



TAREA 4: ESTRATEGIA Y PLAN DE TRABAJO

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

Índice

1. Introducción.....	1
1.1 Recopilación de información.....	1
1.2 Propuestas metodológicas del seminario técnico inicial.....	2
2. Estrategia general	3
2.1 FASE 1. Desarrollo de los estudios técnicos destinados a determinar los elementos del régimen de caudales ecológicos máximos, generadores y tasas de cambio.....	4
2.1.1 Metodología de cálculo de caudales máximos	4
2.1.2 Metodología Caudales generadores. Caracterización del régimen de crecidas.	7
2.1.3 Metodología Tasas de cambio.....	9
2.1.4 Recopilación y análisis de la información hidrológica.....	13
2.1.5 Realización de visitas de campo preliminares	16
2.1.6 Estudios de hábitat.....	19
2.1.7 Visitas de campo (sueltas controladas o crecidas).....	24
2.1.8 Redacción de una propuesta preliminar de caudales.....	25
2.2 FASE 2. Proceso de concertación con gestores	26
2.3 FASE 3. Revisión de la propuesta en base a la concertación.....	27
2.3.1 Revisión y propuesta final de caudales	27
2.3.2 Redacción y edición de la memoria final	27
2.3.3 Seminario final	27
2.4 Comunicación	27
3. Plan de trabajo y cronograma	28
3.1 Plan de trabajo	28
3.1.1 Recopilación y análisis de la información hidrológica.....	29
3.1.2 Realización de visitas de campo preliminares	29
3.1.3 Estudios de hábitat.....	29
3.1.4 Visitas de campo (sueltas controladas o crecidas).....	29
3.1.5 Redacción de una propuesta preliminar de caudales.....	29
3.1.6 Reuniones con gestores de infraestructuras	30
3.1.7 Elaboración de una propuesta final de caudales	30
3.1.8 Redacción y edición de la memoria final	30
3.1.9 Seminario final	30
3.1.10 Comunicación	30
3.2 Cronograma.....	31

1. Introducción

Entre las tareas a realizar en el marco del presente trabajo “Estudios para la determinación de caudales máximos, generadores y tasas de cambio de la Demarcación del Ebro”, se plantea la realización de una estrategia y un plan de trabajos específicos para la cuenca del Ebro.

En concreto, el Pliego de Prescripciones Técnicas que rige el contrato dispone lo siguiente:

“4) Redacción de una estrategia y un plan de bajo específicos para la cuenca del Ebro. Se redactará una estrategia que recoja las principales recomendaciones y conclusiones metodológicas del seminario técnico sobre caudales máximos, generadores y tasas de cambio que resulten adecuadas para las especificidades de la cuenca del Ebro, así como un plan de trabajo para su aplicación a sus masas de agua ríos y de transición asimilables a río. Esta estrategia contendrá y desarrollará con mayor detalle todo lo que se recoge en el plan de trabajo. En la estrategia se valorará específicamente si la propuesta se realizará para todas las masas de agua río y de transición asimilables a ríos o sólo para aquellas que se encuentren reguladas por una infraestructura hidráulica. La estrategia se publicará en la página web de la Confederación Hidrográfica del Ebro.”

Para determinar esta estrategia en el inicio del trabajo se han realizado una serie de tareas que persiguen la definición y ajuste de la metodología a emplear en ella. Así, en el comienzo del trabajo, se ha realizado una recopilación de información, tanto nacional como internacional, referente a estos componentes de los caudales ecológicos, que permita evaluar el estado y tendencias actuales en la determinación de estos componentes. También se ha realizado un seminario técnico donde se persigue un doble objetivo, en primer lugar, realizar un ejercicio de transparencia que permita el conocimiento a los usuarios de la puesta en marcha del estudio, y en segundo lugar, recibir sugerencias y/o aportaciones de los intervinientes, que serán tenidas en cuenta a la hora de establecer la estrategia.

1.1 Recopilación de información

Como ya se ha comentado el objeto de esta recopilación es tener una base sólida con la que plantear la metodología, para ello se ha recopilado la información considerada más relevante para los caudales máximos, generadores y tasas de cambio. Para huir de utopías y centrarse en planteamientos plausibles, se optó por recopilar principalmente los aspectos normativos para otras demarcaciones hidrográficas, tanto españolas como internacionales. Además, se recopilaron trabajos relacionados con esta temática en la cuenca del Ebro. En esta recopilación básica también se revisó la guía europea: *Documento de Orientación nº 31 “Caudales ecológicos en la aplicación de la Directiva Marco del Agua” (CIS, 2014)* y el borrador de la guía para la determinación del régimen de caudales ecológicos, elaborada como apoyo a la implementación de la IPH.

Entre toda la información recopilada se ha prestado especial atención a los Planes Hidrológicos para el tercer ciclo de planificación (2022-2027) realizados en España, ya que se considera una fuente básica para realizar el planteamiento metodológico en la cuenca del Ebro. Por su parte, en la revisión internacional no se observa, por norma general, normativa asociada a los caudales máximos o generadores, encontrándose regulados tan solo los caudales mínimos.

Entre los aspectos más relevantes obtenidos en la recopilación de la información de los Planes Hidrológicos españoles desde el punto de vista metodológico, se pueden indicar los siguientes:

- En el ámbito español se emplea la Instrucción de Planificación Hidrológica para el cálculo de los caudales máximos, generadores y tasas de cambio, con ligeras modificaciones entre las distintas Demarcaciones Hidrográficas.
- Generalmente, los caudales máximos, generadores y tasas de cambio se calculan para las infraestructuras hidráulicas significativas
- Para el cálculo de los caudales máximos se emplean hidrológicos verificados mediante el uso de modelos hidrobiológicos.

- En todos los casos para las caracterizaciones hidrológicas se emplean series de una longitud de al menos 20 años, procedentes del modelo SIMPA, excepto en el Júcar que se emplearon series procedentes del modelo Patricial 31.
- Normalmente se calculó el percentil 90 con los datos mensuales de los años húmedos, salvo alguna excepción que se empleó el percentil 90 de la serie de caudales medios máximos para cada mes (ejemplo: Segura y Cantábrico).
- 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, según dispone la IPH.
- Como norma general, para determinar la magnitud del caudal generador se ajusta la ley de frecuencia de la serie de caudales máximos anuales a una función de distribución estadística. Existen excepciones donde, tras analizar distintas metodologías, optan por el empleo de la media móvil máxima de 30 días (ej. Guadiana).
- Para el cálculo de la 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.
- La frecuencia del evento de caudales generadores, en algunos Planes se fija en una vez durante el ciclo de Planificación.
- La duración de la crecida depende directamente de las tasas de cambio, en la mayoría de la Demarcaciones se han calculado aplicado estrictamente el método de la IPH. Además, en menor medida, otros métodos: Método de la Agencia Catalana del Agua, Método de Galicia Costa (ambos basados en fórmulas matemáticas simples), Método del caudal básico de mantenimiento (empleado en Duero y basado en una fórmula logística).

1.2 Propuestas metodológicas del seminario técnico inicial

El seminario técnico inicial se realizó el dieciocho de mayo de 2023. Previamente a su realización se informó del evento mediante varias vías (correo electrónico a los interesados, web de la confederación del Ebro y redes sociales). También se envió a todos los inscritos la documentación técnica relacionada con la temática del seminario. En concreto, se envió la recopilación de información efectuada y la propuesta metodológica para el cálculo de caudales máximos, generadores y tasas de cambio.

El seminario tuvo dos partes bien diferenciadas, en una primera parte se realizaron las presentaciones referentes a la información del comienzo del trabajo, la recopilación de información realizada y la propuesta de metodológica a emplear en el desarrollo del trabajo, mientras que en la segunda parte se realizó un debate, donde los intervinientes realizaron sus sugerencias, aportes y comentarios.

De esta segunda parte se obtuvieron una serie de aportaciones entre las que destacan las siguientes:

1. *Los asistentes, en términos generales, aprueban y agradecen la iniciativa de la Oficina de Planificación Hidrológica de realizar este tipo de eventos informativos y participativos.*
2. *Prácticamente, todos los intervinientes, destacan la necesidad de considerar en la definición de las componentes de caudales objeto de estudio, **no solo los aspectos medioambientales, si no que deben considerarse los distintos usos del agua, así como concertar estos caudales con los gestores.***
3. *Se indica la arbitrariedad actual de la Instrucción de Planificación, en lo concerniente al cálculo por métodos hidrobiológicos de los caudales ecológicos.*
4. *También se resalta la gran **complejidad que supone la definición de cauce lleno o bankfull.***
5. *Otra aportación destacable es la que dice que para la determinación de las componentes de los caudales objeto de estudio es mejor determinarlos persiguiendo unos objetivos medioambientales (rehabilitación de ríos).*
6. *Se resalta que **no deben ser asignados los caudales ecológicos a embalses encadenados, en todo caso al último de la cadena.***

7. Se destaca la conveniencia de no tratar los componentes de los caudales mínimos de manera aislada, sino que deben formar parte de los caudales ecológicos que, a su vez, deben tener en cuenta objetivos ambientales y los usos del agua.
8. A través del chat del seminario, un interviniente indica que considera que los caudales ecológicos **solo deben establecerse para las masas aguas reguladas**.
9. También a través del chat, se expone que el Plan Hidrológico del Distrito fluvial de las cuencas internas de Cataluña, se aprobó el 16 de mayo a través del Decreto 91/2023, de 16 de mayo, por el que se aprueba el Plan de gestión del distrito de cuenca fluvial de Cataluña para el período 2022-2027.

Entre todas las recomendaciones recibidas se consideran relevantes desde el punto de vista de definición de la estrategia las aportaciones 2, 4 ,6 y 8, resaltadas en negrita, todas ellas se tenidas en cuenta en los aspectos metodológicos que se describen a continuación.

2. Estrategia general

La estrategia general para el cálculo y establecimiento de los caudales ecológicos se ha de realizar en un proceso que se desarrolla en las siguientes fases:

FASE 1. Desarrollo de los estudios técnicos destinados a determinar los elementos del régimen de caudales ecológicos en todas las masas de agua.

FASE 2. Proceso de concertación con gestores.

FASE 3. Revisión de la propuesta en base a la concertación.

La estrategia que se basa de pleno en estos tres bloques, con una componente transversal: transparencia máxima durante todo el proceso. Se tendrá muy en cuenta la estrategia realizada por la C.H. del Ebro a la hora de definir los caudales ecológicos para el tercer ciclo de Planificación, donde el proceso de concertación realizado ha sido especialmente riguroso y exitoso en el establecimiento de los caudales.

En el siguiente esquema se indican las principales tareas a realizar en cada una de las fases estratégicas.

	FASE	TAREA PLIEGO PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	
COMUNICACIÓN	1	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HIDROLÓGICA	FASE 1: VISITAS DE CAMPO (CRECIDAS NATURALES O ARTIFICIALES)
	1	VISITAS DE CAMPO PRELIMINARES	
	1	ESTUDIOS DE HÁBITAT EN CAMPO	
	1	REDACCIÓN DE UNA PROPUESTA PRELIMINAR DE CAUDALES	
	2	REUNIONES CON GESTORES DE INFRAESTRUCTURAS	
	3	REVISIÓN Y PROPUESTA FINAL DE CAUDALES	
	3	REDACCIÓN MEMORIA FINAL	
	3	SEMINARIO TÉCNICO	

Figura 1. Esquema general de la Estrategia

Desde el punto de vista de la Planificación Hidrológica es necesario tener en cuenta todas las leyes, decretos y ordenes que la rigen, con objeto de disponer de herramientas comunes en todo el ámbito territorial. Por ello, la metodología que se describe a continuación se basa principalmente en la *ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica*, más conocida como IPH, ya que es la norma española donde se detallan lo que son los caudales ecológicos y cómo calcularlos. Norma que, como se ha podido observar en la recopilación de información, es la utilizada en los organismo de cuenca nacionales.

Además, y como se ha indicado anteriormente, se han tenido en cuenta las principales sugerencias recibidas en el seminario técnico inicial.

2.1 FASE 1. Desarrollo de los estudios técnicos destinados a determinar los elementos del régimen de caudales ecológicos máximos, generadores y tasas de cambio

El desarrollo de los estudios técnicos que se plantean en esta fase, aunque se desarrollan de manera individualizada, forman parte de un todo que, en definitiva, persiguen definir de la manera más apropiada los caudales máximos, generadores y tasas de cambio para la Confederación del Ebro.

Una vez realizada la recopilación básica y el seminario técnico inicial se estima conveniente afrontar el cálculo de los caudales máximos, generadores y tasas de cambio atendiendo a los criterios de la Instrucción de Planificación Hidrológica.

