

TEMA 4. PROCESOS Y DEPÓSITOS FLUVIALES

ÍNDICE

- 4.1. Morfología del cauce: aspectos elementales
- 4.2. Fundamentos de dinámica fluvial
- 4.3. Morfología de cauces: condicionantes, movilidad y tipología de los cauces aluviales
- 4.4. Ríos trenzados
- 4.5. Ríos meandriformes
- 4.6. Ríos trenzado-sinuosos
- 4.7. Metamorfosis de ríos
- 4.8. Morfología y geometría de los depósitos fluviales
- 4.9. Estimación de paleoinundaciones

Las formaciones aluviales son, probablemente, las de mayor importancia socio-económica en nuestro país:

➤ Constituyen la principal fuente de áridos para la construcción.

➤ Forman la gran mayoría de los acuíferos superficiales.

➤ La superficie llana de las terrazas fluviales es idónea para: implantación de edificios, vías de comunicación, y campos de cultivo.

➤ Las inundaciones ocupan con ventaja el primer lugar dentro de la lista de riesgos naturales (a escala nacional) (además de la pérdida de vidas, > 300 millones de euros por año).

Aspectos de interés en Geol. Cuat. aplicada

Geometría de las formaciones aluviales

Previsión de avenidas (inundaciones)

✓ **Efectos geomorfológicos (erosión y sedimentación)**

✓ **Cálculo de frecuencia - magnitud**

4.1. Morfología del cauce: aspectos elementales

4.1.1. Cauces fijos y cauces aluviales

Dos tipos de cauces en función de su estabilidad con el tiempo:

a) Cauce fijo o estable:

- El cauce se mantiene poco alterado o estable durante varios siglos.
- La corriente sólo realiza cambios en el cauce durante las avenidas excepcionalmente grandes (periodo de retorno de varios centenares de años o mayor).
- Tramos de cauce fijo: río encajado en un sustrato muy resistente a la erosión.



b) Cauce móvil

- Ríos que circulan sobre sus propios depósitos, formados en gran medida por sedimentos granulares y sueltos: *ríos aluviales*



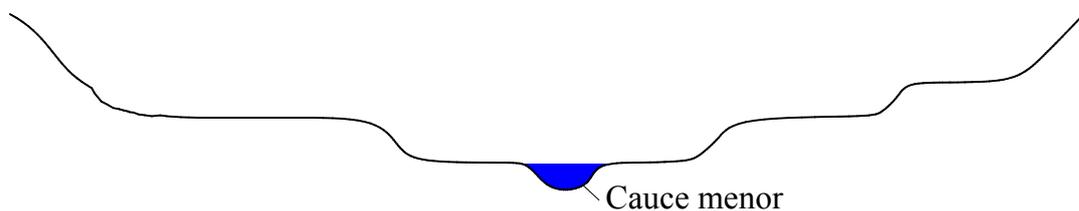
- El lecho del río:
 - Puede ser erosionado por la corriente con frecuencia
 - Tiene una movilidad relativamente elevada

4.1.2. Dimensiones y jerarquía de los cauces

- Debido a la periódica variación del caudal: en un mismo río suelen existir **cauces de diferentes dimensiones** (menor, mayor y extraordinario).
- Cada uno de ellos es modelado por corrientes con diferente caudal.

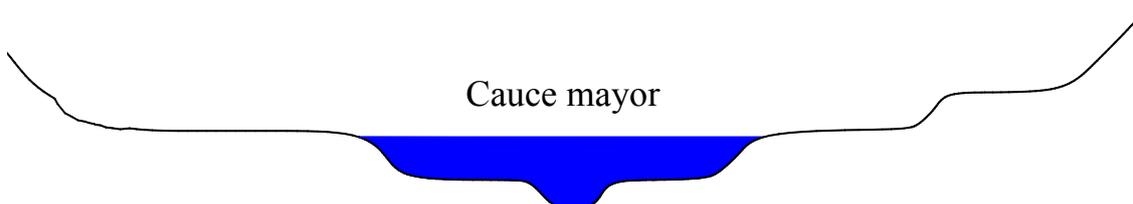
Cauce menor (o de aguas bajas):

