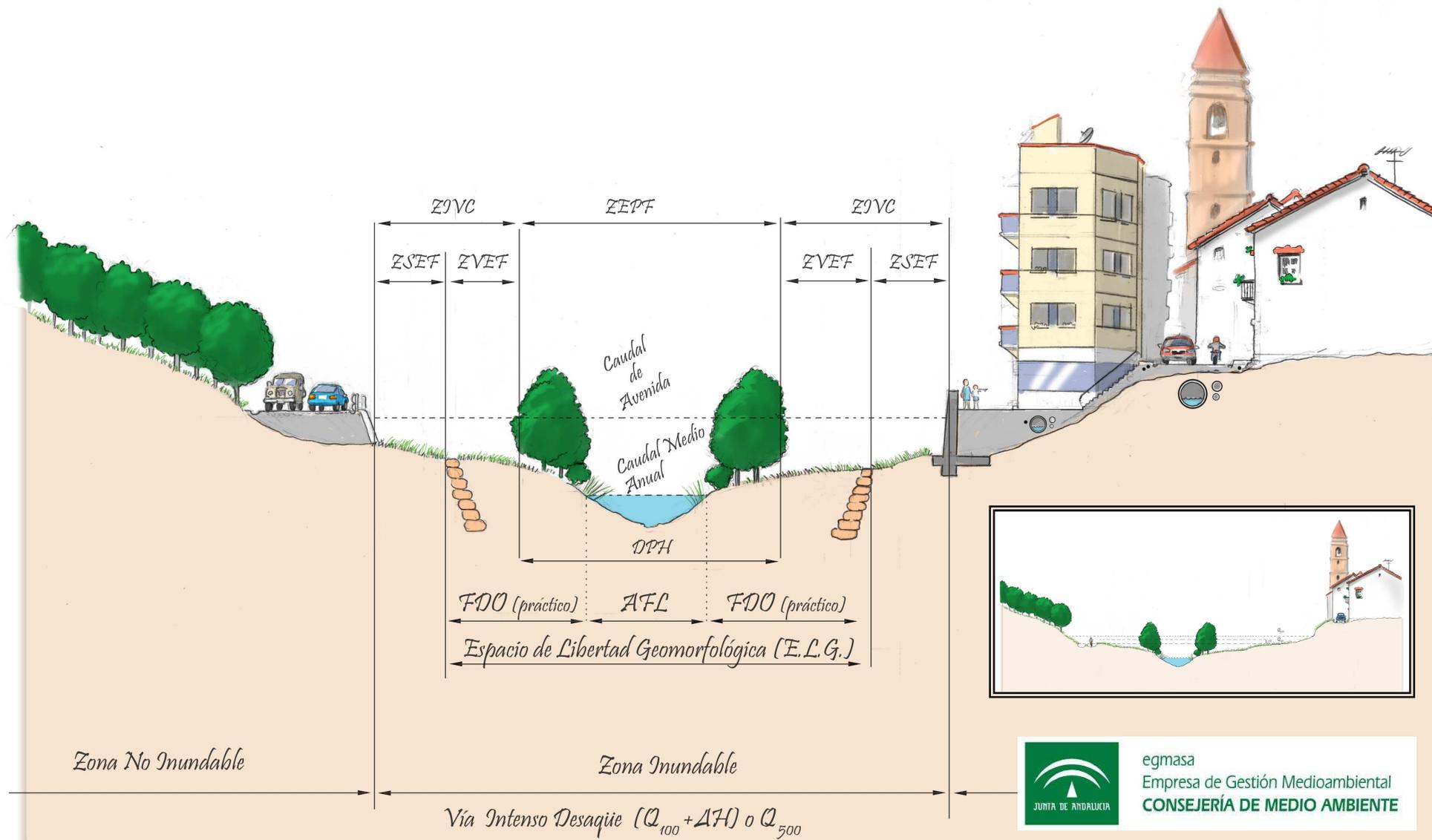


PRESCRIPCIONES Y PROPUESTAS A INCLUIR EN LOS PLIEGOS DE RESTAURACIÓN DE RÍOS



- **Prescripción: herramienta para técnicos** (planificación, proyecto, construcción, consultor ambiental, evaluador de EsIA, etc., ...) **implantada por la administración** y elaborada bajo las **directrices de expertos** (similar a las normas técnicas de diseño o construcción).

ECODUCTO FICHA 1

Especies de referencia

- Ungulados, grandes carnívoros.

Otros grupos que pueden utilizarlo

- El resto de mamíferos, reptiles e invertebrados.
- Poco adecuado para anfibios debido a la aridez de su superficie en muchos periodos.
- Puede orientar el vuelo de murciélagos y aves.

Uso de la estructura

- Exclusivo para la fauna.

Características y prescripciones básicas

- Los ecoductos son pasos superiores a las infraestructuras que, gracias a sus grandes dimensiones, permiten una óptima integración en el entorno, dando continuidad a la cobertura vegetal y a los habitats situados a ambos lados de la infraestructura.
- Para garantizar la funcionalidad del ecoducto deberá ubicarse en los sectores de desplazamiento habitual de fauna y en zonas con baja perturbación derivada de la actividad humana.
- Para facilitar el paso del mayor número posible de especies de fauna se realizará una revegetación de la superficie del ecoducto de composición similar a la vegetación de los habitats adyacentes. Para ello deberá disponerse sobre la base de la estructura una capa de tierra vegetal (a ser posible procedente de la misma zona de actuación) con un grosor adecuado para permitir una adecuada restauración de habitats.
- Es importante reducir las molestias a los animales causadas por la vibración de las luces y el ruido de los vehículos que circulan por la infraestructura. Con esta finalidad, en los márgenes laterales de la estructura se adecuarán motas de tierra y se realizarán plantaciones densas de arbustos que constituyan pantallas vegetales.
- Un correcto drenaje de la superficie del ecoducto, con ligera pendiente (2-3%) desde el eje longitudinal central hacia los márgenes, así como la aplicación de una capa de material alisante que proteja la base de la estructura, son aspectos básicos para garantizar su durabilidad.

Dimensiones

- Anchura mínima: 80 m.
- Altura mínima de la mota de tierra en los laterales de la estructura: 1 m.



Fuente: fotografía Sligo.com en Pinterest

Tipologías constructivas

- Falso túnel, bóveda y otras tipologías utilizadas para la construcción de puentes. El diseño en forma de abanico (Figura 1.2, C), amplía las posibilidades de que los animales localicen las entradas del paso, aunque tienen un coste de construcción superior al de las estructuras rectangulares (Figura 1.2, A).

Acondicionamientos

Revegetación de la superficie del ecoducto

- El diseño de las plantaciones en la superficie del ecoducto deberá ser heterogéneo, combinando los espacios abiertos de los sectores centrales, en los que se plantará sólo vegetación herbácea, con franjas longitudinales de árboles y arbustos, más densas en los sectores próximos a los márgenes laterales de la estructura.
- Para la revegetación se utilizarán exclusivamente especies autóctonas y características de los habitats que se pretenden conectar, seleccionando las que muestren mayor capacidad de adaptación a las condiciones de la superficie del ecoducto, que en algunos periodos pueden ser muy áridas.
- Siempre que sea posible, se utilizarán ejemplares de árboles y arbustos existentes en la zona antes de la construcción de la estructura. Las tierras adyacentes también de esta zona o de los terrenos adyacentes, para aprovechar el banco de semillas.

