

## Desmán de los Pirineos y tomas de agua de centrales hidroeléctricas

Marco normativo territorial, análisis técnico del riesgo y propuesta de criterios verificables

Versión española 

Autor	Sr. Denis Bouzon
Naturaleza del documento	Nota técnica de apoyo a la instrucción administrativa
Ámbito	Regulación hidráulica y ambiental – continuidad ecológica de los cursos de agua
Destinatarios	Promotores – gabinetes técnicos – propietarios de obras hidráulicas – explotadores
Licencia	CC BY 4.0
DOI	<a href="https://zenodo.org/uploads/20426020">https://zenodo.org/uploads/20426020</a>
HAL-I	
URL-ES:	<a href="https://www.eau-energie.fr/papers/cahier1-es.pdf">https://www.eau-energie.fr/papers/cahier1-es.pdf</a>
	<a href="https://www.eau-energie.fr/papers/cahier1-es.html">https://www.eau-energie.fr/papers/cahier1-es.html</a>

**RESUMEN:** El desmán de los Pirineos (*Galemys pyrenaicus*), especie protegida en virtud de la Directiva de Hábitats 92/43/CEE, constituye una cuestión normativa de primera importancia para los proyectos hidráulicos en zonas pirenaicas. En el ámbito español, su protección se inscribe además en un marco estatal y autonómico reforzado, actualizado por la Orden TED/452/2025, de 5 de mayo, que declara la especie en situación crítica, con enfoques territoriales propios en Cataluña, Navarra y el País Vasco. La presente nota se plantea, por tanto, como una contribución técnica complementaria y transversal, abierta a mediciones in situ y a su adaptación por los servicios competentes. El Cuaderno 4 LIFE+ Desman (Lim et al., 2020) recomienda para las tomas de agua una luz libre de rejilla inferior a 15 mm, invocando un riesgo de caída en la cámara de la toma de agua, sin distinguir la tipología de la obra ni la velocidad de aspiración. La presente nota muestra que ese riesgo de caída no resulta pertinente para las centrales de salto alto equipadas con una cámara de decantación. Muestra además que la luz libre de 15 mm, cuando no va acompañada de un control de la velocidad de aspiración, puede provocar una colmatación acelerada del plano de rejilla y crear un riesgo mortal de retención por succión contra la rejilla para los juveniles, cuya capacidad natatoria es la más débil.

La nota propone un doble criterio indisociable: velocidad de aspiración inferior a 35 cm/s — umbral establecido por precaución a partir de la velocidad preferencial del desmán adulto (> 70 cm/s, Biffi et al., 2017) — y luz libre de seguridad superior o igual a 20 mm. Se proporciona un método de cálculo verificable para los expedientes de autorización en materia de aguas.

**Palabras clave:** desmán de los Pirineos, *Galemys pyrenaicus*, Cataluña, Navarra, País Vasco, toma de agua, hidroelectricidad, cámara de carga, plano de rejilla, colmatación, velocidad de aspiración, luz libre, juveniles, legislación de aguas, proporcionalidad,

## 1. Introducción

El desmán de los Pirineos (*Galemys pyrenaicus*) es un pequeño mamífero semiacuático endémico de la cordillera pirenaica y del cuadrante noroccidental de la península ibérica. Incluido en los anexos II y IV de la Directiva de Hábitats 92/43/CEE, goza de protección estricta en el derecho europeo y francés y constituye, por ello, un reto normativo importante para cualquier proyecto de acondicionamiento hidráulico en zona pirenaica.

Desde 2009, dos planes nacionales de acción franceses (PNA) sucesivos y el programa europeo LIFE+ Desman (2014-2020), coordinado por el Conservatoire d'Espaces Naturels de Midi-Pyrénées (CEN MP), han producido herramientas metodológicas destinadas a los servicios instructores y a los gabinetes técnicos, entre ellas cuatro cuadernos técnicos de referencia (CEN MP, 2017-2020).

Sin embargo, el Consejo Nacional de Protección de la Naturaleza (CNPN), en su dictamen de diciembre de 2019, identificó explícitamente la necesidad de «proporcionar elementos a los promotores sobre la gestión de los hábitats y sobre elementos indispensables para el mantenimiento de la especie, como los caudales reservados mínimos necesarios para el mantenimiento de la especie (esto no es más que un ejemplo)».

Esta recomendación no ha recibido aún una respuesta operativa en el contexto específico de la pequeña hidroelectricidad de salto alto, ámbito en el que las herramientas existentes presentan inexactitudes técnicas sustanciales, analizadas en la presente nota.

