

JORNADA BIOINGENIERÍA

Avance del Manual de Bioingeniería con las experiencias realizadas por los socios del proyecto H2Ogurea

María Díez de Arizaleta Elduayen. Técnico Área Agua de GAN_NIK

Pamplona, 15 de noviembre de 2018/ 2018ko azaroen 15ean

AMBITO elaboración Manual

- VISION CONJUNTO CUENCAS TRANSFRONTERIZAS (GIPUZKOA-NAVARRA-FRANCIA) **Ríos Bidasoa-Urumea-Oria-Urdazuri-Araxes**
- OBJETIVOS específicos: MEJORAR CALIDAD DE LOS RÍOS O CONSTRUIR GESTIÓN COMÚN RIESGO DE INUNDACIÓN



*Promover **uso de la bioingeniería** en el ámbito fluvial como medida para mejora estado ecológico y estabilización de márgenes en ríos ámbito cantábrico*

OBJETIVOS DEL MANUAL



DOCUMENTO PRÁCTICO, DIVULGATIVO Y ACCESIBLE
DONDE HAN **COOPERADO** EL RESTO DE LOS SOCIOS DEL PROYECTO



¿A QUIEN LO QUEREMOS DIRIGIR?

TECNICOS ADMINISTRACIONES DIVERSAS

+

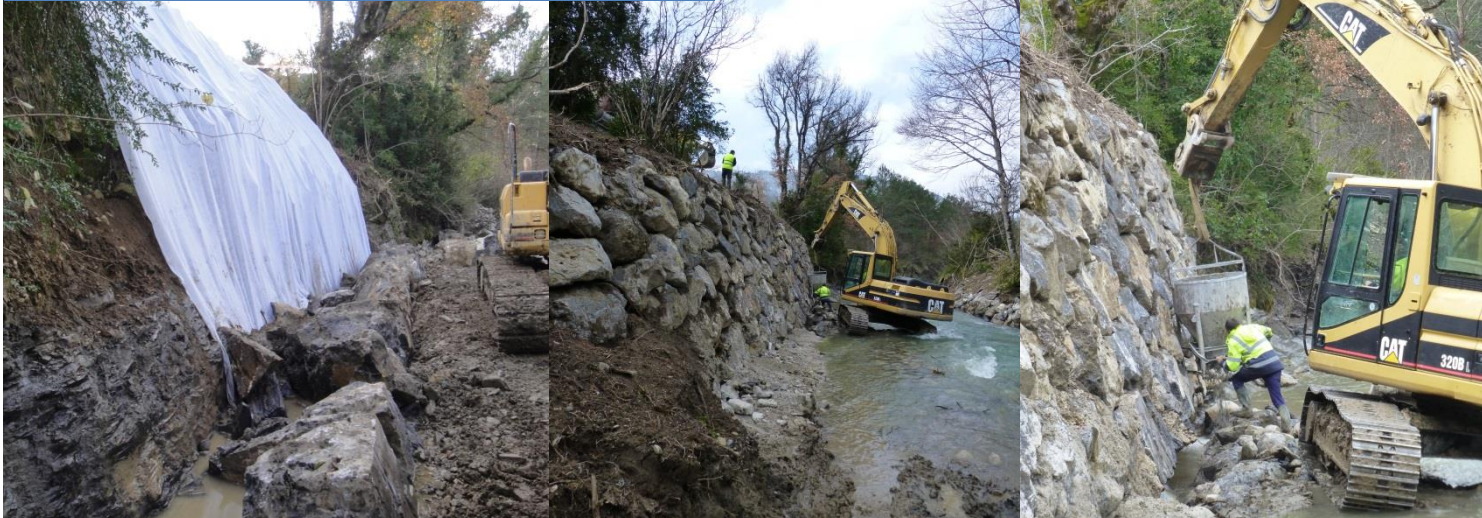
PARTICULARES



ALTERNATIVA A ESTRUCTURAS DURAS/GRISES

FOTOS ESTRUCTURAS DURAS/GRISES frente BIOINGENIERÍA

GUESA. Escollera protección carretera



GUESA. Entramado protección campo cultivo



FOTOS ESTRUCTURAS DURAS/GRISES frente BIOINGENIERÍA

ACEDO. Escollera protección carretera



BURGUI. Entramado protección camino



LANZ. Entramado protección tubería



LIZASO. Cobertura ramas. Regata Arkil



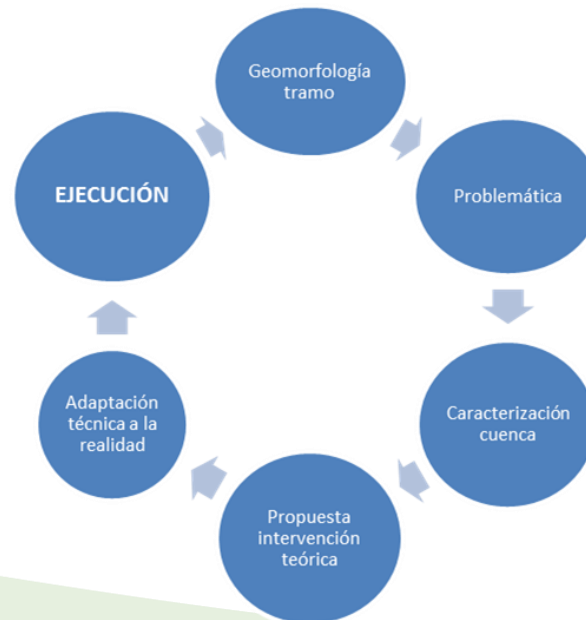
ORIGINAL DE ESTE MANUAL ??

