

MEMORIA

INDICE

1.	ANTECEDENTES	5
2.	OBJETO	5
3.	CARACTERÍSTICAS DEL RÍO NOGUERA PALLARESA	6
3.1.	HIDROLOGÍA.....	6
3.2.	CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA	7
4.	FIGURAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL	7
5.	CARACTERÍSTICAS DEL AZUD	8
5.1.	LOCALIZACIÓN.....	8
5.2.	SITUACIÓN ADMINISTRATIVA.....	8
5.3.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AZUD.....	10
6.	PERMEABILIZACIÓN	12
6.1.	PARÁMETROS DE PARTIDA	12
6.1.1.	<i>Especies objetivo</i>	12
6.1.2.	<i>Caudales preferentes</i>	13
6.1.3.	<i>Zona de llamada y salida del paso</i>	13
6.2.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	14
6.3.	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	15
7.	CÁLCULOS HIDRÁULICOS	15
7.1.	CAUDALES CIRCULANTES	15
7.2.	CAUDAL Y DIMENSIONES DEL PASO	16
7.3.	ZONA DE LLAMADA	16
8.	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	17
8.1.	CARACTERÍSTICAS DEL PASO.....	17
9.	PLAZO DE LAS OBRAS	18
10.	PRESUPUESTO	18

1. ANTECEDENTES.

Con objeto de mejorar la continuidad fluvial de la cuenca del Ebro, uno de los objetivos de la Directiva Marco de Aguas (2000/60/CE), en aquellas masas en riesgo de incumplimiento de los objetivos de calidad se ha realizado el siguiente trabajo "Análisis del funcionamiento de escalas de peces existentes en la cuenca del Ebro y para la propuesta de nuevas escalas en el estudio de presas y azudes en los que se necesita su instalación para alcanzar el buen estado de las aguas según la Directiva 2000/60/CE" contratado por la Confederación Hidrográfica del Ebro a Tecnoma.

Durante la fase inicial se realizó una priorización de masas con el objeto de escoger aquellas que presentaban mejores condiciones para instalar una escala de peces.

En la segunda fase o fase final el trabajo se ha centrado en el diseño de 10 escalas o pasos para peces en aquellos obstáculos impermeables que impiden sus migraciones.

2. OBJETO.

El presente Anejo tiene por objeto el diseño de un paso de fauna, acorde con la ictiofauna del río Noguera Pallaresa a su paso por el núcleo urbano de Isil, T.M de Alt Aneu, que permita a los peces **potamodromos** realizar sus migraciones tanto aguas arriba como aguas abajo de la estructura transversal; así como la descripción y justificación de esta obra para la correcta realización de la escala de peces en su aspecto técnico, con los cálculos necesarios para su dimensionamiento y los datos básicos de partida utilizados en éste.

De esta forma, se mejorará la continuidad fluvial para la ictiofauna del río Noguera Pallaresa, con todas las ventajas que ello supone para asegurar la sostenibilidad de las poblaciones piscícolas.

3. CARACTERÍSTICAS DEL RÍO NOGUERA PALLARESA

3.1. HIDROLOGÍA.

Para el diseño de la escala de peces es de vital importancia conocer los caudales circulantes en el tramo de río donde se va a diseñar el paso de fauna. Para ello se ha recurrido a la página web del CEDEX (<http://hercules.cedex.es/anuarioaforos/>) donde se facilitan los caudales diarios de los aforos de la cuenca del Ebro.

Se han seleccionado los caudales diarios de la estación más próxima, situada aguas abajo del municipio de Boren; (9856, embalse Boren-Esterri).

Para el estudio de los caudales en el río Noguera Pallaresa, se partió de una serie temporal de caudales diarios de 34 años; tomados en la estación de aforo 9856.

En la siguiente gráfica se representa el régimen hidrológico de la estación de aforo seleccionada. Embalse Boren-Esterri, presenta un régimen simple con un periodo de caudales altos, comprendido de abril a junio, y otro de caudales bajos de junio a marzo. El máximo de caudal se registra los meses de mayo y junio por el deshielo de las nieves acumuladas durante el invierno.

