



## **ANEJO Nº 3. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

---

## ÍNDICE

|                                                 |          |
|-------------------------------------------------|----------|
| <b>1. ANTECEDENTES Y OBJETO .....</b>           | <b>1</b> |
| <b>2. SITUACIÓN Y ESTADO ACTUAL .....</b>       | <b>2</b> |
| 2.1. OSINAGAERROTA.....                         | 2        |
| 2.1.1. GEOTECNIA.....                           | 2        |
| 2.1.2. SITUACIÓN PATRIMONIAL.....               | 2        |
| 2.2. ERROTARANGOIKOA.....                       | 3        |
| 2.2.1. GEOTECNIA.....                           | 3        |
| 2.2.2. SITUACIÓN PATRIMONIAL.....               | 3        |
| <b>3. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS .....</b>         | <b>4</b> |
| 3.1. ALTERNATIVAS TIPO .....                    | 4        |
| 3.2. PENDIENTE MÍNIMA EN RAMPAS.....            | 4        |
| 3.3. ALTERNATIVAS PROPUESTAS .....              | 6        |
| 3.4. DEFINICIÓN DE LOS FACTORES A VALORAR ..... | 7        |
| 3.5. ANÁLISIS MULTICRITERIO .....               | 8        |
| 3.6. CONCLUSIÓN .....                           | 14       |

## **1. ANTECEDENTES Y OBJETO**

La Diputación Foral de Gipuzkoa ha redactado en 2018 el Plan Director de Permeabilización de Obstáculos de Gipuzkoa. Este documento tiene como objetivo definir las actuaciones a realizar en los próximos años para mejorar la conectividad longitudinal de los ríos, eliminando y/o permeabilizando obstáculos, y estableciendo una priorización para dichas actuaciones en función del beneficio ecológico de las mismas. Así, en los próximos 16 años se contempla actuar sobre 123 azudes situados en los principales cursos de agua guipuzcoanos.

Es por ello que se solicita la redacción de los proyectos de demolición y/o permeabilización de 13 obstáculos situados en las cuencas de los ríos Oiartzun, Urumea, Oria, Urola y Deba.

Dentro de los trabajos solicitados se han realizado análisis de cada uno de estos obstáculos, y de las afecciones que supone actuar en ellos, en cuanto a diferentes ámbitos, desde geológicos hasta medioambientales.

Una vez realizado dicho análisis se procede a redactar el presente estudio de alternativas, dedicado en concreto a los azudes de Osinagaerrota y de Errotarángoikoa, en Hernani. En dicho estudio se analizará el impacto de las diferentes actuaciones propuestas en los ámbitos que se describen en los siguientes apartados.

Con ello, se aplicará una puntuación a cada alternativa según el valor de dichos aspectos, y se definirá la opción más ventajosa para, posteriormente a este estudio, realizar el futuro proyecto de ejecución.

## **2. SITUACIÓN Y ESTADO ACTUAL**

### **2.1. OSINAGAERROTA**

El obstáculo de Osinagaerrotta se sitúa en el barrio de Osinaga, ubicado al sur del término municipal de Hernani, a 2 km del centro.

El obstáculo a estudiar consiste en un azud de dimensiones alargadas pero de poca altura, como se puede observar en las siguientes imágenes.



Las imágenes muestran un azud de forma bastante regular, con una coronación de aproximadamente 1 metro de ancho. Igualmente, la altura de la presa es de 1 metro aproximadamente, con pequeñas variaciones debido al fondo irregular del río aguas abajo. Como se puede observar, el cauce es bastante escaso.

Por la margen derecha el azud contacta directamente con un talud cuya cota superior es similar a la de la presa, mientras que por la margen izquierda, se observa un muro de mampostería en estado deteriorado sobre el propio azud.

#### **2.1.1. GEOTECNIA**

Se analiza el estado geotécnico de la zona de actuación, según el estudio geotécnico que se adjunta con el presente documento.

