

OBRAS HIDRÁULICAS

Hidráulica fluvial Encauzamientos



Hidráulica Fluvial

Encauzamientos

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. EFECTOS SECUNDARIOS DE LAS ACTUACIONES**
- 3. TIPOLOGÍA**
- 4. CÁLCULO ENCAUZAMIENTOS**
 1. Teoría del régimen
 2. Trazado en planta
 3. Otras consideraciones
- 5. MATERIALES Y MÉTODOS**
 1. Escolleras
 2. Gaviones
 3. Motas de materiales sueltos

Hidráulica Fluvial

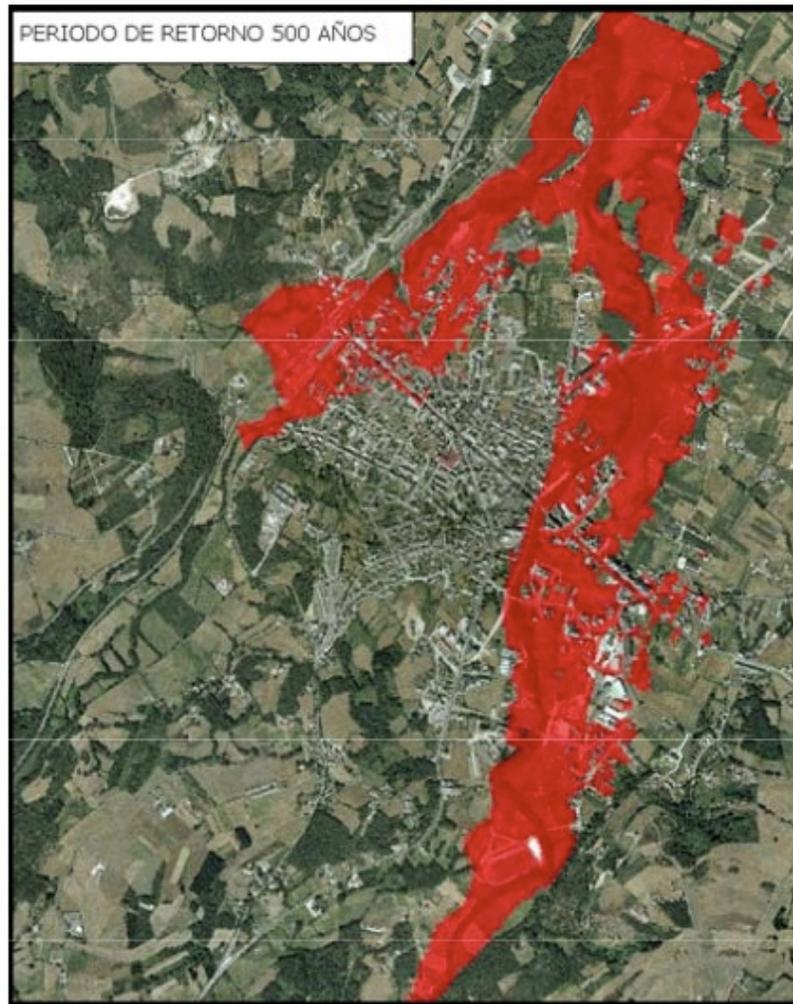
Introducción

Son la principal actuación en el ámbito de la ingeniería fluvial

OBJETIVOS

- Protección frente a inundaciones
- Protección de márgenes
- Fijación de un cauce estable
- Mejorar las condiciones de desagüe
- Fijar un canal de navegación
- Restauración ecológica

PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES



PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES



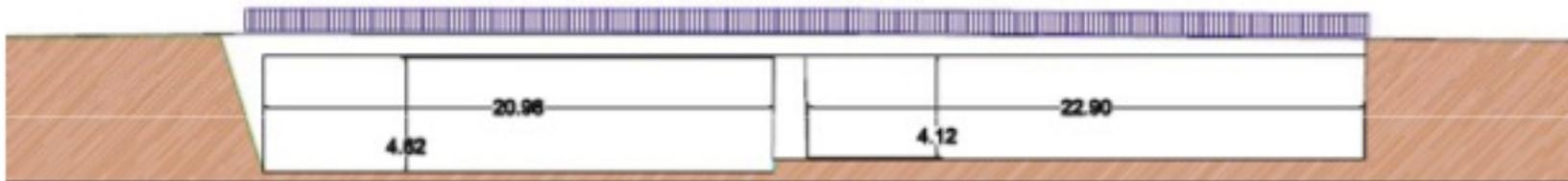
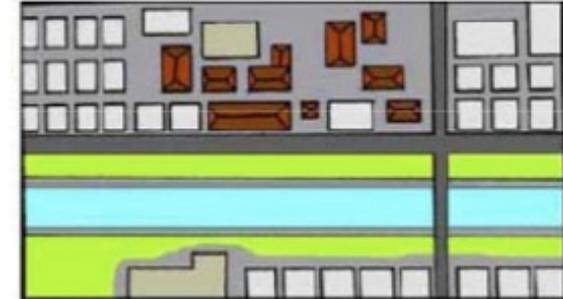
PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES



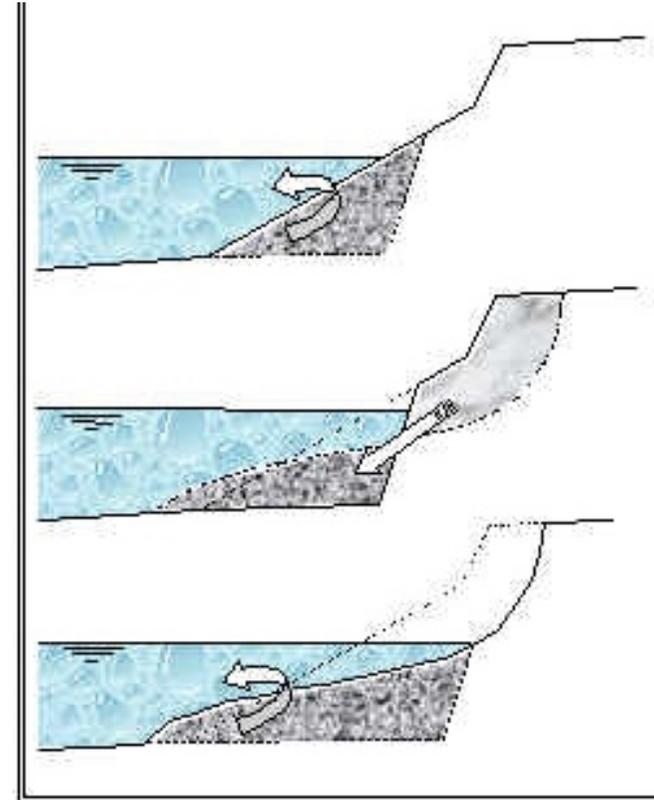
PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES



PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES

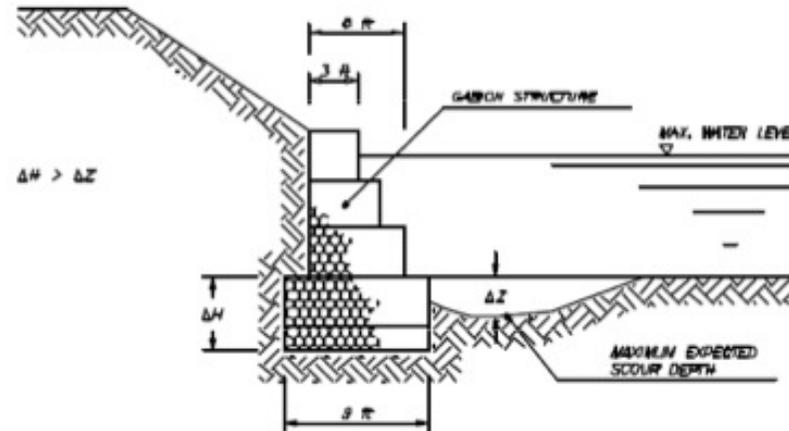
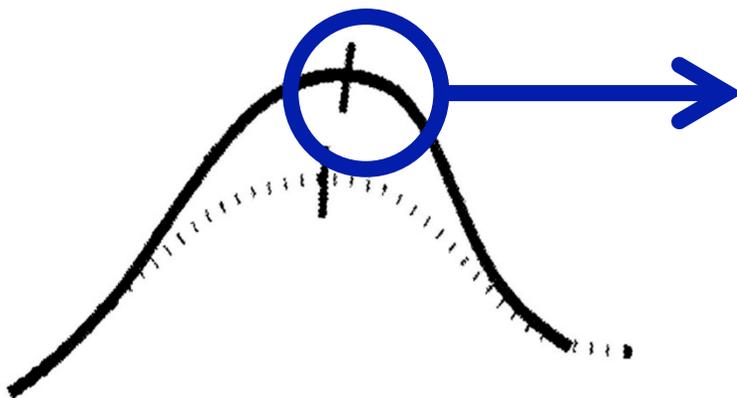


PROTECCIÓN DE MÁRGENES

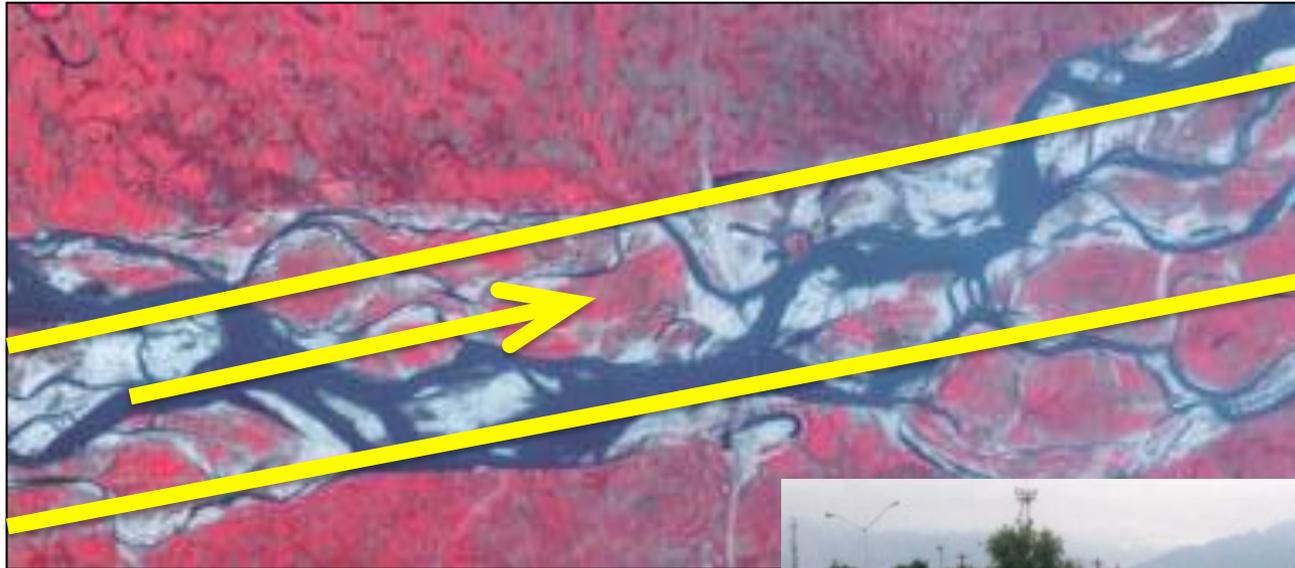


PROTECCIÓN DE MÁRGENES

Protección de meandros, márgenes inestables



FIJACIÓN DE UN CAUCE ESTABLE



FIJACIÓN DE UN CAUCE ESTABLE

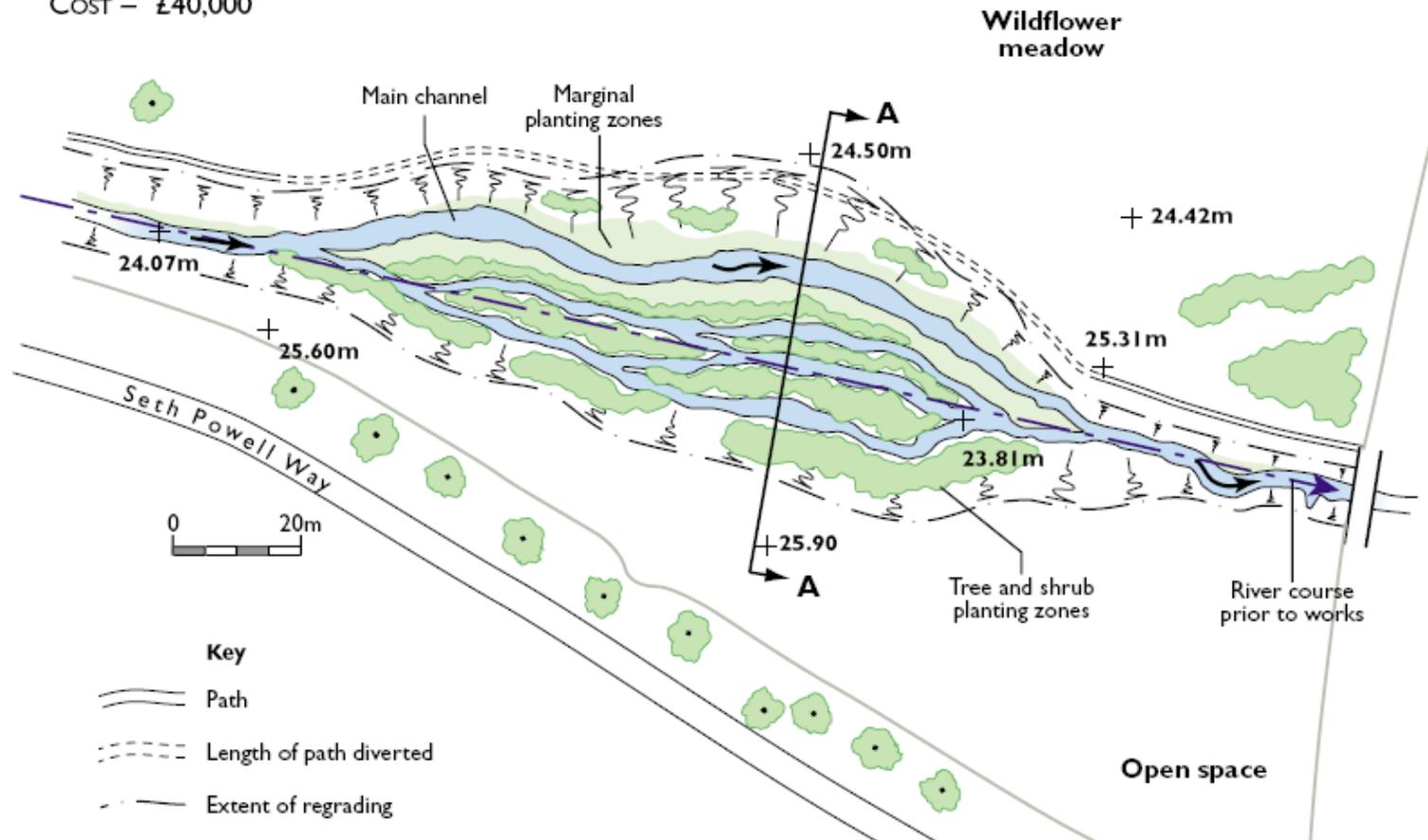
RIVER ALT

LOCATION – Knowlesley, Liverpool, Merseyside SJ 435927

DATE OF CONSTRUCTION – 1996

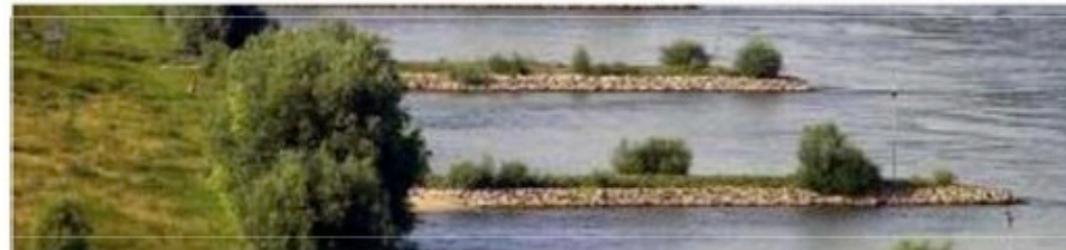
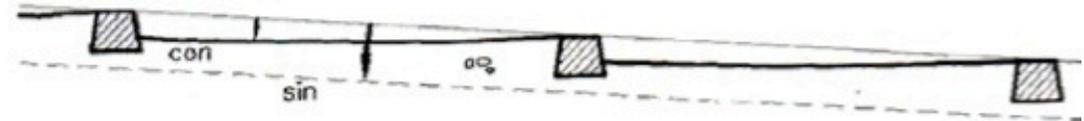
LENGTH – 140m

