



***TÉCNICAS DE BIOINGENIERÍA EN LA
RESTAURACIÓN DE RÍOS Y RIBERAS.
Aplicación a puntos seleccionados del tramo
medio del Jarama***

Daniel Otero Cabeza de Vaca

Curso de Obras Hidráulicas en el Ámbito Forestal

Madrid 22 de octubre de 2004

BENEFICIOS DE LOS ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS SALUDABLES

- *Uso directo de aguas superficiales y subterráneas*
- *Productos de los ecosistemas saludables de agua dulce*
- *Servicios prestados por los ecosistemas saludables de agua dulce*

INTRODUCCIÓN

El funcionamiento en condiciones naturales de un ecosistema dulceacuícola supone el cumplimiento simultáneo de tres parámetros (*Nielsen, 1995*):

- Agua limpia, oxigenada y con nivel de sólidos en suspensión en cantidades naturales.
- Agua en cantidad suficiente para los procesos biológicos
- Mayor variedad posible de hábitats diferentes

TÉCNICAS DE BIOINGENIERÍA

- Utilización combinada de obra civil y materiales naturales vivos, en este caso plantas ripícolas
- No pueden nunca sustituir completamente a las soluciones tradicionales de ingeniería hidráulica
- Mayor costo / Menor efectividad de control de aguas
- Menores costes medioambientales y beneficios indirectos por recuperación de hábitats naturales



Problemática general del tramo medio del Jarama

- Fuerte regulación del caudal.
- Invasión de las llanuras aluviales por parte de los agricultores.
- Obstrucción del cauce.
- Extracción de áridos.
- Baja calidad del agua.
- Zonas deprimidas económicamente.

OBJETIVOS (I)

1. Recuperación de una forma estable del cauce, en equilibrio dinámico con el régimen actual de caudales. Para ello se llevará a cabo:

- Establecimiento del espacio ripario.
- Creación de una llanura de inundación acorde al equilibrio hidrológico del río. Reducción de la pendiente de los taludes .
- Estabilización de taludes erosionados.

OBJETIVOS (II)

*2. Recuperación de los ecosistemas del río: ribera y cauce.
Esto implica:*

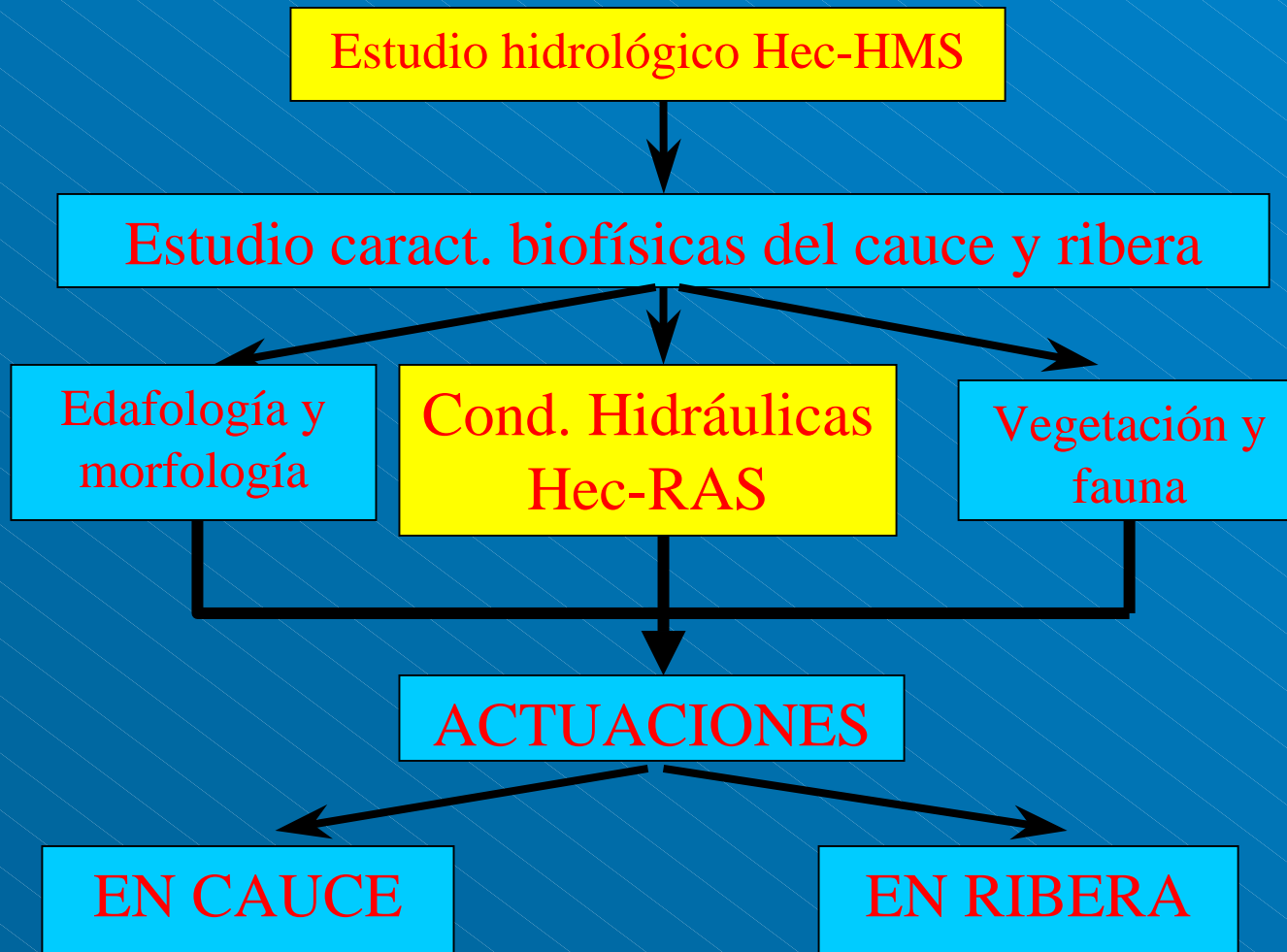
- Revegetación de las riberas en los puntos que sea necesario.
- Tratamientos selvícolas en la vegetación arbórea existente con el fin de mantenerla en buen estado sanitario y vegetativo.
- Limpieza del cauce y de las márgenes de escombros, basuras y restos de otras actividades humanas.
- Creación de condiciones en el cauce favorables para la instalación de fauna y flora acuática.

OBJETIVOS (III)

3. Creación de un espacio de esparcimiento y educación medioambiental.

- Adecuación de un camino en la margen izquierda que se usará como senda ecológica.
- Señalización y equipación de la senda ecológica.
- Creación de una zona de aparcamiento para dar servicio a los usuarios de la senda ecológica.

Metodología



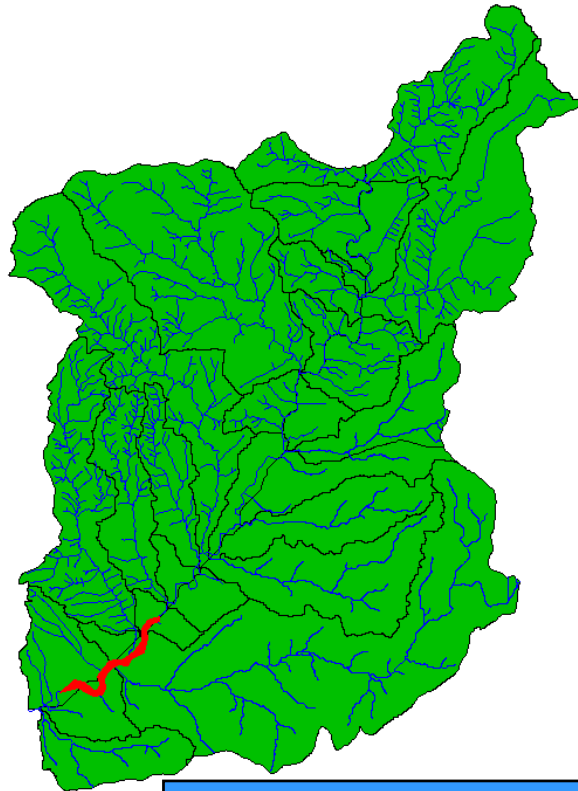
Cuenca media Jarama

Superficie:

23.627,5 ha

Desnivel:

450 m



Localización:

Valdepeñas de
la Sierra
(Guadalajara)

Tramo medio:

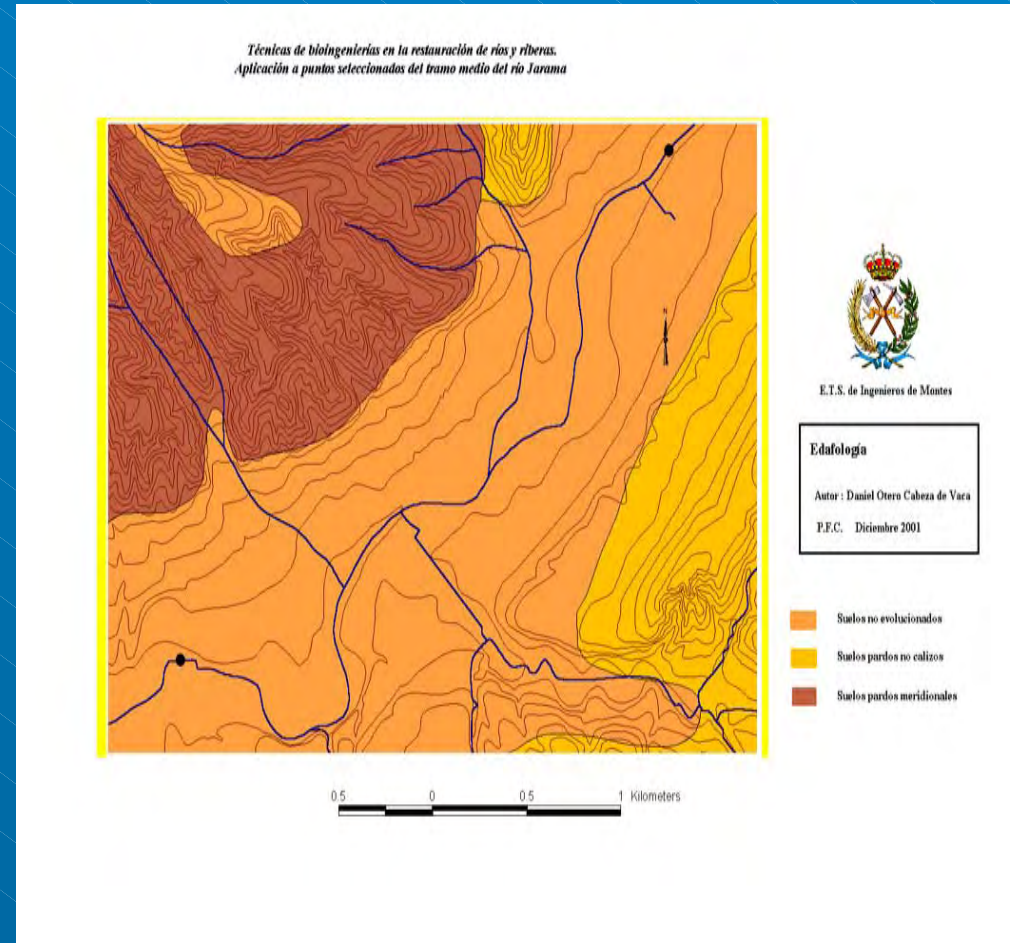
82 km

Tramo de estudio:

4.560 m

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO

- GEOLOGÍA:
Suelos del cuaternario, poco evolucionados, silíceos e incoherentes.
- Presencia de “rañas” en las zonas por las que discurren los afluentes.



Bandas de vegetación ripícola

- Aliseda sobre sustratos arenosos
- Fresneda mesotrofa
- Alameda de transición



FICHA DE SITUACIÓN

- Consiste en una ficha que se rellena para cada subtramo que diferenciemos según las características definidas en la ficha.
- Sirve para identificar zonas con problemas.

Subtramo ____.