En los siguientes epígrafes se describen los principales aspectos metodológicos a tener en cuenta a la hora de la realización de cada componente de los caudales ecológicos considerados: caudales máximos, generadores y tasas de cambio.

2.1.1 Metodología de cálculo de caudales máximos

Los caudales artificialmente altos y continuados pueden reducir las poblaciones piscícolas de los estadios y especies más sensibles por agotamiento al superar las velocidades críticas, produciendo su desplazamiento hacia aguas abajo o incluso su muerte. Es recomendable durante la gestión ordinaria no superar las velocidades críticas (V_{crit}) o velocidad de agotamiento, asegurando el mantenimiento de unas condiciones medias en el medio fluvial asimilables a las velocidades óptimas de desplazamiento (velocidades a las que el pez es capaz de desplazarse grandes distancias manteniendo un coste energético de desplazamiento mínimo).

El procedimiento que se proponer seguir consta de las siguientes fases:

1. Caracterización hidrológica
2. Verificación hidrobiológica, basada en el refugio para peces.

Para todos los tramos se realizará una caracterización hidrológica del tramo, y en aquellos tramos donde se han hecho estudios hidrobiológicos, una posterior verificación de que dicho percentil (caudal) garantiza el refugio para los estadios/especies más restrictivos y también la conectividad de tramo, mediante los modelos hidráulicos asociados a los modelos de hábitat. El proceso completo se resume en la siguiente figura:

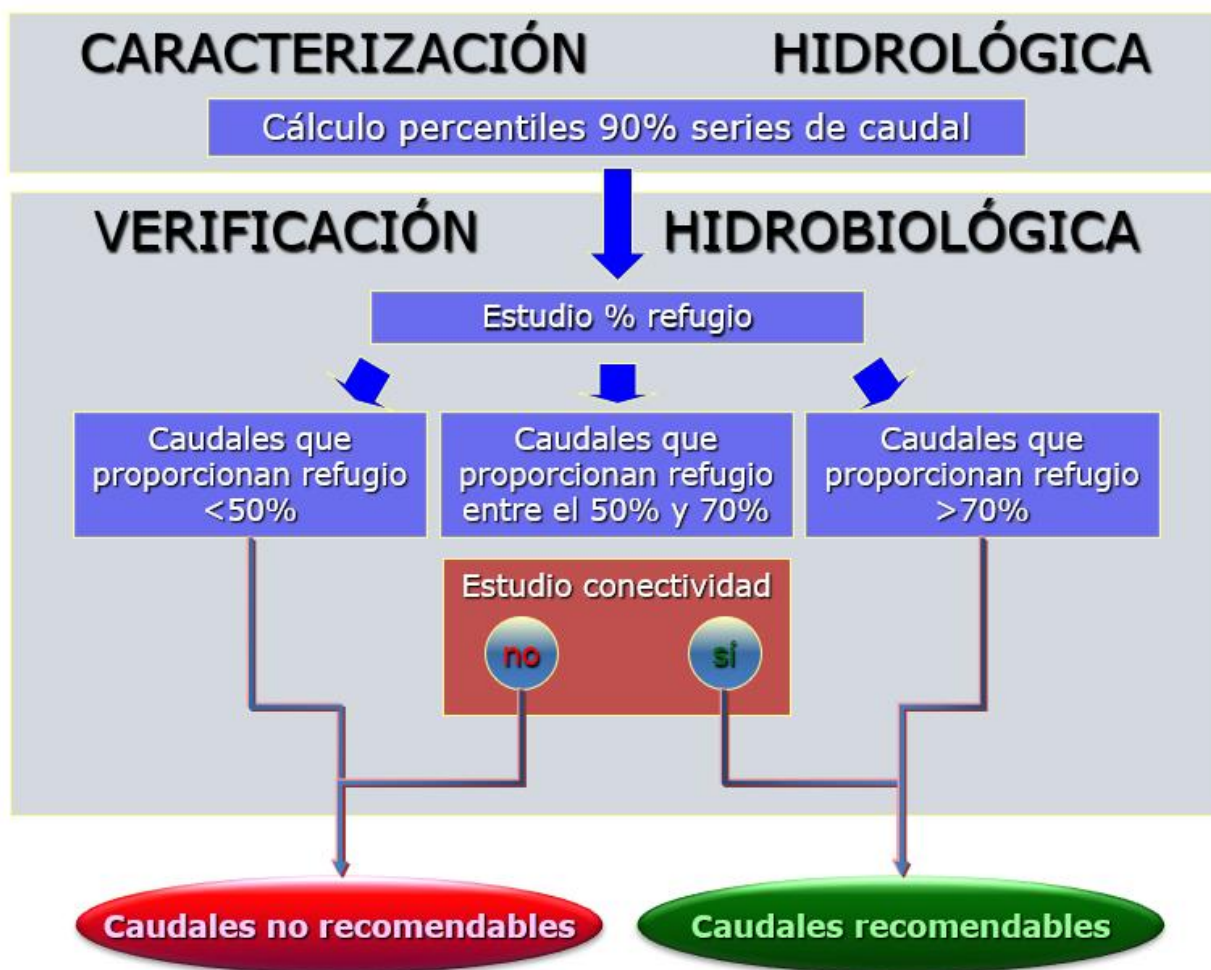


Figura 2. Sistema utilizado para seleccionar los caudales máximos

2.1.1.1 Caracterización hidrológica

Para la caracterización hidrológica de la distribución temporal de caudales máximos, la IPH cita que se deben analizar los percentiles de excedencia mensuales de una serie representativa de caudales en régimen natural, más exactamente expresa que *Con la finalidad de preservar las magnitudes fundamentales del régimen natural, se recomienda no utilizar percentiles superiores al 90%*. Para obtener una serie adecuada, se propone caracterizar diversas series de caudal:

- Percentil 90 de la serie diaria de caudal
- Percentil 90 de la serie mensual de caudal
- Percentil 90 de la serie diaria de caudal de los años húmedos
- Percentil 90 de la serie mensual de caudal de los años húmedos.

Se considerarán años húmedos cuando su aportación supera al 75% de los años considerados. Los cálculos de caracterización hidrológica se pretenden efectuar sobre todas las masas de agua, aunque luego se establezcan sólo sobre las que tengan infraestructuras de regulación.

Para los cálculos mensuales se emplearán serie de caudales mensuales en régimen natural del modelo hidrológico SIMPA, tanto la denominada serie larga (1941-2018) como la serie corta (1980-2018). Se utilizarán series hidrológicas de al menos 20 años en régimen natural

No obstante, cabe destacar que las series disponibles son de carácter mensual, por lo que se deberá restituir la serie de caudales diarios disponibles en las estaciones de aforo a caudales naturales diarios

para cada una de las masas de agua. El procedimiento a emplear se describe en el apartado 2.1.4 *Recopilación y análisis de la información hidrológica*.

2.1.1.2 Verificación hidrobiológica

Siguiendo las instrucciones de la IPH, se debe verificar mediante el uso del modelo hidrobiológico tanto una adecuada existencia de refugio para los estadios o especies más sensibles como el mantenimiento de la conectividad longitudinal del tramo. Este proceso se realizará en quince (15) masas de agua situadas aguas abajo de embalses seleccionados por su representatividad. Los criterios de selección de estos embalses se describen en el apartado 2.1.5 *Realización de visitas de campo preliminares*.

Se define como refugio aquellas zonas del río con una determinada profundidad mínima de agua y cuyas velocidades no superan las velocidades máximas para las especies existentes en el tramo. Para ello, se considerará el rango de valores acordada durante la implantación de los caudales ecológicos en España (recogido entre otros sitios en CHD 2012 Anejo 4 del PHD), donde se estableció que el refugio para garantizar el paso de los peces se obtenía con la siguiente combinación de velocidades y profundidades:

Estado	Velocidad limitante	Profundidad limitante
Alevín	< 1	> 0,1
Juvenil	< 2	> 0,15
Adulto	< 2,5	> 0,25

Tabla 1. Velocidades y profundidades limitantes

Se propone realizar un análisis espacial de la distribución de velocidades, analizando el porcentaje de superficie mojada del tramo que supera las velocidades óptimas con el programa de simulación en 1 dimensión, obteniendo el porcentaje de superficie de refugio sobre el total de la superficie mojada del tramo.

Para aquellos caudales que proporcionen un refugio por debajo del 70% de la superficie mojada del tramo se debe comprobar la existencia/inexistencia de conectividad en el tramo, ya que según la “Guía para la Determinación de Caudales Ecológicos”, en su apartado de Caudales máximos “Como buena práctica, se deberá asegurar que al menos se mantenga un 50% de la superficie mojada del tramo como refugio en las épocas de predominancia de los estadios más sensibles con el fin de aplicar el principio de precaución y situarnos del lado de la seguridad. Cuando la superficie mojada que supera las velocidades óptimas supera el 30% de la superficie del tramo (refugio inferior al 70% de la superficie) será necesario analizar las condiciones de conectividad y la capacidad de refugio del tramo”.

El **estudio de la conectividad** se realiza modelando el caudal correspondiente al valor del caudal correspondiente a un total cumplimiento del área de refugio. En el gráfico siguiente se presenta, a modo de ejemplo, un estudio de conectividad realizado para el tramo ubicado aguas abajo de un embalse, donde se aprecian los nodos del modelo en los que se cumplen los requisitos de velocidad y profundidad establecidos por la Guía para la determinación del régimen de caudales ecológicos.

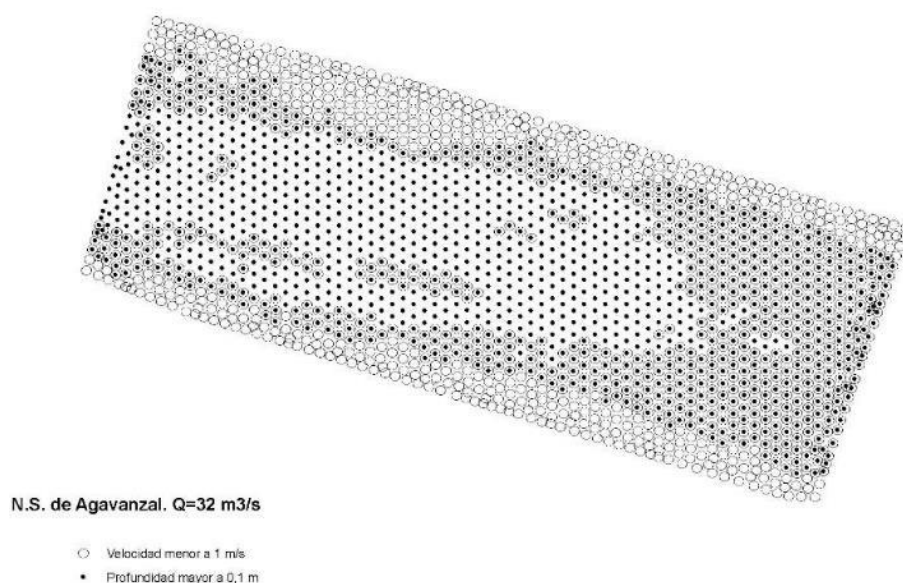


Figura 3. Estudio del refugio y la conectividad

2.1.2 Metodología Caudales generadores. Caracterización del régimen de crecidas.

En la “*Guía para la Determinación del Régimen de Caudales Ecológicos*”, el caudal generador se asimila al caudal de sección llena o nivel de cauce ordinario (bankfull) o, en su defecto, por la Máxima Crecida Ordinaria (M.C.O.). La M.C.O. es definida por la Ley de Aguas (RDL 1/2001, 20 de julio) como el caudal que conforma el cauce; y se obtiene, según el estudio “*Aspectos Prácticos de Definición de la Máxima Crecida Ordinaria*” del CEDEX, en base a la serie de máximos caudales medios diarios en régimen natural.

Los parámetros a determinar para caracterizar el caudal generador en una determinada masa de agua son los siguientes: Magnitud, Frecuencia, Tasas de cambio, Duración y Estacionalidad.

2.1.2.1 Magnitud

Se propone utilizar para el cálculo de la magnitud de la máxima crecida ordinaria el **Cálculo del caudal punta según CEDEX**.

El CEDEX ha publicado la elaboración de los mapas de caudales máximos en la red fluvial de las demarcaciones hidrográficas con cuencas intercomunitarias, como parte de los trabajos llevados a cabo dentro del Convenio “Asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en materia de gestión del dominio público hidráulico y explotación de obras”, firmado entre la Dirección General del Agua y el CEDEX. A partir de dichos trabajos, y aguas abajo de los grandes embalses, se ha elaborado un procedimiento de cálculo para el caudal generador.