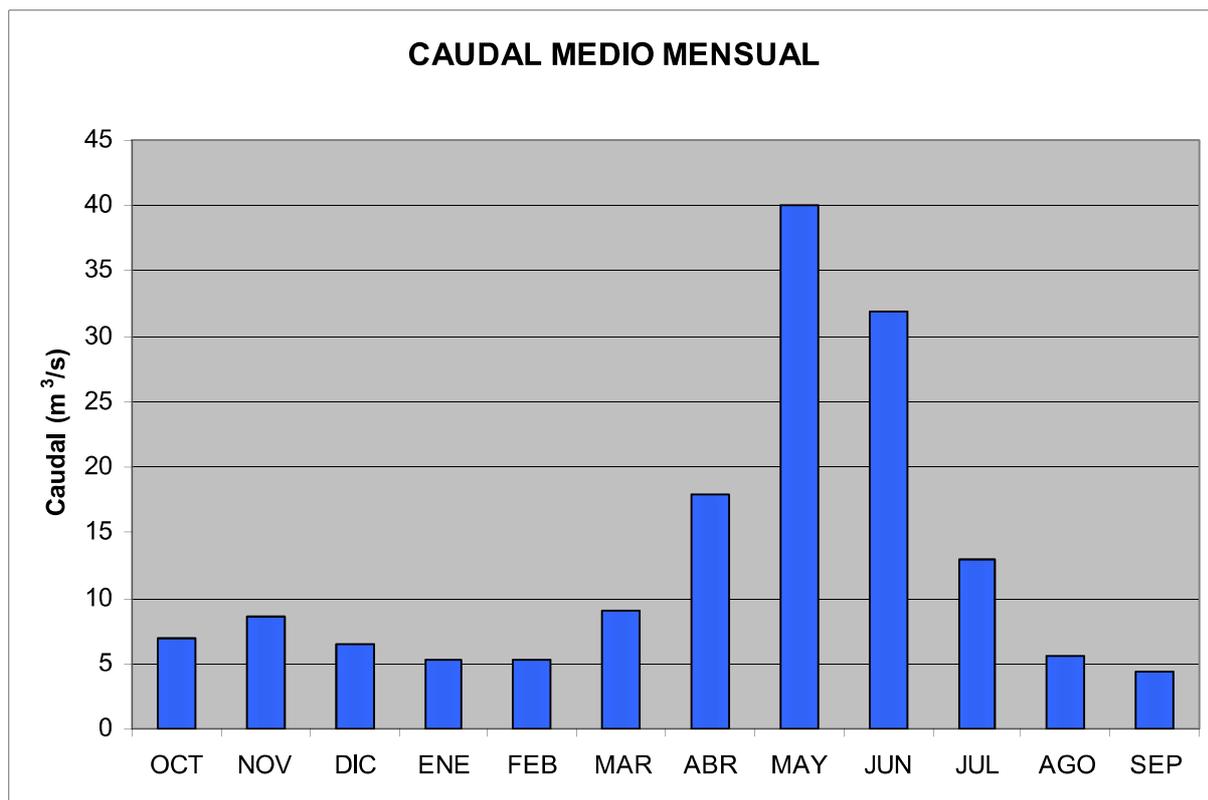


Fig. 1. Régimen anual del río Noguera Pallaresa en el Aforo 856 en Boren-Esterri. (Fuente CHE)

3.2. CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA

En el río Noguera Pallaresa de acuerdo con la información recogida en los muestreos de peces realizados por la Universidad de Barcelona (Muestreos IBI) nos encontramos en un tramo donde la única especie presente es *Salmo trutta* (trucha común).

A continuación se presenta una tabla donde se muestran algunas estadísticas del muestreo IBI 040 (Coordenadas UTM Huso 31 X 835.996 Y 4.736.266) utilizadas en el diseño de la escala de peces.

Masa 709. Río Noguera Pallaresa IBI 040

Especie	Ejemplares	Talla media	Desv Típica	Peso medio	Desv Típica	Máx Talla	Máx Peso	Biomasa
---------	------------	-------------	-------------	------------	-------------	-----------	----------	---------

Tabla 1. Estadísticas del muestreo de peces IBI 040 en el río Noguera Pallaresa.

4. FIGURAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

La actuación se encuentra dentro del LIC ES5130003 "Alt Pallars" incluido en la Red Natura 2000.

