International Association for Hydro-Environment Engineering and Research

Hosted by
Spain Water and IWHR, China

SPAIN WATER

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CEDEX CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

AGENDA 2030

Dirección General del Agua
Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar

JORNADA IAHR-SPAIN WATER

LA DINÁMICA SEDIMENTARIA EN LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE RÍOS Y COSTAS

RELACION ENTRE SEDIMENTO COSTERO Y APORTES FLUVIALES EN EL CANTABRICO

Jorge Marquínez
INDUROT

4. Importante p

5. Red encajad

6. Reducción drástica de la zona activa por obras y otros factores

7. Fuerte ocupación de la zona inundable

8. Costa erosiva acantilada, levantada isostáticamente en el Cuaternario

9. Pequeños sistemas sedimentarios en radas resguardadas, ocupando menos del 10% de la costa y alimentadas por las 85 desembocaduras fluviales

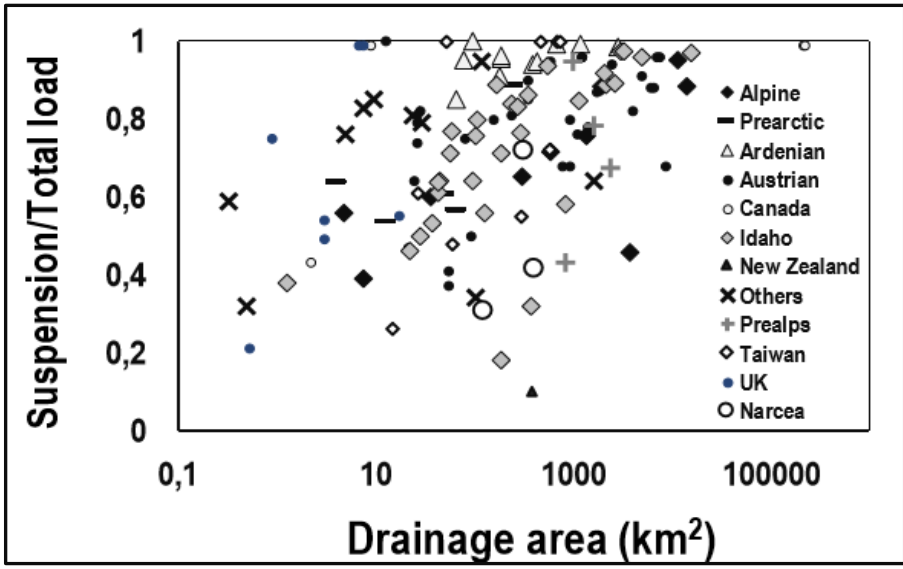
10. Fuerte oleaje y corriente de deriva asociada de O a E

Indurot
Universidad de Oviedo

- **Ríos cantábricos**: Recorrido corto (50-70 km).
- Salvan importantes **desniveles** (~2000 m)
- Abundancia de precipitaciones: Ríos perennes (pluvial/pluvionival)
  - →Pendientes importantes (media ~1.8 %)
  - →Trazados rectilíneos, llanuras estrechas
  - →Proximidad a áreas fuente: sedimento grueso

- **Escasez de datos disponibles sobre transporte de sedimento** (suspensión: Uriarte et al., 2004; Prego et al., 2009; carga de fondo: Vázquez-Tarrío, 2013)

- **Los datos disponibles sugieren una gran importancia para la carga de fondo:** ~20-50% de la carga total



Vázquez-Tarrío (inédito)
basado en Turowski et al. (2011) y Prego et al. (2008)

1 mm

EL CICLO DEL SEDIMENTO ARENOSO EN LA COSTA CANTABRICA

Aportes	Pérdidas
Sedimento continental en crecidas	Corriente de deriva
Bioclastos litorales	Erosión
Corriente de deriva	Disolución
Erosión de acantilados	Actividad eólica
Bancos fósiles submarinos	Dragados
Recarga artificial	Extracciones

Las obras litorales pueden alterar en equilibrio mas allá de su ubicación

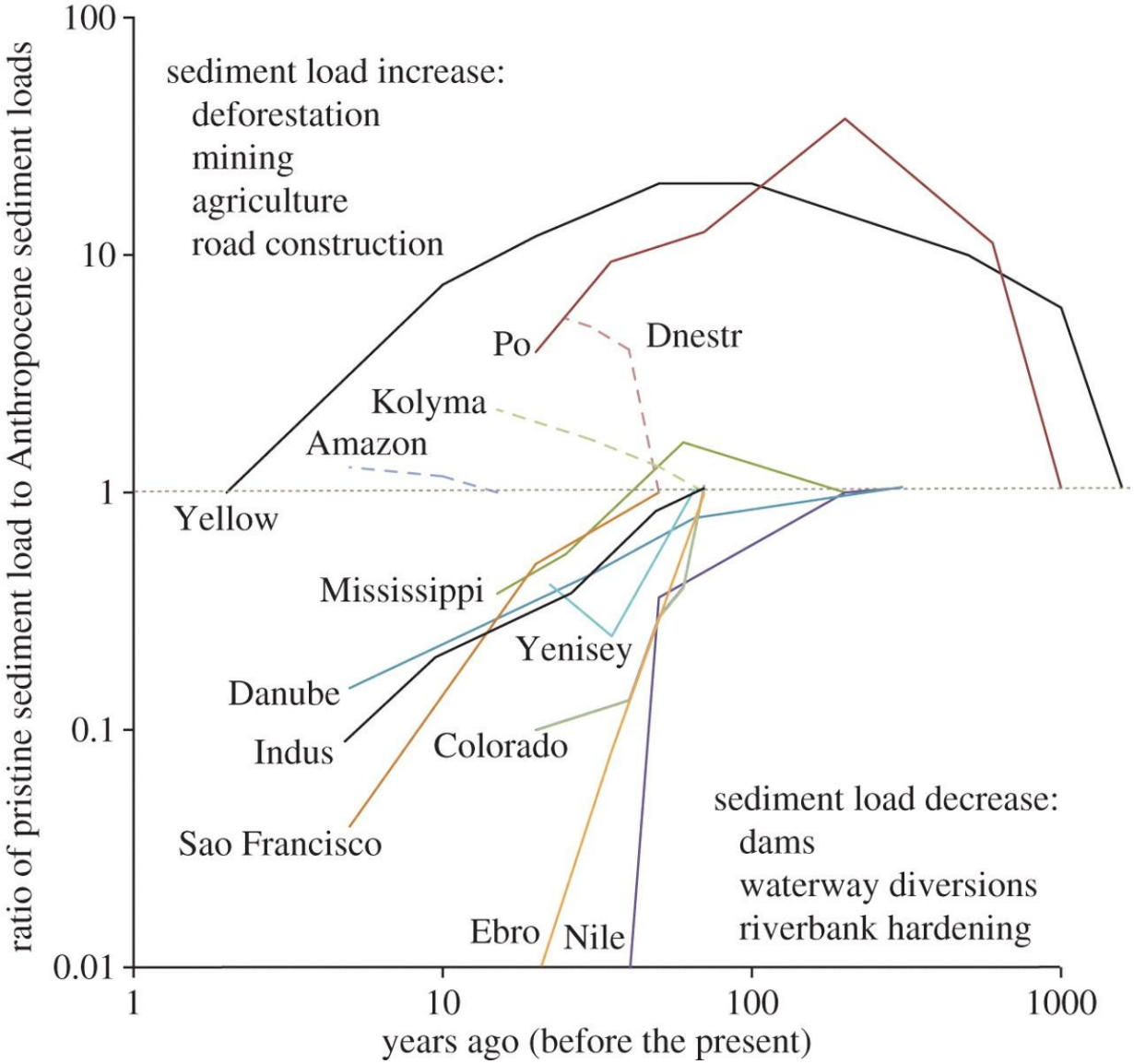
- ✓ En el Cantábrico hay desde 1958 un incremento en la altura del oleaje significante y en el número de temporales que no se da en el sur y mediterraneo. Se ha observado un aumento significativo de hasta 0,8 cm/año en el oleaje más intenso

- ✓ En el Cantabrico O., se incrementan los eventos extremos de viento en el periodo y el oleaje tiende a ser mas del O.