★ ¿CÓMO PRESENTAMOS LAS TÉCNICAS?

TANTO EL FORMATO (**FICHA**) COMO LENGUAJE USADO ESTÁ DIRIGIDO PARA QUE LAS TÉCNICAS DE BIOINGENIERÍA SEAN **ACCESIBLES**. SE DESCRIBEN LAS TÉCNICAS **PASO A PASO** CON FOTOS

★ ¿CÓMO PRESENTAMOS EXPERIENCIAS AMBITO ATLÁNTICO?

LAS MOSTRAMOS COMO UN **EJEMPLO METEODOLÓGICO (FICHA)** PARA QUE SIRVAN DE GUÍA A LA HORA DE ABORDAR UN PROYECTO DE RESTAURACIÓN CON ESTAS TÉCNICAS



INDICE

1. Introducción (4)
2. El río como sistema (15-20)
3. Bioingeniería en ámbito fluvial (15-20)
4. Técnicas en ámbito fluvial (50-60)
5. Experiencias realizadas en ámbito atlántico (20-30)
6. Conclusiones. Indicadores Seguimiento. Lecciones aprendidas (10)
7. Glosario (6)
8. Bibliografía (2)

TÉCNICAS en ámbito fluvial

Técnicas de recubrimiento

Siembras-hidrosiembras

Manta orgánica

Técnicas de estabilización

Estaquillado sobre manta orgánica

Fajina

Trenzado mimbre

Estera de ramaje

Lechos de ramaje con manta orgánica

Peine

Estrato vivo

Técnicas auxiliares o complementarias

Plantaciones

Cierres

Técnicas mixtas

Empalizada viva

Entramado Simple

Entramado Doble

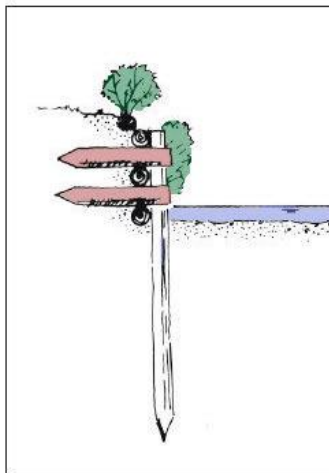
Enrejado vivo

TÉCNICA DESCRIPCIÓN

Definición

Las empalizadas vivas son una de las técnicas mixtas de estabilización de taludes y laderas en las obras de bioingeniería del paisaje válidas para la contención de las capas superficiales de suelos inestables en pendiente.

La estructura de las empalizadas vivas comprende una serie de troncos dispuestos horizontalmente uno encima de los otros, perpendiculares a la línea de máxima pendiente del talud, y apoyados aguas abajo del talud con piquetas de madera de 14 cm de diámetro como mínimo, vigas o travесas o materiales rígidos de fijación (bulones o piquetas de acero galvanizado o corrugado) para profundidades que varían de 1,5 a 2 m, mínimo 1 m. Estas estructuras de apoyo fijadas al suelo se colocan a una distancia aproximada de 80 a 100 cm. La estructura debe tener una ligera inclinación hacia la parte anterior.



MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales necesarios para la técnica mixta de la empalizada viva son:

- Troncos descortezados de castaño o de coníferas de 14 a 25 cm de diámetro y de 2 a 5 m de longitud. Del material vegetal de la zona se pueden utilizar aquellos diámetros fáciles de manipular, y también se pueden usar troncos de madera tratada.
- Materiales rígidos de fijación (davos, bulones o piquetas de acero galvanizado o corrugado), de 16 a 32 mm de diámetro y de 40 a 100 cm de longitud, o piquetas de madera con un diámetro de 14 cm como mínimo.
- Alambre de acero galvanizado de 3 mm de diámetro.
- Cuiñas de madera para ser insertadas entre los troncos.
- Áridos y tierras vegetales de obra.
- Ramas vivas, estacas vivas o plantas enraizadas.

Ámbito de aplicación

La técnica mixta de las empalizadas vivas es adecuada para la protección de pendientes erosionadas que no se pueden estabilizar con las técnicas de recubrimiento con especies herbáceas y arbustivas, ni con las técnicas de revestimiento con geoproductos de ingeniería. Esta técnica puede llevarse a cabo con efectividad para el control de la erosión y la consolidación de los terrenos inestables en secciones de ríos con tierra sin rocas, con viabilidad para clavar los troncos verticales.