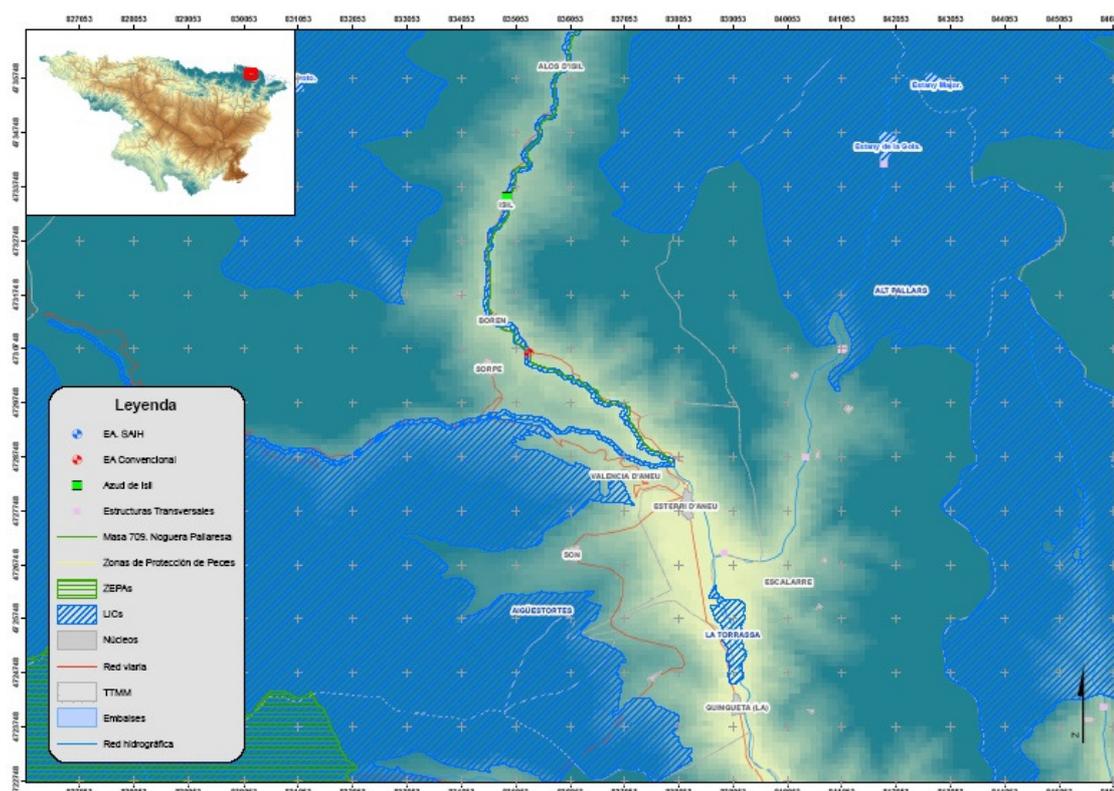


Fig. 2. Figuras de protección ambiental en el entorno de la actuación

Se trata de un espacio con donde se presenta la mejor muestra de procesos y geodinámica fluviales de toda la parte septentrional del Pirineo Central Catalán. Las formas del relieve constituyen un buen ejemplo del modelado glacial y periglacial cuaternario y son formadas por materiales muy diversos, desde los de naturaleza carbonatada hasta silícea.

Este espacio es de gran interés para la red Natura 2000 de la región alpina española por la gran cantidad y diversidad de hábitats y especies de interés comunitario que contiene, de acuerdo con los datos expuestos en este formulario.

También hay que destacar la gran importancia de este espacio en referencia a que es una pieza clave, y en algunos casos imprescindible o incluso única, para conseguir una suficiente representación de diversos hábitats y especies de interés comunitario en la red Natura 2000 de la región alpina española. Se trata, concretamente, de los hábitats y especies a los cuales se les ha otorgado un valor de "Evaluación Global" igual a "A" en este mismo formulario.

Des de una visión más global es necesario decir que este gran espacio es la mejor representación del alto Pirineo silíceo catalán y evidentemente está entre las mejores representaciones del alto Pirineo silíceo de la región alpina española.

Hay que destacar también el interés biogeográfico de este espacio, al ser, en medio del corazón del Pirineo, un buen representante

de la transición de hábitats de tipo mediterráneo a hábitats de tipo subalpino y alpino. Estos hábitats mediterráneos llegan a la región alpina a través del fondo de los valles, originando en algunas zonas microambientes muy particulares y variantes singulares y biogeográficamente significativas de hábitats típicamente mediterráneos.

5. CARACTERÍSTICAS DEL AZUD.

5.1. LOCALIZACIÓN

El azud de derivación se encuentra en el término municipal de Alt Aneu, en las coordenadas UTM del Huso **30** X 834.859 Y 4.733.404.

5.2. SITUACIÓN ADMINISTRATIVA

Se trata de una estructura cuyo propietarios son José Foret y Luis Matusier. Dispone de una concesión para fuerza motriz y riego de 3.000 l/s.

El número de inscripción de la concesión es el 30.678.

Actualmente tiene abierto un expediente de extinción del aprovechamiento. Realizada la visita de campo para dicho expediente en el ayuntamiento desconocen quien son los propietarios así como el emplazamiento exacto del aprovechamiento.



