



METODOLOGÍA APLICADA

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

Mariano Cebrián del Moral

NTT DATA

3 DE OCTUBRE DE 2024

Contenido

1. Series diarias de caudal
2. Caudales máximos
3. Caracterización del régimen de crecidas
4. Tasas de cambio
5. Reconocimiento en campo de avenidas
6. Contribución de los usuarios y otras personas interesadas

Restitución de las series diarias de caudal

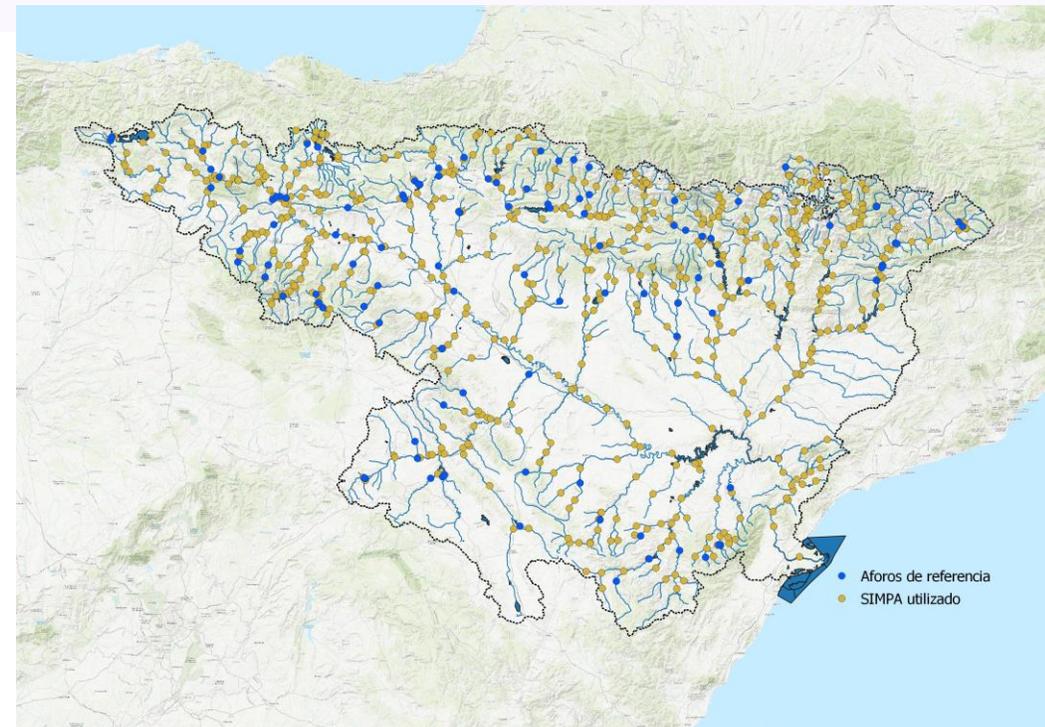
Definidas las características en el artículo IPH 3.4.1.4.1.1.1. *Caracterización por métodos hidrológicos*

La serie hidrológica utilizada deberá caracterizar el régimen natural y, siempre que sea posible, se definirá a escala diaria. Para la obtención de dicha serie podrán aplicarse las siguientes metodologías:

- a) *Modelización hidrológica de series en régimen natural a escala diaria.*
- b) *Modelización hidrológica de series en régimen natural a escala mensual y 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.*

Se utilizó el método b)

- **Modelo hidrológico a escala mensual: SIMPA. Periodo de simulación: 1940/41 a 2017/18 CEDEX.**
- **Patrón de distribución diario: Estudio de caudales ecológicos en la cuenca del Ebro 2013. DGA.**



Caudales máximos (1)

Definidos en el artículo IPH 3.4.1.4.1.2. *Distribución temporal de caudales máximos*

Los caudales máximos que no deben ser superados durante la operación y gestión ordinaria de las infraestructuras hidráulicas. ¿Por qué?