Según dicho estudio, la demolición total del azud es factible en cuanto a la estabilidad, y por ende, también la demolición parcial, ya que tanto las márgenes como el propio azud están cimentados en roca.

#### **2.1.2. SITUACIÓN PATRIMONIAL**

Una vez realizada la consulta, desde patrimonio se concreta que el azud cuenta con valor patrimonial, y que por lo tanto recomiendan una demolición parcial del mismo, dejando una parte de la estructura sin afectar.

Dado que la parte mejor conservada es la zona central y la de la margen izquierda, se plantea demoler únicamente parte del azud de la margen derecha.

## **2.2. ERROTARANGOIKOA**

600 metros aguas arriba se encuentra el azud de Errotarangoikoa.

El obstáculo a estudiar consiste en una presa de dimensiones pequeñas. La coronación tiene entre 0,4 y 0,5 metros de ancho, y una altura de 0,70 metros.

El cauce del río fluye unos 2 metros por debajo del terreno practicable. Por la margen izquierda, el azud limita con un talud con pendiente pronunciada, mientras que por la margen derecha se encuentra con el muro de sótano del caserío próximo al propio azud. Se muestra la situación en la imagen.



Además, a unos 20 metros aguas abajo existe un puente, el cual forma parte del vial de Osinagaerrot. Comenzando desde el muro de sótano del caserío hasta el estribo derecho del puente, se puede observar que tanto el muro como el estribo están descalzados.

### **2.2.1. GEOTECNIA**

Se analiza el estado geotécnico de la zona de actuación, según el estudio geotécnico que se adjunta con el presente documento.

Los sondeos demuestran que el caserío anexo al azud está cimentado directamente sobre roca, al igual que el puente situado aguas abajo, por lo que las actuaciones previstas en la presa no deberían influir en su estabilidad. Por lo tanto, la demolición total del azud resulta factible.

### **2.2.2. SITUACIÓN PATRIMONIAL**

Según el informe de valoración patrimonial del azud de Errotarangoikoa, el valor patrimonial de dicha presa es bajo, por lo que las actuaciones definidas a continuación quedan permitidas.

### **3. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

#### **3.1. ALTERNATIVAS TIPO**

Se procede a definir las alternativas planteadas como resultado del proceso de análisis y estudio de las necesidades.

Como se menciona en el pliego de contratación, las actuaciones posibles pueden calificarse generalmente en tres. Se asume el siguiente orden de prioridad.

✓ Demolición del obstáculo:

Consiste simplemente en eliminar el obstáculo del cauce del río demoliéndolo generalmente con medios mecánicos (según tamaño y directrices del estudio geotécnico). Durante el tiempo que el obstáculo haya estado en el cauce, en el trasdós se habrá ido acumulando sedimentación proveniente del río, por lo que la demolición del azud generará una diferencia de cotas del fondo del río entre lo que era el trasdós y el intradós de la presa. Esta diferencia de cotas se irá suavizando y naturalizando poco a poco hasta dejar una superficie uniforme, sin necesidad de realizar un reperfilado manualmente.

✓ Rampa de piedras sobre el obstáculo:

Consiste en la formación de un plano inclinado que salva el desnivel de la barrera. La disminución de la velocidad del descenso del agua se consigue construyendo lechos con gran rugosidad. En función del tipo de piedras y de su disposición dentro del río existen diferentes rampas de piedras.

✓ Escala de peces:

Consiste en una escalera de agua formada por estanques de unos 2-3 m de largo y 1-2 m de ancho, conectados con saltos de 15-30 cm (según la especie objetivo), por los que circula un caudal a través de unos vertederos, hendiduras verticales y/u orificios.

Cada una de ellas conllevará diferentes actuaciones adicionales, que dependerán de la situación de cada obstáculo.