- ✓ El aumento del nivel del nivel medio del mar en la zona Atlántico-Cantábrica sigue la tendencia media global observada entre 1,5 y 1,9 mm/año entre 1900 y 2010 y de entre 2,8 mm/año y 3,6 mm/año entre 1993 y 2010. Hoy puede acercarse a los 5mm/año.

May 2014. Scientist of ***NASA have announced that the melting of the West Antarctic*** *ice sheet is likely unstoppable and that collapse of the ice sheet is now inevitable*

Marine ice sheet instability amplifies and skews uncertainty in projections of future sea-level rise. Robel, A., Seroussi H. y Roe G. 2019

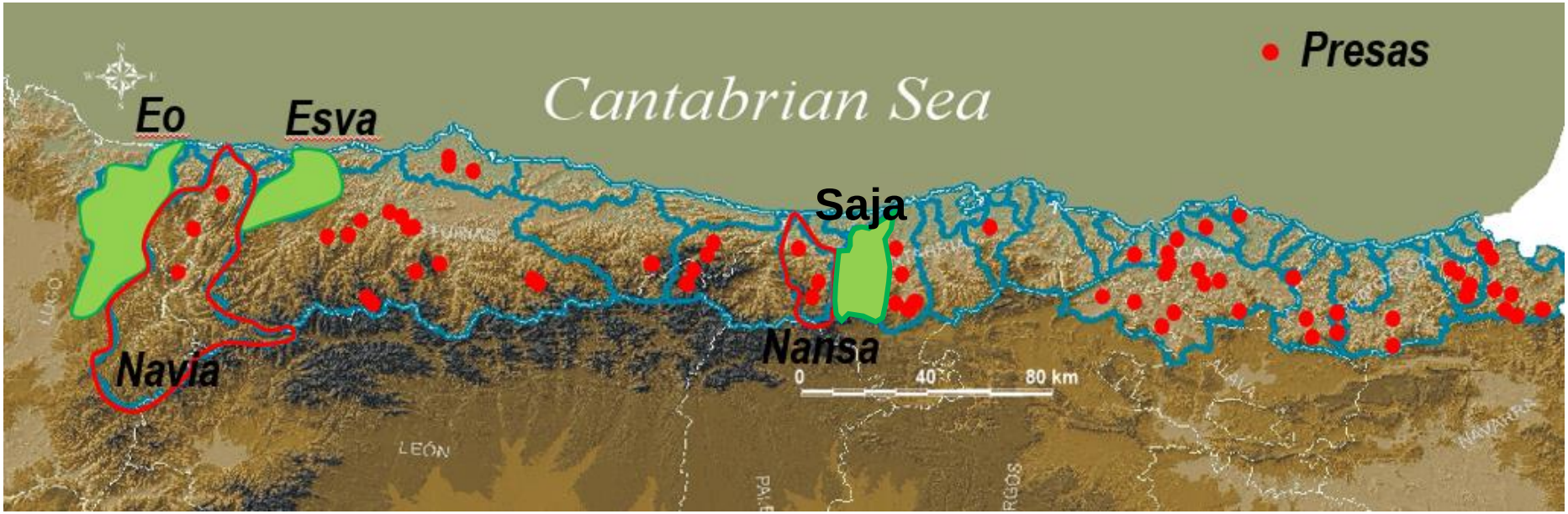


Syvitski y otros (2005)

Además de presas, cambios de usos del suelo, extracción de áridos, protección de orillas, irrigación…

Globalmente se registra una reducción en los volúmenes de sedimento que transitan por los sistemas fluviales.

EL CANTABRICO: UN ESPACIO ADECUADO PARA EL ESTUDIO DE LAS RELACIONES ENTRE CARGA FLUVIAL Y SISTEMAS SEDIMENTARIOS COSTEROS



Azul: *límites de los sistemas hidrológicos de las Demarcaciones Hidrográficas cantábricas*

Verde: *ejemplo de cuencas sin embalses y con baja interferencia artificial*

Rojo: *cuencas donde la regulación por embalses es muy significativa*

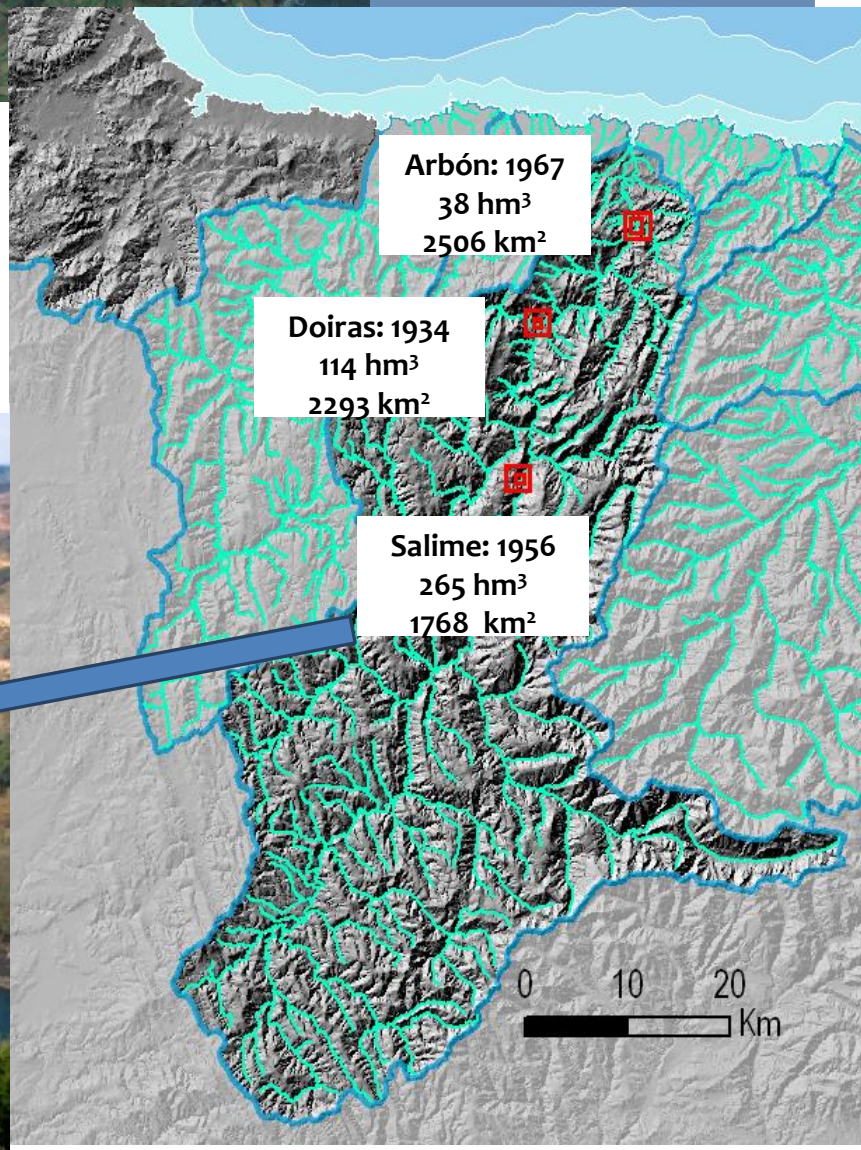
Los sistemas fluviales son relativamente homogéneos desde un punto de vista fisiográfico, con un corto recorrido desde las áreas de cabecera hasta la desembocadura, drenando cuencas de tamaño reducido y con unas características hidro-meteorológicas bastante similares.