COST – £40,000



FIJACIÓN DE UN CAUCE ESTABLE

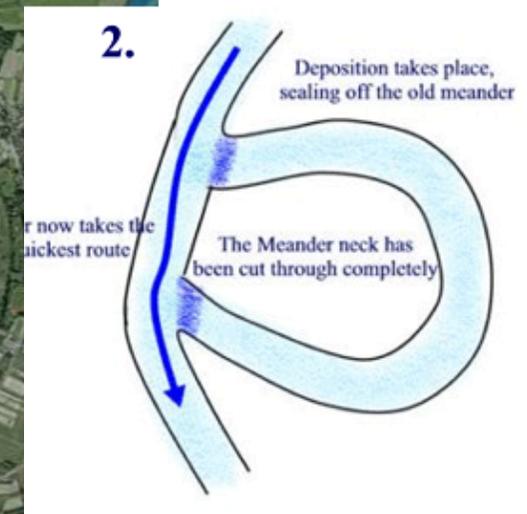
- Diques / Motas longitudinales (actuación dura)
- Tapones en brazos (actuación blanda)
- Espigones transversales (actuación blanda)
- Traviesas transversales (erosión general)



Hidráulica Fluvial

Introducción

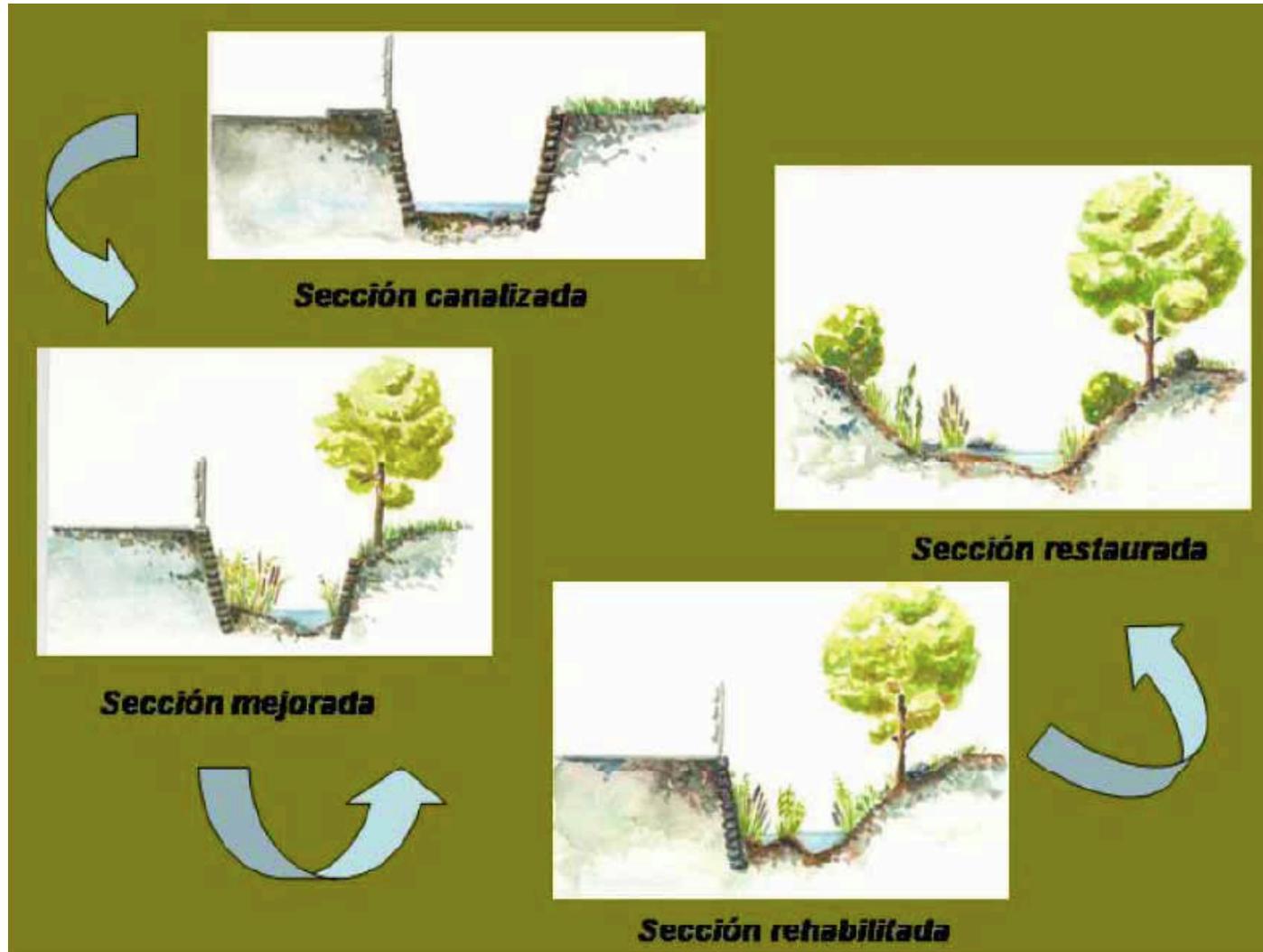
MEJORAR LAS CONDICIONES DE DESAGÜE



FIJAR UN CANAL DE NAVEGACIÓN



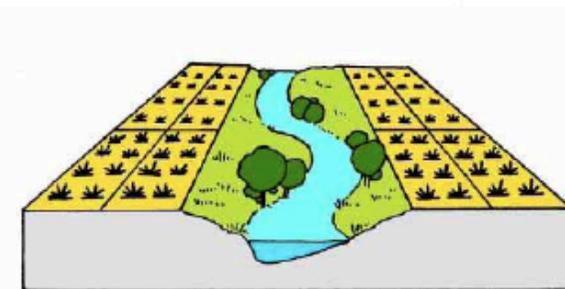
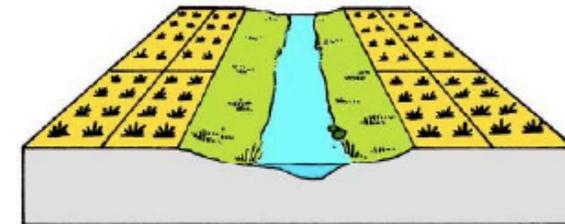
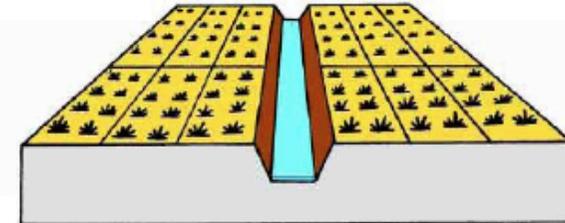
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA



RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

FASES:

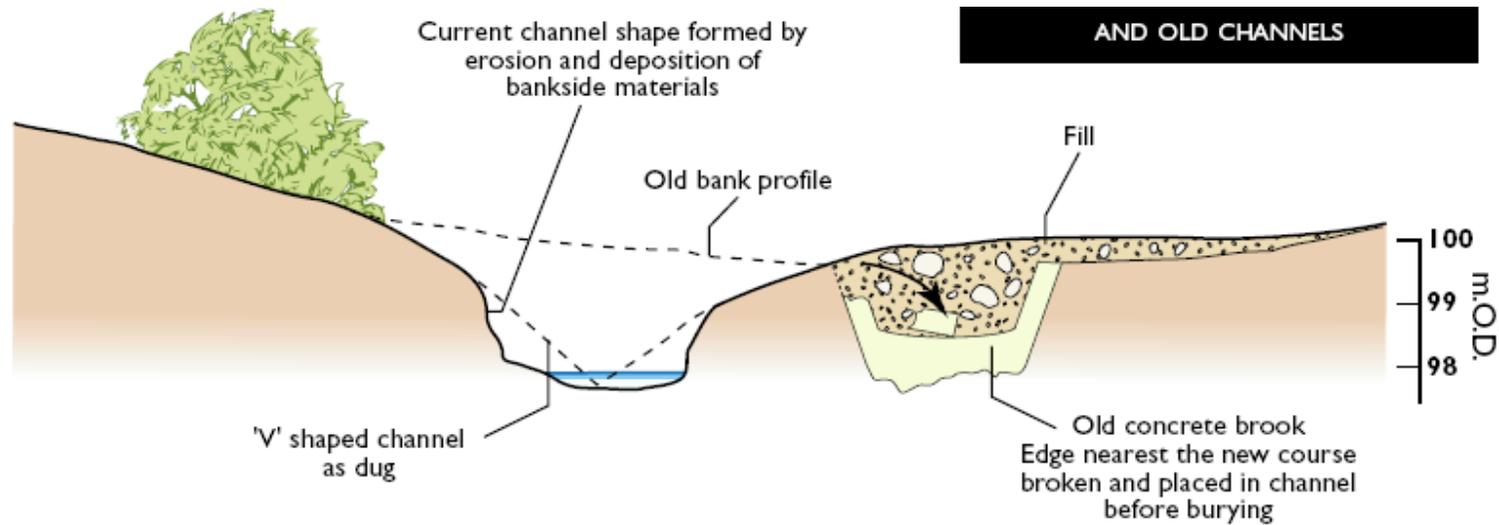
1. Dar espacio al río
2. Permitir circular un régimen ecológico de caudales
3. Eliminar las estructuras de rigidez de los cauces
4. Dar tiempo al río para que reconstruya su estructura biológica



Hidráulica Fluvial

Introducción

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA



RESTAURACIÓN ECOLÓGICA



The 'new' Brook
being excavated
adjacent to the
old channel.
Spoil stockpiled

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA



**DEBE SER UN OBJETIVO
TRANSVERSAL !!**



Six years on:
Earth cliffs, gravel shoals and a diverse flow
regime. April 2001

Hidráulica Fluvial

Encauzamientos

1. INTRODUCCIÓN
2. EFECTOS SECUNDARIOS DE LAS ACTUACIONES
3. TIPOLOGÍA
4. CÁLCULO ENCAUZAMIENTOS
 1. Teoría del régimen
 2. Trazado en planta
 3. Otras consideraciones
5. MATERIALES Y MÉTODOS
 1. Escolleras
 2. Gaviones
 3. Motas de materiales sueltos

Efectos secundarios de las actuaciones

- Protección frente a inundaciones
- Protección de márgenes
- Fijación de un cauce estable
- Mejorar las condiciones de desagüe
- Fijar un canal de navegación



EFFECTOS SECUNDARIOS



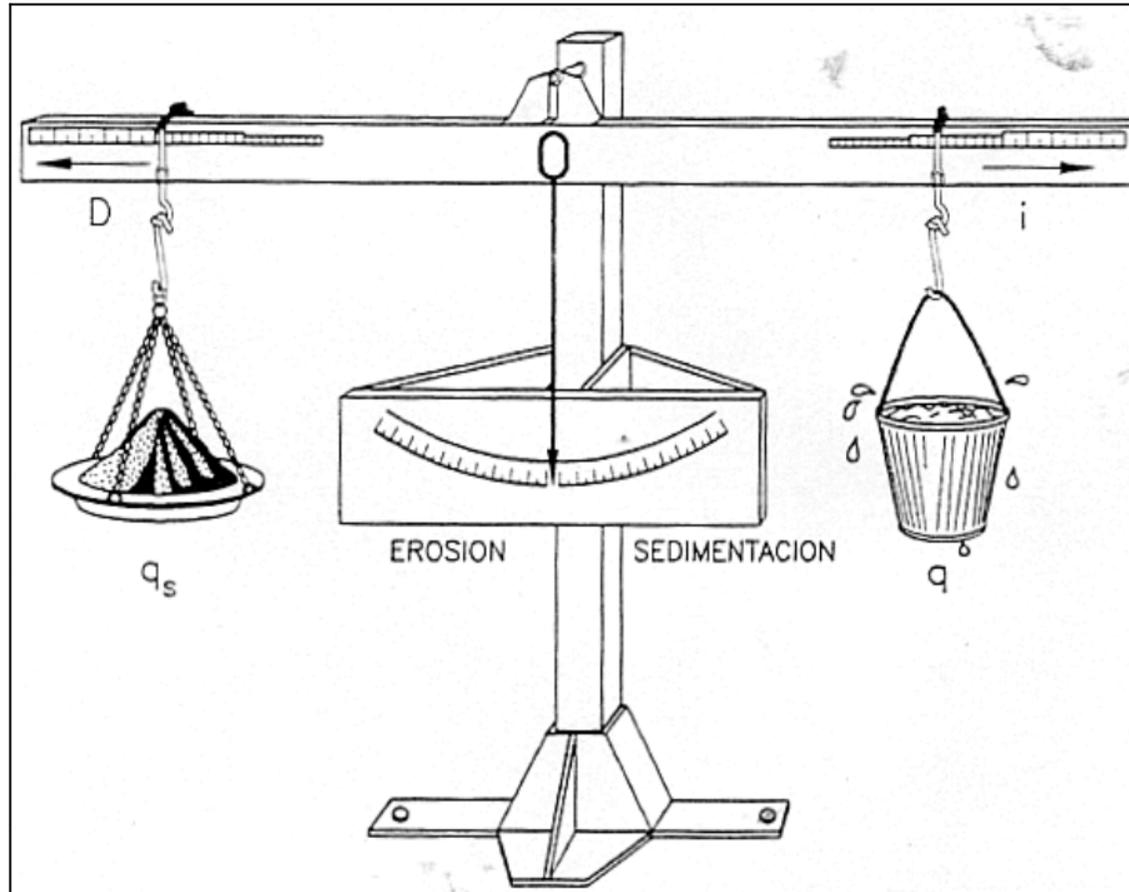
Nueva situación de equilibrio

**NECESITAMOS HERRAMIENTAS PARA SABER QUE
VA A PASAR !!!**

Hidráulica Fluvial

Efectos secundarios de las actuaciones

BALANCE DE LANE (1959)



Einstein-Brown

$$q_s D^{3/2} \leftrightarrow q^{3/2} i^2$$

Hidráulica Fluvial

Efectos secundarios de las actuaciones

Río Mississippi (San Luis)