TÉCNICA DESCRIPCIÓN

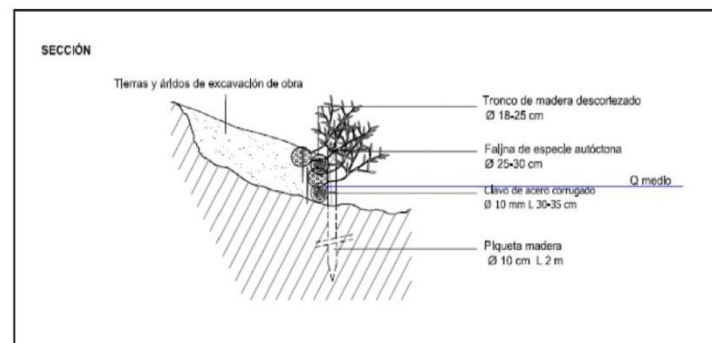
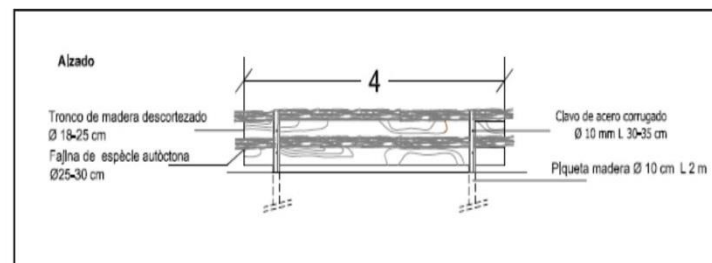
Ventajas y desventajas de la aplicación

- La sujeción del suelo y su protección frente a la erosión es inmediata.
- El uso de la mano de obra es intenso y la instalación compleja.
- Las limitaciones de suelos profundos que permitan un buen hincado limitan mucho su aplicabilidad.
- El refuerzo del relleno se consigue a profundidad obteniéndose un comportamiento a largo plazo similar a la tierra reforzada.
- Su capacidad de contención es menor que el entramado doble por lo que los terrenos a sostener son de menor pendiente que en el caso de muro Krainer.

LÍMITES DE LA APLICACIÓN

Fase	Tensión tangencial admisible (N/m ²)	Velocidad admisible (m/s)
Antes del desarrollo del material vivo	200	2,5-3,0
Después del desarrollo del material vivo	300	3,0-4,0

Sección / Alzado tipo



Proyecto ejecutivo de restauración fluvial con técnicas de bioingeniería en la cuenca cantábrica, dentro del proyecto europeo InterregPocTefa H2OGurea-Río Baztán-Arraioz 2

FICHA Nº 6: EMPALIZADA VIVA DE MADERA

FASE CONSTRUCTIVA

1) **Reperfilado de talud.** Se procede al reperfilado del talud o ladera con equipo mecánico y puntualmente completado con intervenciones manuales. Se elimina la presencia de perfiles convexos en la superficie del talud que impidan las operaciones posteriores. El talud era totalmente vertical, de una altura entre 1,5-1,7 m.



2) **Clavado postes verticales** en el lecho, con un diámetro de 20-25 cm y de 2 m de longitud, a una distancia aproximada de 1 m y clavado dentro del terreno de 0,70 m como mínimo y sobresaliendo 0,50 m como mínimo. En este caso, debido a la existencia de un lecho rocoso en superficie que impide clavar a mayor profundidad, se han clavado 0,5 m, sobresaliendo 1 m.

La inserción de las piquetas de madera verticales se realiza a mano o con equipos de pilotaje o perforación, o con el cazo de una retro.

3) **Se colocan los troncos horizontalmente** encima del terreno, en la parte posterior de las piquetas de madera verticales. Los troncos horizontales pueden espaciarse con cuñas de madera o piedras de aproximadamente 7 a 10 cm.

Los troncos contiguos de cada fila se fijan uno al otro mediante un bisel donde se unen ambos troncos con barras de acero corrugado de 12 mm y de 60 cm de longitud. Se rellena la base de la estructura con cantos rodados, tierras y gravas.



INDICADORES A TENER EN CUENTA EN EL SEGUIMIENTO DE LA EVOLUCIÓN DE LA TÉCNICA

- Análisis de signos de erosión e inestabilidades en laderas o taludes.
- Estado de otros materiales no vivos de la obra (alambres, clavos, piquetas metálicas, grapas, etc.).
- Degradación y deterioro de los troncos de madera.
- Análisis del material vegetal empleado en la obra (especies, alturas, diámetros, densidad, distribución de especies, vitalidad del material vivo...).
- Correcto trasvase del papel estabilizador entre la estructura de madera y la vegetación en desarrollo.
- Grado de integración paisajística de la obra.
- Grado de formación del personal de ejecución.

Buenas Prácticas con Técnicas de Bioingeniería

FASE CONSTRUCTIVA

4) Las uniones de los troncos verticales con los horizontales se hacen con barras de acero corrugado de igual forma que en el apartado 3).



5) Relleno del primer piso con material vegetal y tierras, encima se colocan las varas en posición transversal a la corriente de agua y las fajinas por la cara exterior, y tierras en el interior.



6) Las uniones entre troncos verticales y horizontales se realiza con barras de acero corrugado de XXXX. Los troncos horizontales se ensamblan de la misma forma que en un entramado.