Alternan no obstante cuencas muy reguladas (ríos Navia, Nansa, Nervión…) junto a otras con escasa o nula regulación (Eo, Esva, Saja…).

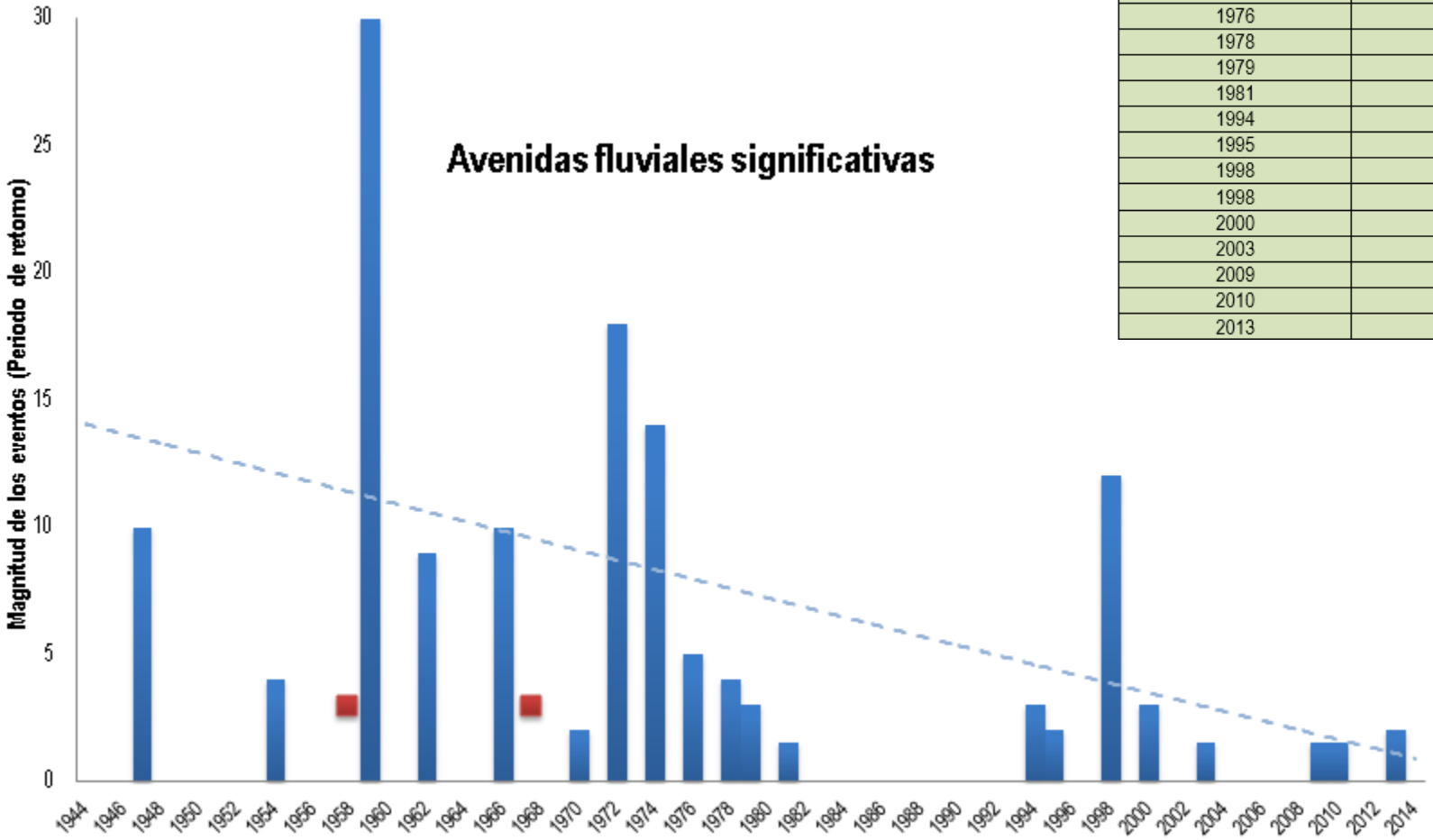
Estas condiciones hacen del Cantábrico un ámbito adecuado para estudiar las relaciones entre la evolución temporal de los aportes de sedimento fluvial y los balances sedimentarios en la célula litoral, y los efectos de impactos antrópicos de diverso tipo (presas, cambios de usos de suelo).

EL SISTEMA SEDIMENTARIO DEL NAVIA Y DEL TRAMO LITORAL RELACIONADO

El tiempo de tránsito de este sedimento en los ríos y el litoral puede retardar los efectos durante décadas. Otras componentes del equilibrio (obras, dragados, tormentas…) hacen muchas veces difícil establecer relaciones causa-efecto seguras.

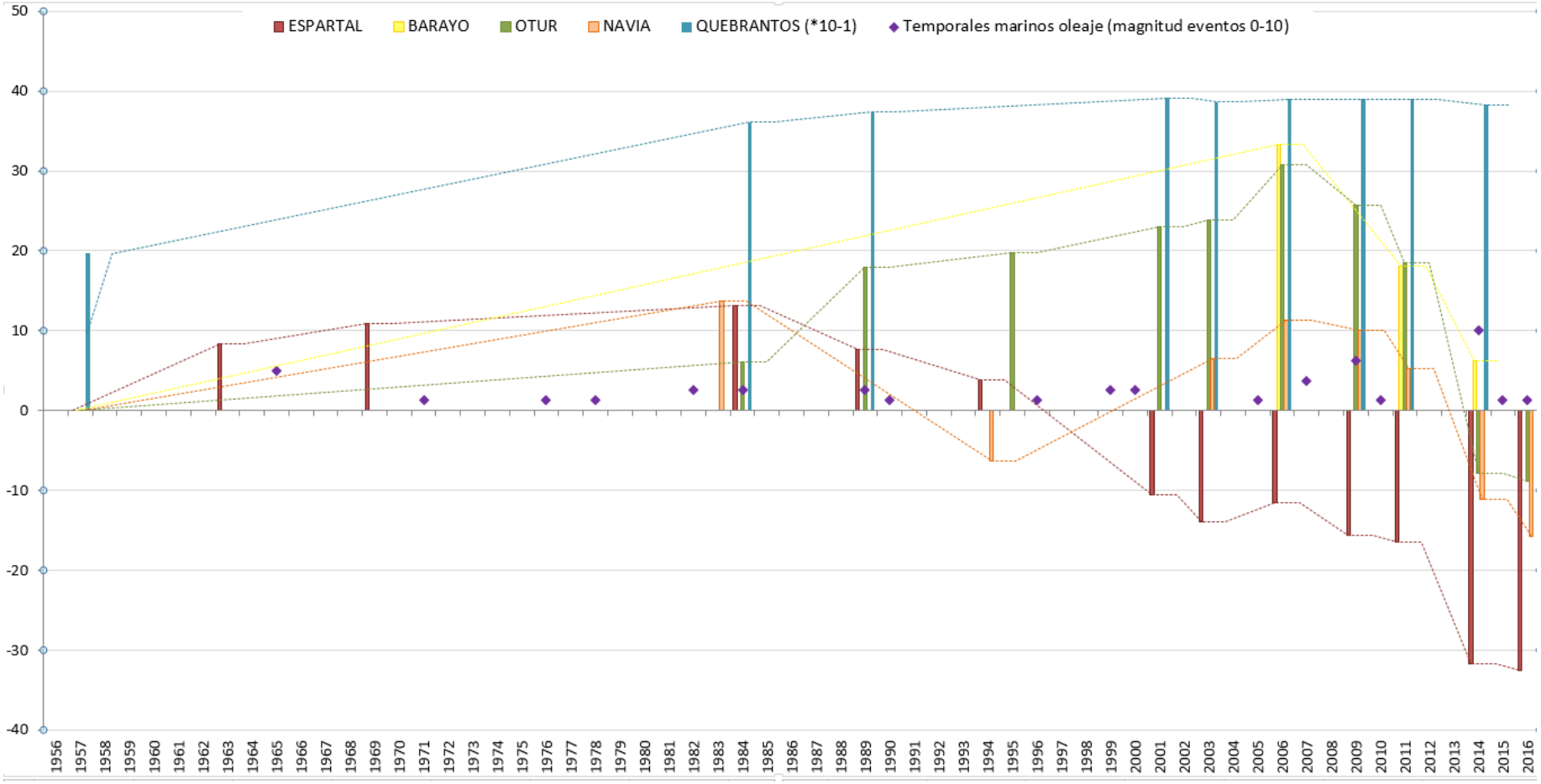


AÑO EVENTO	PERIODO DE RETORNO
1947	10
1954	4
1959	30
1962	9
1966	10
1970	2
1972	18
1974	14
1976	5
1978	4
1979	3
1981	1.5
1994	3
1995	2
1998	2.5
1998	12
2000	3
2003	1.5
2009	1.5
2010	1.5
2013	2