ALTERACIONES PROVOCADAS POR CAUDALES EXCESIVOS

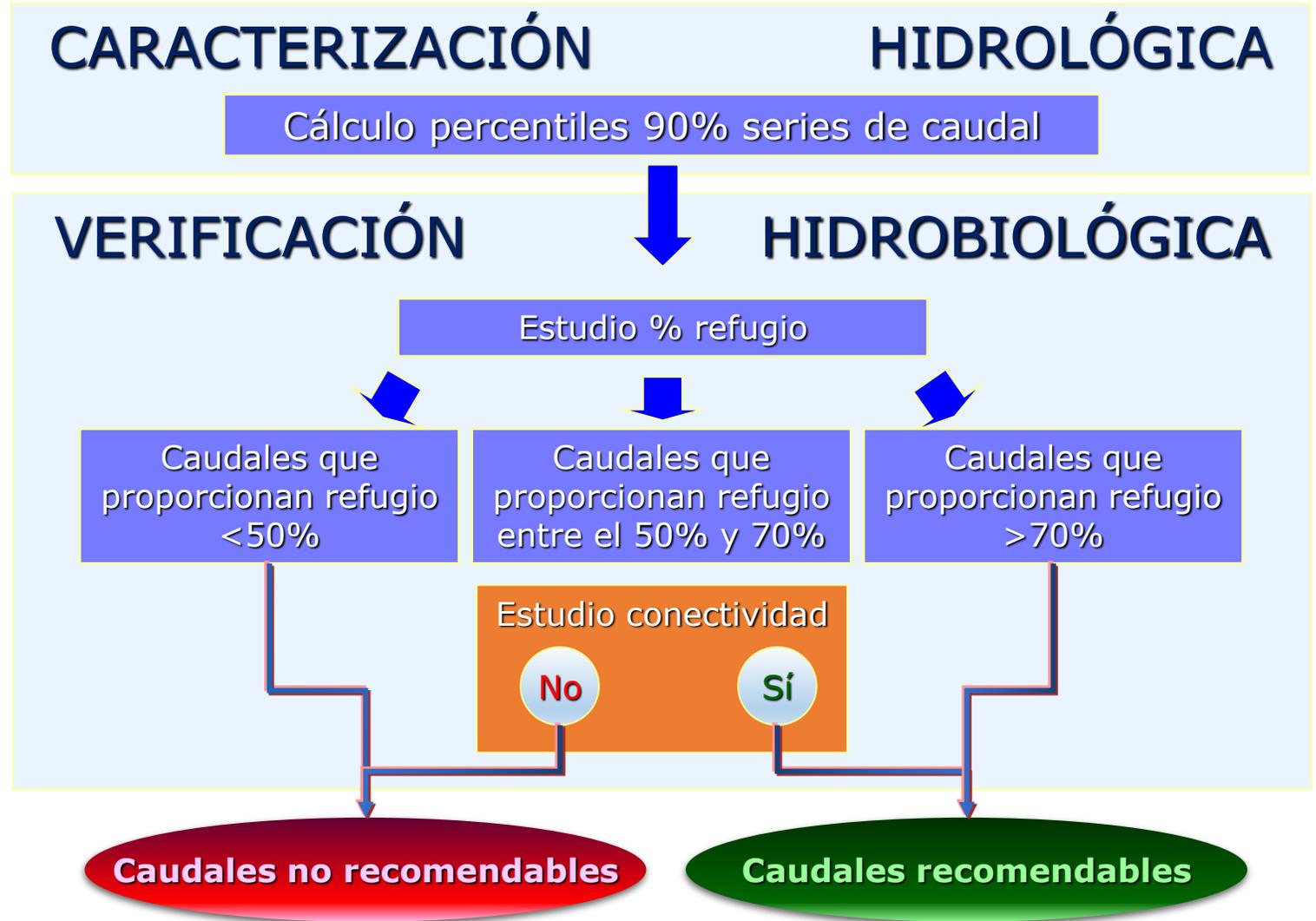
- Aumento de la velocidad y profundidad
- Mayor capacidad de transporte
- Disminución de temperatura

EFFECTOS SOBRE EL RÍO

- Cambios geomorfológicos
 - Incisión acelerada
 - Ampliación del cauce
 - Alteración de los rápidos y remansos
- Arrastre de la biota
- Simplificación de la biocenosis y sustitución de especies

Caudales máximos (2)

- Caracterización: Análisis de los percentiles de excedencia mensuales de la serie de caudales.
Recomendación general: No superar el percentil 90 de la serie.
 - Series SIMPA de distinta longitud (corta 1940-2018 y larga 1980-2018)
 - Distintos criterios sobre el cálculo de percentiles (serie diaria, serie mensual, todos los años, años húmedos...)
- Verificación: Establece que el régimen de caudales máximos debe ser verificado **mediante modelos de hábitat** acuático (estudios de hábitat)



Caudales máximos (3)

