

PRESAS Y PERMEABILIDAD DE RIOS PARA LOS PECES  
**SISTEMAS DE GUIADO Y PROTECCION DE PECES**



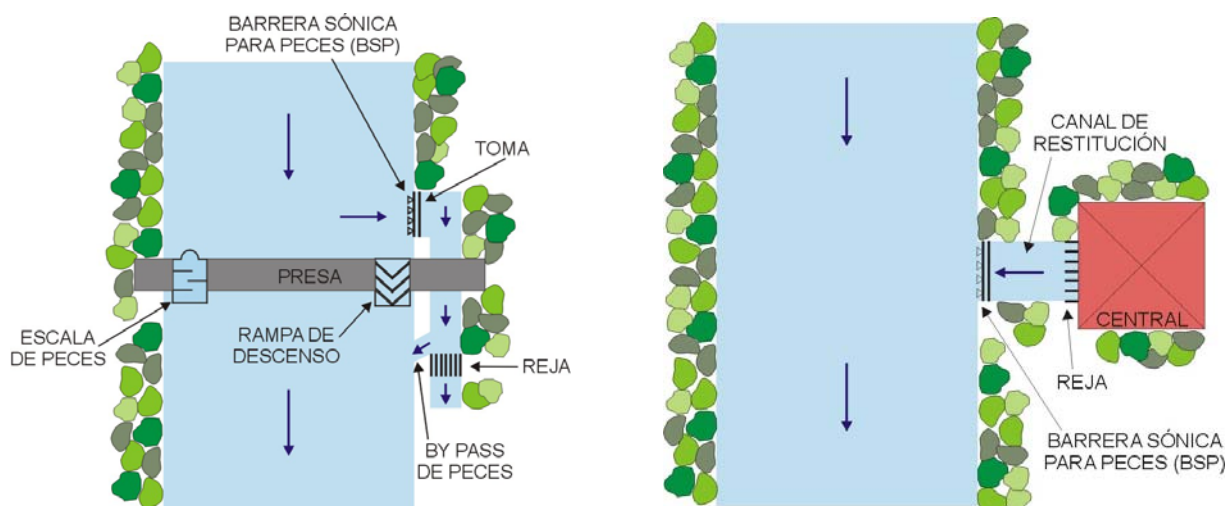
PONENTE:

FERNANDO JOSÉ MARIÑO FERNANDEZ  
Director Técnico de *INGENIERIA Y CIENCIA AMBIENTAL, SL*  
c/ Miguel Menéndez Boneta, 2-4 Puerta 8  
28460 LOS MOLINOS (MADRID)  
TF Y FAX 91 855 00 29 e-mail: [fjmf@ica1.e.telefonica.net](mailto:fjmf@ica1.e.telefonica.net)

ABRIL 2010

## 1. INTRODUCCION

Los sistemas de guiado y protección de peces (SGP) hacen referencia a todos aquellos dispositivos diseñados para evitar que la fauna íctica entre en las obras de toma o restitución de aprovechamientos hidroeléctricos, obras de refrigeración de centrales térmicas, canales de abastecimiento, canales de riego, piscifactorías, etc, así como para guiarlos y conducirlos nuevamente al río. En esencia, estos dispositivos deben impedir el acceso de los peces a dichas corrientes de derivación o llamada, favoreciendo su descenso o ascenso por el río, además de evitar que se produzcan daños sobre los mismos (lesiones o mortandad) durante su funcionamiento. Dentro de este tipo de sistemas no se incluyen a las escalas de peces u otros dispositivos similares.



*Esquemas superiores: ejemplos de sistemas de guiado y protección de peces en pequeños aprovechamientos hidroeléctricos. Fotos inferiores: azud del AH Umia (Pontevedra) y canal de restitución del AH A Merca (Ourense) provistos de barreras sónicas de peces y otros SGP.*

## 2. LEGISLACION APLICABLE

La legislación autonómica en España sobre protección de los ecosistemas acuáticos continentales recoge la obligación de instalar dispositivos que impidan el acceso de los peces a las obras de toma o restitución, destacando las siguientes.

### GALICIA

*Decreto 130/1997, de 14 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de ordenación de la pesca fluvial y de los ecosistemas acuáticos continentales*

Artículo 82. En toda obra de toma de agua, así como en la salida de los canales de fábrica, molinos o turbinas, deberá existir un dispositivo que impida el acceso de las poblaciones piscícolas a dichas corrientes de derivación o llamada. El dispositivo que se instale deberá garantizar que su efectividad sea igual o superior a una reja de 2 cm de luz entre pletinas en aguas habitadas por reo o salmón (especies migradoras), e igual o superior a 4 cm de luz entre pletinas para aguas habitadas por trucha residente o ciprínidos. Asimismo, su diseño e instalación será tal que no atrape a los peces más pequeños de manera irreversible, evitando que queden atrapados o muertos por la acción de la velocidad de la corriente o extraídos del agua por los mecanismos de limpieza sin garantizar su supervivencia.

