

# Paleohidrología: Los Registros Fluviales



Gerardo Benito Ferrández

CSIC-Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid

Parte 1: Introducción y  
registros de llanuras de inundación

## Temas a abordar:

- 1.- Paleohidrología a través de la Geomorfología y la Sedimentología fluvial
- 2.- Registros fluviales en llanuras aluviales
- 3.- Registros en terrazas fluviales
- 4.- Registros de eventos extremos: paleocreencias

# PALEOHIDROLOGÍA

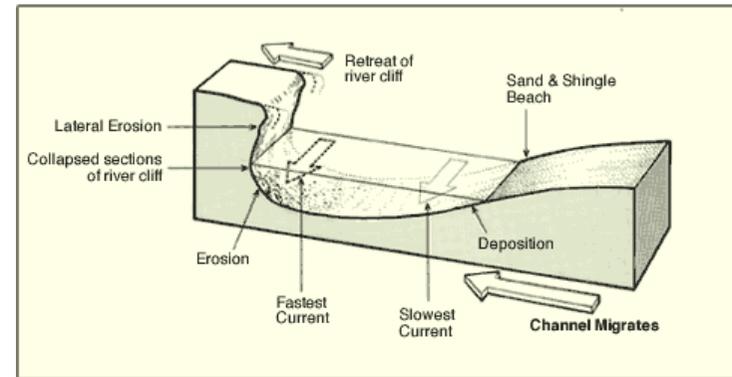
Disciplina que aborda el estudio del movimiento del agua y el sedimento con anterioridad a los registros hidrológicos continuos

Costa, 1986

## Reconstrucción del caudal máximo



## Reconstrucción de actividad fluvial y del caudal medio

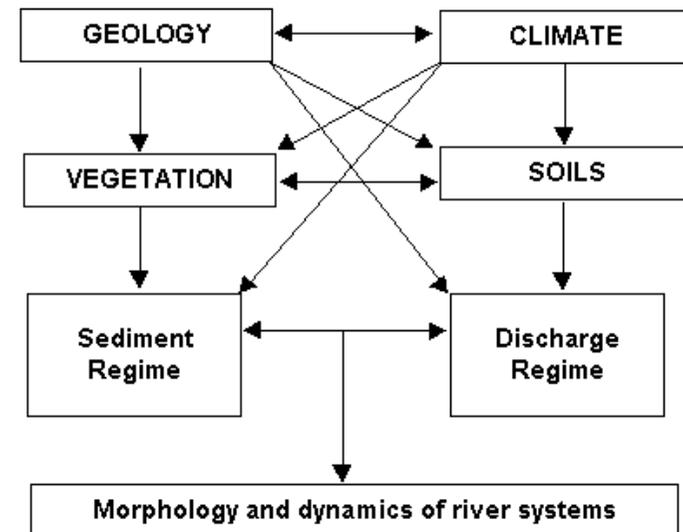
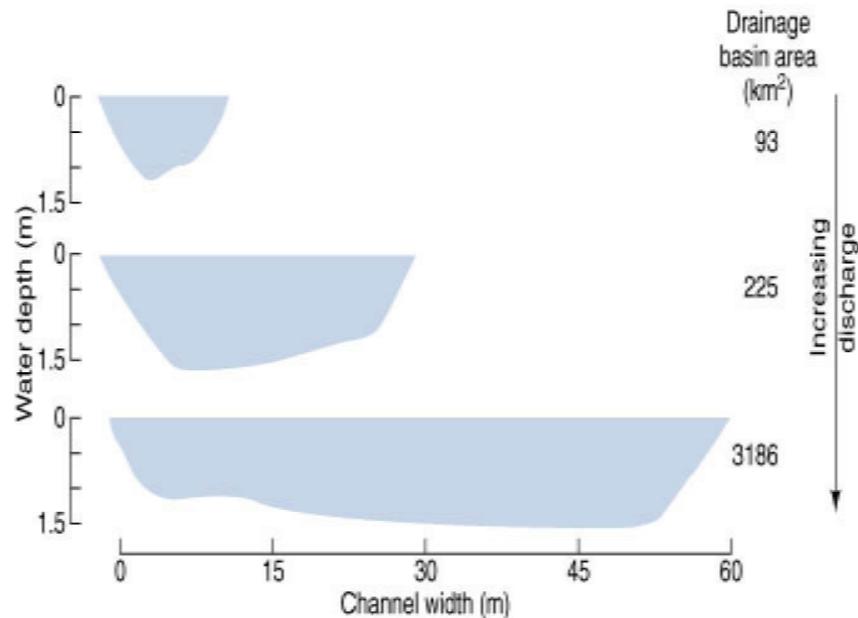


# Registros fluviales relevantes en el estudio de Cambio Climático:

- Estratigrafía y Geomorfología de terrazas, llanuras y rellenos aluviales, :
  - Secuencias de erosión y agradación, en llanuras y terrazas aluviales y rellenos de valle, registrando cambios importantes en caudal y/o carga de sedimento
  - Frecuentemente presentan una respuesta no lineal, con retardo en la respuesta al cambio
  - Resolución de 0.1-1 ka (décadas a milenios)
- Estudios basados en el análisis de depósitos de crecidas en zonas de remanso:
  - Registros sedimentarios de eventos individuales de crecidas;
  - Eventos hidrológicos de corta duración, respuesta rápida, muy sensibles a registrar cambios;
  - Resolución de 0.01-0.1 ka (décadas a centurias)
- Crecidas Históricas (Documentadas) registrados en archivos (Municipales, eclesiásticos, etc.), y marcas de altura.

# Cauce fluvial

Los cauces fluviales presentan cambios tanto en el tiempo como en el espacio para acomodar su tamaño a las variaciones de caudal (agua y sedimento) y de pendiente.