Localización:

Margen:

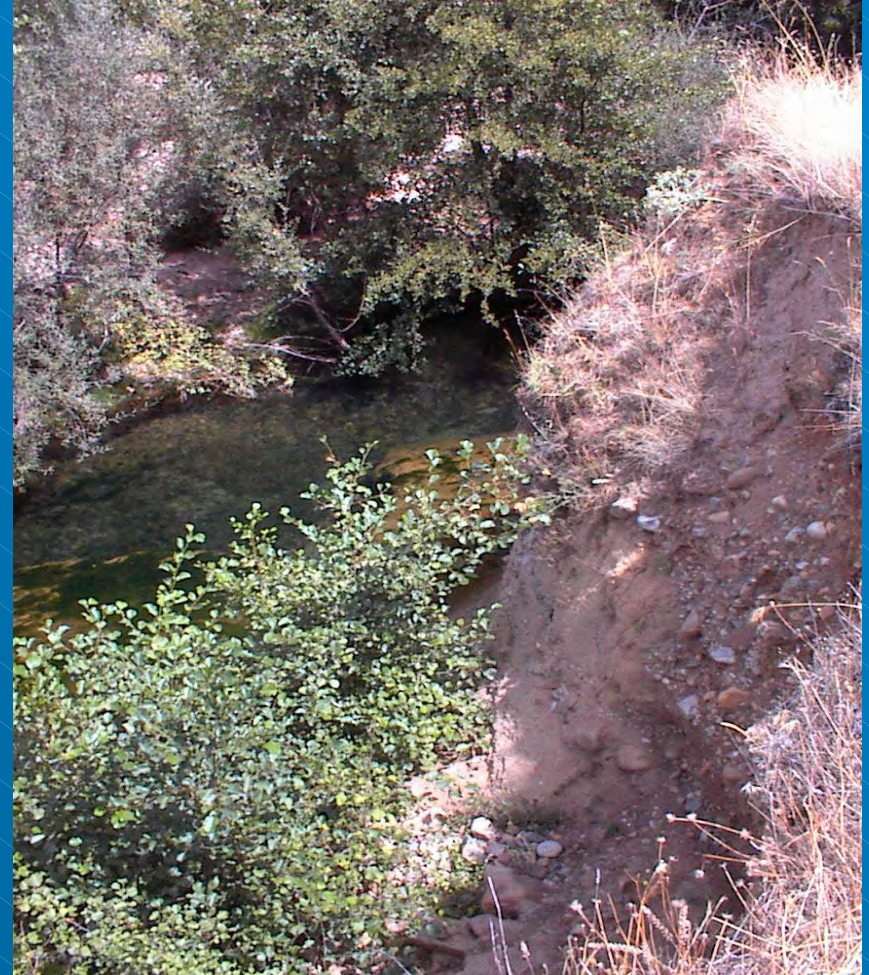
Estado actual:

- a) Vegetación.
- b) Cauce.
- c) Act. Antrópica.

Problemática (I)

Taludes inestables al pie.

- Disminución de sedimentos en el cauce.
- Conservación de suelo y de la vegetación de ribera.
- Mejora de las condiciones de hábitat de las especies animales.
- Mejora de la calidad de las aguas.



Problemática (II)

Elementos antrópicos en cauce

- Interconexión de las distintas partes del río
- Mejora de las condiciones de hábitat
- Mejora paisajística.



Problemática (III)

Graveras abandonadas

- Interconectividad
- Hábitats naturales
- Mejora estética
- Recuperación de zonas baldías



Problemática (IV)

Potencia excesiva de las gravas en superficie

- Dificultad de regeneración de la vegetación.
- Problemas de arrastre de sólidos
- Efecto “coraza”.



Problemática (V)

Desaparición del bosque de galería

- Hábitat de fauna.
- Arrastre de sólidos.
- Erosión.
- Pérdida de ecosistemas.

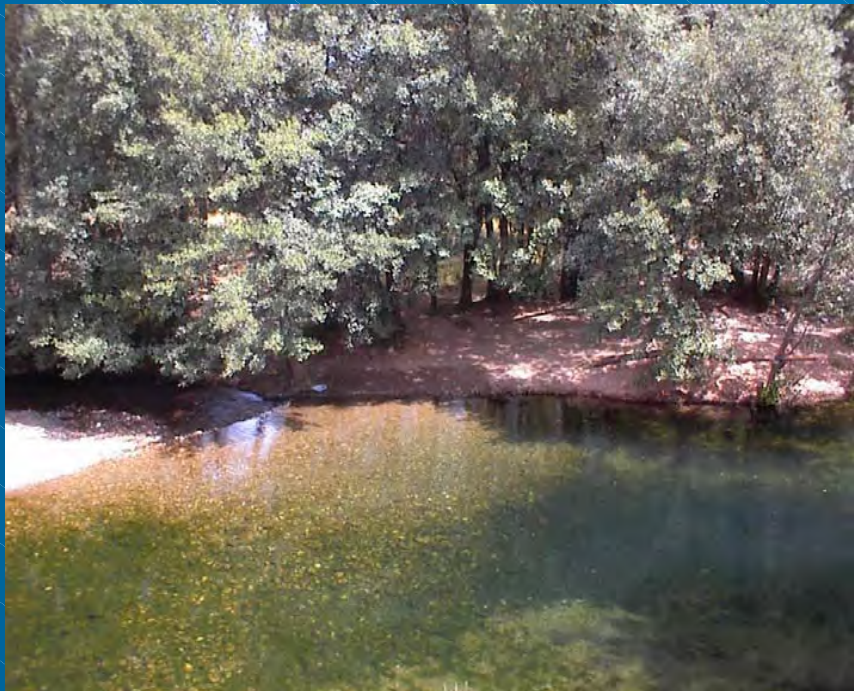
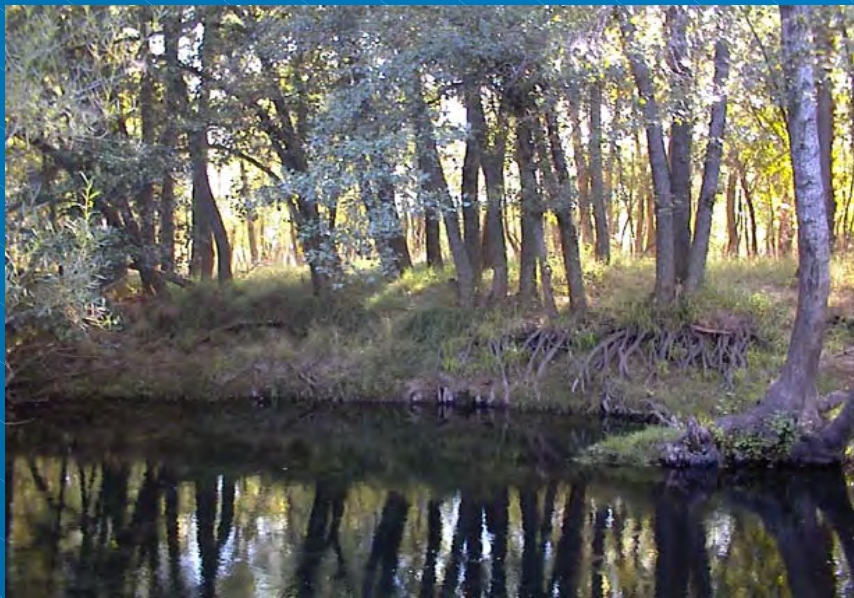


Problemática (VI)



Aguas poco profundas

- Problemas para la fauna
- Pérdida de nichos ecológicos
- Deseccaciones estivales
- Eutrofización del agua



Problemática (VII)

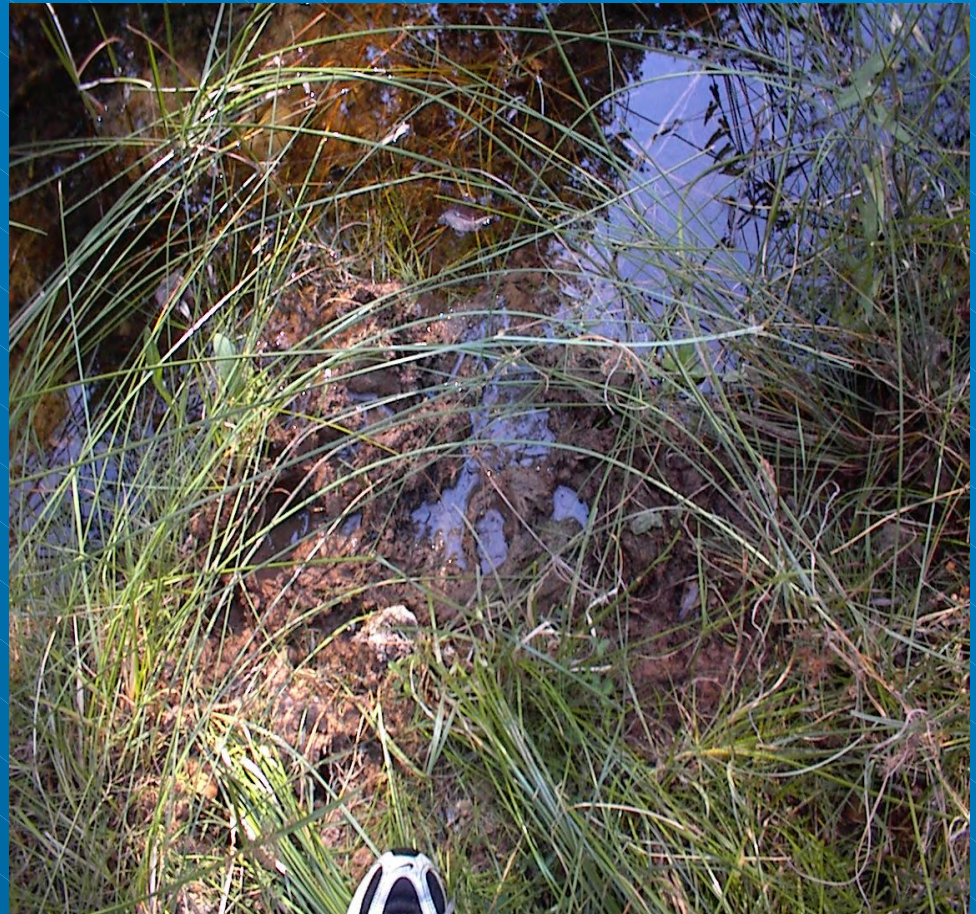
Orillas descarnadas

- Falta de vegetación acuática.
- Interconectividad cauce-orillas.
- Pérdida de nichos ecológicos.

Problemática (VIII)

Daños de ganado

- Daños en orillas.
- Eutrofización del agua.
- Daños en vegetación.
- Problemática social.



Estudio hidrológico(I)

Caudales extraordinarios

Hec HMS

- Diseño del modelo de cuenca
- Diseño de las tormentas
- Obtención de resultados

Estos datos permiten:

- Determinación de espacio ripario
- Dimensionado de obras

Caudales ordinarios

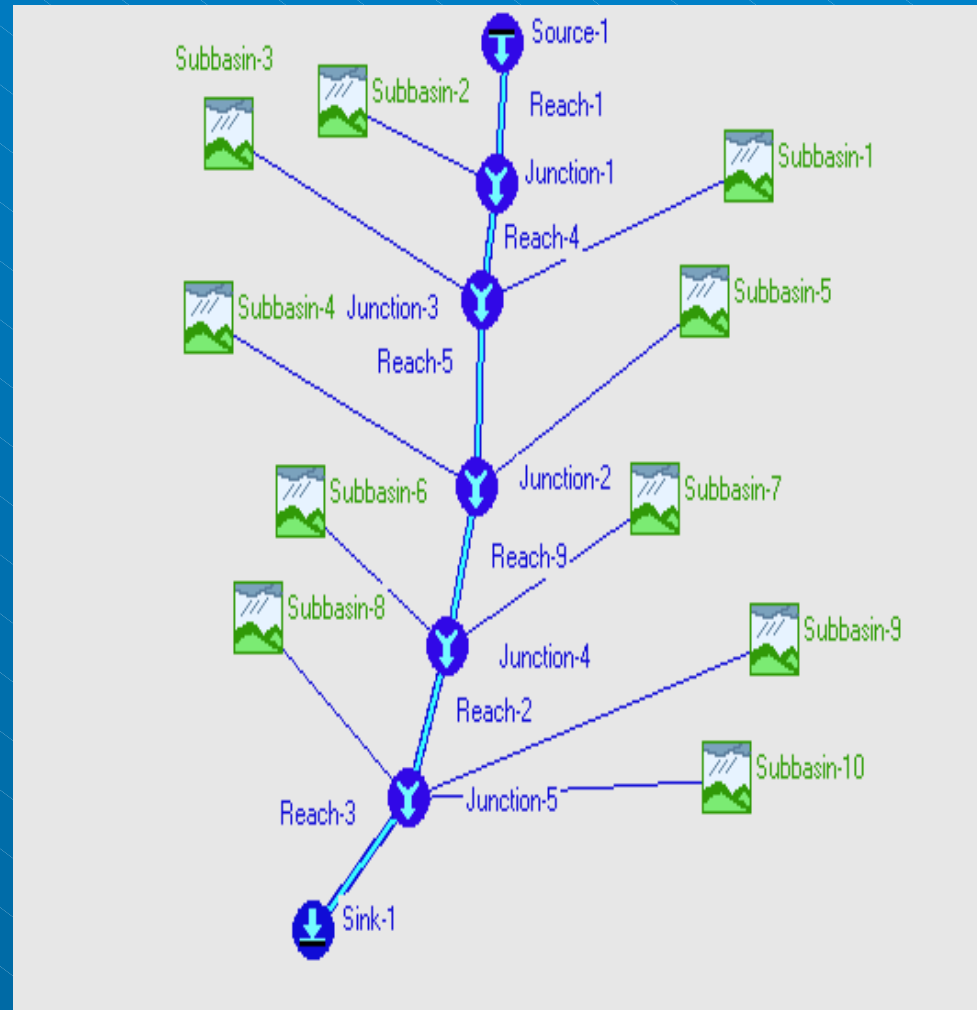
Diseño estadístico

- Datos desembalses 1959-1999
- Medias mensuales
- Estudio de valores para obtener periodicidad y caudales usuales

Estos datos permiten conocer el potencial del río como ecosistema acuícola

Estudio con Hec-HMS

- Se diseñó la cuenca aguas abajo del embalse de El Vado
- Se introdujeron los datos de precipitación de la estación del embalse.
- Se introdujeron datos físicos de la cuenca
- Caudal de la cuenca alta se representó como una fuente desde el aliviadero de la presa



Estudio con Hec-HMS

- Los datos de emisión en el embalse se introdujeron bajo estas hipótesis:
 1. El embalse se encuentra al máximo de capacidad.
 2. El desagüe se realiza por rebosadero de superficie.