Fig. 3. Vista de la margen derecha del azud.



Fig. 4. Vista desde aguas abajo del azud de derivación en el costado del brazo derecho del río Noguera Pallaresa a su paso por el núcleo urbano de Isil

5.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AZUD

La obra de toma presenta dos brazos; el brazo de la margen derecha en su zona más alejada a la toma, se encuentra prácticamente a nivel con respecto a la cota de lámina de agua (aguas abajo) debido a la existencia de un rebaje situado en la parte superior del azud. Mientras que el brazo de la margen izquierda presenta un pequeño salto inferior a 0,5 m y una pendiente en el cauce aguas abajo del azud del 10%.

Se trata de una estructura de hormigón, aguas abajo se depositan bloques de grandes dimensiones. En planta la estructura se dispone en sentido a la dirección del flujo, con forma en "V" haciendo embudo en el punto más bajo de dicha estructura; punto donde se encuentra la entrada al canal de derivación.

	Brazo Margen derecha	Brazo Margen izquierda
Altura Total del Obstáculo	0,31 m	0,26 m
Cota Aguas arriba	1164,52	1164,49
Cota lámina de agua aguas abajo	1164,21	1164,23
Longitud rasante azud	63,25 m	48,23 m
Anchura de coronación	0,90 m	0,90 m
Forma	Vertical	Vertical
Material	Hormigón	Hormigón

Tabla 2. Principales características del azud

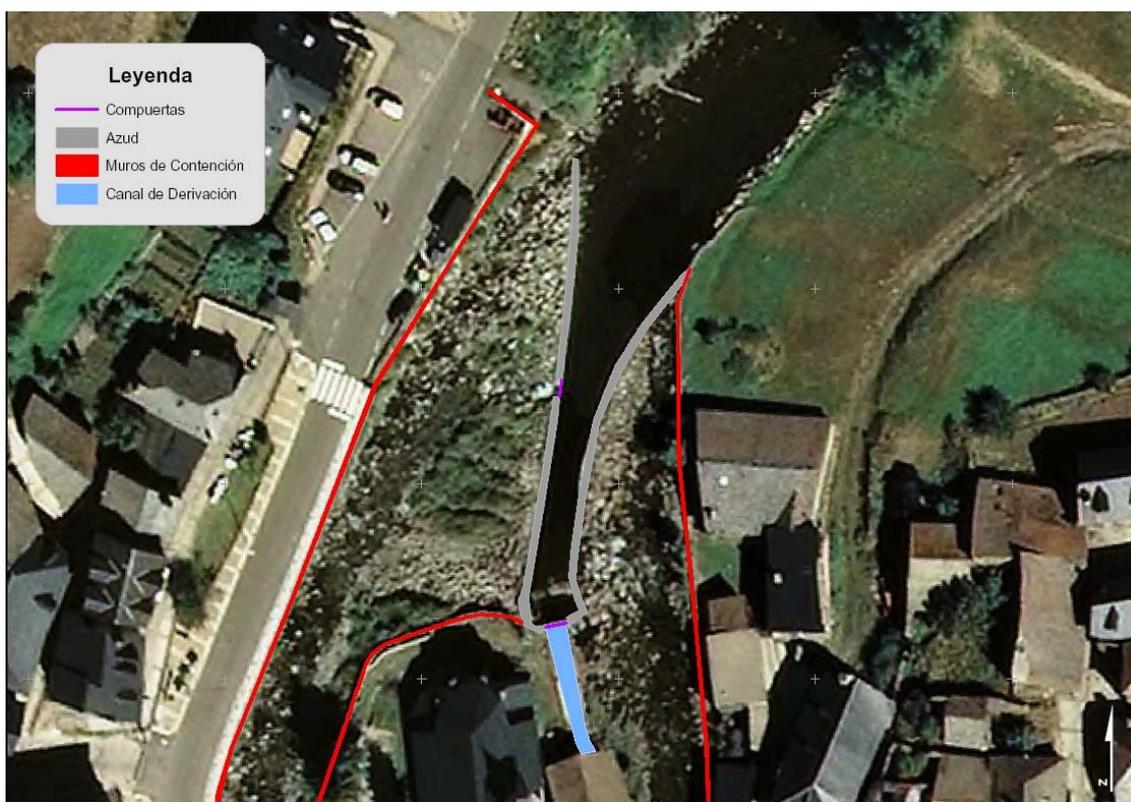


Fig. 5. Emplazamiento del azud (incluir Leyenda)