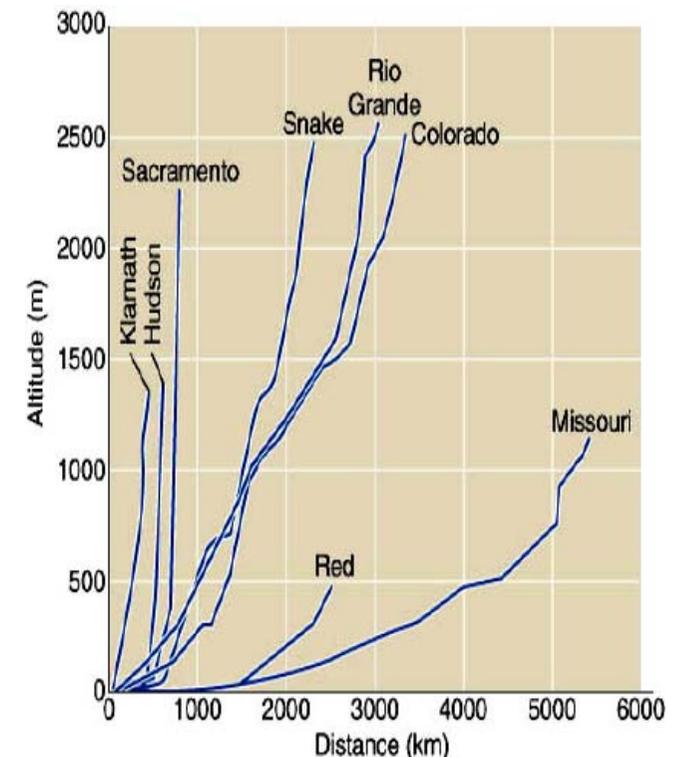
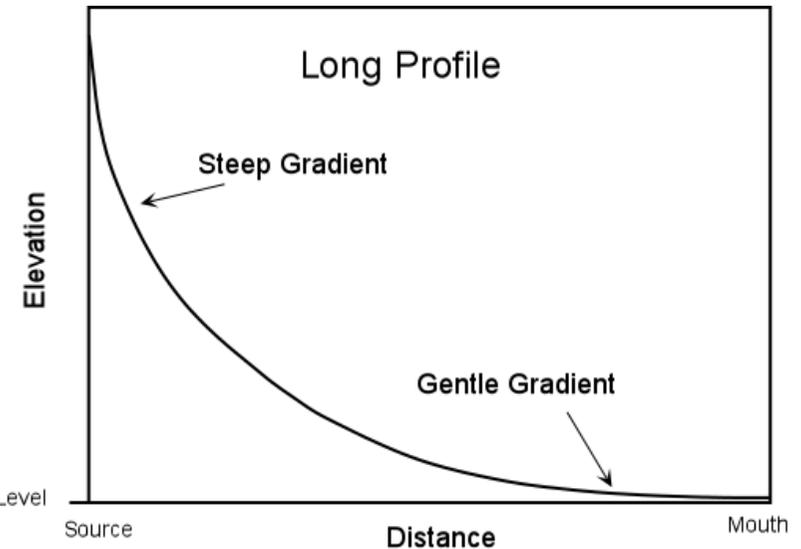


# Factores que controlan el flujo en cauces fluviales

- Gradiente del cauce fluvial
- Sección transversal del cauce
- Velocidad media del flujo
- Caudal (sección/area mojada x velocidad)
- Carga de sedimento

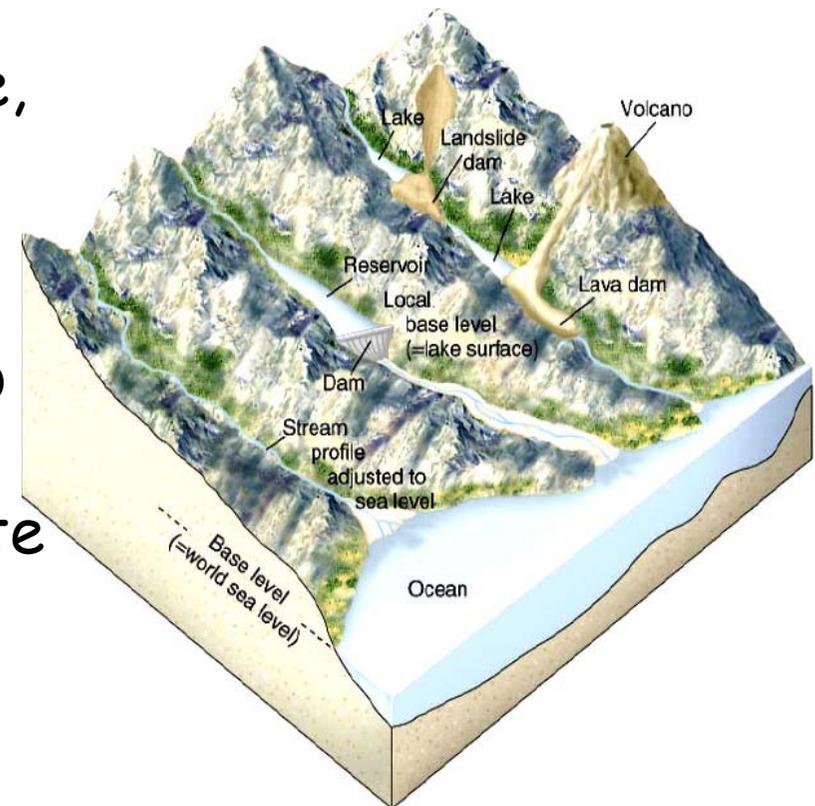
# Perfil longitudinal

- El perfil longitudinal se refiere a la línea topográfica dibujada a lo largo del cauce desde su nacimiento a su desembocadura
- El gradiente del cauce desciende aguas abajo
- Las irregularidades del gradiente pueden ser debidas a la existencia de capas resistentes de roca, deslizamientos o presas
- En el caso de un cambio del nivel de base, el curso fluvial tiene a generar un nuevo perfil de "equilibrio" para ajustar a las nuevas condiciones