Fuente:

«Dictamen del CNPN tras la evaluación del 1.er PNAD (2019) – PDF»

<http://www.desman-life.fr/sites/default/files/COMMISSION%20%20ECB%20%20DU%20%20CNPN%20%20du%20%2019%20%20D%C3%A9cembre%20%202019.pdf>

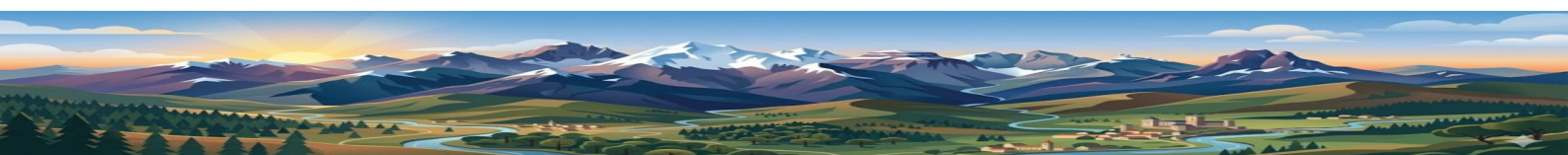
### 1.1. Estado actual del marco normativo español y enfoques territoriales

En España, el desmán ibérico (*Galemys pyrenaicus*) se encuentra integrado en un marco de protección reforzado, articulado en torno a la Ley 42/2007, el Real Decreto 139/2011 y la Orden TED/452/2025, de 5 de mayo, que declara la especie en “situación crítica”. Este marco confirma la importancia de conservar la especie y sus hábitats en los cursos de agua de montaña, en particular en los sistemas fluviales pirenaicos.

La protección del desmán se articula igualmente con las obligaciones derivadas de la Red Natura 2000 (Directiva de Hábitats 92/43/CEE), aplicables a los cursos de agua pirenaicos.

Este marco estatal se concreta, sin embargo, de forma territorializada. En Cataluña, la protección de la almesquera se articula con el catálogo autonómico de fauna amenazada, la planificación de recuperación de la especie, los espacios naturales protegidos y la intervención de la Agència Catalana de l'Aigua en materia de dominio público hidráulico. En Navarra, el análisis se apoya en el marco estatal, en los instrumentos forales de protección de especies, en los espacios Natura 2000 fluviales y en la gestión de los cursos de agua por las confederaciones hidrográficas competentes. En el País Vasco, y especialmente en Gipuzkoa, existe además una tradición territorial específica, marcada por el Plan de Gestión del Desmán del Pirineo, que integra la conservación de la especie en una lógica de gestión de hábitats, caudales y presiones hidráulicas.

Estas diferencias regionales son importantes. Muestran que no existe una única vía administrativa para abordar la cuestión del desmán en los Pirineos españoles. Cada territorio dispone de sus propios instrumentos, autoridades competentes, planes de gestión,



Cabinet Eau-Energie – [www.eau-energie.fr](http://www.eau-energie.fr) – Courriel : [contact@eau-energie.fr](mailto:contact@eau-energie.fr)

prioridades ecológicas y procedimientos de autorización. La presente nota no pretende sustituir estos marcos ni uniformizar artificialmente las competencias de Cataluña, Navarra o el País Vasco.

Su finalidad es complementaria y estrictamente técnica: proponer una herramienta transversal de apoyo al análisis de las tomas de agua en los Pirineos, utilizable dentro de cada marco regional, a partir de criterios hidráulicos verificables y adaptables a las condiciones reales de cada emplazamiento.

En particular, la nota propone evaluar el riesgo no solo a partir de la luz libre de la rejilla, sino también de la velocidad de aspiración, la superficie mojada efectiva, el riesgo de colmatación, el contexto sedimentario, la configuración de la cámara de carga, la posibilidad de escape del animal, el caudal captado, el caudal ecológico y las condiciones hidráulicas locales.

Este enfoque se plantea como una contribución abierta, susceptible de ser contrastada mediante mediciones in situ, experiencias acumuladas y adaptación por los servicios técnicos competentes. Su objetivo es favorecer una evaluación proporcionada del riesgo hidráulico, común en sus principios al conjunto de los Pirineos, pero compatible con la diversidad normativa y administrativa de Cataluña, Navarra y el País Vasco.