### ASTURIAS

*LEY 6/2002, de 18 de junio, sobre protección de los ecosistemas acuáticos y de regulación de la pesca en aguas continentales.*

Artículo 12. Escalas, pasos y rejillas. 1. Los titulares o concesionarios de aprovechamientos hidráulicos, en las condiciones que se establezcan reglamentariamente, están obligados a dotar a sus instalaciones de escalas y pasos que garanticen la migración ascendente y descendente de las especies. 2. Los titulares o concesionarios de aprovechamientos hidráulicos quedan obligados a colocar y mantener en buen estado de funcionamiento compuertas de rejilla a la entrada de los cauces o canales de derivación y a la salida de los mismos, con la finalidad de impedir el paso de los peces a los cursos de derivación. 3. La Consejería competente en materia de aguas continentales promoverá,

por vía convencional, la instalación de los dispositivos referidos en los dos apartados anteriores de este artículo cuando su aprovechamiento esté amparado por un título anterior a la entrada en vigor de esta Ley.

## CASTILLA Y LEÓN

### *Ley 6/1992, de 18 diciembre 1992. Regulación y protección de los ecosistemas Acuáticos*

Artículo 11º. Rejillas. En toda obra de toma de agua, como canales, acequias y cauces de derivación, así como en la salida de los canales de fábricas y molinos o de sus turbinas, los titulares o concesionarios de las referidas instalaciones están obligados a colocar y mantener en buen estado de conservación compuertas, rejillas y accesorios que impidan el paso de las poblaciones acuáticas a dichas corrientes de derivación, así como a cuidar de su perfecto funcionamiento. La Junta será la encargada de fijar el emplazamiento, las características y el régimen de utilización de las referidas instalaciones, pudiendo proceder a su precintado en caso de incumplimiento.

## CATALUÑA

### *Ley de la Comunidad Autónoma de Cataluña 22/2009, de 23 de diciembre, de ordenación sostenible de la pesca en aguas continentales.*

Artículo 14. Rejas y sistemas de protección de canales de derivación de aguas

1. Las solicitudes de autorizaciones y concesiones a las que se refiere el artículo 9 para un aprovechamiento hidráulico de nueva constitución o las relativas a la revisión, transferencia o modificación de las características de uno preexistente deben ir acompañadas del correspondiente proyecto técnico, que debe incluir: a) La previsión de la instalación y el mantenimiento de rejas en la entrada del canal y detrás de las turbinas, con la finalidad de impedir el paso de los peces, especialmente los de tamaño igual o superior al tamaño mínimo de captura. Estas rejas pueden ser sustituidas por otros mecanismos análogos, siempre que su eficacia haya sido certificada por la Administración competente.

### 3. DESCRIPCION DE DISPOSITIVOS

Los SGP se agrupan en tres tipos fundamentales:

- Barreras físicas o rejas (*Positive Barrier Screen*)
- Barreras basadas en el comportamiento (*Behavioral Barriers*)
- By pass de peces, en el que se incluyen los sistemas para guiar y conducir los peces nuevamente al río

#### 3.1. Barreras físicas

Las rejas de protección son las barreras físicas más ampliamente utilizadas. Se instalan generalmente en la parte más externa de las obras de toma, al final de los desarenadores, canales de restitución y/o en las cámaras de carga. En el **Cuadro 1** se resumen los sistemas más utilizados:

**CUADRO 1**  
PRINCIPALES TIPOS DE REJAS DE PROTECCIÓN

TIPO	LOCALIZACION	CARACTERÍSTICAS
Rejas tipo lámina plana (Figura 1)	Obras de toma en canales, ríos	Ampliamente usada en canales Amplia gama de opciones en función del caudal
Rejas tipo tambor (Figura 2)	Obras de toma en canales	Apropiadas cuando se mantienen un nivel de agua estable Se usan para bajos caudales, aunque existen instalaciones para caudales elevados
Rejas móviles	Reja secundaria en bypass, ríos	Debido a su precio, se usan solo con bajos caudales
Rejas cilíndricas	Ríos, canales de derivación	Se usan principalmente en plantas de bombeo
Rejas inclinadas (Figura 3)	Rejas secundarias en bypass, ríos, obras de toma	Son apropiadas cuando se puede controlar el nivel de agua
Rejas planas tipo lámina (Figura 4)	Canales, ríos	Se usan para pequeñas derivaciones (con caudales inferiores a 2,8 m <sup>3</sup> /s)
Rejas tipo Coanda (Figura 5)	Canales, ríos	Están limitadas para pequeñas derivaciones (caudales inferiores a 4,2 m <sup>3</sup> /s)
Rejas tipo Eicher	Conductos de derivación cerrados	Muy poca experiencia sobre estos dispositivos
Rejas inclinadas de tipo modular	Conductos de derivación cerrados	Muy poca experiencia sobre estos dispositivos