Con estas dos condiciones, todo el caudal que emite la cuenca aguas arriba del embalse se desagua hacia el tramo aguas abajo.

Estudio con Hec-HMS

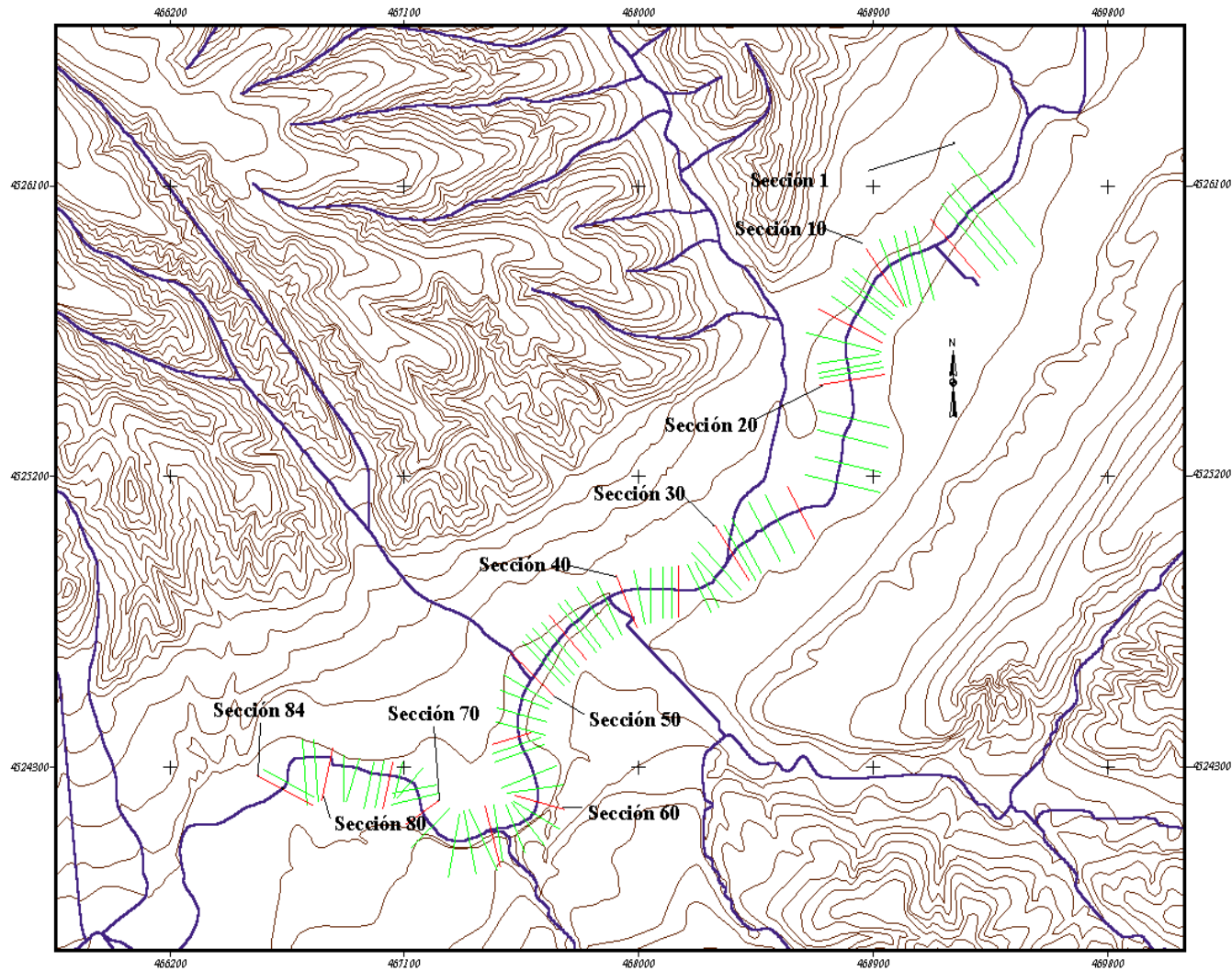
- Obtenemos caudales punta para períodos de retorno de hasta 500 años.
- Estos caudales se usan para conocer las características de los flujos en episodios extraordinarios



Estudio hidráulico

- Realizado con el programa Hec RAS.
- Toma de datos con GPS y estación total
- Secciones cada 50 m.
- Se consigue un diseño tridimensional del cauce y aledaños
- Mediante el citado programa, se obtienen curvas de gasto y una modelización del comportamiento del cauce al paso de distintos caudales

*Técnicas de bioingenierías en la restauración de ríos y riberas.
Aplicación a puntos seleccionados del tramo medio del río Jarama*



E.T.S. de Ingenieros de Montes

Secciones Topográficas

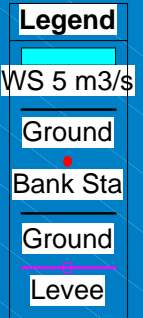
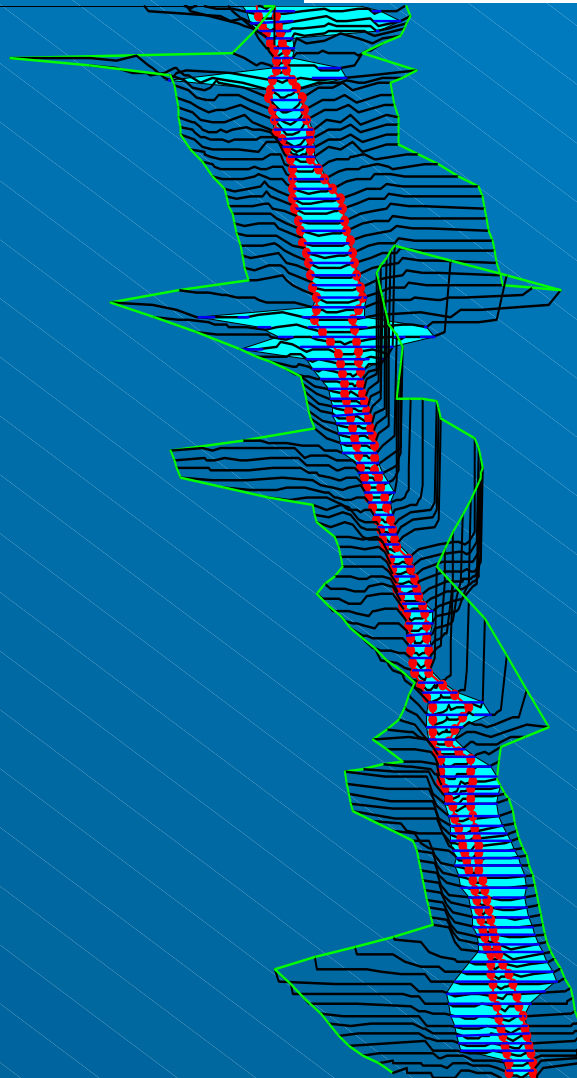
Autor : Daniel Otero Cabeza de Vaca