### 1.2. Recomendación LIFE actualmente aplicable a las tomas de agua

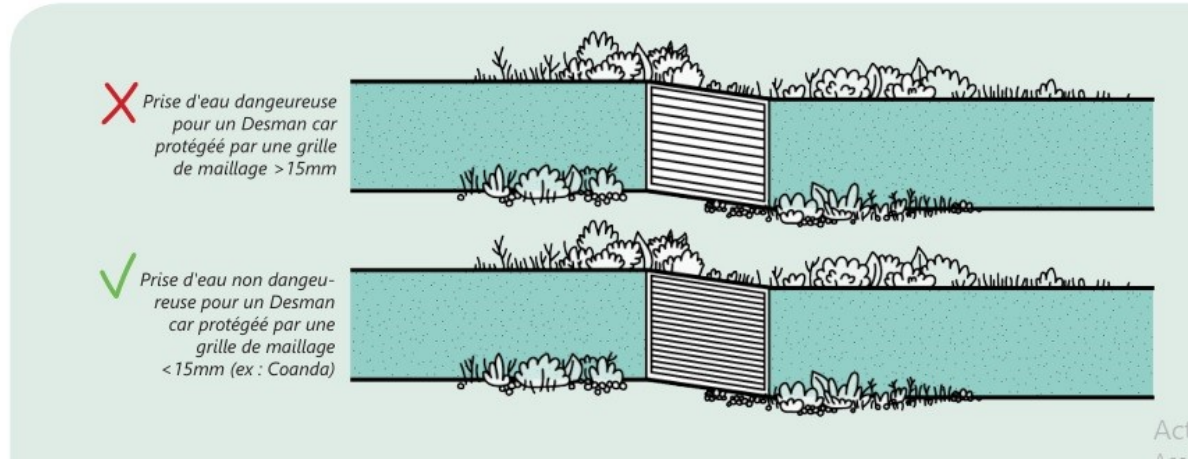
Las prescripciones del Cuaderno 4 LIFE+ Desman (Lim et al., 2020) relativas a las tomas de agua no distinguen entre las distintas tipologías de obras hidráulicas. El Cuaderno 4: Guía técnica de recomendaciones, página 39/45, formula la siguiente recomendación para las tomas de agua:

«Las rejillas permiten prevenir la caída del desmán en la cámara de las tomas de agua. Por tanto, deberá velarse imperativamente por proteger las tomas de agua mediante rejillas estancas al desmán, es decir, rejillas cuya separación sea inferior a 15 mm, tal como se propone en la reglamentación mencionada en el artículo 7 de la orden de prescripciones generales relativa al epígrafe 3.1.1.0. Las rejillas de tipo Coanda, cuyo mallado es ampliamente inferior a 15 mm, constituyen un ejemplo de modelo recomendado.»

## PROTECTION PAR DES GRILLES

### Prises d'eau

Les grilles permettent de prévenir la chute du Desman dans la chambre des prises d'eau. Il faudra donc impérativement veiller à protéger les prises d'eau par des grilles étanches au Desman, à savoir des grilles dont l'espacement est inférieur à 15 mm, ainsi qu'il est proposé dans la réglementation évoquée dans l'article 7 de l'arrêté de prescriptions générales relatif à la rubrique 3.1.1.0.<sup>1</sup> Les grilles de type Coanda, dont le maillage est largement inférieur à 15 mm, sont un exemple de modèle préconisé.



Fuentes:

<https://www.desman-life.fr/sites/default/files/Livret%204%20-%20Guide%20technique%20VF%20%28pages%20simples%29.pdf>

En primer lugar, el artículo de la orden que menciona la posibilidad de adaptar las prescripciones aplicables a las tomas de agua, pasando de una luz libre de 20 mm a 15 mm, es el artículo 10 de la orden ministerial de 11 de septiembre de 2015, y no el artículo 7.

**Fuentes:**

<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000031223404>

El documento LIFE menciona un riesgo de «caída» del desmán en las cámaras de agua de una toma de agua de una central hidroeléctrica de los Pirineos.

Ahora bien, esta descripción de un riesgo de caída no corresponde a la realidad mecánica e hidráulica de una toma de agua de una central hidroeléctrica de los Pirineos. A tal efecto, se describe a continuación una toma de agua tipo y se identifican las zonas de riesgo reales.