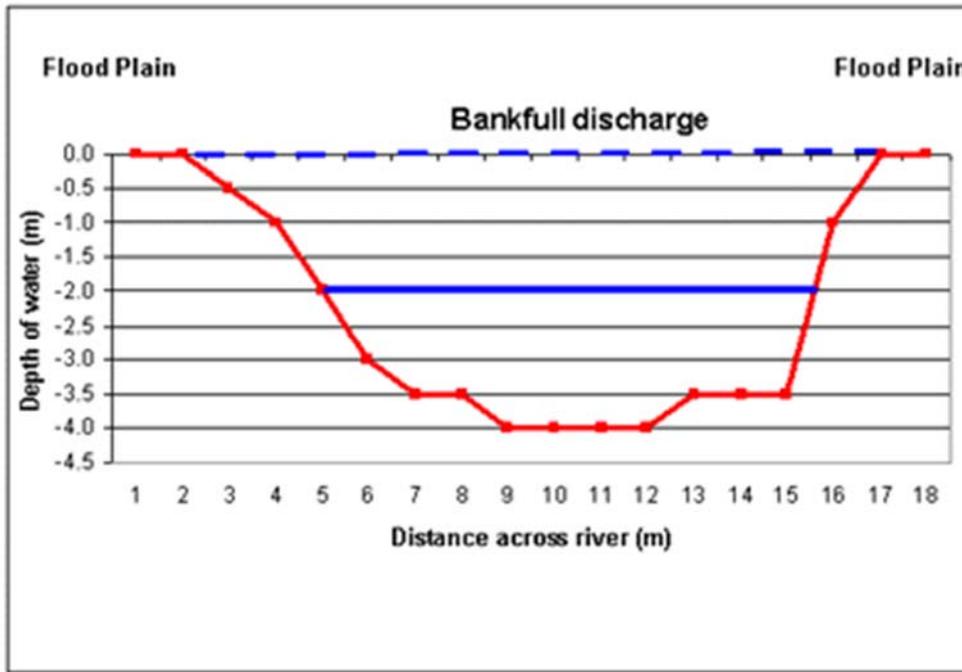
- Normalmente ocupado por la corriente a lo largo del año.
- Periodos de sequía: el río ocupa sólo parte del cauce menor (cauce de estiaje).



Cauce mayor (principal o de aguas altas):

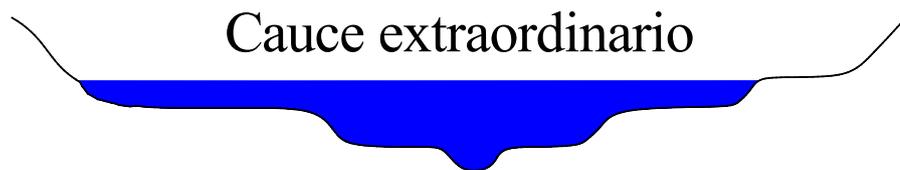
- El inundado por las avenidas llamadas *dominantes o formativas* (caudal Q_b), aquellas que ocurren con frecuencia anual o de unos pocos años:
 - Climas templados: entre 1.5 y 7 años
 - Climas tropicales: varias veces en la estación lluviosa
 - Climas áridos: > 50 -100 años
- Lecho anegado por estas avenidas: *lecho de inundación ordinario* (llanura de inundación ordinaria).





Cauce extraordinario:

- El inundado por avenidas poco frecuentes (extraordinarias) que desbordan el cauce mayor ($Q \gg Q_b$).
- Ocupan el *lecho de inundación extraordinario*.



