



**LA RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL:  
PASADO, PRESENTE Y FUTURO**

Dr. Ing. Roberto Pizarro Tapia

# OBJETIVO

- COMPROBAR QUE LA **RHF** ES UN ELEMENTO NECESARIO E INSUSTITUIBLE PARA:
  - ◆ LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
  - ◆ EL CONTROL DE LOS RIESGOS VINCULADOS CON LA CIRCULACIÓN DE CAUDALES LÍQUIDOS Y SÓLIDOS
  - ◆ LA CONSERVACIÓN DE SUELOS Y LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN

# CONCEPTO

## **¿QUÉ ES LA RESTAURACIÓN HIDROLÓGICO-FORESTAL?**

PLANES, TRABAJOS Y ACCIONES NECESARIOS PARA LA CONSERVACIÓN, DEFENSA Y RECUPERACIÓN DE LA ESTABILIDAD Y FERTILIDAD DE LOS SUELOS, LA REGULACIÓN DE LAS ESCORRENTÍAS, LA CONSOLIDACIÓN DE CAUCES FLUVIALES Y LADERAS, LA CONTENCIÓN DE SEDIMENTOS Y, EN GENERAL, LA DEFENSA DEL SUELO CONTRA LA EROSIÓN

**ES UN PROCESO DE REFLEXIÓN SOBRE EL TERRITORIO –CUENCA Y RED DE DRENAJE- QUE SE CONCRETA EN PROYECTOS DE ACTUACIÓN**

- **SILVICULTURA Y REFORESTACIÓN**
- **HIDROTECNIAS**

## EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VEGETACIÓN

### CUBIERTA AÉREA

- ↓ ENERGÍA CINÉTICA DE LA LLUVIA
  - ↓ EROSIÓN POR SALPICADURA
- ↓ FRAGMENTACIÓN DE AGREGADOS DEL SUELO
- ↓ SELLADO SUPERFICIAL
  - ↑ INFILTRACIÓN
  - ↓ ESCORRENTÍA
- ↓ PRECIPITACIÓN QUE ALCANZA EL SUELO (INTERCEPCIÓN)  
EN ZONAS CON NIEBLAS FRECUENTES
- ↑ EL VOLUMEN DE AGUA QUE ALCANZA EL SUELO (HASTA UN 85%)



### EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VEGETACIÓN (II)

#### CUBIERTA VIVA O MUERTA EN CONTACTO CON EL SUELO

↓ ENERGÍA CINÉTICA DE LA LLUVIA

↑ RESISTENCIA A LA CIRCULACIÓN SUPERFICIAL DEL FLUJO

↓ CIRCULACIÓN EN LÍNEA DE MÁXIMA PENDIENTE

↑ TIEMPO DE CIRCULACIÓN

↓ CAPACIDAD EROSIVA DEL FLUJO

↑ RETENCIÓN SUPERFICIAL DEL AGUA

↑ FORMACIÓN DE AGREGADOS ESTABLES

↓ ERODABILIDAD DEL SUELO



### EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VEGETACIÓN (III)

#### SISTEMAS RADICALES

↑ INFILTRACIÓN

↑ CALIDAD DEL AGUA (↓ EMISIÓN DE  
NUTRIENTES A LA RED DE DRENAJE )

↑ ESTABILIDAD DEL SUELO

↓ HUMEDAD DEL SUELO  
(TRANSPIRACIÓN)

↓ VOLUMEN TOTAL DE RECURSOS  
HÍDRICOS  
MANTIENE ALTA LA TASA DE  
INFILTRACIÓN

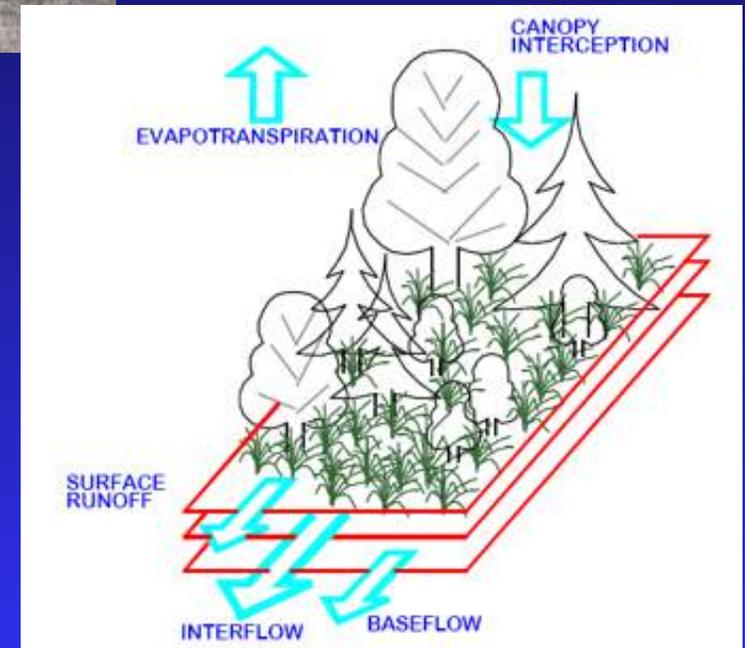




# EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LA VEGETACIÓN (IV)

## SÍNTESIS

- ↓ ESCORRENTÍA SUPERFICIAL
- ↑ ESCORRENTÍA SUBSUPERFICIAL
- ↑ PERCOLACIÓN (RECARGA ACUÍFEROS)
- ↑ TIEMPO DE CONCENTRACIÓN
  - ↓ CAUDALES PUNTA
  - ↓ TASAS DE CRECIDA
  - ↑ CAUDALES BASE Y DE ESTIAJE
- ↓ ERODABILIDAD
- ↓ CAPACIDAD EROSIVA DEL FLUJO
  - ↓ EROSIÓN
- ↑ EVAPOTRANSPIRACIÓN
  - ↓ RECURSOS HÍDRICOS
- ↑ CALIDAD DEL AGUA



### EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LOS DIQUES

#### SOBRE EL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE LA CORRIENTE

##### AGUAS ARRIBA DEL DIQUE

- DEPÓSITO DE SEDIMENTOS (Retención total ó selectiva)

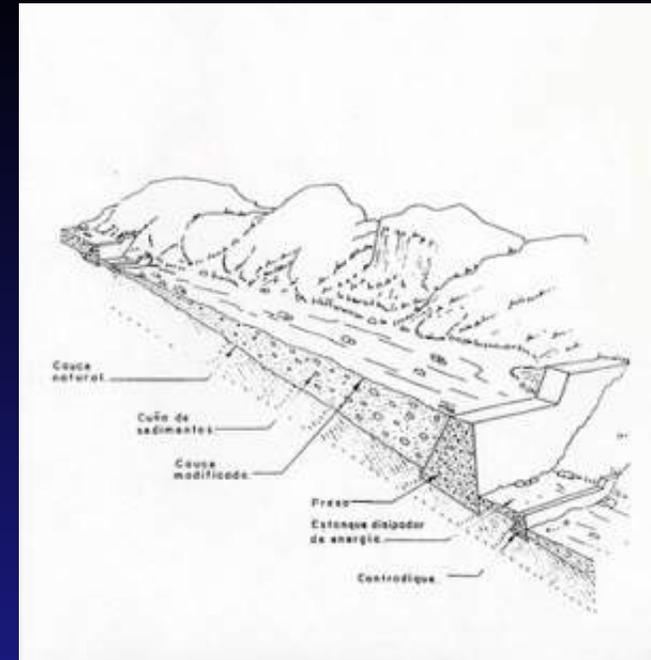
- ELEVACIÓN DEL LECHO, ENSANCHAMIENTO DE LA SECCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA PENDIENTE

- ALMACENAMIENTO DE AGUA (Coadyuva a laminación; recarga de acuíferos)

##### AGUAS ABAJO DEL DIQUE

- FLUJO CON ALTA CAPACIDAD EROSIVA Y DE TRANSPORTE

- (Control con estructuras de disipación)



### EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LOS DIQUES (II)

#### FUNCIONALES

- RETENCIÓN DE SEDIMENTOS
- CONSOLIDACIÓN DE LECHO Y LADERAS INESTABLES
- RECARGA DE ACUÍFEROS
- LAMINACIÓN
- CONTROL DE ALUDES



### EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LOS DIQUES (III)

#### SOBRE INFRAESTRUCTURAS

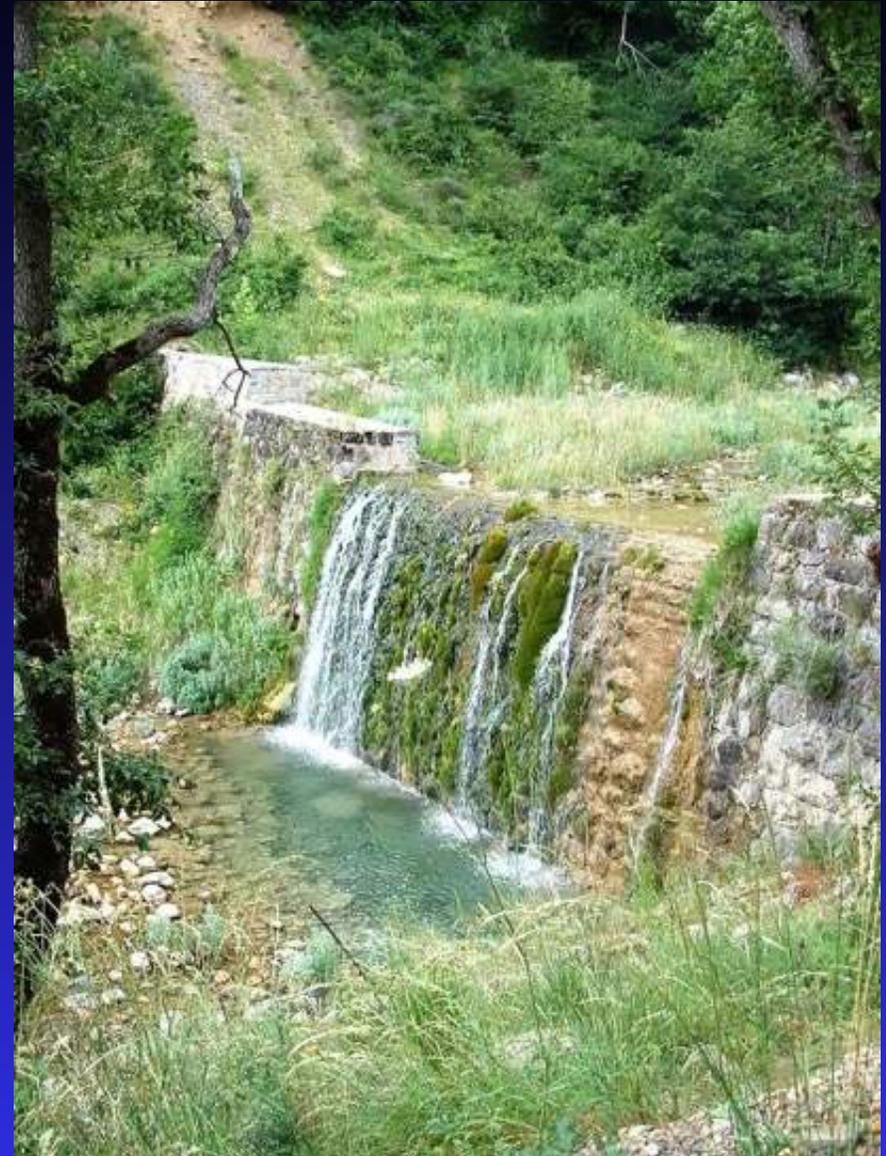
DEFENSA DE PUENTES, DRENAJES,  
ENCAUZAMIENTOS E  
INFRAESTRUCTURAS VIALES  
PROLONGACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE  
EMBALSES  
REDUCCIÓN DE LOS EFECTOS  
NEGATIVOS DE CIRCULACIÓN DE  
CAUDALES LÍQUIDOS Y SÓLIDOS EN  
ENTORNOS URBANOS Y PERIURBANOS