Hidráulica Fluvial

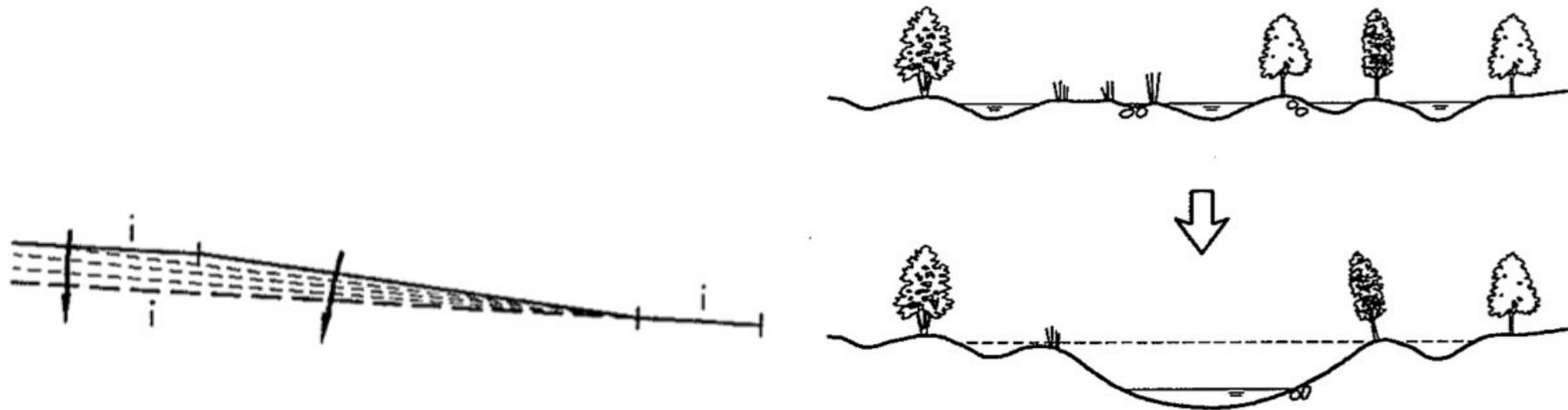
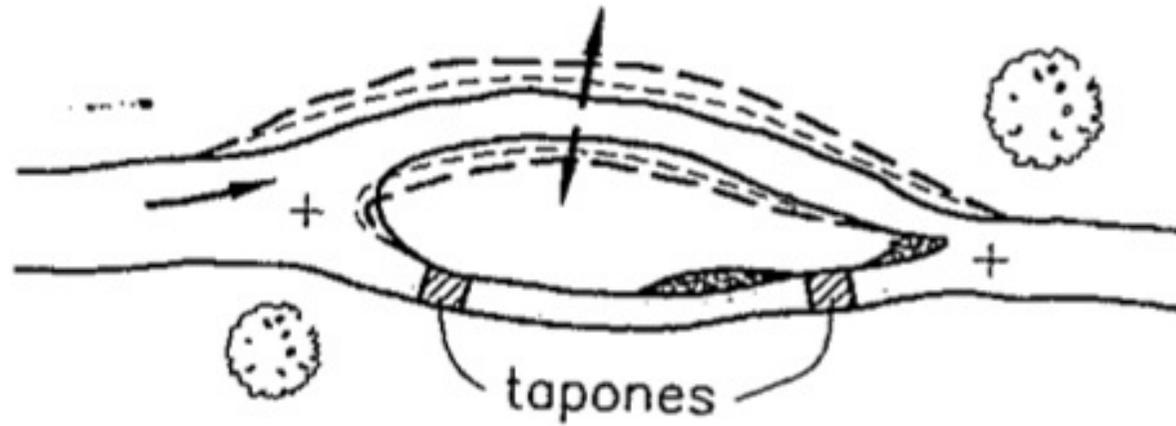
Efectos secundarios de las actuaciones



Hidráulica Fluvial

Efectos secundarios de las actuaciones

Río Rhin



Hidráulica Fluvial

Encauzamientos

1. INTRODUCCIÓN
2. EFECTOS SECUNDARIOS DE LAS ACTUACIONES
3. TIPOLOGÍA
4. CÁLCULO ENCAUZAMIENTOS
 1. Teoría del régimen
 2. Trazado en planta
 3. Otras consideraciones
5. MATERIALES Y MÉTODOS
 1. Escolleras
 2. Gaviones
 3. Motas de materiales sueltos

Hidráulica Fluvial

Tipología de encauzamientos

INDIRECTOS

Se basan en el principio de gradualidad

Obra no está inicialmente en situación de equilibrio

El río ayuda a conformar la forma de la obra

Algunos ejemplos

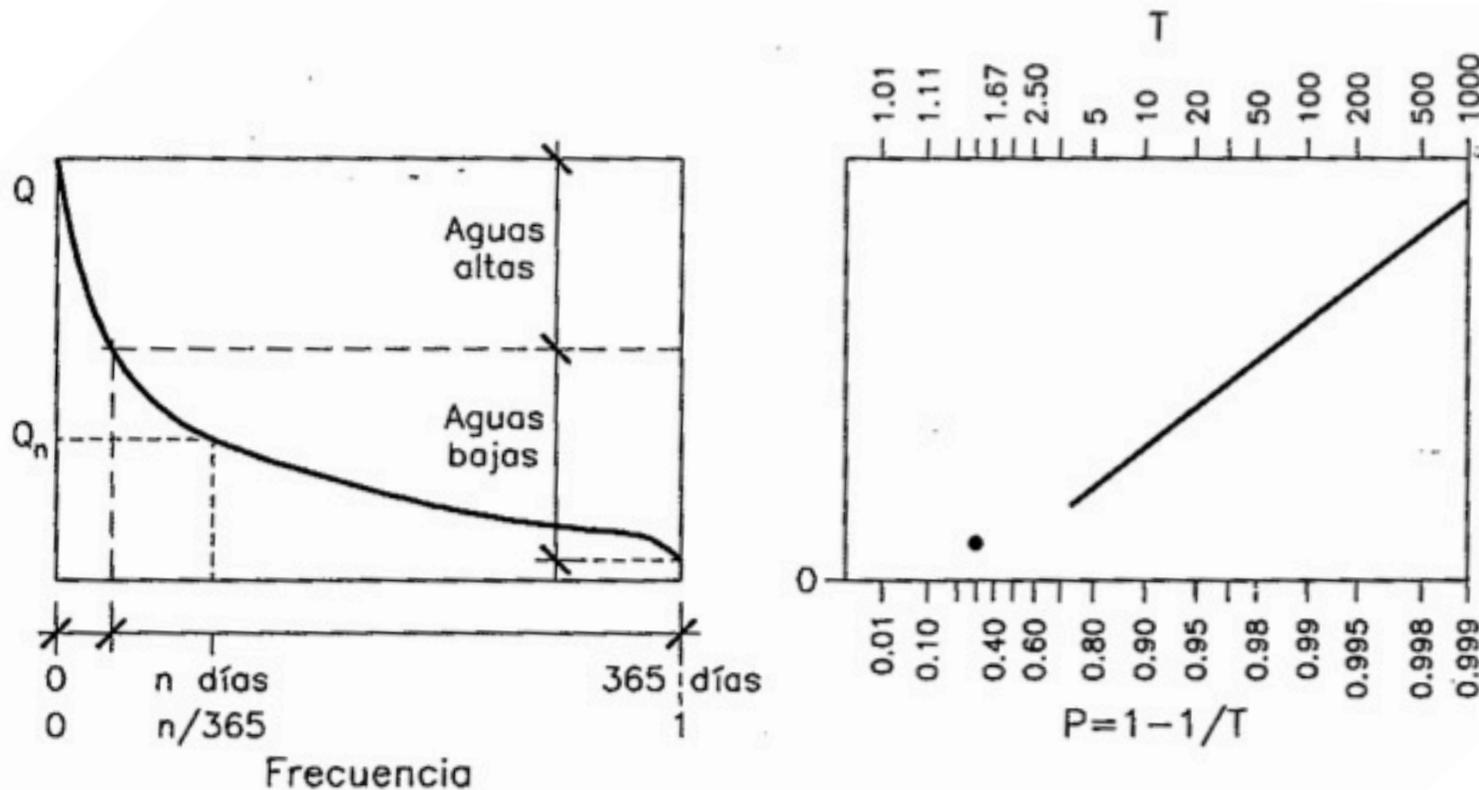
- Espigones
- Traviesas
- ...

Hidráulica Fluvial

Tipología de encauzamientos

Ejemplo 1. Fijar cauce aguas altas y bajas en río trenzado

a) Definir los niveles de cada cauce: curva caudales clasificados

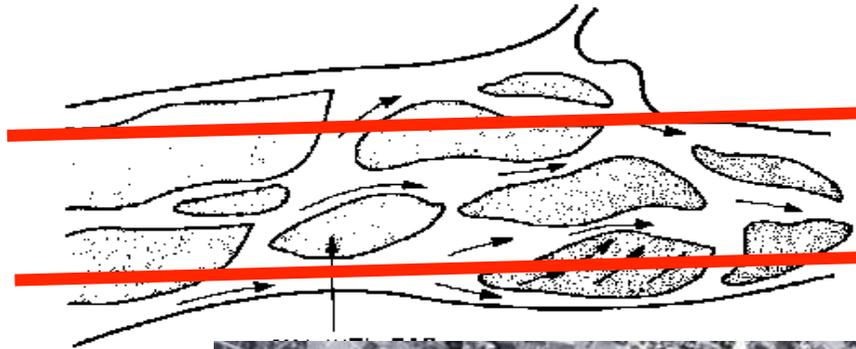


Hidráulica Fluvial

Tipología de encauzamientos

Ejemplo 1. Fijar cauce aguas altas y bajas en río trenzado

- a) Definir los niveles de cada cauce: curva caudales clasificados
- b) Definición geometría en planta



¿CAUCE RECTO?



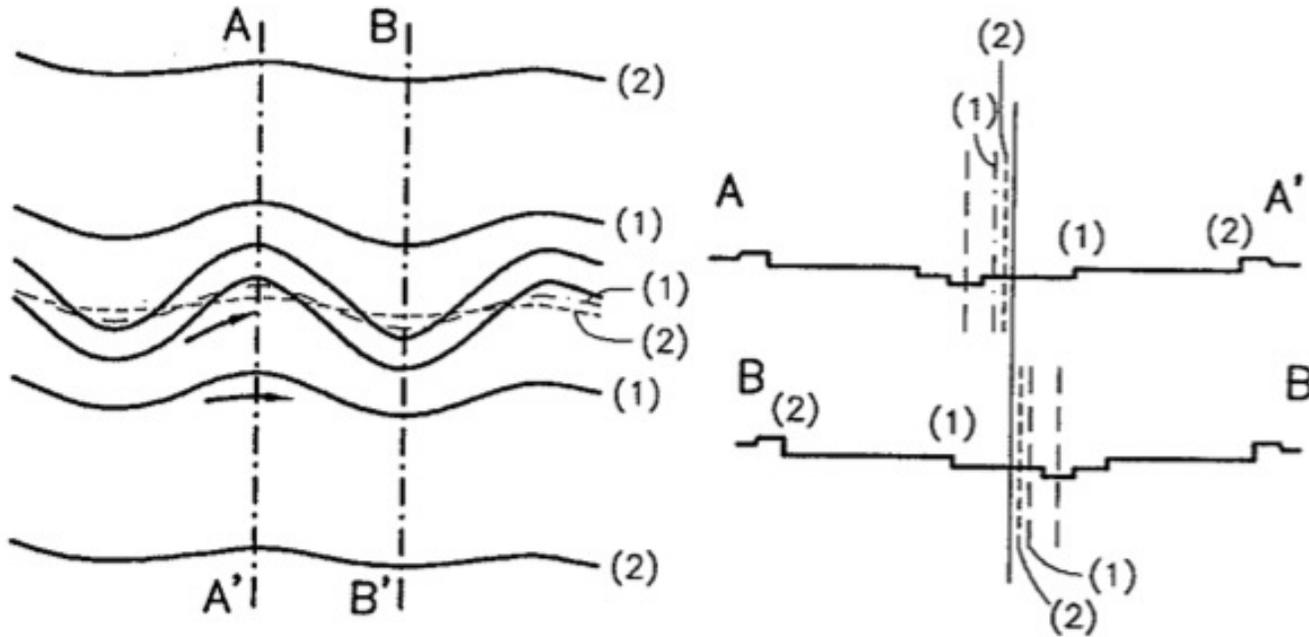
Hidráulica Fluvial

Tipología de encauzamientos

Ejemplo 1. Fijar cauce aguas altas y bajas en río trenzado

Damos sinusoida para caudal de aguas bajas / altas / avenida ??

$$\lambda \propto \sqrt{Q}$$

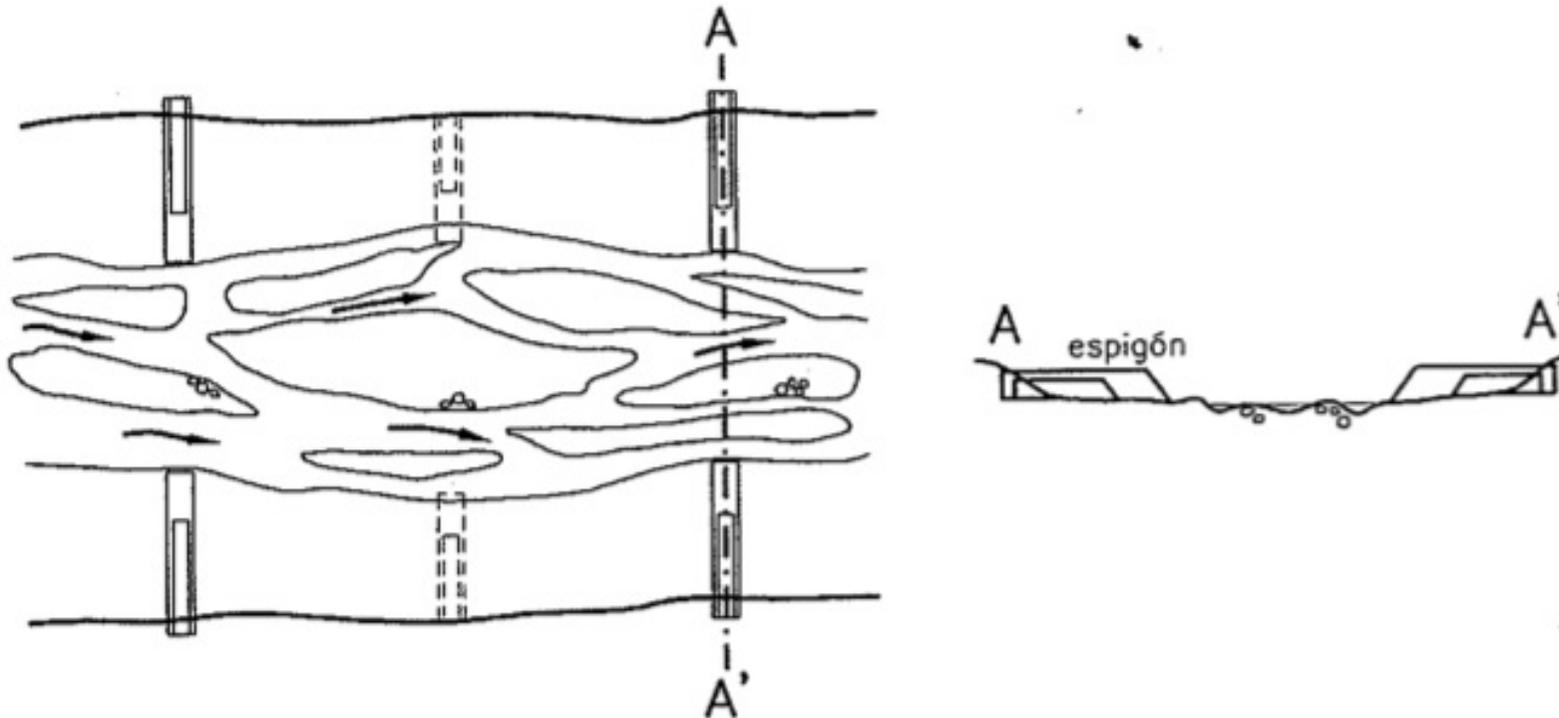


Hidráulica Fluvial

Tipología de encauzamientos

Ejemplo 1. Fijar cauce aguas altas y bajas en río trenzado

- Definir los niveles de cada cauce: curva caudales clasificados
- Definición geometría en planta
- Aplicamos tipología encauzamiento

