente todas las Demarcaciones han atendido al articulado de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH).

MUCHAS GRACIAS