La máxima crecida ordinaria se puede obtener con la aplicación **CauMax**, desarrollada por el CEDEX, integrada en un sistema de información geográfica, en la que es posible consultar los caudales máximos instantáneos en régimen natural asociados a distintos periodos de retorno para los cauces con una cuenca superior a 50 km² y calcular estos caudales mediante el método racional modificado para cauces con cuencas inferiores a 50 km². Este trabajo se enmarca en el ámbito del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Esta información se puede consultar en <http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/mapa-de-caudales-maximos/>.

La última versión del CauMax corre en ArcGis y se puede obtener la Q_{MCO} junto con los Caudales Máximos Instantáneos para los distintos periodos de retorno (T= 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años).

Si fuese necesario, como método alternativo al expuesto se propone el empleo de la ley de distribución de frecuencias de Gumbel para el estudio de los valores extremos, a partir de datos naturalizados procedentes del SIMPA.

La ley de distribución de frecuencias de Gumbel se utiliza para el estudio de los valores extremos y en la hidrología ha sido ampliamente aplicada. La probabilidad de que se presente un valor inferior a x es:

$$F(x) = e^{-e^{-b}}$$

Siendo:

$$b = \alpha (x - u) \quad \alpha = \frac{\sigma_y}{S_x} \quad u = \bar{x} - \frac{\mu_y}{\alpha}$$

e = base de los logaritmos neperianos

\bar{x} = media aritmética de la muestra

S_x = desviación típica de la muestra

σ_y y μ_y = coeficientes tabulados específicos de la función según el número de datos de la muestra

La magnitud del caudal generador viene dada por el caudal de avenida asociado al periodo de retorno que se detalla un poco más adelante, T MCO.

Para la determinación de este caudal avenida se ajusta la ley de frecuencia de la serie de caudales máximos anuales a una función de distribución tipo Gumbel, habitual en este tipo de estudios (aunque también podrían utilizarse otras funciones como la Log-Normal, Goodrich o Pearson Tipo III): $Q_{gen} (m^3/s) = Q_{TMCO}$.

2.1.2.2 Periodo de retorno

Para determinar la periodicidad de los eventos generadores, se partirá de la regionalización dispuesta por el CEDEX en la que asigna un coeficiente de variación (C_v) según la zona estudiada, tal como muestra la figura adjunta:

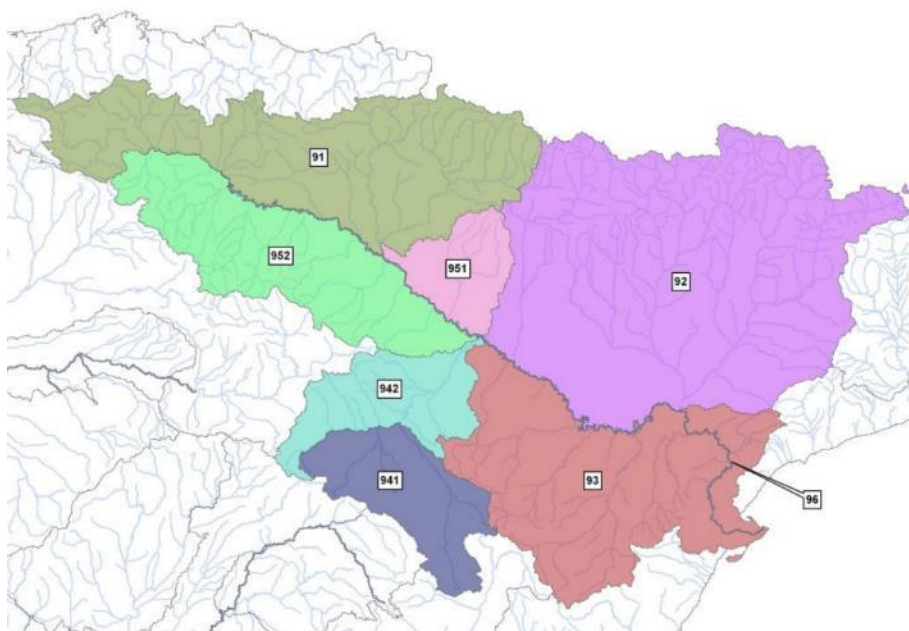


Figura 4. Regiones con estadísticas similares en el régimen de crecidas en la cuenca del Ebro

El **período de retorno (T)** de la MCO se estima a partir del coeficiente de variación determinado por el CEDEX a partir de la expresión: $T_{MCO} \text{ (años)} = 5 * Cv$. En cualquier caso, ese valor ya está calculado para las distintas regiones de la cuenca del Ebro, y como se puede ver en la siguiente tabla:

Región	CV	T
91	0,47	2,5
92	0,70	3,5
93	1,36	7,0
94	1,04	5,0
95	0,69	3,5
96	0,50	2,5

Tabla 2. Coeficientes de variación regionales (CV) y periodos de retorno en años (T) para la máxima crecida ordinaria en las regiones estadísticas presentes en la cuenca del Ebro

Los periodos de retorno son orientativos para la crecida ordinaria. Para la gestión se establecerá el periodo en años y las características del año, es decir, no se obligará a realizar crecidas en años secos, se intentará que las crecidas coincidan con años húmedos. Si se produce alguna crecida por causas naturales, esa computará en el ciclo.

2.1.2.3 Estacionalidad

Como estacionalidad se entiende el periodo del año en el que se tiene que producir el elemento generador. Como propuesta se tendrá en cuenta los meses de mayor probabilidad de que se produzcan este tipo de eventos de forma natural. En principio se seleccionarán los 4 meses de mayor aportación natural media. No se debe constreñir la propuesta a un único mes, ya que naturalmente cambia de mes y puede ser un problema para los gestores de las presas.

2.1.2.4 Duración

La duración del caudal generador, expresada como el tiempo desde que empieza a subir el caudal hasta el momento en que se vuelva al caudal base, depende intrínsecamente de la tasa de cambio, ya que el caudal no hay que mantenerlo en el tiempo. Por ello, la metodología utilizada para la duración del hidrograma de la crecida se explica en el apartado específico de tasas de cambio. Esto no es óbice para que se pueda alargar la crecida si por otras circunstancias, como la necesidad de establecer mesetas para el aforo de los caudales circulantes. En cualquier caso, se buscará que la crecida se pueda realizar dentro de una jornada laboral.

2.1.3 Metodología Tasas de cambio

A pesar de que se puede considerar una variable de los caudales generadores, a la metodología utilizada para el cálculo de las tasas de cambio merece la pena dedicarle un capítulo exclusivo. Existen diversos métodos para su cálculo, entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

- Método IPH estricto
- Método de la Agencia Catalana del Agua
- Método del caudal básico de mantenimiento
- Método de Galicia Costa

A continuación se describe cada uno de ellos.

2.1.3.1 Método IPH estricto

La IPH pide que se analicen las tasas de cambio, igual que en caso del caudal generador, a partir del análisis de las avenidas ordinarias de una serie hidrológica representativa de caudales medios diarios.

Para ello, se calculan las series clasificadas anuales de tasas de cambio, tanto en ascenso como en descenso. Al establecer un percentil de cálculo en dichas series, se cuenta con una estimación media de las tasas de cambio. La IPH recomienda que dicho percentil no sea superior al 90-70%, tanto en ascenso como en descenso. Así para cada evento seleccionado, se calculan las tasas máximas de cambio (pendiente, m³/s/día) de las ramas ascendente y descendente de los hidrogramas, obteniéndose sendas series de tasas, de n/T elementos.

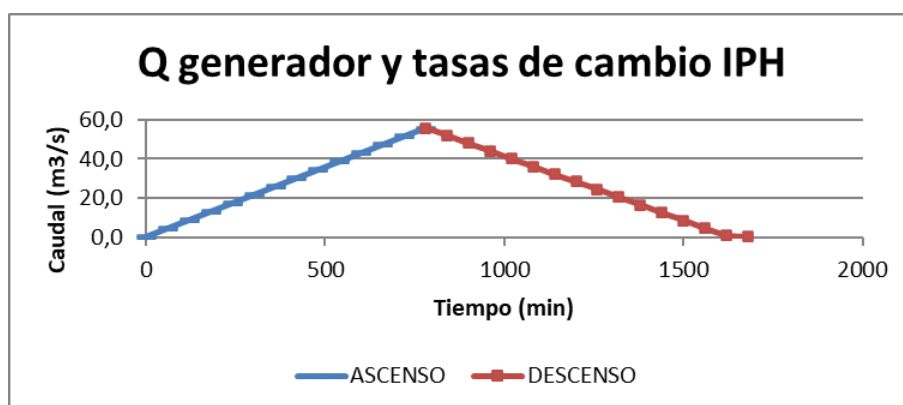


Figura 5. Tasas de cambio siguiendo los criterios expresados en la IPH (percentil 90)

El evento tipo es un hidrograma triangular, con ramas ascendente y descendente de pendientes igual al percentil 70 ó 90 de las tasas máximas de cambio, tal como recomienda la IPH. También se puede analizar el hidrograma triangular con las tasas de cambio máximas. El volumen del caudal utilizado durante el evento viene dado por el área de un triángulo cuya altura es la diferencia entre $Q_{gen.}$ y el Q ecológico, y cuyos lados forman con la base unos ángulos que tienen por tangentes las tasas de cambio arriba descritas.

Hay que tener en cuenta, que este método, al basarse en caudales medios diarios, propone unas tasas diarias, m³/s/día.

2.1.3.2 Método de la Agencia Catalana del Agua (ACA)

Por otra parte, para tener otra estima diferente de los caudales generadores, se pueden calcular para los mismos datos la propuesta de la ACA, establecida en el Plan de la Demarcación de las cuencas internas catalanas, que se define de la siguiente forma en el Plan Sectorial de caudales ecológicos:

La tasa de cambio de caudales (de crecimiento y de decrecimiento) condiciona el caudal máximo o mínimo, según se incremente o decrezca el caudal, que hay que dejar circular en cada intervalo de tiempo (una hora):

- Tasa de crecimiento inducido de caudal: C_{t+1} (máximo) = 1,8 Q_t
- Tasa de decrecimiento inducido de caudal: C_{t+1} (mínimo) = 0,7 Q_t

Donde T son intervalos de tiempo de 1 hora y Q_t es el caudal en el intervalo de una hora

Siguiendo este criterio, para los mismos datos de caudal generador y caudal ecológico se obtiene un hidrograma como el que se puede ver a continuación:

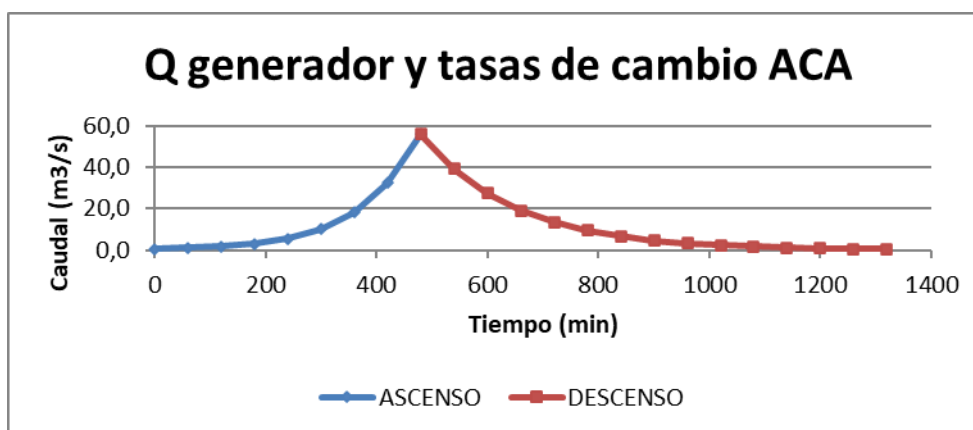


Figura 6. Tasas de cambio siguiendo el método propuesto por la Agencia Catalana del Agua (ACA)

2.1.3.3 Método del Caudal Básico de Mantenimiento QBM

El método del Caudal Básico de Mantenimiento, también conocido como QBM o método de Palau, además de establecer caudales mínimos establece también caudales de crecida y tasas de cambio. En la tesis doctoral de Jorge Alcázar, (2007) se recogen los principios del establecimiento de las tasas de cambio.

Para la aplicación de la tasa de cambio calculada, K, se debe generar un hidrograma de referencia donde se reflejen los cambios de caudal en el tiempo. Este hidrograma debe constar de una fase de ascenso y otra de descenso de caudales así como de un posterior ajuste de una ecuación logística que permita establecer, para cada intervalo deseado de caudales, los puntos intermedios de la curva. La aplicación de la K debe ser de forma gradual a lo largo del hidrograma y no en base a un valor constante.

La forma de este hidrograma o gradiente de cambio de caudales a adoptar puede ser de dos tipos: en escalones o en continuo. /.../ En el caso de la adopción de un hidrograma de tipo escalonado, se debe establecer una duración fija por escalón tal que combinada con la K aplicada a ese escalón, sea técnicamente operativa y dé un resultado que se ajuste a lo ambientalmente deseado.