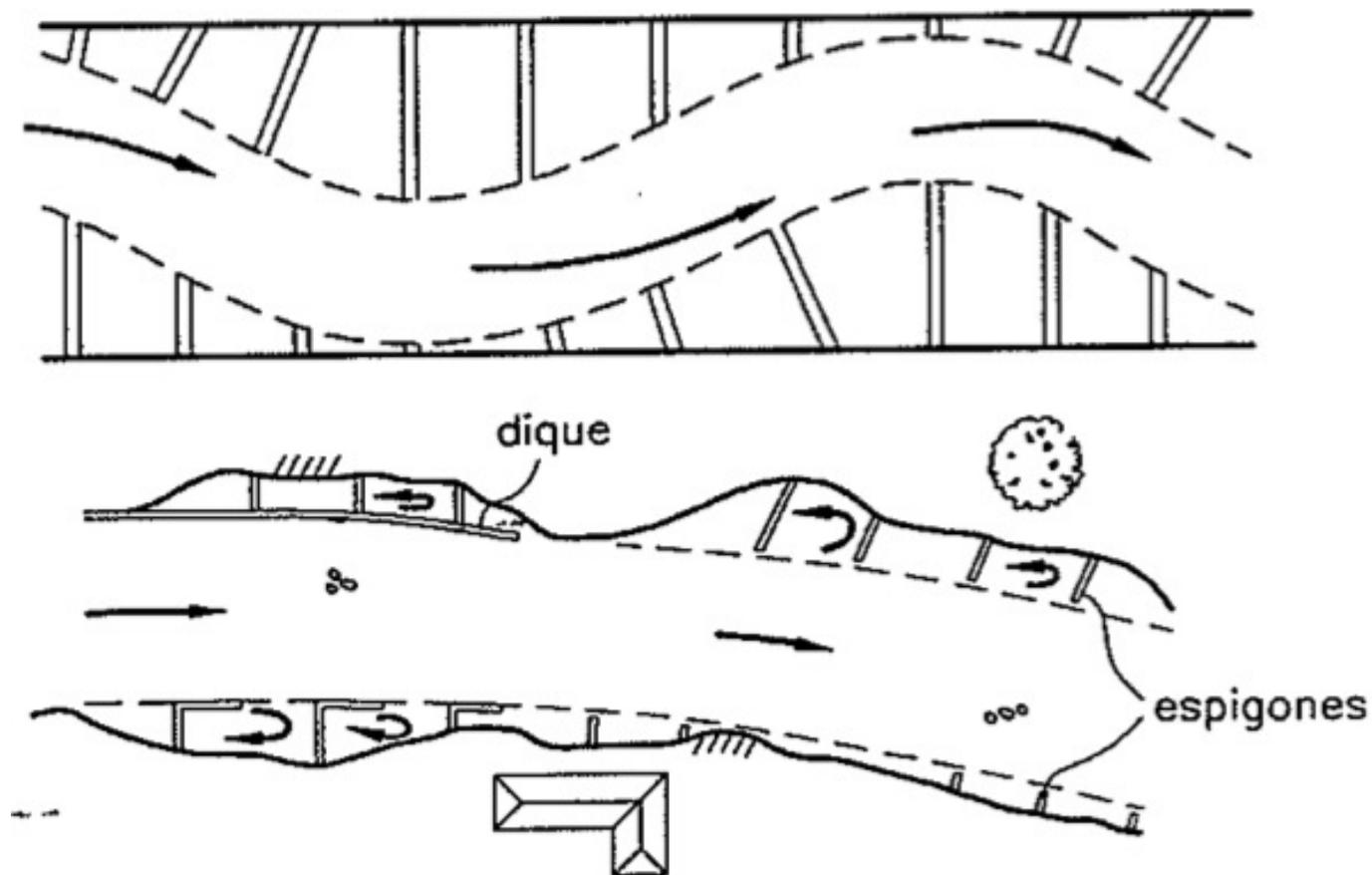


Hidráulica Fluvial

Tipología de encauzamientos

Espigones

- Fijación de varios cauces con obras transversales y/o longitudinales



Hidráulica Fluvial

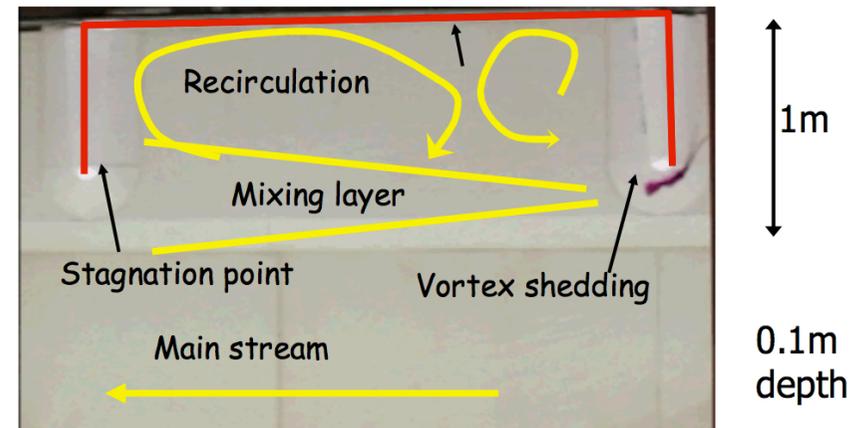
Tipología de encauzamientos

Espigones

- Diques transversales a la corriente
- Crean zonas de sedimentación : deflectores del flujo



The flow in a schematized groyne field



Hidráulica Fluvial

Tipología de encauzamientos

Espigones

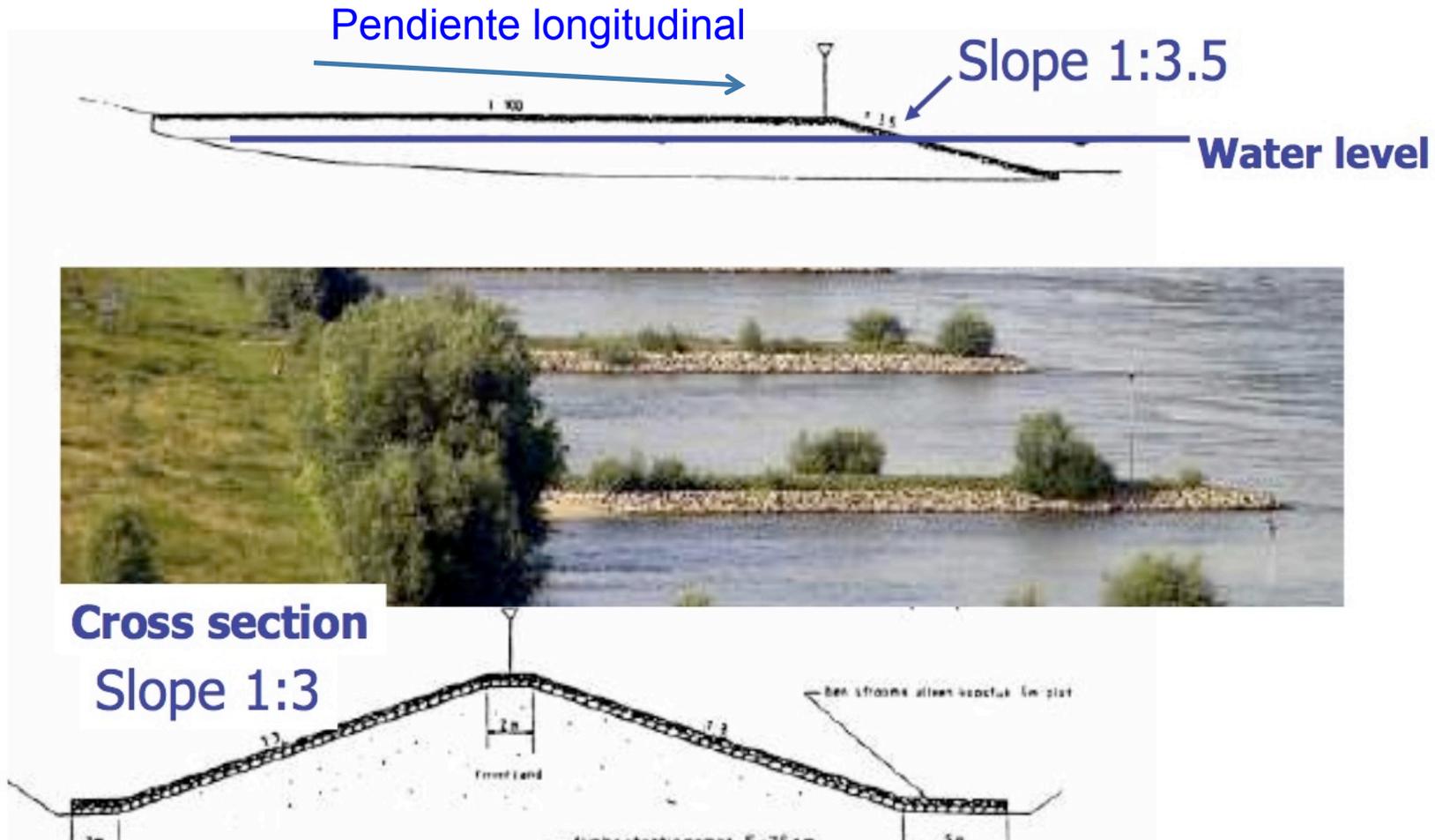
- Bank protection (fixing the bed)
- Maintaining navigable depth (transport)
- Catchment of sediment (agriculture)
- Stagnant zones (ecology)



Hidráulica Fluvial

Tipología de encauzamientos

Espigones

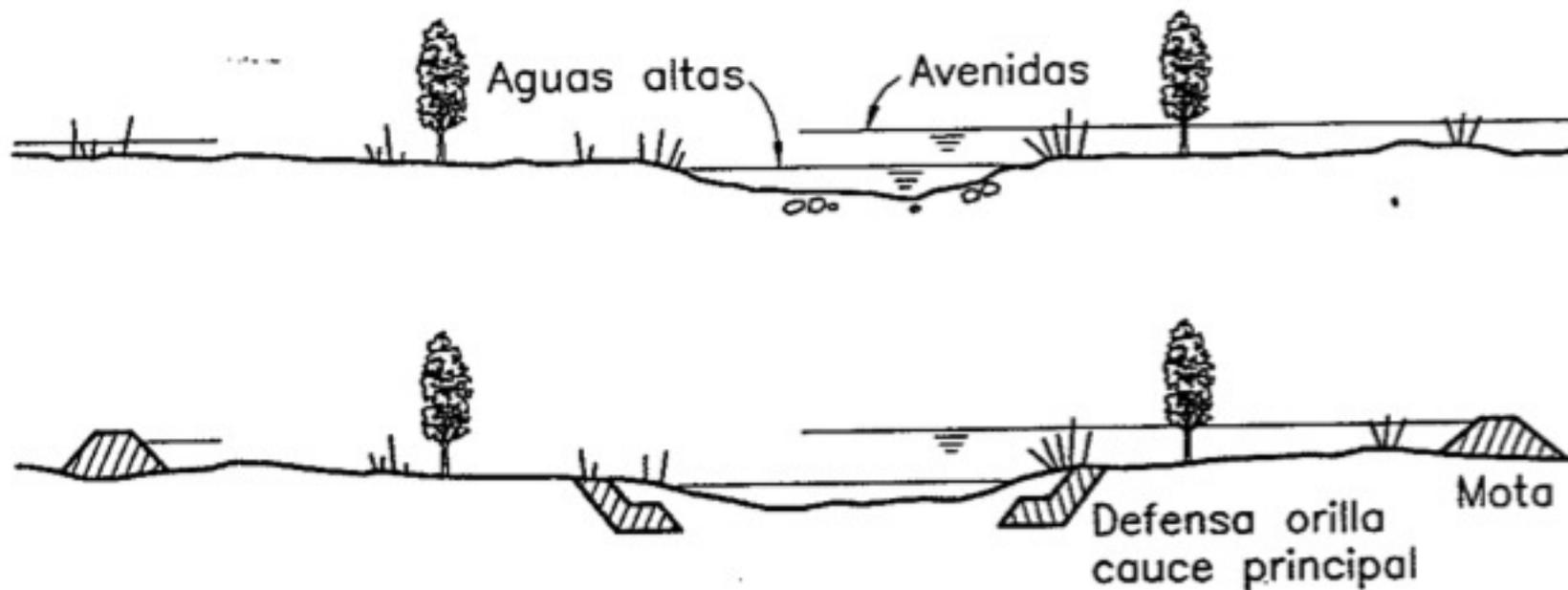


Hidráulica Fluvial

Tipología de encauzamientos

Ejemplo 2. Defensa de márgenes

- a) Proteger encauzamiento
- b) Migración lateral meandro

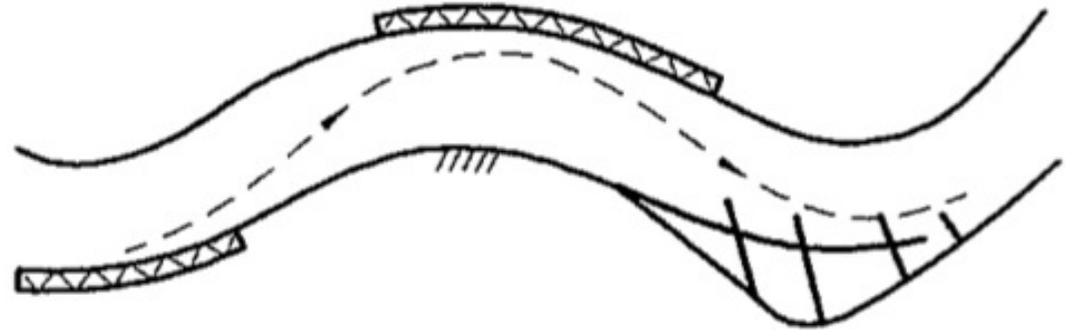


Hidráulica Fluvial

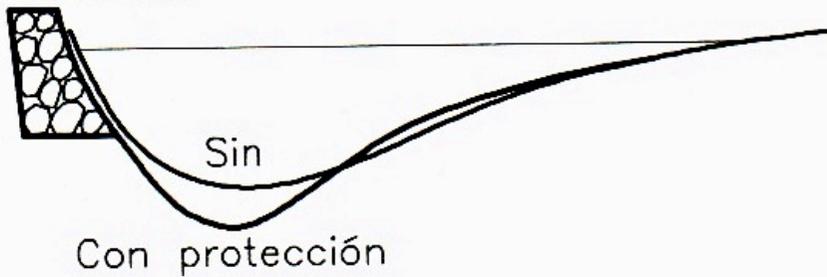
Tipología de encauzamientos

Revestimientos

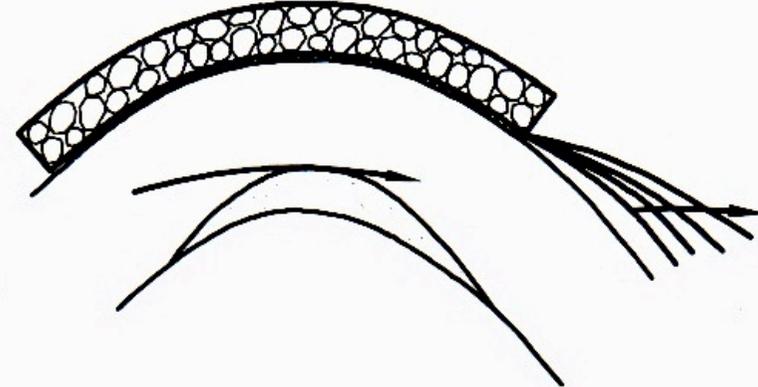
- Estabilización de márgenes en curvas
- No reducen la capacidad hidráulica