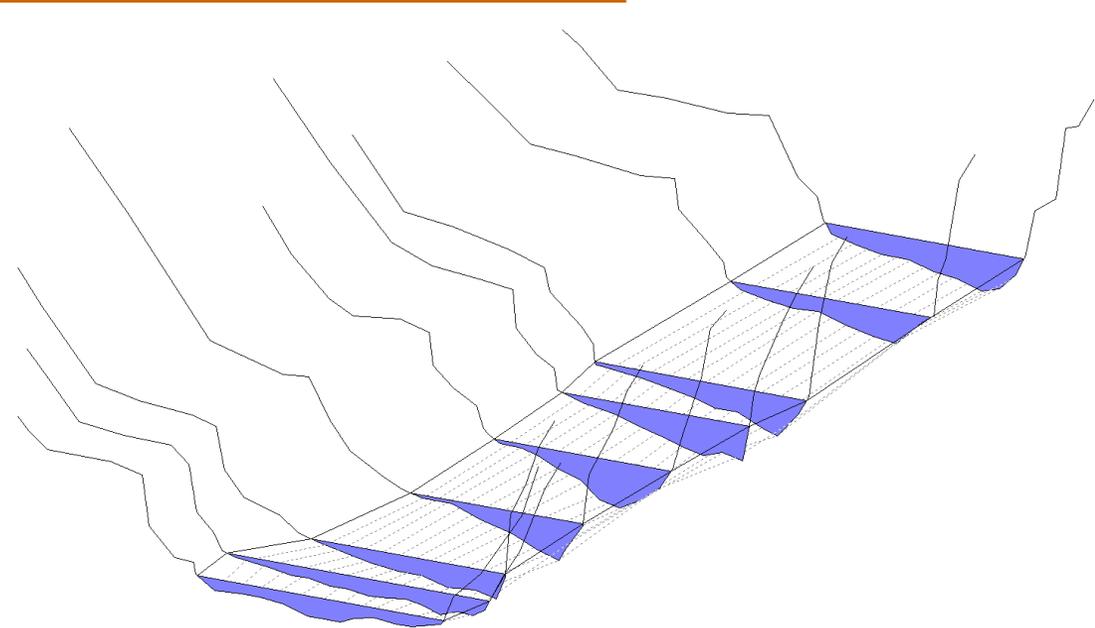
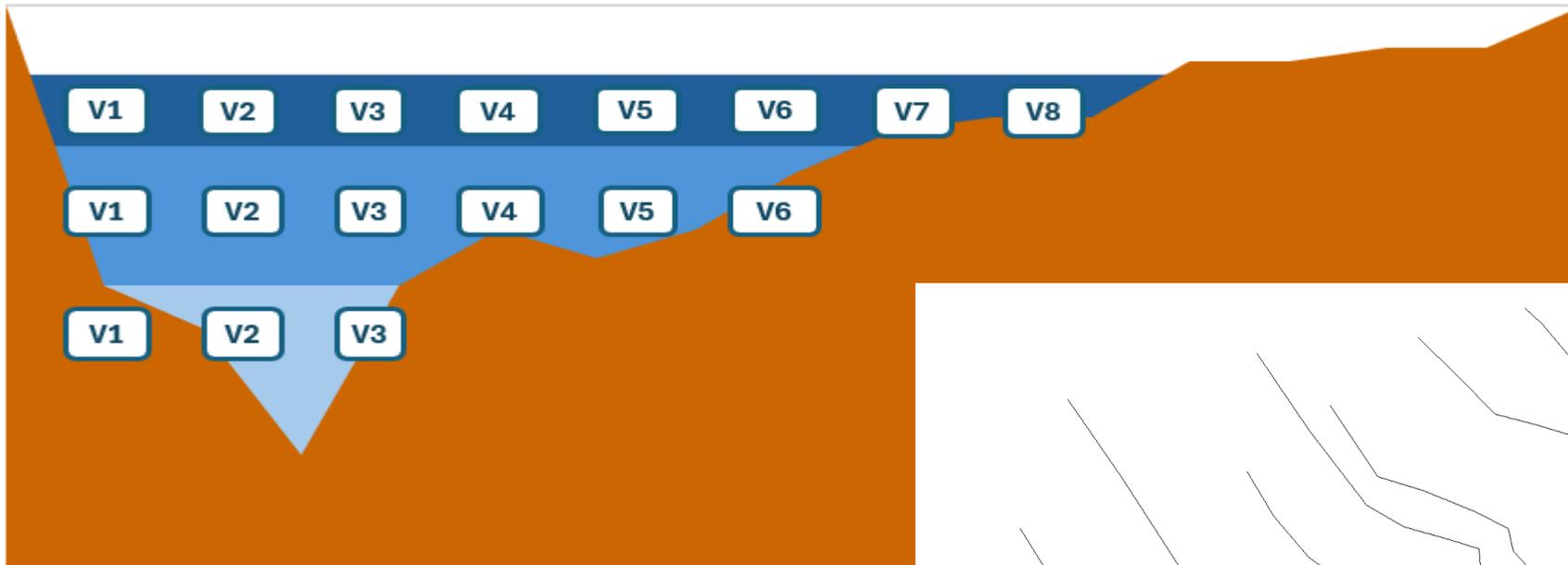
- Evaluación del hábitat de refugio: Aquellos tramos del río con una determinada profundidad de agua y cuyas velocidades no superan las velocidades máximas para las especies existentes en el tramo. Propuestas en la IPH (a falta de estudios específicos):

CONSIDERACIÓN DE “REFUGIO”		
ESTADIO	Velocidad máxima limitante (m/s)	Profundidad mínima limitante (m)
Alevín	1	0,1
Juvenil	2	0,15
Adulto	2,5	0,25

Se evalúa mediante modelos hidráulicos acoplados a la simulación de hábitats

Se discrimina entre tipo de río, ya que no todos los ríos deben ser aptos para todas las fases vitales. Existe una estratificación del territorio

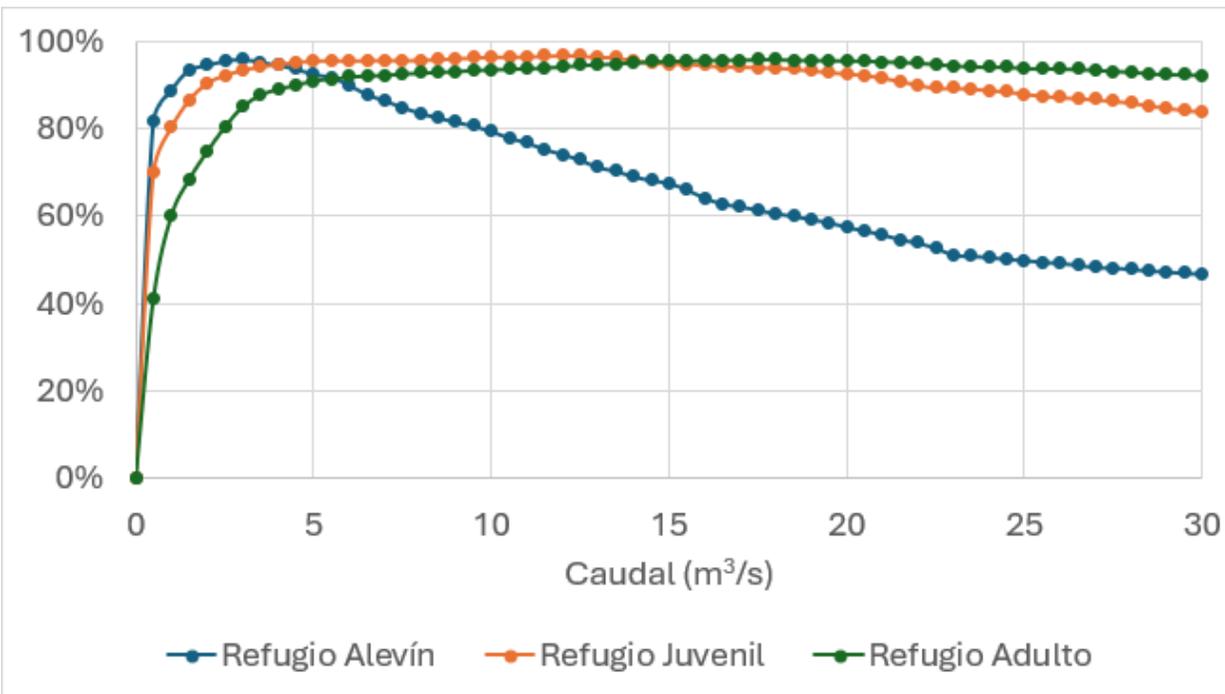
Caudales máximos (4)