## **2. Descripción técnica de una toma de agua de una central hidroeléctrica de salto alto**

Las tomas de agua de centrales de salto alto en el medio pirenaico se componen invariablemente de los siguientes elementos:

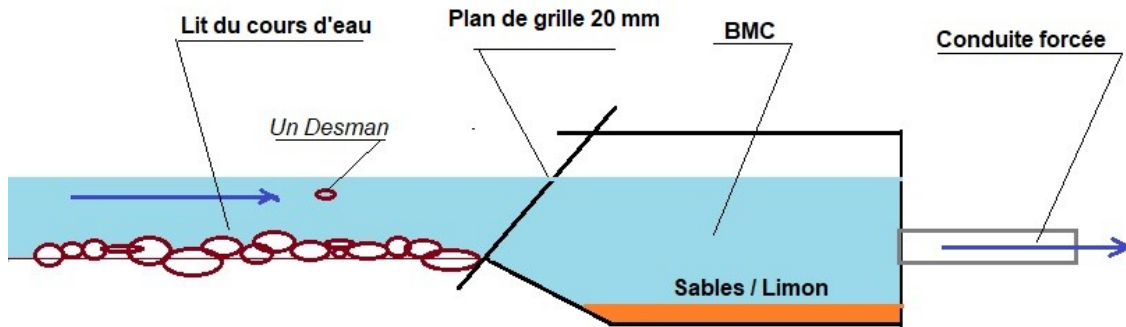
### **2.1. Arquitectura general**

**Cámara de carga:** el agua captada se conduce a una cámara más profunda que el curso de agua, con el fin de reducir la velocidad y permitir la sedimentación por gravedad de las materias en suspensión (arena, limo, gravas finas). El objetivo principal es proteger la turbina frente a la abrasión causada por los materiales que podrían ser aspirados hacia la tubería forzada.

**Plano de rejilla:** la entrada de una cámara de carga está protegida por un plano de rejilla que cumple una triple función: impedir la intrusión de personas; impedir la entrada de cantos y piedras que podrían colmatar la cámara de carga; y evitar la intrusión de fauna en la cámara de carga, con riesgo mortal de aspiración hacia la tubería forzada.

**Compuerta de desarenado:** las cámaras de carga están idealmente equipadas con una compuerta de fondo, o de desarenado, destinada a evacuar hacia aguas abajo las arenas y limos una vez depositados en la cámara de carga.

### **Esquema transversal:**



### Ausencia de caída hidráulica en el plano de rejilla

Contrariamente a las recomendaciones del Cuaderno 4 LIFE+ Desman (Lim et al., 2020), no existe pérdida de carga significativa en el plano de rejilla; en todo caso, esta es despreciable ( $\Delta h \approx 0$ ). No existe una diferencia de nivel que constituya una «caída» entre aguas arriba y aguas abajo del plano de rejilla.

El riesgo de «caída» descrito por Lim et al. (2020) no resulta pertinente para las tomas de agua de centrales hidroeléctricas y es físicamente inexistente para las tomas de agua sumergidas de centrales de salto alto.

## **3. Análisis crítico de la recomendación de un plano de rejilla con luz libre de 15 mm**

El Cuaderno 4 LIFE+ Desman (Lim et al., 2020) recomienda instalar un plano de rejilla con una separación entre barrotes — denominada luz libre — inferior a 15 mm. Esta recomendación pretende impedir que el desmán pueda penetrar en la tubería forzada y responde a un objetivo legítimo. Sin embargo, no tiene en cuenta dos realidades de campo esenciales: el comportamiento natural del desmán y la naturaleza de los sedimentos transportados por los torrentes pirenaicos.

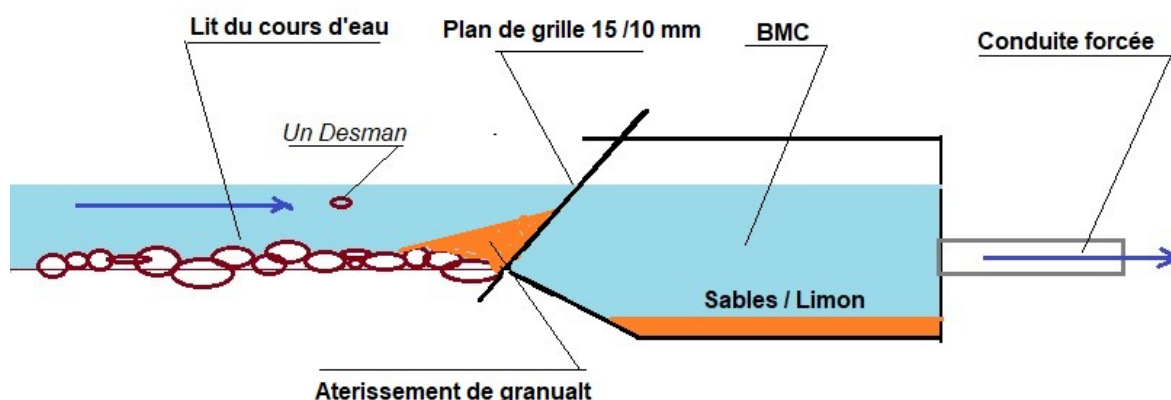
El desmán de los Pirineos es un animal semiacuático que vive a lo largo de las orillas y nada a media profundidad para alimentarse. Su protección no depende únicamente de la luz libre de la rejilla, sino también de la velocidad a la que el agua es aspirada: si esa velocidad es inferior a su velocidad de natación, el animal puede alejarse naturalmente de la rejilla, sin esfuerzo ni peligro.