Protección

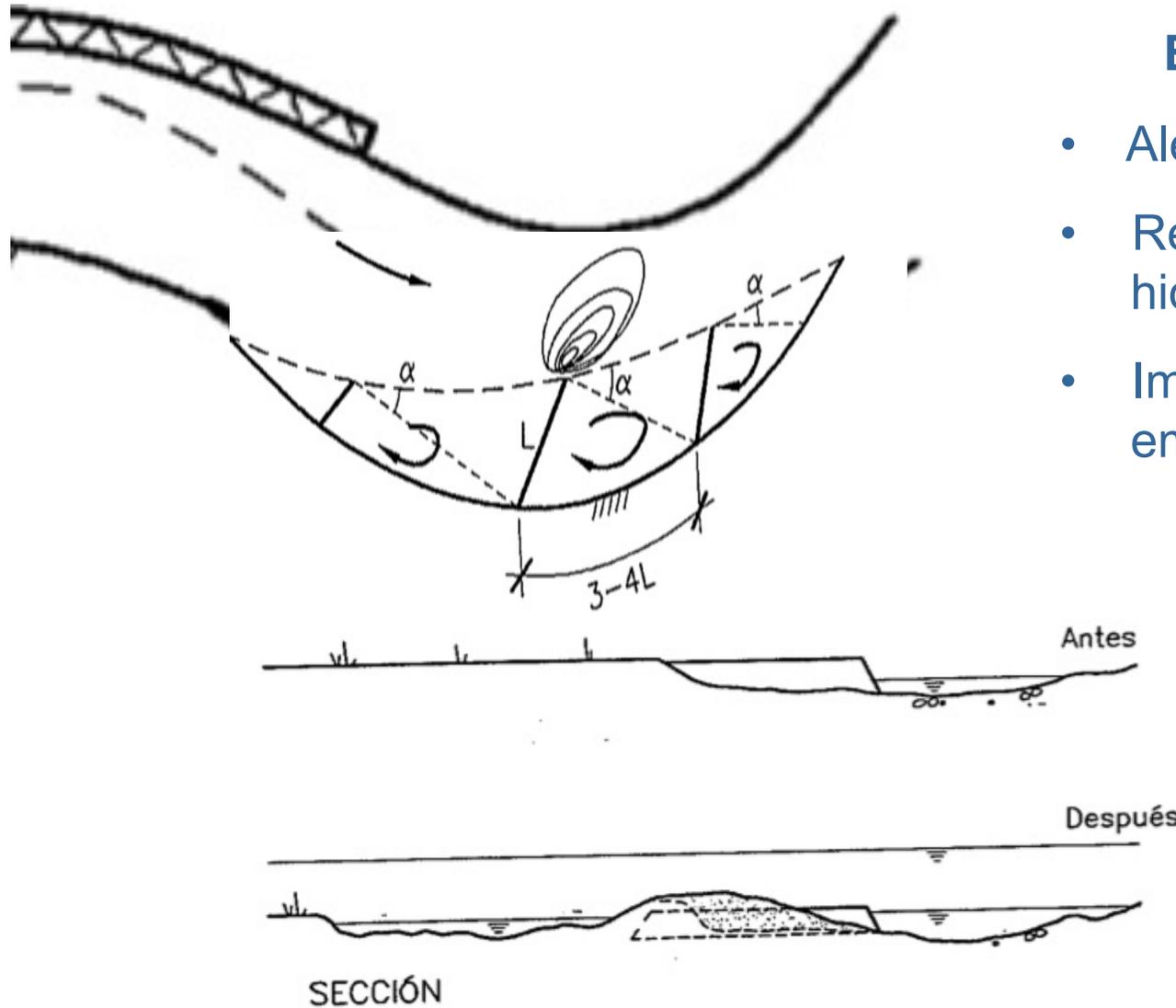


Protección



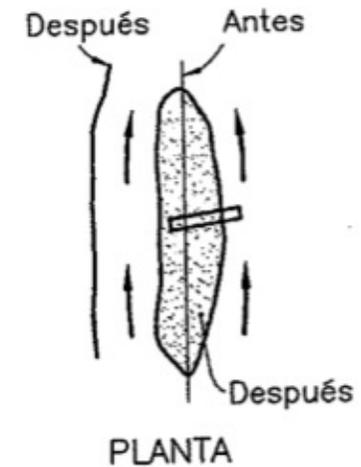
Hidráulica Fluvial

Tipología de encauzamientos



Espigones

- Alejan thalweg de orilla
- Reducen la capacidad hidráulica
- Importancia de empotramiento !!!

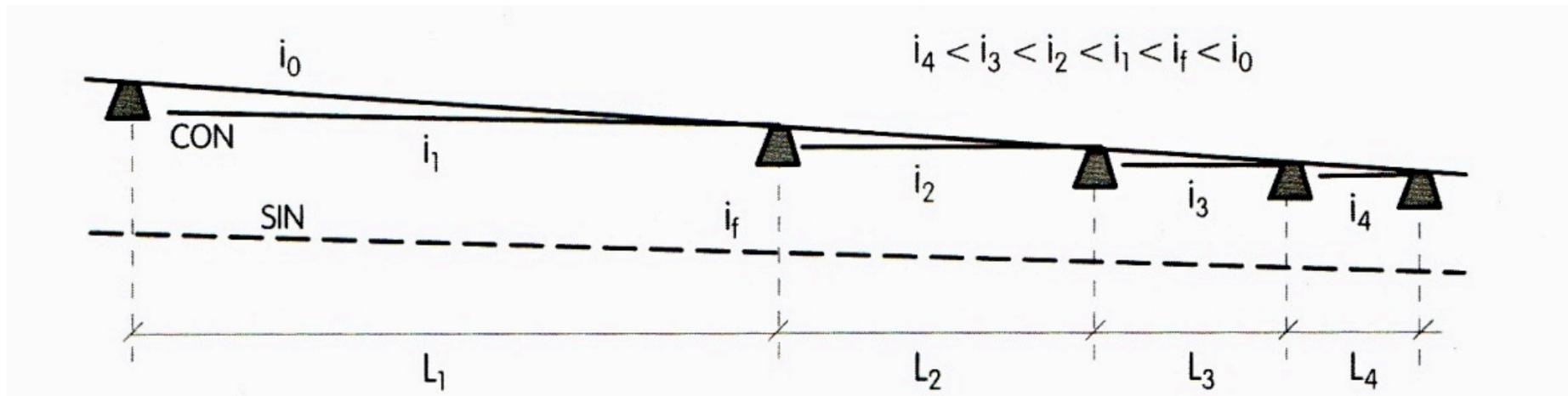
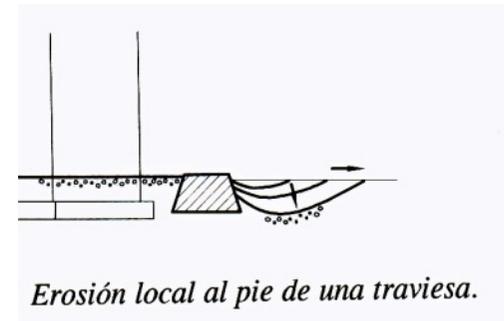


Hidráulica Fluvial

Tipología de encauzamientos

3. Aplicación de traviesas

- Se diseñan para el control erosión y de avenidas fundamentalmente
- Reducen la pendiente del cauce
- Pueden dar sinuosidad o quitarla



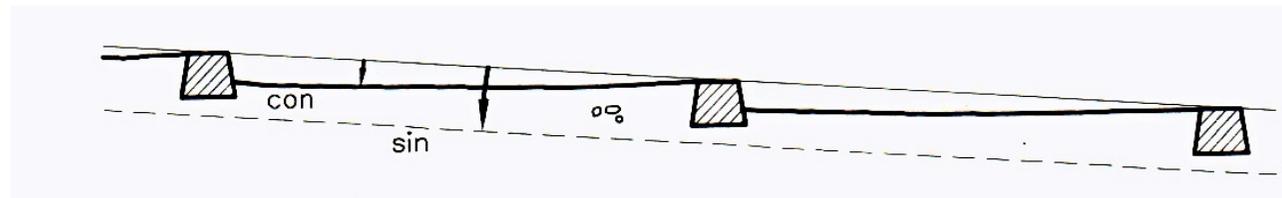
Hidráulica Fluvial

Tipología de encauzamientos

Traviesas



Figura 74. Río Congost a la altura de Granollers (1998).



A CORUÑA

El Gobierno autoriza el proyecto de recuperación ambiental del río Mero

La Confederación Hidrográfica de Norte y la Xunta invertirán 18 millones de euros en la obra
El saneamiento afectará a una superficie de 22 hectáreas en cuatro municipios

la voz | a coruña

Imprimir

Volver

A El Consejo de Ministros aprobó, en su reunión de ayer, la puesta en marcha del proyecto de recuperación del río Mero, una de las principales obras incluidas en el plan de saneamiento de las rías de A Coruña y O Burgo.

El Gobierno autorizó la firma de un convenio de colaboración entre la Confederación Hidrográfica del Norte y la Consellería de Medio Ambiente para la ejecución de las obras de acondicionamiento del río Mero, en el tramo comprendido entre la presa de Cecebre y su desembocadura.

Esta iniciativa, que forma parte del Plan Hidrológico Nacional y del plan de saneamiento de las rías de O Burgo y A Coruña, afectará a una superficie de 22 hectáreas y permitirá recuperar un tramo de 18 kilómetros de ribera del Mero. La actuación se desarrollará en un espacio compartido por los municipios de A Coruña, Cambre, Culleredo y Oleiros.

Según el documento autorizado ayer por el Consejo de Ministros, el acuerdo entre la Xunta y el Gobierno central tendrá una duración de cuatro años y supondrá una inversión conjunta de 18.739.083 euros. El presupuesto será financiado en un 70% por el Ministerio de Medio Ambiente, a través de la Confederación Hidrográfica del Norte, y el 30% restante por la Consellería de Medio Ambiente. El Gobierno quiere impulsar de esta forma la restauración forestal de la zona y la regeneración medioambiental del cauce.

Possible impacto ambiental

Aunque la demanda de los vecinos del municipio de Cambre siempre se ha dirigido a la necesidad de acondicionar el río Mero, el proyecto inicial que ahora ve la luz cuenta con detractores que creen que los trabajos van a suponer un excesivo impacto ambiental en el cauce y las riberas del Mero.

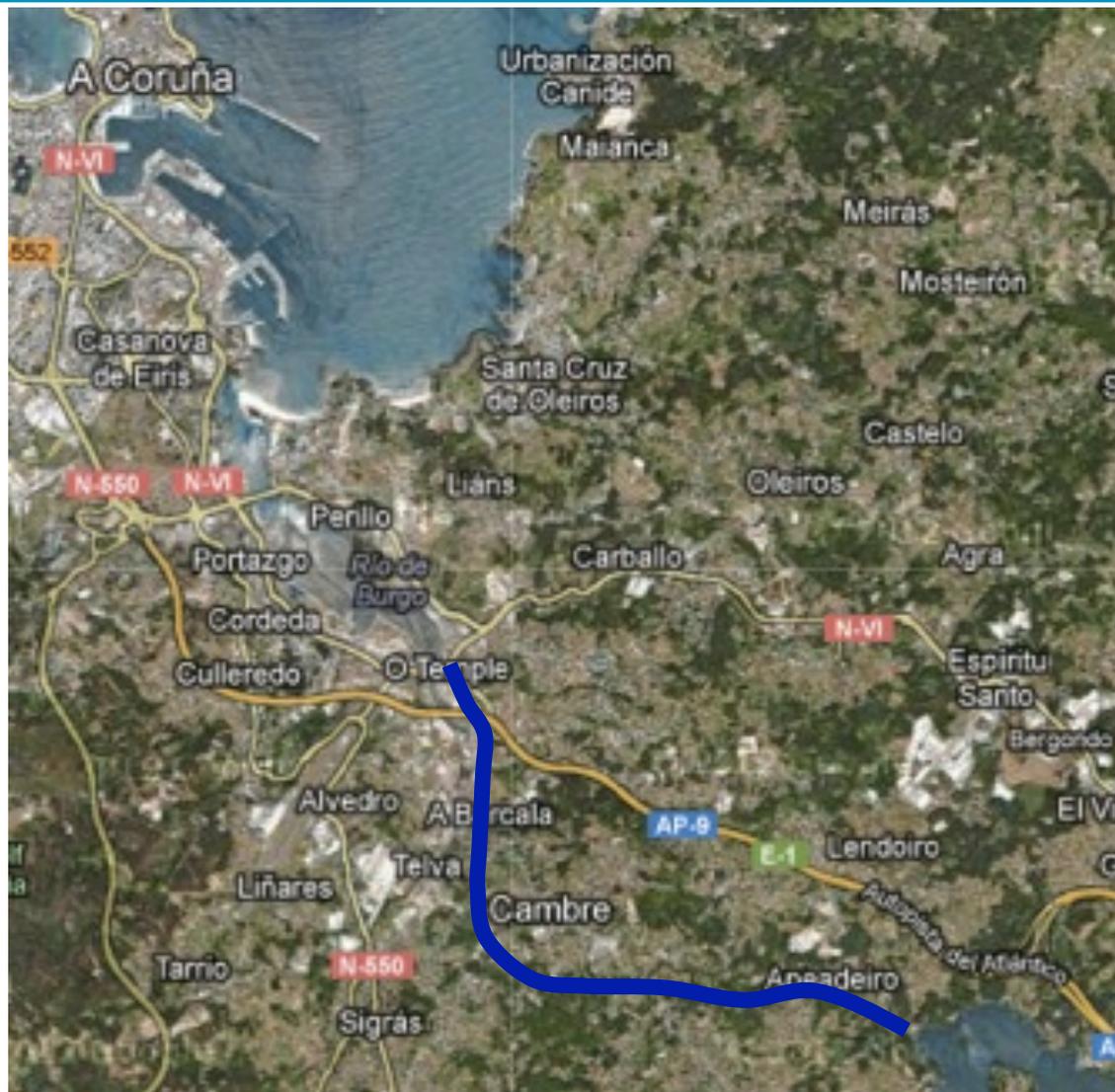
En concreto, las quejas se centran en determinados tramos en los que está previsto intervenir en el entorno y que, según los grupos ecologistas, modificarían los terrenos al incorporar zonas de paseo.