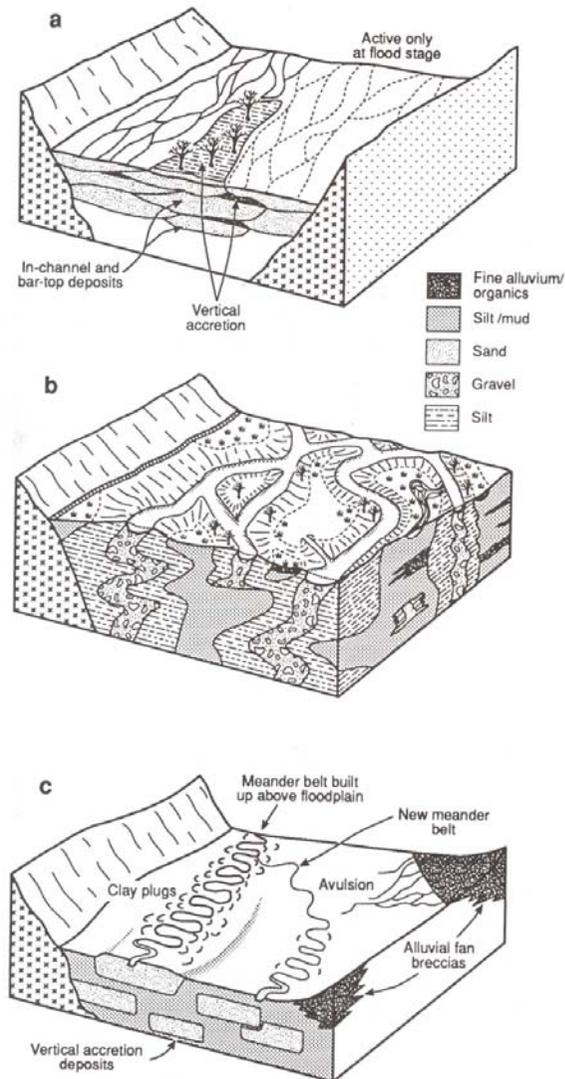


# Nivel de base

- A medida que el flujo se desplaza aguas abajo, la energía potencial disminuye al igual que su gradiente, hasta alcanzar su nivel de base en su desembocadura en el mar.
- El nivel límite debajo del cual el cauce no puede seguir erosionando se denomina nivel de base del río.
- El nivel de base para la mayor parte de los ríos es el nivel del mar.
- Cuando un río fluye hacia una cuenca cerrada o un lago, la superficie del lago es su nivel de base.