UNIDAD DE OBRA

El coste es de NOVENTA CON TRECE CÉNTIMOS DE EURO

Empalizada de leña para estabilización de 1 m de altura con malla orgánica y estaquillado en parte superior (3 m talud, dens 2 estaq/ m²).

Mano de obra	64%
Maquinaria	34%
Materiales y resto obra	2%
Coste año 2018	90,13 €

FICHA Nº 6: EMPALIZADA VIVA DE MADERA

FASE CONSTRUCTIVA

7) Se repiten las operaciones 2), 3) y 5) al menos una vez más, llegando hasta una altura total de 1 m. Para evitar el volteo por falta de clavado de los troncos verticales de la estructura se refuerza colocando troncos horizontales cada 3 m, igual que en el entramado simple. Cada 3 troncos verticales, se coloca 1 horizontal (tirante) que va clavado al talud con el cazo de una retro.



8) La parte superior de la estructura se taluza hasta llegar a la cota del terreno natural (pastizal), y se compacta para evitar huecos de aire. Se coloca una malla orgánica de coco (mínimo 740 gr/m²) y después se estaquilla con sauce y se siembra. El suelo aportado debe tener suficiente humedad o, en caso contrario, debe ser humedecido para poder asegurar que las estaquillas germinen y no se sequen.



9) Otros detalles: no es una estructura con altura constante, tanto el inicio como el final tienen una altura de unos 40 cm para adaptarse al terreno natural. En la mayoría de los casos donde el uso de la parcela es ganadero es necesario colocar un cierre para evitar el pisoteo y/o ramoneo de la vegetación (sauces). En este caso se ha colocado un cierre con malla ganadera para proteger la estructura.



CONCLUSIONES

Resultados del proyecto (indicados ejecutados o esperables)

Primera valoración de:

1-5 (máximo)

- Valoración resultado técnico (referencia uniones, calidad madera, estado manta, escollera...)
- Valoración evolución ecológica (referencia comportamiento/rebote diferente material vegetal empleado)
- Valoración integración paisajística (referencia a cómo se integra respecto al resto bosque de ribera, cauce...)

TOTAL VALORACIÓN????

EJEMPLO EXPERIENCIAS

Índice ejemplos realizados

- Río Baztán_Arraioz_Navarra (H2Ogurea)
- Río Bidasoa_Sunbilla_Navarra (H2Ogurea)
- Regata Artesiaga_Irurita_Navarra (Sección Restauración Ríos)
- Río Oiastun_Rentería_Gipuzkoa (URA)
- Río Leizaran_Inturia_Gipuzkoa (Diputación)

EJEMPLOS DE INTERVENCIÓN: RÍO BAZTÁN-ARRAIOZ

DATOS DEL PROYECTO



Promotor: Gobierno de Navarra - Gestión Ambiental de Navarra
Ejecución: Mayo 2018
Longitud afectada: 520 m
Propiedad de los terrenos afectados:
Privados (uso rústico y mío). Ámbito Urbano

PROYECTO RÍO BAZTÁN

Localización:
Arraioz-Término Municipal del Baztán
Coordenadas UTM:
Datum: ETRS89
Huso: 30,
X=616.033
Y=4.777.202

Técnicas empleadas:

- Estera de ramaje
- Entramado doble
- Entramado simple
- Lechos de ramaje con manta orgánica
- Manta orgánica y estaquillado

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA ZONA DE INTERVENCIÓN

La zona de intervención se encuentra en tramo medio del río Baztán, aguas abajo del puente de Arraioz, en una zona de cauce único meandri-forme. El río Baztán, en su tramo medio, se caracteriza por presentar una gran variabilidad de caudales a lo largo del año, con tiempos de concentración muy cortos y pendientes medias a elevadas, con cierto dinamismo hidromorfológico que se manifiesta en pérdidas de suelo en orilla (pérdidas de suelos riparios) y acumulación de gravas a lo largo del tramo de estudio (playas e islas de gravas).



DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

En los últimos años, los fenómenos erosivos se han intensificado en los márgenes del río Baztán con la consiguiente pérdida de suelo ripario y de vegetación de ribera. Este aumento de erosión se debe a un aumento de la frecuencia de episodios de máximos de caudal diarios, así como a la mayor frecuencia de lluvias de larga duración en combinación con lluvias de tipo torrencial. Por un lado, la saturación de los suelos y la ausencia de una banda de vegetación riparia continua protectora y, por otro, la pérdida de apoyo por los fenómenos de erosión, cada vez más frecuentes durante las avenidas extraordinarias, explican los colapsos y grandes huecos presentes a lo largo del tramo de intervención.

INTERVENCIONES REALIZADAS DURANTE H20GUREA. RÍO OIARTZUN. ERRETERIA

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO RÍO OIARTZUN

Localización:

Errenteria (Gipuzkoa)

Coordenadas UTM:

-Coordenadas inicio (aguas arriba):

ETRS89, Huso: 30,

X: 590405, Y: 4795818

- Coordenadas fin (aguas abajo):

ETRS89, Huso: 30,

X: 590203 Y: 4795821

Técnicas empleadas:

- Estera de ramaje
- Entramado doble
- Entramado simple
- Lechos de ramaje con manta orgánica
- Manta orgánica y estaquillado



Promotor: Uragentzia - Agencia Vasca del Agua

Ejecución: Marzo 2018

Longitud afectada: m???