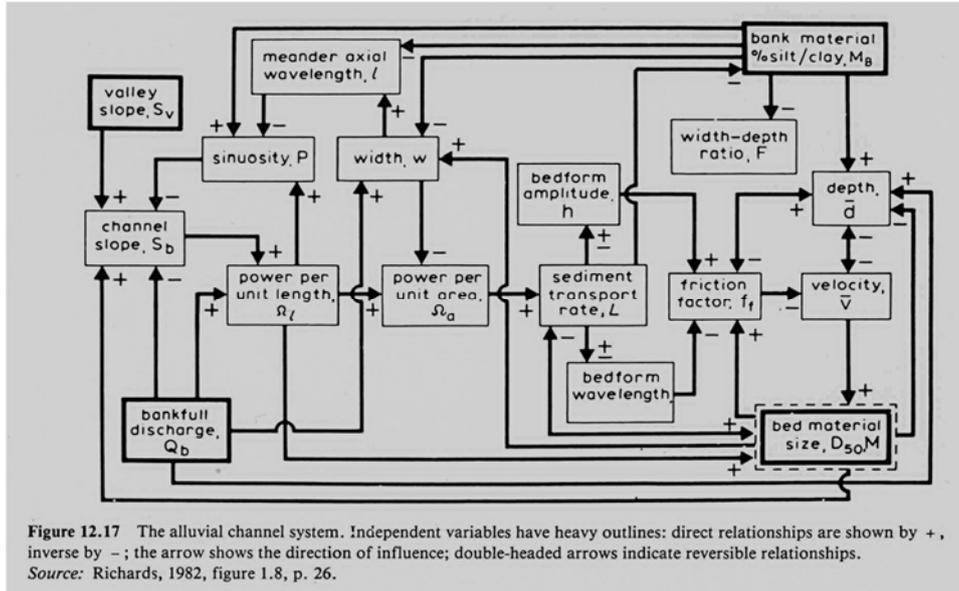
4.1.3. Modelado del cauce mayor

- El cauce mayor es el modelado (por) por las avenidas más frecuentes (dominantes) : **es el verdadero cauce en sentido geomorfológico** (el ocupado por el río cuando hay actividad geomorfológica -erosión y sedimentación-)
- Las avenidas extraordinarias rebasan al cauce mayor y causan grandes cambios en él, incluso de trazado.
- Las avenidas dominantes que siguen a una extraordinaria van modelando el cauce hasta que se alcanza un equilibrio relativo en su morfología (cauce + o - estable).
- Una vez se alcanza el equilibrio, durante las avenidas dominantes posteriores:
 - ✓ El balance erosión – sedimentación es nulo
 - ✓ No hay cambios significativos en la morfología del cauce.

4.2. Fundamentos de dinámica fluvial

La dinámica de un río:

- está controlada por un gran número de factores
- muchos de ellos interdependientes



Potencia de la corriente (Ω)

Medida de la potencia disponible para el transporte de sedimentos en el fondo del lecho

$$\Omega = \gamma QS$$

γ : peso específico del fluido (mezcla agua-sedimento),

Q : caudal

S : gradiente de energía de la corriente

Ω : potencia por unidad de longitud según la dirección del flujo

Muchos de los procesos que tienen lugar en el cauce pueden explicarse por:

la búsqueda de **EQUILIBRIO** que existe entre:

- las fuerzas que aumentan la potencia de la corriente
- aquellas que la “disminuyen”, que ofrecen resistencia a la corriente

El grado de equilibrio de estas fuerzas puede expresarse utilizando cuatro variables:

- el caudal,
- el gradiente de energía,
- la carga de sedimentos que son transportados (o que son transportables por la corriente), y
- el tamaño de los granos.

Gradiente de energía

- Pérdida de energía de la corriente por unidad de longitud según la dirección de flujo.
- La energía de la corriente en un punto: suma de la
 - energía potencial,
 - energía cinética
 - energía de presión
- La pérdida de energía es debida, entre otros factores:
 - La fricción de la fluido corriente con el cauce
 - Trabajo realizado en el transporte de sedimentos.

El gradiente de energía no es fácilmente calculable en condiciones de flujo no estacionario (las que se dan durante las avenidas).

Sustituto: el gradiente hidráulico

¿Podemos utilizar en su lugar la pendiente del cauce?

Aumento de la potencia de la corriente:

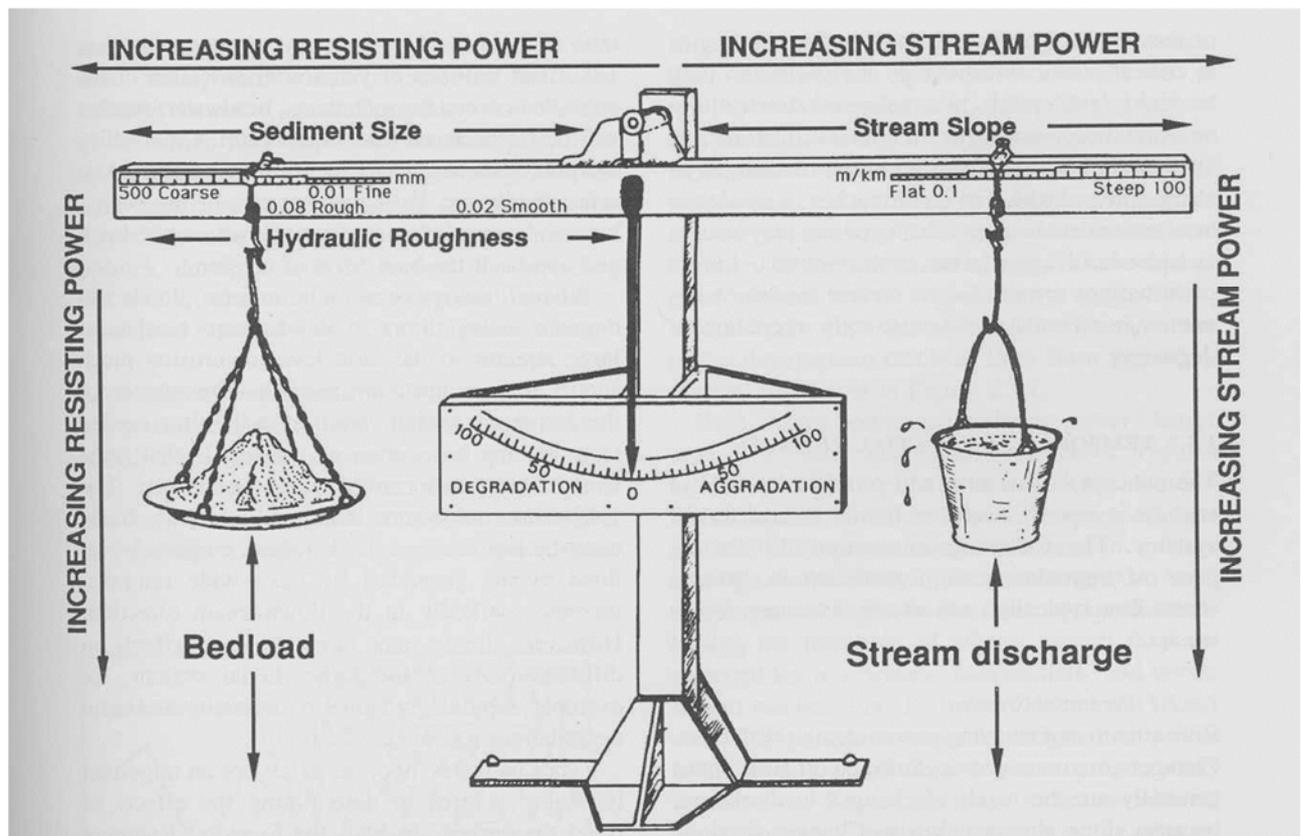
- Aumento del caudal
- Aumento del gradiente de energía (o del gradiente hidráulico)

Aumento la resistencia a la corriente:

Incremento de:

- La carga sólida o el caudal sólido (el peso o volumen de los sedimentos que son transportados) → incremento de la fricción *en* la corriente y entre la corriente y el lecho.
- El tamaño de grano (contribuye a un aumento de la fricción).
- La rugosidad del lecho debida a las formas de fondo (mayor fricción) y a la forma del cauce.

Aproximación cualitativa a la dinámica de erosión-sedimentación Balanza de Lane



Potencia unitaria (ω) (o potencia por unidad de anchura del cauce, w):

$$\omega = \frac{\gamma Q S}{w} = \gamma R_h S \bar{v}$$

En términos de esfuerzo de cizalla τ (de arrastre) ejercido sobre el fondo del cauce:

$$\omega = \tau \bar{v} \quad \text{donde} \quad \tau = \gamma R_h S$$

Esta última ecuación relaciona la potencia de la corriente :

- Con su capacidad erosiva (determinada por el esfuerzo de cizalla o arrastre)
- Con la velocidad de la corriente (que influye mucho en la capacidad de transporte y en la tasa de transporte).
- Como medida de la potencia disponible para el transporte de sedimentos

Durante la fase de crecida de una avenida:

- ✓ Aumento del caudal y del gradiente hidráulico
- ✓ Desequilibrio del sistema y conduce a la erosión del lecho
- ✓ La erosión implica:

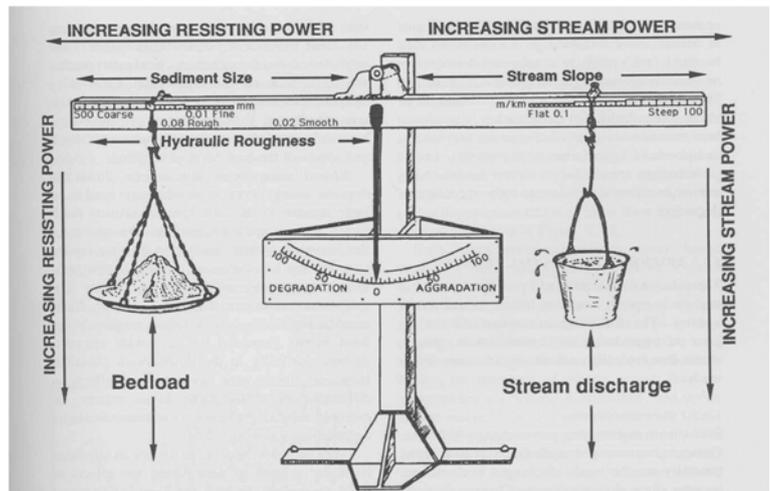
- Aumento de la carga sólida
- Reducción de la pendiente del cauce (y del gradiente hidráulico)