### EFECTOS HIDROLÓGICOS DE LOS DIQUES (IV)

#### AMBIENTALES

ALTERACIÓN DE LA DINÁMICA  
MORFOLÓGICA DE BARRANCOS,  
TORRENTES Y AVENIDAS  
ALTERACIÓN DE LA  
TRANSITABILIDAD PARA LA FAUNA



# EJEMPLOS

## BARRANCO DE ARRATIECHO. BIESCAS (HUESCA) ESPAÑA



# EJEMPLOS

## BARRANCO DE ARRATIECHO. BIESCAS (HUESCA) ESPAÑA



EJEMPLOS

CABECERA DE LA RAMBLA DE "EL CORTIJILLO"  
ESFILIANA (GRANADA, ESPAÑA)



# EJEMPLOS

## TORRENTE DE ARÁS. BIESCAS (HUESCA, ESPAÑA)



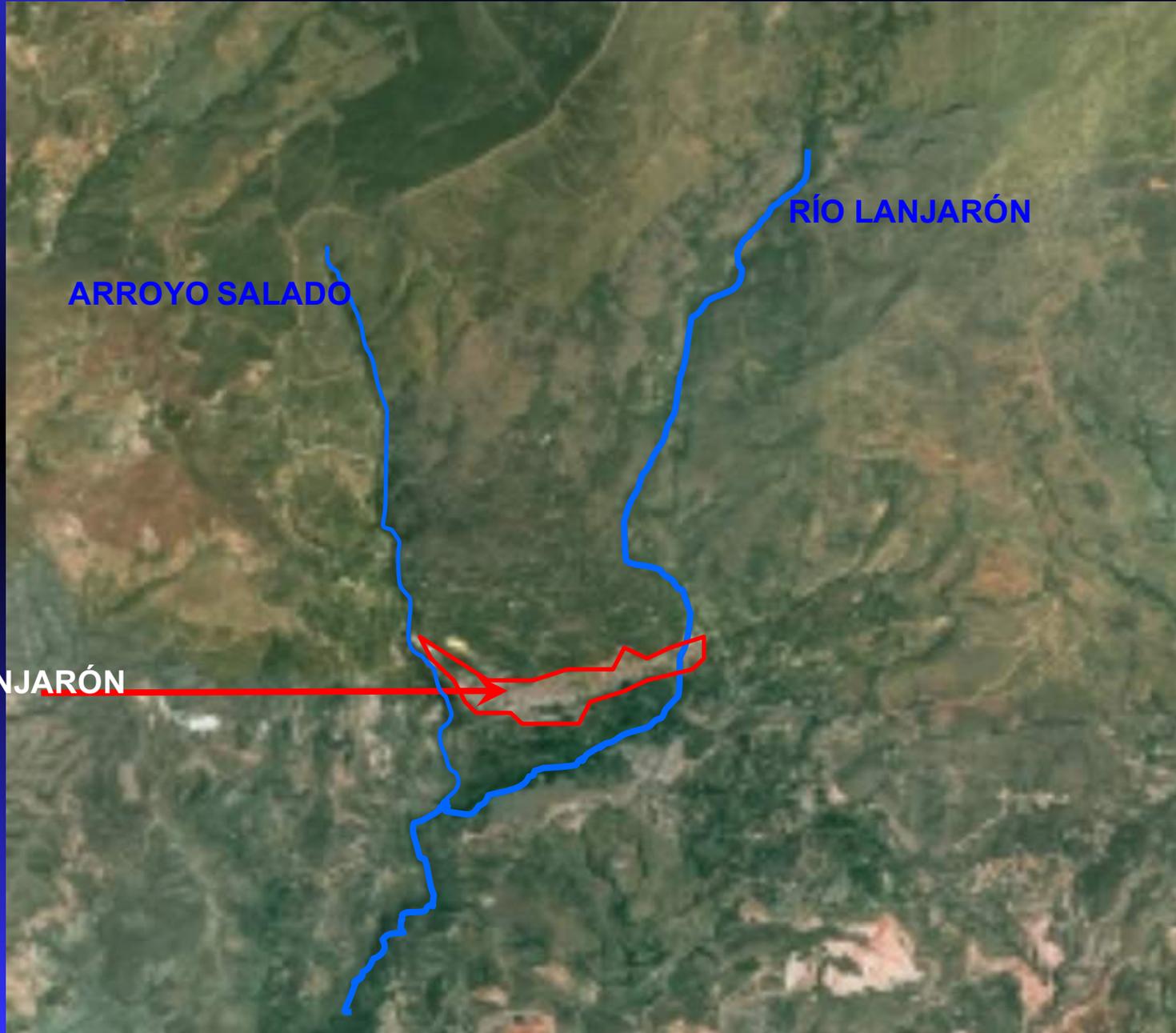
# EJEMPLOS

## TORRENTE DE ARÁS. BIESCAS (HUESCA, ESPAÑA)



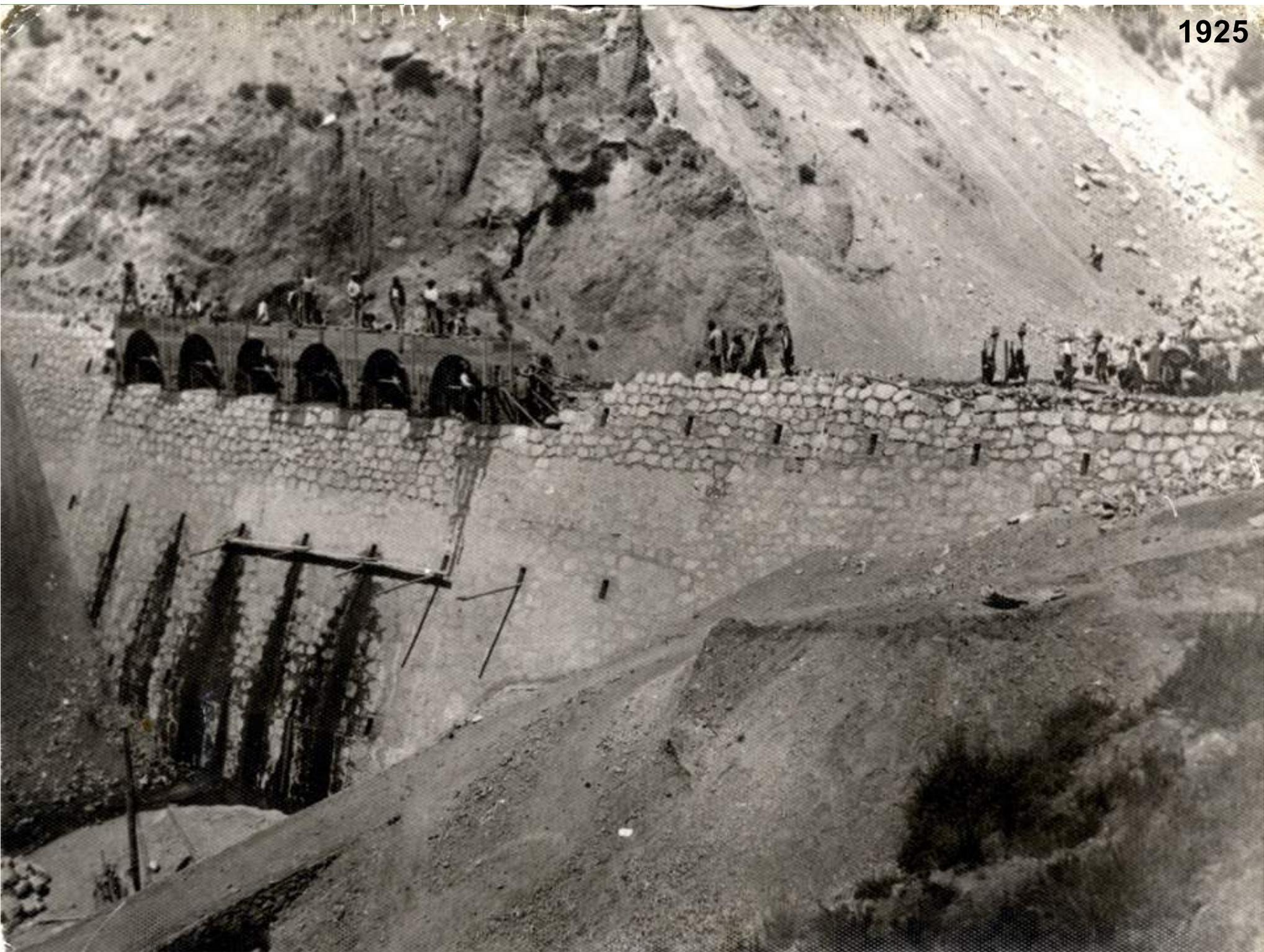
# EJEMPLOS

## BARRANCO SALADO. LANJARÓN (GRANADA, ESPAÑA)



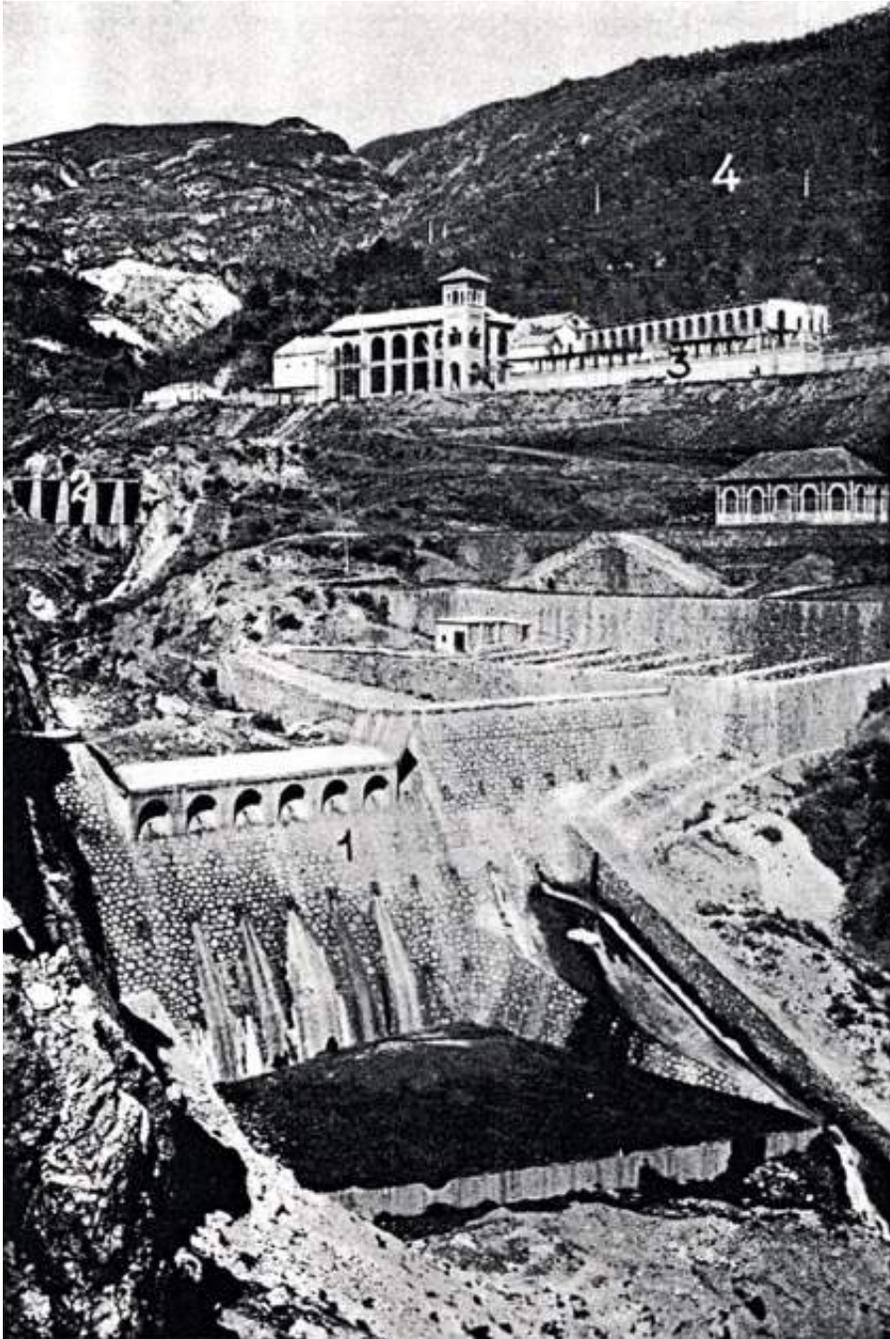


1925





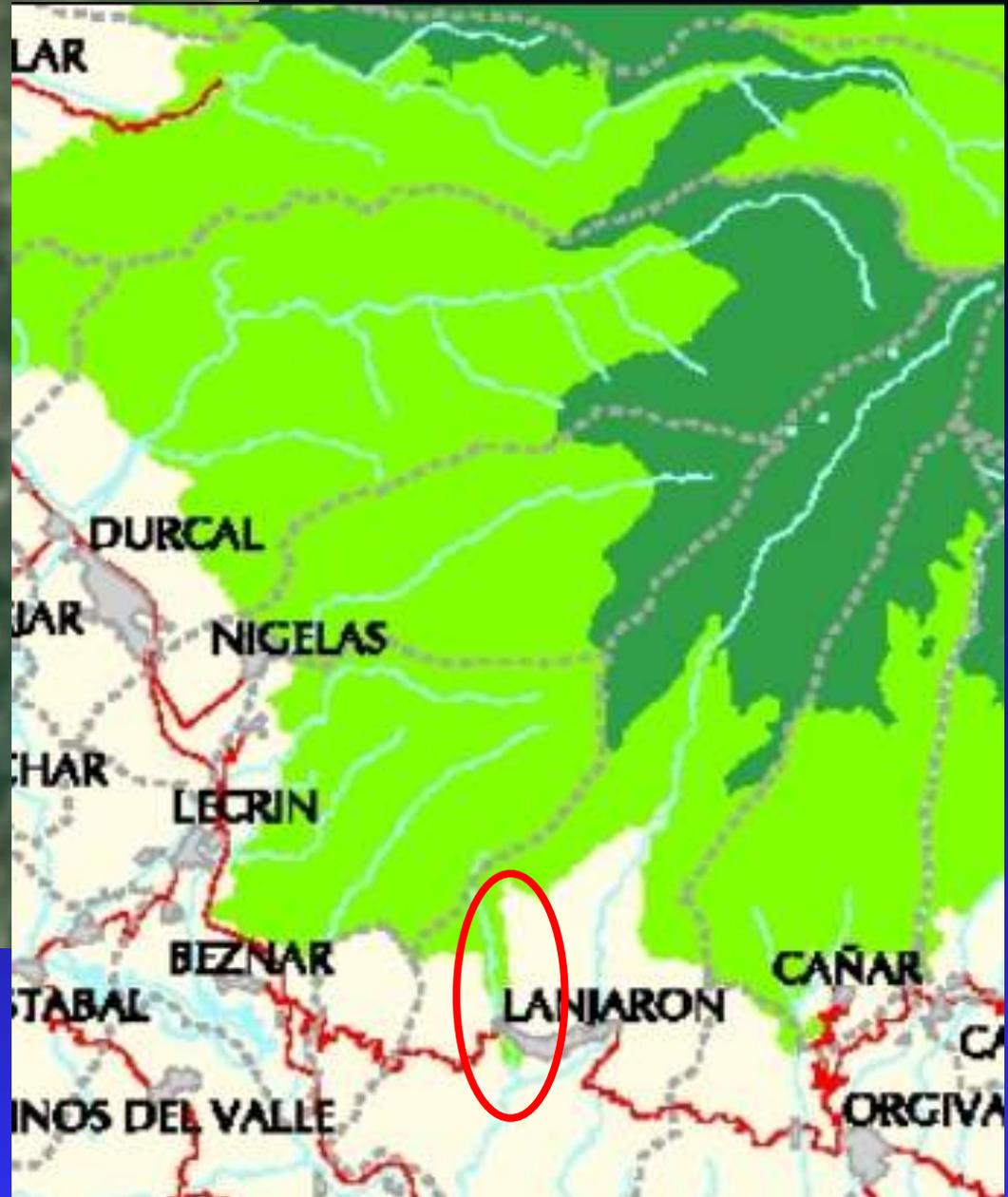
**BARRANCO SALADO. LANJARÓN (GRANADA, ESPAÑA)**



**ÁREA OCUPADA POR LOS VASOS DE  
LOS DIQUES DE ESTABILIZACIÓN**



LANJARÓN



**ZONAS DE PROTECCION DE GRADO A**

Zonas de maxima proteccion por sus altos valores naturales y/o culturales.



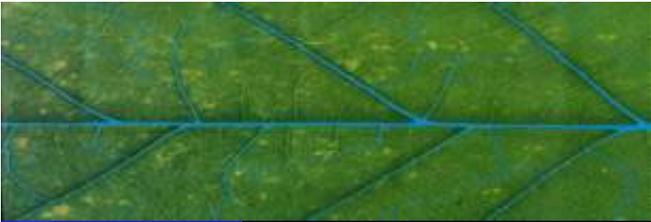
**ZONAS DE PROTECCION DE GRADO B**

Zonas de proteccion media y usos compatibles con los valores que se protegen.