Como valor de referencia se puede tomar una duración mínima de 5-10 minutos por escalón, aunque ciertamente esta duración es arbitraria, por lo que no hay ningún condicionante para modificarla siempre y cuando no suponga cambios bruscos y la tasa de cambio resultante no sea mayor que la K máxima calculada.

Para las fases de ascenso y descenso se aplican las siguientes expresiones, de aplicación general, derivados de la Teoría Ecológica y, en particular, de la dinámica de poblaciones:

$$\text{Ascenso} \\ Q_t = \frac{Q_f}{1 + e^{a-rt}}$$

$$\text{Descenso} \\ Q_t = \frac{Q_f}{1 + e^{rt-a}}$$

Siendo:

$$a = \ln\left(\frac{Q_f}{Q_0} - 1\right)$$

$$r = \frac{a - \ln\left(\frac{1}{b} - 1\right)}{T_{total}}$$

Donde "Q_t" es el caudal en un tiempo intermedio t; b es un valor ajustable próximo a 1; y "Q₀ y Q_f" son respectivamente los caudales de partida y final al que se quiere llegar y e: base de los logaritmos neperianos.

Siguiendo estos criterios, se pueden establecer las tasas de cambio para el caudal generador, como en el ejemplo del embalse de La Requejada:

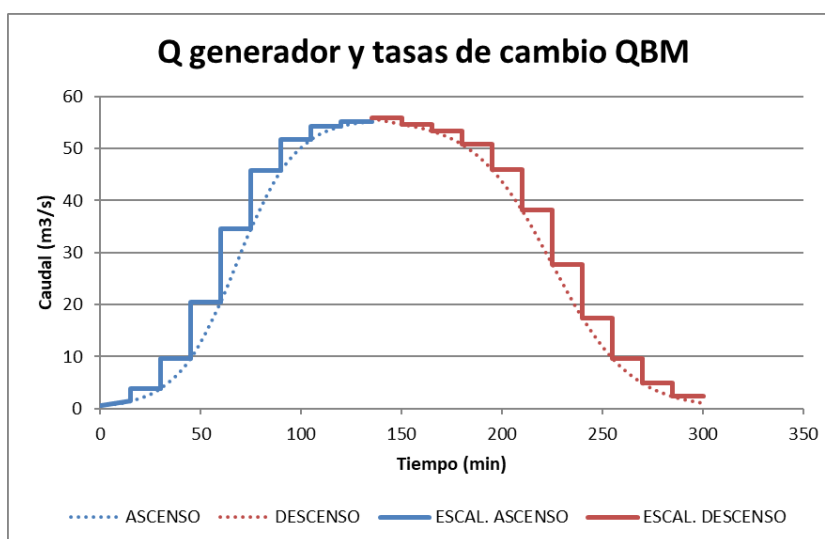


Figura 7. Tasas de cambio asociadas al caudal generador siguiendo el método propuesto para el caudal básico de mantenimiento

Este método tiene ventajas operacionales frente a otros, en primer lugar, que es válido tanto para los caudales de crecida como para la operación de las infraestructuras, además no es dependiente de los caudales diarios, lo que permite escalarlo dentro de una jornada de trabajo.

2.1.3.4 Método de Galicia Costa

Para los caudales de turbinación se ha estipulado una tasa de cambio por minuto máxima del 3% del caudal máximo concedido (o de 250 L/s cada minuto), excepto en el momento de iniciar el funcionamiento después de una interrupción, en el que se podrá verter hasta un 20% del caudal concesional, con un máximo de 1500 L/s. Este método no se diferencia entre tasa de ascenso y tasa de descenso. Este método es muy sencillo de calcular y no se conoce cuál es el criterio utilizado para su definición.

En el caso de los caudales generadores, se ha utilizado el método de la IPH estricto para calcular las tasas de cambio asociadas a cada infraestructura.

2.1.3.5 Comparación entre las metodologías de tasas de cambio

Para decidir que tasa de cambio se empleará, se propone la comparación de los métodos descritos (IPH, ACA, Galicia- Costa, QBM) en una sola masa de agua. Estos cálculos servirán de apoyo a la selección de la tasa de cambio más conveniente, que será la empleada en el resto de las masas.

Cada método tiene unas ventajas e inconvenientes, que analizándolos pueden indicar cuál es el método más adecuado. Los criterios que se evaluarán son los siguientes:

- **Adaptación a un régimen horario:** Si se parte de caudales diarios para su cálculo las tasas de cambio obtenidas difícilmente representarán la tasa de cambio natural, ya que la utilización de caudales diarios atenúa mucho los picos horarios.
- **Cumplimiento de la normativa:** La IPH establece una serie de requerimientos en el cálculo, es interesante comprobar si existe un ajuste perfecto o parcial de este criterio.

- **Ajuste al caudal máximo:** la utilización de determinadas fórmulas obliga a llegar a unos caudales que pueden ser superiores o inferiores a caudal generador, por el contrario, otras fórmulas se ajustan exactamente a los caudales generados prefijados.
- **Ajuste al caudal final:** al igual que el ajuste al caudal máximo algunas fórmulas no permiten un buen ajuste al caudal final.
- **Asimetría de las ramas de ascenso y descenso:** en la naturaleza, las constantes de ascenso y descenso son claramente diferentes, normalmente la de crecimiento más pronunciada y la de descenso más tendida.
- **Pendientes máximas:** las pendientes máximas que coinciden con las tasas máximas de ascenso (Ka) y descenso (Kd) no pueden ser excesivas ya que impiden una adaptación de la biota al cambio.
- **Comienzo del ascenso:** El comienzo del ascenso no debe ser brusco, ya que el comienzo de la crecida es un “aviso” para la fauna presente en el río para que busque un refugio y sea arrastrada por la crecida.
- **Final del ascenso:** este final también es naturalmente suave, indica que la crecida se está terminando.
- **Comienzo del descenso:** También debe ser suave para indicar a la fauna que no debe estar en zonas de poca profundidad de las orillas, ya que en ese caso puede quedarse en seco o aislada en una pequeña poza.
- **Final del descenso:** indica que se ha terminado el evento y la vuelta a normalidad.
- **Volumen dedicado al evento:** cuanto menor sea menos será el gasto de agua que se podrá utilizar en los consumos habituales de la infraestructura.
- **Tiempo de maniobra:** Si no supera las diez horas, será un esfuerzo fácilmente asumible por los gestores de las presas.

2.1.4 Recopilación y análisis de la información hidrológica

Tarea que resulta relevante por tratarse de la base del estudio. En esta tarea se realizarán todos aquellos trabajos de manejo de datos hidrológicos tendentes a la determinación de los caudales máximos, generadores y tasas de cambio.

Se plantean dos métodos para la realización de esta actividad, en el primero se plantea la obtención de series diarias naturales a partir de la red oficial de estaciones de aforo, restándole las perturbaciones que hayan afectado al caudal: detracciones, regulación embalses, vertidos, etc. Validando la nueva serie con el modelo SIMPA mensual. En el segundo se plantea el empleo de un patrón diario en estaciones de aforo de referencia para, a través de los datos mensuales del SIMPA, obtener la series diarias de la masas de agua. Este último método fue el empleado en el estudio *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, 2013*, donde se definieron los actuales caudales ecológicos mínimos para la cuenca del Ebro.

2.1.4.1 Método 1. ROEA-SIMPA. Resta de detracciones.

La información básica estará formada por un lado, por las series de caudales diarios de la red oficial de estaciones de aforos (ROEA), por otro, por los resultados del modelo hidrológico SIMPA, y finalmente, por todos los datos de las masas de agua correspondientes, que serán facilitados por la Dirección de los

trabajos o se obtendrán según sus indicaciones. De la ROEA se obtienen en forma directa o indirecta los caudales diarios de las estaciones de aforos (EA), y del SIMPA se obtienen los caudales naturales a nivel mensual.

Para los cálculos mensuales se emplearán serie de caudales mensuales en régimen natural del modelo hidrológico SIMPA, tanto la denominada serie larga (1941-2018) como la serie corta (1980-2018).

No obstante, cabe destacar que las series disponibles son de carácter mensual, por lo que se deberá restituir la serie de caudales diarios disponibles en las estaciones de aforo a caudales naturales diarios para cada una de las masas de agua. Para la restitución de las series se plantea el siguiente proceso:

1. Se emplearán series de datos no menores a 20 años, en caso de que este criterio no permita seleccionar un número suficiente de estaciones, la longitud se rebajará a 15 años.
2. Se realizará un análisis estadístico de las series de los caudales diarios de las Estaciones de Aforos EA, buscando la homogeneidad, y consistencia de las series, lo que podría conducir al relleno de datos si fuera necesario. Esto incluye la restitución al régimen natural, si el punto analizado se encuentra influenciado por la operación de una presa, y por posibles detracciones como trasvases y otros servicios que estuviesen o no aforados. Para realizar esta tarea, es necesario disponer de datos muy precisos de las afecciones al caudal y del tiempo en el que se han producido. Como resultado de este análisis se podría decidir descartar parte del registro de algunas estaciones de aforo e, incluso, el registro completo de otras por considerarlo poco fiable.
3. El cálculo de los caudales diarios naturales de la masa de agua a su cierre se realizará por transposición y corrección de la serie diaria de caudales de la Estación de Aforos de referencia, mediante la corrección por superficies de cuencas y por sus pluviometrías totales (media anual para el periodo de la serie). Según la expresión:

$$Q_{dmasa} = Q_{ea} * \frac{A_m}{A_{ea}} * \frac{P_m}{P_{ea}}$$

Donde:

Q_{dmasa} = Caudal diario natural de la masa de agua (m³/s)

Q_{ea} = Caudal diario en la estación de aforo (m³/s)

A_m =Área de la cuenca al punto de cierre de la masa de agua (km²)

A_{ea} = Área de la cuenca de la estación de aforo (km²)

P_m = Precipitación media anual en la cuenca afluyente a la masa de agua para la longitud de la serie analizada (mm), obtenidos de los resultados del modelo SIMPA.

P_{ea} = Precipitación media anual en la cuenca afluyente a la Estación de Aforos de referencia, para la longitud de la serie analizada (mm), obtenidos de los resultados del modelo SIMPA.

Finalmente, se realizará el análisis de la coherencia hidrológica de las series obtenidas, para la que se aplicará una última validación y posible corrección de la serie de los caudales diarios obtenidos para la masa de agua, y es que se verificará la condición de correspondencia de volúmenes para la misma longitud de la serie entre la serie diaria calculada, y la serie mensual del SIMPA, para la que debe cumplirse que los volúmenes de ambas series son iguales.

La información generada tras la realización de los cálculos pertinentes se presentará en tablas de fácil comprensión, donde se recogerán las principales variables determinadas.

Las series diarias naturalizadas calculadas se emplearán en los cálculos descritos anteriormente para los caudales máximos generadores y tasas de cambio.

2.1.4.2 Método 2. Patrón de distribución diario

Como se ha comentado anteriormente este método fue empleado en el estudio donde se determinaron los caudales ecológicos mínimos actualmente dispuestos en la Normativa del Plan Hidrológico del Ebro.

En la Memoria del mencionado trabajo se indica el método empleado, según se recoge a continuación:

“Las metodologías que recoge la IPH necesitan de una serie hidrológica representativa de al menos 20 años en régimen natural que presente una alternancia equilibrada entre años secos y húmedos. Esta serie debe estar caracterizada a ser posible a escala diaria, por lo que se ha planteado el uso directo de la red de aforos, de encontrarse las masas de agua en régimen natural.

*Como se ha comprobado en la cuencas del Ebro, estos datos son muy escasos, por lo que con estas series de caudales diarios se ha procedido a generar otras series diarias, correspondientes a los tramos en los que no hay aforos válidos, mediante los datos obtenidos de la modelización hidrológica de series en régimen natural a escala mensual (SIMPA V2), con la posterior aplicación del **patrón de distribución diario** correspondiente a estaciones de control en régimen natural o cuasi-natural situadas en tramos pertenecientes al mismo tipo fluvial.*



Figura 8. Aforos de referencia y datos SIMPA empleados en el estudio previo

*Para transformar las series mensuales generadas con los modelos en series diarias, se ha obtenido la pauta de cambio diaria para cada mes. Esta pauta es el **cociente entre cada uno de los valores de caudales diarios de un mes del aforo de referencia, con respecto al caudal medio de su mes**. Con esto se obtiene entre 28 y 31 índices dependiendo del mes, que servirán para ver como se producen las variaciones diarias con respecto a la media mensual. Para generar el régimen de caudales diarios, cada **índice diario obtenido de la serie patrón se multiplica por el valor del caudal mensual correspondiente a su mes, con lo que se obtiene entre 28 y 31 valores de caudales diarios**. De esta forma se incrementa o disminuye el caudal mensual de la serie modelizada en la proporción en la que se incrementa el índice diario, es decir, la relación entre el valor de cada día con respecto al medio mensual del aforo de referencia. Repitiendo este proceso con los datos mensuales de los 20 años que se han querido restituir, se obtiene una serie sintética de caudales diarios, de 20 años de duración, similares a lo que podría haber sido su régimen natural.”*

Tras una revisión exhaustiva de la información recopilada se está en situación de realizar este procedimiento para la obtención de los caudales diarios naturales, ya que se dispone de los datos que permitieron realizar los mencionados patrones diarios, que aplicándolos a la serie del SIMPA actualizada se pueden obtener, de una manera fiable y sencilla, las series de caudales diarios naturales para cada una de las masas de agua.