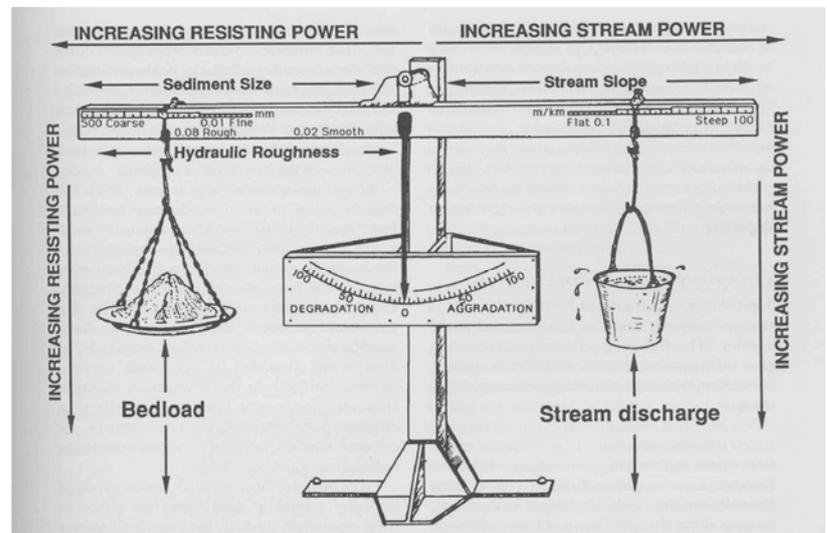
el sistema tiende a recobrar el equilibrio

El reequilibrio puede ser más rápido si:

durante la erosión se incorporan granos de mayor tamaño (aumentará D50)



Fase de descenso de una avenida:



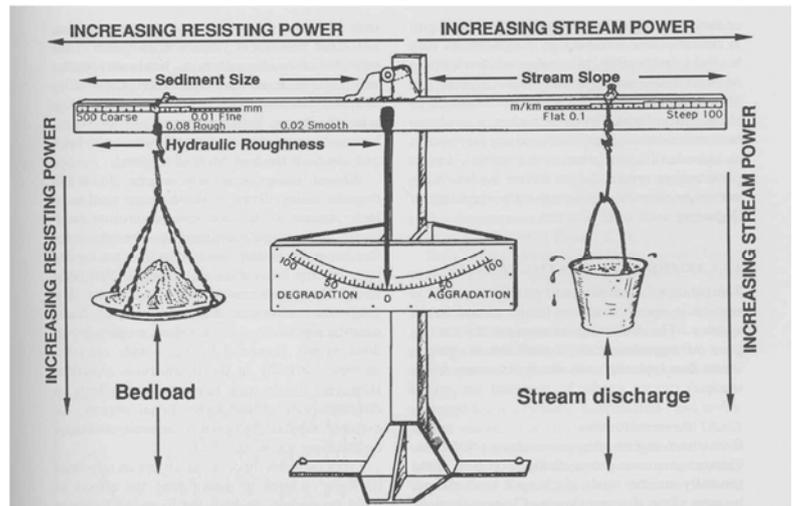
- Disminución del caudal y del gradiente hidráulico
- Favorece la sedimentación:
 - Disminución de la carga sólida
 - 1º deposición de granos más grandes (disminución progresiva de D50)
- Desequilibrio pero ahora en sentido contrario.

Versión cuantitativa de la balanza de Lane

Utilizando una ecuación de transporte de sedimentos (Einstein-Brown, semi-empírica)

$$q_s D_{50} = a q^2 i^2$$

q_s : caudal sólido unitario
 a : cte
 i : gradiente hidráulico



Caudal sólido unitario = medida de la capacidad de transporte de la corriente

- *El caudal sólido depende también de la disponibilidad de sedimento, por lo tanto es una magnitud potencial (caudal sólido transportable).*

- **TRANSPORTE DE SEDIMENTOS ES MUCHO MÁS IMPORTANTE DURANTE LAS AVENIDAS**
- **EL TRABAJO GEOMORFOLÓGICO DE LOS RÍOS TIENE LUGAR MAYORITARIAMENTE DURANTE LAS AVENIDAS**