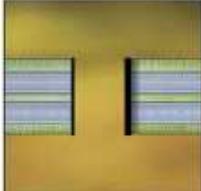
Pantallas y cerramiento perimetral

- Se instalará cerramiento perimetral en los márgenes externos del ecoducto, que tendrá continuidad con el cerramiento perimetral de la vía.

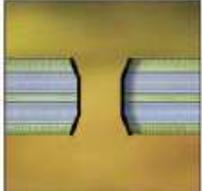
ECODUCTO FICHA 1



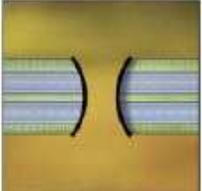
Figura 1.1 – Esquema general de un ecoducto.



A



B



C

Figura 1.2 – Alternativas de planta para el diseño de los ecoductos.



Figura 1.3 – Bóvedas que permitieron la construcción del ecoducto con la vía en funcionamiento. Foto: H. Bekkat



Figura 1.4 – Un falso túnel constituye una oportunidad para establecer un ecoducto, pero debe restaurarse adecuadamente su superficie. Foto: M. Pey.

ENFOQUE UNIDIRECCIONAL (1-2 COMPONENTES)

RÍO (componentes)

- **Hidrológica** (caudales determinados por el clima y los usos en la cuenca)
- **Hidráulica (sólo la visión socioeconómica)**
- **Hidromorfológica**
- **Ecológica**
- **Social (riesgo hidrológico)**
- **Económico (recurso)**

1º DIVISIÓN

Agua

Energía

Transporte

Saneamiento

2º DIVISIÓN

Pesquero

Turismo

Recreativo

Paisajístico



SISTEMA CAPITALISTA (CARACTERÍSTICAS-DEFICIENCIAS)

1. RECURSOS ILIMITADOS

AGUA: RECURSO NATURAL (EXPLORADO AL MÁXIMO)

- RENOVABLE
- APORTACIÓN ANUAL VARIABLE (MARGEN DE INCIERTIDUMBRE)
- LIMITADO

2. EXTERNALIZACIÓN DE COSTES

(ECONOMÍA AMBIENTAL-SOCIAL)

El deterioro de los ríos repercute en:

EL ESTADO

* INCREMENTO DEL GASTO PÚBLICO

LA SOCIEDAD

* PERDIDA DE CALIDAD AMBIENTAL

* INCREMENTO DEL RIESGO HIDROLÓGICO

USUARIOS:

* CONFLICTOS (AGRICULTORES-PESCADORES,
PUERTO DE SEVILLA-ARROCEROS,...)



¿Cómo se remedian las deficiencias del sistema económico?

- **DEPURACIÓN DE VERTIDOS** (sólo mejora las condiciones F-Q)
 Internalización de los costes: **identificación del culpable, multa < coste de depuración**
- **EsIA:** Evalúa los impactos sobre el medio ambiente (DIA= Positiva ó Negativa)

Daños		Evitar	———	Medidas preventivas	Declaración de Impacto Ambiental (DIA)
		Minimizar	———	Medidas correctoras	
		Compensar	———	Medidas compensatorias	(sobre la Red Natura 2000)
- **DESARROLLO SOSTENIBLE** Muy discutido. Programas y Planes. ¿Criterios?
 Internalización de los costes: **Mercado SOx en USA** y **de CO₂ (mundial - política)**
- **DIRECTIVA MARCO DEL AGUA (DMA)**
 Cuenca y litoral conforman una Unidad de gestión
 Usuario del recurso pagará el precio de construcción y gestión

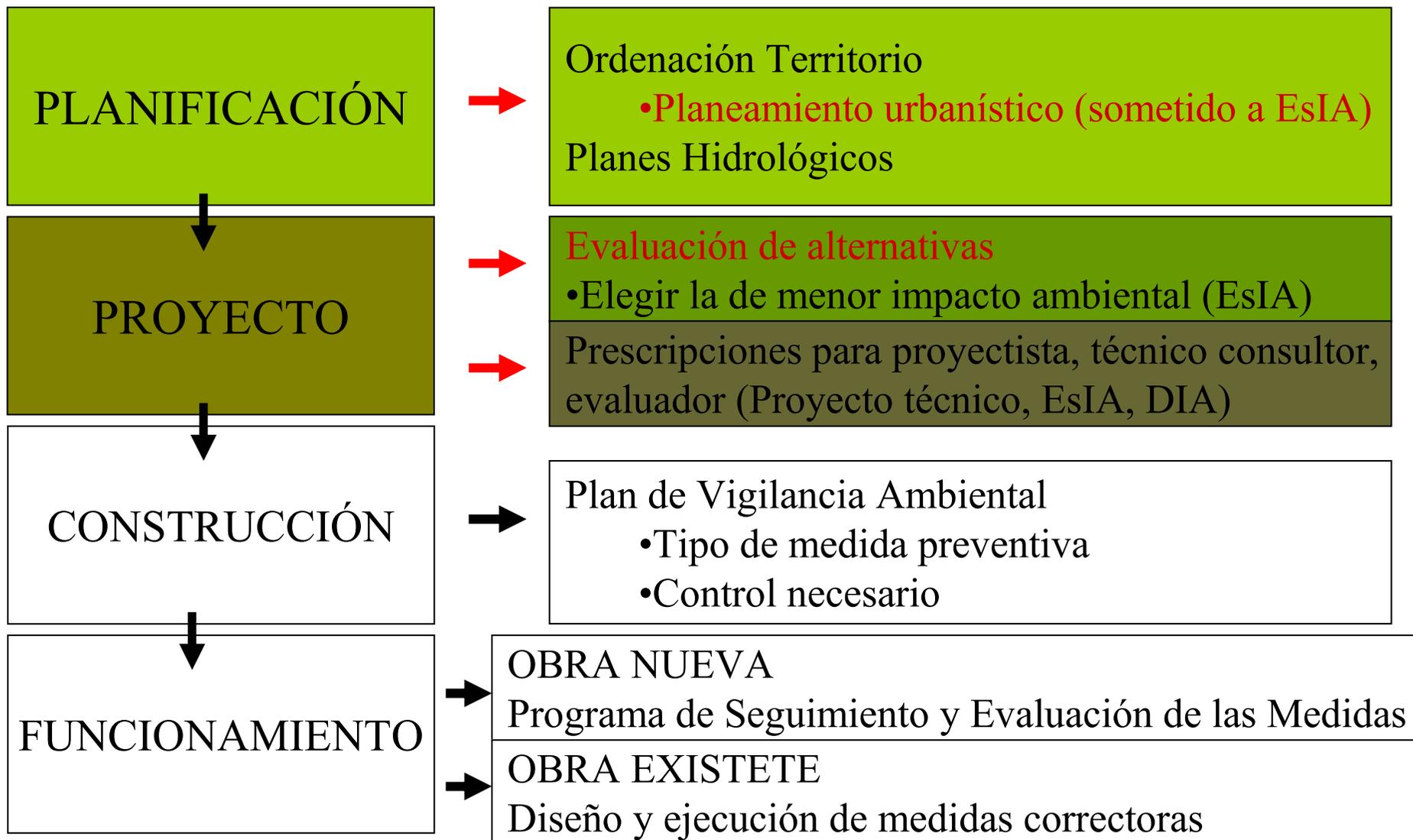
Internalización de los costes ambientales

Gestión **multifactorial** (evalúa todos los componentes)