### **3.1. Riesgo n.º 1 – La colmatación inevitable de una rejilla de 15 mm en torrente pirenaico**

Para comprender por qué una rejilla con luz libre de 15 mm resulta inadecuada para las centrales pirenaicas de salto alto, es preciso considerar la naturaleza de los materiales transportados por estos torrentes.

Los cursos de agua de montaña pirenaicos transportan de forma permanente sedimentos de tamaño variable: arenas gruesas, gravas y cantos, cuya granulometría — es decir, el tamaño de los granos — se extiende desde algunos milímetros hasta varios centímetros. Cuanto mayor es la altitud, más gruesos suelen ser estos materiales.

Las tomas de agua de las centrales de salto alto están precisamente concebidas para permitir el tránsito natural de estos sedimentos: el agua pasa a una cámara de decantación en la que se depositan las materias más pesadas, mientras que las arenas finas atraviesan el plano de rejilla para ser evacuadas por la compuerta de purga.



Una rejilla con luz libre de 15 mm bloquea los áridos cuyo tamaño es superior a 15 mm, lo que corresponde precisamente a las arenas gruesas y a las pequeñas gravas naturalmente presentes en estos torrentes de montaña. Estos materiales, en lugar de atravesar la rejilla y ser evacuados normalmente, se acumulan delante de ella y en su interior. Este fenómeno se denomina colmatación.

Cuando la rejilla se colmata, la superficie disponible para el paso del agua disminuye progresivamente. Ahora bien, el caudal captado permanece constante. La consecuencia es mecánica e inevitable: la misma cantidad de agua debe pasar por una superficie cada vez más reducida, lo que acelera la velocidad de aspiración en las zonas que permanecen libres.

En términos simples: cuanto más se colmata la rejilla, mayor es la fuerza de aspiración del agua en las zonas no obturadas.

La colmatación, inevitable en funcionamiento normal, transforma así progresivamente la rejilla en una trampa para el desmán, y en particular para los juveniles, cuya capacidad natatoria es la más débil.

---

### **3.2. Efecto contraproducente – La colmatación transforma la rejilla en una trampa**

Los áridos retenidos por la rejilla de luz libre reducida se acumulan a su pie y colmatan progresivamente la superficie filtrante. La superficie útil de la rejilla se reduce y la velocidad de aspiración aumenta mecánicamente en las zonas que permanecen libres.

Una colmatación de solo el 30 % de la superficie – valor corriente en funcionamiento normal – basta para hacer pasar la velocidad de aspiración de 44 cm/s a 63 cm/s en el ejemplo numérico presentado en la sección 4.3. Esta velocidad supera el umbral crítico de 35 cm/s adoptado para los juveniles del desmán en la sección 3.3. Estos individuos quedan retenidos contra la rejilla y ya no pueden escapar.

**La rejilla de 15 mm prescrita para proteger a la especie se convierte así en una trampa mortal, con un efecto exactamente inverso al objetivo de protección perseguido.**

**Mecanismo de colmatación:**

1. Un plano de rejilla con luz libre de 15 mm o menos obstaculiza los áridos del curso de agua de montaña.
2. El aterramiento de estos áridos delante del plano de rejilla se suma a la colmatación.
3. La reducción de la superficie mojada del plano de rejilla, a caudal constante, provoca una aceleración de la velocidad de aspiración en el plano de rejilla, allí donde la superficie todavía permanece libre.
4. Cuando la velocidad en el plano de rejilla supera la capacidad natatoria del desmán, si este se aproxima al plano de rejilla de 10 mm / 15 mm queda retenido sin posibilidad de nadar contra corriente.

Conclusión: el plano de rejilla de 15 mm prescrito para proteger al desmán puede transformarse en una trampa mortal por retención por succión contra la rejilla, con un efecto contrario al objetivo perseguido.