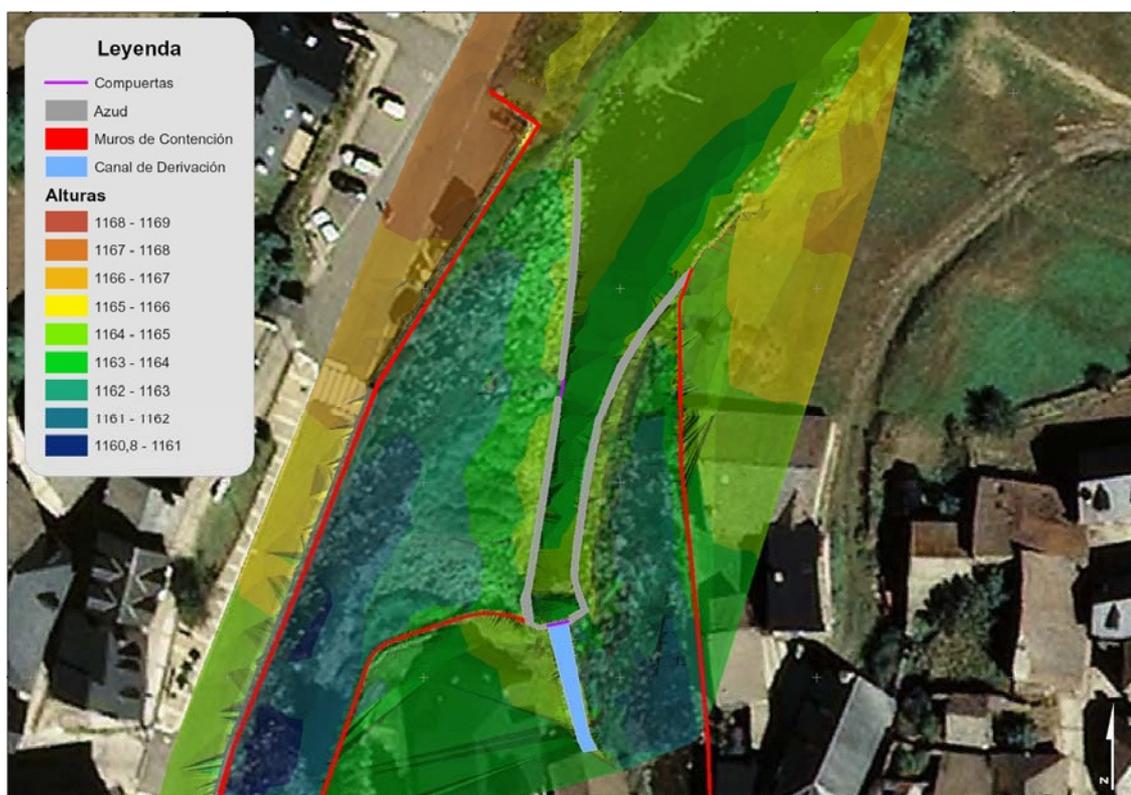


Fig. 6. Modelo Digital de Terreno del entorno de la Actuación

6. PERMEABILIZACIÓN

El objeto del presente anejo es diseñar y definir las características de la actuación que mejores las condiciones del azud para permitir las migraciones de peces a través de este, tanto de aguas abajo hacia aguas arriba como al contrario.

Debido a las características de dicho azud, un paso rustico permite un grado aceptable de transitabilidad para las poblaciones afectadas. Como cualquier estructura de paso de peces, los pasos rústicos requiere un estudio de las características de la población piscícola presente y de las propias condiciones fluviales.

6.1. PARÁMETROS DE PARTIDA

En este epígrafe se analizan cada uno de los condicionantes que las condiciones fluviales imponen para el diseño de un sistema de paso para peces.

6.1.1. Especies objetivo

Se ha seleccionado como especie objetivo para tener en cuenta en el diseño del paso, aquellas que presentan mayores dificultades a la hora de su desplazamiento. En este caso serían la Trucha común (*Salmo trutta*).

Debido a las características de la masa y del tramo en cuestión, la única especie presente en la zona de estudio es la Trucha común (*Salmo trutta*).