Al igual que en el método anterior, la información generada tras la realización de los cálculos pertinentes se presentará en tablas de fácil comprensión, donde se recogerán las principales variables determinadas.

Asimismo, las series diarias naturalizadas calculadas de esta manera serán las empleadas en los cálculos descritos anteriormente para los caudales máximos, generadores y tasas de cambio

2.1.4.3 Comparativa ente métodos

En la siguiente tabla puede observarse una comparativa de los métodos descritos que ayudará a la decisión del empleo de uno de ellos.

	Nueva información que se precisa	Tiempo de realización	Coherencia con estudios de caudales ecológicos previos
Método 1	Mucha	Alto	Baja
Método 2	Poca	Moderado	Alta

Tabla 3. Comparativa entre métodos de restitución de caudales diarios

Ambos métodos son válidos para la restitución de las series naturales diarias de caudales, no obstante, la información que se precisa en el método 1 es considerablemente mayor que la precisa el método 2, ya que deben considerarse extracciones o captaciones de caudal en el análisis de las series, todo este proceso conlleva un tiempo de cálculo más elevado, aunque la calidad del resultado final podría ser más alta (si es precisa la información sobre las afecciones al caudal) que el dato final del método 2. Por último, el empleo del método 2 dotaría de coherencia con los estudios realizados previamente.

Estos aspectos, junto con el restringido plazo de ejecución del proyecto, motiva que se proponga el Método 2 para la obtención de las series de caudales diarios, ya empleado con éxito en la cuenca del Ebro en estudios anteriores.

2.1.5 Realización de visitas de campo preliminares

Como se ha indicado anteriormente, el régimen de régimen de caudales máximos, generadores y tasas de cambio deben ser verificados mediando el uso de los modelos hidráulicos asociados a los modelos de hábitat, por ello es conveniente la realización de estas visitas preliminares de localización de las zonas más propicias para la toma de datos adecuados y fiables a implementar en el modelo.

El objeto de estas visitas de campo es, por tanto, ayudar al diseño de estudios de hábitat o para valorar los efectos de los caudales propuestos.

Previamente a la selección de tramos donde realizar estas visitas, se realizó una preselección de tramos para la realización de estudios de hábitats, donde se tuvieron en cuenta los siguientes requisitos:

1. Tramos regulados, situado aguas abajo de infraestructuras hidráulicas consideradas significativas. Se tendrán en cuenta los siguientes criterios:
 - a. Capacidad de embalse superior o igual a 100 hm³.
 - b. Aportación anual mayor o igual a 500 hm³.
2. Tramos cercanos a puntos de control especialmente relevantes.
3. Tramos dentro de Red Natura (LIC o ZEPA).

4. Tramos donde pudiesen existir conflictos de usos (abastecimiento, riegos, centrales hidroeléctricas...). Entre estos usos serán de interés aquellos embalses con uso hidroeléctrico cuya central presente una potencia instalada superior o igual a 20.000 kw.

Posteriormente, se comprobó que estos embalses no formaran parte de una cadena de embalses, esto es, en caso de situarse inmediatamente aguas arriba de otro embalse queda excluido de la selección. Criterio coincidente con una de las aportaciones recibidas en el seminario técnico inicial (aportación nº 6).

Atendiendo a los criterios indicados se llegó a un número de tramos seleccionables que superaba el número de estudios de hábitats a realizar, quince (15), según las directrices del Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT). Esta selección previa fue presentada a la dirección de los trabajos que, a la vista de ella, indicó al consultor los tramos definitivos para la realización de estudios de hábitat (15 tramos). Los tramos, y embalses relacionados, donde se ha previsto la realización de estudios de hábitat son los siguientes:

Nº	Cod. Masa agua (Embalse)	Embalse	Comunidad Autónoma	Observación	Cod. Masa muestreo	Descripción Masa muestreo
1	ES091MSPF76	La Tranquera (Mularroya)	Aragón	Río Jalón en el entorno del azud de derivación (preferentemente aguas abajo).	ES091MSPF444	Río Jalón desde el río Ribota hasta el río Aranda.
2	ES091MSPF62	La Sotonera	Aragón	Río Gállego aguas abajo de su confluencia con el río Sotón (para abarcar todo el tramo bajo del río Gállego).	ES091MSPF962_001	Río Gállego desde el azud de Ardisa hasta el barranco de la Violada.
3	ES091MSPF47	El Grado	Aragón	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF678	Río Cinca desde la Presa de El Grado hasta el río Ésera.
4	ES091MSPF56	Barasona	Aragón	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF434	Río Ésera desde la Presa de Barasona y las tomas de la Central de San José y del Canal de Aragón y Cataluña hasta su desembocadura en el río Cinca.
5	ES091MSPF37	Yesa	Aragón	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF417	Río Aragón desde la Presa de Yesa hasta el río Irati.
6	ES091MSPF85	Santolea	Aragón	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF951	Río Guadalupe desde la Presa de Santolea hasta el azud de Abénfigo.
7	ES091MSPF86	Itoiz	Comunidad Foral de Navarra	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF534	Río Irati desde la Presa de Itoiz hasta el río Erro.
8	ES091MSPF63	Rialb	Cataluña	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF638	Río Segre desde la Presa de Rialb hasta el río Llobregós.
9	ES091MSPF1	Ebro	Cantabria/Castilla y León	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF468	Río Ebro desde la Presa del Ebro hasta el río Polla.
10	ES091MSPF7	Ullívarri	País Vasco	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF1817	Río Zadorra desde la Presa de Ullívarri-Gamboa hasta el río Sta. Engracia.

Nº	Cod. Masa agua (Embalse)	Embalse	Comunidad Autónoma	Observación	Cod. Masa muestreo	Descripción Masa muestreo
11	ES091MSPF2	Urrúnaga	País Vasco	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF1816	Río Sta. Engracia desde la Presa de Urrúnaga hasta su desembocadura en el Zadorra
12	ES091MSPF61	Mansilla	La Rioja	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF189	Río Najerilla desde la Presa de Mansilla hasta su entrada en el contraembalse de Mansilla.
13	ES091MSPF65	Camarasa	Cataluña	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF427	Río Segre y río Noguera Pallaresa (incluye el tramo del Noguera-Pallaresa desde la Presa de Camarasa a la confluencia con el Segre y el Segre desde su confluencia con el Noguera Pallaresa) hasta la cola del Embalse de San Lorenzo.
14	ES091MSPF66	Santa Ana	Aragón / Cataluña	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF820	Río Noguera Ribagorzana desde la Presa de Santa Ana hasta la toma de canales en Alfarrás.
15	ES091MSPF73	Ciurana	Cataluña	El tramo de muestreo se situará aguas abajo del embalse	ES091MSPF1800	Río Ciurana desde la Presa de Ciurana hasta el río Cortiella

Tabla 4. Tramos seleccionados para la realización de estudios de hábitat

De estos quince tramos se realizarán las visitas preliminares en diez (10) de ellos, número dispuesto, así mismo, en el Pliego de Prescripciones Técnicas que rigen el trabajo. Las visitas de campo preliminares se realizarán principalmente en aquellos tramos que no dispongan de estudios hidrobiológicos realizados en estudios anteriores.

La revisión de la información disponible permite establecer la siguiente propuesta para la realización de las visitas preliminares:

Cod. Masa	Masas de aguas visita preliminar
ES091MSPF444	Río Jalón desde el río Ribota hasta el río Aranda.
ES091MSPF678	Río Cinca desde la Presa de El Grado hasta el río Ésera.
ES091MSPF951	Río Guadalupe desde la Presa de Santolea hasta el azud de Abénfigo.
ES091MSPF534	Río Irati desde la Presa de Itoiz hasta el río Erro.
ES091M7PF638	Río Segre desde la Presa de Rialb hasta el río Llobregós.
ES091MSPF1817	Río Zadorra desde la Presa de Ullivarri-Gamboa hasta el río Sta. Engracia.
ES091MSPF189	Río Najerilla desde la Presa de Mansilla hasta su entrada en el contraembalse de Mansilla.
ES091MSPF427	Río Segre y río Noguera Pallaresa (incluye el tramo del Noguera-Pallaresa desde la Presa de Camarasa a la confluencia con el Segre y el Segre desde su confluencia con el Noguera Pallaresa) hasta la cola del Embalse de San Lorenzo.
ES091MSPF820	Río Noguera Ribagorzana desde la Presa de Santa Ana hasta la toma de canales en Alfarrás.
ES091MSPF1800	Río Ciurana desde la Presa de Ciurana hasta el río Cortiella

Tabla 5. Tramos seleccionados para la realización de las visitas de campo preliminares

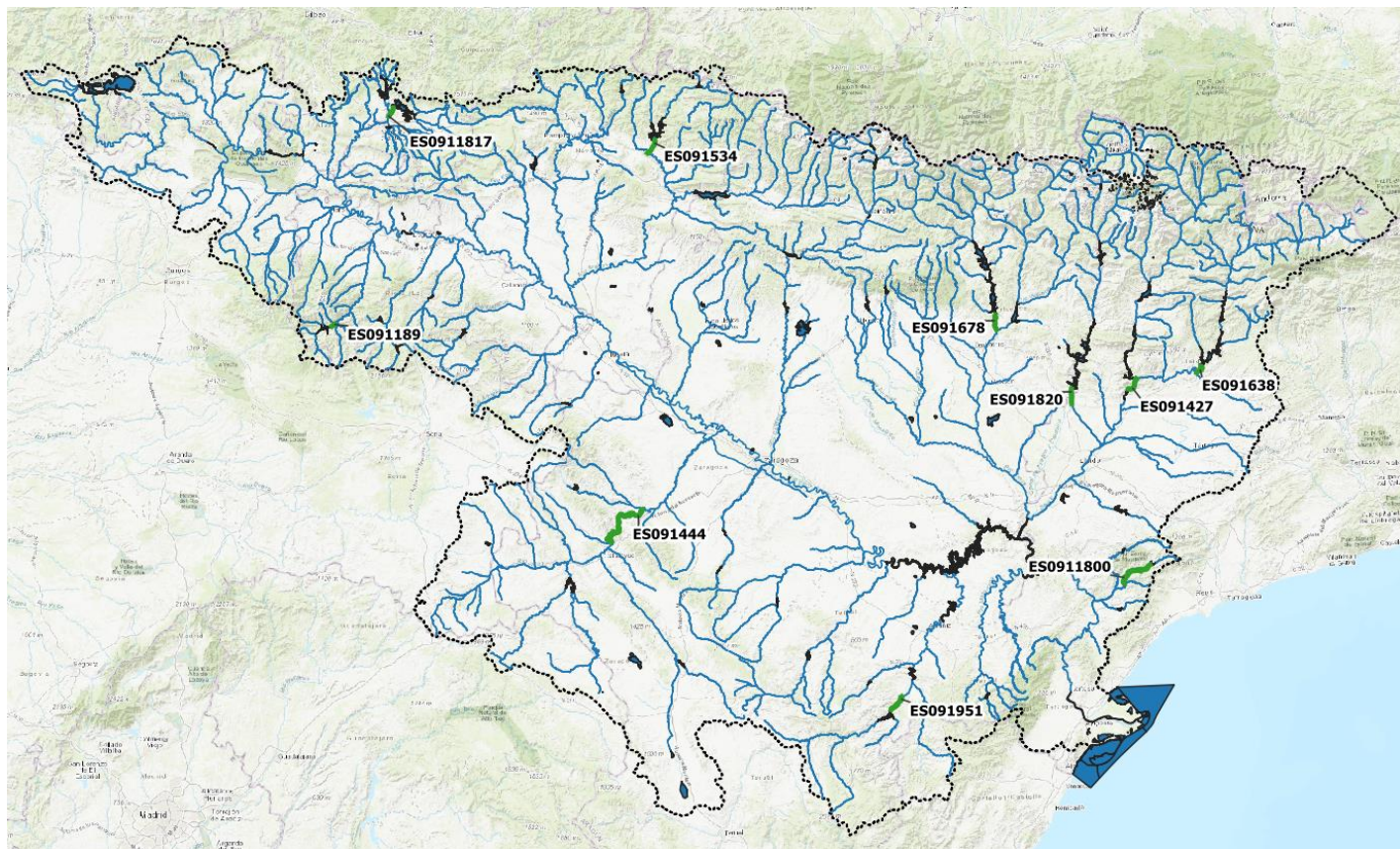


Figura 9. Distribución en la cuenca del Ebro de tramos para realizar las visitas de campo previas

En las visitas preliminares, ya en campo, se realizará un recorrido del tramo con el objeto de localizar una zona representativa del tramo, asegurando siempre que la longitud de esta zona seleccionada sea al menos diez veces el ancho del río. Se valorará la representatividad morfológica, de mesohábitats, la vegetación de ribera, etc. y también se consideran las entradas y salidas de agua. En todo momento se intentará que la zona seleccionada para el muestreo tenga una proporción de mesohábitats semejante al tramo anteriormente recorrido, así como unas series de características hidráulicas que facilitaran el calibrado del modelo, ya que estos precisan siempre de secciones de control que permitan efectuar aforos de muy buena calidad.