Propiedad de los terrenos afectados:

Espacio público. Ayuntamiento de Errenteria

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA ZONA DE INTERVENCIÓN

La zona de intervención se encuentra en el tramo bajo del río Oiartzun, en la zona al noreste del término municipal de Errenteria, en el territorio histórico de Gipuzkoa. Concretamente las actuaciones propuestas afectan a la margen izquierdadel río Oiartzun, en el tramo que discurre a lo largo del Parque de la Paz.



DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La zona de intervención actualmente es inundable con un periodo de retorno de 10 años. El efecto de las crecidas sumado una vegetación arbolada de porte considerable y no perteneciente a la vegetación de ribera está favoreciendo la erosión de la margen, incrementando su inestabilidad y originando que algunos pies de elevada altura presenten un elevado riesgo de caída al cauce.

Se han realizado en diversas ocasiones labores de revegetación del tramo, principalmente con la colocación de estacas de sauce en el talud, pero el éxito ha sido muy bajo debido a los fenómenos de crecidas que no han permitido el arraigo de la vegetación y la sombra provocada por los plátanos. En la zona se ha observado la presencia de especies invasoras (*Arundo donax*, principalmente).

INTERVENCIONES REALIZADAS DURANTE H20GUREA. RÍO OIARTZUN. ERRETERIA

CARACTERIZACIÓN

Superficie de la cuenca: 56 km²

Altitud sobre el nivel del mar: 2,3 m

Rango del curso de agua: 1

Datos climáticos

Tipo de clima: templado-atlántico

Precipitación máxima anual: 153 mm diciembre.

Precipitación mínima anual: 62 mm julio.

Precipitación media anual: 1.299 mm.

Temperatura media mínima: 9,1°C mes enero

Temperatura media máxima: 20,81°C mes agosto

Temperatura media anual: 14,5°C

Evapotranspiración potencial: de 600 a 700 mm

Geología

Litología dominante: calizas arenosas y margas o lutitas carbonatadas y depósitos aluviales.

Edafología y geotecnia

Tipo de suelos: suelos de naturaleza aluvial

Ángulo de rozamiento interno del suelo de las márgenes (°): 30°

Cohesión del suelo de las márgenes (kPa): 0-5 KPa

Breve caracterización hidromorfológica del cauce

Tramo: medio

Configuración del lecho: A (aluvial)

Anchura cauce/Longitud tramo intervención: 18 m / 920 m

Tipo de río: B cauce simple en llanura

M (meandriforme), tramo en meandro

Sedimento dominante:

Arena: 0.002÷ 0.0625 mm Arena: 0.06252÷ 2 mm

Dimensión sección flujo dominante (bankfull): anchura 32 m, altura 2,4 m

Continuidad longitudinal en la zona de la obra:

Buena

Continuidad transversal en la zona de la obra:

Buena

Tiempo de concentración (min)

Geometría de la sección: Pendiente de los márgenes (°): X 35-50

Pendiente longitudinal del cauce en el tramo: 0,2%

Q medio anual: ???

Q de proyecto: : Q_{2,3} 371 m³/seg, Q₀ 132 m³/seg, Q₁₀ 132m³/seg, Q₁₀₀ 225 m³/seg Q₅₀₀ 314 m³/seg

Breve caracterización hidráulica de la zona de intervención (para T = 10 años)

Tensión tangencial en fondo del cauce

Velocidad media: 2 m/seg

Breve caracterización botánica de la zona de intervención

Vegetación potencial

Bosque de ribera de aliseda cantábrica en la margen y fresnedas de roble pedunculado, que en muchas ocasiones llega hasta los márgenes del río.

Vegetación ribera actual

X Formaciones herbáceas, arbóreas o arbustivas no de ribera

Anchura de la franja de ribera

X Ausencia de vegetación de ribera autóctona

Continuidad de la vegetación de ribera

X Vegetación de ribera arbórea o arbustiva autóctona extendida < 30% de la longitud

Observaciones

Presencia de *Platanus orientalis* y de plantaciones de *Populus nigra*

La obra se ha realizado en marzo de 2018

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

TÉCNICAS EMPLEADAS

1.- Técnicas de recubrimiento

- l Mantas orgánicas

2.- Técnicas de estabilización

- l Estaquillado

3.- Técnicas mixtas de estabilización

- l Entramado vivo simple de ribera
- l Enrejado vivo de ribera
- l Cobertura de ramas
- l Trenzado vivo de ribera

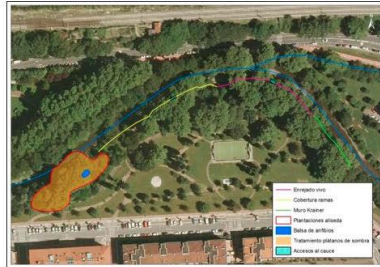
4.- Técnicas complementarias

- l Plantación de especies leñosas

Las actuaciones promoverán:

- La defensa de los márgenes y el pie de las orillas mediante técnicas de bioingeniería.