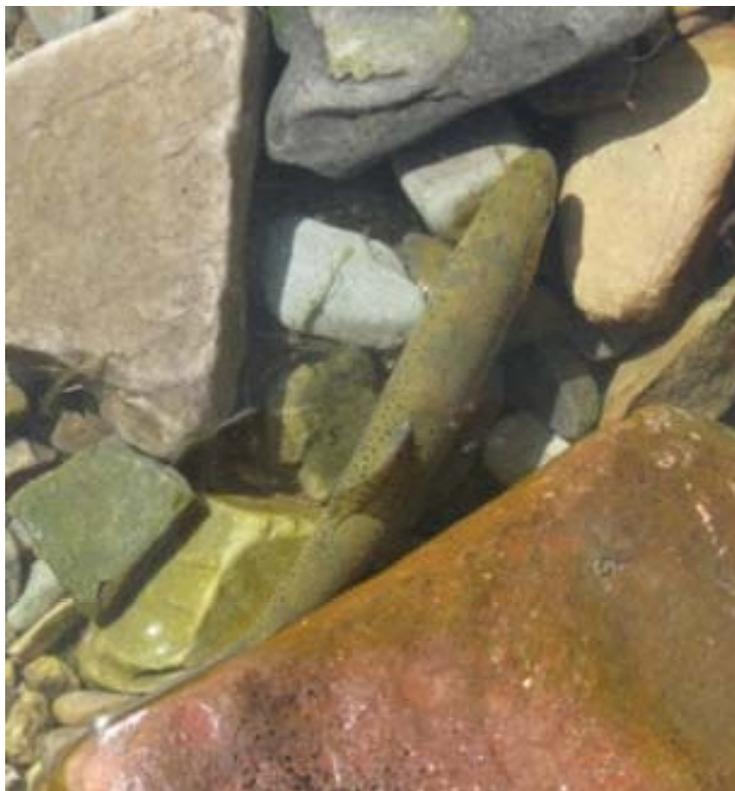


Fig. 7. Foto de un ejemplar de trucha común (*salmo trutta*)

6.1.2. Caudales preferentes

En la siguiente tabla se representan la mediana, el percentil 25 y el percentil 75 para el periodo de migración de los salmónidos (de Noviembre a Febrero).

A9856 Río Embalse Boren-Esterri (m³/s)	
Noviembre-Febrero. Periodo Salmónidos	
Mediana	5,50 m ³ /s
Percentil 25	4,10 m ³ /s
Percentil 75	7,03 m ³ /s

Tabla 3. Estadísticas de los caudales del río Noguera Pallaresa en Alt Aneu.

En el diseño del paso se pretende que ésta tenga un óptimo funcionamiento para los caudales próximos a la mediana. Además, se sobredimensionara para que funcione en una horquilla de caudales más amplia, aproximadamente entre el mínimo y máximo de la serie anual de caudales medios mensuales.

6.1.3. Zona de llamada y salida del paso

Para que un paso resulte eficaz es necesario que el pez pueda encontrar la entrada y franquear el obstáculo sin retraso, estrés o daños perjudiciales en su migración río arriba. La entrada es la parte más importante del diseño de estos dispositivos, ya que de ella depende el franqueo del obstáculo (Clay 1995).

La atracción hacia un dispositivo de franqueo va a estar ligada a su localización en el obstáculo, en particular a la situación de la entrada, así como a las condiciones hidrodinámicas (caudales, velocidades y líneas de corriente) en sus proximidades. El pez debe poder detectar el flujo de agua proveniente del paso a la mayor distancia posible de la entrada. La entrada o entradas no deben estar enmascaradas ni por las salidas de las turbinas o de los aliviaderos, ni por zonas de recirculación o de aguas muertas. La entrada del paso no representa más que una parte reducida comparada con el tamaño del obstáculo y está alimentada por un caudal constituido por una fracción limitada del caudal total del curso de agua.

Sea cual sea el tipo de paso adoptado tiene que disponer en la entrada de una poza artificial de una profundidad suficiente, para que el pez pueda permanecer al pie del paso sin dificultad y, además, pueda impulsarse para entrar en el paso.

La situación de la entrada en el obstáculo no es el único factor a tener en cuenta. La salida del paso se localizara en una zona de baja velocidad, alejada del aliviadero y de posibles canales de derivación, así como en zonas de aguas muertas o de recirculación, la finalidad de dicho emplazamiento es evitar que pueda desorientarse o ser arrastrado aguas abajo del obstáculo por la corriente.

En el caso de los pasos rústicos, además del emplazamiento se deberá de tener en consideración la altura del obstáculo; no superándose altura superiores a las capacidades natatorias y de salto de las diferentes especies.

A continuación se presentan unos emplazamientos (correctos e incorrectos) de pasos de fauna según la disposición en planta del azud.