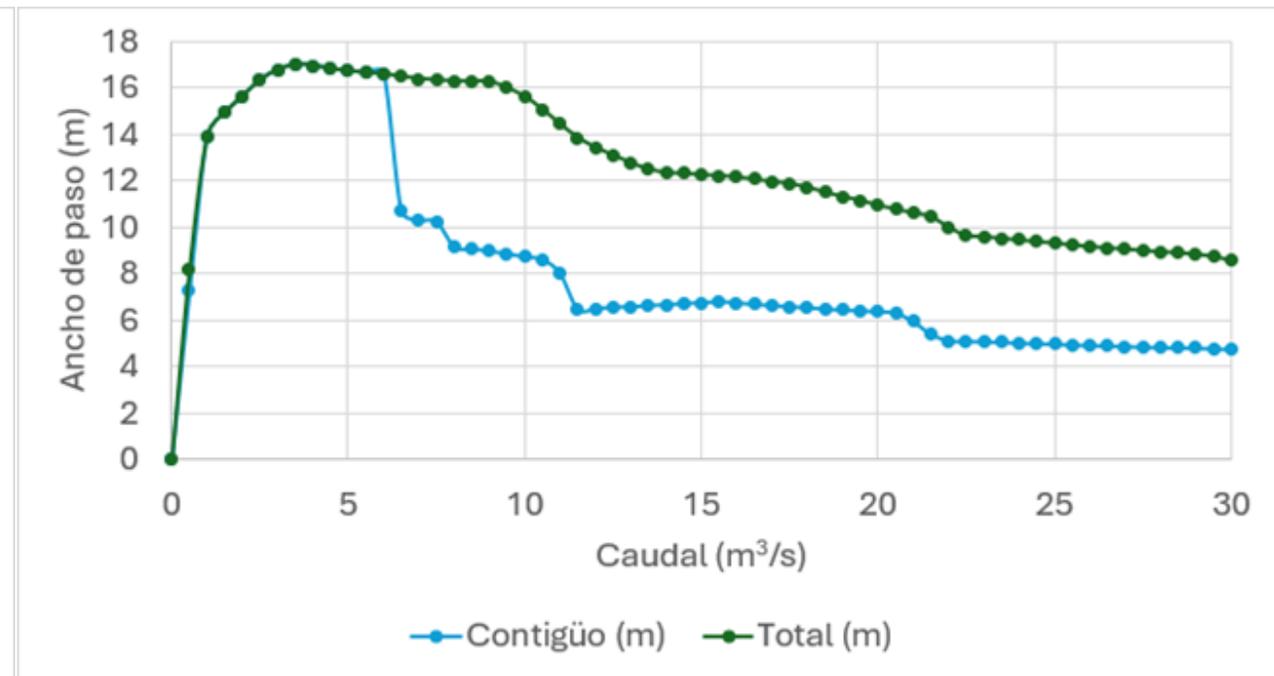
El modelo permite: Conocer en cada celda de la sección la velocidad y la profundidad

Caudales máximos (5)

Análisis del refugio



Análisis de la conectividad



Caudal generador (1)

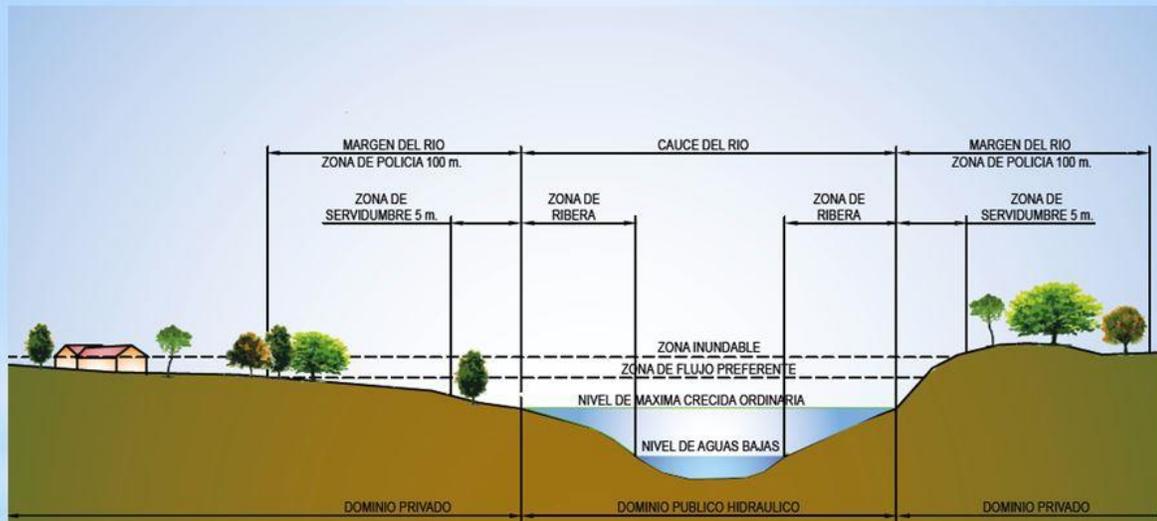
La IPH define que se debe hacer

- Caracterizarlo en aquellos tramos situados aguas abajo de importantes infraestructuras de regulación.
- Los parámetros a determinar son: Magnitud, Frecuencia, Duración, Estacionalidad y Tasas de cambio.