P.F.C. Diciembre 2001



Diseño tridimensional Hec Ras

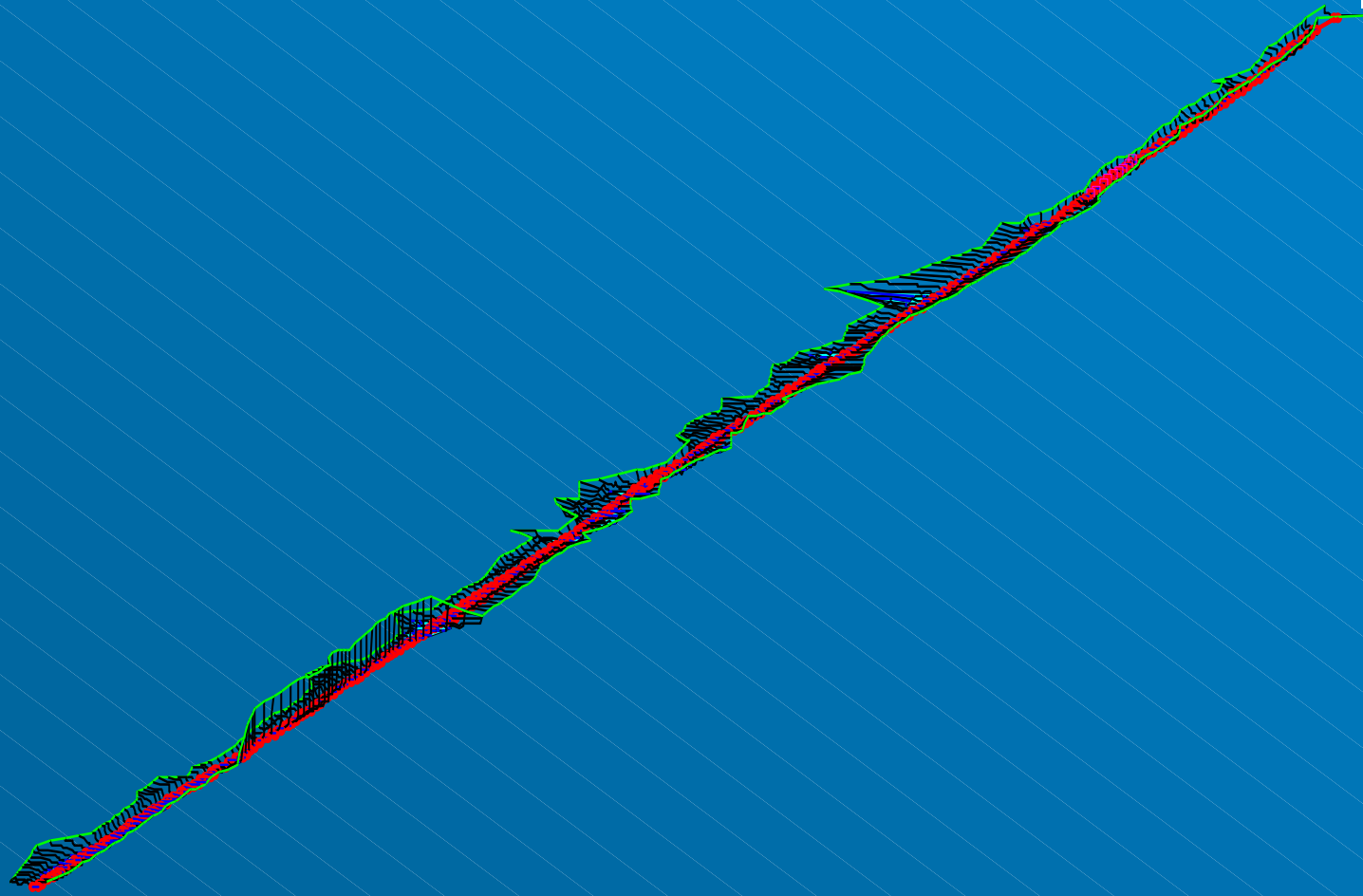
Daniel Plan: Plan definitivo



Daniel Plan: Plan definitivo

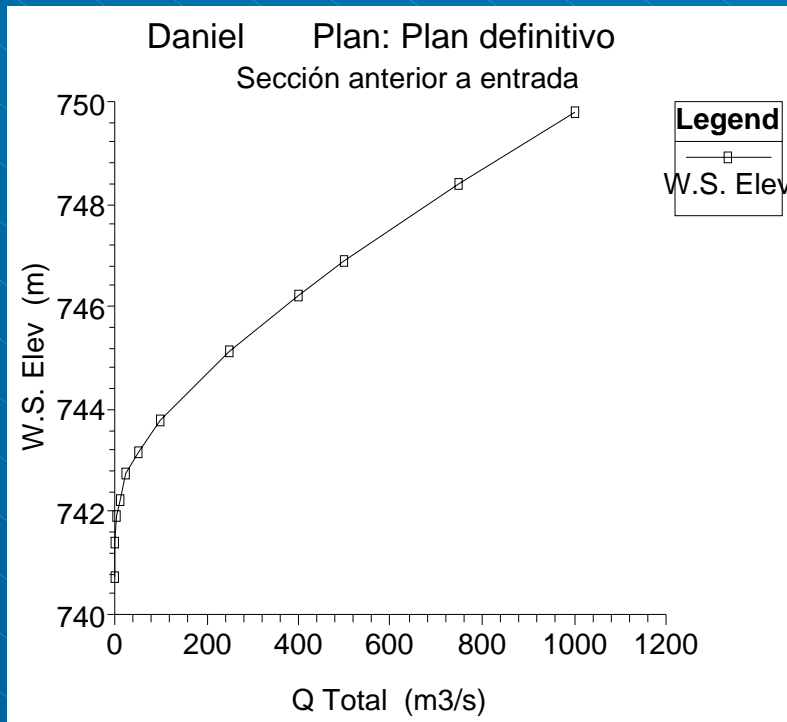
Legend

- WS 5 m3/s
- Ground
- Bank Sta
- Ground
- Levee

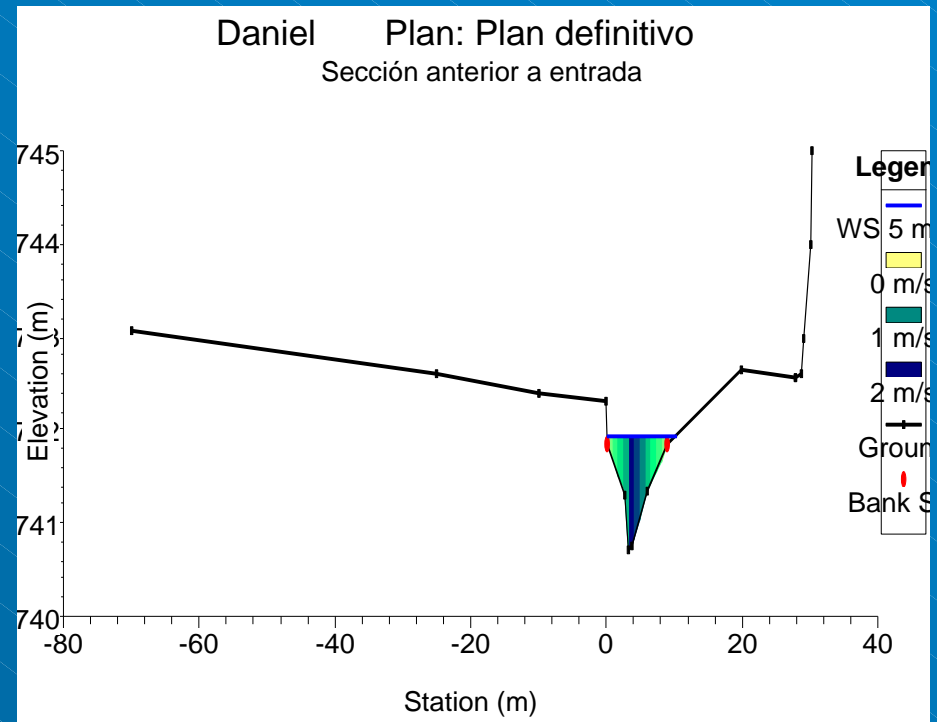


Datos obtenidos

Curvas de gasto

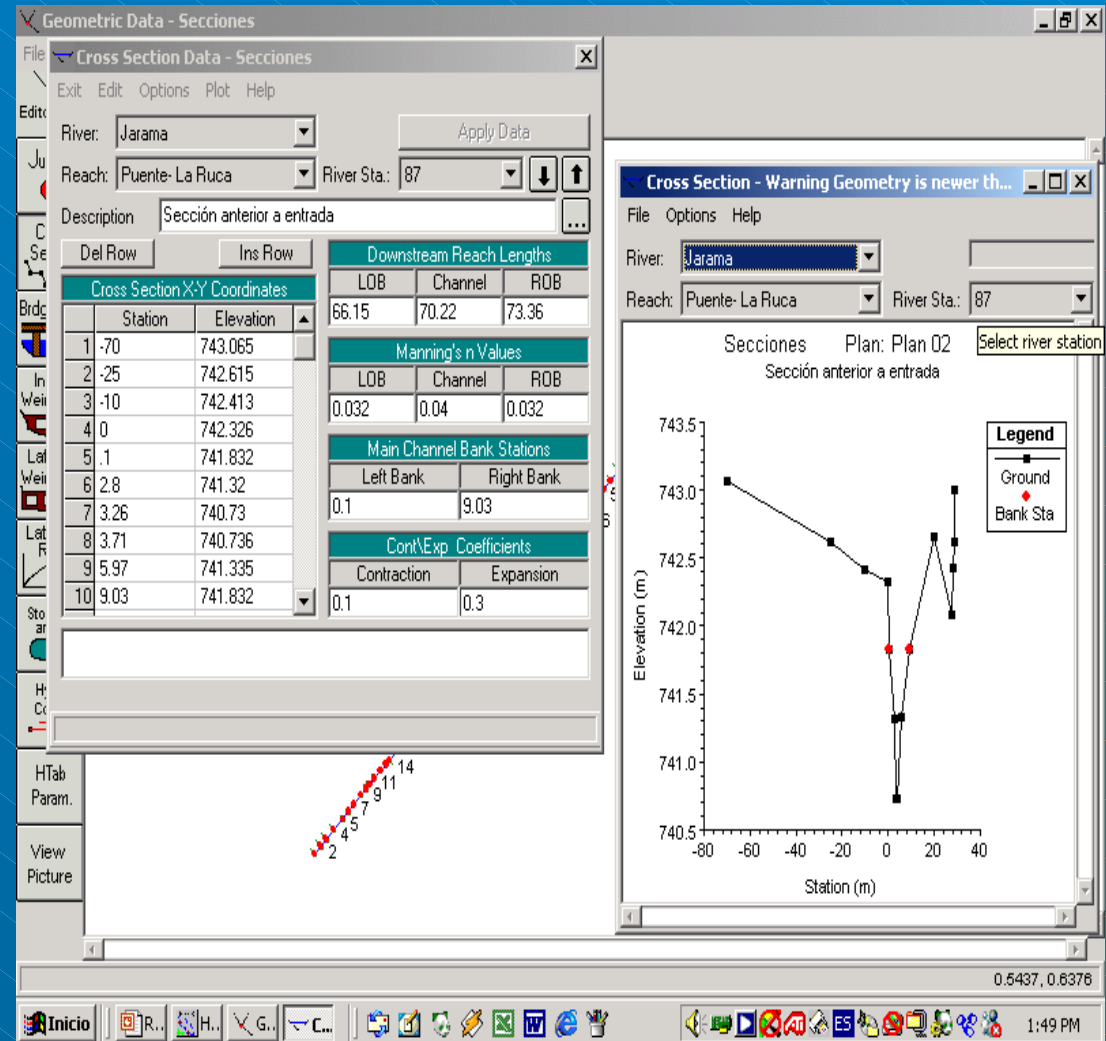


Perfil de sección



Introducción de datos

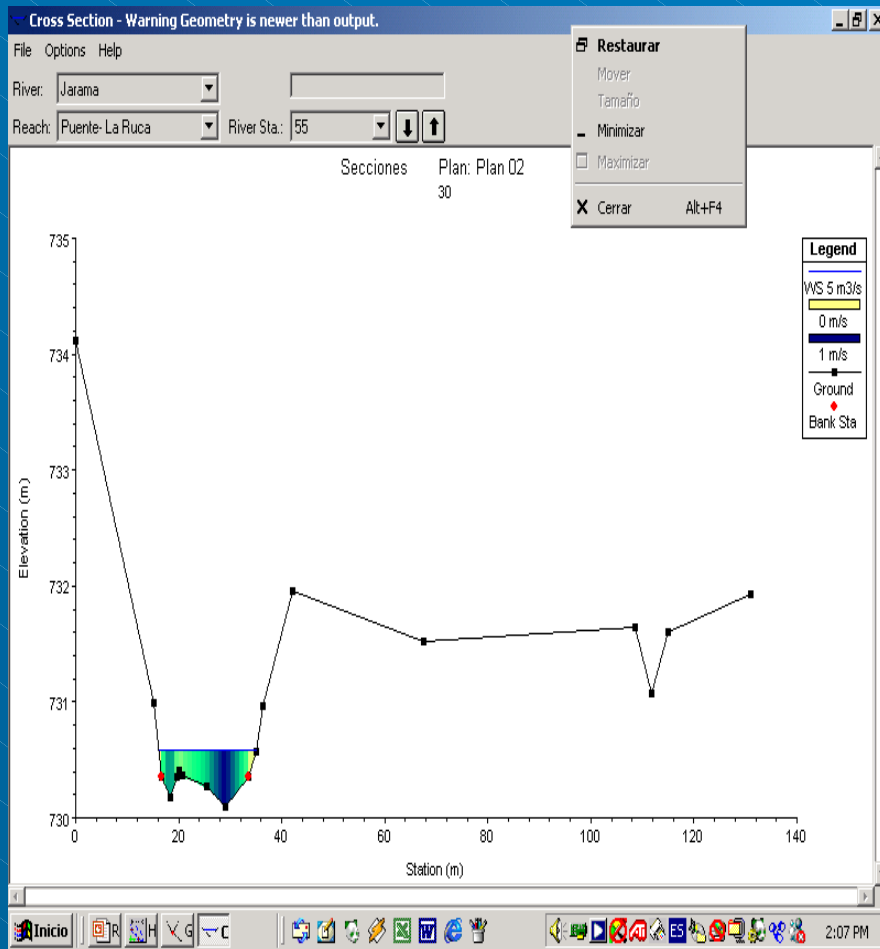
- Tras el trabajo de campo con la estación total, se realizó un análisis de los datos y su introducción en las herramientas de definición de secciones en Hec-RAS



¿Para que usamos Hec-RAS?

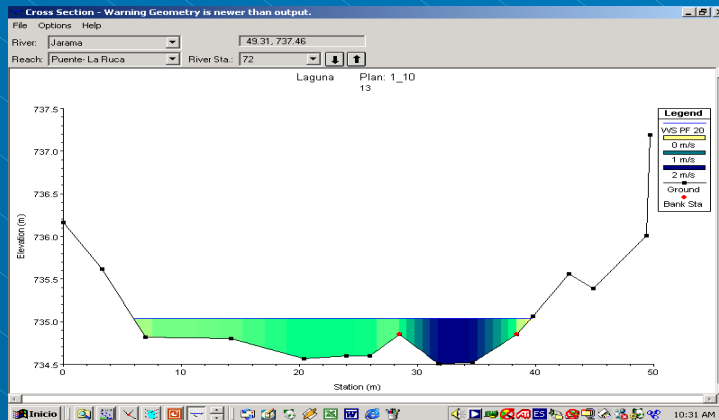
- Tres fines fundamentales:
 1. Estudio de la distribución de velocidades en puntos específicos del cauce.
 2. Estudio del comportamiento del cauce ante modificaciones físicas (diseño de laguna).
 3. Dimensionamiento de obras en el cauce (escollera) frente a avenidas.

1. Estudio de la distribución de velocidades en puntos específicos del cauce.

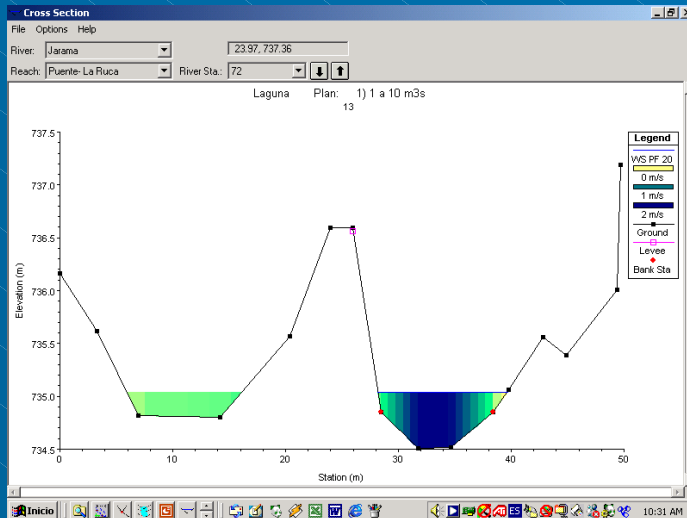


- Con esta herramienta, podemos localizar zonas en las que se pueden producir socavaciones o efectos erosivos debido a la fuerza de la corriente

2. Estudio del comportamiento del cauce ante modificaciones físicas (diseño de laguna).



- Analizando las diferentes características del paso de caudales una vez introducidas las modificaciones físicas del cauce, podemos ver si se producen alteraciones que puedan dañar el comportamiento del sistema río.



- Se analizaron las diferencias en los niveles de inundación antes y después de retirada la mota que cerraba el paso del agua a la gravera.
- Se analizaron los caudales para los que se conseguía un calado aceptable en la laguna.
- Se analizó la posible aparición de problemas aguas arriba o aguas abajo de la zona modificada.