Para prevenir cualquier riesgo de aplastamiento o retención por succión contra la rejilla, el criterio determinante es la velocidad de aspiración en el plano de rejilla, que debe mantenerse por debajo del umbral crítico de 35 cm/s establecido en la sección 3.3.

### **3.3. Velocidad natatoria del desmán**

El programa LIFE+ Desman (2020) documenta que la especie selecciona preferentemente zonas de corriente superiores a 70 cm/s para sus actividades de caza (Biffi et al., 2017; LIFE+ Desman, 2020). Este dato implica que el desmán adulto es capaz de mantenerse en corrientes de al menos 70 cm/s en esfuerzo sostenido. Además, Lim et al. (2021) documentan desplazamientos activos de más de 6 km en menos de tres días en el Vicdessos (Ariège), lo que confirma una capacidad locomotora en medio torrencial significativamente superior a las velocidades de aspiración consideradas en la presente nota.

Por aplicación del principio de precaución, y en coherencia con las buenas prácticas de dimensionamiento de las obras de protección piscícola, se adopta como hipótesis conservadora que los juveniles son capaces de nadar a la mitad de la velocidad de un adulto, es decir, a 35 cm/s.

Más allá de este umbral, los individuos juveniles del desmán ya no pueden apartarse del plano de rejilla sin esfuerzo.

A esta velocidad, el desmán percibe la corriente pero puede apartarse libremente de ella sin esfuerzo. Puede circular normalmente a lo largo del curso de agua, pasar frente a la toma de agua y alcanzar la orilla sin ningún peligro.

#### **Nota metodológica:**

En ausencia de datos publicados sobre la velocidad natatoria del desmán juvenil, y conforme al principio de precaución definido en el artículo L.110-1 del Código francés de Medio Ambiente, se adopta 35 cm/s como umbral crítico, es decir, la mitad de la velocidad de corriente documentada para los adultos en actividad de caza (> 70 cm/s, Biffi et al., 2017). Los desplazamientos activos documentados por Lim et al. (2021) en medio torrencial confirman que este umbral ofrece un margen de seguridad suficiente.

#### **Tabla comparativa de configuraciones**

A título ilustrativo, se consideran varias configuraciones posibles de toma de agua.

Configuración	Velocidad en el plano de rejilla	Luz libre	Riesgo para el desmán	Veredicto
Rejilla fina sin control de velocidad	> 75 cm/s	15 mm	Colmatación → retención mortal por succión de los desmanes juveniles	⊗ PELIGROSO
Rejilla fina, velocidad intermedia	50–75 cm/s	15 mm	Colmatación posible → riesgo de retención por succión	⊙ INSUFICIENTE
Doble criterio — recomendación	< 35 cm/s	≥ 20 mm	Poca colmatación crítica. El desmán se aparta sin esfuerzo.	☑ PROTECTOR

## 4. Propuesta de doble criterio de protección proporcionado

### 4.1. Criterio 1 — Velocidad de aspiración ≤ 35 cm/s

Velocidad máxima de aspiración: 35 cm/s  
 A esta velocidad, la presión ejercida por el flujo es inferior a la capacidad natatoria del desmán en esfuerzo mínimo. El animal se aparta espontáneamente del plano de rejilla y prosigue su desplazamiento natural.  
 Esta velocidad es coherente con los objetivos del explotador: de 25 a 50 cm/s para prevenir la colmatación y proteger la turbina.

### 4.2. Criterio 2 — Separación de seguridad ≥ 20 mm

Separación: ≥ 20 mm / 50 mm  
 Una luz libre de 20 mm a 50 mm, adaptada al contexto sedimentario, impide el paso físico del cuerpo del animal, manteniendo al mismo tiempo una superficie filtrante suficiente para limitar la colmatación crítica.

### 4.3. Método de cálculo de la velocidad en el plano de rejilla

Fórmula general:  $V \text{ (m/s)} = Q_{\text{max}} \text{ (m}^3\text{/s)} / S \text{ mojada (m}^2\text{)}$   
 Superficie mojada efectiva:  $S \text{ mojada} = \text{anchura} \times \text{longitud sumergida} \times R$   
 Relación de luz libre:  $R = e / (e + b)$

Con:

V: velocidad de aspiración en el plano de rejilla (m/s)

Q<sub>max</sub>: caudal máximo captado (m<sup>3</sup>/s)