Funciones básicas

- Remueve los materiales del cauce y regenera la zona hiporreica (intersticial).
- Favorece el transporte de sedimentos y materia orgánica.
- Controla el desarrollo de los productores primarios.
- Renueva y diversifica el microhábitat y las poblaciones de zoobentos.
- Evita la presión de colonización de las riberas. Mantiene la sección fluvial (“bankfull”). Aporta las escrituras de propiedad del río.

ZONIFICACIÓN DE LA ZONA INUNDABLE

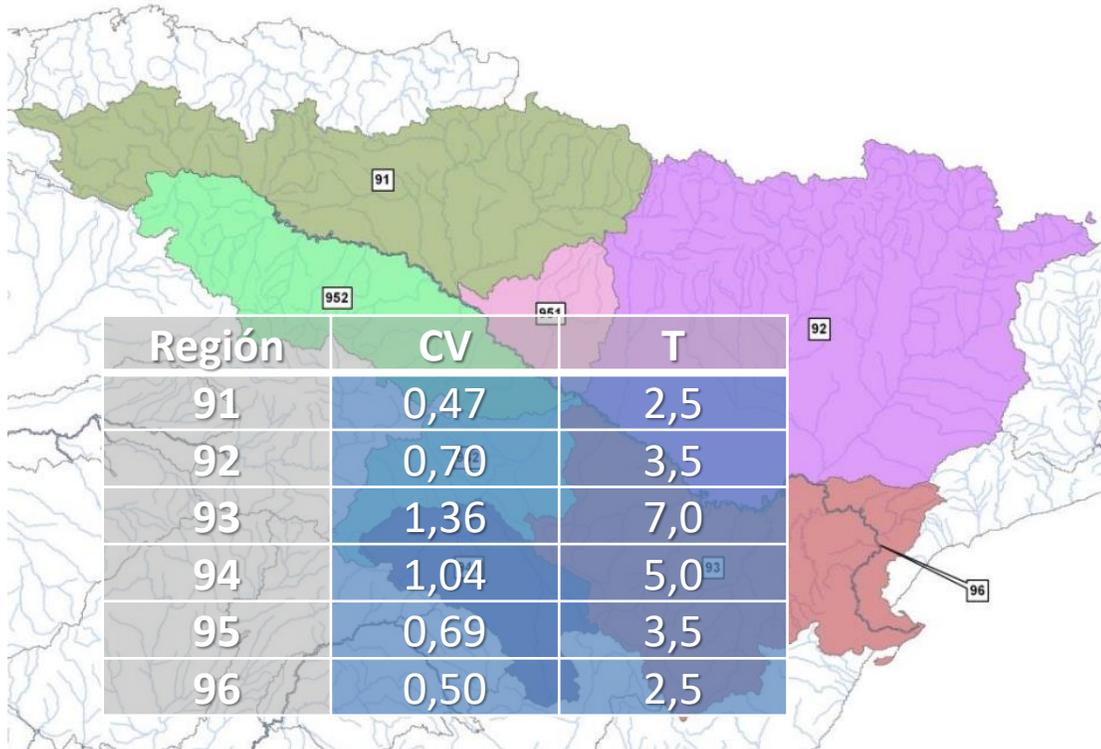


Reset del
ecosistema

Caracterización del régimen de crecidas (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 (Cv) según la zona estudiada, tal como se muestra:



Magnitud

- A partir de los datos del CauMax. Aplicación desarrollada por el CEDEX en ArcGis, donde se puede obtener la MCO, basado en los periodos de retorno citados
- Calculándolo a partir de la serie de caudales máximos anuales aplicando la ley de distribución de frecuencias de Gumbel para el estudio de los valores extremos.

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

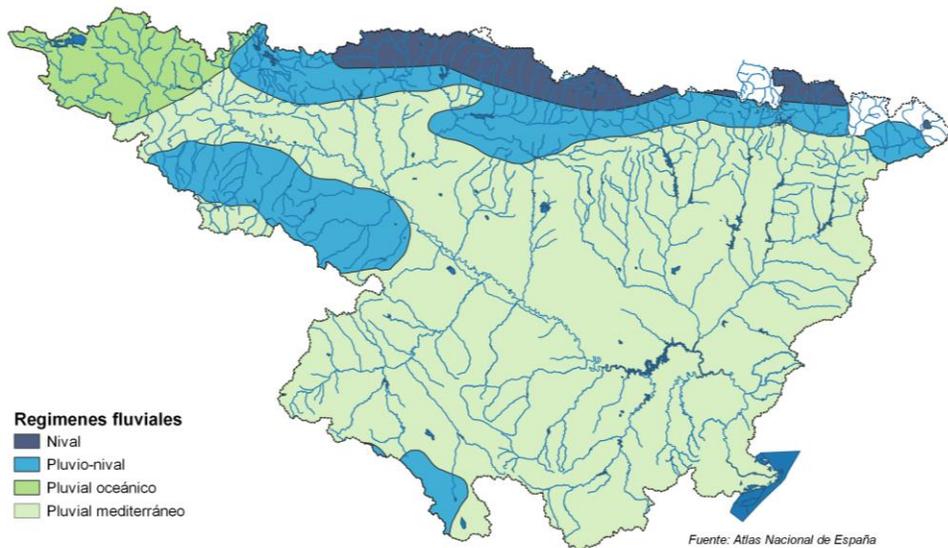
Siendo: $b = \alpha (x - u)$

$$u = \bar{x} - \frac{\mu_y}{\alpha}$$

Caracterización del régimen de crecidas (3)