Complementando a los anteriores objetivos se reforzará la vegetación autóctona de ribera (en particular la aliseda) y se eliminarán algunos ejemplares de vegetación alóctonas (*Platanus hispánica* y *Arundo donax*).



Propuesta actuación -Fuente Ekotur SL

ELECCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS FRENTE A LA PROBLEMÁTICA EN EL TRAMO

Se ha decidido aplicar 3 técnicas en un tramo erosionado de unos 300 m, siendo el "Entramado de madera simple" la técnica escogida para la zona con mayores velocidades.

En las zonas aguas abajo del entramado se plantea, en el margen con mayor pendiente la construcción de un enrejado, aunque esta técnica es más apropiada en taludes. Por último se ha planteado en la salida de la curva, una estera de ramaje con un trenzado de mimbre en la base

EJECUCIÓN

Marzo 2018

Duración: 3 semanas

ACTUACIONES PREVIAS

1.- Eliminación del arbolado en estado inestable y aquellos pies que se encuentran en primera línea y cuyas raíces están comprometidas, con objeto de obtener espacio y dar una menor inclinación a la margen y mejorar su estabilidad.

En total se han eliminado diez *Platanus hispánica* y una *Robinia pseudoacacia* como especies alóctonas, y un ejemplar de *Quercus* sp. y dos *Alnus glutinosa*. Se utiliza camión cesta y motosierra para realizar los apeos y trabajos en altura.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

2.- Extracción completa de los tocones, excavándose un agujero en la zona y enterrándolos con las raíces hacia arriba para evitar posibles rebotes. Se utiliza para ello una retroexcavadora de 21 Tn.

3.- Eliminación de otras especies invasoras presentes en la margen especialmente *Arundo donax* y algunas especies arbustivas, mediante desbrozadoras. La retroexcavadora criba cuidadosamente la tierra y el material vegetal extraído se acopia y se lleva a vertedero para evitar la dispersión.



Eliminación del arbolado



Tratamiento tocones

4.- Retaluzado y movimiento de tierras La retroexcavadora de cadenas de 21 Tn procede a retaluzar la margen con una pendiente de 35º, cortando y extrayendo, en el proceso, todas las raíces que pudieran haber quedado.



Eliminación del arbolado

5.- Creación de acceso al cauce. Se aprovechan troncos de algunos ejemplares de *Platanus hispánica* para la creación de un acceso al cauce. Este consta de 5 peldaños hechos con troncos de unos 30 cm de diámetro y 4 m de longitud. Estos se anclan al terreno con dos varillas de acero corrugado por peldaño, de 10 mm de diámetro y 1,5 m de longitud.



INTERVENCIONES REALIZADAS DURANTE H20GUREA. RÍO OIARTZUN. ERRETERIA

1. ESTERA DE RAMAJE CON PIE DE TRENZADO DE MIMBRE

Se comienza la obra en la parte más distal, aguas debajo de la zona de intervención

Normalmente la estera de ramaje se protege con una fajina, un entramado de madera simple o con un pie de escollera en la base. En este caso se tomó la decisión de protegerla con un trenzado de mimbre

El trenzado vivo de ribera alcanza los 100 m en la base del talud.

Se han utilizado las ramas extraídas en la obtención de las varas para la estera de ramaje.

En la cara interna del trenzado se ha colocado fajinas vivas.

Una vez realizado el trenzado se construye la estera de ramaje con varas de sauce de 3 m de longitud (*Salix atrocinerea*, *S. purpurea* y *S. alba*).

En total se han realizado 300 m² de estera de ramaje.



Trenzado de mimbre como base para protección de la estera de ramaje
Recubrimiento con tierra vegetal



2. MALLA ORGÁNICA Y ESTAQUILLADO EN LA PARTE ALTA DEL TALUD

La coronación del talud, se protege con una red o malla de coco. Estabilización de la coronación del talud mediante red de coco (Red orgánica coco ECONET EXTRA 700, 700 g/m². Apertura de malla 11x11 mm), anclada con 200 grapas de acero corrugado (Piqueta anclaje U ø 8mm 20-B-20 cm).

A continuación se procede al estaquillado del talud y al sembrado del talud.

Se estaquilla mediante sauce (*Salix atrocinerea*, *S. purpurea* y *S. alba*) y cornejo (*Cornus sp.*) cada 0,5 m.

Se siembra todo el talud, con especial hincapié sobre la red de coco, y se repone el terreno al estado inicial. Mediante una retroexcavadora de 8 Tn se rematan los perfiles sobre el talud y las zonas de acceso al cauce para alisar el terreno, acomodar el lezón y quitar las rodadas de la maquinaria empleada.



INTERVENCIONES REALIZADAS DURANTE H20GUREA. RÍO OIARTZUN. ERRETERIA

3. ENREJADO CON BASE DE ENTRAMADO DE MADERA VIVO DOBLE



Estabilización de la base del talud mediante entramado de madera tipo kreiner. Colocación longitudinal de troncos

Como plano de apoyo del enrejado se lleva a cabo un entramado de madera doble tipo Kreiner a contrapendiente para evitar la posibilidad de descalce del pie.