DOLORES VÁZQUEZ

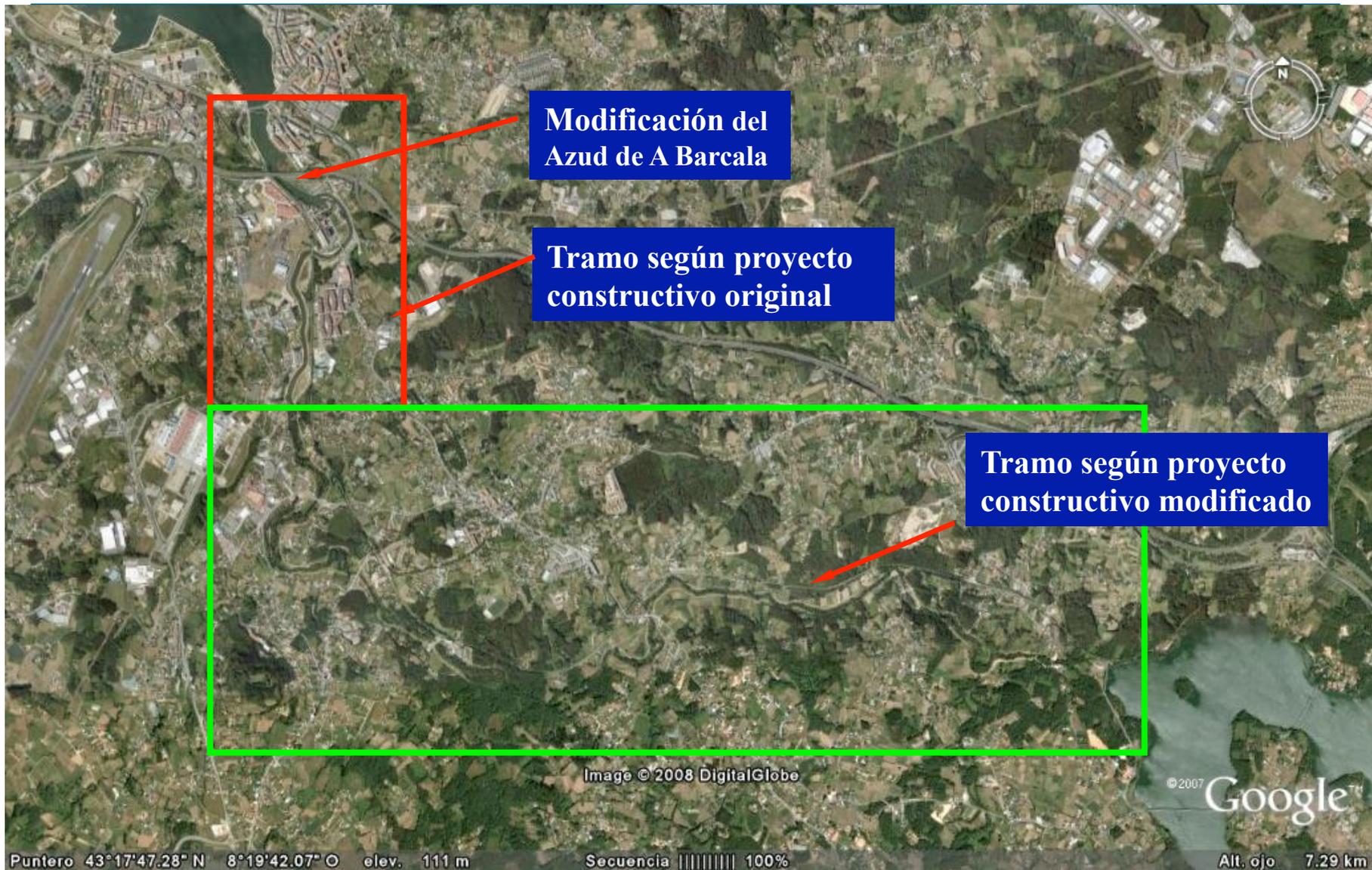
Hidráulica Fluvial

Encauzamiento del Río Mero



Hidráulica Fluvial

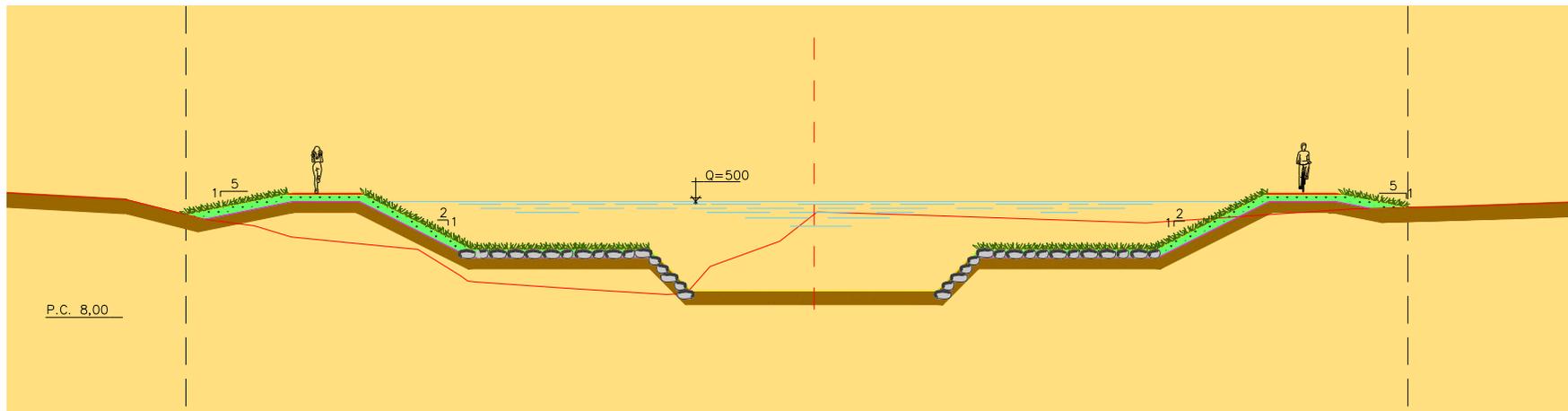
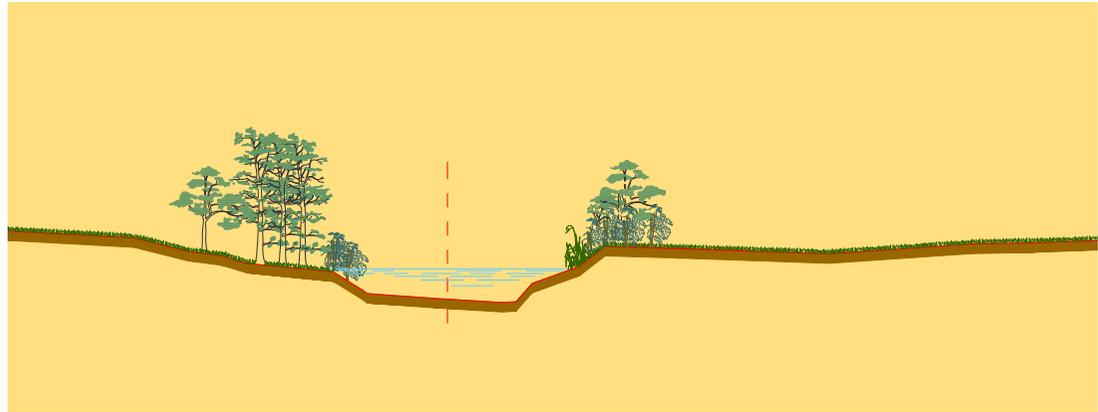
Encauzamiento del Río Mero



Hidráulica Fluvial

Encauzamiento del Río Mero

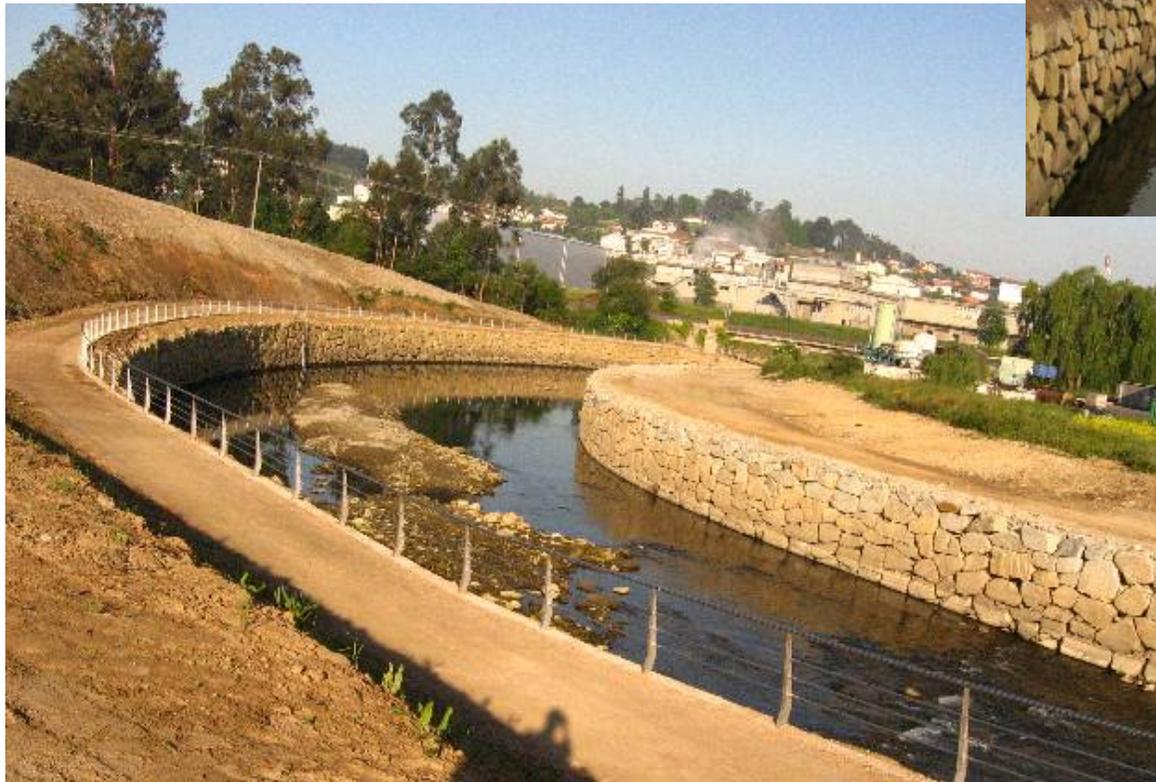
Sección tipo proyecto original



Hidráulica Fluvial

Encauzamiento del Río Mero

Sección tipo proyecto original



Hidráulica Fluvial

Encauzamiento del Río Mero

Versión en galego

La Voz de Galicia | HEMEROTECA WEB

04 de julio del 2006

El hormigón de los paseos fluviales deja paso a soluciones menos agresivas

Río Mero

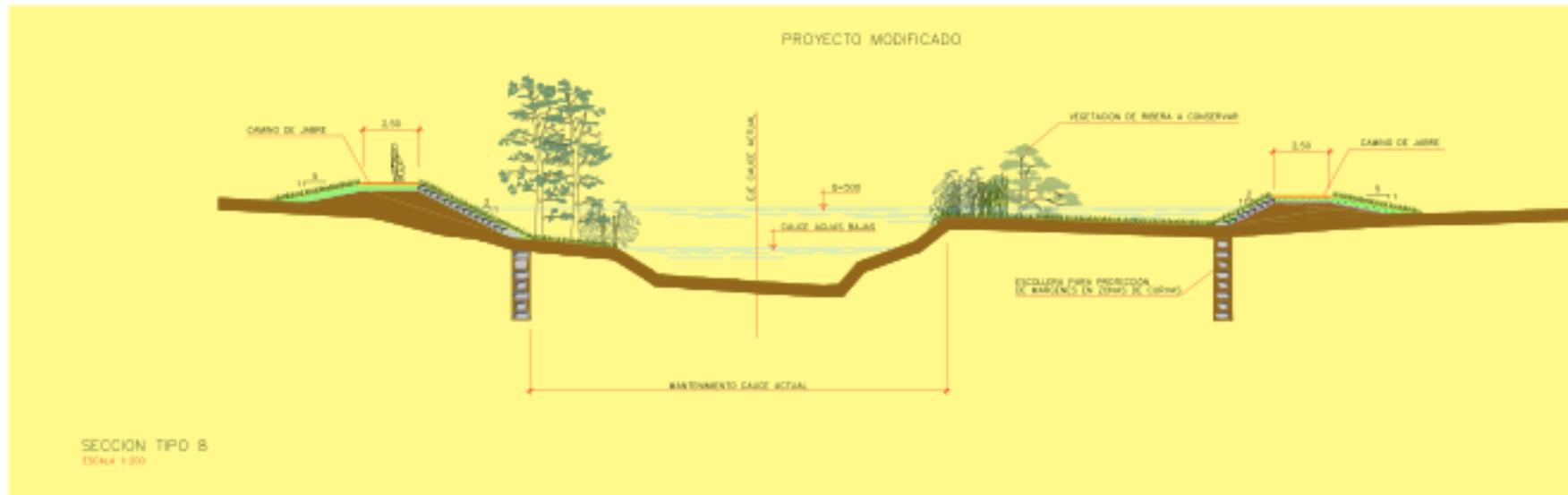
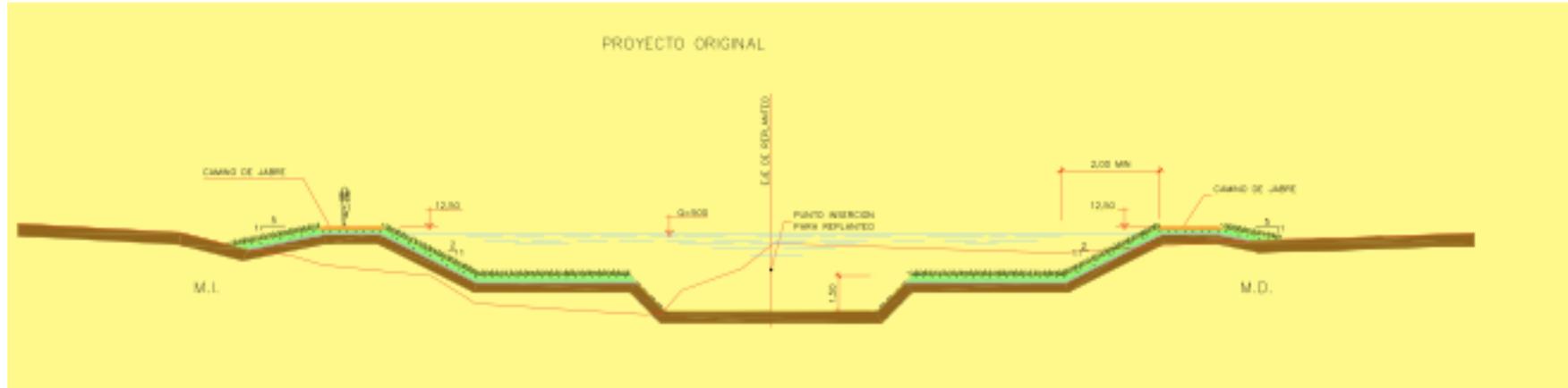
En la regeneración fluvial del Mero, entre la presa de Cecebre y su desembocadura, la CHN y la Xunta incrementaron el presupuesto en 1,8 millones (hasta los 24 millones de euros) para modificar el proyecto, actualmente en ejecución. Se trata de proteger el cauce frente a inundaciones, pero la propuesta inicial se consideró muy agresiva al modificar el eje y la rasante del río. Ahora sólo se crean «motas de defensa» en zonas de inundación, con un camino peatonal a lo largo de todo el tramo, minimizando la afección al cauce.

Proyecto modificado: Bases de partida

- Mantener los caudales de cálculo
- En el tramo Cecebre-A Telva:
 - Respetar los meandros y el cauce natural del río
 - Realizar una limpieza del cauce (bajar la rugosidad), respetando la vegetación relevante
 - Eliminar los obstáculos artificiales, incluyendo los terraplenes de los puentes
 - Limitar la zona inundable con pequeñas motas con taludes muy tendidos
 - Sustituir los taludes por muretes de piedra si con ello se evitan afecciones a edificaciones
- En el tramo final (A Telva-A Barcala)
 - Sustituir los muros de hormigón por muros de escollera
 - Emplear este mismo material en la solución para el Valiñas

Hidráulica Fluvial

Encauzamiento del Río Mero



SECCION TIPO B
ESCALA 1:200

Hidráulica Fluvial

Encauzamiento del Río Mero

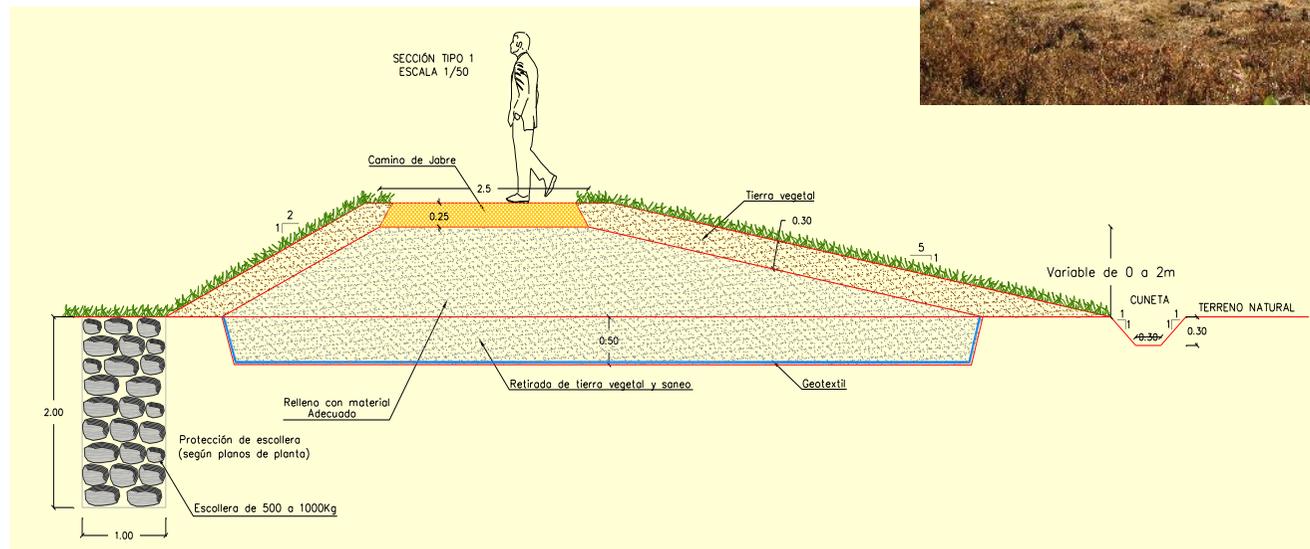
Modificaciones en el trazado en planta



Hidráulica Fluvial

Encauzamiento del Río Mero

Diseño de motas de materiales sueltos



Hidráulica Fluvial

Encauzamientos

1. INTRODUCCIÓN
2. EFECTOS SECUNDARIOS DE LAS ACTUACIONES
3. TIPOLOGÍA
4. **CÁLCULO ENCAUZAMIENTOS**
 1. Teoría del régimen
 2. Trazado en planta
 3. Otras consideraciones
5. **MATERIALES Y MÉTODOS**
 1. Escolleras
 2. Gaviones
 3. Motas de materiales sueltos