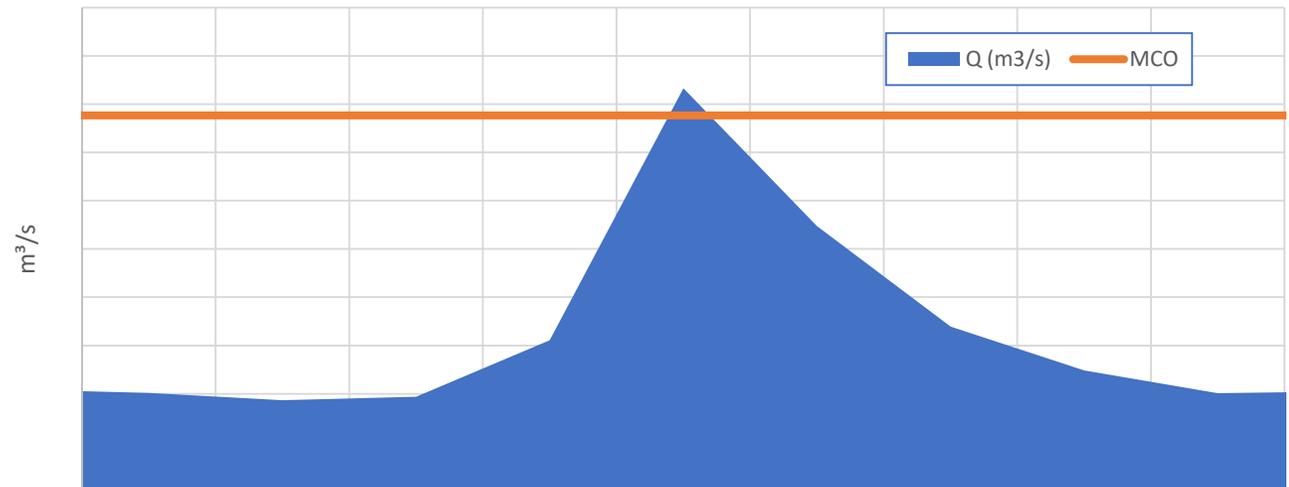
Estacionalidad

- Periodo del año en el que se tiene que producir el elemento generador: meses de mayor probabilidad de que se produzcan este tipo de eventos de forma natural.
- Se seleccionan los meses de mayor aportación natural según el tipo de régimen fluvial (nival, pluvio-nival, pluvial oceánico, pluvial mediterráneo).



Duración

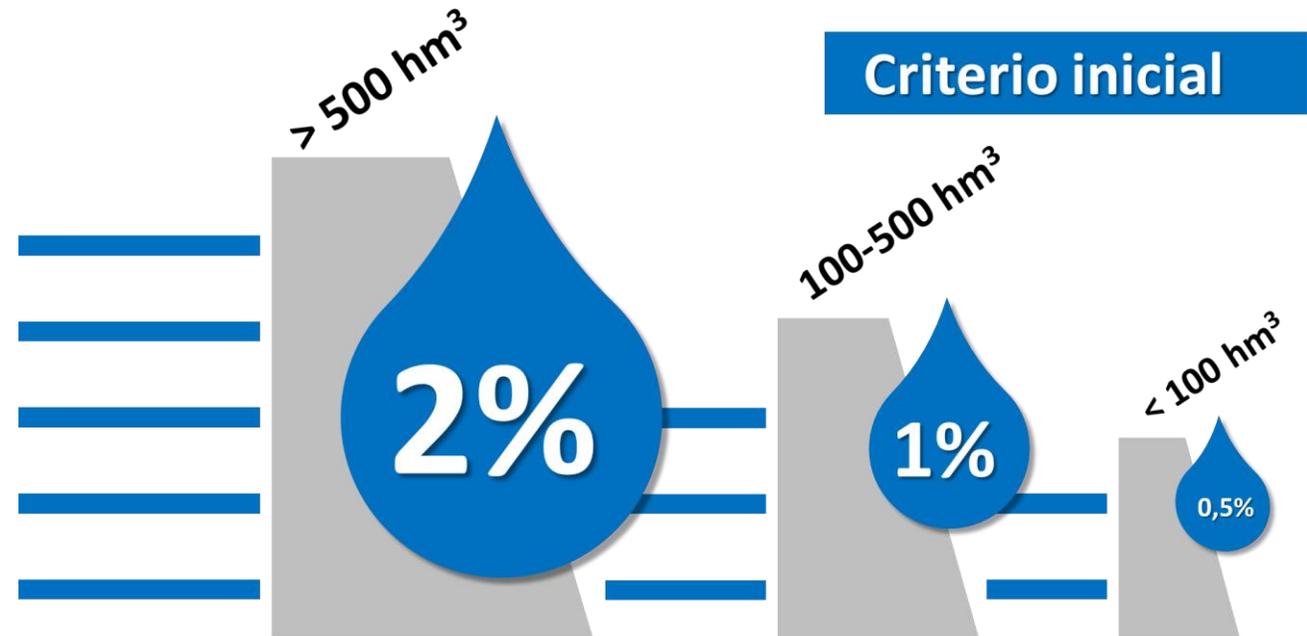
- Lapso de tiempo desde que empieza a subir el caudal hasta el momento en que se vuelve a alcanzar el caudal base.
- Asociado a las tasas de cambio



Caracterización del régimen de crecidas (4)