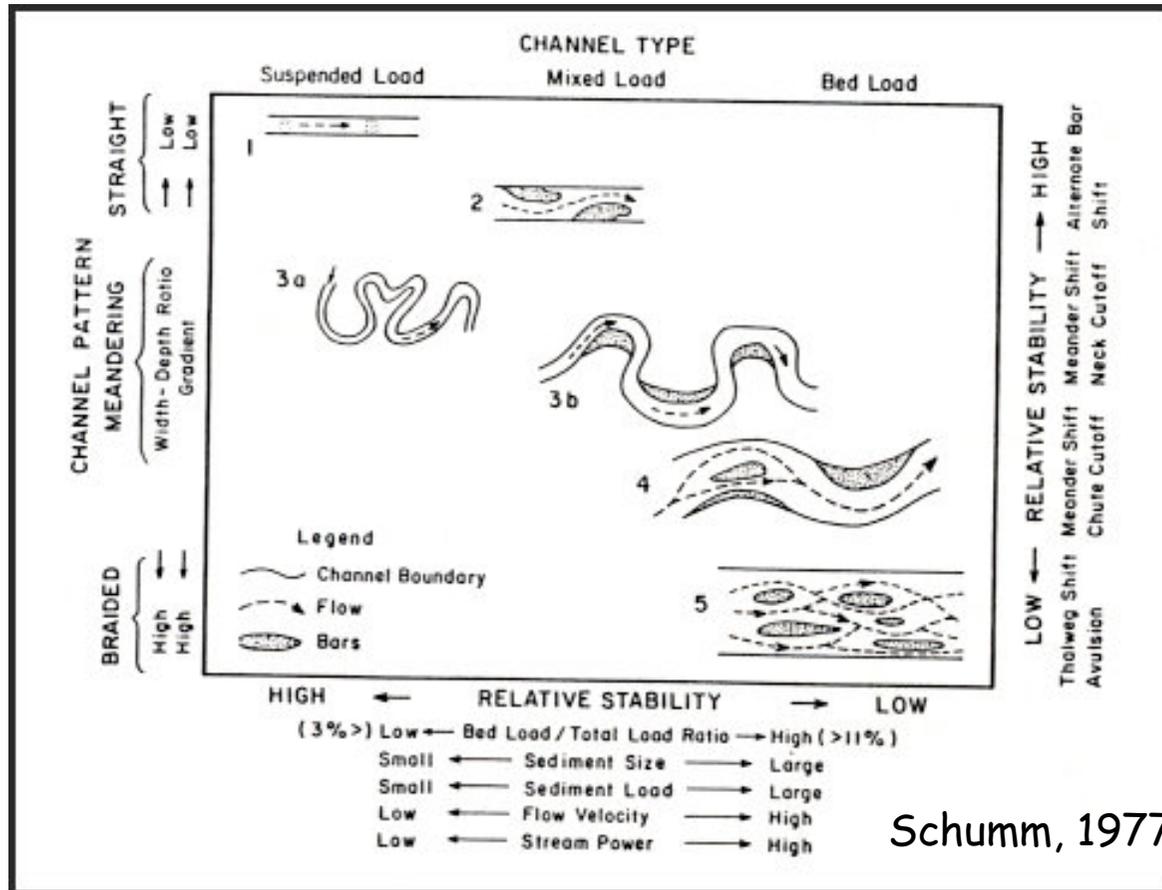


# Tipos de ríos y características



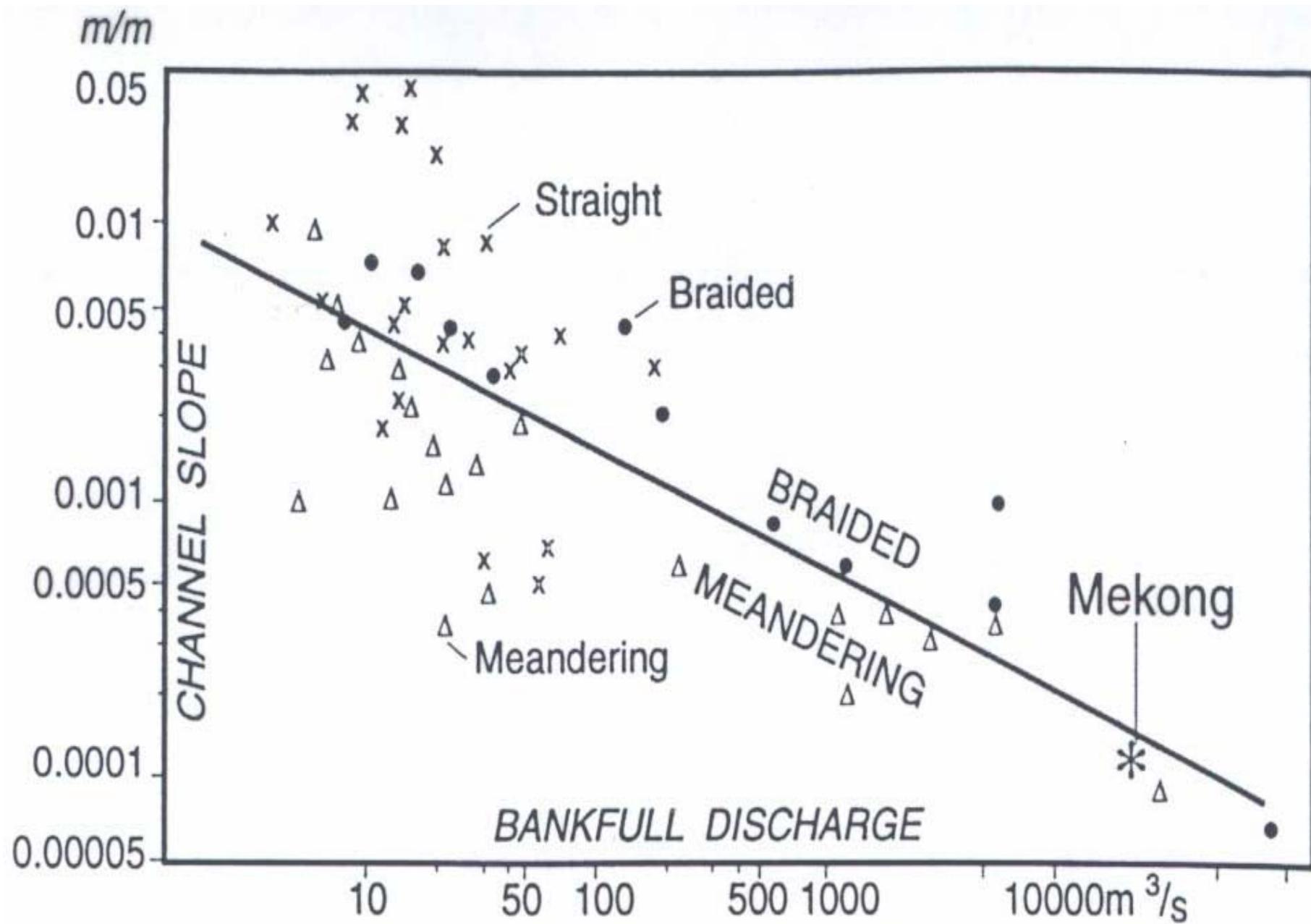
- Braided: Elevada pendiente, bancos no cohesivos,  $Q_s > Q$ , carga de fondo
- Anastomosados: Pendiente moderada,  $Q_s \approx Q$ , carga mixta
- Meandriforme: Pendiente baja,  $Q_s < Q$ , Bancos cohesivos, Elevada carga en suspensión