# RAMBLA DE ALBOX. ALMERÍA, ESPAÑA

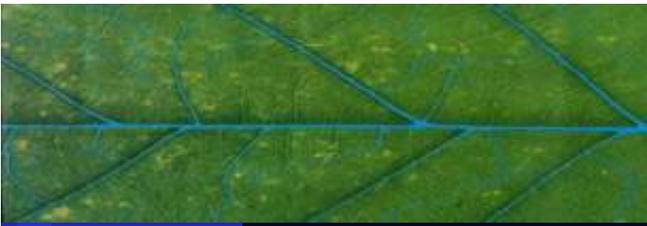




# EL GASTOR. CÁDIZ, ESPAÑA



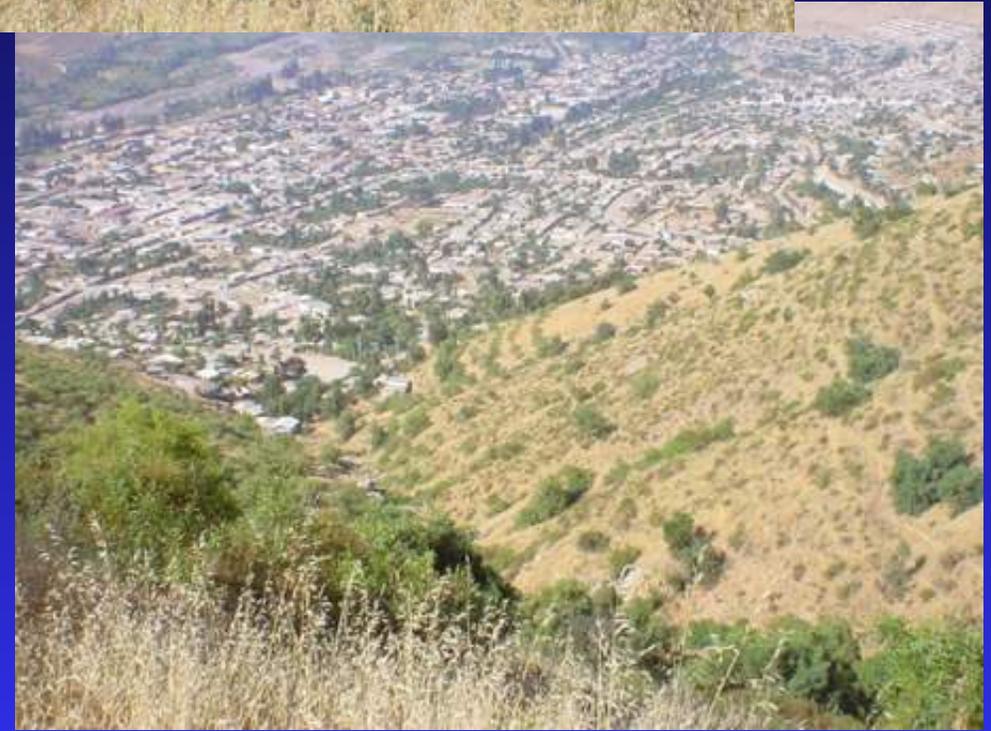
CUENCA DEL RÍO CUADRILLA. CÓRDOBA, ESPAÑA