Datos de flujo

- Caudales 0'5 a 10 m³/s
- Calado normal
- Pdte: 0'013 m/m
- Régimen mixto
- Distribución de velocidades 25-10-5

Steady Flow Data - Lag1/10

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (500 max):

Locations of Flow Data Changes

River:

Reach: River Sta.:

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates								
River	Reach	RS	PF 1	PF 2	PF 3	PF 4	PF 5	PF 6	PF 7	PI	
1	Jarama	Puente- La Ruca	74	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
2	Jarama	Puente- La Ruca	73	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
3	Jarama	Puente- La Ruca	72	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
4	Jarama	Puente- La Ruca	71	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4

Edit Steady flow data for the profiles (m³/s)

File Options Help

Plan: Short ID:

Geometry File:

Steady Flow File:

Flow Regime:

Subcritical

Supercritical

Mixed

Plan Description:

Hydrologic Engineering Center
US Army Corps of Engineers

MNOS\Daniel\presentación\Jarama\Laguna.pri

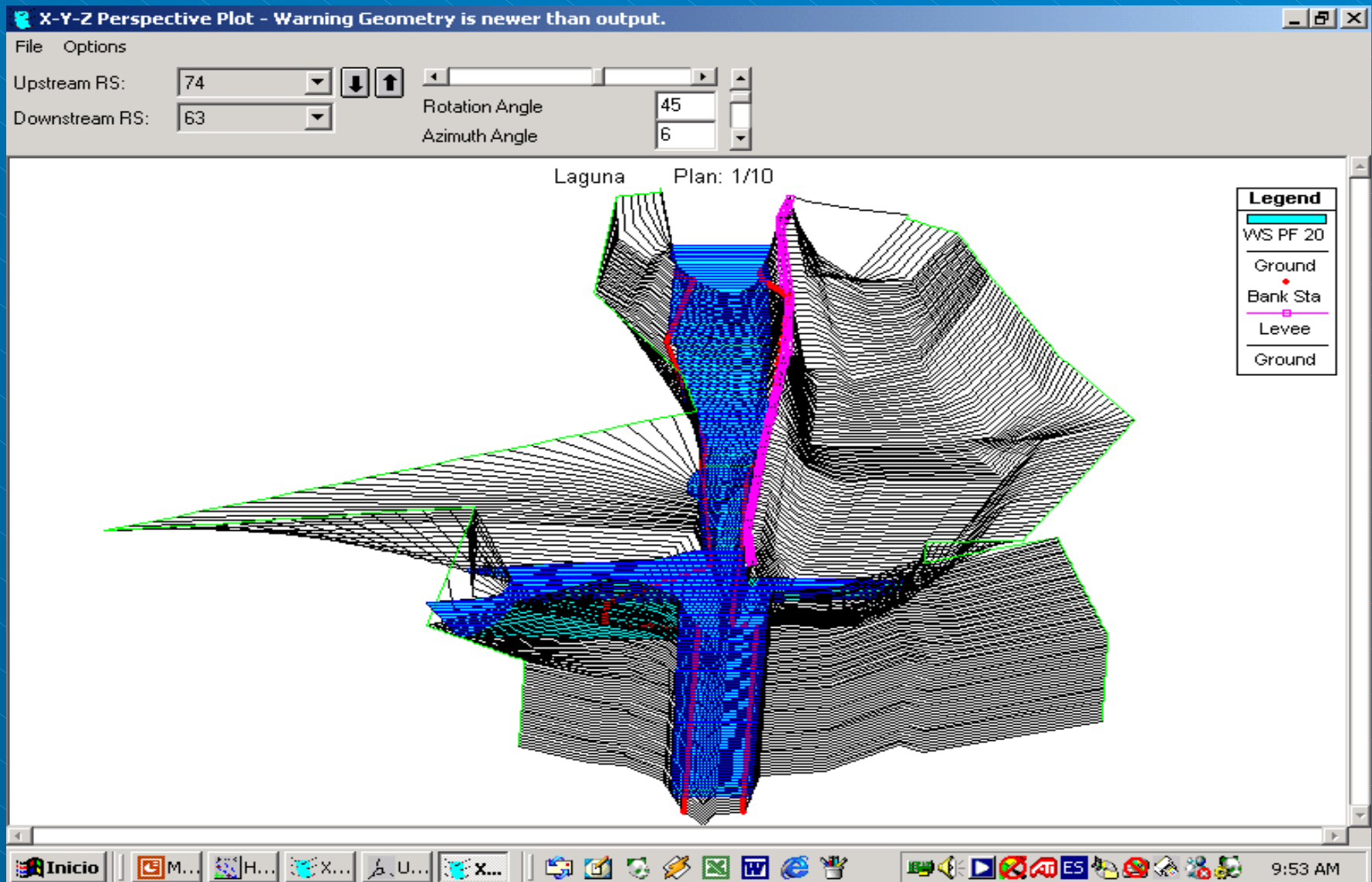
MNOS\Daniel\presentación\Jarama\Laguna.p11

MNOS\Daniel\presentación\Jarama\Laguna.g04

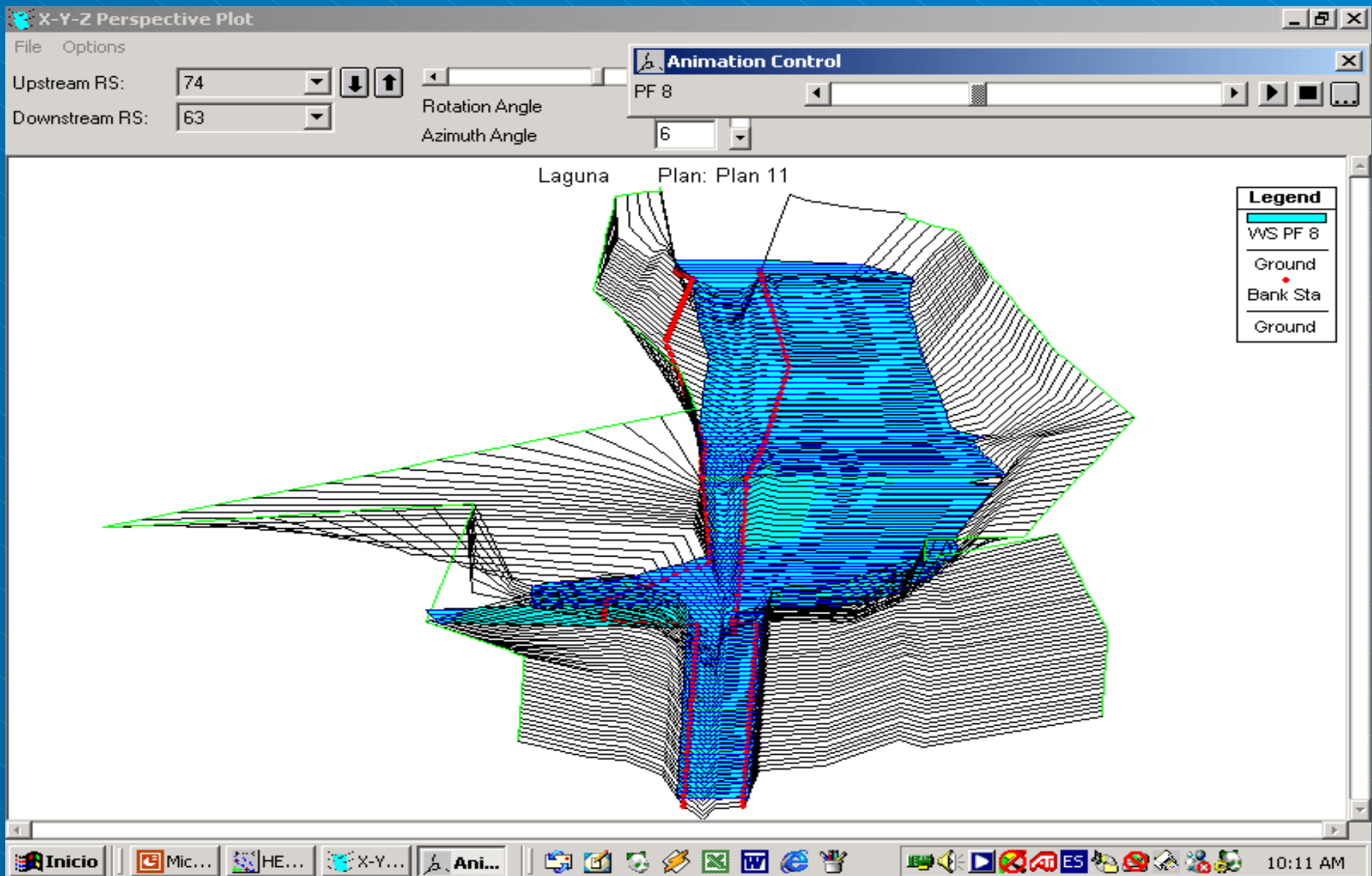
MNOS\Daniel\presentación\Jarama\Laguna.f04

MNOS\Daniel\presentación\Jarama\Laguna.u01

Restauración de Gravera: Situación original

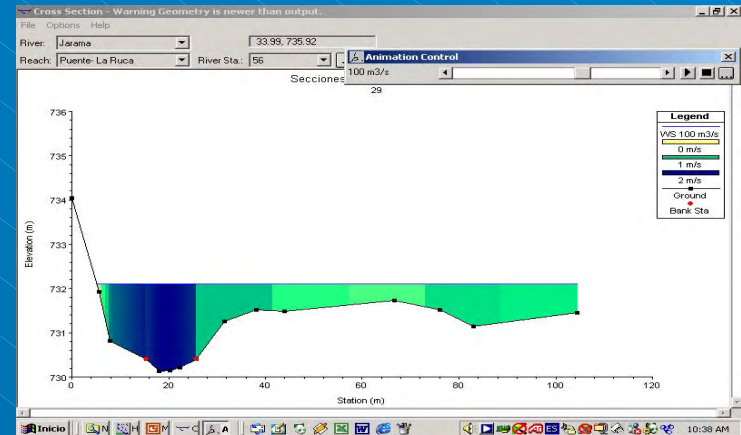


Restauración de Gravera: Retirada de la mota



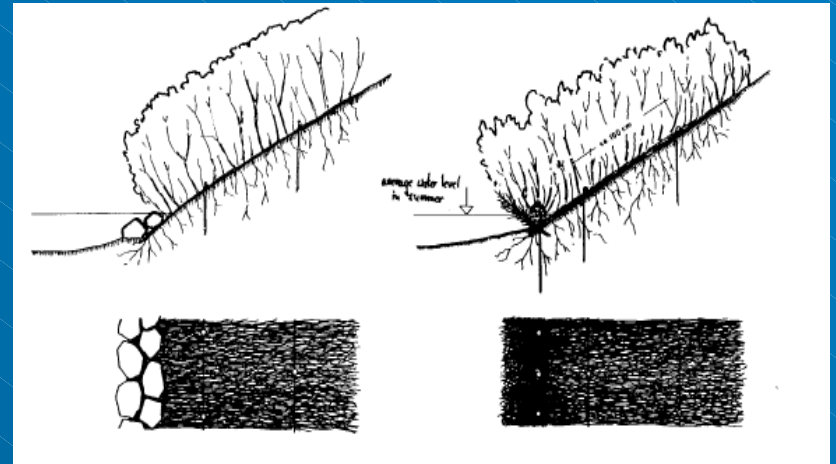
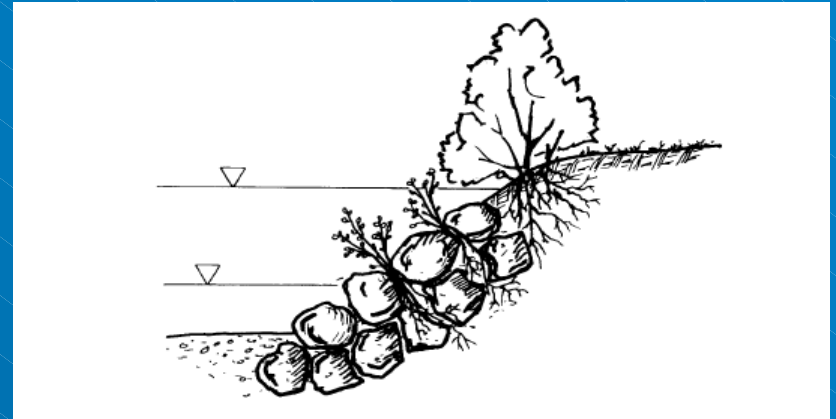
3. Dimensionamiento de obras en el cauce (escollera) frente a avenidas.

- En este proyecto, se analizaron los diferentes calados y velocidades de la corriente alcanzados para episodios de avenida de periodo de retorno importante (100 y 500 años) para dimensionar obras en el cauce.