2.1.6 Estudios de hábitat

Como se ha indicado anteriormente el régimen de caudales máximos deberá ser verificado mediante el uso de los modelos hidráulicos asociados a los modelos de hábitat.

El ajuste mediante la modelación de la idoneidad del hábitat se basa en la simulación hidráulica acoplada al uso de curvas de preferencia del hábitat para la especie o especies objetivo. Este grupo de metodológico se denomina IFIM: *Instream Flow Incremental Methodology*. Se realizarán las correspondientes modelizaciones, para el cálculo del refugio y la conectividad, en 1D con el programa SEFA (I. Jowett, T. Payne y R. Milhous 2017), basada en la metodología IFIM.

A continuación se presenta un esquema simplificado de cómo se aplica la metodología de los estudios hidrobiológicos: En primer lugar se estudian en el río las características más sustanciales para conocer cómo le afectan los caudales a la biota, que se llevan a una aplicación informática que nos proporciona un modelo hidráulico y cómo reacciona la fauna a las variaciones de los parámetros hidráulicos, en consecuencia podremos saber cuál es refugio y la conectividad disponible para la especie objetivo y cómo varía con el caudal.

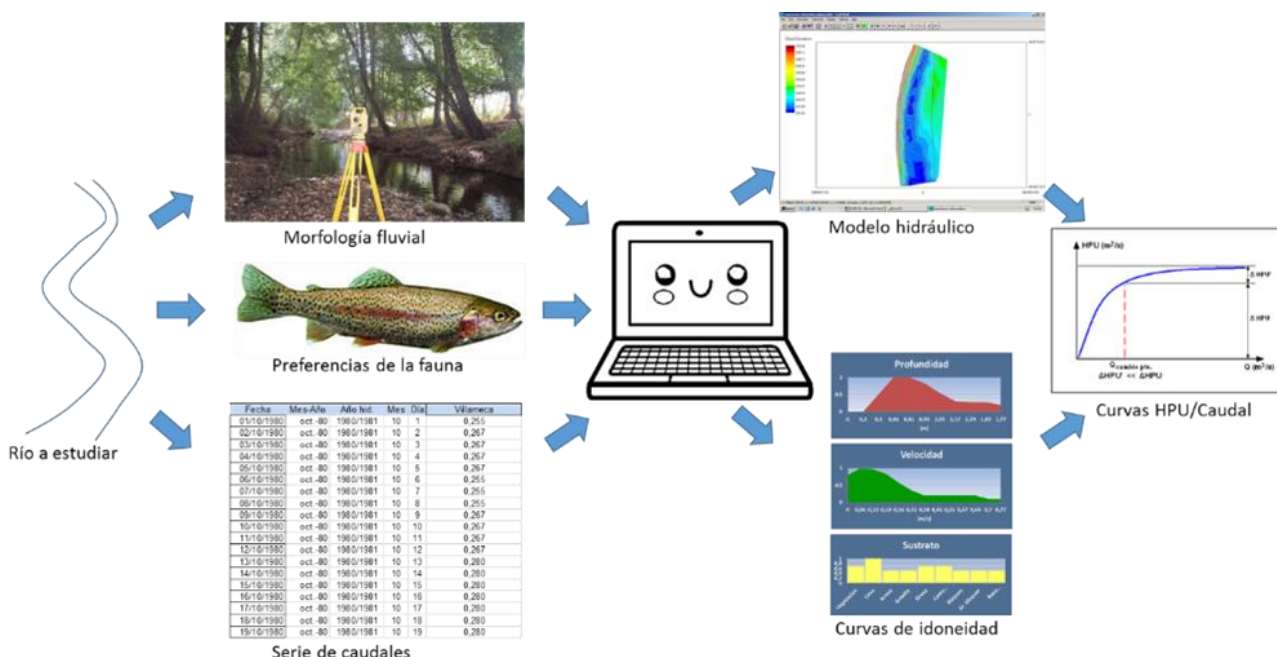


Figura 10. Esquema de la metodología hidrobiológica o IFIM.

La realización de estos estudios de hábitat precisa de la toma de datos sobre el terreno que luego, ya en gabinete, se emplearán en la realización de la simulación del hábitat.

Como se ha comentado en el apartado “visitas preliminares”, estos estudios se realizarán sobre quince (15) tramos seleccionados previamente, la distribución de estos tramos en la cuenca del Ebro puede observarse en la siguiente figura. Donde en color rojo se indica la infraestructura seleccionada y en naranja la masa de agua relacionada donde se realizarán los estudios de hábitat.

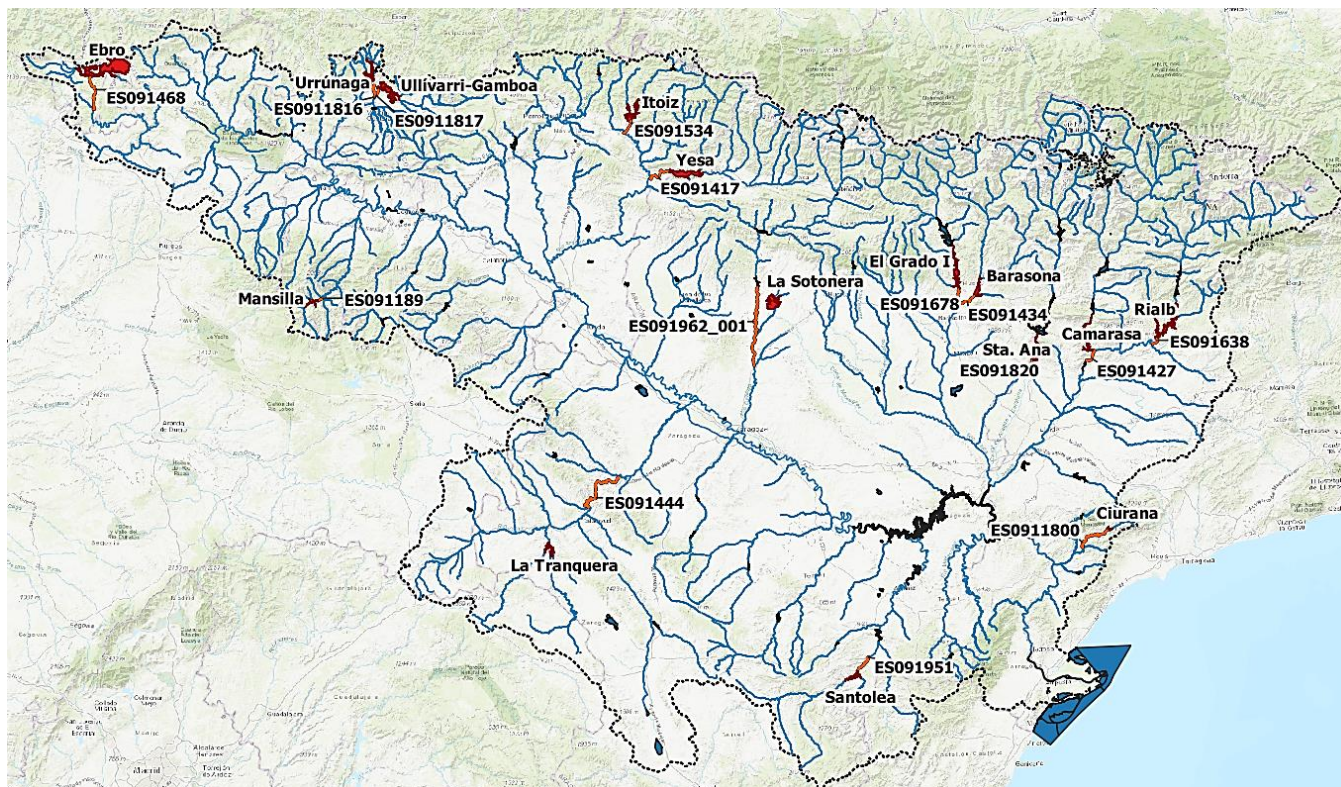


Figura 11. Distribución en la cuenca del Ebro de tramos a realizar estudios de hábitat

2.1.6.1 Muestreo de hábitat (campo)

Una vez definidas las masas de agua donde efectuar los muestreos de caudales se debe localizar un tramo apto como se ha indicado en el apartado anterior (visitas preliminares).

Cabe puntualizar que, previo a la realización de los muestreos, se solicitará a las entidades implicadas (Confederación y comunidades autónomas) las autorizaciones pertinentes.

Retomando la definición de los trabajos de campo, debe destacarse que en cualquier caso se establecerá una longitud de tramo de muestreo entre 100 y 200 m. No obstante, en el caso de que no se pueda alcanzar esta longitud, siempre se procederá a justificar debidamente los motivos de esta reducción.

Una vez seleccionado el tramo, se procede a la toma de datos de coordenadas GPS's y localización de las distintas secciones transversales o transectos. Estos transectos constituyen una línea recta aproximadamente transversal al flujo, a lo largo de la cual se miden las condiciones hidráulicas.

Una vez marcados los transectos, el trabajo topográfico y de hidrometría se realiza en un plazo breve de tiempo para que no se produzcan cambios relevantes en el caudal circulante durante la realización del trabajo. Para controlar estos cambios y hacer los ajustes pertinentes, se colocan estacas a la entrada o salida del tramo en una zona con agua, observando la variación de la lámina de agua durante la realización del trabajo. En los tramos aguas abajo de los embalses, además, se puede contactar con los encargados de presa para conseguir un caudal adecuado y constante durante la realización de la topografía.

2.1.6.1.1 Topografía

Como los modelos se deben utilizar para la validación hidrobiológica de caudales máximos, es necesario la toma de datos de topografía del lecho, y desde las orillas hasta el bankfull, estudiando previamente el terreno y buscando la correcta identificación del mismo (por estudio de los puntos más altos de depósito de sedimentos, cambios en la vegetación, cambios de pendiente en la sección transversal, cambio en los materiales de las orillas, socavación de orillas, líneas de coloración en rocas).

Es necesario recoger en campo la información topográfica tridimensional. Los datos de campo consisten en nodos, o puntos topográficos, de coordenadas X, Y, Z y tipo de sustrato, tomados mediante GPS topográfico, o en su defecto estación total de topografía.

Se recoge la información topográfica de las secciones transversales definidas tanto dentro como fuera del cauce. También se toman datos de la cota de lámina de agua en cada transecto, para el cálculo de la curva de gasto, así como los datos topográficos de las varillas, estacas, piedras... u otros elementos utilizados para el marcaje de los tramos. Es muy importante, porque es la única manera de relacionar las cotas de lámina de agua a elementos fijos.

2.1.6.1.2 Hidrometría

La medición del caudal, o aforo, se fundamenta en la expresión:

$$Q = A * V$$

siendo Q : caudal líquido, en m^3/s ; A : sección transversal de medición, en m^2 ; V : velocidad media de la corriente, en m/s .

El método que se empleará será el de las fajas verticales, en las que las mediciones de un río se calculan utilizando las mediciones de velocidad y profundidad, realizadas en cada una de las secciones transversales definidas. Para la medición de la velocidad y la profundidad se empleará un molinete digital modelo Probe.



Figura 12. Estimación de caudales

Una vez en gabinete, se procede a tratar toda esta información, obteniéndose para cada tramo de muestreo curvas de aforo como las que se recogen en la figura siguiente, aparte de los siguientes datos hidráulicos: Área total (m²); Velocidad promedio (m/s); Caudal (m³/s); Perímetro (m); Radio hidráulico (m); Profundidad media (m).