Hidráulica Fluvial

Cálculo de encauzamientos

4.1. Teoría del régimen

- Relaciones empíricas para determinar Q , H , B , i
- Equilibrio dinámico entre $Q_{\text{líquido}} - Q_{\text{sólido}} - \text{Geometría}$
- Ámbito de aplicación
 - Régimen lento
 - Régimen permanente. $Q_{\text{cte}} = Q_{\text{formador}}$
 - Ríos aluviales
 - Ríos anchos ($B > 3H$), lisos y rectos
 - Actuaciones blandas (no escolleras o revestimientos)

Hidráulica Fluvial

Cálculo de encauzamientos

Teoría del régimen

- Primeras eq: Kennedy 1895

Teoría del régimen LACEY (1930 y 1958)

$$B = 4,831Q^{1/2} \quad y = 0,128 \frac{Q^{1/3}}{D_m^{1/6}} \quad i = 0,204 \frac{D_m^{5/6}}{Q^{1/6}}$$

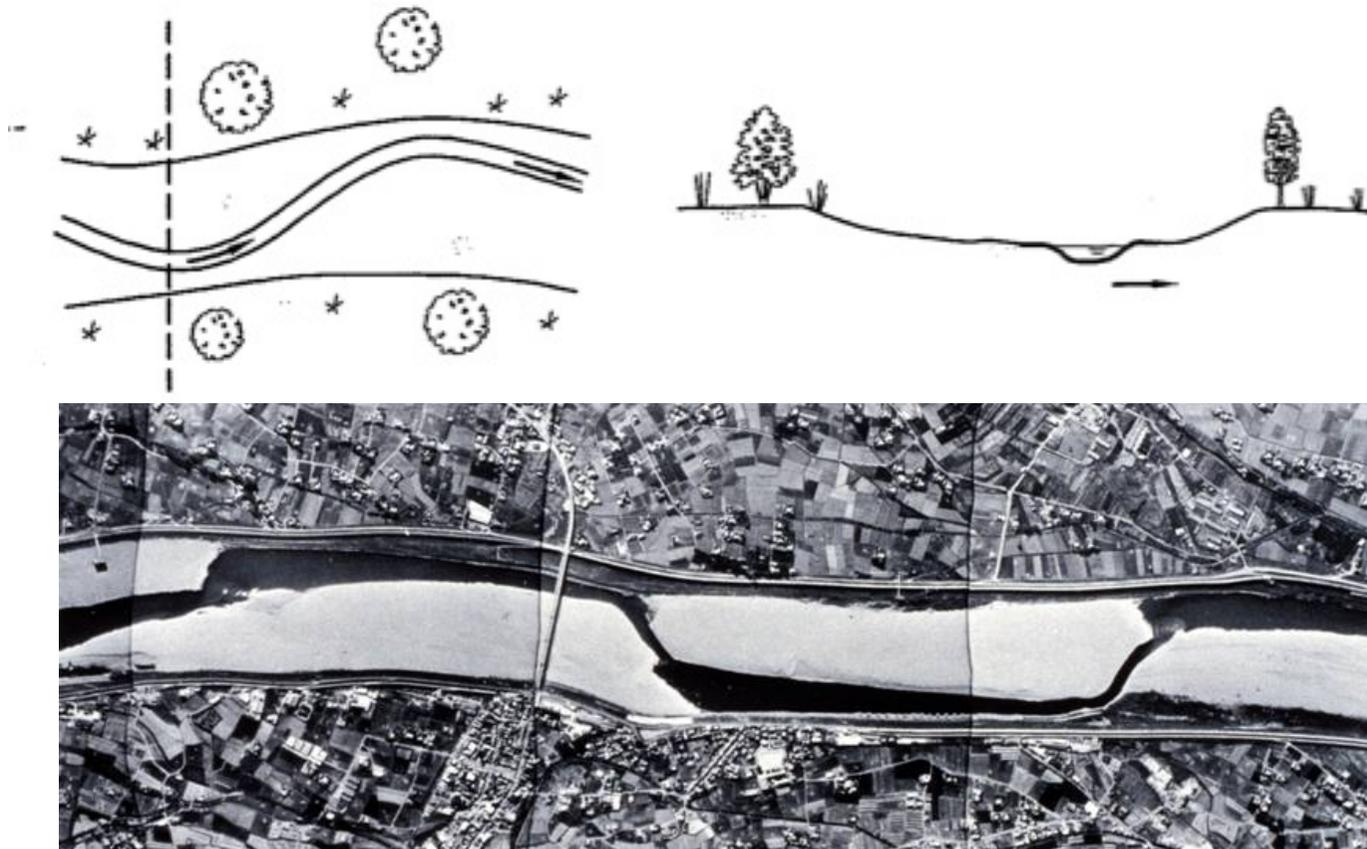
- Dimensionalmente incorrectas (todo en SI)
- Válidas para arena ($D < 0.4$ mm). Fórmulas Altuin para ríos de grava
- Análisis a medio plazo
- Análisis micro con fórmulas de estabilidad (Shields)

Hidráulica Fluvial

Cálculo de encauzamientos

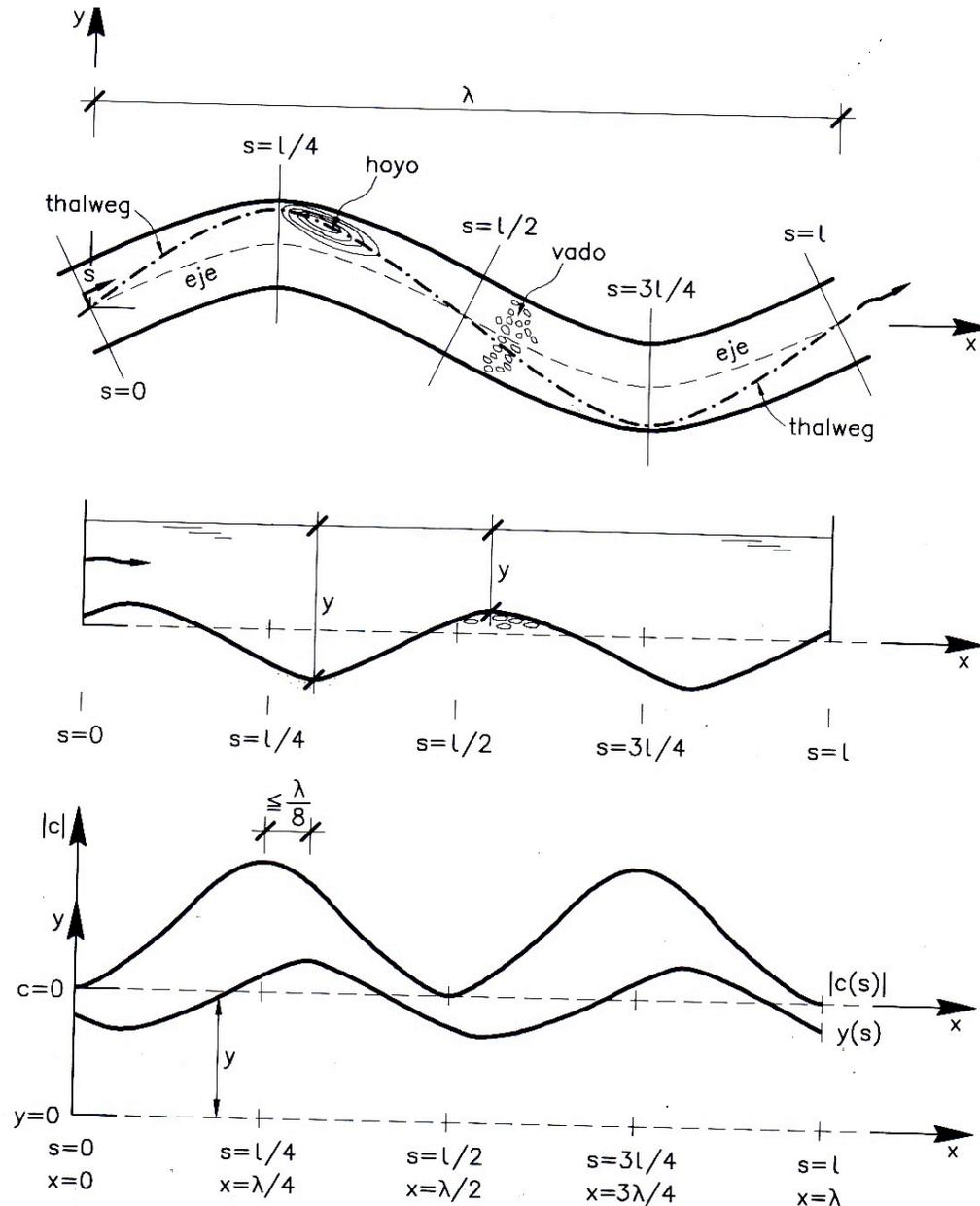
4.2. Trazado en planta

- Los ríos en estado natural no son rectos



Hidráulica Fluvial

Cálculo de encauzamientos



Trazado en planta:
Leyes de Fargue (1908)

$$\frac{dc}{ds} = k \frac{dy}{ds}$$

Hidráulica Fluvial

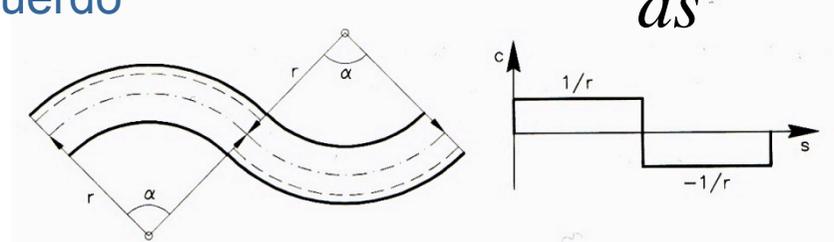
Cálculo de encauzamientos

Leyes de Fargue

- La circunferencia no es un buen acuerdo

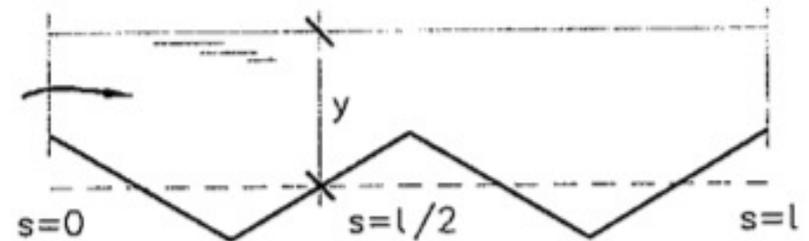
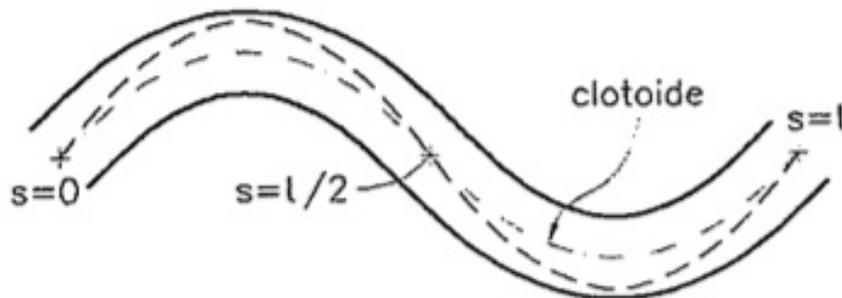
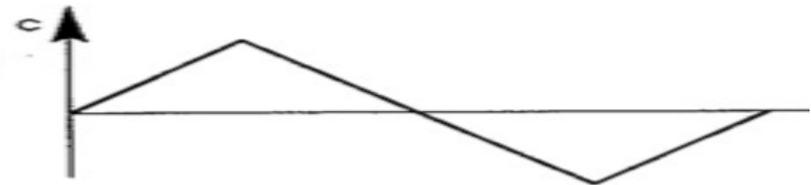
$$\frac{dc}{ds} = 0 \Rightarrow k \frac{dy}{ds} = 0$$

$$\frac{dc}{ds} = k \frac{dy}{ds}$$



- Acuerdos con curvatura variable : CLOTOIDE

$$R = \frac{A^2}{s} \rightarrow \frac{dc}{ds} = \frac{1}{A^2} \rightarrow \frac{dh}{ds} = \frac{1}{k \cdot A^2} = \text{cte}$$