#### **3.2. PENDIENTE MÍNIMA EN RAMPAS**

Dado el objetivo principal del proyecto, el cual promueve permeabilizar los obstáculos permitiendo el paso de la fauna piscícola, deberán tenerse en cuenta las pendientes del fondo de río, la ejecución de la rampa de peces.

Para determinar la pendiente necesaria en cada caso estudiado, se toman como referencia los siguientes documentos:



- ✓ *“Pasos de peces para permeabilizar estructuras transversales en la cuenca del Ebro”*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
- ✓ *“Sistema de evaluación de la comunidad piscícola en ríos de la CAPV”*. Ur Agentzia

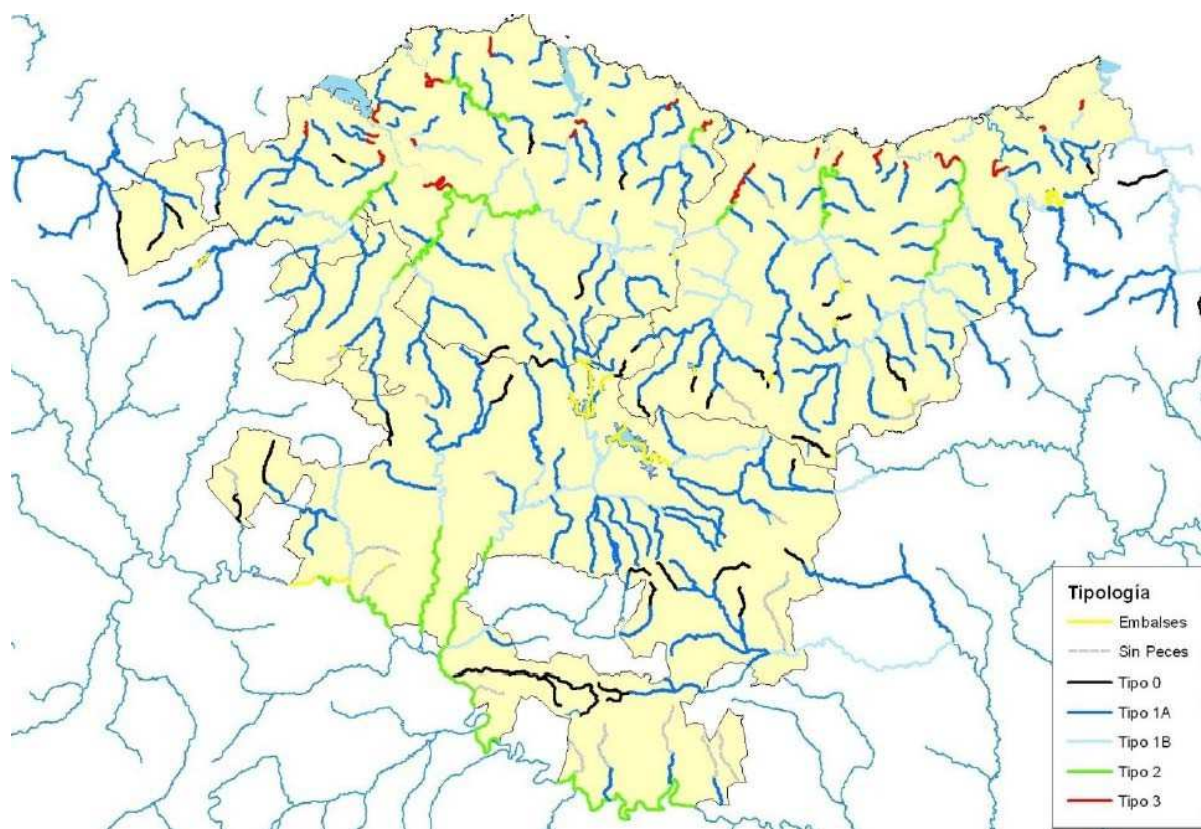
Para la fauna piscícola de la cuenca cantábrica se diferencian dos agrupaciones, los salmónidos y los ciprínidos.