Se han empleado troncos longitudinales de Pinus radiata de 5 m de largo y 35 cm ø y troncos transversales de 2 m de longitud colocados a una distancia de 1,6 m entre sí.



En este caso se han utilizado troncos no descortezados, lo que puede disminuir su longevidad y troncos de gran diámetro, superior al que se utiliza normalmente.

Sobre los troncos del entramado se ha construido el enrejado, fijándolo al terreno mediante varillas de acero corrugado de 1,5 m de largo y 12 mm ø. Sobre los troncos verticales anclados se han fijado los troncos transversalmente, de manera que forman una malla cuadrada. Se utilizan clavos realizados con acero corrugado de 12 mm ø y 0,5 m de longitud.

Se colocan 300 estaquillas (*Salix alba*, *Salix atrocinerea* y *Cornus sanguinea*), en toda la superficie del enrejado, una cada 30 cm aprox. y apoyadas sobre los troncos longitudinales en enrejado y se plantan 80 uds. de especies arbustivas con alveolo forestal (40 uds. *Cornus sanguinea*, 40 uds. *Corylus avellana*), en los cuadrantes de la estructura.



Arriba, vista frontal del enrejado vivo.
Debajo, estaquillado



INTERVENCIÓN REALIZADA DURANTE H2OGUREA. RÍO OIARTZUN. ERRETERIA

4. MALLA ORGÁNICA Y ESTABILIZACIÓN DE LA PARTE SUPERIOR DEL TALUD

Para proteger la cabeza del enrejado de fenómenos erosivos, se reviste el tronco superior y la coronación del talud con una fila de red de coco (Red orgánica coco. 700 g/m²).

Apertura de malla 11x11 mm), anclada con 190 grapas de acero corrugado (Piqueta anclaje U ø 12 mm 20-8-20 cm).

Se colocan sobre ésta 100 uds. de estaquillas de sauce (*Salix atrocinerea*, *S. purpurea* y *S. alba*) y comejo (*Comus sanguinea*) cada 0,5 m.



5. PLANTACIÓN, SEMBRADO Y REPOSICIÓN DEL TERRENO AL ESTADO INICIAL

Mediante una retroexcavadora de 8 t se rematan los perfiles sobre el talud y zonas de acceso al cauce, para alisar el terreno y quitar las rodadas de la maquinaria empleada.

Se planta la zona de actuación y trabajos con ejemplares de aliseda cantábrica de origen autóctono.

Un total de 110 uds. de planta (50 uds. *Alnus glutinosa*, 20 uds. *Sorbus aucuparia* y 40 uds. *Crataegus monogyna*). Se realiza un sembrado de todo el talud y zona de realización de los trabajos.



ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA OBRA:

- Los troncos es preferible que tengan menor diámetro y estén descortezados.
- No se requiere unir los troncos longitudinales.
- En las estructuras de Bioingeniería, los niveles donde llega el caudal medio se rellenan con piedra y no con tierra.
- En la zona comprendida entre el caudal medio y la crecida ordinaria, se emplean normalmente fajinas y no estacas porque pueden ser fácilmente arrastradas.
- En cuanto a la densidad de estaquillas, a utilizar solo sobre el nivel de crecida ordinaria, se requiere una densidad mucho mayor de estaquillas, un mínimo de 10 estacas por metro lineal.



CONCLUSIONES, SEGUIMIENTO

INDICADORES A TENER EN CUENTA EN EL SEGUIMIENTO DE LA EVOLUCIÓN DE LA TÉCNICA

- Análisis de signos de erosión e inestabilidades en laderas o taludes.
- Estado de otros materiales no vivos de la obra (alambres, clavos, piquetas metálicas, grapas, etc.).
- Degradación y deterioro de los troncos de madera.
- Análisis del material vegetal empleado en la obra (especies, alturas, diámetros, densidad, distribución de especies, vitalidad del material vivo...).
- Correcto trasvase del papel estabilizador entre la estructura de madera y la vegetación en desarrollo.
- Grado de integración paisajística de la obra.

Signos erosión

Estado materiales

Degradación troncos

Material vegetal

Trasvase/entronque

Integración paisajística

Valoración técnica

Valoración ecológica

Valoración integración paisajística

CONCLUSIONES

Resultados del proyecto (indicadores ejecutados o esperables):

Primera valoración de 1-5 (máximo)

- Valoración resultado técnico (referencia uniones, calidad madera, estado manta, escollera...)
- Valoración evolución ecológica (referencia comportamiento/rebote diferente material vegetal empleado)
- Valoración integración paisajística (referencia a cómo se integra respecto al resto bosque de ribera, cauce...)

TOTAL VALORACIÓN????

LECCIONES APRENDIDAS

LANZ. Lavado parte superior entramado



ARRAIOZ. Colocación lecho con manta



GUESA. Entramado



ARRAIOZ. Unión cobertura-entramado. Inserción entramado en terreno



LECCIONES APRENDIDAS ...¿miedo, incertidumbre?