# Patrones fluviales en planta en relación a tipo de carga, pendiente y caudal



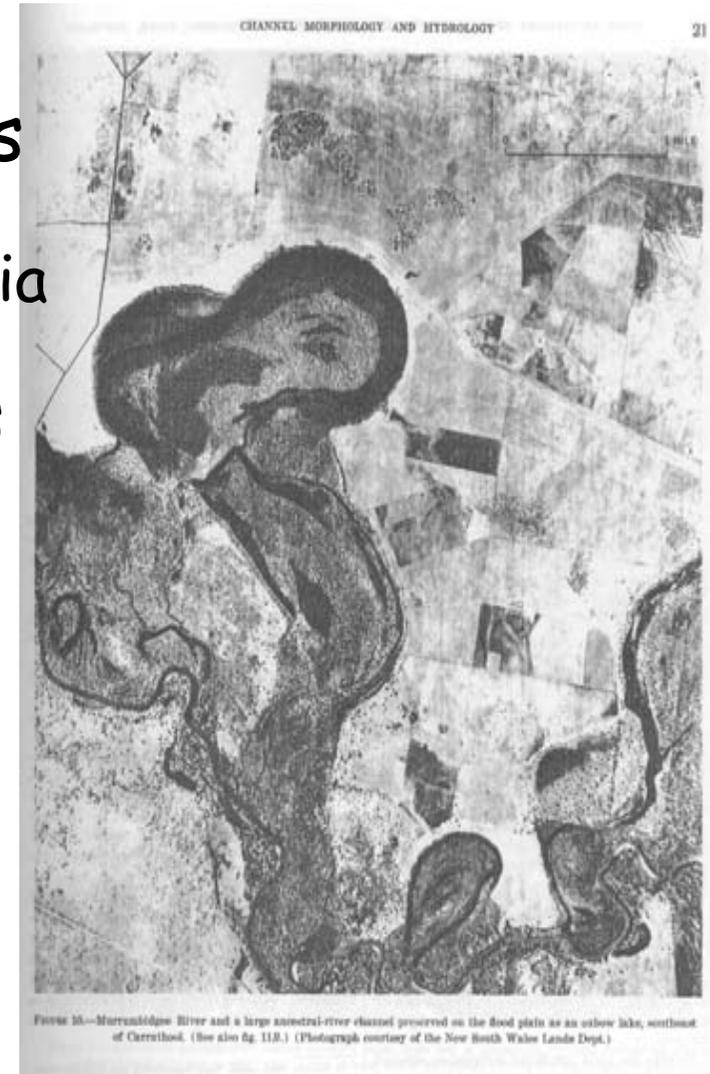
Lane 1955  $Q_{sd} = QS$

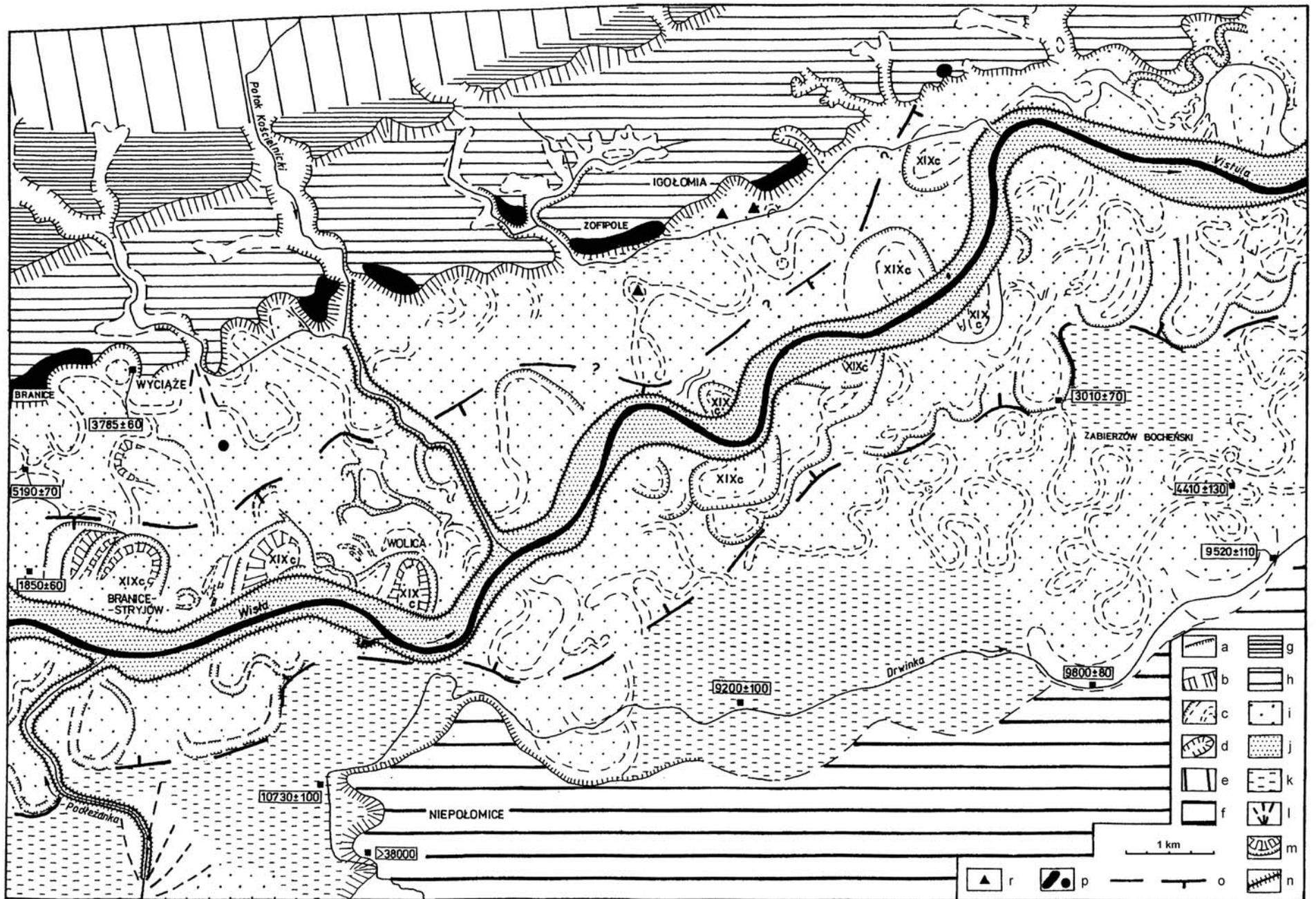
$Q_s$  sedimento;  $d$  tamaño medio;  $Q$  caudal;  $S$  pendiente



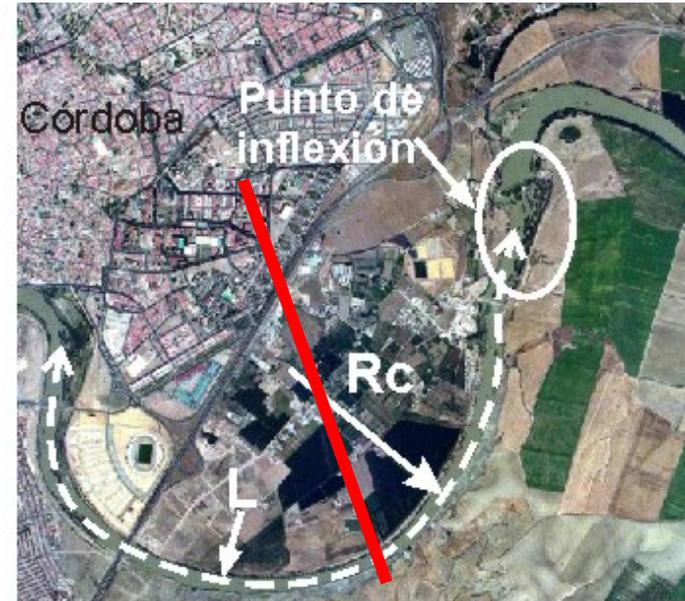
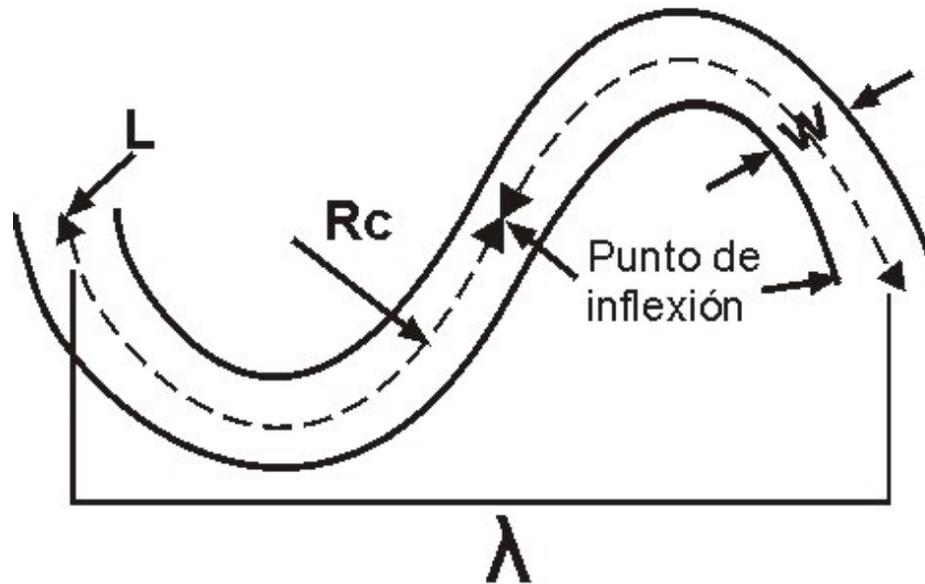
# Aproximación a la determinación de paleo-caudales

- Variaciones en los caudales formadores de cauces fluviales
  - Basados en las condiciones de equilibrio entre caudal-resistencia de los bancos
  - Caudal a canal lleno, no extremos
- Al menos dos aproximaciones:
  - Régimen
  - Hidráulica