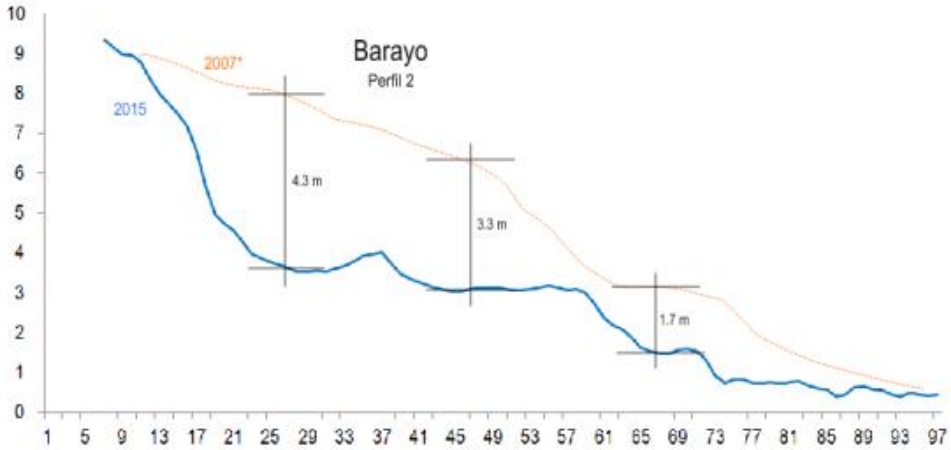


Doiras Salime Arbón

Evolución de los sistemas dunares 1956-2016

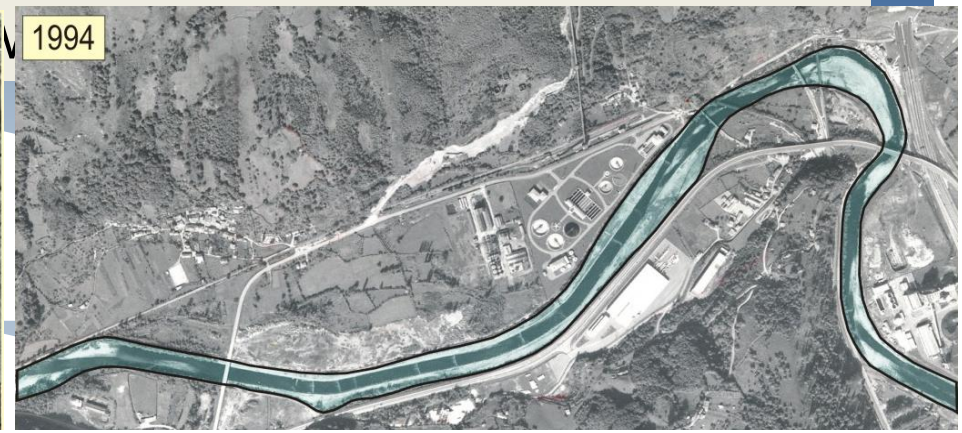


	A1. BARAYO	A2a. CARNICIEGA	A2b. TENRERO	A3. VEGA	C1. LIENCRES	C2. SOMO	C3a. BERRIA	C3b. HELGUERAS	V1. ARENA	V2. LAIDA	G1. SANTIAGO	G2. ZARAUTZ
1956-2007	▲	▶	▲	▲	▼	▼	▲	▲	▶	▲	▲	▲
1956-2011	▲	▼	▼	▲	▼	▼	▲	▲	▶	▶	▲	▲
1956-2014	▶	▼	▼	▶	▼	▼	▲	▲	▼	▼	▲	▼



Cambios morfológicos	Frente dunar (m/año)	Volumen de arena (m^3/año)
Avance medio 1956-2007	+1.51	+1 771
Retroceso medio 2007-2014	-4.43	-9 819
Cambios morfológicos	Frente dunar (m. totales)	Volumen de arena (m^3 totales)
Avance 1956-2007	+30.8	+90358
Retroceso 2007-2014	-30.9	-68737

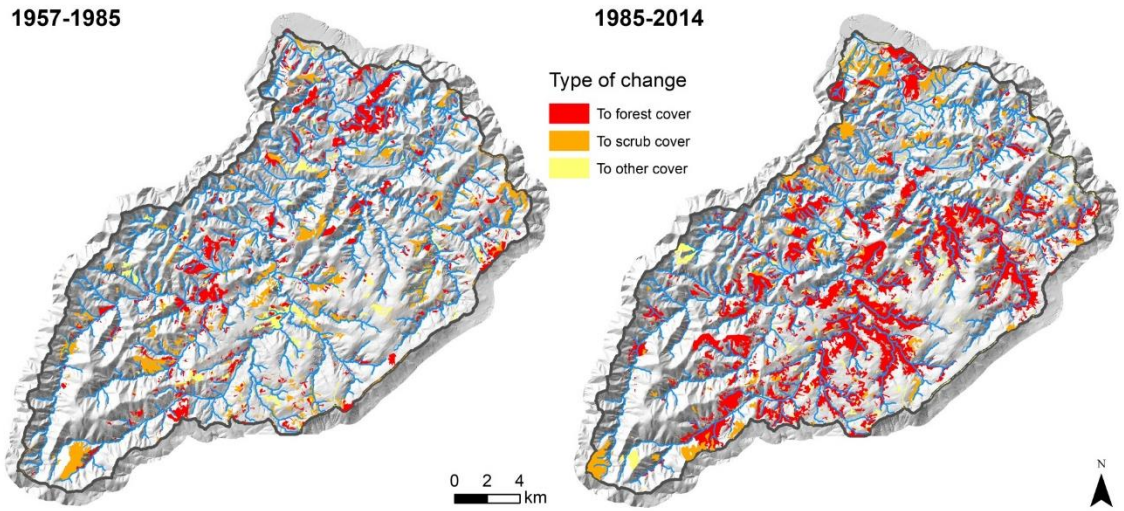
Los cambios en la actividad geomorfológica y en el transporte de carga



