



POLITÉCNICA



# TEMA 24 : La Ordenación de cuencas y la Restauración Hidrológico-Forestal



**JOSÉ LUIS GARCÍA RODRÍGUEZ**  
*UNIDAD DOCENTE DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA*  
*DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA FORESTAL*  
E.T.S. DE INGENIEROS DE MONTES  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

# Antecedentes

1. Antecedentes
2. El Manejo de cuencas
3. Hidrología Forestal
4. Análisis del Proyecto de Restauración Hidrológico Forestal
5. Análisis de documentos



# Antecedentes

- **Efecto común: desprotección del suelo**
- **Aumento de la carga sólida de la red de drenaje**
- **La Restauración no sólo consistía en retener materiales puntualmente en el cauce**
- **“No se puede corregir un torrente, si previamente no se ha restaurado su cuenca alimentadora”**



# Antecedentes

- **Importancia de la erosión en Europa**
  - Talas abusivas
  - Roturaciones de áreas forestales
  - Explotaciones indiscriminadas, etc
- **Objetivos de los restauradores**
  - Conservación y mejora
  - Repoblación de laderas
  - De repobladores a hidrólogos

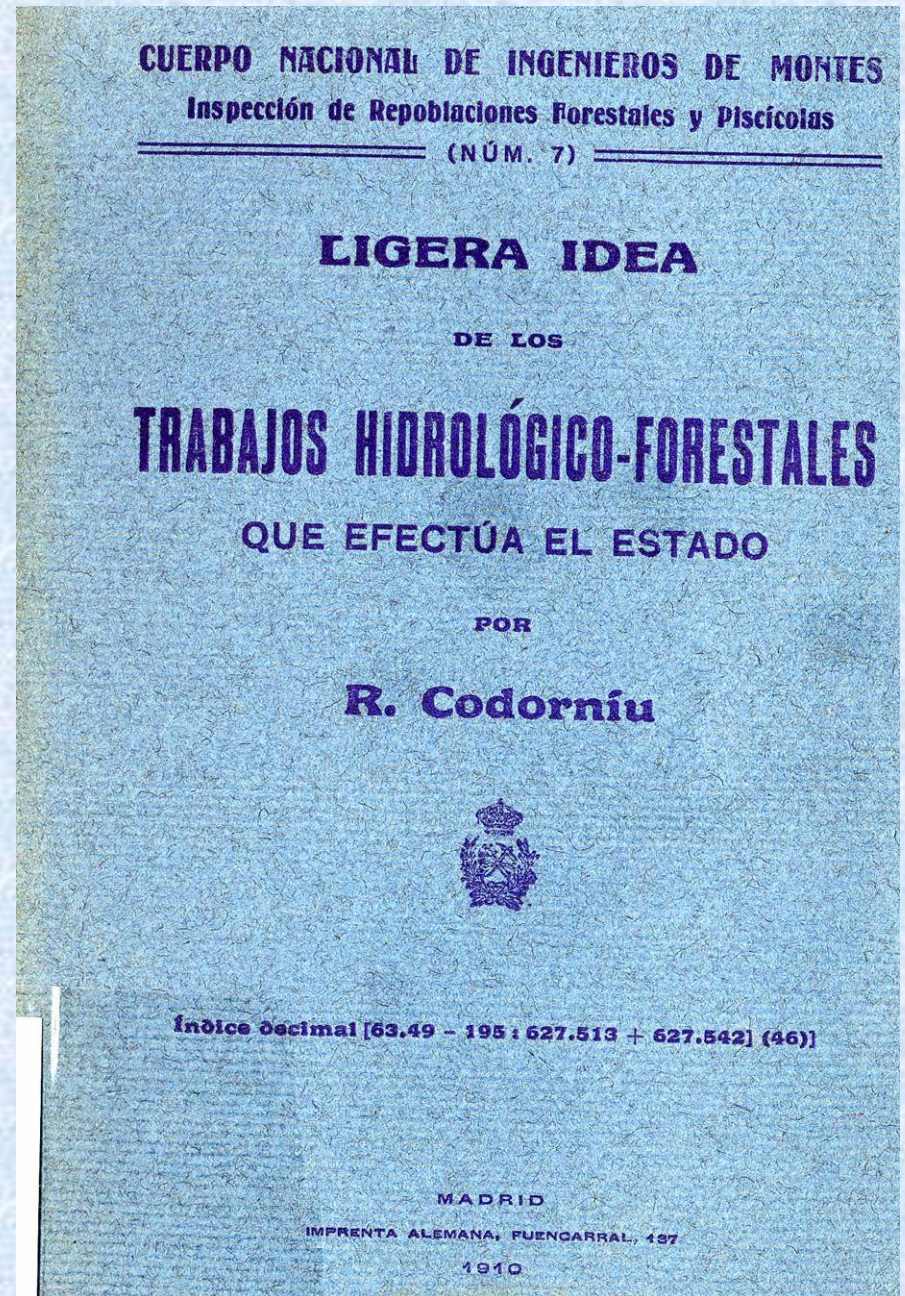


# De repobladores a hidrólogos



Barranco de Senet (Huesca). Fuente: J.Nicolás

# Documentación histórica



# Documentación histórica

L7

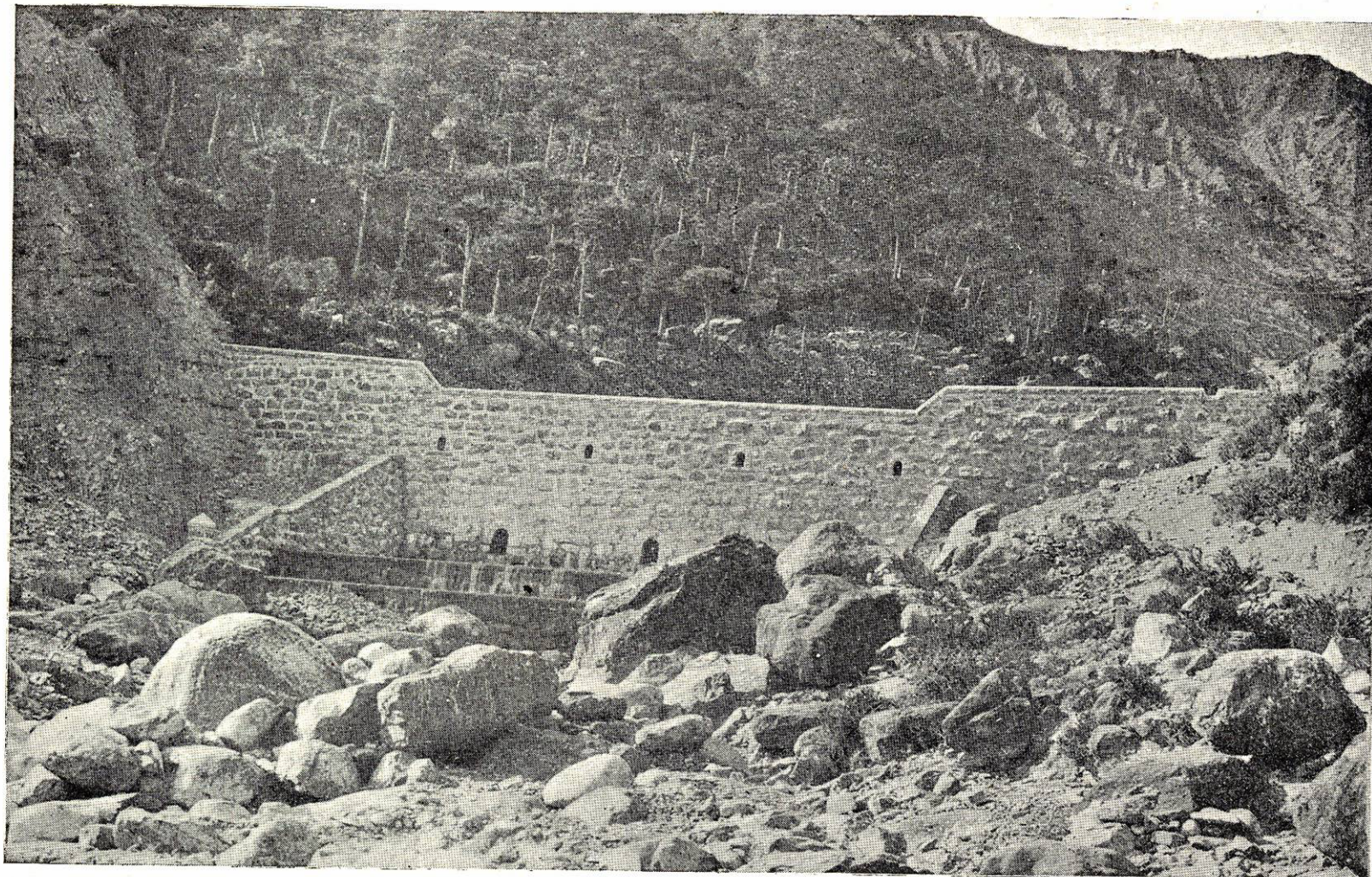


SIERRA DE ESPUÑA – EFECTO DE LAS REPOBLACIONES

*Melgares fot.*



# Documentación histórica



CUENCA DEL GÁLLEGO – DIQUE EN EL TORRENTE ARÁS

*Ayerbe fot.*

# Documentación histórica

*“No se puede corregir un torrente, si previamente no se ha restaurado su cuenca alimentadora”*



*Melgares fot.*

SIERRA DE ESPUÑA – BARRANCO CORREGIDO Y REPOBLADO



# Fenómeno torrencial

- **El fenómeno torrencial** es la consecuencia de un desequilibrio en el funcionamiento del sistema ambiental