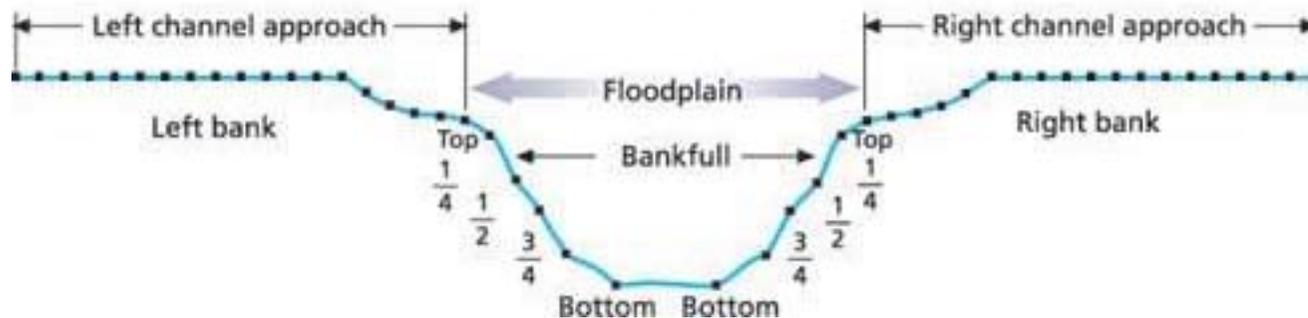
# Morfología en planta de meandros



**L** Longitud del meandro

**Rc** Radio de curvatura

$\lambda$  Longitud de onda



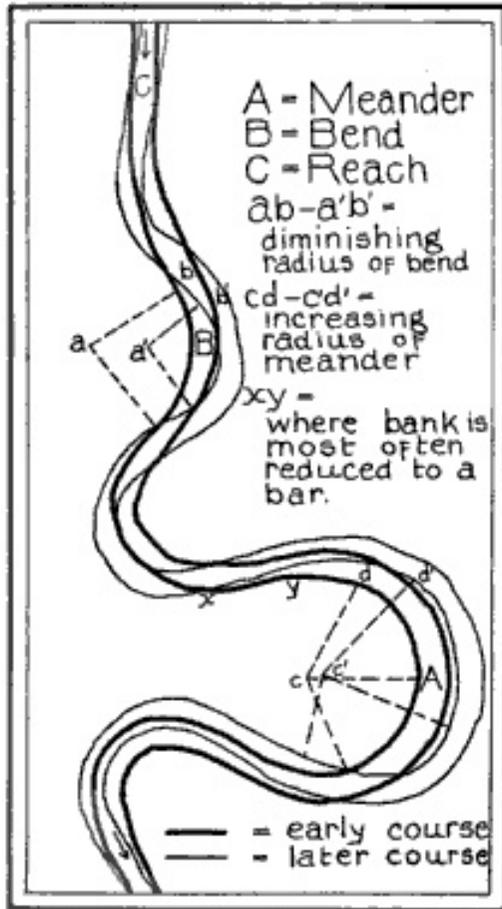
Modificado de Schumm, 1967.

# Caudal como control en la formación del cauce

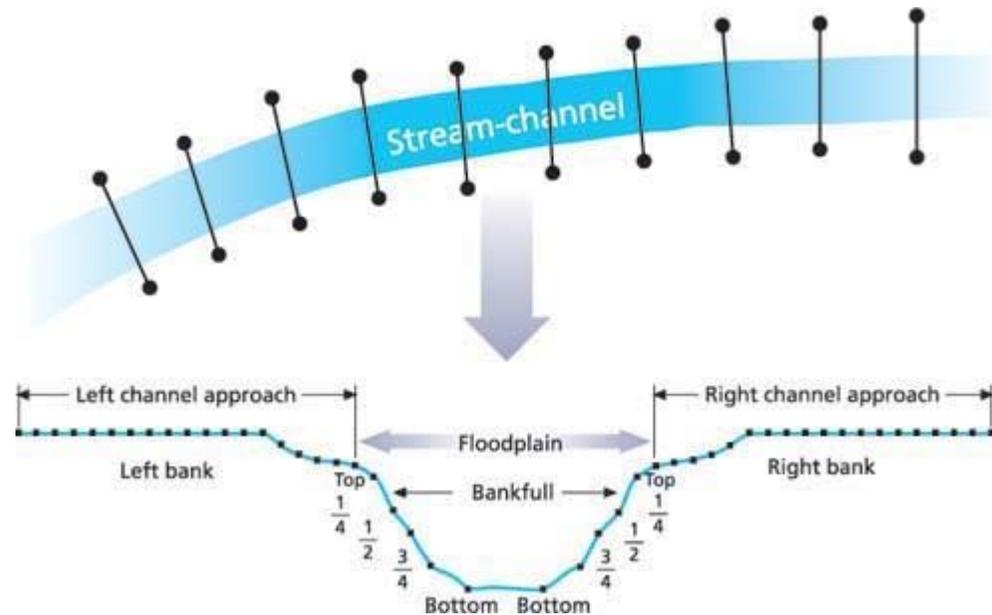
- Geometría hidráulica
- Caudal dominante: caudal equivalente al rango de caudales que gobierna la forma y tamaño del cauce
- Caudal a canal lleno (Bankfull discharge)
- Intervalo de retorno: ¿~cada dos años?
- Controles en las dimensiones del cauce
- $Q > Q_{bf}$  se produce flujo hacia las llanuras
- Si  $Q > Q_{bf}$  se mantiene de forma continua, se aumenta las dimensiones del cauce hacia las nuevas condiciones de equilibrio