No permite la degradación de los ríos

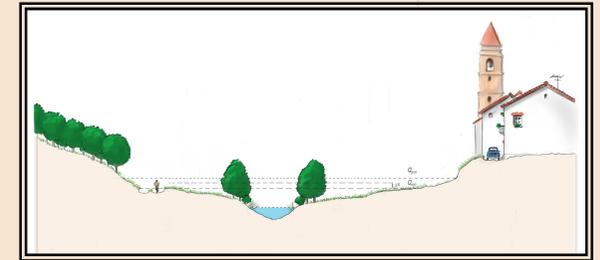
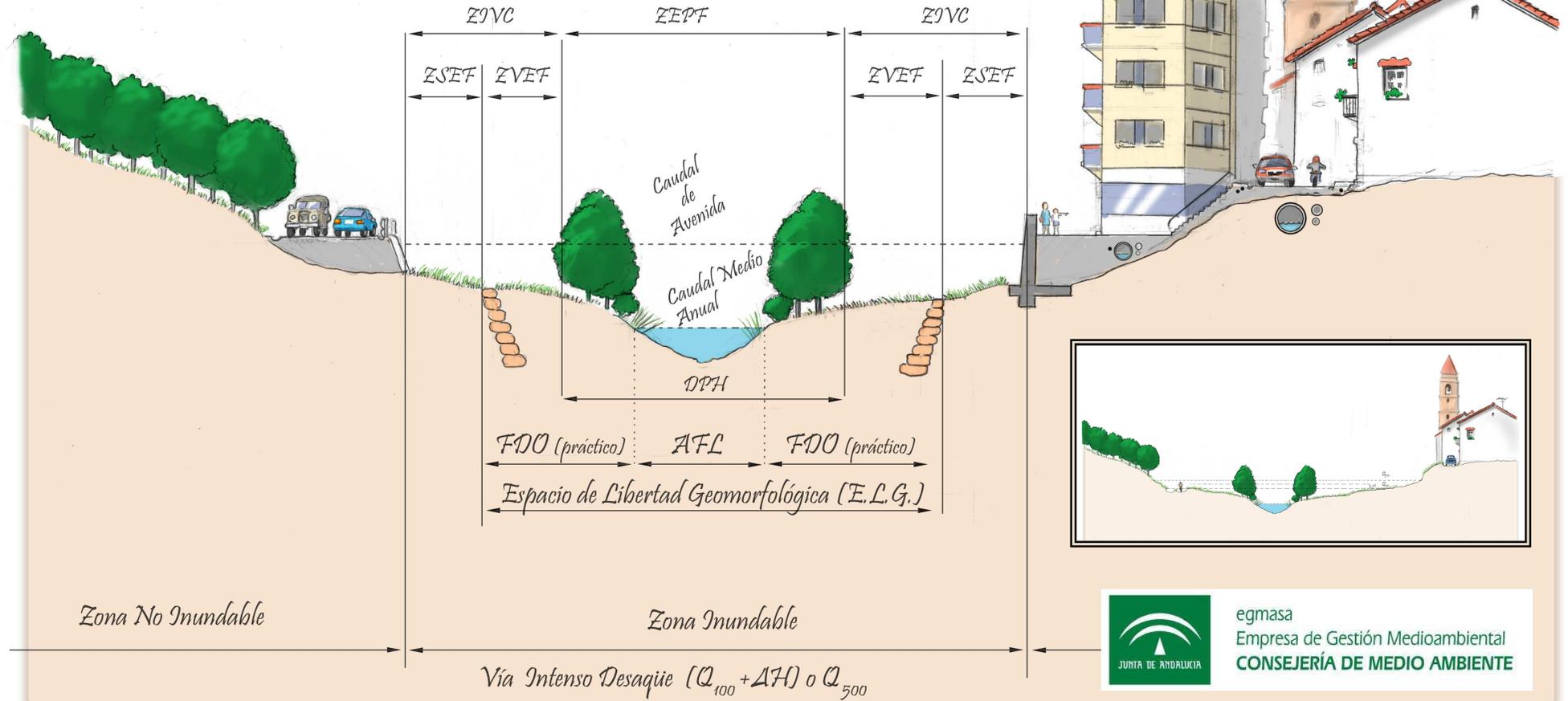
Objetivo: **Buen Estado Ecológico**
- **GESTIÓN MULTISECTORIAL (Administraciones)** 

ESCALA DE TRABAJO



ANÁLISIS DE CASOS

- Aumento de la sección
- Ley GICA (AAU)
- Encauzamiento
- Azudes y obras de paso
- Embovedado
- Reforestación



Arroyo Naveros Pedanía de Naveros Término Municipal de Vejer



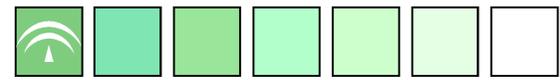
Inundación del núcleo urbano Aumento de la sección del cauce

Image © 2010 DigitalGlobe

© 2010 Tele Atlas

© 2007 Google

Punto: Escala: Secuencia: 100% Alt. ojo: 409 m



Características:

Tramo “urbano”. Poblado de Naveros

- Longitud 1.230 m.
 - 200 m aguas arriba de la carretera
 - 1000 m aguas abajo de la carretera
- Se centra aguas abajo (régimen hidráulico lento)





ARROYO ANTES DE LA ACTUACIÓN
¿ESTADO ECOLÓGICO SEGÚN LA DMA?