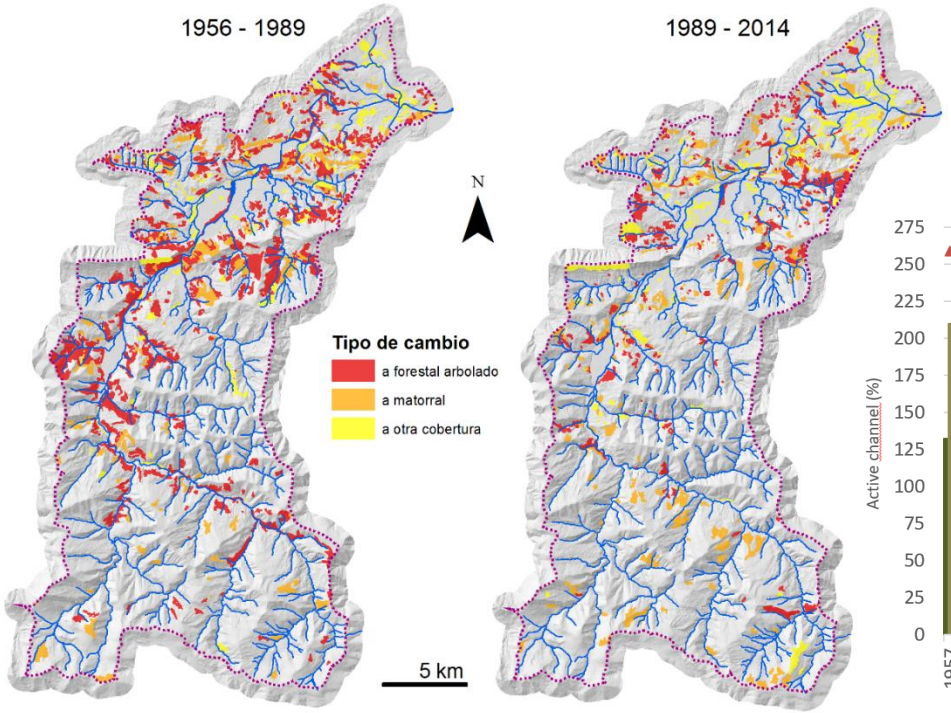
Las obras fluviales también han tenido un gran desarrollo en este periodo, contribuyendo a modificar significativamente la dinámica fluvial.

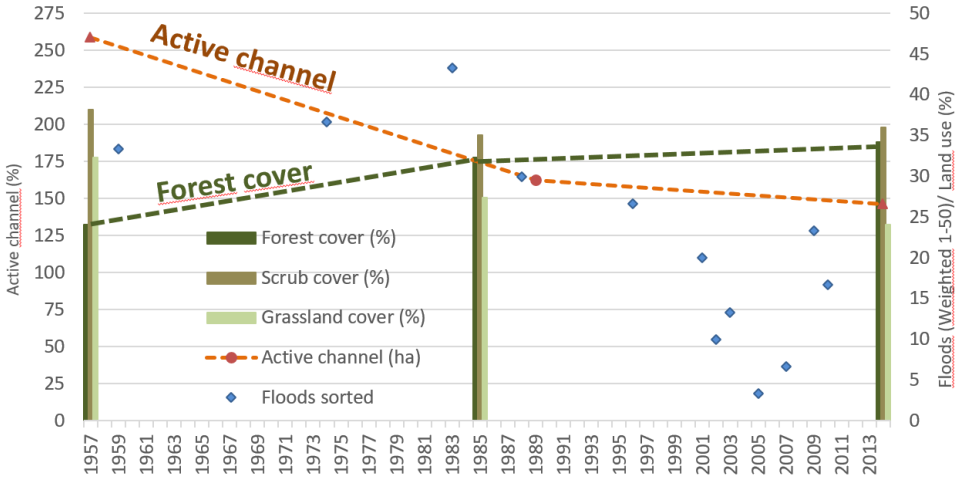
La disminución de la presión agrícola, especialmente a partir de la segunda mitad del siglo XX, junto a otros factores, ha inducido una importante recuperación de la cubierta vegetal.

Los cambios de uso del suelo y la morfología de los ríos Cantábricos

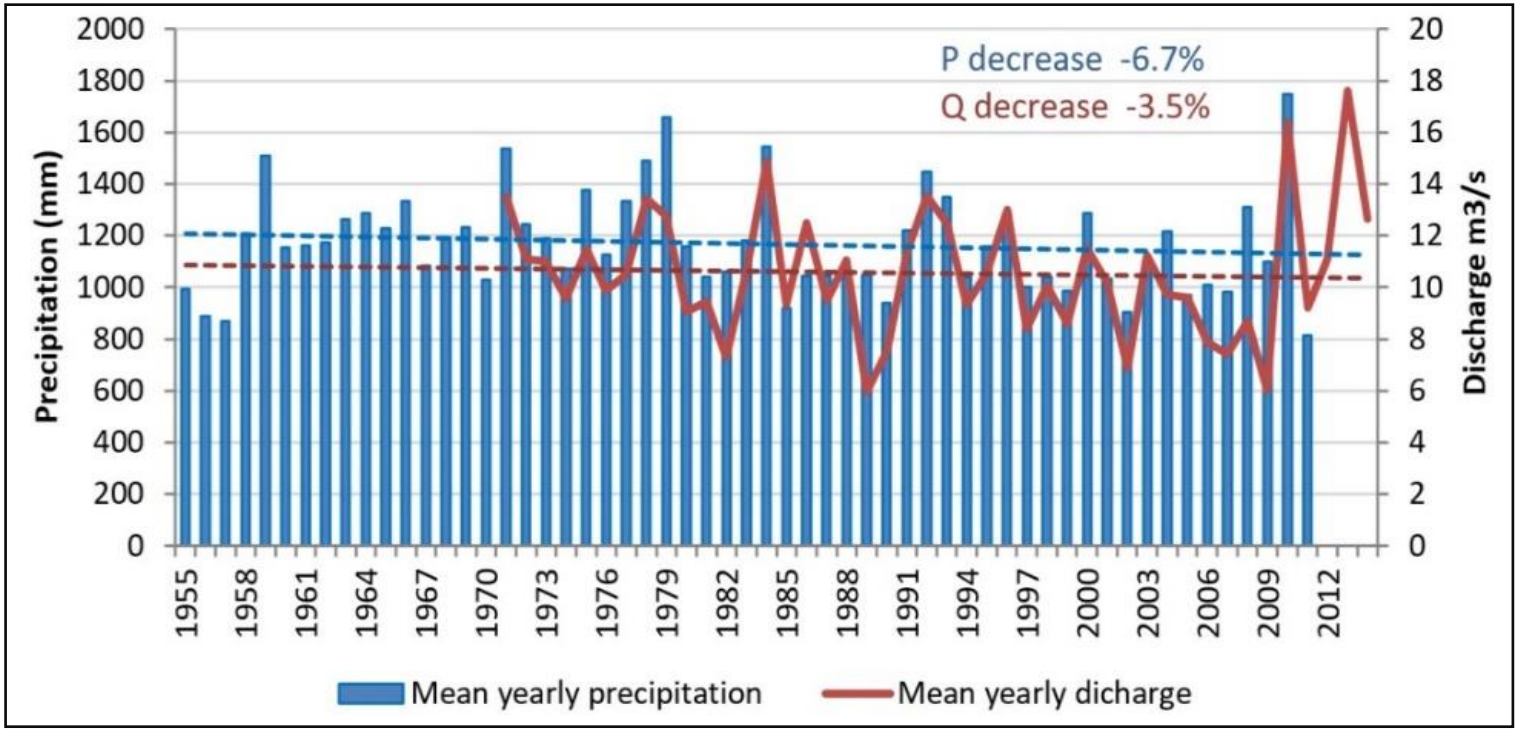


Río Esva (Asturias)