Figura 1. Reja tipo lámina plana



Figura4. Rejas planas

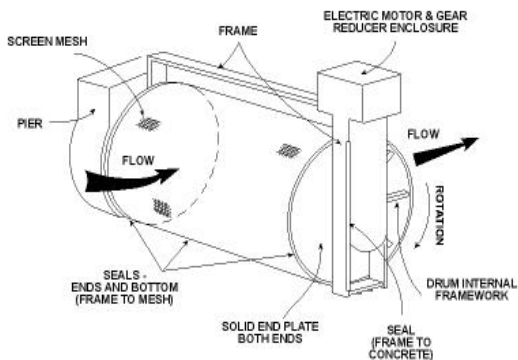


Figura 2. Reja tipo tambor

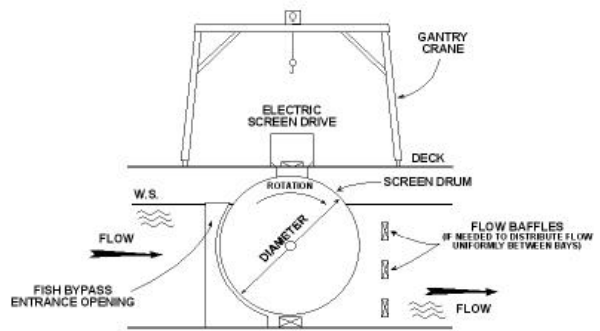


Figura 5. Reja tipo Coanda

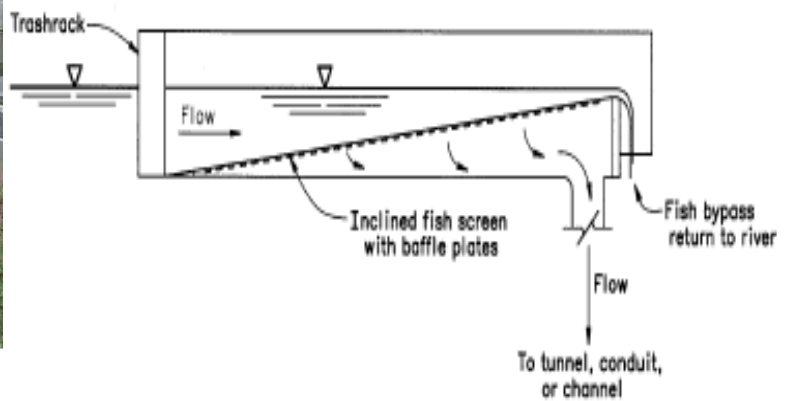


Figura 3. Rejas inclinadas

### 3.2. Barreras basadas en el comportamiento

Durante los últimos años se han ensayado un importante número de sistemas de guiado y protección de peces basados en el comportamiento (“behavioural system”), principalmente sistemas o barreras sónicas, eléctricas y luminosas.

#### a) Barreras sónicas

Los sistemas acústicos se fundamentan en que la gran mayoría de los peces pueden detectar sonidos moviéndose por el agua en la que viven, al mismo tiempo que vibraciones o cambios de presión. Se ha estimado que la banda de sonido para la mayoría de los peces varía entre 50 y 10.000 Hz, mientras que en los humanos los valores se sitúan entre 50 y 20.000 Hz.

Ciertos tipos de sonidos (bajas frecuencias y generación a pulsos) son repelentes para los peces, por lo que el pez tiende a huir del mismo, sin causarle daño. Este tipo de sonido se ha desarrollado de forma experimental y con eficacia en numerosas instalaciones para repeler y guiar a los peces fuera de la entrada de los canales de toma y restitución.



*Barrera sónica instalada en el AH de Caño en el río Sella (Asturias)*

La casa comercial española ALNUS 2005, SL ([www.alnus2005.com](http://www.alnus2005.com)) dispone de un sistema de barrera sónica para peces, similar a un equipo de Hi-fi doméstico. Está compuesto de un equipo generador de señal y de un amplificador (equipos de control), así como de altavoces preparados para emitir el sonido bajo el agua. El equipo de control se instala dentro de un edificio o caseta próxima a la entrada del canal de derivación o restitución, mientras que los altavoces se montan en el propio canal y bajo el agua.

En general, para el diseño de un equipo de estas características se deberá tener en cuenta:

- Se recomienda que la velocidad de corriente a 1 m aguas arriba de los altavoces en la toma sea inferior a 0,5 m/s. A medida que aumenta la velocidad con respecto a este valor, disminuye la efectividad demostrada del sistema hasta velocidades máximas de 1,0 m/s, que dificultan al pez nadar contracorriente y escapar de la zona de los altavoces y, por tanto, de la toma del agua.
- Los altavoces se deben instalar de forma que cubran completamente con su campo sonoro la parte más externa de la toma (a 1 m de la misma), para minimizar que se "cuelen" los peces y evitar "agujeros sonoros". En este sentido, en el área abarcada por los altavoces, el nivel de presión sonora deberá ser, como mínimo, 20-30 dB superior al ruido de fondo medido, a 1 m de los altavoces aguas arriba.
- Se recomienda instalar un dispositivo sencillo de subida y bajada de los altavoces con el fin de facilitar su mantenimiento y reparación en caso de daños por riadas, objetos flotantes, etc.
- Próxima a la barrera sónica de peces en la toma, la instalación deberá contar con un sistema de evacuación o by pass de peces, que permita guiarlos hacia aguas abajo de la presa o azud y fuera de la zona de influencia de la toma del canal.
- Este sistema de evacuación de peces es fundamental y totalmente necesario para que la barrera sónica de peces cumpla con los objetivos propuestos de protección y las efectividades demostradas.