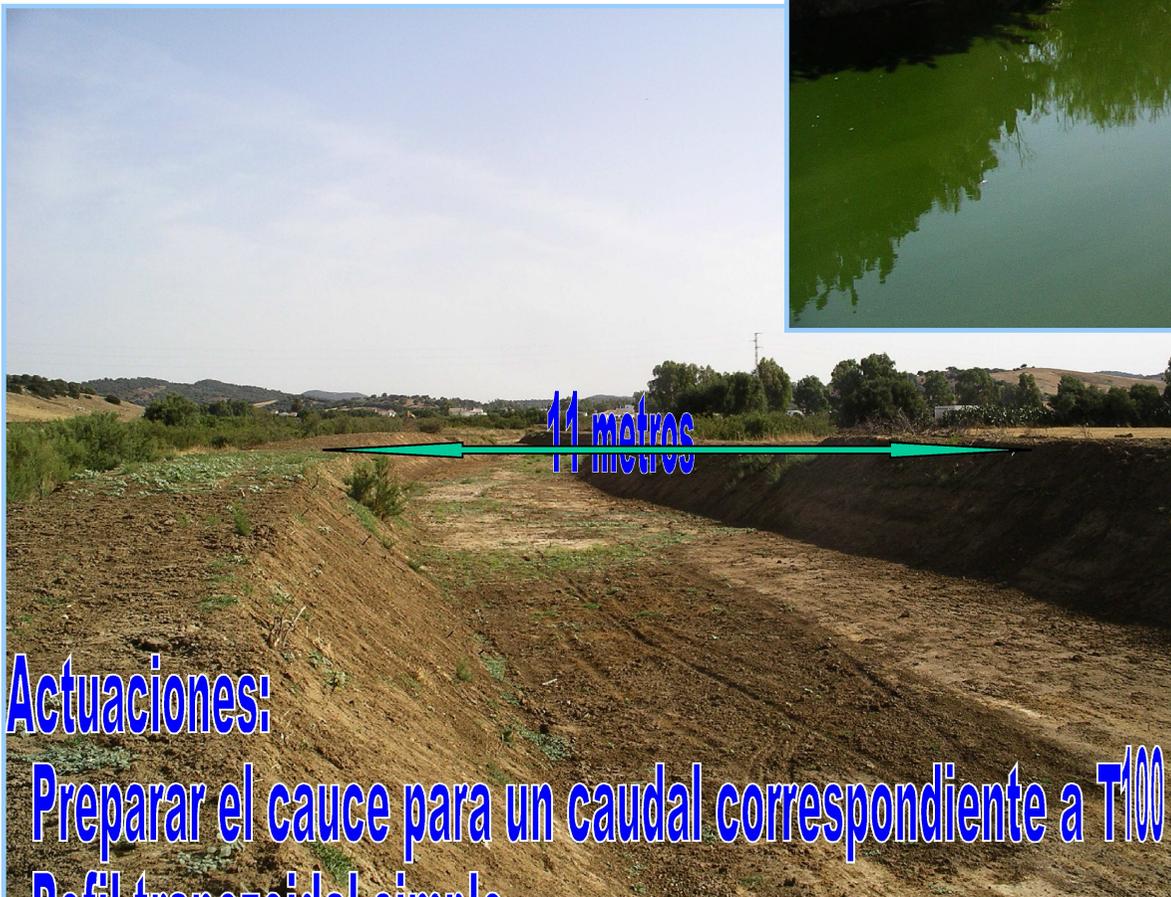
INFORME AMBIENTAL FAVORABLE

MEDIDAS CORRECTORAS:

- Conservar la vegetación que sea posible
- Revegetar taludes



Talud
1H/4V (proyecto)
1H/1V (real)



11 metros

Actuaciones:

Preparar el cauce para un caudal correspondiente a T¹⁰⁰

Perfil trapezoidal simple

ARROYO DESPUÉS DE LA ACTUACIÓN

T₂ → Q=6.456 m³/s

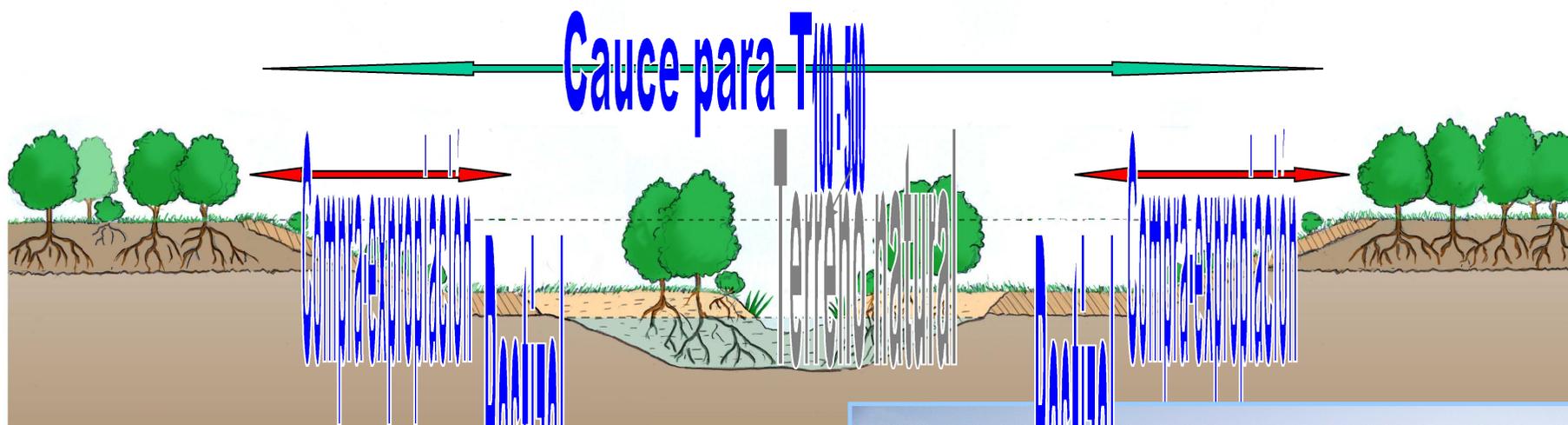
T₁₀₀ → Q=58.767 m³/s

¿ESTADO ECOLÓGICO SEGUN LA DMA?



Prescripciones para proyectista, técnico consultor, evaluador (Proyecto técnico, EsIA, DIA)

Prescripción para DIA favorable



Hidráulica

- Régimen hidráulico lento (afecta aguas arriba)
- Pueblo aguas arriba de la carretera

Hidromorfología

- Cauce ordinario

Socioeconómico

- Pastizales y cultivos herbáceos



Hidráulica (comportamiento)

- El ensanche ha funcionado aguas abajo de la carretera
- El pueblo (aguas arriba) se ha librado "por los pelos"
- La deficiencia está en la carretera. En el marco



Geomorfología (corto plazo)

- Taludes erosionados
- Suelo arcillosos (vértico). Talud 1:1 se cae por la saturación del suelo
- Escollera caída en la zona de turbulencia



PROYECTO DE RESTAURACIÓN

Río Murtigas (C. H. Guadiana)

PN Sierra de Aracena y Picos de Aroche

Documento de partida

- 15 Fichas (azudes)
- Objetivo: mejora y restauración de los 15 azudes por su valor ecológico (peces, avifauna, mamíferos)
- Especies amenazadas:
 - Jarabugo (*Anaocypris hispanica*): “Especial interés”
 - Cacho (*Leuciscus pyrenaicus Günther*): “Vulnerable”.

Consideraciones expuestas sobre los azudes

- Efecto barrera
- Cambio geomorfológico



DIQUE DE LA JUSTICIA II

LOCALIZACIÓN:

T.M. de Cumbres de San Bartolomé, situado al norte de la Casa de Puerto Bermejo.

ACCESO:

Carretera H-211 dirección Encinasola, PK-10, pasado el barranco, desvío a la izquierda y sobre el camino recorrer unos 500 metros a través del cortijo El Establo hasta la rivera.

A partir de este punto se continuará a pie paralelo al río unos 600 metros hasta el dique



VALORES ECOLÓGICOS:

A destacar, entre las poblaciones más representativas:

Peces:

- Jarabugo (*Anaecypris hispanica*)
- Cachuelo (*Leuciscus cephalus pyrenaicus*)
- Calandino (*Tropidophoxinellus alburnoides*)
- Boga del Guadina (*Chondostroma polylepis*)
- Barbos (*Barbus* sp) Existen al menos dos especies de Barbo. *Barbus microlephalus*, y otra podría ser *Barbus Comiza* o *Barbus Sclateri*, o tal vez ambos.
- Colmilleja (*Cobitis maroccana*)
- Carpa (*Cyprinus carpio*).
- Introducido
- Pez sol (*Lepomis gibbosus*). Introducido.

Aves:

- Cigüeña negra (*Ciconia nigra*)
- Garza real (*Ardea cinerea*)
- Cormorán grande (*Phalacrocorax carbo*)
- Martín pescador (*Alcedo atthis*)

Mamíferos:

- Gato montés (*Felis silvestris*)
- Nutria (*Lutra lutra*)
- Tejón (*Meles meles*)

ESTADO ACTUAL:

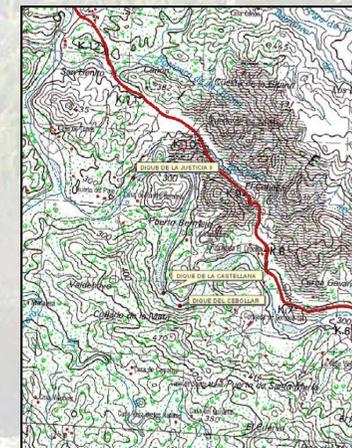
Dique de gran capacidad, se encuentra en buen estado, tiene unos 25 m entre estribos y un 1,5 metro de altura aproximadamente. En su cola existe un tramo por el que pierde agua en uno de sus márgenes, desviándose parte del caudal y produciendo un efecto de by-pass sobre el dique.