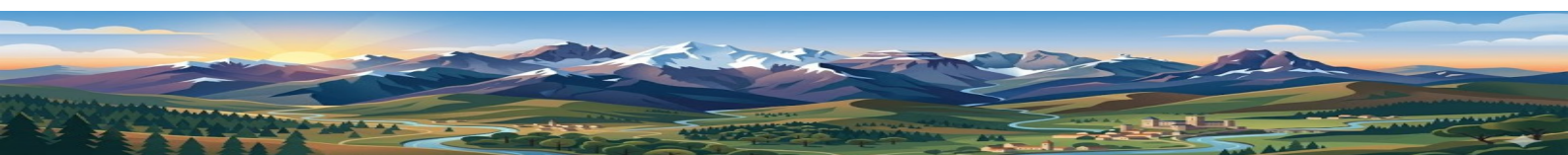
anchura sumergida del plano de rejilla (m)

longitud sumergida (m)

e: luz libre — separación libre entre barrotes (m)

b: anchura de un barrote (m)

Observación: una vez que el individuo se encuentra contra el plano de rejilla, la velocidad real contra la cual deberá nadar para apartarse es la velocidad interbarrotes, y no la



velocidad media previa al contacto con el plano de rejilla. Esto justifica calcular la velocidad real interbarros.

Estudio de caso n.º 1 – Central bien dimensionada: doble criterio satisfecho ✓

Qmax: 2 000 l/s = 2,000 m³/s

Anchura del plano de rejilla: 4,00 m

Longitud sumergida = 3,00 m

Luz libre de 20 mm, espesor de los barrotes de 5 mm

Superficie mojada bruta: 4,00 m × 3,00 m = 12,00 m²

Relación de luz libre:  $20 / (20 + 5) = 20 / 25 = 80 \%$

Superficie mojada: 12,00 × 0,80 = 9,60 m²

$V (m/s) = 2 \text{ m}^3/s / 9,60 \text{ m}^2 = 0,208 \text{ m/s} = 20,8 \text{ cm/s}$

→ Velocidad < 35 cm/s – El desmán pasa ante la toma de agua, atraviesa el curso de agua, remonta a la orilla y vive alrededor de esta obra sin ningún peligro. ✓

Estudio de caso n.º 2 – Rejilla de 15 mm: conforme LIFE+ 2020, peligrosa durante el funcionamiento ●

Qmax: 2 m³/s

Anchura del plano de rejilla: 3 m

Longitud sumergida: 2 m

Luz libre e = 15 mm | Barrote b = 5 mm

Superficie bruta: 3 m × 2 m = 6 m²

Relación de luz libre:  $15 / (15 + 5) = 15 / 20 = 75 \%$

Superficie mojada: 6,00 × 0,75 = 4,50 m²

$V = 2,000 / 4,50 = 0,44 \text{ m/s} = 44 \text{ cm/s}$

→ Ya > 35 cm/s en la puesta en servicio ●

Con una colmatación del 30 % (situación corriente en funcionamiento):

Superficie activa restante: 70 %

Superficie mojada colmatada:  $6,00 \times 0,75 \times 0,70 = 3,15 \text{ m}^2$

$V = 2 \text{ m}^3/s / 3,15 = 0,63 \text{ m/s} = 63 \text{ cm/s}$

→ Supera la capacidad natatoria estimada de los juveniles (≈ 35 cm/s). Trampa mortal. ●

Los individuos juveniles del desmán, cuya capacidad natatoria es inferior a la de los adultos, constituyen la población más vulnerable. Son precisamente ellos a quienes la prescripción de una luz libre de 15 mm pretende proteger, y a quienes puede colocar en situación de riesgo mortal.

#### 4.4. Indisociabilidad de los dos criterios

– La velocidad sola, sin separación de seguridad, no protege contra el paso accidental del animal hacia la tubería.

– La luz libre sola, sin control de la velocidad, genera un riesgo de retención por succión contra la rejilla y de colmatación.

Estos dos criterios son complementarios y deben verificarse conjuntamente en todo expediente de autorización.

## **5. Propuesta para los expedientes y las prescripciones administrativas**

Lo que una administración puede prescribir legítimamente:

La justificación de la velocidad de aspiración en el plano de rejilla ( $V < 35$  cm/s).

Una luz libre entre 20 mm y 50 mm justificada por las dimensiones corporales del desmán.

Una adaptación del plano de rejilla si fuese necesario para alcanzar una velocidad inferior a 35 cm/s.

Lo que una administración no debería prescribir sin justificación proporcionada:

Una luz libre de 15 mm sin verificación de la velocidad de aspiración correspondiente.

Rejillas Coanda para tomas de agua con cámara de carga y velocidad inferior a 35 cm/s.

Prescripciones idénticas para pequeñas centrales ( $< 4\,500$  kW), cuando estas respeten los criterios anteriores, sin un análisis específico de proporcionalidad.