- **Escenario: Cuenca vertiente**

- ✓ En la cuenca vertiente existe una relación estable entre su geometría y los volúmenes de agua y sedimentos movilizados en su interior.

- ✓ Una alteración de este equilibrio provoca la presencia de fenómenos de ajuste



## El Prof. García Nájera decía que:

***“Los trabajos de restauración de cuencas torrenciales pasan por una buena planificación de los trabajos, es decir, no se puede abordar una repoblación sin criterios, con un mero afán de tapizar de verde las laderas; es preciso, que en muchas ocasiones se consoliden previamente los terrenos, y para ello hay que construir numerosas obras de apoyo en barrancadas de la cuenca de recepción tanto en sus laderas como en sus cauces y de otras, en menor número en la garganta del torrente, con objeto de controlar y disminuir el caudal sólido mientras se producen los primeros efectos de las especies implantadas. Transcurridos una serie de años, variable según las especies y la estación, se formará el definitivo bosque que será suficiente por si mismo para retener las tierras y dominar el torrente, en la mayoría de los casos”.***



# **R.H.F. Definición corta**

**Volver a su ser**



# R.H.F. Definición larga

- Los planes, trabajos y acciones necesarios para la conservación, defensa y recuperación de la estabilidad y fertilidad de los suelo, la regulación de escorrentías, la consolidación de cauces fluviales y laderas, la contención de sedimentos y, en general, la defensa del suelo contra la erosión.



# Las antiguas culturas ya lo sabían en América...



Terrazas de cultivo en las faldas de Machu Pichu. Fuente: Ruth Oñate

# Torrente de Arás en Biescas (Pirineos, Huesca)



# Factores del sistema cuenca

- El equilibrio entre los elementos depende de cuatro factores:
  - El suelo
  - La vegetación
  - El clima
  - El relieve



# Barranco de Celestino. Cuenca del rio Jarama. Guadalajara, 2003.



# El clima

- Determinante del tipo de suelo y de la vegetación.
- Datos pluviométricos y termométricos:
  - Índices climáticos.
  - Clasificaciones climáticas.



# El suelo

- Interesan los procesos de infiltración-escorrentía.
- Influye sobre la cubierta vegetal que sustenta.
- El conocimiento de las propiedades (textura, estructura, materia orgánica, etc) que intervienen en sus estabilidad y en la gestión de los recursos naturales.
- Interesa obtener Mapas temáticos:
  - Edafológico
  - Geológico
  - Geotécnico



# La vegetación

- **Determinante en la formación y protección del suelo, en la retención de las aguas y en la regulación de los caudales.**
  - La vegetación tiene una gran ventaja que es la poder modificarse dentro de los límites que imponen el suelo y el clima.
  - Descripción de su estado actual y potencial y establecer la dinámica evolutiva de las formaciones vegetales en la cuenca (series de vegetación).
  - Interesa obtener Mapas temáticos
    - Vegetación actual (mediante muestreo)
    - Mapas de usos del suelo
    - Mapas forestales



# El relieve

- Las pendientes (delimitan los posteriores trabajos forestales).
- La longitud de ladera.
- Interesa obtener Mapas de pendientes y orientaciones:
  - Clasificación en rangos según las actuaciones posteriores
  - Mapas de pendientes
  - Mapas del factor topográfico en modelos de erosión



# Estudio Socio-Económico

- Estudio del lugar..... y de la población
  - ¿Quién vive? ¿Cuántos viven? ¿Cómo viven? ¿Dónde viven?
  - Sectores económicos.
  - Capacitación de la población.