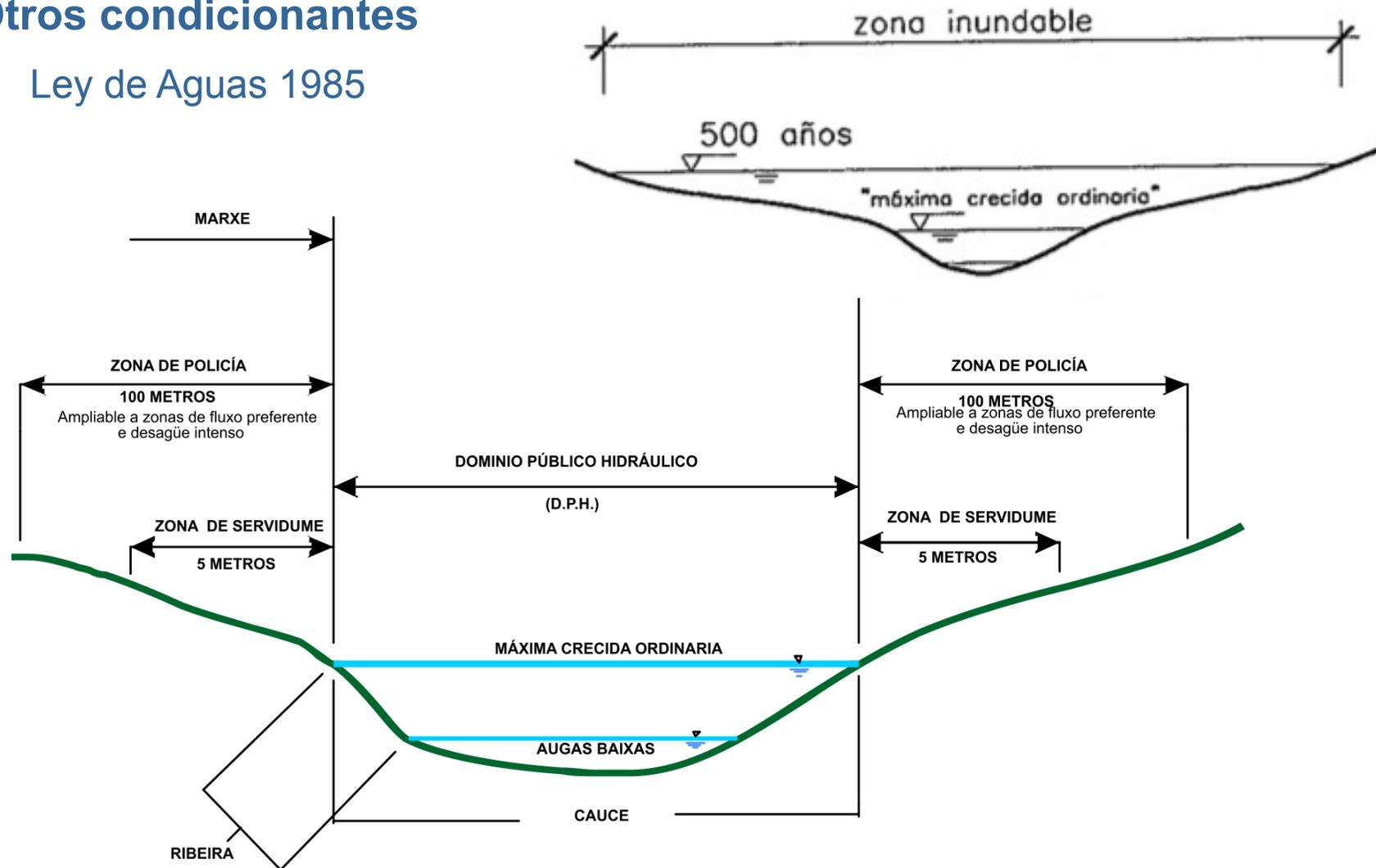


Hidráulica Fluvial

Cálculo de encauzamientos

Otros condicionantes

- Ley de Aguas 1985

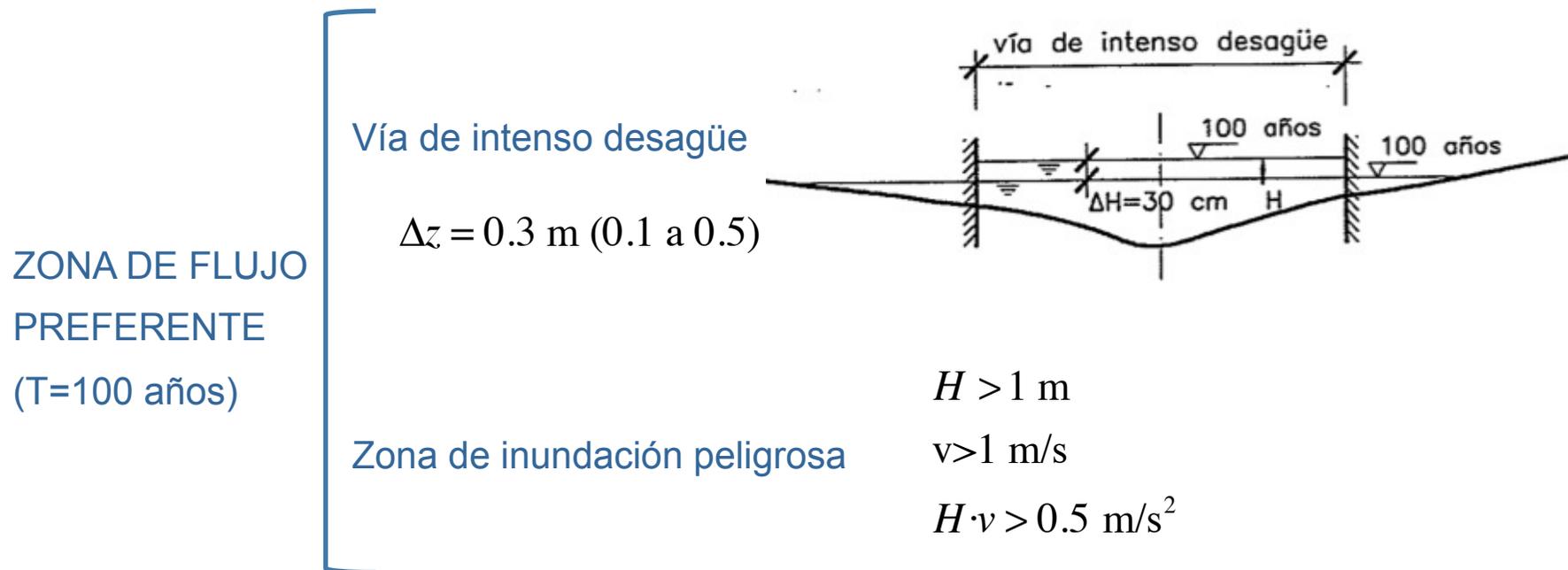


Hidráulica Fluvial

Cálculo de encauzamientos

Otros condicionantes

- RD 9/2008 Reglamento DPH
 - Incorpora criterios DMA y Directiva Zonas Inundables
 - CAUCE y ZONA SERVIDUMBRE: criterios ecológicos, morfológicos, históricos e hidrológicos
 - ZONA DE POLICIA: Ampliable con ZONA DE FLUJO PREFERENTE



Hidráulica Fluvial

Encauzamientos

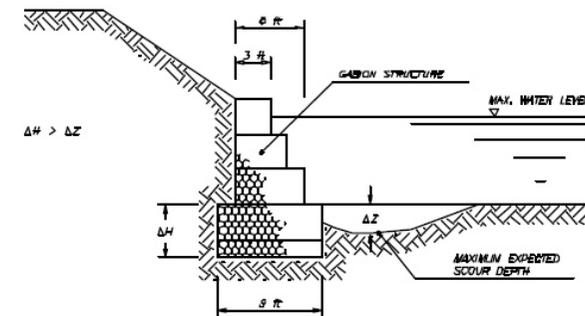
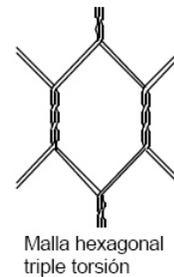
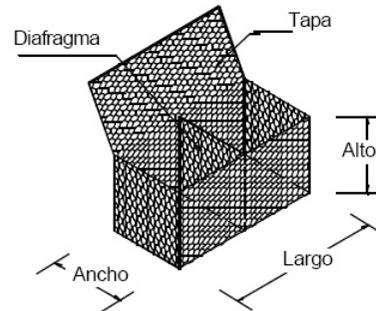
1. INTRODUCCIÓN
2. EFECTOS SECUNDARIOS DE LAS ACTUACIONES
3. TIPOLOGÍA
4. **CÁLCULO ENCAUZAMIENTOS**
 1. Teoría del régimen
 2. Trazado en planta
 3. Otras consideraciones
5. **MATERIALES Y MÉTODOS**
 1. Escolleras
 2. Gaviones
 3. Motas de materiales sueltos

Hidráulica Fluvial

Materiales y métodos

Tipología

- Escollera: 60%
- Gaviones: 10%
- Hormigón: 5%
- Otros materiales (motas, sintético, suelo-cemento,..) : 25%



4.1. Escollera

- Agrupación de elementos pétreos
- Resiste por peso propio y trabazón
- Fundamentalmente para revestimiento y espigones

DISEÑO. Fórmula USACE

$$D_{30} = 0.36y \left(\Delta^{-0.5} \frac{v_0}{\sqrt{gy}} \right)^{2.5}$$



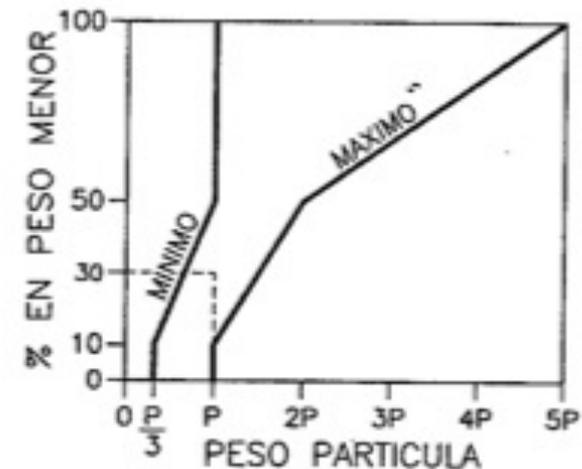
$$\frac{a+b}{2c} \leq 2$$

Canal recto y flujo ideal. 1V:2H

River Eng. In Highway Encroachments. 2001. FHA

Otros métodos:

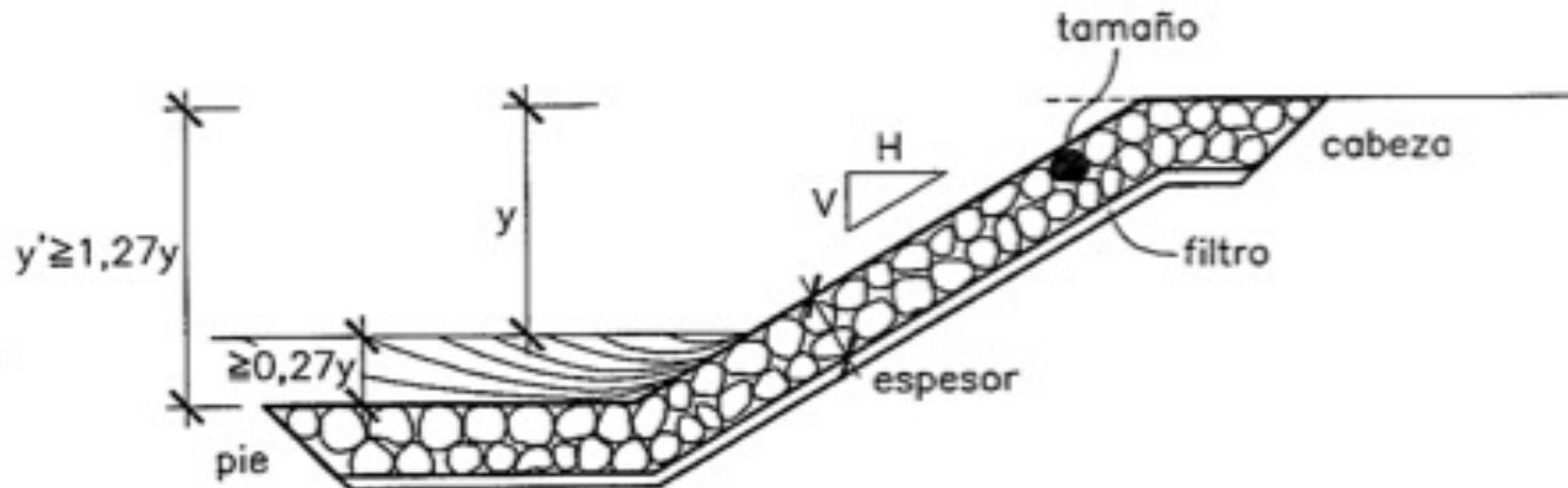
“River mechanics”. 2002. J.Y. Julien



4.1. Escollera

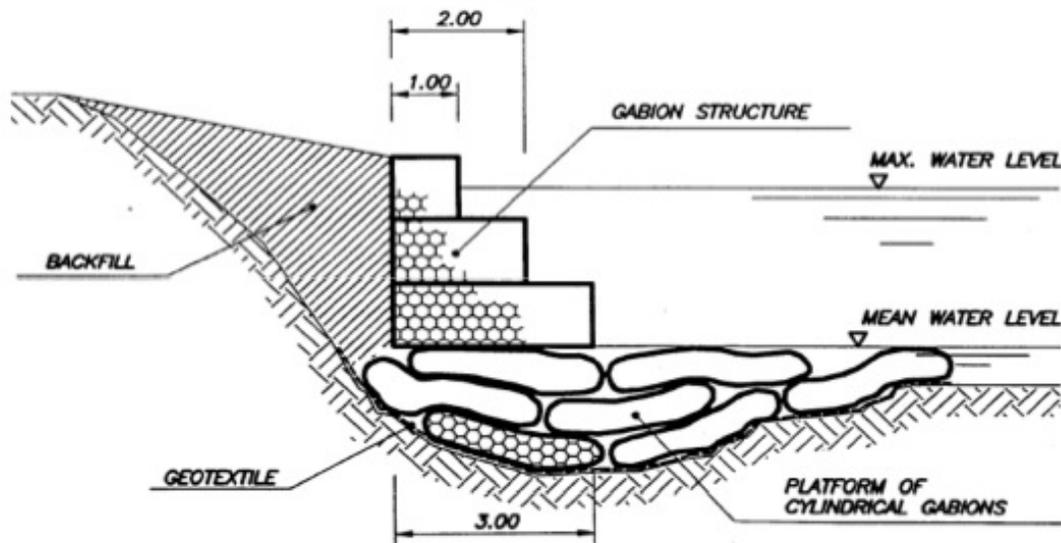
- Agrupación de elementos pétreos
- Resiste por peso propio y trabazón
- Fundamentalmente para revestimiento y espigones

DISEÑO. Sección tipo



4.2. Gaviones

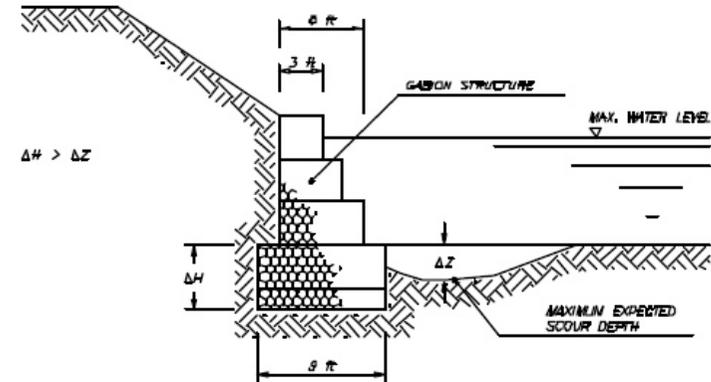
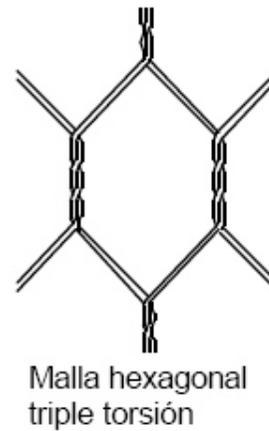
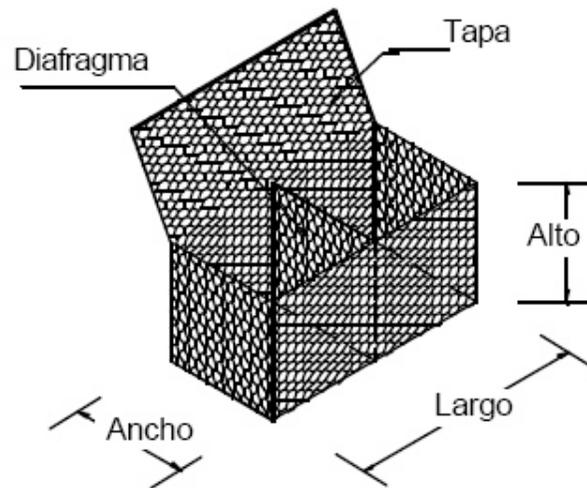
- Mallas de material granular
- Aplicación similar a escolleras



4.2. Gaviones

- Mallas de material granular
- Aplicación similar a escolleras

➤ Muros contención



Hidráulica Fluvial

Materiales y métodos

4.2. Gaviones

- Mallas de material granular
- Aplicación similar a escolleras

➤ Revestimientos



Hidráulica Fluvial

Materiales y métodos

4.2. Gaviones

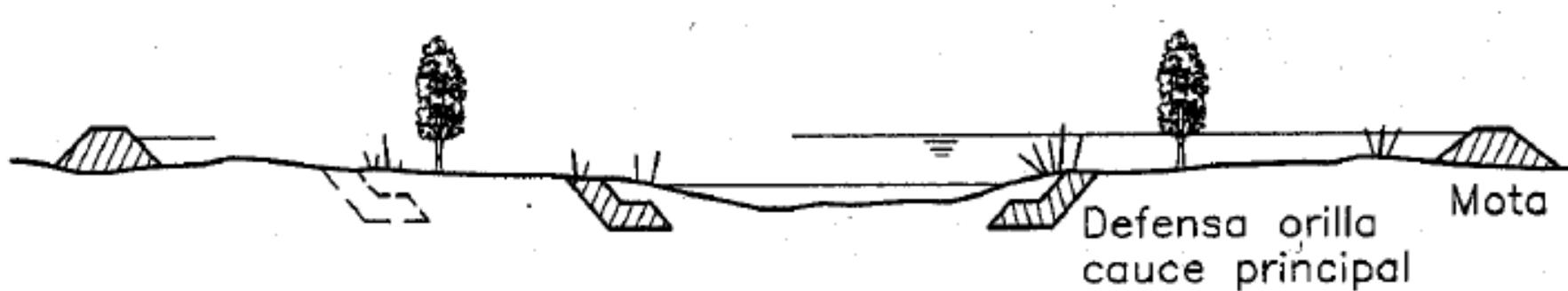
- Mallas de material granular
- Aplicación similar a escolleras

➤ **Revestimientos**



4.3. Motas de materiales sueltos

- Obras longitudinales que definen la zona de inundación
- Obras de materiales sueltos: material de préstamo de llanura de inundación
- Problemas de erosión, sifonamiento, tubificación, ...
- Se pueden revestir o proteger indirectamente



Hidráulica Fluvial

Materiales y métodos

Otras soluciones: Bio-ingeniería

- Técnicas adaptadas a la restauración de ecosistemas
- “Manual de Técnicas de Restauración Fluvial”. F. Magdaleno. CEDEX



Hidráulica Fluvial

Materiales y métodos

Otras soluciones: Bio-ingeniería

- Técnicas adaptadas a la restauración de ecosistemas
- “Manual de Técnicas de Restauración Fluvial”. F. Magdaleno. CEDEX