A la hora de permeabilizar estructuras transversales de los ríos, las pendientes resultantes se definen según esta agrupación, definiendo una pendiente máxima del 10% para los salmónidos y de un 5% para los ciprínidos.

Por otro lado, queda definir qué asignación se le da a cada tramo pluvial de la CAPV. Se muestra un mapa en el que se clasifican los ríos según los siguientes tipos:

- ✓ Tipo 0
- ✓ Tipo 1A
- ✓ Tipo 1B
- ✓ Tipo 2
- ✓ Tipo 3

Los tipos 0, 1A y 1B englobarían la agrupación de salmónidos, mientras que los tipos 2 y 3 a los ciprínidos. Se muestra a continuación dicho mapa:



Sin embargo, se conoce que aunque en cada río o afluencia predomine una agrupación en concreto, siempre habrá ejemplares pertenecientes a ambos grupos en cualquier río.

### 3.3. ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Una vez definidas las alternativas tipo que se menciona en el pliego de contratación y teniendo en cuenta distintos factores se estudia cual es la propuesta más ventajosa.

### 3.4. DEFINICIÓN DE LOS FACTORES A VALORAR

Para el estudio de la viabilidad, se tomarán en cuenta diferentes aspectos, que son los siguientes:

#### ***Funcionalidad***

La funcionalidad quedará definida según la solución escogida de entre las tres definidas en este apartado:

- ✓ Demolición del obstáculo. Mayor funcionalidad
- ✓ Rampa de piedras sobre el obstáculo. Funcional
- ✓ Escala de peces. Menor funcionalidad

Como se menciona, a estas tres soluciones se les da un orden de prioridad, siendo la más funcional la demolición del obstáculo, ya que es la más favorecedora para el tránsito de la fauna.

Se le asignará una puntuación a cada una de ellas, de forma que la solución escogida para cada sub alternativa influya en la puntuación final.

#### ***Coste económico***

Se realizará un análisis de costes aproximados que pueden suponer cada una de las alternativas, asignando un precio a todos los trabajos requeridos en cada una de ellas.

Con ello y las mediciones de dichos trabajos se consigue conocer un valor aproximado del coste que supondría cada una de las alternativas.

#### ***Afecciones geotécnicas***

Se tomarán los resultados de los informes geotécnicos realizados en el área de actuación, y con ellos se considerará la afección que suponga cada sub alternativa, tanto desde el punto de vista geológico/geotécnico como a las infraestructuras cercanas al obstáculo.

Se puntuará positivamente el menor grado de afección.

#### ***Afecciones hidráulicas***

Las actuaciones realizadas en cada obstáculo supondrán una alteración del cauce, lo que puede conllevar un cambio en la inundabilidad de las proximidades.

Se realiza un análisis hidrológico del ámbito de actuación, tanto del estado actual como del estado proyectado para cada solución definida en las sub alternativas, y con ello se determinará la inundabilidad resultante.

Se puntuará negativamente el empeoramiento de la inundabilidad de las proximidades de la zona de



actuación.

### ***Afecciones al patrimonio cultural***

Dependiendo del origen de cada obstáculo, éste tendrá un valor patrimonial asignado por diferentes agentes (Gobierno Vasco, Diputación Foral de Gipuzkoa, Ayuntamiento...).

El valor patrimonial de cada obstáculo repercutirá negativamente en la puntuación de cada solución, siempre que dicha solución comprometa la integridad de dicha estructura parcialmente o en su totalidad.

### ***Beneficio ambiental***

Se evaluarán los beneficios ambientales que supongan las actuaciones definidas en cada sub alternativa, en concreto a la fauna piscícola, definiendo en qué grado se mejora su paso por el río.