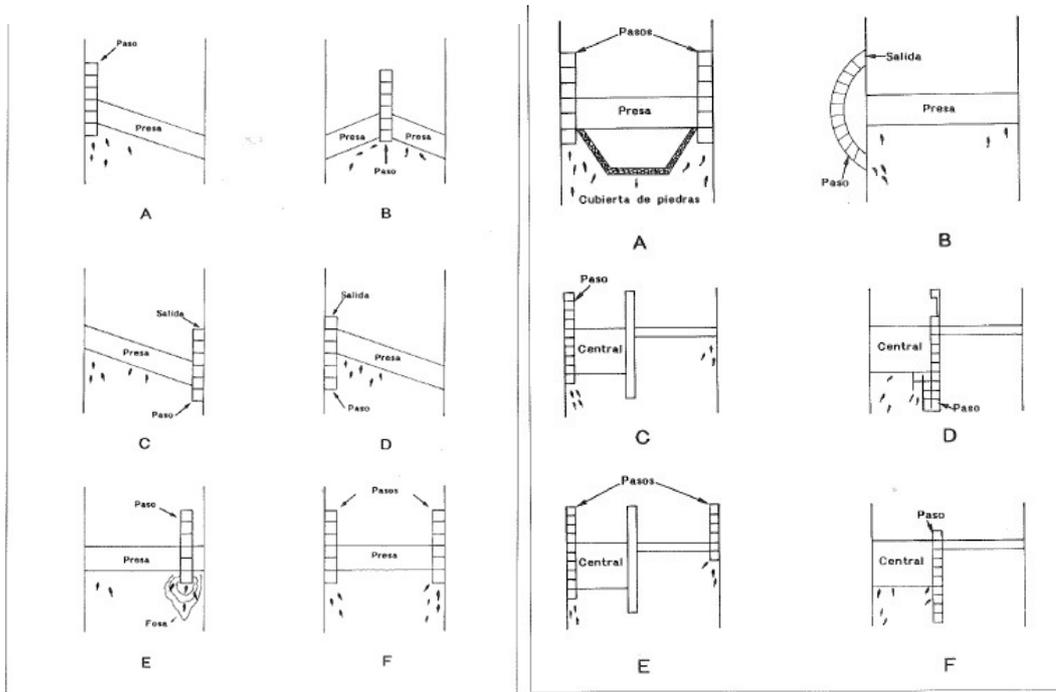


Figura 15. Disposición del paso en el obstáculo. A. Situación correcta en un obstáculo oblicuo. B. Situación correcta en un obstáculo en ángulo. C y D. Situación incorrecta en un obstáculo oblicuo. E y F. Situación correcta en un obstáculo transversal.

Figura 16. Disposición del paso en el obstáculo. A. Cubierta de piedras bajo el obstáculo para facilitar el acceso de los peces a los pasos. B. Situación del paso cuando existen problemas de espacio junto al obstáculo. C, D y E. Situación correcta del paso en un aprovechamiento hidroeléctrico. F. Situación incorrecta del paso en un aprovechamiento hidroeléctrico.

Fig. 8. Tipos de emplazamientos de pasos de fauna. (CEDEX, 1998)

6.2. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

El paso de peces se precisa para dar continuidad a las migraciones de especies en el río y así mitigar el efecto que la construcción del azud producirá en la continuidad fluvial para las especies piscícolas. La solución de escalas de artesas no parecen las más adecuadas, dada la altura del azud (0,46 m) y las características de la zona, que llevaría a la construcción de una obra muy costosa, por lo que se opta por la realización de un paso rustico, acompañado de la adecuación de la rampa (ya existente por el propio río) como la alternativa más viable.

La tipología del paso rústico se fundamenta, principalmente, según las especies de peces inventariadas en los muestreos más próximos al sector del río donde se enmarca la actuación y según la morfología y altura del obstáculo.

De esta forma, se han descartado para el diseño los otros tipos de pasos para peces por su elevado coste o por su menor eficacia a la hora de facilitar la permeabilización del obstáculo.

6.3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Se plantea el diseño de un paso rustico para salvar el azud de derivación.

En el brazo derecho del azud, se realizará un rebaje que facilite el tránsito y que aumente el caudal y calado en esa sección del río, mientras que en la margen izquierda se aumentara la sección ya rebajada así como su calado; asociado a dicha actuación y mediante la adición de bolos del propio río se generara una pendiente del 5% que facilite el tránsito de las especies presentes.

Por ultimo se colocaran bolos al azar de mayores dimensiones a modo de deflectores, consiguiéndose así un aumento de la potencia disipada en esa sección del río.

7. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

7.1. CAUDALES CIRCULANTES

Los caudales circulantes por el tramo de estudio que nos van a condicionar el diseño del paso piscícola se han obtenido de la estación de aforos 9856, embalse Boren-Esterri. Se consideran representativos del régimen circulante por el azud ya que se encuentra próxima de la futura estructura.