Mejoras metodológicas aplicadas en la cuenca del Ebro

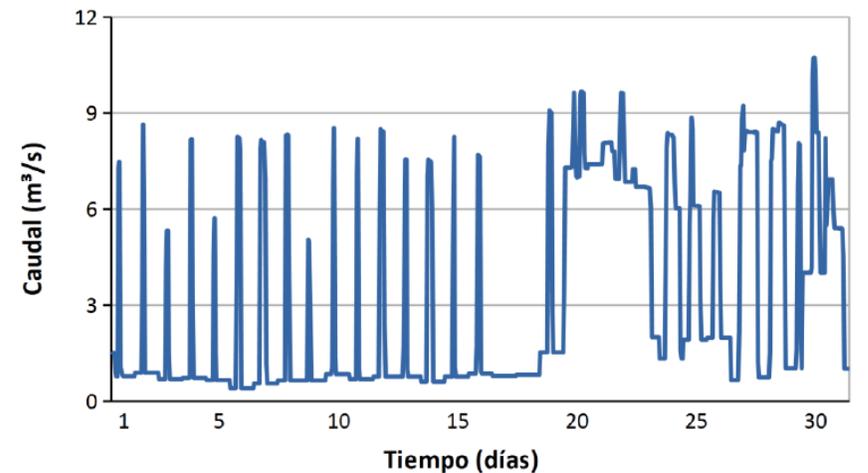
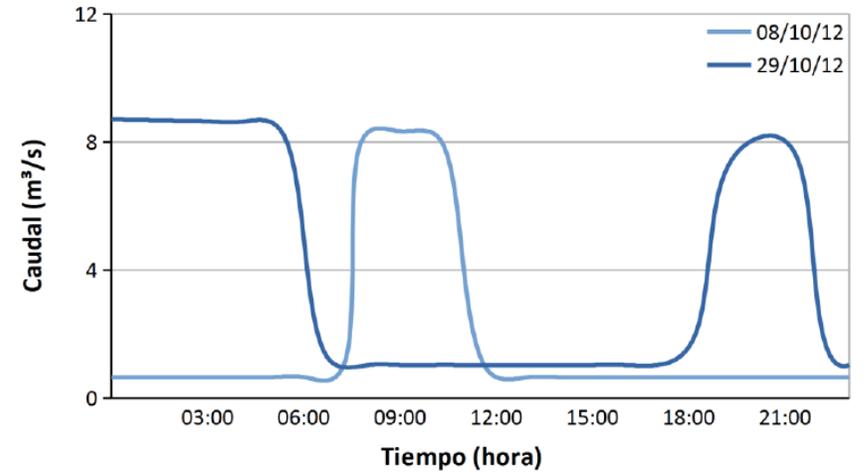
- Volumen total de la crecida
 - Por volumen embalse
- Donde se aplica
 - Embalses $>1,5 \text{ hm}^3$
 - No ibones
 - Encadenados: se aplica en el de aguas abajo
- En algunos casos, tener en cuenta la jornada laboral
- Corrección por caudales Q1, Q2 y Q3 de normas de explotación para evitar daños
- Validación con gestores de las presas



Tasas de cambio (1)

Efectos ambientales de las variaciones bruscas de caudal

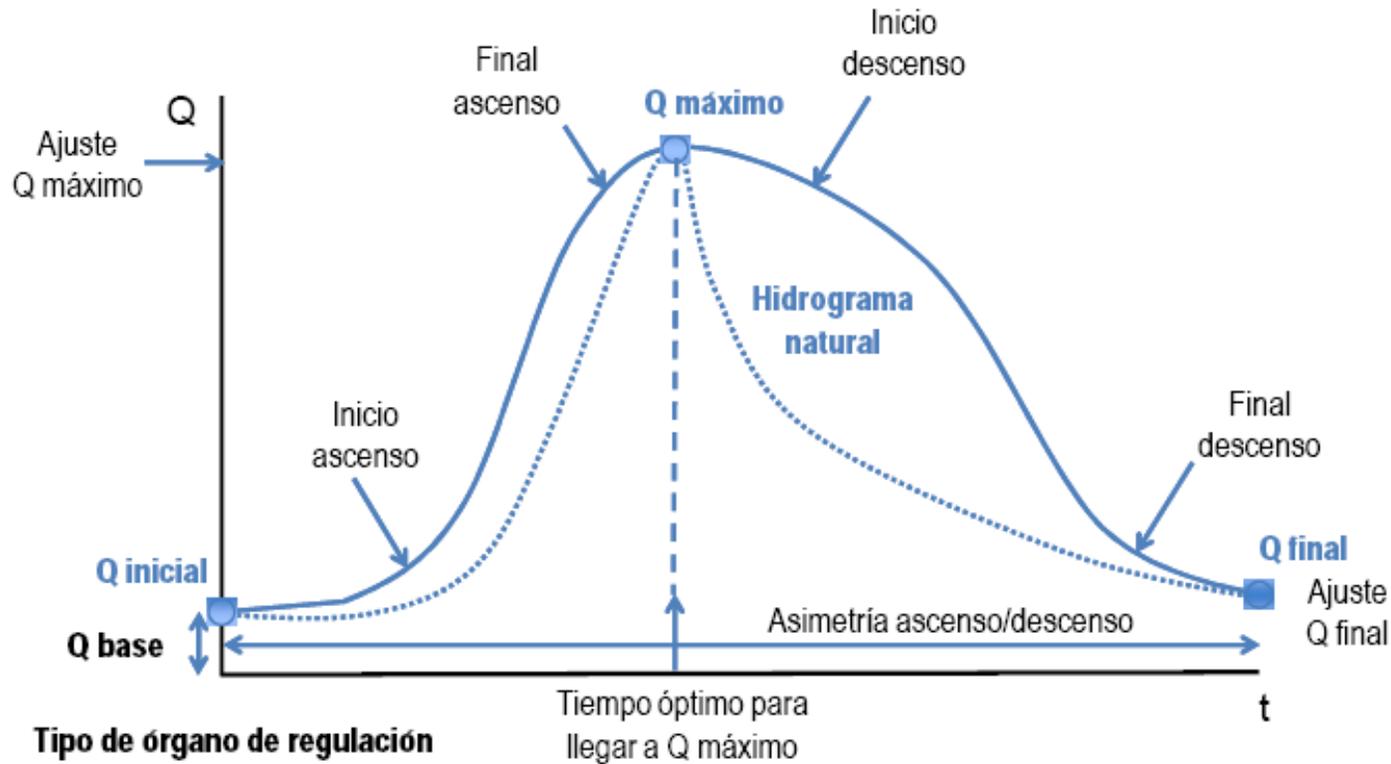
- Fase de ascenso: arrastre de organismos
- Fase de descenso: dejar en seco a organismos: varados en orillas o aislados en charcos
- Tanto especies lóxicas como leníticas se ven desfavorecidas: no existen organismos adaptados a ellas, siendo la consecuencia general la pérdida de especies sensibles a estas variaciones



La IPH. 3.4.1.4.1.3. *Tasa de cambio* dice que su estimación tanto para el ascenso como descenso.