No todo es teoría...



Proyecto de investigación: **Estudio de la eficacia protectora de las cubiertas forestales, de su implantación y tratamiento selvícola, en relación con el ciclo hidrológico y de nutrientes (1990-93).**

# Puebla de Valles. Río Jarama. Guadalajara. Julio 2003

Cuenca de  
recepción

Dique gavión  
en la garganta

Cono de  
deyección

# Hay que recordar que...

- **La vegetación es el factor fundamental en el esquema de una Restauración Hidrológico Forestal (R.H.F.)**
- Elemento **estabilizador** del flujo en una cuenca
- En el ciclo hidrológico interviene en:
  - Intercepción
  - Evapotranspiración
  - Infiltración
  - Escorrentía, etc
- **La vegetación es el verdadero regulador del comportamiento del agua en el sistema cuenca.**



# La situación en Europa

- En Europa se promulgaron disposiciones destinadas a la restauración de montañas en países del entorno alpino, como en Suiza (1848), Francia (1882), Austria (1884).
- De Repobladores a Hidrólogos
  - Restauration des montagnes (Thiery, 1841).



# Situación en España

Grandes actuaciones hoy presentes en nuestra geografía:

- Sierra Espuña
- Pirineos
- Cuencas de Jalón y Jiloca
- Sierra Nevada

...



# Bases legales

- 11/07/1877. Ley de Repoblación y Mejora de los Montes Públicos.
- 3/02/1888. R.D. “organización de los trabajos de repoblación de cabeceras de las cuencas hidrográficas”.
- 7/07/1901. Se crean los Servicios Hidrológicos Forestales.
- Patrimonio Forestal del Estado.
- ICONA (1971).
- La España de las Autonomías y la diversificación.



# Planificación Hidrológico Nacional

- **Planificación Hidrológica.** Es la primera de todas las funciones del Estado en relación con el dominio público hidráulico (Artº 1.2. Ley de Aguas, 1985).
- **El Borrador del Plan Hidrológico Nacional** lleva asociado los **Planes Hidrológicos de Cuencas.**
- En cada uno de ellos se incluyen los **Planes Hidrológico Forestales y de Conservación de Suelos** que se puedan derivar del **Plan Nacional de Restauración Hidrológico Forestal** (Artº 83, Ley de Aguas).
- El **Libro Blanco del Agua** (1998) establece un nuevo enfoque en la Planificación de la R.H.F.
- Delimitación de objetivos.



# MANEJO DE CUENCAS

- “Es el proceso de formular y aplicar en una cuenca hidrográfica un conjunto integrado de acciones tendentes a orientar su sistema social, económico y natural para lograr unos objetivos específicos” (Hufsmidt, 1986).
- **Objetivos en el manejo de cuencas:**
  - a) Maximizar los beneficios de la cuenca:
    - Suelo
    - Recursos hídricos
    - Nivel de vida poblacional
  - b) Minimizar los efectos negativos.



# MANEJO DE CUENCAS

- Acciones integradas
- Ordenamiento territorial
- Conservación de suelos
- Riego
- Extensión integral
- Reforestación
- Manejo forestal
- Admón. de Recursos Naturales
- Principios gerenciales



# MANEJO DE CUENCAS

El manejo de cuencas, no es una ciencia en sí misma, sino más bien un enfoque administrativo que trata de resolver problemas prácticos de aprovechamiento y conservación de los recursos naturales en zonas montañosas.



# Hidrología Forestal

- La Hidrología es una ciencia aplicada.
- La **Hidrología Forestal** se puede considerar como *“una especialidad de la Hidrología que estudia la relación entre el agua y el suelo, dentro del marco de trabajo que constituyen los bosques o montes”* (López Cadenas de Llano, 1994).
- La gran experiencia acumulada en España a lo largo de este siglo ha sido fundamental para la consideración como rama de la Hidrología clásica.
- Se utilizan técnicas comunes pero sus objetivos son distintos.
- Está apoyada en numerosos congresos y reuniones internacionales que han formado a esta especialidad.