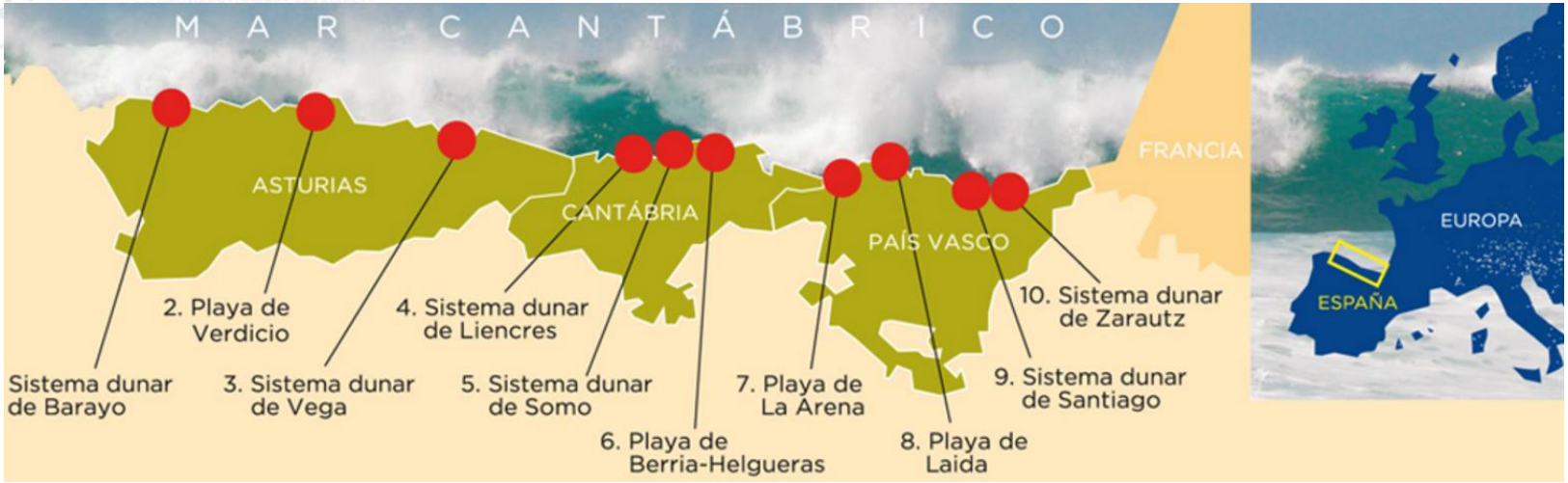


Río Saja (Cantabria)



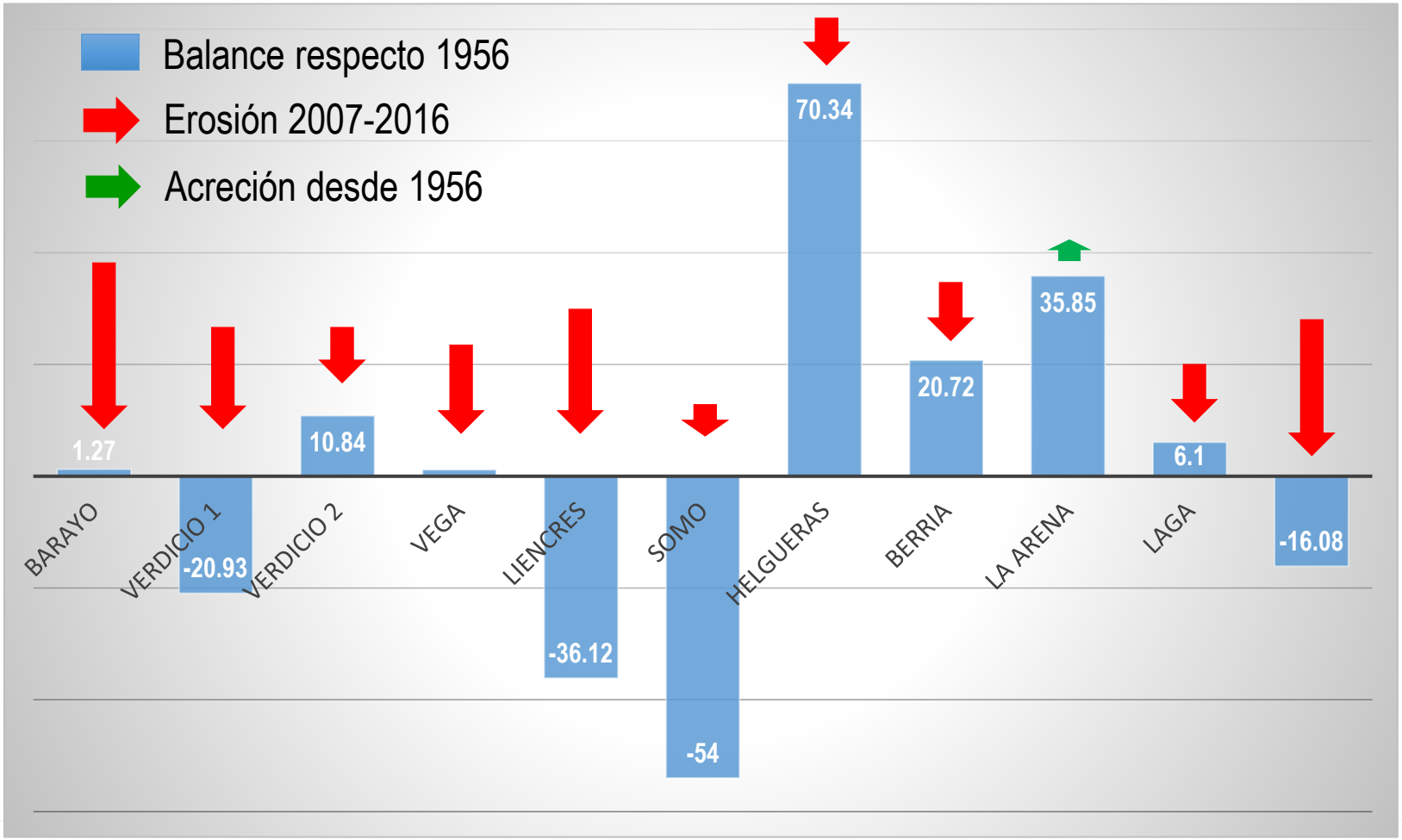
Los datos de precipitación y de caudal disponibles para la parte baja del Esva no muestran diferencias significativas en la intensidad de precipitación entre los períodos 1968-1989 y 1990-2012 (Fernández-Iglesias et al., 2018).

CAMBIOS RECIENTES Y TENDENCIAS EVOLUTIVAS EN LA DINAMICA DE LOS SISTEMAS ARENOSOS LITORALES DEL CANTÁBRICO (1956-2014)

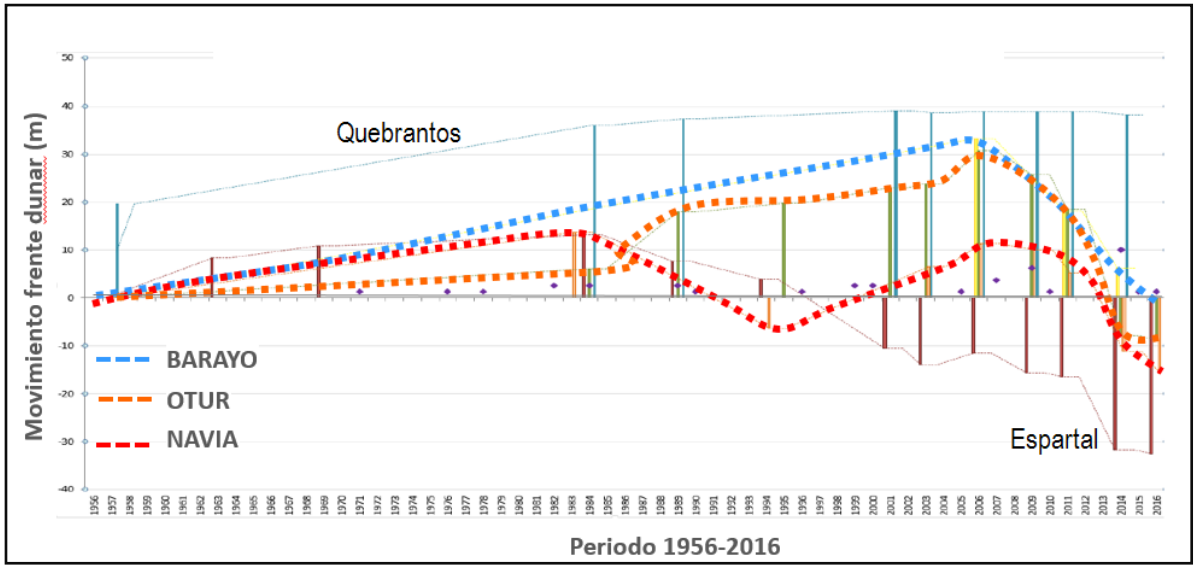


03/03/2020

LIFE ARCOS. Evolución 1956-2016



ASTURIAS CANTABRIA PAÍS VASCO



El retroceso no ha comenzado a ser significativo en los sistemas dunares del Navia hasta 2007, con un primer episodio recesivo en la década de los 80.