Por otro lado, se tendrán en cuenta las medidas correctoras a llevar a cabo durante la ejecución de las obras, además de las propuestas de recuperación ambiental que se vayan a llevar a cabo una vez concluidos los trabajos.

### ***Costes de mantenimiento***

Por último, se evaluarán los costes de mantenimiento que requiera cada solución adoptada en las sub alternativas.

## **3.5. ANÁLISIS MULTICRITERIO**

### ***3.5.1. Metodología***

El objetivo de la evaluación multicriterio es sintetizar la información que permita seleccionar, de entre todas las posibles actuaciones, la solución más idónea, teniendo en cuenta de manera simultánea, las características más relevantes que inciden en su definición. La metodología a seguir corresponde a las siguientes fases:

1. Análisis y selección de los indicadores más característicos.
2. Definición de los pesos a aplicar.

3. Obtención de resultados.
4. Evaluación final.

El esquema lógico de la evaluación multicriterio incluye previamente un primer apartado en el que se definen las distintas soluciones a estudiar. Una vez determinadas las líneas generales de aplicación de una evaluación multicriterio, se comenta brevemente el desarrollo concreto en el que se basa la metodología expuesta:

- ✓ Por un lado, se determinan los valores  $X_i$ , para cada sub alternativa  $i$ , de una serie de indicadores  $j$  que miden algún aspecto que permite caracterizar de forma comparativa esta sub alternativa; estos valores se denotarán  $X_{ij}$  donde  $i$  se refiere a la solución y  $j$  al indicador considerado.
- ✓ Por otro lado, se fija además para cada indicador, el peso que marca la importancia que se le asigna a la característica representada por el indicador dentro del conjunto, de acuerdo con un determinado método previamente establecido. Los valores de los pesos se denotarán como  $P_j$  donde  $j$  hace referencia al indicador considerado.
- ✓ La evaluación final de cada acción se obtiene sumando los valores correspondientes a cada uno de los indicadores seleccionados, ponderados por los pesos asignados a cada uno, de acuerdo con la expresión:

$$V_i = \sum_{j=1}^n P_j \cdot X_{ij}$$

Siendo:

- $n$  = número de indicadores.
  - $V_i$  = valoración final de la actuación.
  - $P_j$  = peso que se le atribuye al indicador  $j$ .
  - $X_{ij}$  = valor que toma el indicador  $j$  en la alternativa  $i$ .
- ✓ La propuesta para la selección de la alternativa se realiza mediante el análisis comparativo de los valores de las evaluaciones parciales correspondientes a cada indicador y de la evaluación final.

Hasta aquí se han expuesto las líneas generales de la metodología que se propone seguir para realizar la evaluación multicriterio. Sin embargo, es necesario remarcar dos aspectos importantes en el proceso de selección:

- ✓ El valor de cada indicador, afectado por su correspondiente peso, debe constituirse en una medida de la importancia real de la característica representada por el indicador a la que hace referencia dentro del conjunto. Ello obliga a tener en cuenta, a la hora de fijar los valores de los pesos, tanto las unidades elegidas para cuantificar los indicadores correspondientes, como el sentido dado a dichas unidades, si son positivos o negativos.
- ✓ El establecimiento de valores fijos para los distintos pesos responde a criterios subjetivos y, por tanto, difíciles de justificar. Esta circunstancia lleva consigo la conveniencia de fijar dichos pesos, no a través de una serie de valores fijos, sino mediante la adopción, para cada uno de ellos, de un intervalo de valores posibles. De esta forma, definido un intervalo de indiferencia

para un peso determinado, la magnitud de los valores posibles del mismo indicará la importancia que se le atribuye, en términos comparativos, al indicado al que se refiere. La amplitud del intervalo revelará el grado de incertidumbre que se tiene al establecer dicha importancia relativa.

Una vez determinada la metodología, se procede a valorar y cuantificar cada sub alternativa según los criterios establecidos.