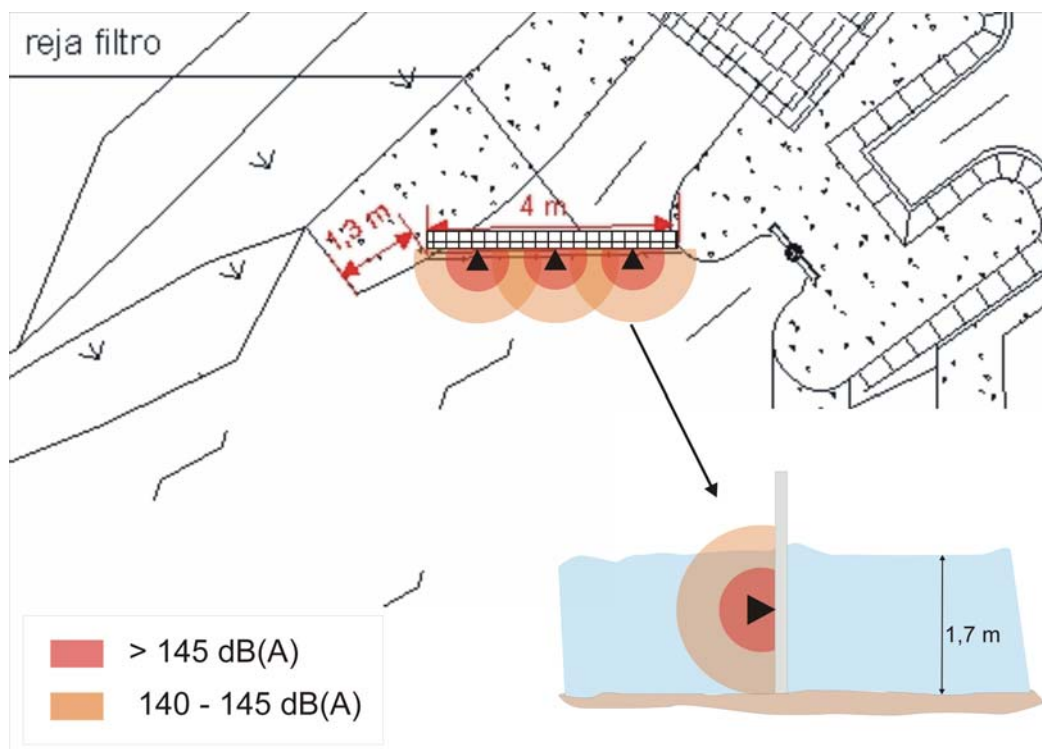
Para cumplir con estos condicionantes, el fabricante recomienda que, para el diseño de la barrera sónica de peces, se realice un estudio previo de la obra de toma o restitución en donde se piensa instalar el equipo. En este estudio, se deberá definir los siguientes aspectos:

1. Velocidades a 1 m de distancia aguas arriba de la zona de la toma en donde irán instalados los altavoces, para los caudales más desfavorables o máximos de turbinación



2. Nivel de presión sonora a 1 m de distancia aguas arriba de la zona de la toma en donde irán instalados los altavoces, para los caudales más desfavorables o máximos de turbinación
3. Dimensiones y características de la toma y disposición de los altavoces para cubrir el campo sonoro
4. Especies piscícolas presentes y requerimientos de protección (épocas, porcentaje de protección, etc)
5. Características mínimas del sistema de evacuación o by pass de peces

De los resultados obtenidos en este estudio se podrá establecer recomendaciones de diseño para determinar el número y disposición de altavoces, así como la potencia sonora necesaria, con el fin de cumplir los requisitos establecidos para este tipo de equipos.