¿Podría existir un desfase temporal de varias décadas entre la construcción de las presas y el momento en que el retroceso comienza a ser más importante en los arenales costeros?

La primera respuesta ante el déficit de sedimento podría haber sido el desmantelamiento de los depósitos de sedimento presentes en el cauce fluvial que ha podido estar alimentando los arenales, amortiguando los efectos de las presas sobre la zona litoral. Una vez agotados los stocks de arenas en el cauce es cuando el déficit sedimentario habría comenzado a notarse en el área litoral.

EN RESUMEN:

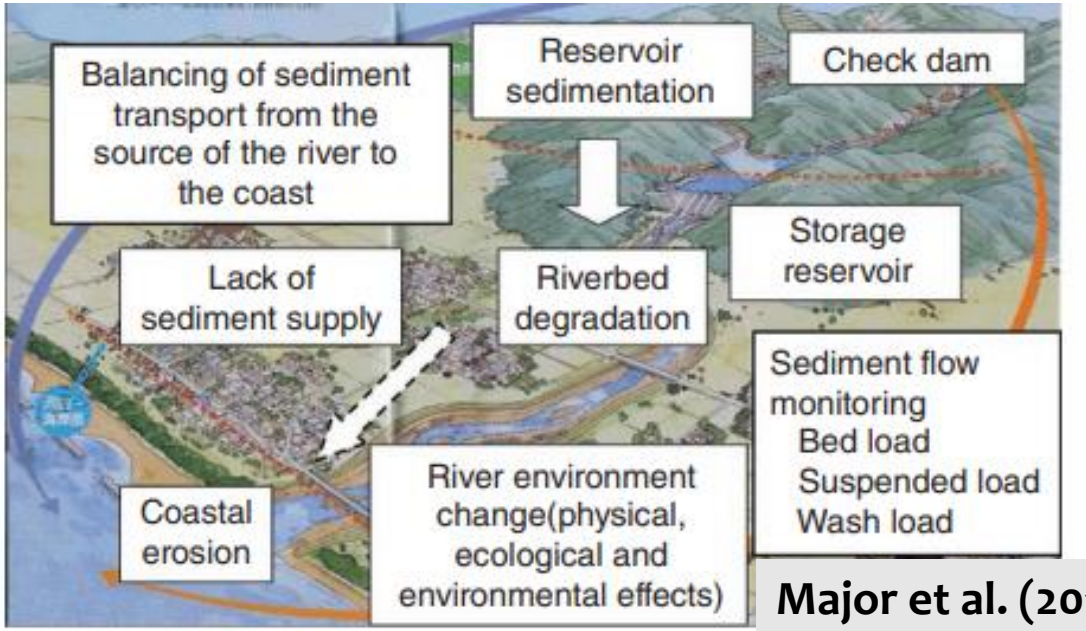
La escasa información disponible sobre los volúmenes de sedimento que transitan en la red de drenaje cantábrica parecen sugerir que durante los últimos 50-60 años asistimos a una reducción en los volúmenes de sedimento, debido a los cambios en los usos del suelo y, en algunos casos, también a los impactos de las obras de regulación hidroeléctrica, sin una contribución destacable de cambios naturales en el régimen hidro-meteorológico

- ✓ Los efectos de las presas ¿necesitan décadas para hacerse evidentes en los arenales costeros?

- ✓ ¿Se estarán propagando en el tiempo, de O a E, los problemas de déficit de arena en el Cantábrico?
  (Las cuencas orientales son menos productivas en origen y la proporción de arena bioclástica es también más importante)

Propuestas de acción

- **Toma de datos sistemática**: Sin información, difícil (imposible) hacer hipótesis, predicciones, estimaciones…Necesidad de medidas (hidrología, sedimento)
- **Investigación sobre el equilibrio de sistemas fluviales y costeros:** Análisis histórico, análisis diacrónico de datos topográficos…



Major et al. (2018)

- **Investigación sobre los modelos de transferencia del sedimento desde los sistemas fluviales a los costeros**

- **Corrección de obras más impactantes** (reinyección, bypass, demolición de obstáculos, correcciones morfológicas…..)

Recuperación de morfolog

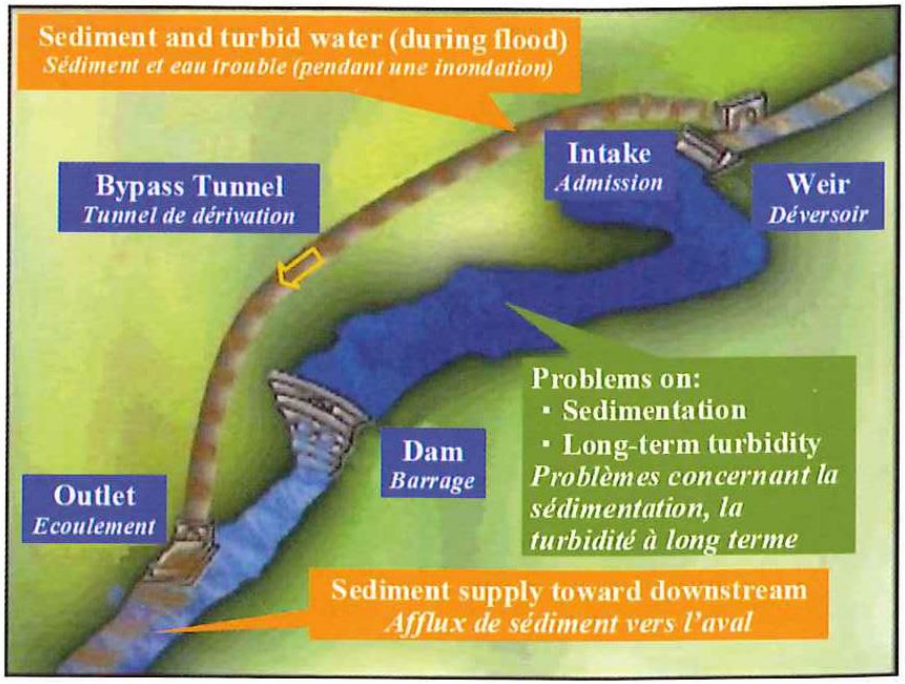


Ilustración 36

Esquema del sistema de derivación (bypass). En Mitsuzumi et al. 2009.

a braided en el Drac, ncia) (50 000 m³ han sido

Retirada de obstáculos transversales

Cantabrico, 2004 a 2011
✓5500 Extinciones de concesiones
✓Demolición de 85 azudes

Recarga de sedimento

re-inyección de sedimento en el Buëch en St. Sauveur - Francia (30 000 m³)

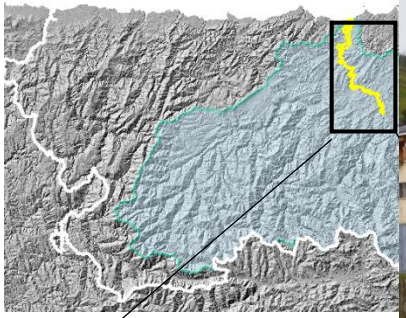
Operación “piloto” de re-inyección de sedimento en el río Nalón

Propuesta: Recuperar el sedimento almacenado en el vaso de la presa y re-inyectarlo aguas abajo
→**Objetivo**: Compensar el déficit de sedimento y mitigar sus consecuencias