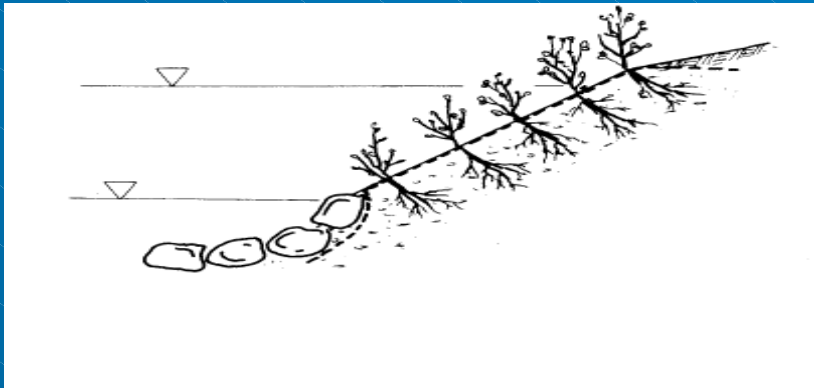


Soluciones (I)

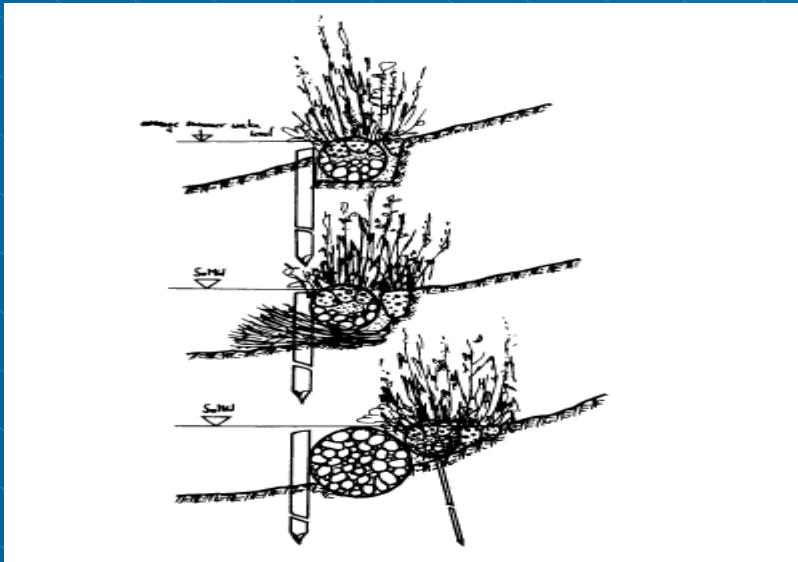
- Escollera vegetada.
 - Caso extremo.
 - Aspectos paisajísticos
- Estructura de matriz de arbustos.
 - Puntos menos complejos.
 - Materiales naturales.



Soluciones (II)



- Malla geotextil y estaquillas
 - taludes de todos los tamaños.
 - Materiales biodegradables.

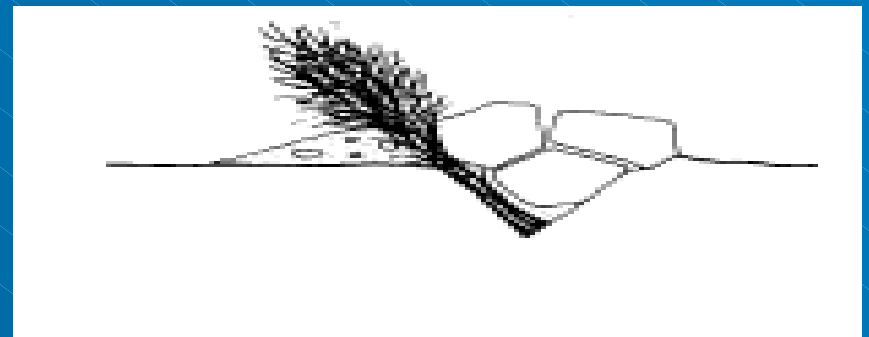
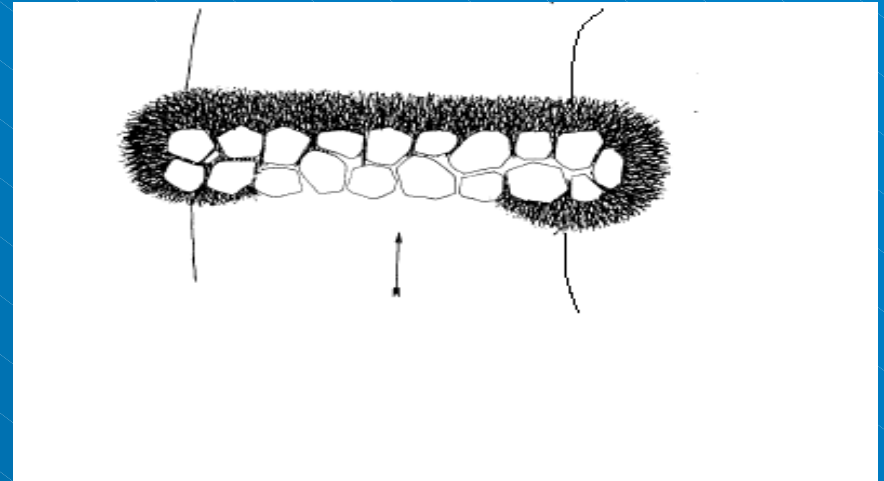


Biorrollos

- Sujeción y desarrollo de plantas acuáticas.
- Sujeción de suelo.

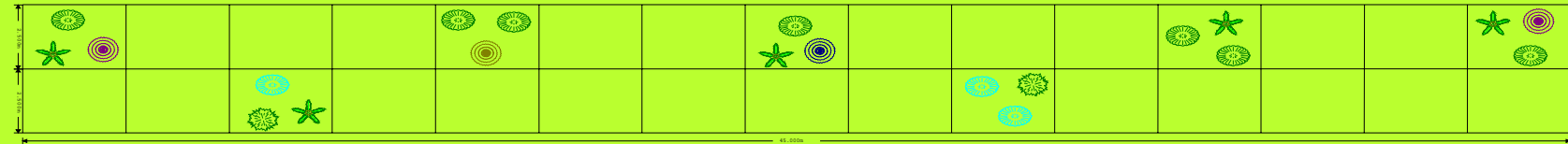
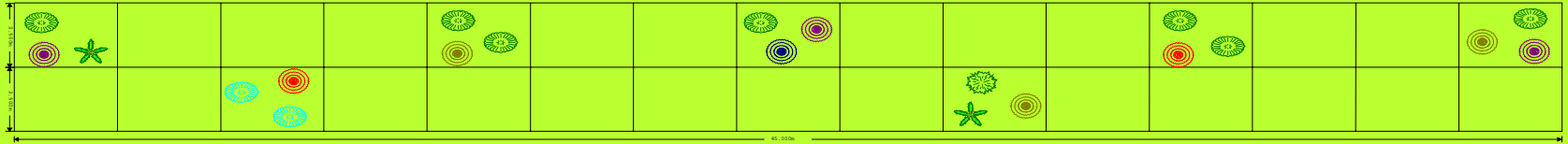
Soluciones (III)

- Acotado de orillas al ganado
 - Solución consensuada.
- Diques verdes.
 - Elevan la lámina de agua.
 - Actúan como disipadores de energía.
- Diques de gaviones

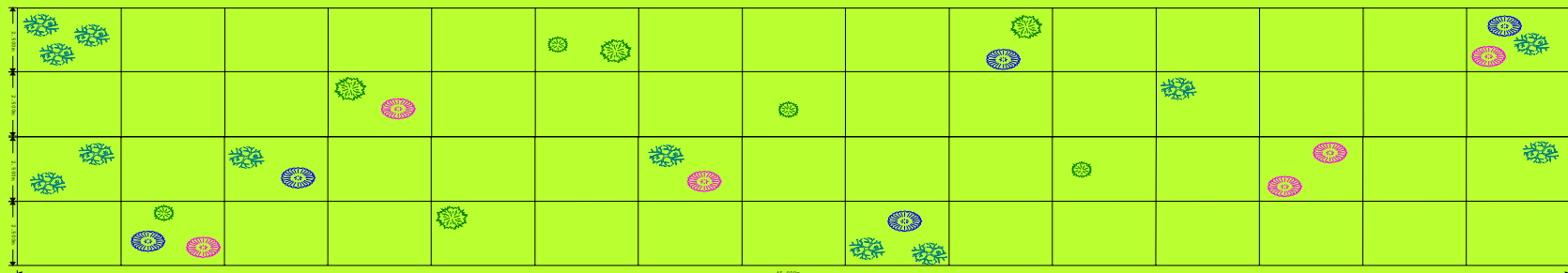
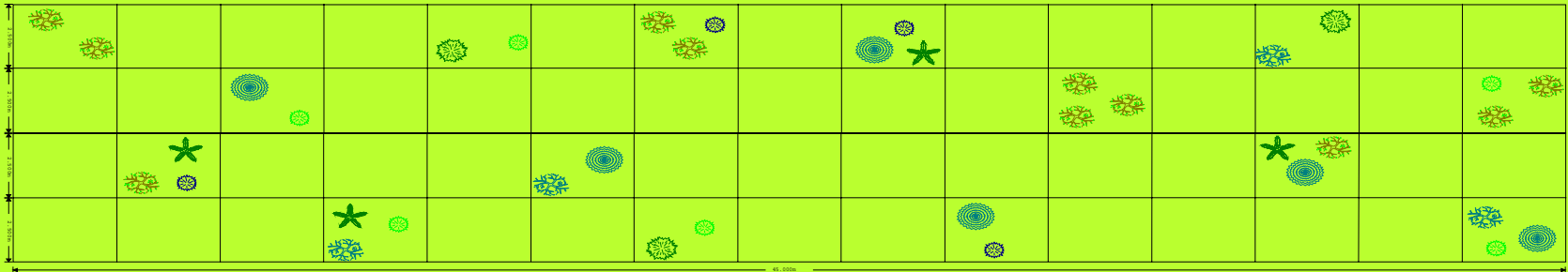


Soluciones (IV)

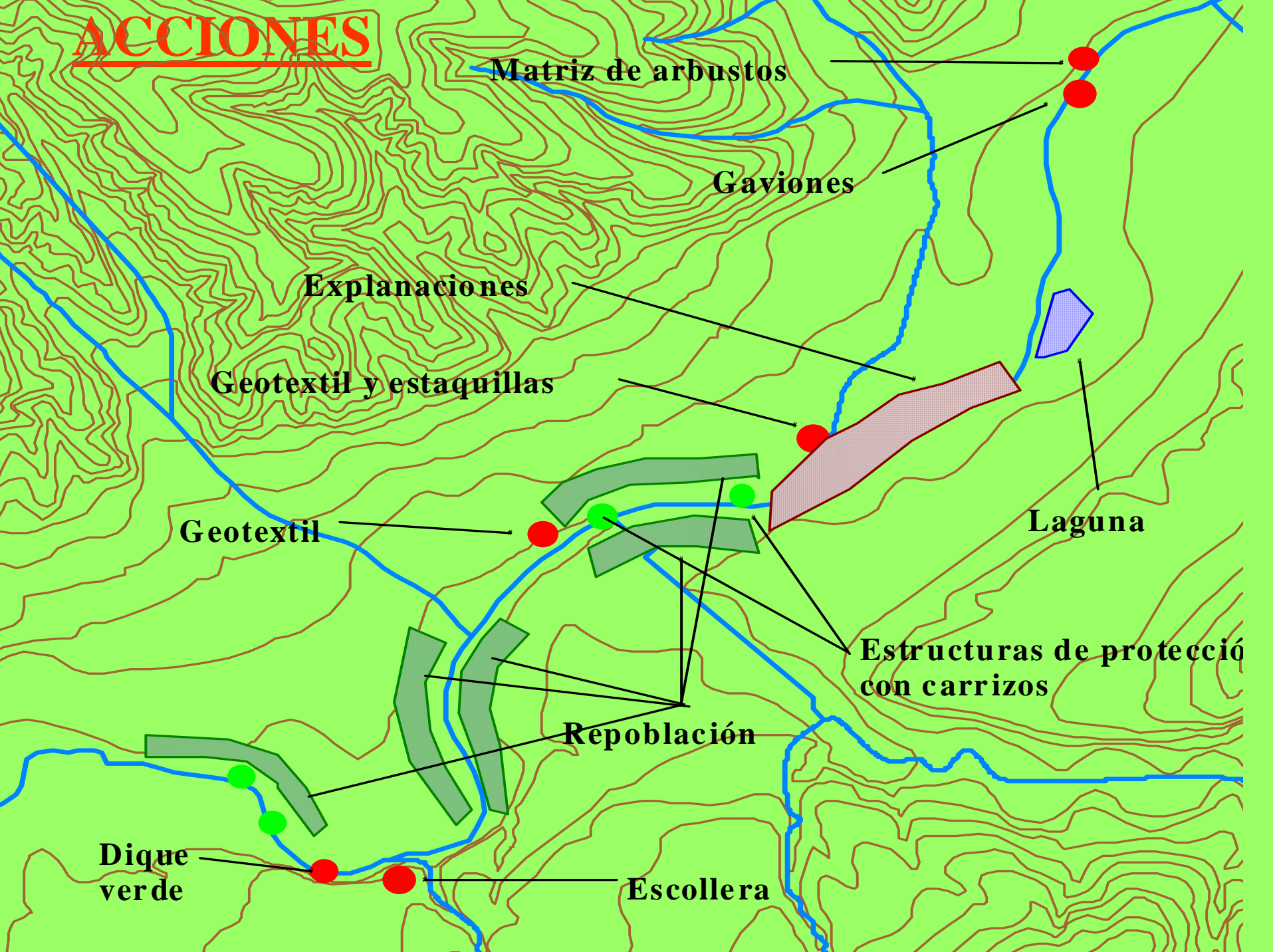
- Restauración del bosque de galería
 - Labores de poda y claras en las zonas mejor conservadas
 - Reconstrucción del bosque en zonas más degradadas
 - La implantación de especies vegetales se hará siguiendo unos patrones, buscando una densidad de plantación baja, para que el medio complete el trabajo
 - Se intenta dar la mayor variedad posible, para posibilitar la introducción de especies desaparecidas y evitando diseños muy geométricos
 - Tratamientos puntuales en suelos para mejorar el arraigo de plantas