El periodo reproductor de las especies objetivo comienza en noviembre y termina en febrero, por lo que partiendo de la serie de temporal de caudales diarios, la mediana de los caudales para dicha época es de 5,50 m³/s. Ese flujo va a permitir la definición del desnivel entre aguas arriba y abajo del obstáculo en la época de migración.

Dado que los periodos de migración no son fijos en el tiempo, se estudió a su vez el funcionamiento del paso para un rango de caudales más amplio, por lo que una vez fijado el caudal medio en el periodo de migración, se comprobó el funcionamiento del paso para el mínimo caudal de la serie anual (4,30 m³/s) y para el máximo (40,07 m³/s).

Con todo lo expuesto anteriormente, los caudales empleados para el diseño de la escala fueron los siguientes:

	Caudal circulante (m ³ /s)	Concesión (m ³ /s)	Caudal de diseño (m ³ /s)
Q _{min} (Media mensual)	4,30 (Septiembre)	---	4,30
Q _{med} (Mediana Periodo de migración)	5,50	---	5,50
Q _{máx} (Media mensual)	40,07 (Mayo)	---	40,07

Tabla 4. Caudales de diseño del paso para peces.

7.2. CAUDAL Y DIMENSIONES DEL PASO

Los pasos se han dimensionado para que deriven un total de 3,77 m³/s, este caudal es inferior al caudal medio en el periodo de migración (5,50 m³/s) e inferior al caudal mínimo mensual (4,30 m³/s); de este modo se asegura que en la zona de embudo del propio azud siempre se mantenga una lamina de agua conservándose de este modo el potencial paisajístico que esta ofrece.

Las actuaciones a realizar en los diferentes brazos así como las dimensiones y caudales de diseños son las siguientes:

En el brazo derecho, se realizará un rebaje de 0,05 m en una longitud total de 5 m, esto asegura un caudal por él de 1,45 m³/s.

En el brazo izquierdo el rebaje a realizar será de 0,26 m en una longitud total de 8 m, por el que se derivara un caudal de 2,32 m³/s. Asociado a dicha actuación se realizará un reperfilado de la pendiente del cauce de aguas abajo del orden del 5% en los primeros 53 m. Esta actuación permitirá el transito de la fauna piscícola.

Con el fin de disminuir la velocidad y potencia en esa zona, se colocaran bolos de dimensión 0,6 x 0,6 x 1 m de forma aleatoria y siguiendo un patrón discontinuo y alterno.

7.3. ZONA DE LLAMADA

En ambos pasos el caudal de llamada es originado por el propio caudal de diseño; dado que este toma un valor considerable, siendo suficientemente amplio (2,32 y 1,45 m³/s) como para generar una fuerte atracción a la migración de las especies piscícolas.

8. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Una vez justificada la actuación se resumen las principales características geométricas de la escala de peces diseñada.

8.1. CARACTERÍSTICAS DEL PASO.

Río		Noguera Pallaresa		
T.M. (provincia)		Alt Aneu (Lleida)		
Tipo de actuación		Paso rústico		
		Brazo derecho	Brazo izquierdo	
	Longitud (m)	5	8	
Dimensiones del rebaje	Altura (m)	0,05	0,26	
	Carga de vertido (m)	0,30	0,30	
Caudal derivado (m ³ /s)		1,45	2,32	
Velocidad crítica en el rebaje (m/s)		0,96	0,96	
Actuaciones complementarias		Ninguna	Pendiente	5%
			Longitud (m)	53
			Anchura media (m)	8
			Dimensiones de los bolos (m)	0,6x0,6x0,6

Tabla 1. Características del paso

9. PLAZO DE LAS OBRAS

De acuerdo con el plan de obra previsto en el anejo nº 6, el plazo de ejecución de las obras es de 2 días. Con el fin de minimizar las afecciones sobre el curso de agua este periodo debe corresponderse con el de menor caudal.

10. PRESUPUESTO

Con todo cuanto antecede se estima suficientemente justificado este **PROYECTO DE PASO DE PECES EN EL AZUDE DE ISIL, T.M DE ALT ANEU (LLEIDA)**., siendo su Presupuesto de Ejecución Material de **CINCO MIL SETECIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y UN CENTIMOS (5.795,61 €)**.

Zaragoza, enero de 2011

EL AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Pedro Rivas Salvador
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Colegiado Número: 16.602

VºBº. LA DIRECTORA DEL PROYECTO

Fdo.: Concha Durán Lalaguna