# Análisis de un Proyecto de Restauración Hidrológico Forestal

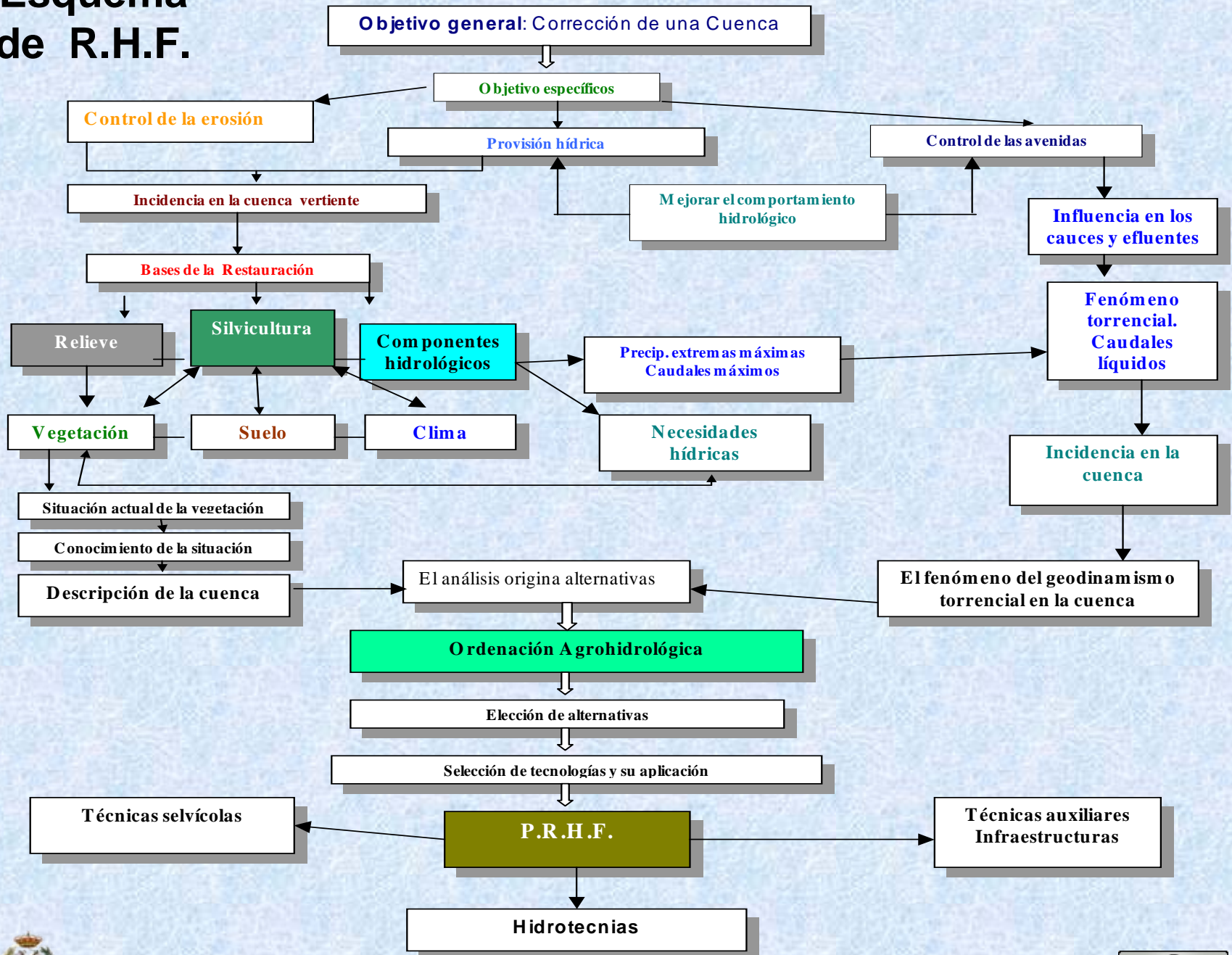
- Estructura
- Objetivos
- Justificación



# Estructura

- Descripción y análisis de la cuenca.
- Ordenación de la cuenca.
- Descripción, justificación y cálculo de obras y trabajos.
- Evaluación de costes y presupuestos.  
Elaboración de un cronograma de trabajo.