- | | | | | |
|-----------------------|-----------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| Populus alba | Alnus glutinosa | Salix triandra | Rhamnus alaternus | Lonicera sp. |
| Populus nigra | Ulmus minor | Salix salviifolia | Sambucus nigra | Clematis sp. |
| Fraxinus angustifolia | Salix alba | Salix purpurea | Crataegus monogina | Retama sphaerocarpa |
| | Tamarix gallica | Prunus spinosa | Osyris alba | |



ACCIONES



Matrix de arbustos

Gaviones

Explanaciones

Geotextil y estaquillas

Geotextil

Laguna

Estructuras de protección con carrizos

Repoblación

Dique verde

Escollera

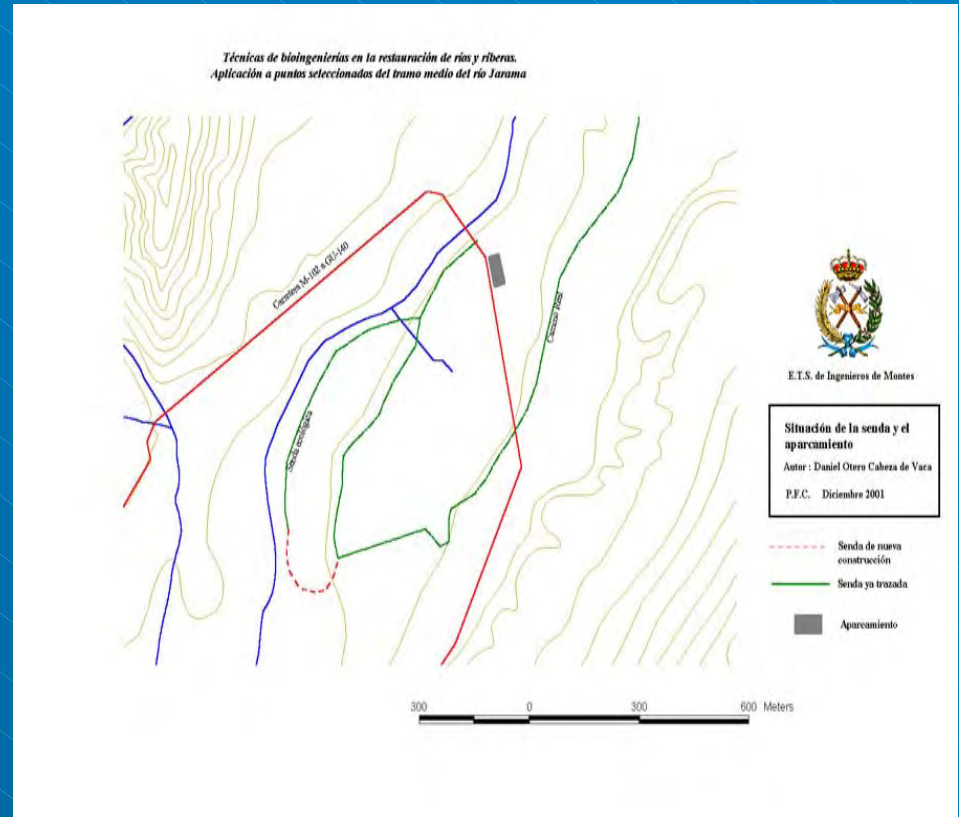
Integración del paisaje

Creación de un espacio de contacto con la naturaleza, que mejore a la vez:

- **La situación económica de la zona.**
- **La posibilidad de acceso de la población a zonas naturales**
- **La concienciación medioambiental**

Senda ecológica

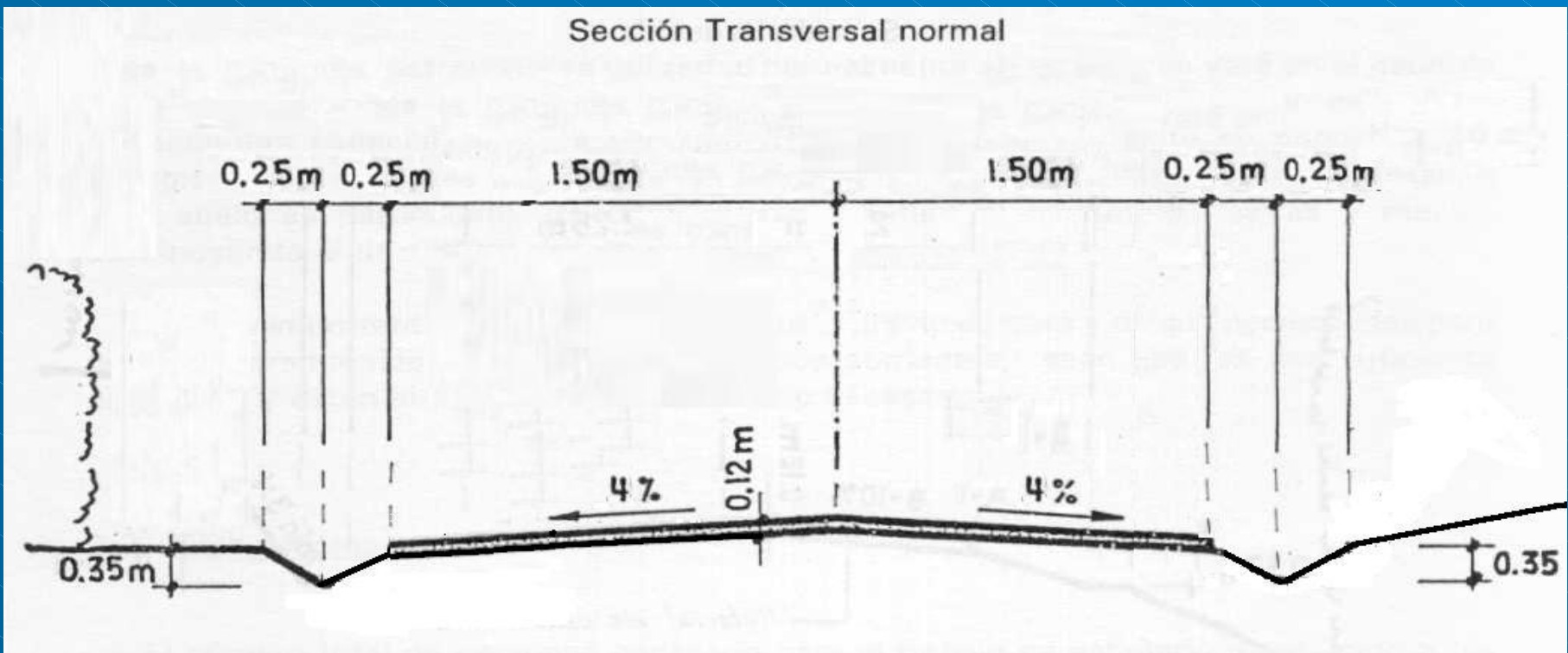
- Se crea una senda ecológica que discurre paralela al río.
- Se restaura una gravera convirtiéndola en laguna.
- Se crean servicios.



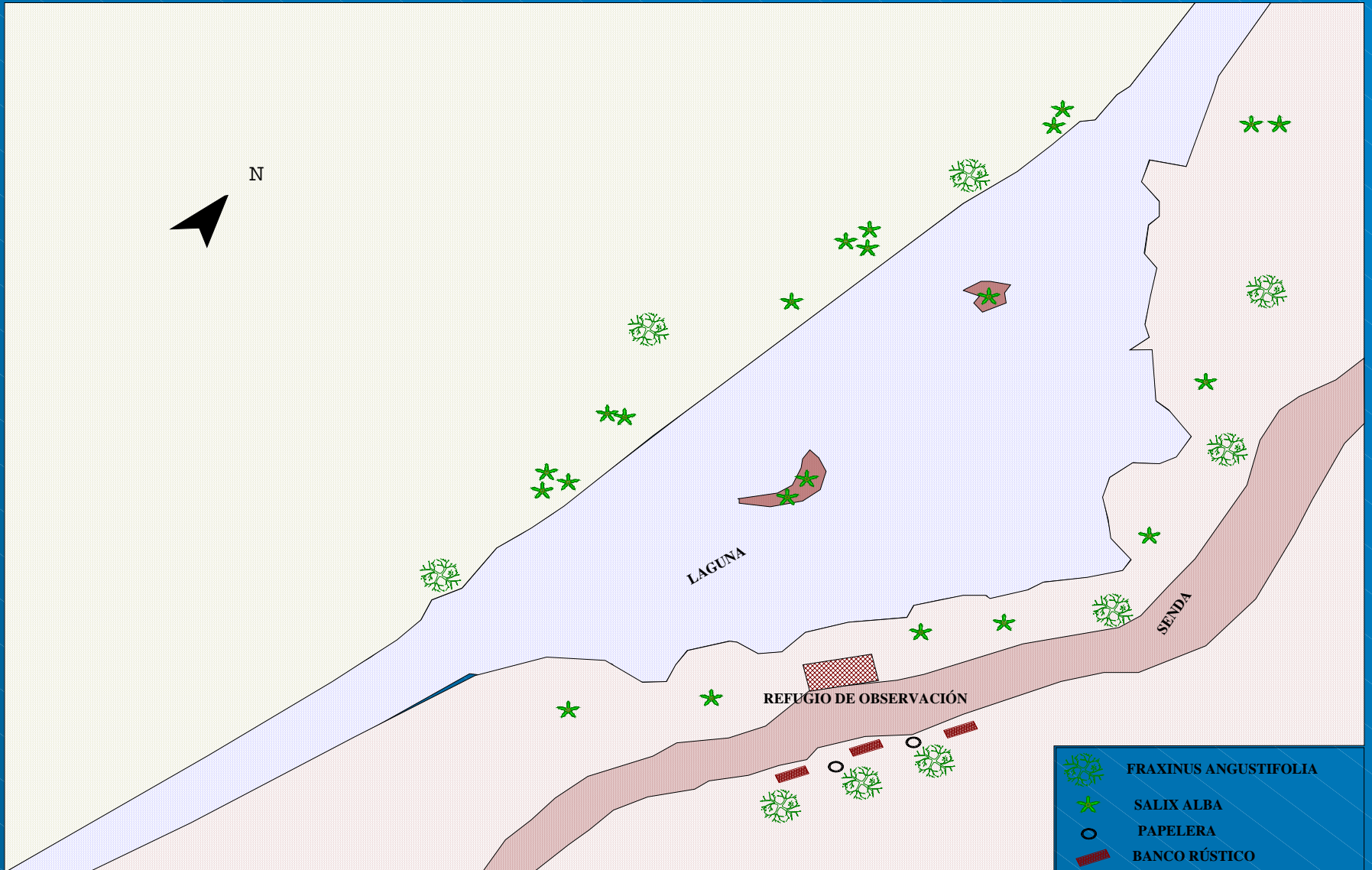
Sendero

- Construcción sencilla y eficaz. Diseño poco complejo
- Adaptada a paseantes y uso de vehículos de servicio.
- Atención a:
 - Transitabilidad.
 - Mantenimiento.

Sección Transversal normal

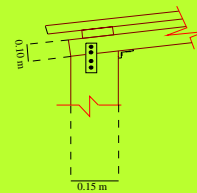
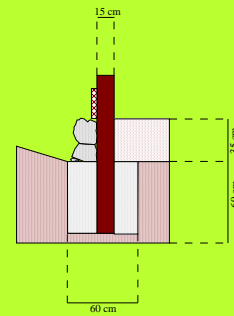
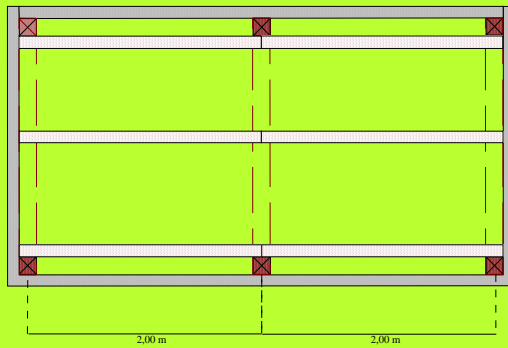
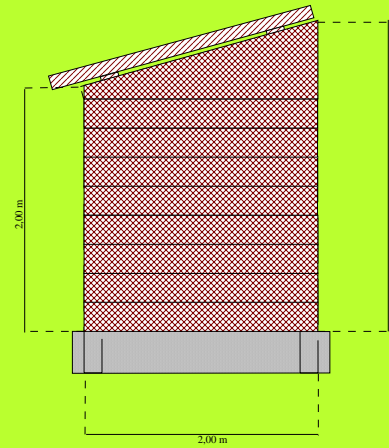
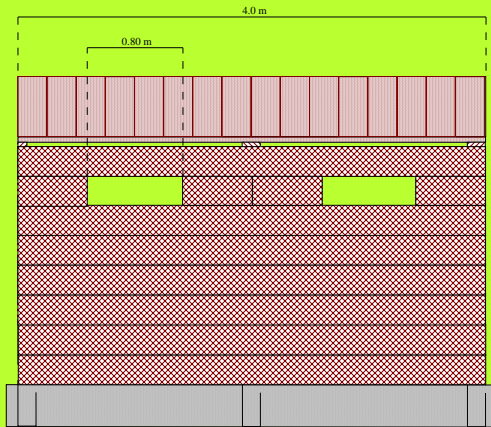


LAGUNA



SERVICIOS

- Aumentan el número de visitantes.
- Disminuyen los daños al medio. Mejoran la conservación de la senda y disminuyen gastos de mantenimiento.
- Ordenan el uso del recurso e impiden su esquilmación.