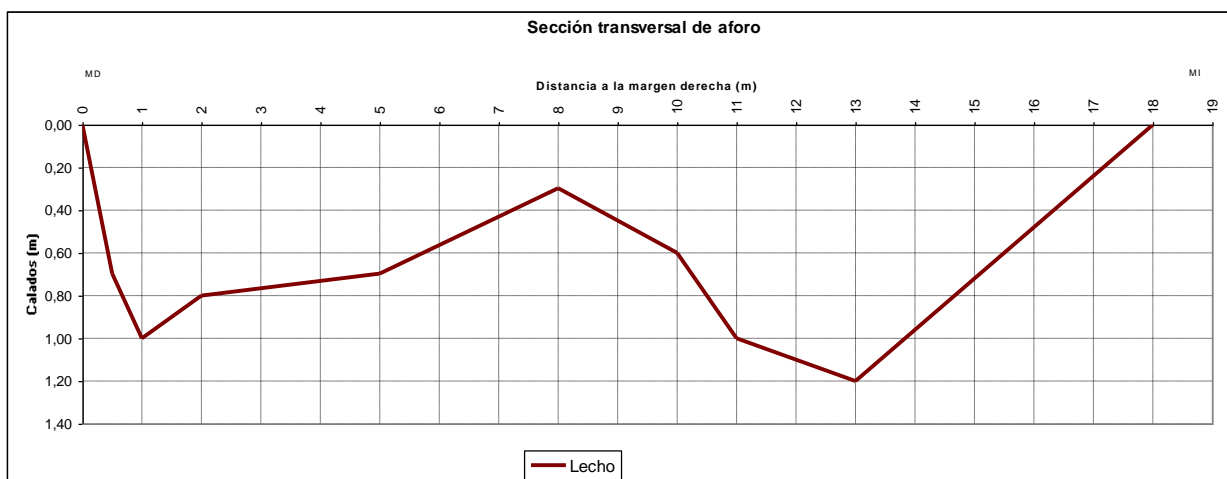


Figura 13. Ejemplo de una sección de aforo calculada

2.1.6.1.3 Sustrato

La toma de datos se realiza localizando las distintas zonas de sustrato que presentaba el tramo de estudio en un croquis; donde se representan, además, todos los hitos y descripciones necesarias para la correcta definición del tramo estudiado. Asimismo, a la hora de la realización de los perfiles transversales se estima el sustrato en cada punto de medición de profundidad y velocidad. Una vez observados los resultados en gabinete, estas mediciones son la base para asignar polígonos de sustrato al modelo de una forma sencilla.

Los tipos de sustrato deben ser coherentes con los utilizados en estudios de microhábitat, ya que en la simulación se toman estos datos de campo para evaluar el hábitat con las funciones de idoneidad disponibles. Se propone seguir la siguiente clasificación, según el diámetro medio (Martínez Capel, 2000), simplificada a partir de la American Geophysical Union:

1. Limo: < 62 μ m. **L**
2. Arena. 62 μ m-2 mm. **A**

3. Gravilla. 2-8 mm. **GV**
4. Grava. 8-64 mm. **GR**
5. Cantos Rodados. 64-256 mm. **CR**
6. Bloques o bolos. > 256 mm. **B**
7. Roca Madre. **RM**
8. Vegetación. **V**

Además de las tareas anteriores, debe efectuarse la recogida de otros datos que sirven de apoyo para la posterior simulación hidrobiológica:

- tipo de mesohábitats y de calidad de aforo para cada transecto.
- croquis descriptivo del tramo (citado anteriormente).
- fotografías: aguas arriba y aguas abajo de cada tramo, de ambas márgenes, del tipo de sustrato en cada zona diferenciable de tramo, etc.
- la identificación y posterior localización de los tramos y transectos.

2.1.6.2 Simulación hidráulica (gabinete)

Las características hidráulicas de un río se generan como consecuencia del régimen de caudales; en un determinado instante, la velocidad y la profundidad de las aguas y la sección mojada sólo dependerán de la cantidad de agua, es decir, del caudal, si suponemos que la sección transversal del cauce es invariable. Se trata de ir viendo como a medida que varía este caudal se generan nuevas condiciones de profundidad, velocidad y sección mojada. Esto representa un problema de hidráulica fluvial que no está resuelto satisfactoriamente y requiere acudir a un proceso de simulación hidráulica.

Para poder hacer las simulaciones se acudirá al programa SEFA (Ian G. Jowett, y col 2017). Se trata de un paquete informático dedicado a caudales ecológicos de lo más completo del mercado; incluye múltiples módulos analíticos interdisciplinarios que se indican a continuación (ver figura siguiente):

- Análisis Hidrológico (IHA y Series Temporales)
- Análisis de Hábitat Hidráulico (1D)
- Desarrollo de Criterios de Idoneidad de Hábitat (HSC)
- Modelado de Temperatura del Agua (red, tramo)
- Modelado de Calidad de Agua (O.D., nitrógeno, fósforo)
- Análisis de Sedimentos (lavado, deposición, suspensión)
- **Análisis de Conectividad hidráulica para ictiofauna**
- Análisis temporal de Hábitat
- Análisis Legal-Institucional (LIAM)

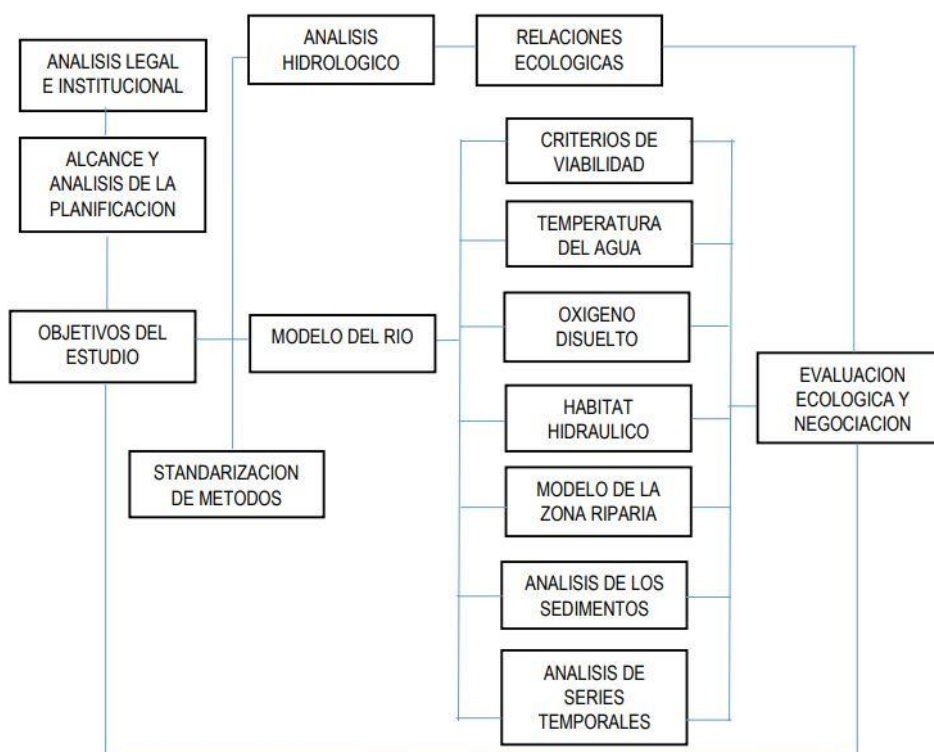


Figura 14. Esquema de flujo del Sistema de Análisis para Caudales Ambientales SEFA

Los trabajos a realizar con el modelo requieren básicamente las siguientes fases:

- Introducción de los datos de campo y chequeo de los archivos de datos.
- Cálculo de los caudales de calibración.
- Cálculo y edición de los factores de distribución de velocidades.
- Cálculo de las curvas de altura/caudal (curvas de gasto) y selección de las más apropiadas.
- Cálculo del refugio y conectividad del tramo

2.1.7 Visitas de campo (suestras controladas o crecidas)

Entre las tareas a realizar en la metodología se encuentran las visitas de campo, estas se realizarán cuando se efectúen muestras controladas o se produzcan otro tipo de crecidas. Su objeto es confrontar en campo los valores teóricos de las componentes del régimen de caudales con sus efectos reales.

Para ello se han previsto dos tipos de visita, para las crecidas controladas en las que se hará un seguimiento más detallado, que puede necesitar de varias visitas y las de las avenidas naturales, en las que se usará un protocolo simplificado. Evidentemente, esta distinción no es absoluta y se decidirá de forma previa a la salida que protocolo se aplicará.

En el caso de crecidas controladas:

- Antes de la realización de la visita de campo, para realizar un seguimiento más eficaz, es necesario disponer de la siguiente información:
 - Magnitud de la avenida.
 - Horarios en los que se producirá la avenida (Comienzo, punto máximo y finalización).

- Punto o tramo para la realización del seguimiento.
- **Primordialmente, se realizarán fotos, videos y anotaciones que permitan estimar la magnitud de la avenida.** Parte de esta información será enviada “in situ” para su publicación en la web de la confederación.
- En caso de que sea posible, se marcarán con pintura el material que pueda ser desplazado por la avenida. Como por ejemplo acúmulos de gravas dispuestos fuera del cauce.
- En caso de que sea factible, se dispondrán de marcas de nivel mediante el marcado de árboles o grandes bloques.
- Se tomarán periódicamente medidas “in situ” de temperatura, conductividad y oxígeno disuelto.
- Mediante un turbidímetro portátil se realizarán medidas de turbidez. Por razones de seguridad las mediciones se realizarán preferiblemente desde puentes. En caso de no ser posible, se realizarán desde la orilla, evitando en todo momento el ingreso al agua.
- Se tomarán muestras de agua para el análisis de Sólidos en Suspensión. De la misma manera, por razones de seguridad, la toma de muestras de agua se realizará preferiblemente desde puentes. En caso de no ser posible, se realizará desde la orilla, evitando en todo momento el ingreso al agua.
- Las muestras serán etiquetadas convenientemente y se mantendrán refrigeradas hasta su entrega en el Laboratorio de la Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Se observarán, fotografiarán y registrarán los arrastres de vegetación que pueda producir la avenida.

En el caso de avenidas naturales:

- **Primordialmente, se realizarán fotos, videos y anotaciones que permitan estimar la magnitud de la avenida.** Parte de esta información será enviada “in situ” para su publicación en la web de la confederación.
- Se observarán, fotografiarán y registrarán los arrastres de vegetación que pueda producir la avenida.
- Se tomarán medidas “in situ” de temperatura, conductividad y oxígeno disuelto.
- Mediante un turbidímetro portátil se realizarán medidas de turbidez periódicamente

Ya en gabinete:

- Se recopilarán los datos de caudales registrados por la estación de aforo más cercana para correlacionarlos con las observaciones de campo.
- Se diseñará una ficha resumen con los resultados obtenidos.

2.1.8 Redacción de una propuesta preliminar de caudales

Una vez finalizados los trabajos de campo y realizados los correspondientes cálculos y análisis de datos se redactará una propuesta preliminar de caudales máximos, generadores y tasas de cambio.

Los resultados obtenidos tras la realización de todas estas tareas serán revisados y validados atendiendo a los criterios de diseño que se indican a continuación. Estos criterios tendrán en cuenta los usos de los embalses, dando así respuesta a las aportaciones recibidas en el seminario técnico inicial (ver aportación nº2).

2.1.8.1 Criterios de diseño de caudales máximos y generadores

Caudales máximos:

- Se tendrá en cuenta el caudal máximo autorizado (concesión principal o uso) para conocer la posible afección al uso de los caudales resultantes.

Caudales generadores:

- Se considerará la limitación de este caudal por afecciones aguas abajo establecidas en las normas de explotación.
- Se tendrá en cuenta que el volumen desembalsado sea menor a un umbral (porcentaje a determinar) de la capacidad del embalse, cuyo objeto será determinar si estos caudales condicionan ostensiblemente el almacenamiento del recurso (agua).
- Se estimará la posibilidad de implementación práctica del hidrograma en una jornada laboral (extendida a 10-12 horas en algunos casos), que facilitará la realización del evento.

Por último, se debe indicar que en la propuesta preliminar se recogerá con detalle la metodología empleada. Además, se presentarán los resultados en tablas u hojas Excel, donde sea fácil repasar las propuestas y analizar los resultados. Una vez realizados todas las actividades y cálculos indicados se realizará una propuesta preliminar de caudales máximos, generadores y tasas de cambio.

2.2 FASE 2. Proceso de concertación con gestores

Fase integrada por una actividad principal que se conforma por reuniones que se mantendrán con los principales gestores de infraestructuras.

El objeto de este proceso es ajustar los caudales máximos, generadores y tasas de cambio en función de las necesidades de uso, sin obviar la necesidad de obtener un buen estado ecológico de las masas de agua. Este proceso da respuesta a una de las principales aportaciones recibidas en el seminario inicial, donde parte de los asistentes destacaron la necesidad de considerar en la definición de las componentes de caudales objeto de estudio, no solo los aspectos medioambientales, sino también los distintos usos del agua, así como concertarlos con los gestores.