# Morfología de canal de equilibrio

## Rios meandriiformes



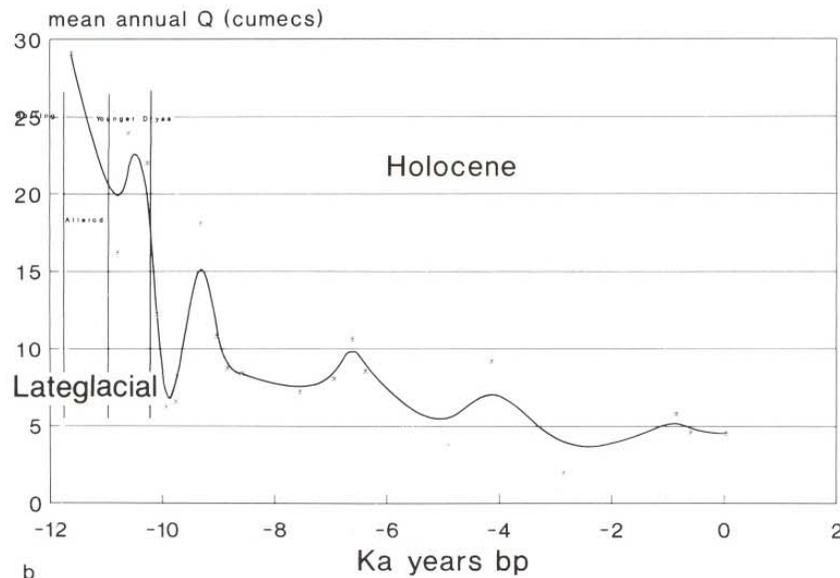
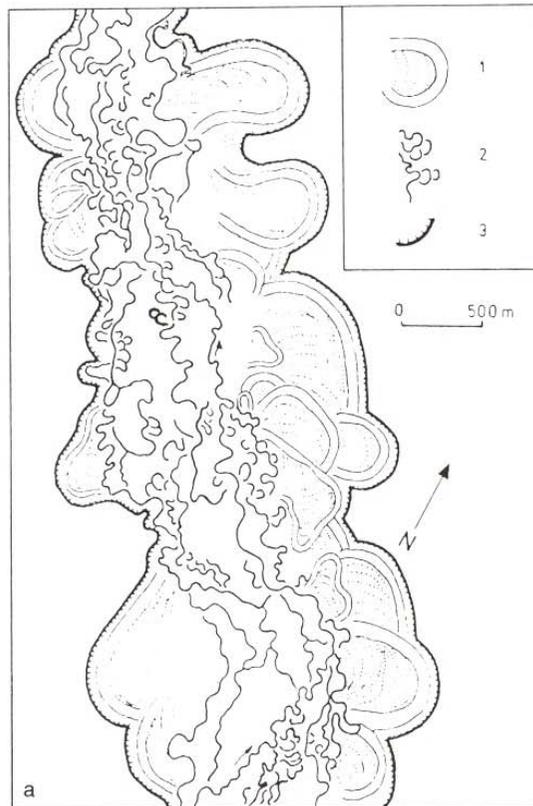
- $W = f(Q_{bf})$
- $D = f(Q_{bf})$
- $Rc = f(Q_{bf}), \text{ etc}$



T a b l e 1. Reconstructions of the discharges of Vistula paleomeander  
(empirical formulas after Williams 1988)

Formula	Author	Estimation $Q$ in $m^3 \cdot sec^{-1}$
$Q_m = 0.27 W_b^{1.71}$	Osterkamp, Hedman 1982	D – 19.2 E – 18.7
$Q_m = 0.929 W_b^{1.28} D_{max}^{1.10}$	Schumm 1972, Williams 1984	D – 16.0 E – 10.8
$Q_m = 0.000017 L_m^{2.15}$	Carlston 1965	29.6
$Q_{1.5} = 0.011 L_m^{1.54}$	Carlston 1965	325
$Q_{1.58} = 2.42 A_{1.58}^{0.72}$	Knox 1985	D – 71.0 E – 58.5
$Q_2 = 1.9 W_b^{1.22}$	Osterkamp, Hedman 1982	D – 206 E – 373
$Q_5 = 5.8 W_b^{1.10}$	Osterkamp, Hedman 1982	D – 397 E – 373
$Q_b = 4.0 A_b^{1.21} S^{0.28}$	Williams 1978	D – 584 E – 422
$Q_b = 1/nAR \sqrt{RS}$	Chezy, Manning	D – 71 E – 47.6
$Q_b = (L/36.0)^2$ where $L = 4.7 R^{0.98}$	Inglis 1949, $L$ after Leopold, Wolman, $R$ after Trafas 1975	217
$Q_b = (L/36.0)^2$ where $L = 4.7 R^{0.98}$	Inglis 1949, $L$ after Leopold, Wolman, $R$ after Trafas 1975	Vistula 1817 yr 1214

D and E – cross-section of paleomeander in Zabierzów Bocheński (see Fig. 9).  $Q_m$  – mean annual discharge,  $W_b$  – width of water surface at bankfull discharge,  $D_{max}$  – maximum depth in the profile,  $L_m$  – length of the meander wave,  $Q_{1.5}$ ,  $Q_n$  – discharge  $n$ -year frequency,  $Q_b$  = bankfull discharge,  $A_{1.58}$  – cross-section area at  $A_{1.58}$  discharge,  $S$  – slope,  $n$  – roughness coefficient,  $R$  – hydraulic radius. In formulas Inglis as well as Leopold and Wolam  $L$  and  $R$  are presented in feet.