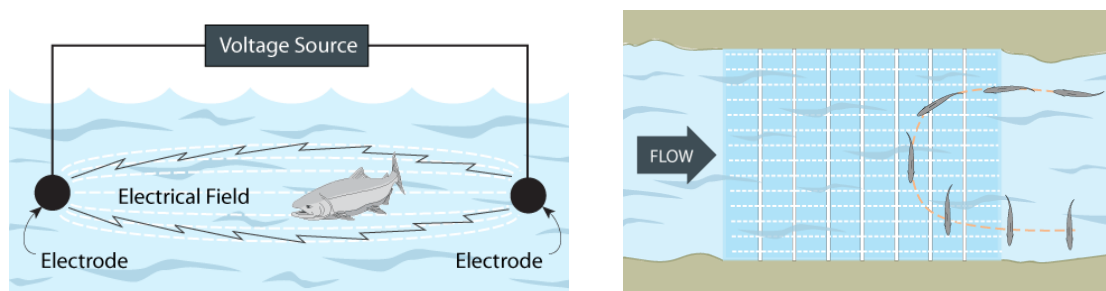


*Ejemplo de simulación del campo sonoro en el entorno de una barrera sónica de peces*

## b) Barreras eléctricas

Las barreras eléctricas generan un campo de repulsión eléctrico con el fin de evitar que los peces avancen por el canal hacia aguas arriba o aguas abajo. Cuando el pez se encuentra en el campo eléctrico, forma parte del circuito, fluyendo electricidad por su cuerpo, con efectos diferentes (parálisis temporal, shock, etc) en función de la amplitud de la descarga.

Este tipo de sistemas se instala de forma que el campo eléctrico corra paralelo al flujo del agua. Cuando el pez se aproxima y detecta el campo eléctrico, tiende a colocarse de forma perpendicular al campo –con lo que minimiza los efectos-, y se deja arrastrar por el flujo del agua.



*Esquema de funcionamiento de una barrera eléctrica (De Smith-Root Ltd)*

La empresa americana Smith-Root ([www.smith-root.com](http://www.smith-root.com)) comercializa barreras eléctricas para peces, disponiendo de equipos fijos y portátiles para una amplia gama de canales.

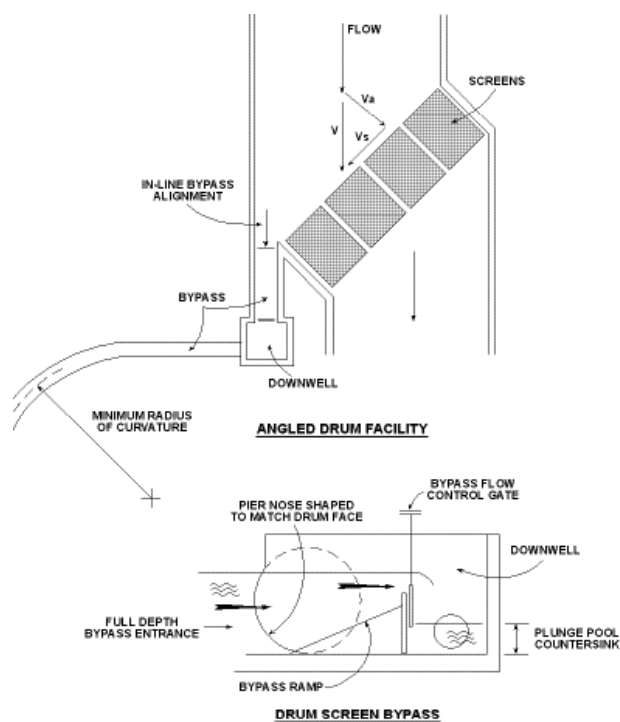
## c) Barreras luminosas

Las luces estrobólicas se han utilizado como método para desviar y guiar a los peces de determinadas obras de toma. Sus efectos se han probado en diferentes especies de peces, con resultados muy dispares, aunque positivos. En este sentido, factores como la especie, el estado vital, el estado fisiológico o las condiciones ambientales pueden influir en la respuesta. En otros casos, se ha comprobado que las luces estrobólicas pueden atraer a las presas de determinadas especies (algunos macroinvertebrados), con una cierta atracción a su vez de los peces. En estos casos, se ha observado que, aunque se acercan a las presas, se mantienen a una distancia de la fuente de luz.

### 3.3. By pass para peces

Los sistemas de by pass para peces deben ser capaces de guiar al pez de nuevo hacia el río una vez que supera la barrera o incluso antes de que la alcance. Constituye uno de los elementos fundamentales y complementarios en el diseño de un SGP, debe ser eficiente en la devolución al río y no producir daños en el pez. Básicamente, un by pass para peces se compone de:

- Una entrada, próxima al sistema de barrera
- Un conducto (cerrado o abierto) por el que se transporta al pez, sin riesgo de ser capturado por depredadores o pescadores
- Una zona de restitución, en la que se devuelve al pez al río sin dañarlo



*By pass en el AH A Merca en Ourense (foto superior) y AH Allóns en A Coruña y esquema de un by pass de peces tipo con rejas tipo tambor*

### 3.3.1. Entrada al sistema

Se recomienda que la entrada al sistema esté lo más próximo posible a la obra de toma (entre 1-2 m), para que el pez encuentre enseguida una ruta de escape alternativa en su descenso. En esta zona distinguiríamos dos tipos de entrada:

- Una entrada superior, especialmente diseñada para la especie objetivo considerada (trucha común, salmón, etc). En este caso, la hidráulica de la entrada juega un importante papel en el diseño y en la eficacia en el paso de esta especie, ya que cambios bruscos en la velocidad y turbulencia del agua pueden ser causa para que el pez evite utilizarlo. De esta forma, se recomienda que la velocidad en la entrada del by pass sea del orden de 0,8-1,0 m/s para que sirva de llamada, con un pequeño tramo de moderada pendiente y sección uniforme en la parte alta de la entrada. A partir de este primer tramo, el agua se deberá acelerar del orden de 1,0 m/s cada metro lineal de rampa, hasta un máximo de 3 m/s.
- Una entrada inferior, especialmente diseñada para ejemplares de anguila adulta, con mayores velocidades de escape y formado por una sección circular en el fondo de la entrada, que vierta directamente al cauce del río, a pie del azud.