# Esquema de R.H.F.



## Sistema corrector de una cuenca torrencial.

### Acciones

Localización	Características		Propósito	
En la cuenca	Acciones biológicas	Coberturas vegetales Forestación	Control de erosión laminar y en regueros Mejoras de la infiltración Control de escorrentías directas	
	Prácticas mecánicas	Terrazas Drenajes	Control de erosión laminar y regueros Control de la humedad del suelo Control de los movimientos en masa	
	Pequeñas obras transv.	Albaradas, palizadas Fajinas	Control de cárcavas Control de la erosión remontante	
En el cauce (Régimen torrencial)	Area de erosión	Obras transversales	Diques de consolidación Diques de retenida Umbrales de fondo Cubiertas vegetales y revestimientos Espigones Muros de defensa Soleras	
		Obras longitudinales	Perfil escalonado con tramos erosionables (muros longitudinales, solera, rastrillos)	
	Area de sedimentación	Obras mixtas	Total Selectiva	Perfil de equilibrio o compensación (control de erosión del lecho) Consolidación de laderas marginales Retención de sedimentos (defensa de embalses, vegas, etc) Retención parcial de sedimentos Defensa de instalaciones hidroeléctricas, obras de infraestructuras Control de la erosión del lecho Defensa contra erosiones laterales aumentando resistencia de las márgenes y/o controlando la velocidad del agua Defensa contra erosiones laterales desviando las aguas Defensa de márgenes y rectificación del eje hidráulico Protección del lecho contra la erosión
		Obras mixtas	Concentración del agua en cauce fijo y estable	
En el cauce (Régimen fluvial)	Obras longitudinales	Revestimientos y espigones Malecones	Defensa de márgenes contra erosiones laterales Defensa contra inundaciones y rectificación del eje hidráulico	



## SISTEMA CORRECTOR DE UNA CUENCA

ACTUACIONES		OBJETIVO/S	
LOCALIZACION	CARACTERISTICAS		
En la cuenca		Coberturas vegetales	Control de la erosión laminar y en regueros
	Acciones biológicas	Forestación	Mejorar la infiltración y regulación hídrica
			Control de las escorrentías directas
	Prácticas mecánicas	Terrazas	Control de la erosión laminar y en regueros
		Drenajes	Control de la humedad del suelo
			Control de los movimientos en masa
	Pequeñas obras transversales	Albarradas, Fajinadas, palizadas, etc	Control de cárcavas
			Control de la erosión remontante

# SISTEMA CORRECTOR DE UNA CUENCA

				Diques de consolidación	Perfil de equilibrio o compensación (control de la erosión del lecho) Consolidación de laderas inestables	
		Area de erosión-transporte	Obras transversales	Diques de retención	Total Selectiva	Retención de sedimentos Retención parcial de sedimentos Defensa de centrales hidroeléctricas, infraestructuras, poblaciones, etc
				Diques de laminación	Reducir la punta del hidrograma de crecida	
	Régimen torrencial			Umbrales de fondo	Control de la erosión del lecho	
			Obras longitudinales	Cubiertas vegetales y revestimientos	Defensa contra erosiones laterales aumentando resistencia de las márgenes y/o controlando la velocidad del agua	
		Area de sedimentación		Espigones	Defensa contra erosiones laterales desviando las aguas	
				Muros de defensa	Defensa de márgenes y rectificación del eje hidráulico	
				Soleras	Protección del lecho contra la erosión	
En el cauce			Obras mixtas	Perfil escalonado con tramos erosionables (Muros cajeros, solera y rastrillos)	Concentración del agua en cauce fijo y estable	
	Régimen fluvial		Obras longitudinales	Revestimientos y espigones	Defensa de márgenes contra erosiones laterales	
				Malecones y Escolleras	Defensa contra inundaciones y rectificación del eje hidráulico	



# Objetivos

- **General:** Corrección de una cuenca torrencial.
- **Específicos:**
  - Protección del suelo frente a la erosión.
  - La provisión hídrica.
  - El control de avenidas.
  - **Evolución dinámica.**

# Justificación

✓ Técnica

✓ Social

✓ Económica



# Análisis de documentos

- ✓ Memoria
  - ✓ Información General
  - ✓ Descripción de la cuenca
  - ✓ Geodinamismo Torrencial
    - ✓ Caudales líquidos
    - ✓ Erosión
    - ✓ Degradación Específica
  - ✓ Ordenación de la cuenca
  - ✓ Otros: Justificación de precios; Programa de trabajos y obras; presupuesto para conocimiento de la Administración; E.I.A.; Higiene y Seguridad en el Trabajo; Fotografías,...



# Análisis de documentos

- Presupuesto
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares
- Cartografía y Planos



# Planificación de la R.H.F.

- ✓ Creación, control y mejora de las cubiertas vegetales permanentes.
- ✓ Actuaciones en los cauces.
- ✓ Actividades complementarias.