Son necesarias para los caudales generadores, pero también aplicables a la gestión habitual de las presas: caudales de turbinación, desagües para la gestión, etc.

Tasas de cambio (2)



Método del Caudal Básico de Mantenimiento QBM

- Tasa ascendente:

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

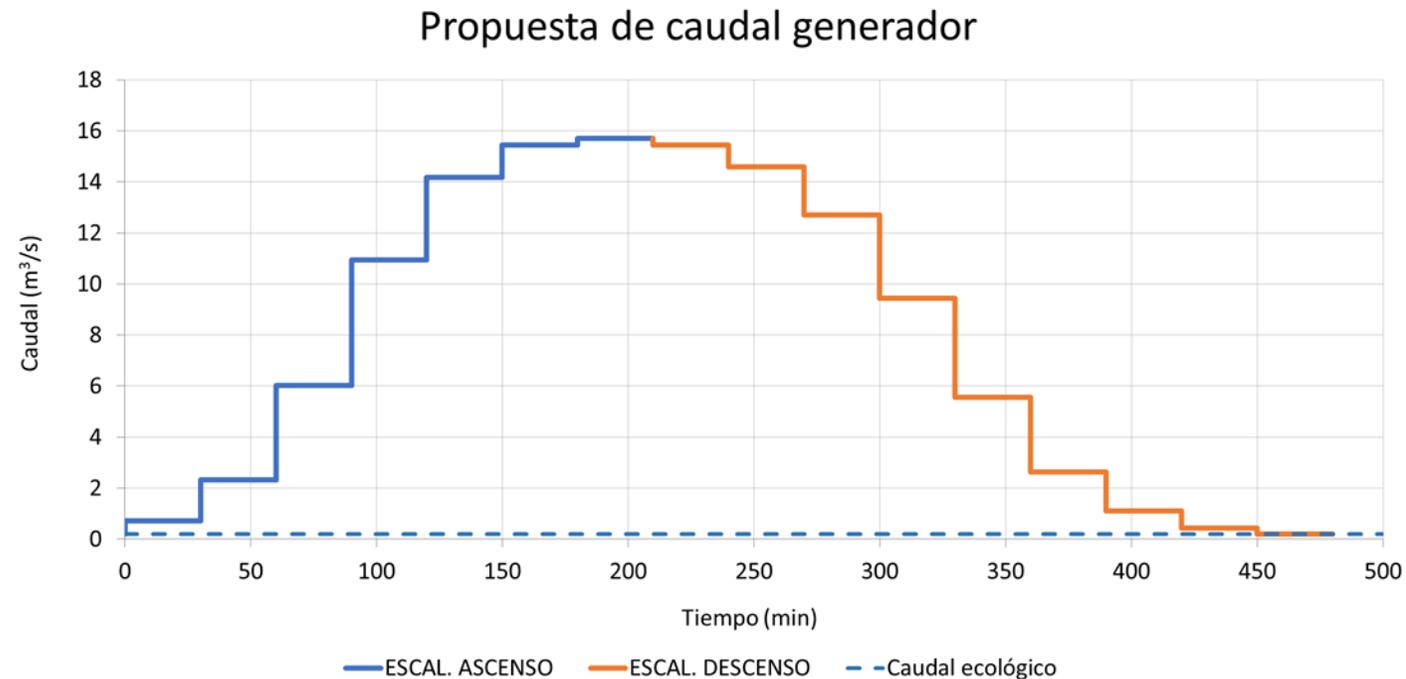
- Tasa descendente:

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

Tasas de cambio (2)

Adaptaciones del QBM

- Ajustar el volumen crecida a % del volumen embalse
- Tiempo por escalón: ≈ 30 minutos
- Nº de escalones entre 5 y 10
- Jornada laboral



Reconocimiento en campo de avenidas

- Reconocimiento en campo en caso de avenida natural o crecida controlada.

Avenidas naturales

- Protocolo simplificado
 - Visita para tomar constancia de magnitud y efectos
 - Medidas para estimar el transporte en suspensión
 - Se representará el hidrograma para conocer la crecida

Avenidas controladas

- Seguimiento detallado. además del simplificado se realizará:
 - Recopilación datos hidrológicos
 - Se tomarán medidas para estimar el transporte de fondo y tensión de arrastre

Contribución de los usuarios y otras personas interesadas

- El cálculo de estos caudales no debe ser una mera aplicación de fórmulas, por muy justificadas científicamente que sean. También quiere adaptarse al territorio, escuchando a todas aquellas personas que tengan algo que decir:

Temática	Fecha
Planteamiento metodológico de los estudios para la determinación de caudales máximos, generadores y tasas de cambio de la demarcación del Ebro	Comienzo del estudio
Reuniones técnicas para la presentación de la propuesta preliminar frente a los gestores de las infraestructuras	Tras la propuesta inicial
Presentación de la propuesta para la jornada de los regímenes de caudales máximos, generadores y tasas de cambio de la demarcación del Ebro	3 de octubre 2024
Propuesta final del estudio	30 octubre 2024

¡Muchas gracias por su atención!