La entrada superior deberá ser luminosa, para evitar el rechazo a la oscuridad por los peces, por lo que deberá ser amplia (30-60 cm de anchura) y bien dimensionada en altura (0,5-1,0 m mínimo).

La sección mojada se deberá calcular para que entre las dos entradas –superior e inferior– pase íntegramente el caudal ecológico concesional de cada aprovechamiento.

### 3.3.2. Rampa de bajada

Una vez superada la entrada, se deberá guiar al pez aguas abajo mediante una rampa rectilínea, carente de rugosidad para evitar la abrasión sobre el pez y tapada con tramex en toda su longitud para dar luz y evitar la depredación o el furtivismo.

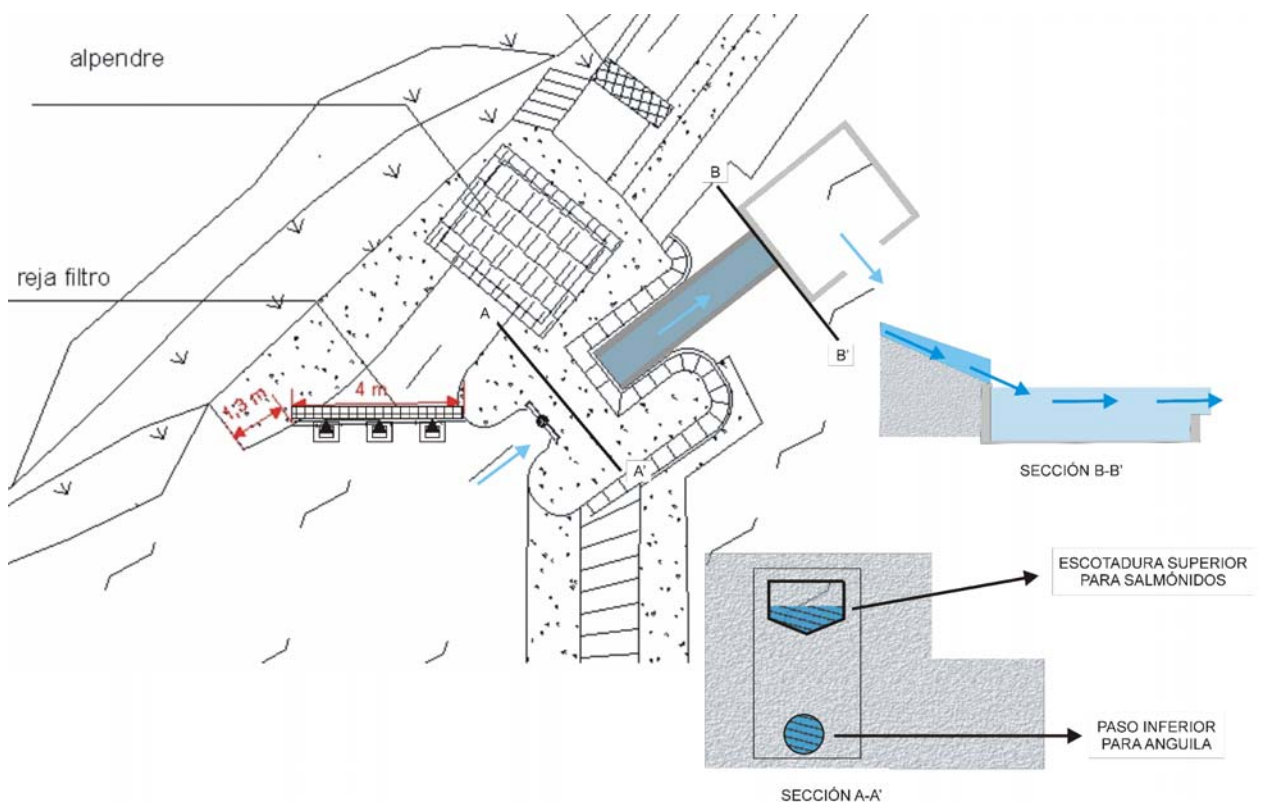
Tal y como se ha descrito, el agua se deberá acelerar del orden de 1,0 m/s cada metro lineal de rampa, hasta un máximo de 3 m/s.