Está construido en mampostería y su coronación está reforzada con hormigón. No se encuentra muy colmatado.

ACTUACIONES RECOMENDADAS:

Reconstrucción del margen en su cola mediante aporte de material, recuperando el cauce original.

DIQUE DE LA JUSTICIA II



LOCALIZACIÓN



ACCESO

- Recorrido con vehículo
- - - Recorrido a pie
- Carretera

Propuesto a la C.H. Guadiana el 06/07/2009

Azudes:

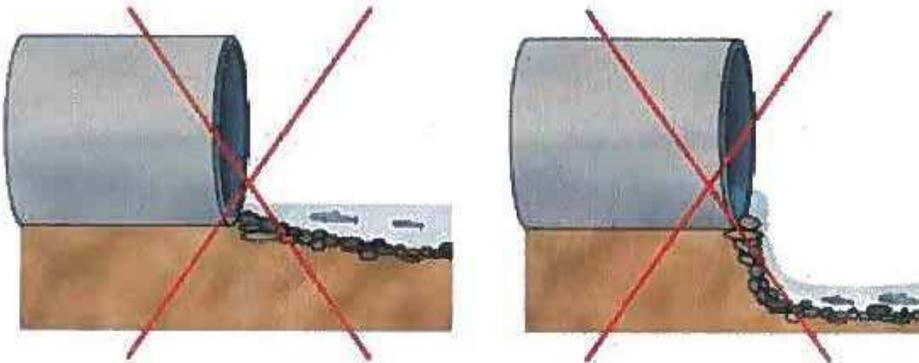
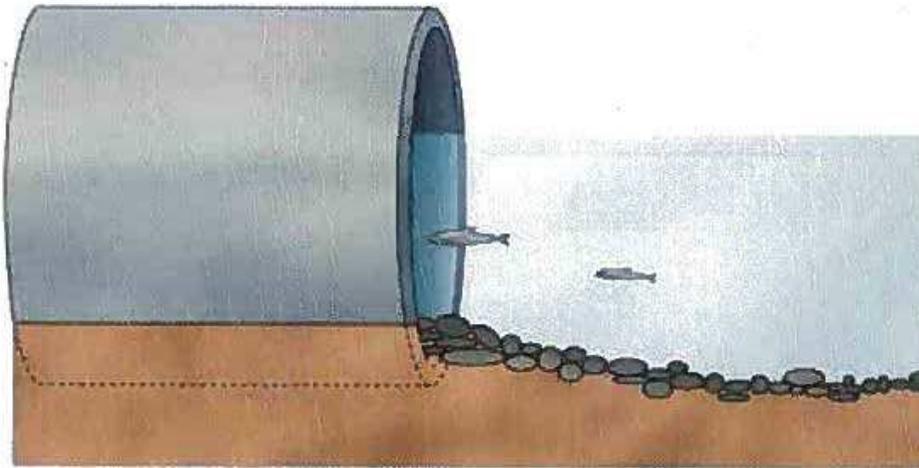
- **No restaurar** los azudes rotos.
- **Acondicionar** los azudes funcionales o catalogados como Bien de Interés Cultural (BIC) para garantizar el movimiento de la fauna piscícola.
- **Demoler** aquellos azudes los que no sean funcionales ni BIC. Su destrucción sería parcial para respetar la cuña de sedimento y evitar su movilización.

No hay respuesta



INTERFERENCIAS CON LA GEOMORFOLOGÍA

Obras de paso

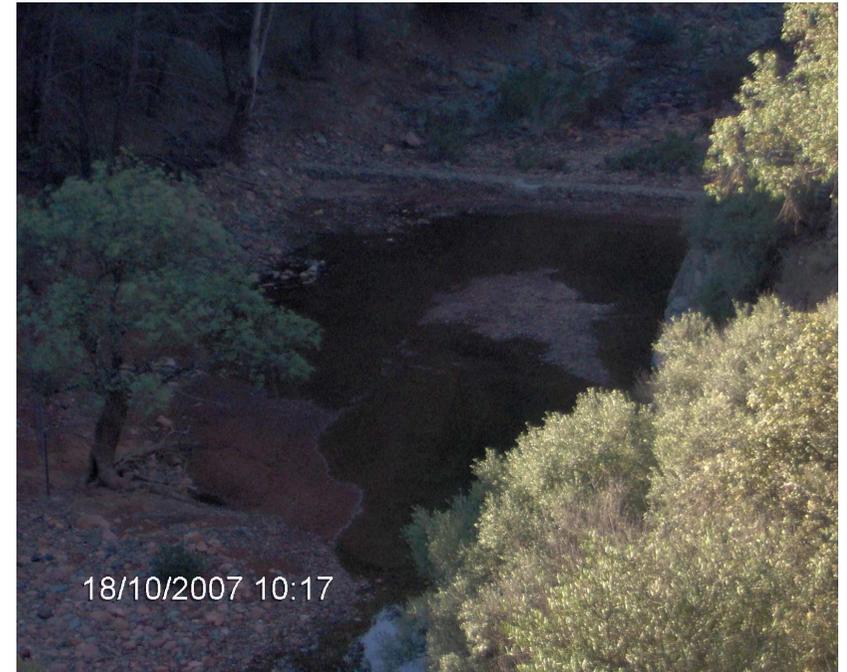


$Q = \downarrow \text{Sección} \times \uparrow \text{Velocidad}$

Genera erosión aguas abajo → Efecto barrera

Azudes en Córdoba

Objetivo: recrear pozas para los peces



Azud = Dique forestal

Medio plazo: colmatación de la poza (efecto contrario)



Encauzamiento deficiente:

- Ausencia de mantenimiento
- Imposibilidad de acceso en determinadas zonas
- Obras de paso (tapón)

T.M Badalejos (Cádiz)



Solución:

- Embovedado en el núcleo urbano y proximidades
- Encauzamiento y ajardinamiento fuera del núcleo urbano
- Trampa de sedimento



¿Cómo hemos llegado a esta situación?

- ¿Diseño sin tener en cuenta el mantenimiento?
- ¿Obras de paso añadidas sin criterio hidrológico-hidráulico?
- ¿Falta de policía fluvial?
- Rechazo del arroyo por la población (insalubre, desagradable)

Incremento del gasto público

Costo de la obra 318.724,91 € (PEM)

¿Alternativas?