IRURITA. Enrejado regata Artesiaga.
Protección finca particular urbanizada



GLOSARIO



GLOSARIO
Ejemplo



BIOINGENIERÍA DEL PAISAJE: Disciplina específica de la Ingeniería que estudia las propiedades técnicas y biológicas de las plantas vivas y de fragmentos vivos de especies autóctonas, y su utilización, de manera aislada o en combinación con materiales inertes como son la piedra, la madera o el acero, como elementos de construcción en las obras de recuperación del entorno ambiental con finalidad antierosiva o de estabilización.

BOSQUE DE RIBERA: Bosque, normalmente caducifolio, que crece a ambos lados de los cursos fluviales y que ocupa bandas largas y estrechas de terreno donde encuentra las condiciones de humedad que requiere, constituido por un sistema de comunidades vegetales fuertemente diferenciadas del resto de biotopos por su adaptación a inundaciones intermitentes y a los araszres que estas inundaciones conlievan.

CARACTERÍSTICA BIOTÉCNICA: Rasgo distintivo que permite calificar una planta según la capacidad que tiene de colonizar terrenos degradados (especie pionera), de emitir raíces adventicias, de enraizar a partir de estacas y ramas, de resistir a la tracción mecánica, de resistir a la caída de piedras, de cubrir la superficie, de resistir a los encharcamientos y de sobrevivir a la implantación mediante las técnicas propias de la biología.

CEPILLO VIVO: Estructura vegetal formada por un conjunto de ramas y varas vivas y muertas entrelazadas y mezcladas con tierra y grava, que se coloca en sentido longitudinal a la corriente con objeto de filtrar los elementos en suspensión y recoger los sólidos depositados para reducir la velocidad de la corriente de agua que la atraviesa y favorecer la recuperación de la orilla. Cuando esta estructura se coloca en sentido transversal a la corriente, se llama peine vivo (fr. *peigne vivo*; ingl. *living comb*).

DEFLECTOR: Dispositivo sumergido en el agua parcial o totalmente, destinado a modificar el flujo normal del agua.

DEFLECTOR VIVO: Deflector, uno de los componentes que está formado por vegetales vivos. Entre los diferentes tipos de deflectores vivos están el deflector vivo de bloques o de piedras, el deflector vivo de entramados de madera con piedras, el deflector vivo de gaviones vegetalizados y el deflector vivo de plantas y ramas.

ESPECIE PIONERA (o ESPECIE DE ESTABLECIMIENTO RÁPIDO o ESTÁRTER): Especie vegetal que colo-

niza en primer lugar un medio determinado y que se caracteriza en general por presentar una gran capacidad de reproducción y diseminación. En biología se utilizan especies pioneras para favorecer el desarrollo de la cubierta vegetal.

ESTACA VIVA: Fragmento vivo no ramificado de especies leñosas con capacidad de reproducción vegetativa, generalmente de 3 a 10 cm de diámetro y de 50 a 150 cm de longitud, que se puede suministrar con raíces u obtener *in situ*, y que se utiliza en plantaciones de estacas o como complemento a otras técnicas de biología.

ESTAGUILLADO: Método de reproducción vegetativa consistente en separar fragmentos de tallos de vegetales leñosos que se plantan en condiciones favorables para que se regenere una planta completa mediante la formación de raíces adventicias por un proceso de rizogénesis y la brotación de sus yemas. En biología se usa la plantación de estacas como técnica de estabilización de márgenes fluviales o de taludes.

ESTERA DE RAMAS: Conjunto de varas vivas de especies con capacidad de reproducción vegetativa que se colocan recubriendo los pies de márgenes fluviales con la finalidad de estabilizarlos y protegerlos contra la erosión y contra las crecidas.

ESTRATO VIVO DE RAMAS Y PIEDRAS: Conjunto de material vegetal vivo y material inerte de relleno que se dispone en estratos sucesivos en el lecho de un río para frenar la velocidad de la corriente y provocar la sedimentación de los finos transportados, y que se utiliza en la técnica de estabilización de márgenes fluviales para recuperar zonas afectadas por la erosión.

FAJINA: Manejo de ramas cortadas y atadas formando una estructura cilíndrica de longitud variable, que se utiliza en la técnica de estabilización de taludes y de márgenes fluviales. La fajina puede estar constituida por ramas muertas (fajina muerta) o bien por ramas vivas (fajina viva).

FAJINA VIVA: Fajina de ramas vivas que se dispone en terrazas, se cubre parcialmente de tierra y se afianza al suelo, generalmente, con troncos de madera muerta, y que se emplea para proteger márgenes fluviales (fajina de ribera), como estructura de drenaje (fajina de drenaje) o como elemento estructural de otras técnicas de estabilización (recubrimiento de fajinas, pared de fajinas, etc.).

DIVULGACIÓN

SEMINARIO FINAL , FINALES 2019, TENDREMOS EL DOCUMENTO DEFINITIVO
(castellano/euskera)

“Manual de bioingeniería fluvial en el ámbito atlántico”

www.h2ogurea.eu/es/



Interreg
POCTEFA



► Projezt cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)



Partenaires associés :