## **6. Conclusión**

El riesgo de «caída» descrito por Lim et al. (2020) no resulta pertinente en el contexto de las tomas de agua de centrales hidroeléctricas de salto alto equipadas con una cámara de carga ( $\Delta h \approx 0$ ). El riesgo real para el desmán es la retención por succión contra los planos de rejilla colmatados, cuya prevención descansa principalmente en el control de la velocidad en el plano de rejilla.

La prescripción de una luz libre inferior a 15 mm, sin considerar la velocidad en el plano de rejilla, puede generar una situación de riesgo mortal, contraria al objetivo de protección, por aceleración de la colmatación: transforma el plano de rejilla fina recomendado en una trampa potencialmente mortal para los desmanes juveniles.

Nota preliminar sobre el valor umbral propuesto de 35 cm/s:

La velocidad de 35 cm/s adoptada como umbral crítico en el plano de rejilla constituye un valor de referencia, establecido por aplicación del principio de precaución (artículo L.110-1 del Código francés de Medio Ambiente), en ausencia de datos publicados sobre la capacidad natatoria de los individuos juveniles del desmán de los Pirineos. Este valor corresponde a la mitad de la velocidad natatoria documentada para los adultos en actividad de caza ( $> 70$  cm/s, Biffi et al., 2017; Lim et al., 2021). El valor propuesto queda abierto a actualización en cuanto la literatura científica disponga de mediciones directas de la capacidad natatoria de los juveniles. Los autores invitan a los organismos de investigación competentes — en particular al CEN Occitanie y a los laboratorios asociados al PNA Desman — a integrar esta medición en sus protocolos de estudio.

Doble criterio propuesto — indisociable:

1. Velocidad en el plano de rejilla  $< 35$  cm/s (inferior a la mitad de la velocidad documentada para el desmán adulto en actividad de caza).

2. Luz libre  $\geq 20$  mm (función de protección pasiva, sin riesgo de colmatación crítica).

Este doble criterio responde a los objetivos del segundo PNA Desman 2021-2030. La presente nota tiene vocación de servir como referencia operativa en los expedientes de autorización en materia de aguas y de contribuir a la armonización de las prescripciones

administrativas en zona pirenaica. El valor umbral de 35 cm/s constituye un valor de referencia, abierto a actualización en cuanto existan datos sobre la capacidad natatoria de los desmanes juveniles en la literatura científica.

El presente documento será actualizado en función de la experiencia operativa acumulada, de las mediciones realizadas en obras existentes y de los intercambios con los servicios técnicos competentes, con vistas a estabilizar un método verificable, reproducible y compatible con los distintos marcos regionales de los Pirineos.

## **Referencias bibliográficas**

- *Biffi, M. (2017). Influencia de los factores ambientales y de las interacciones bióticas en la selección del hábitat y el régimen alimentario del desmán de los Pirineos, Galemys pyrenaicus. Tesis doctoral, Ecolab, Université Paul Sabatier, Toulouse.*
- *CNPN (2019). Dictamen sobre el balance del Plan Nacional de Acción en favor del desmán de los Pirineos (Galemys pyrenaicus) 2009-2015. Comisión ECB del CNPN, 19 de diciembre de 2019.*
- *Jacob, F. (2020). Hidroelectricidad y consideración del desmán de los Pirineos. EDF. Coloquio de restitución LIFE+ Desman, diciembre de 2019, Toulouse.*
- *Lim, M., Xéridat, P., Némoz, M. et al. (2020). Cuaderno 4 – Guía técnica de recomendaciones para la gestión del desmán de los Pirineos y de sus hábitats. CEN Midi-Pyrénées, 86 p.*
- *Némoz, M. & Baran, P. (2020). Caudal mínimo biológico para el desmán de los Pirineos. CEN Midi-Pyrénées / ECOGEA. Coloquio LIFE+ Desman, diciembre de 2019.*
- *Lim, M., Blanc, F., Michaux, J., Pigneur, L.-M., Gillet, F., Marc, D., Poncet, É. & Némoz, M. (2021). Estudio comparativo de la densidad y del desplazamiento de los desmanes de los Pirineos Galemys pyrenaicus mediante un método no invasivo. Naturae 2021 (17): 233-242. <https://doi.org/10.5852/naturae2021a17>*
- *Poncet, E., Némoz, M., Blanc, F. & Lim, M. (2020). El LIFE+ Desman, ¿y después? CEN Midi-Pyrénées, mayo de 2020.*