Evaluación de alternativas

- Elegir la de menor impacto ambiental (EsIA)

- Trampa de sedimento + Obras de paso + limpieza
- Desvío del arroyo y creación de paseo fluvial

Costo de suelo (Agencia Catalana del Agua):

- Expropiación Suelo Urbano/Industrial 7,60 €/m²
- Expropiación Suelo Rústico 2,0 €/m²
- Expropiación minicentral 320 €/kW



Rincón de la Victoria

- Cuenca con dinámica torrencial
- Conurbanización del litoral
- Embovedado del final de la cuenca y urbanización del tramo medio y alto (cambio de NC+terraplenes “escombreras”)



Arroyo Cabrahigos
Pedanía de Cantarranas
Término Municipal de Vejer

Inundación del núcleo urbano
Encauzamiento



Image © 2010 DigitalGlobe

© 2010 Tele Atlas

© 2007 Google™

Puntero 36°18'47.43" N 5°53'09.50" O elev. 36 m

Secuencia ||||| 100%

Alt. ojo 692 m



Características:

Tramo "urbano". Poblado de Cantarranas

Longitud 216 m. Entre C-343 y Badén



Degradación (causas):

- Ausencia de ordenación urbanística
- Ausencia de sentencia ejemplarizante (ocupación de viario público)



Actuaciones:

- Limpieza de cauce
- Incremento de la sección de 5 a 7 metros
- Muro de mampostería hidráulica (altura vista 1 m)
- Caudal de diseño T_{500}



Integración arroyo-municipio

Planeamiento, catastro, diseño atractivo,...

Hidrogeomorfología

Cauce ordinario

Ecología

Arbolado controla helófitos

Hidráulica

$Q_{\text{entrada}} \gg Q_{\text{salida}}$ (integración - administraciones)

Prescripciones para proyectista, técnico consultor, evaluador (Proyecto técnico, EsIA, DIA)



Conservación y limpieza del arroyo Salado

Ley GICA: Autorización Ambiental Unificada (AAU)

- Flora y fauna protegida

Actuaciones:

- **Aumento de la sección (“caja del cauce”)**
- Eliminar helófitos y respetar los tarajes que se puedan
- Limpiar basuras y reforestar





TEMPORAL. Se volverá a colonizar por helófitos

- Disminución de la altura de la lámina de agua
- Toda la sección

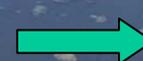


Evaluación de alternativas

- Elegir la de menor impacto ambiental (EsIA)

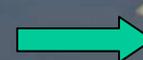
Aguas residuales

- Régimen hídrico invertido
- Nutrientes



Filtro verde
(biomasa)

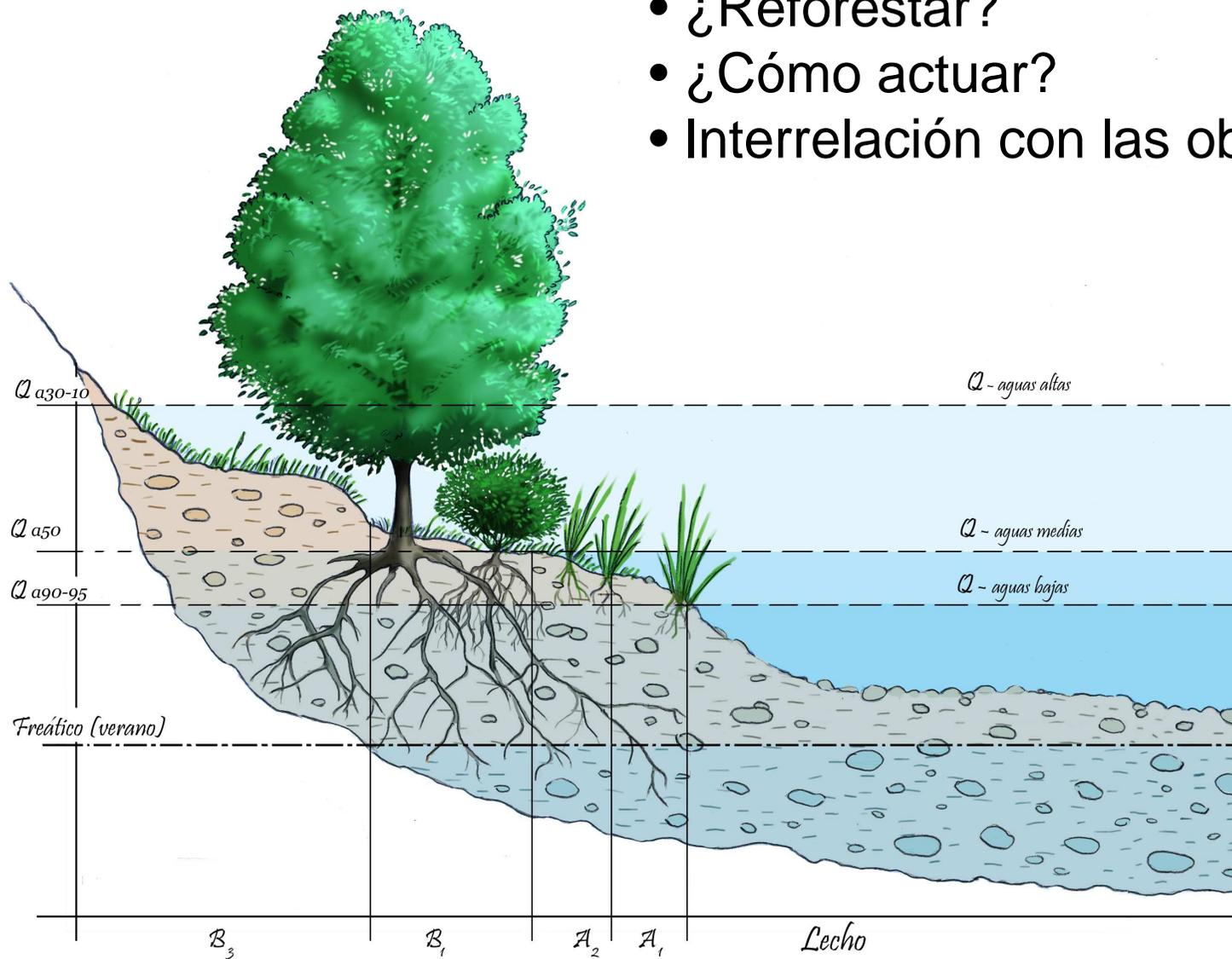
Helófitos (falta de sombreado)