CERRO PAJARITOS, ILLAPEL, CHILE. 2003



CERRO PAJARITOS, ILLAPEL,  
CHILE. 2003



QUEBRADA DE MONTEPATRIA  
IV REGIÓN, CHILE. 2003



QUEBRADA DE MONTEPATRIA  
IV REGIÓN, CHILE. 2003



QUEBRADA DE MONTEPATRIA  
IV REGIÓN, CHILE. 2003



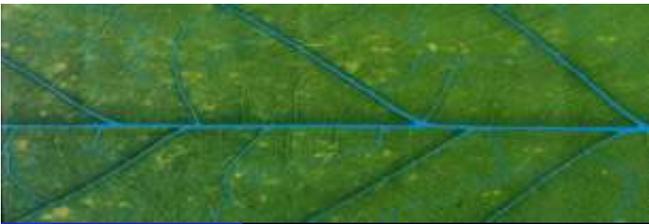
LA MUÑOZANA, IV REGIÓN, CHILE. 2003

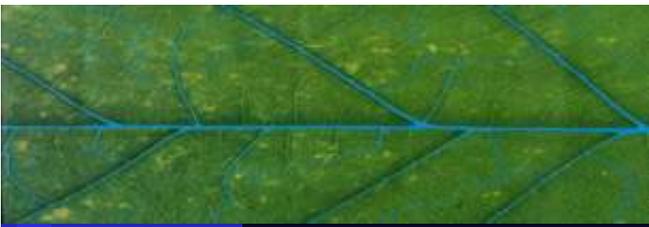


LA MUÑOZANA, IV REGIÓN, CHILE. 2003



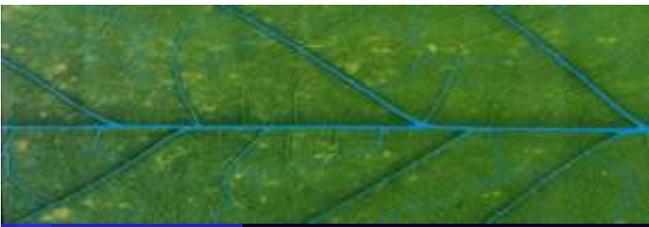
LLONGOCURA, CUREPTO, CHILE. 2003





LLONGOCURA, CUREPTO,  
CHILE. 2003

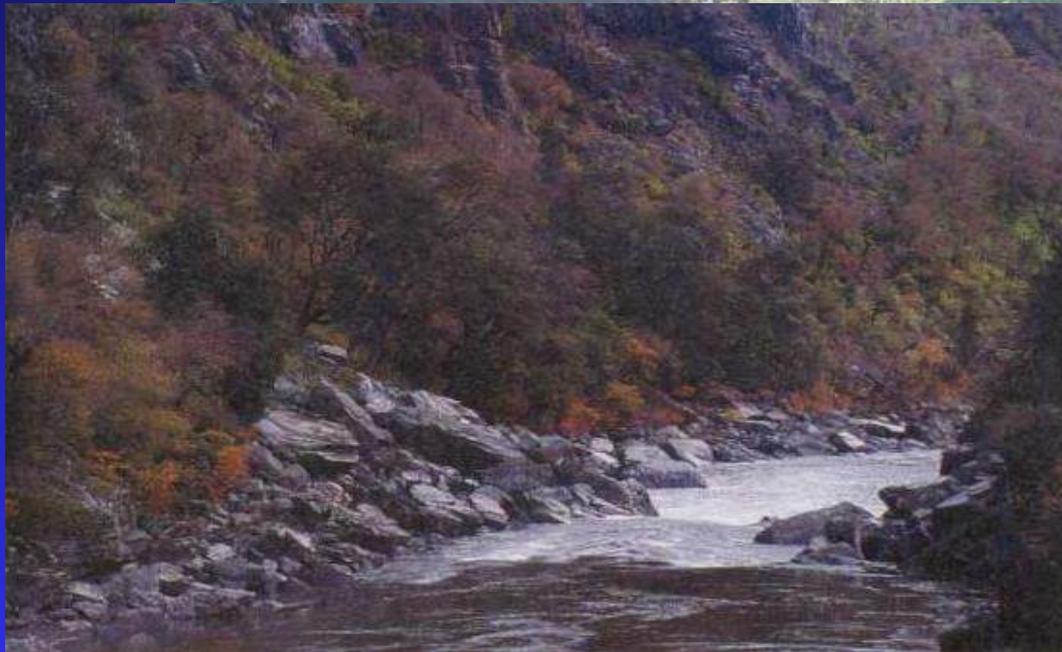
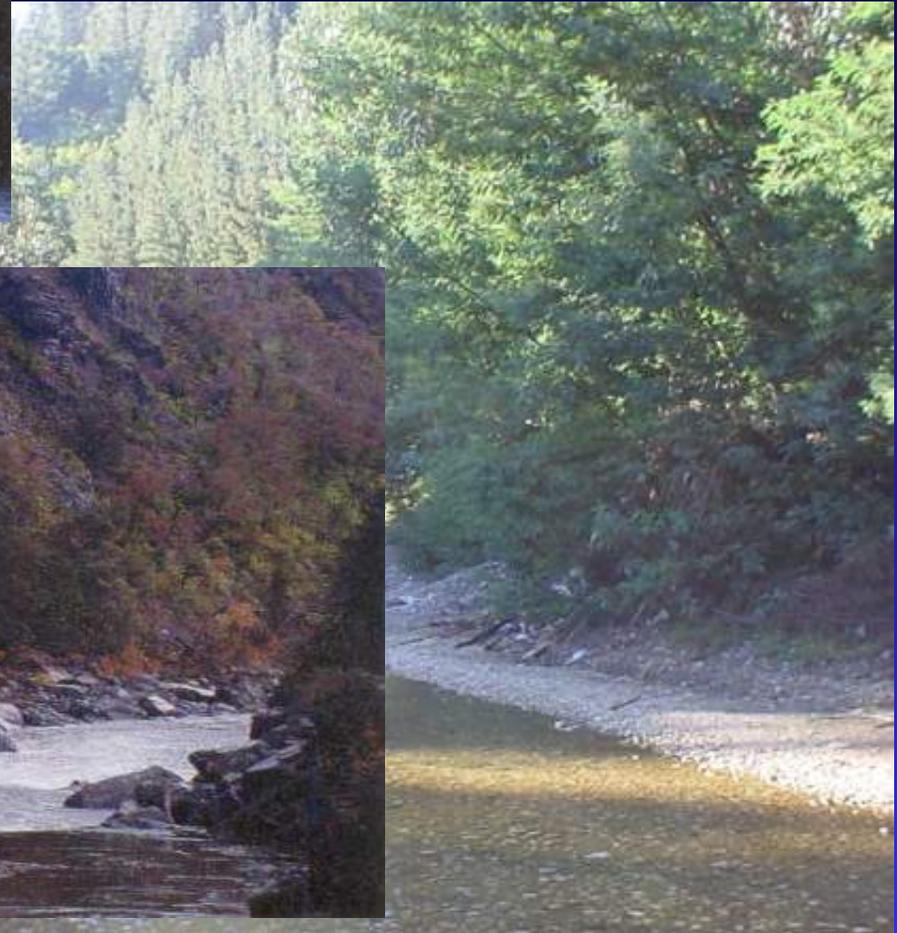




LLONGOCURA, CUREPTO,  
CHILE. 2003



RÍO PURAPAE, REGIÓN DEL MAULE,  
CHILE. 2003



# Variación del Uso del Suelo



Ocupación del Suelo 1955

Ocupación del Suelo 1978

Ocupación del Suelo 1997

# REFLEXIONES

## Aspectos Administrativos:

- La RHF no posee cuerpo propio en Chile.

No hay posibilidad real de que los ingenieros y técnicos de los servicios públicos puedan desarrollar su carrera especializándose y desarrollando su trabajo en Hidrología Forestal.

Se limita así, considerablemente la incorporación de los nuevos avances y visiones de la hidrología forestal, quedando una fuerte inercia que impone criterios y actuaciones tradicionales.

# REFLEXIONES

## Aspectos económicos:

En la empresa privada no es posible mantener departamentos especializados en hidrología forestal.

Los efectos económicos, sociales y ambientales se materializan a largo plazo. Ese desfase temporal tan amplio entre actuación y efecto hace que sean políticamente poco “atractivas” estas inversiones.

# REFLEXIONES

## Aspectos conceptuales:

- La RHF surge para paliar los efectos catastróficos de las avenidas y el control de los procesos erosivos.
- Sus actuaciones se centran en la restauración de la cubierta forestal y en obras en los cauces, con resultados muy satisfactorios.
- Sin embargo, esa trayectoria histórica propicia y mantiene una focalización en los aspectos preventivos, dejando de lado una visión más global de la hidrología forestal que ha llevado a la desvinculación entre la gestión forestal y la de los recursos hídricos.