### 3.3.3. Zona de restitución

La rampa de bajada finaliza en una zona de restitución o poza, con las siguientes características básicas:

- Deberá tener un volumen de  $10 \text{ m}^3$  por cada  $\text{m}^3/\text{s}$  de caudal vertido por la rampa
- La altura del vertido libre sobre el nivel de la lámina de agua en la poza deberá ser, al menos, de 1-1,5 m, con el fin de evitar que la rampa de bajada pueda ser utilizada para el ascenso de los peces (en cualquier caso, poco probable debido a la elevada velocidad de bajada del agua).

En la Figura adjunta se representa un by pass para un aprovechamiento tipo y sus principales características.



*Esquema de un by pass para una minicentral tipo*



#### 4. COMPARACION ENTRE SGP

En el **Cuadro 2** se resumen las principales características de los SGP, así como las eficacias registradas.

**CUADRO 2**  
COMPARACION ENTRE LOS DIFERENTES SGP

TIPO DE SISTEMA	CARACTERISTICAS TECNICAS	SITUACION	EFICACIA	OBSERVACIONES
Rejas	Pletinas con luz entre 2 y 10 cm provistas de limpiarejas. Diferentes tipologías y adaptaciones en función del caudal y canal	Obra de toma, final de desarenador, cámara de carga y canal restitución.	Las pletinas de 2-10 cm pueden ser atravesados por pequeños peces (alevines y juveniles), con una efectividad real del 70-90%	Obstrucción por ramas, atrapamiento y extracción de peces con mortandad. Elevado coste de mantenimiento.
Barreras sónicas	Generador de señal en tierra y altavoces submarinos. Diferentes configuración en función del tamaño de toma	Obra de toma y restitución.	Especies residentes: 80-100% Especies migratorias: >80%	Fallo en altavoces por rotura, fallo eléctrico o entrada de agua, daño en crecidas.
Barreras eléctricas	Barras eléctricas que generan un campo de repulsión eléctrico.	Obra de toma y en el paso aguas abajo	Sin Datos	Cierto riesgo y peligro en la operación.
Barreras luminosas	Luces estrobóticas que generan repulsión o atracción a los peces	Obra de toma y restitución	Variables entre especies (hasta el 80% para salmón del Pacífico)	Escasa información sobre su uso y aplicación real

Como se refleja en el cuadro anterior, las **rejas de protección** presentan una efectividad real inferior al 100%, ya que dependiendo del tamaño del pez y del tamaño de luz entre pletinas, se podrá evitar que pasen un mayor o menor porcentaje de peces. Igualmente, pueden producir atrapamiento de los peces debido a la excesiva velocidad del agua en determinados momentos (crecidas) o que éstos sean atrapados y arrastrados fuera del agua por el limpiarrejas, con la consecuente muerte del pez.

Dependiendo del tipo de toma utilizada en el aprovechamiento, no es posible instalar rejas de protección en la parte más externa -aguas arriba- de algunas obras de toma. En este

caso, las rejas se instalan normalmente al final de los desarenadores o inicio de las estructuras de derivación (canales, tuberías, etc), al inicio o final de las cámaras de carga (si cuentan con ellas los aprovechamientos) o en los canales de restitución (en el menor de los casos debido a la poca probabilidad de que entren los peces por los canales de restitución).

Los sistemas basados en el sonido, conocidos como **barreras sónicas**, se fundamentan en la respuesta y comportamiento piscícola a determinados tipos de sonido en el agua y no representan una barrera física real al paso de los peces. Las efectividades que se han observado en este tipo de sistemas dependen fundamentalmente de varios factores:

- Si la especie piscícola es residente (aunque realice cortos desplazamientos reproductores o funcionales en el río) o migratoria (con marcados desplazamientos migratorios y reproductores en determinadas épocas del año).
- Cómo se ha instalado el equipo en la obra de toma, y si se cumplen los condicionantes de velocidad del agua, campo sonoro homogéneo, ausencia de agujeros sonoros, etc.
- Fallos en el equipo, como puede ser que entre agua en los altavoces, fallos eléctricos en el generador de señal, rotura de los altavoces por ramas en crecidas, etc.

Con un correcto diseño del equipo y una adecuada instalación, tanto en número de altavoces como en potencia sonora, las efectividades demostradas para este tipo de sistemas son:

- Especies piscícolas residentes: efectividades entre el 80-100%
- Especies piscícolas migratorias: efectividades superiores al 80%

A diferencia de las rejas de protección, este tipo de sistemas presentan un bajo coste de instalación y mantenimiento (diario por los técnicos de la instalación y semestral por la casa suministradora), pudiendo ser instalados en cualquier zona del aprovechamiento, siempre y cuando se disponga de alimentación eléctrica y se consigan los requerimientos mínimos de velocidad del agua y campo sonoro. A este respecto, y para conseguir una alta efectividad, se deberá realizar una detallada caracterización de las corrientes de agua y del ruido de fondo en la zona donde se van a instalar los altavoces. Asimismo, nunca producen atrapamientos o muerte a la fauna piscícola, no produciendo ningún otro tipo de efectos sobre otras especies ligadas al río.