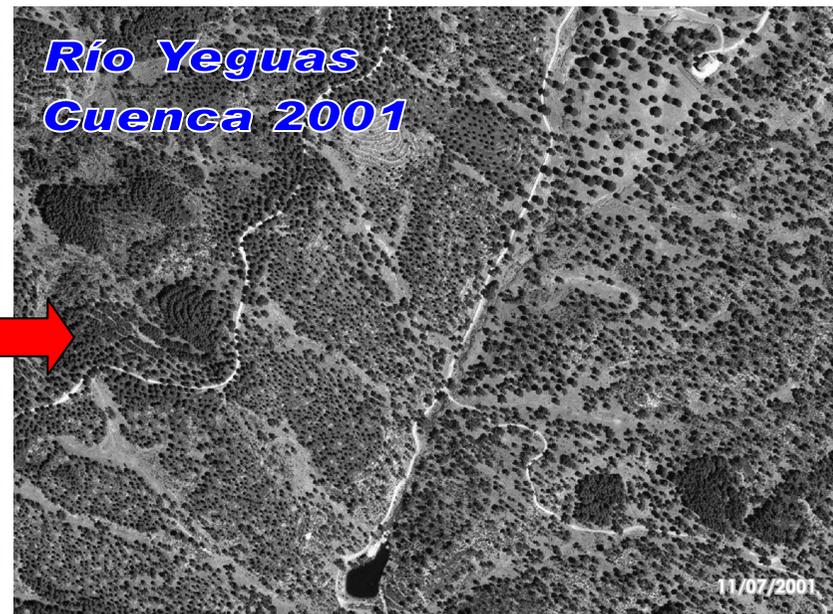
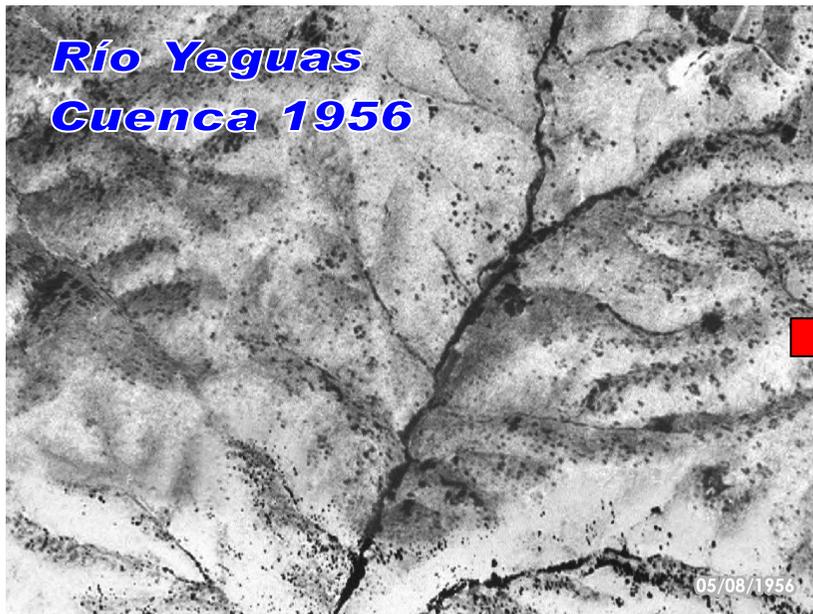
Reforestación

RIBERAS

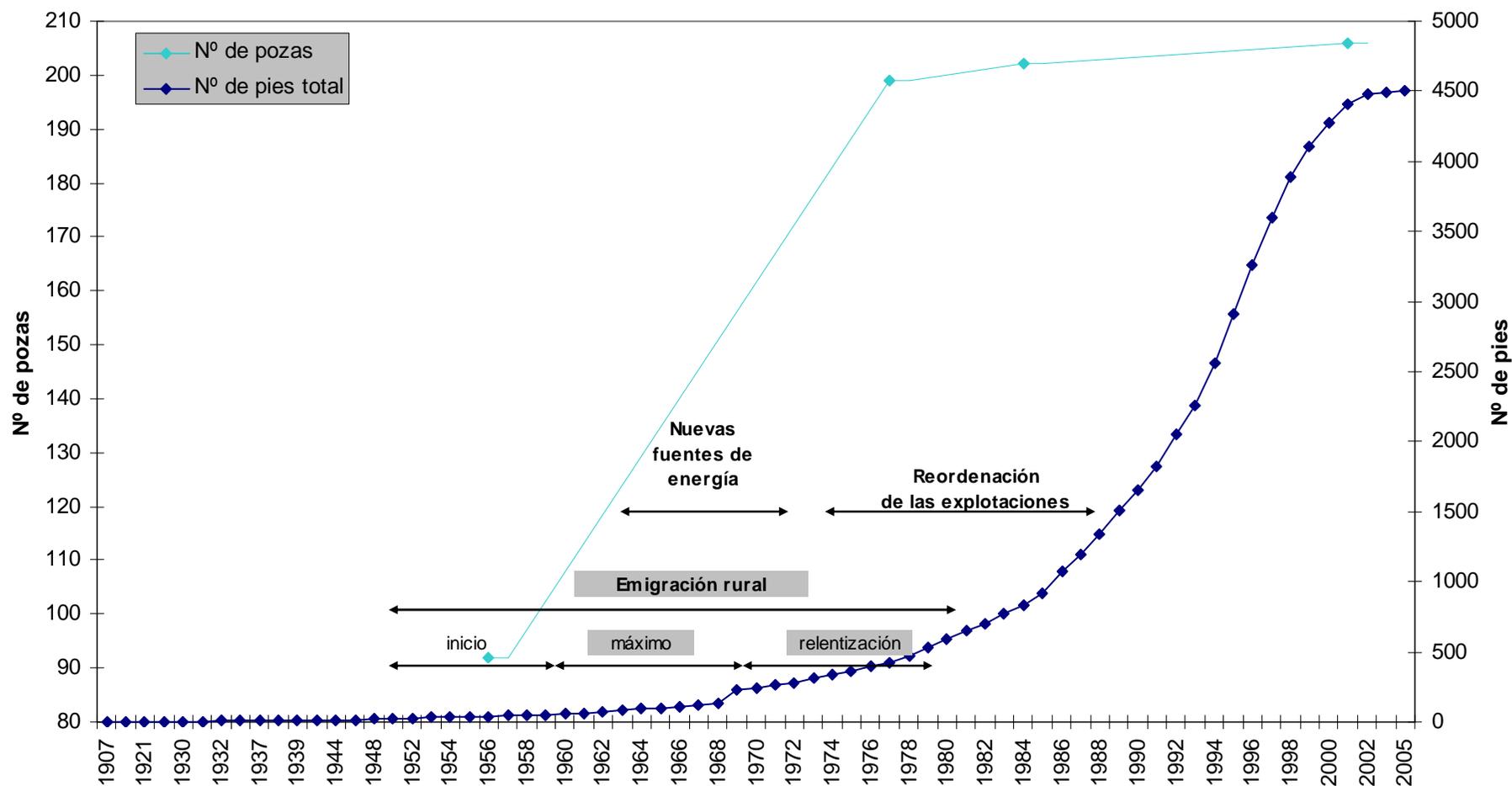
- ¿Reforestar?
- ¿Cómo actuar?
- Interrelación con las obras hidráulicas



Capacidad de autoregeneración F. perturbación-Planta madre



Cambios socioeconómico y modificaciones en el río y la ribera



Capacidad de autoregeneración → Tramos forestales

- Factores de perturbación (cese)
- Existencia de “plantas madres”