Esta fase, por tanto, resulta relevante para la definición de la propuesta definitiva de los caudales máximos, generadores y tasas de cambio en la cuenca del Ebro. Por ello, se mantendrán reuniones con los gestores de las distintas infraestructuras, cuyo objetivo será la obtención de aportaciones o sugerencias por parte de estos a los caudales propuestos.

Para la efectividad de estas reuniones se preparará la documentación técnica necesaria referente a las masas de agua implicadas. Esta información será remitida a los gestores previamente a la realización de la reunión, con el objeto de agilizar el proceso. La reunión quedará registrada en un resumen donde se recogerá, al menos, los siguientes aspectos;

- **Información de la Reunión:** donde se indica el lugar la fecha, hora y duración de la reunión, su objetivo, quien convoca la reunión, el listado de asistentes y la lista de personas a las que se distribuye el acta.
- **Agenda:** donde se realiza una breve descripción del objetivo de la reunión y los temas a tratar.

- **Temas Tratados:** Este apartado recogerá el desarrollo de la reunión identificando los temas tratados relativos a: 1) la operativa del proyecto, 2) el contexto técnico y, 3) otros temas de aplicación, detallando los comentarios, discusiones, y cualquier otro aspecto que se considere oportuno documentar, de acuerdo a su aplicabilidad en el proyecto.
- **Acuerdos:** donde se recogen los acuerdos alcanzados y las acciones a llevar a cabo.
- **Puntos Pendientes:** donde se incluyen los puntos pendientes, la descripción de los mismos, la fecha de resolución y el responsable de la misma.

Estos resúmenes serán una herramienta de gran utilidad para la posterior revisión de los caudales previamente dispuestos, ya que reflejarán todos los temas tratados, así como los acuerdos obtenidos.

2.3 FASE 3. Revisión de la propuesta en base a la concertación

2.3.1 Revisión y propuesta final de caudales

Una vez recabadas las aportaciones, comentarios y sugerencias de los distintos gestores serán debidamente analizadas y aquellas que resulten consideradas se tendrán en cuenta para la realización de la propuesta final de este trabajo de caudales máximos, generadores y tasas de cambio.

2.3.2 Redacción y edición de la memoria final

Tras la revisión de caudales se realizará una memoria final detallada donde se recogerá toda la información generada en el trabajo: información de partida utilizada, descripción detallada y precisa de todos los análisis y metodologías aplicados, labores de campo, el resultado de todos los cambios realizados con la dirección de los trabajos, las incorporaciones realizadas con motivo de la presentación pública y las reuniones con los gestores de infraestructuras, los productos obtenidos de los seminarios (grabación, resumen, fotos,...) y, por último, los resultados finales obtenidos, incluyendo anejos, ficheros digitales, capas GIS, etc. En la memoria final se incluirán además los informes parciales generados a lo largo del proyecto con objeto de facilitar su consulta.

2.3.3 Seminario final

Como finalización de trabajo se realizará un seminario técnico final. El objeto del seminario final es la presentación de los resultados obtenidos y los trabajos realizados a todos los interesados de la cuenca del Ebro. El seminario final mantendrá la misma tónica que el seminario ya realizado en el arranque de los trabajos (seminario técnico inicial). El seminario podrá tener un carácter semipresencial, informando a los usuarios con tiempo suficiente para facilitar su suscripción. Al igual que en el seminario inicial se informará del evento a los distintos interesados a través de correo electrónico, de la página web del Ebro y redes sociales (Facebook, Instagram y Twitter). Una vez realizado el seminario, las posibles aportaciones que surjan de su realización serán analizadas e integradas si procede en la memoria final.

2.4 Comunicación

Se trata de una actividad transversal a todas las anteriores, no por ello menos importante, ya que se trata de mantener continuamente informados a los interesados sobre el desarrollo de los trabajos.

Esta actividad de apoyo consiste, principalmente, en la realización de resúmenes, vídeos, fotografías u otro material gráfico sencillo para su incorporación en la página web de la Confederación Hidrográfica del Ebro y sus redes sociales. Entre las actividades que son susceptibles de interés a los usuarios se consideran destacables las visitas de campo de sueltas controladas o la realización del seminario final de trabajo.

3. Plan de trabajo y cronograma

3.1 Plan de trabajo

En el presente apartado se justifica la programación de los trabajos que se entiende como más adecuada para la metodología descrita en esta estrategia. En este apartado no se tratan los aspectos metodológicos ya que han quedado ampliamente descritos en los apartados anteriores, indicándose, principalmente, los tiempos estimados para la realización de las actividades que compone la estrategia desarrollada en los apartados anteriores.

Se estima que, de acuerdo con la finalidad del proyecto, metodología y objetivos, la presentación elegida y tomando como base el plazo final de presentación, y según las características propias de cada actividad, es el que mejor refleja la marcha de los trabajos, dada la repartición de actividades-equipos más adecuada por los conocimientos de los técnicos y la necesidad de finalizar determinadas actividades en cada uno de los plazos.

La distribución del cronograma general se ha realizado a nivel semanal, pero cabe reiterar que los tiempos estimados y fechas propuestas pueden sufrir ligeras variaciones según la fecha de inicio de las actividades y las distintas observaciones que pueda llevar a cabo la dirección de los trabajos.

Las actividades que integran el CRONOGRAMA GENERAL DE LOS TRABAJOS dan respuesta a las fases definidas en la estrategia y son íntegramente, las tareas a realizar según el Pliego de Prescripciones Técnicas, que rige el presente contrato. Conviene aclarar que las actividades iniciales que se establecen en el este Pliego de Prescripciones Técnicas (recopilación de la información existente, preparación de documentación para la celebración de un seminario técnico y apoyo para el desarrollo de un seminario técnico), no se tienen en cuenta en el cronograma, ya que han sido realizadas y dan pie a la presente estrategia.

En consecuencia, se realizarán las siguientes actividades:

FASE 1. Desarrollo de los estudios técnicos

- Recopilación y análisis de la información hidrológica
- Realización de visitas de campo preliminares
- Estudios de hábitat en campo
- Muestreo de hábitat
- Simulación hidráulica
- Visitas de campo (sueltas controladas o crecidas)
- Redacción de una propuesta preliminar de caudales

FASE 2. Proceso de concertación con gestores.

- Reuniones con gestores de infraestructuras

FASE 3. Revisión de la propuesta en base a la concertación.

- Elaboración de una propuesta final de caudales
- Redacción y edición de la memoria final
- Seminario final

Comunicación

Analizando las distintas actividades, o etapas citadas, se puede sintetizar lo siguiente:

3.1.1 Recopilación y análisis de la información hidrológica

Actividad donde se realizarán todos los cálculos indicados para obtener las series de caudales diarias naturalizadas. Se estima que esta actividad tendrá una duración aproximada de once (11) semanas, iniciándose en el mes de agosto y finalizándose en octubre de 2023.

3.1.2 Realización de visitas de campo preliminares

En diez (10) tramos seleccionados (ver apartado 2.1.5. *Realización de visitas de campo preliminares*) se realizarán las visitas de campo con el objeto de localizar las zonas más propicias para la toma de datos adecuados y fiables a implementar al modelo.

Se prevé la realización de esta visitas de campo durante el mes de septiembre de 2023.

3.1.3 Estudios de hábitat

Esta actividad consta de dos tareas estrechamente relacionadas entre sí, muestreos de hábitat (tareas de campo) y simulaciones hidráulicas (trabajos de gabinete). Se prevé su realización entre los meses de octubre y diciembre de 2023, solapándose ambas tareas durante el mes de noviembre.

Estos estudios se realizarán sobre los quince (15) tramos indicados en el apartado 2.1.5. *Realización de visitas de campo preliminares*.

3.1.3.1 Muestreo de hábitat

Tras la realización de las visitas preliminares se estará en disposición de realizar las tareas de campo asociadas a los estudios de hábitat. Se prevé su comienzo en octubre de 2023, con una duración aproximada de siete semanas, los trabajos de campo finalizarían a mediados del mes de noviembre.

3.1.3.2 Simulación hidráulica

Las simulaciones hidráulicas podrán solaparse en el tiempo con los muestreos de hábitat, así, se prevé su comienzo en noviembre de 2023 para finalizar en diciembre de 2023.

3.1.4 Visitas de campo (suestras controladas o crecidas)

Este tipo de visitas se encuentra condicionada por la climatología y por fechas concretas de realización de crecidas artificiales, por lo que no es posible, en el momento de realización de este documento, programar el tiempo de su realización, por ello en el cronograma adjunto el tiempo se indica de manera intermitente. No obstante, se supone que el periodo posible de su realización será desde noviembre de 2023 hasta la mitad de junio de 2024. Se plantea este periodo con el objeto de dejar los últimos tres meses de proyecto con dedicación a las tareas finales.

3.1.5 Redacción de una propuesta preliminar de caudales

Se estima que el análisis, diseño de caudales y redacción de la propuesta preliminar de caudales tendrá una duración de cuatro meses (de enero a abril de 2024). Como se ha indicado en el apartado correspondiente se entregará un resumen detallado de metodológica y la propuesta preliminar de caudales máximos, generadores y tasas de cambio obtenidos.

3.1.6 Reuniones con gestores de infraestructuras

Actividad correspondiente a la Fase 2 de la estrategia. En ella se realizarán las reuniones con los gestores de las infraestructuras. Estas reuniones tendrán como objetivo final presentar y concertar los caudales propuestos. Al igual que ocurre con la actividad de visitas de campo para sueltas controladas o crecidas naturales, no es posible, en el momento de la realización de este documento, determinar fechas concretas de su ejecución. No obstante, a tenor del desarrollo de los trabajos, se estima que estas reuniones podrán efectuarse durante el mes de mayo de 2024.

3.1.7 Elaboración de una propuesta final de caudales

Actividad que se engloba en la Fase 3 de la estrategia (Revisión de la propuesta en base a la concertación). Tras la realización de las reuniones de concertación con los distintos gestores se podrá ajustar la propuesta preliminar de caudales, obteniéndose una propuesta final de caudales máximos, generadores y tasas de cambio. Se prevé que este ajuste podrá ser realizada durante las dos primeras semanas de junio de 2024.

3.1.8 Redacción y edición de la memoria final

Por último, se entregará al final del trabajo una memoria detallada que recoja todas las actividades realizadas durante el contrato, acompañada de dos resúmenes: ejecutivo y divulgativo. Se estima una duración de la actividad en un mes y medio, comenzándose en la segunda quincena de junio y finalizándose en julio de 2024.

En esta memoria final se recogerá toda la información de partida utilizada, la descripción detallada y precisa de todos los análisis y metodologías aplicados, las labores de campo realizadas, el resultado de todos los cambios realizados con la dirección de los trabajos, las incorporaciones realizadas con motivo de la presentación pública y las reuniones con los gestores de infraestructuras, los productos obtenidos de los seminarios (grabación, resumen, fotos,...) y, por último, los resultados finales obtenidos, incluyendo anejos, ficheros digitales, capas GIS, etc. En la memoria final se incluirán además los informes parciales generados a lo largo del proyecto con objeto de facilitar su consulta.

3.1.9 Seminario final

Actividad englobada en la Fase 3 del proyecto, aunque también puede considerarse parte de la actividad de comunicación. Se prevé que todas las tareas asociadas a la organización de este tipo de evento (realización de resúmenes, presentaciones, comunicaciones, etc.) podrán realizarse tras la redacción de la memoria final, reservando el último mes de trabajo para su realización.

3.1.10 Comunicación

Como ya se ha indicado, esta actividad de apoyo consiste, principalmente, en la realización de resúmenes, vídeos, fotografías u otro material gráfico sencillo para su incorporación en la página web de la Confederación Hidrográfica del Ebro y sus redes sociales. Se trata de una actividad transversal a todas las anteriores, por ello, en el cronograma adjunto, se presenta de manera intermitente.

3.2 Cronograma

FASES	ACTIVIDADES	2023						2024									
		jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	
1	Recopilación y análisis de la información hidrológica		■	■	■	■	■										
1	Realización de visitas de campo preliminares			■	■												
1	Estudios de hábitat en campo				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	<i>Muestreo de hábitat</i>				■	■	■	■	■	■							
	<i>Simulación hidráulica</i>					■	■	■	■								
1	Visitas de campo (suestras controladas o crecidas)					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
1	Redacción de una propuesta preliminar de caudales							■	■	■	■	■	■	■	■		
2	Reuniones con gestores de infraestructuras											■	■	■			
3	Elaboración de una propuesta final de caudales												■	■			
3	Redacción y edición de la memoria final												■	■	■	■	■
3	Seminario final															■	■
	Comunicación	■		■		■		■		■		■		■		■	