# REFLEXIONES

## Aspectos conceptuales:

- Se está obviando la necesidad de considerar lo **forestal como un elemento insustituible y poderoso en la gestión integral de los recursos hídricos** por su papel en:
  - ◆ **Regulación hídrica**
  - ◆ **Conservación del suelo**
  - ◆ **Calidad del agua**
  - ◆ **Dinámica, composición y estructura de los ecosistemas fluviales y humedales**

# MIRANDO HACIA EL FUTURO

## UN NUEVO CONCEPTO DE LA HIDROLOGÍA FORESTAL:

CONJUNTO DE CONOCIMIENTOS, TÉCNICAS Y CRITERIOS DE GESTIÓN CUYA APLICACIÓN PERMITA, DESDE LOS PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD Y DE LA CONSIDERACIÓN HOLÍSTICA DE LOS ECOSISTEMAS, **OPTIMIZAR EL PAPEL HIDROLÓGICO DEL MONTE Y DE SU RED DE DRENAJE EN:**

- ◆ LA REGULACIÓN Y **GESTIÓN** DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
- ◆ **EL MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS Y DE LOS ECOSISTEMAS A ELLA VINCULADOS**
- ◆ EL CONTROL DE LOS PROCESOS EROSIVOS
- ◆ LA LIMITACIÓN DE RIESGOS DERIVADOS DE LA CIRCULACIÓN DE CAUDALES LÍQUIDOS Y SÓLIDOS MEDIANTE:
  - ◆ LA ADECUACIÓN DE LA DINÁMICA FLUVIAL, TORRENCIAL Y DE ALUDES (MITIGACIÓN)
  - ◆ LA INCLUSIÓN EN LOS CRITERIOS DE ORDENACIÓN DE USOS DEL SUELO DE LOS PRINCIPIOS DE LA DINÁMICA FLUVIAL, TORRENCIAL Y DE ALUDES (**PREVENCIÓN**)

# MIRANDO HACIA EL FUTURO

## PROPUESTAS:

- Profundizar en el **conocimiento de los efectos hidrológicos del monte y de los bosques riparios**, con especial énfasis en obtener resultados que permitan evaluarlos cuantitativa y cualitativamente, proporcionando así **herramientas técnicas sólidas y contrastadas**.
- Ampliar los **conocimientos sobre la dinámica hidrológica e hidromorfológica** de arroyos, torrentes, barrancos y ramblas, e incorporar los resultados a la ordenación del territorio, de manera que los usos del suelo se establezcan con la consideración de la dinámica natural que se presenta en estos elementos de la red de drenaje, **preconizando así la prevención frente a la mitigación** y contribuyendo a salvaguardar los procesos naturales en estos elementos vertebrados de los ecosistemas terrestres.

# MIRANDO HACIA EL FUTURO

## PROPUESTAS:

- Desarrollar y aplicar **conocimientos de reforestación y selvícolas** que permitan **optimizar el papel hidrológico del monte** tanto en sus aspectos cuantitativos, como cualitativos y de protección.
- Establecer metodologías de **gestión de la cubierta forestal** que permitan compatibilizar criterios de biodiversidad, multifuncionalidad y sostenibilidad de los montes con la **integración explícita y efectiva de estas áreas en la planificación de uso y gestión de los recursos hídricos**.

# MIRANDO HACIA EL FUTURO

## PROPUESTAS:

- Que la **gestión forestal incorpore** dentro de sus planes y programas la **red de drenaje como un elemento indisolublemente ligado al monte**, y articule su gestión desde la consideración holística de los ecosistemas acuáticos y su vinculación con la cuenca que los alimenta.
- **Incorporar la gestión forestal a los Planes Hidrológicos** como una poderosa e insustituible herramienta de gestión del agua y de los ecosistemas que ésta soporta, con criterios específicos vinculados con su influencia en el régimen y calidad de los recursos hídricos.

# MIRANDO HACIA EL FUTURO

## PROPUESTAS:

- Plantear **acciones** que hagan llegar a los políticos, técnicos y ciudadanos la **trascendencia de los terrenos forestales en el ciclo del agua**.
- Implementar **vías eficaces de cooperación** y colaboración de las diferentes **Administraciones Públicas** con competencias en aspectos de la gestión de los recursos hídricos y ambientales.
- Establecer asignaciones **presupuestarias y estructuras administrativas** acordes con la significación económica, social y ambiental del monte en el ciclo del agua.



## SÍNTESIS

EL PAPEL DE LO FORESTAL EN EL CICLO DEL AGUA Y EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DEBE CONSIDERARSE DE MANERA EXPLÍCITA, RIGUROSA Y EFECTIVA EN LOS PLANES DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS CON CRITERIOS DE CALIDAD, SOSTENIBILIDAD E INTEGRIDAD DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS, NO PUEDE CONCEBIRSE SIN CONSIDERAR LA GESTIÓN FORESTAL

ES NECESARIO DESARROLLAR Y MEJORAR CONOCIMIENTOS Y TÉCNICAS QUE PERMITAN OPTIMIZAR EL PAPEL DE LO FORESTAL EN EL CICLO DEL AGUA Y EN LOS ECOSISTEMAS A ELLA VINCULADOS

# OPORTUNIDADES

LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA ESTABLECE UN MARCO JURÍDICO Y CONDICIONA UN ESCENARIO DE FINANCIACIÓN EN LOS QUE PUEDE Y DEBE ENTRAR DE LLENO LA HIDROLOGÍA FORESTAL.

EL PROGRAMA A.G.U.A.(Actuaciones para la gestión y utilización del agua) RECONOCE CARENCIAS EN LA GESTIÓN Y PRECONIZA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.

A close-up photograph of a green leaf with a network of veins. The veins are highlighted in a bright blue color, creating a striking contrast against the natural green of the leaf. The veins form a complex, branching pattern across the surface of the leaf.

# LA RESTAURACIÓN **H**IDROLÓGICO-**F**ORESTAL: PASADO, PRESENTE Y FUTURO

Dr. Ing. Roberto Pizarro Tapia