- Presión por herbívoros
- Especies alóctonas

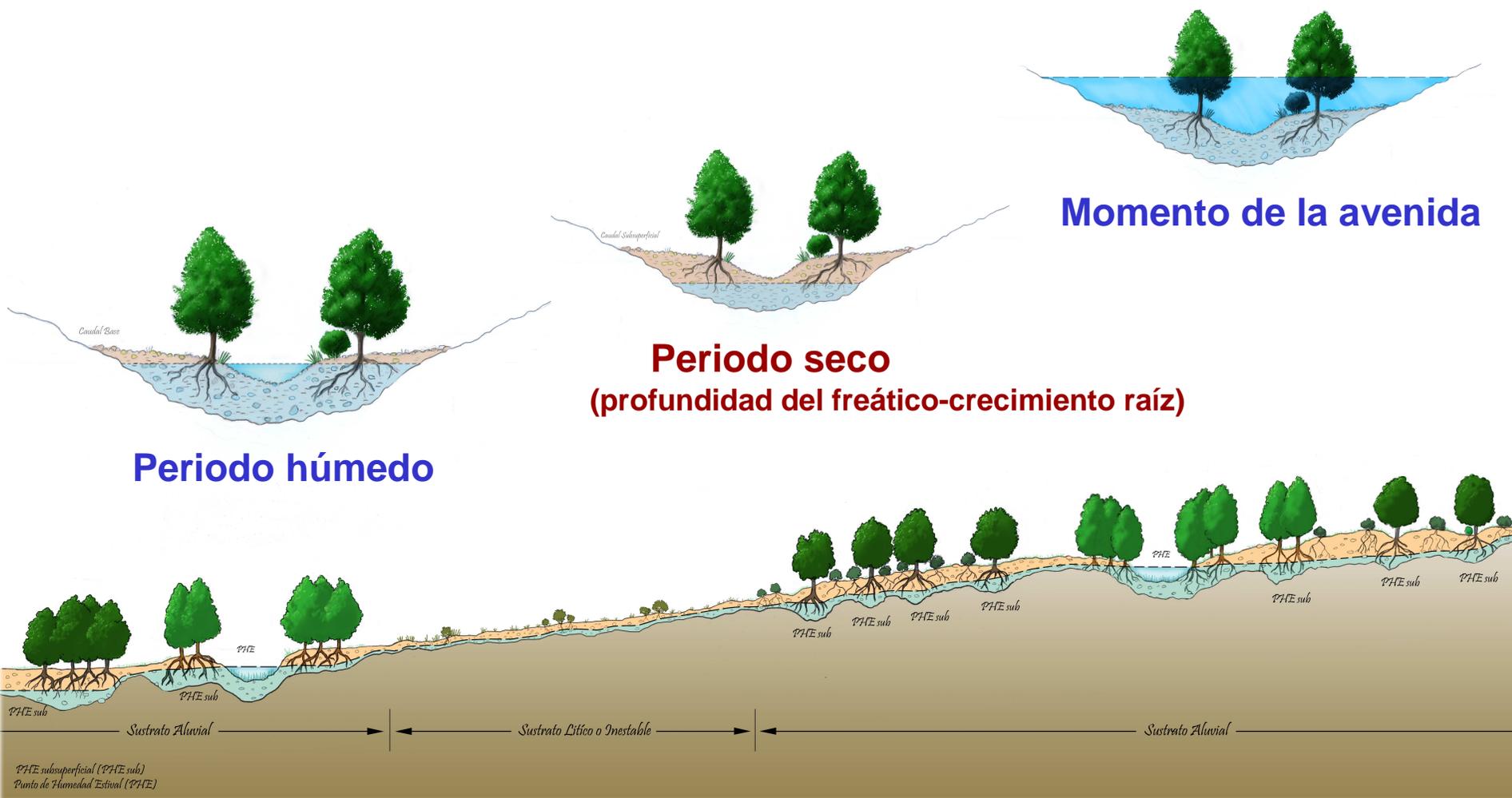
Capacidad de autoregeneración → Tramos agrícolas

- ¿Hay vegetación que aporte material reproductor “Planta madre”?
- ¿Cuánto tiempo es necesario?
- Necesidad de solventar el problema rápidamente



Reforestación de la ribera (ríos con cauce natural)

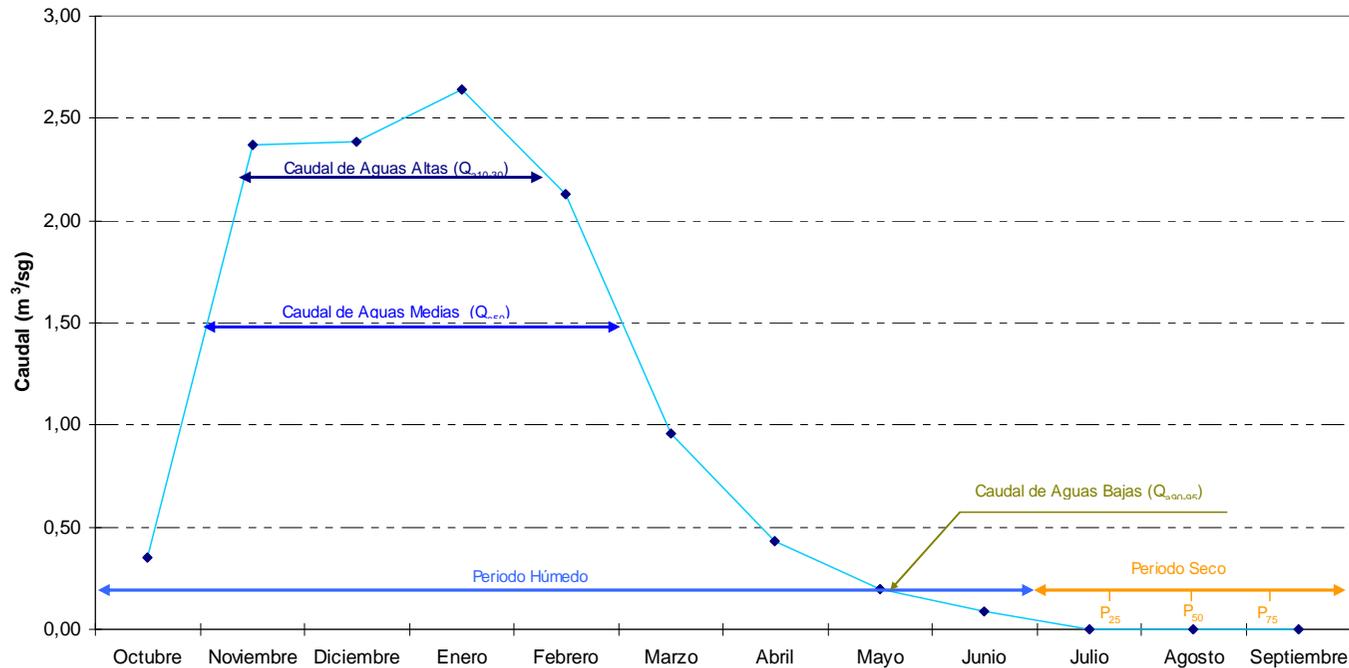
- **Fracaso generalizado**
- **Alto porcentaje de marras** en ríos temporales



RELACIÓN CAUDAL - CAUCE

Caudal de aguas medias (vegetación)
 Cauce efectivo (geomorfológico)
 Cauce avenida (socioeconómico)

→ Caudal medio anual 50 (Q_{a50})
 → Caudal correspondiente a $T_2 - T_7$
 → Caudal correspondiente a $T_{100} - T_{500}$



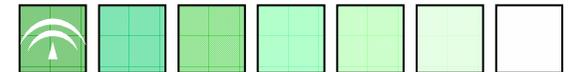
Nota: El gráfico no es del arroyo Naveo. En éste son menores

Proyecto arroyo Naveros (Aumento de sección para T_{100})

Q_{efectivo} y Q_{a50} (no están descritos en el proyecto ni en el EsIA) → PRESCRIPCIÓN

T_2 → $Q=6.456 \text{ m}^3/\text{s}$

T_{100} → $Q=58.767 \text{ m}^3/\text{s}$



Reforestación de la ribera (ríos con cauce de avenida)

- Desconexión del freático
- Desconexión del aluvial (flujo subsuperficial - hiporreico)
- Imposibilidad de regeneración natural de los taludes (crecida-época-freático).
- La regeneración natural se produce dentro del lecho
“n” Manning (cauce sin vegetación de ribera)



Limpieza obligada de por vida



Incremento del gasto público



Imposibilidad de naturalización



Reforestación de la ribera (ríos desviados)

- Garantizar el flujo subsuperficial-hiporreico
- Sustrato apto para el asentamiento de la vegetación