### **3.5.2. Valoración de alternativas**

Como se ha comentado anteriormente se han definido 4 criterios importantes a la hora de valorar las sub alternativas.

- ✓ Coste económico
- ✓ Funcionalidad
- ✓ Afecciones geotécnicas
- ✓ Afecciones hidráulicas
- ✓ Beneficio ambiental
- ✓ Costes de mantenimiento

A cada uno de estos criterios se le ha asignado un peso o puntuación, buscando el equilibrio entre cada uno de ellos, pero valorando los mismos.

Para el primer criterio se aplicará el porcentaje del 100% a la solución más económica, mientras que a la otra solución se le aplicará un porcentaje menor en función del coste adicional en cuanto al primero.

Para el segundo criterio, se aplicará el porcentaje según la funcionalidad de la solución adoptada.

Se puntuará de la siguiente manera:

- |                            |      |
|----------------------------|------|
| ✓ Demolición del obstáculo | 100% |
| ✓ Rampa de piedras         | 75%  |
| ✓ Escala de peces          | 25%  |
| ✓ No actuar                | 0%   |

Como tercer criterio se ha tomado en cuenta las afecciones geotécnicas y a la estabilidad de las estructuras anexas al obstáculo. Se puntuará con un 100% una afección nula a la estabilidad, e irá disminuyendo según la afección a la estabilidad vaya aumentando.

En cuanto a las afecciones hidráulicas, se otorgará la mejor puntuación a la solución que menos aumente la inundabilidad en el escenario proyectado, mientras que se otorgará una puntuación menor según la inundabilidad aumente.

Se puntuará el beneficio ambiental que supongan las medidas correctoras a llevar a cabo durante la ejecución de las obras, además de las propuestas de recuperación ambiental que se vayan a llevar a cabo una vez concluidos los trabajos. Además, se puntuará también la solución adoptada en cuanto a la facilidad de paso de la fauna piscícola.

En cuanto a los costes de mantenimiento, estos vienen marcados por el tipo de solución adoptada. La demolición del obstáculo y la rampa de piedras no requieren ningún mantenimiento posterior a su ejecución, mientras que la escala para peces requeriría cierto mantenimiento periódico. Por tanto, se puntúa con un 100% las dos primeras soluciones, mientras que con un 50% la última.

### **3.5.3. Evaluación de las alternativas**

Como se describe, la alternativa de la demolición es la solución idónea para el río en todos aquellos casos en los que sea factible. Para el caso de CH Osinaga y Errotarangoikoa no hay impedimento arqueológico ni geotécnico para tal solución, por lo que se estudia esta alternativa como principal opción

#### ***Afecciones geotécnicas***

Para la presa de Osinagaerota, no se encuentran elementos importantes, cuya estabilidad pueda verse afectada con la demolición del azud.

Por otro lado, en Errotarangoikoa, dado que el estudio geotécnico revela que la cimentación del edificio queda empotrada en roca, la demolición del azud no supone una afección a la estabilidad de los elementos próximos.

Sin embargo, por seguridad se plantea el recalce de los elementos colindantes, por lo que la puntuación otorgada es del 100%

#### ***Afecciones hidráulicas***

La demolición de parte del azud supone una reducción de la lámina de agua en los tramos aguas arriba de dicho azud. Por lo tanto, dado que la inundabilidad no se ve afectada negativamente, la puntuación asignada es de un 100%.

#### ***Beneficio ambiental***

La demolición del azud es la solución medio ambiental más adecuada para el río. Incluso aunque se dejen bermas, resulta más beneficiosa que la rampa o la escala. Se le aplica, por tanto, un 100%

#### ***Costes de mantenimiento***

El coste de mantenimiento una vez se hayan ejecutado los trabajos será nulo, por lo que se otorga una puntuación del 100%

## **3.6. CONCLUSIÓN**

Una vez realizado el análisis multicriterio, el resultado del mismo concluye que la DEMOLICIÓN es la más ventajosa.