Técnicas de bioingeniería en la restauración de ríos y riberas. Aplicación a puntos seleccionados del Jarama

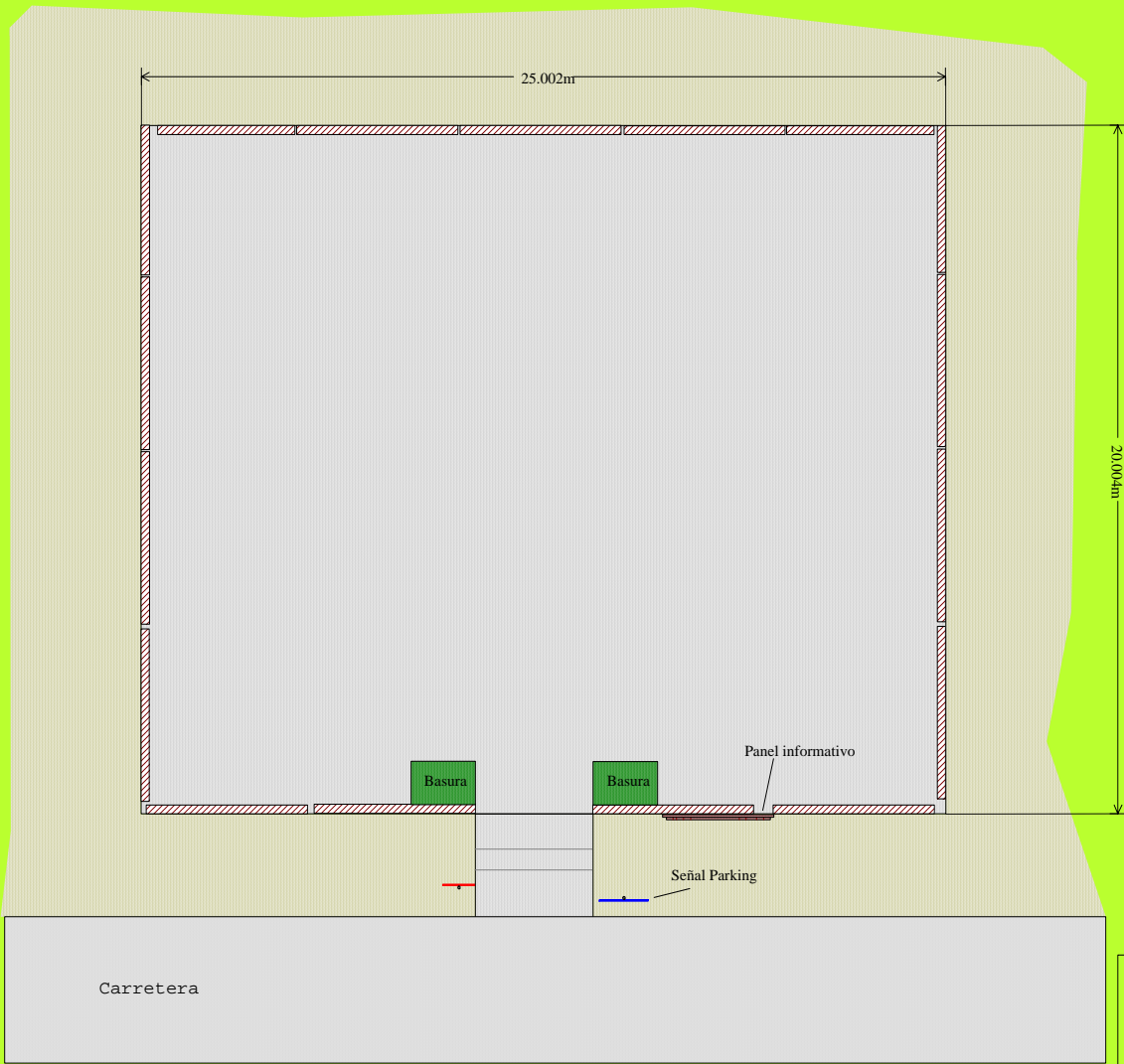
Caseta observación de aves

ETSI de Montes

Autor: Daniel Otero Cabeza de Vaca

Madrid, diciembre 2001





20,004m

25,002m

Carretera

Basura

Basura

Panel informativo

Señal Parking

Técnicas de bioingeniería en la restauración de ríos y riberas. Aplicación a puntos seleccionados del Jarama

Zona aparcamiento

ETSI de Montes

Autor: Daniel Otero Cabeza de Vaca

Madrid, diciembre 2001



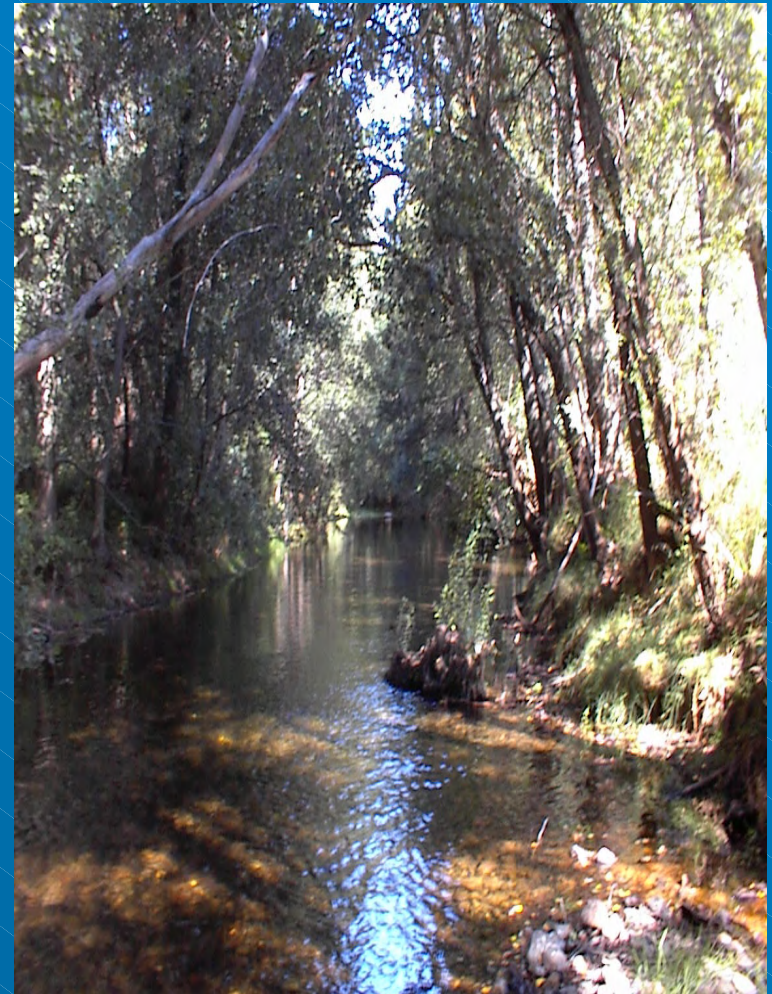
Evaluación de Impacto Ambiental

- Definición de las fases del proyecto.
- Identificación de impactos:
 - Redacción de una *Lista de Chequeo*.
- Caracterización de los impactos significativos:
 - Cuadro resumen de los impactos significativos.
 - Justificación de los impactos significativos.

Medidas Correctoras

FLORA Y FAUNA

- Circulación controlada
- Alternancia de actividades para permitir el desplazamiento de sp.
- Se respetarán nidos y madrigueras.
- Zonas de refugio en las tareas selvícolas.
- Cercas adecuadas.
- Atención a la vegetación en el uso de maquinaria



Medidas Correctoras

CONT. DE SUELO

- Mant. de vehículos en obra.
- Retirada de tierras contaminadas por accidente.
- Control de riegos.
- Repostaje de herramientas mecánicas de poda.
- Atención a labores en cauce.
- Atención a posibles descabezamientos del acuífero.



Medidas Correctoras



COMPACTACIÓN

- Estado del suelo al paso de la maquinaria. Zonas seleccionadas.
- Maquinaria de dimensiones mínimas posibles.
- Obras de desagüe en zonas necesarias.

Medidas Correctoras

EROSIÓN

- Desbroces no exagerados.
- Maquinaria lejos del cauce.
- Minimizar mov. de tierras.
- Revegetación de zonas excavadas.
- Atención a las condiciones portantes del suelo.



Medidas Correctoras

PAISAJE

- Plantaciones irregulares.
- Desbroces no excesivos ni lineales.
- Caminos de servicio durante la obra.
- Materiales de obra acordes al entorno.
- Papeleras y depósitos de basura para minimizar la contaminación por uso.



Medidas Correctoras

CONT. DEL AIRE

- Riegos antipolvo en época seca.
- Puesta a punto de maquinaria en carburación.
- Control de evaporación de combustibles...

MEDIO SOCIOECONÓMICO

- Colocación de barreras para disminuir la acción del furtivismo.
- Señalización de la zona de influencia de la restauración, incompatible con otros usos.
- Empleo de mano de obra de la zona.
- Campañas de mejora de recursos turísticos y divulgación medioambiental para el aprovechamiento de la senda.

PRESUPUESTO (Euros)

- Capítulo: 01 Limpieza de orillas
- Capítulo: 02 Estabilización y protección de riberas
- Capítulo: 03 Creación de zonas de remanso
- Capítulo: 04 Tratamientos selvícolas
- Capítulo: 05 Explanación de terreno
- Capítulo: 06 Reconstrucción del bosque de galería
- Capítulo: 07 Creación de un sistema lagunar
- Capítulo: 08 Construcción de la vía
- Capítulo: 09 Habilitación de una zona de aparc.
- Capítulo: 10 Seguridad y salud

ml ZANJA PARA ANCLAJE DE GEOTEXTIL

Peón ordinario

m2 HIDROSIEMBRA TALUD Z. SEMIÁRIDAS

Oficial primera

Peón ordinario

Hidrosembr. s/ cuba

Mezcla semillas z.semiáridas

Estabilizante orgánico de suelos

Abono

Agua

m2 ACOLCHADO CON MANTA DE COCO

Oficial

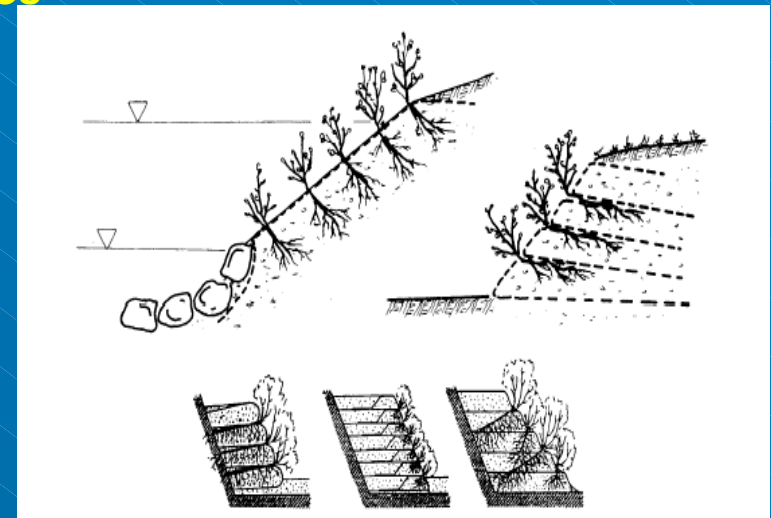
Peón ordinario

Manta de coco 300 g/m2

Piqueta metál.sujec.redes y malla

Grapa metál.sujec.redes y malla

Geotextil con hidrosiembra



Escollera vegetada

m3

ESCOLLERA VEGETADA

Retroexcavadora

Peón

Piedra de escollera

Capataz

Peón ordinario

Estaquillas



Operaciones de mantenimiento

1. Control de la sustentación y de la solidez de los elementos transversales y longitudinales al cauce (escolleras, diques espigones, disipadores....)
2. Control del porcentaje de éxito en las revegetaciones de taludes.
3. Control de marras.
4. Reposición de marras y resiembras.
5. Tratamientos fitosanitarios de la vegetación
6. Siegas.
7. Tratamientos selvícolas (podas, claras)
8. Tutorados.



***TÉCNICAS DE BIOINGENIERÍA EN LA
RESTAURACIÓN DE RÍOS Y RIBERAS.
Aplicación a puntos seleccionados del tramo
medio del Jarama***

Daniel Otero Cabeza de Vaca

Curso de Obras Hidráulicas en el Ámbito Forestal

Madrid 22 de octubre de 2004