Para las **barreras eléctricas** se dispone de relativa poca información, siendo utilizados originalmente en algunos aprovechamientos en USA, en donde cuentan con requisitos para estos sistemas. Al igual que las barreras sónicas, se pueden instalar en cualquier zona del aprovechamiento, presentan un bajo mantenimiento y no producen atrapamiento o muerte a la fauna piscícola. Sin embargo, entrañan un cierto riesgo y peligro eléctrico de operación, con una menor efectividad en el caso de instalarse para evitar la entrada en la toma aguas arriba, ya que los peces son arrastrados por el flujo del agua.

Los resultados obtenidos en recientes proyectos de demostración aportan nuevos datos sobre la eficacia y funcionamiento de los sistemas basados en el comportamiento y, principalmente, con base en el sonido. Las efectividades demostradas apoyan la posible sustitución de otros sistemas (principalmente las rejillas de 2 cm de luz) por estos nuevos equipos. Cabe señalar, sin embargo, que este tipo de sistemas siguen teniendo importantes limitaciones y condicionantes, ya que están influenciados por la velocidad del agua (ni la temperatura, conductividad u otros parámetros físico-químicos tienen una influencia significativa sobre su funcionamiento), tipo de especie piscícola (migradora o residente) y características de la toma en donde instalar los altavoces (accesibilidad, alimentación con corriente, velocidad del agua, exposición a posible daños, etc).



*Rejas de protección en los canales de toma y restitución y altavoz de la barrera sónica de peces en el AH Cadós (Ourense).*

## 5. GUÍA PARA EL DISEÑO

A la hora de diseñar un SGP se puede seguir como guía los siguientes pasos:

- Identificar las especies de peces a proteger y sus necesidades
- Tener en cuenta la legislación aplicable a cada masa de agua y sus requisitos (autonómica, estatal y comunitaria). Establecimiento del objetivo de protección.
- Desarrollar varias alternativas de diseño basadas en las pautas de comportamiento y fisiología de las especies a proteger, características hidrológicas e hidráulicas del río y de la propia derivación, facilidad y coste de construcción y coste operación-mantenimiento.
- Selección de la alternativa basada tanto en el coste de la instalación y el objetivo de protección pretendido.
- Construcción de la alternativa seleccionada
- Seguimiento de su efectividad. Propuesta de modificaciones en función de los resultados obtenidos.

## 6. SEGUIMIENTO DE EFECTIVIDAD

Un aspecto importante, que complementa la instalación de un SGP, es su seguimiento (*monitoring*) para comprobar su eficacia real y, en función de los resultados obtenidos, proponer nuevas modificaciones o mejoras. Para llevar a cabo el seguimiento de un SGP y comprobar si realmente los peces son desviados de las obras de toma o restitución y devueltos sin daño de nuevo al río, se pueden utilizar los siguientes métodos:

- Instalación de trampas, como mallas o trasmallos aguas abajo de la barrera,
- Controles directos en el canal de derivación mediante pescas eléctricas, redes, etc o vaciado periódico del mismo,
- Instalación de sistemas indirectos, que detecten y registren en continuo (mediante filmación en vídeo o fotografía) el paso del pez,
- Empleo de TAG (*tagging*) y seguimiento radioacústicos de los peces implantados
- Comprobación periódica de las barreras físicas (rejas), para ver si hay peces retenidos, atrapados o eliminados por el limpiarrejas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA BASICA Y PÁGINAS WEB DE INTERES

1. Feist, B. E., and J. J. Anderson. 1991. Collected bibliography for review and design criteria of behavioral fish guidance systems. University of Washington, Seattle.

Incluye una completa revisión bibliográfica sobre trabajos relacionados con sistemas de protección de peces basados en el comportamiento.

2. Fish Protection at Water Diversions. A Guide for Planning and Designing Fish Exclusion Facilities. U.S. Department of the Interior. Bureau of Reclamation. Denver, Colorado. April 2006.

Guía muy completa para el diseño y planificación de sistemas de protección de peces.

3. Blake E. Feist and James J. Anderson (1991). Review of fish behavior relevant to fish guidance systems. Fisheries Research Institute School of Fisheries wh-10. University of Washington.

Revisión bibliográfica y trabajos destacados sobre sistemas de protección de peces basados en el comportamiento.

4. Wolf., P. 1951. A trap for the capture of fish and other organism moving downstream. Transaction of the American Fisheries Society 80:41-45.

Trabajo interesante en el que se describe un método de captura para el seguimiento de peces a través de presas.

### PÁGINAS WEB:

Barreras eléctricas. Smith-Root ([www.smith-root.com](http://www.smith-root.com))

Barreras sónicas. ALNUS 2005, SL ([www.alnus2005.com](http://www.alnus2005.com))

Foro sobre el tema: [www.fishpass.com](http://www.fishpass.com)