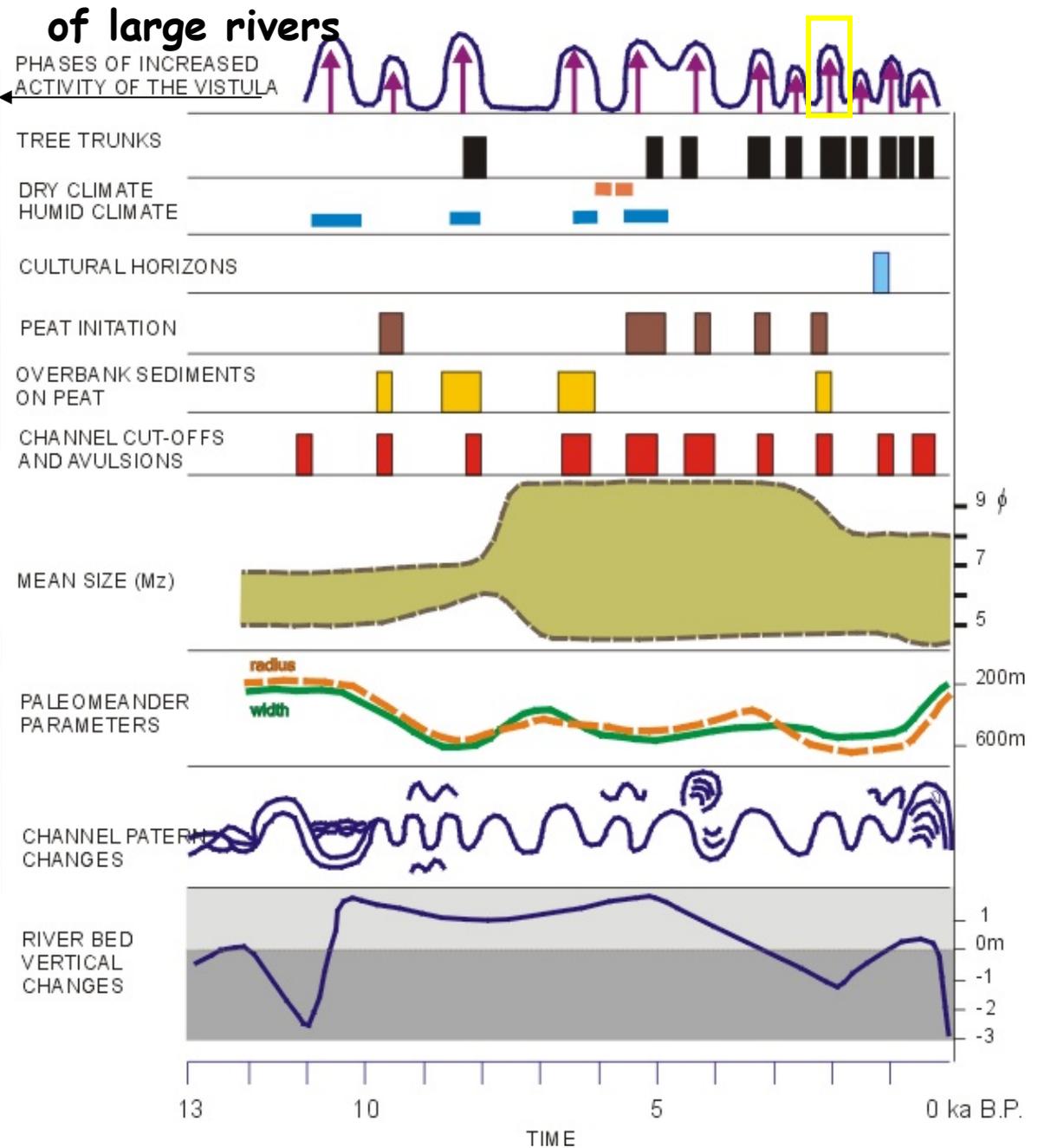


- Caudales medios a partir de geometría de meandros
- Variación de caudales durante ciclos glaciares-interglaciares

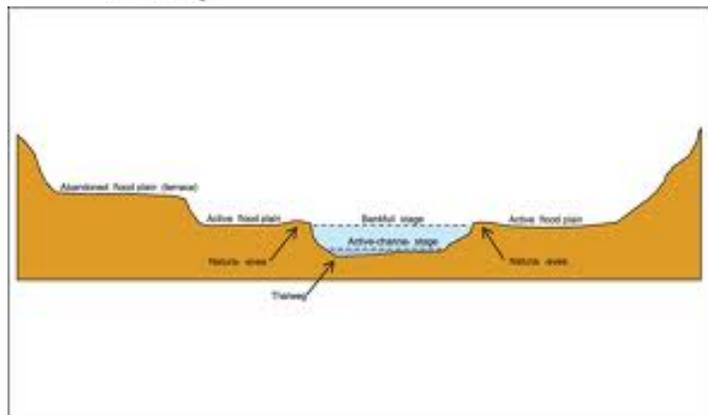
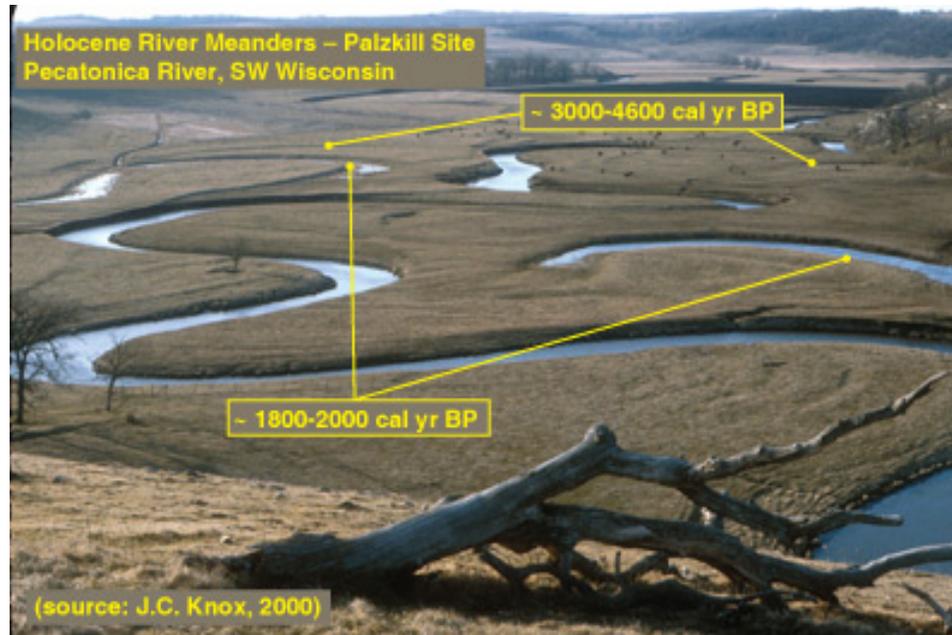
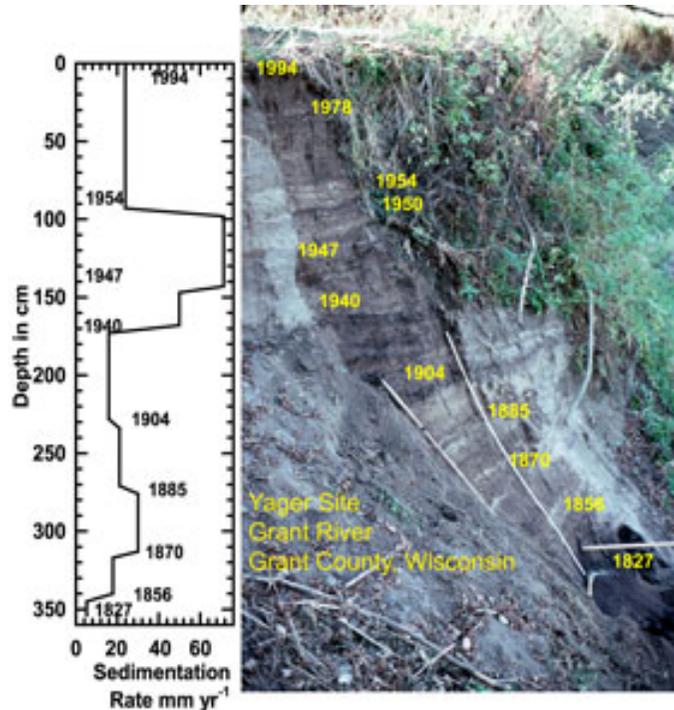
# The Holocene climatic changes have been reflected in the morphology and sediments of large rivers



## VISTULA RIVER VALLEY



# Depósitos de llanura de inundación como indicador de paleoeventos



Determinación de la frecuencia de desbordamientos

# Ciclos de agradación e incisión: Desarrollo de terrazas