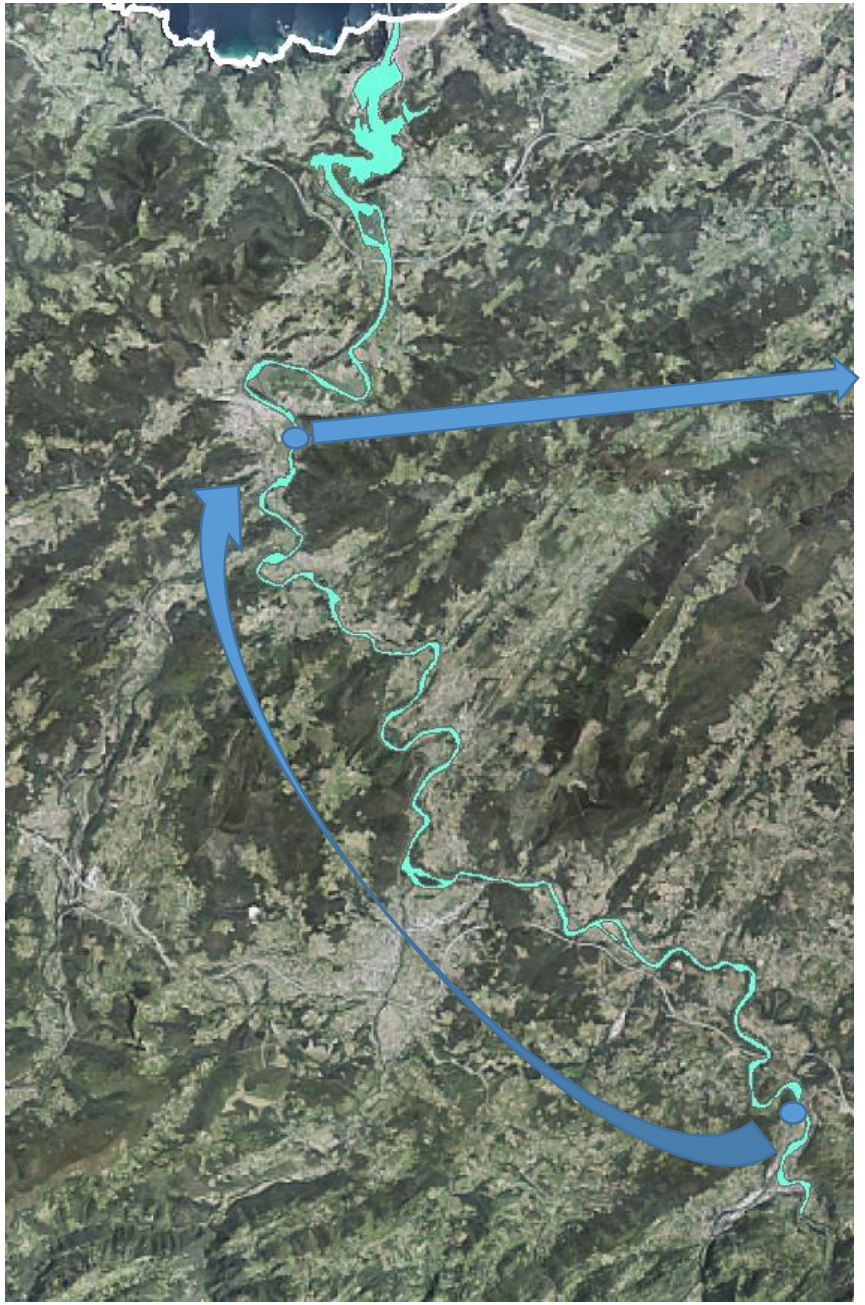
Interrogantes: *¿Cuánto sedimento inyectar? ¿Con qué frecuencia? ¿Qué distribución de tamaños? ¿Qué geometría para la re-inyección?...*

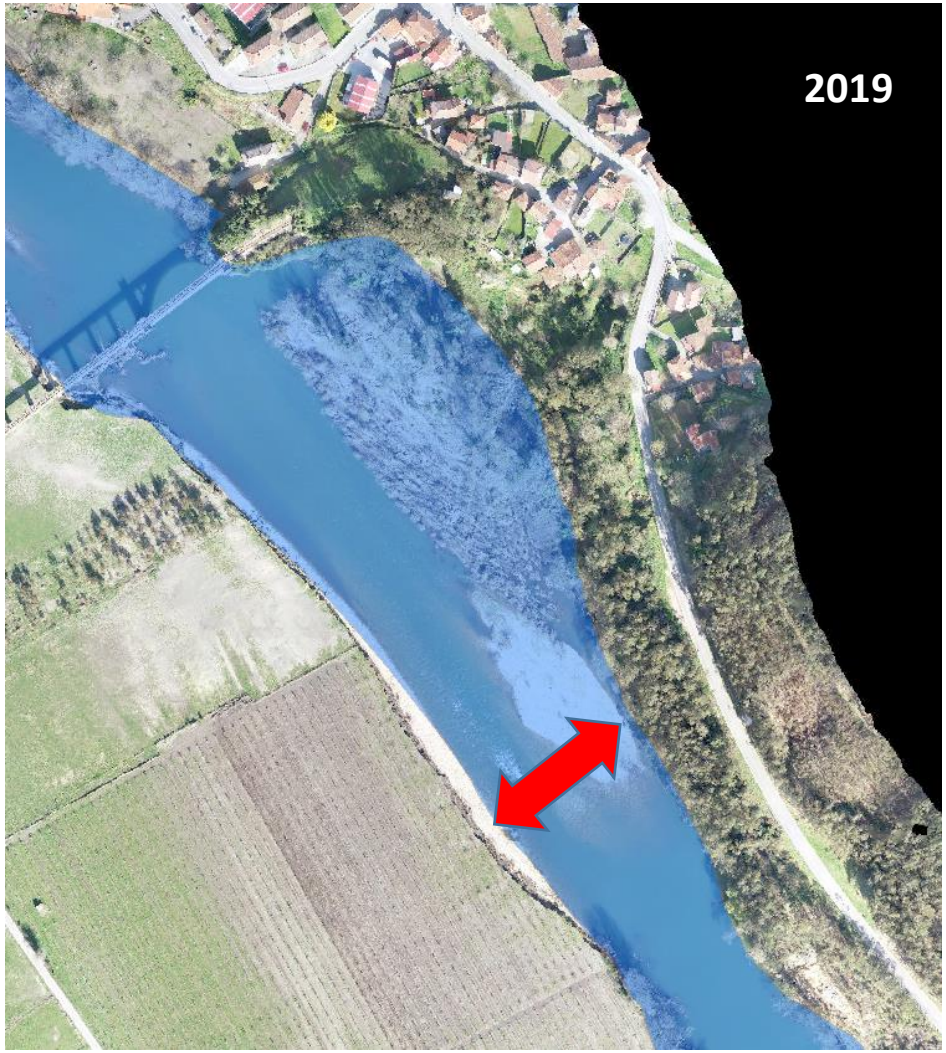
Propuesta piloto / experimental:

- Paso 1: Identificar las zonas de extracción de sedimento
- Paso 2: Identificar los enclaves potenciales para la re-inyección
- Paso 3: Caracterización del sedimento a re-inyectar (distribución de tamaños)
- Paso 4: Elaborar un plan de monitoreo/seguimiento
- **Paso 5**: Ejecución de las obras y seguimiento del sedimento



zona de extracción del sedimento





enclaves potenciales para la re-inyección

Propuesta protocolo de SEGUIMIENTO:

- Seguimiento detallado de la **evolución de la topografía en el entorno de reinyección** (1-5 km): Vuelos drón, batimetría…
  → Cuantificación de las tasas de removilización del sedimento

- Seguimiento **diacrónico de perfiles transversales**

- **Trazado del sedimento:**

→ **<u>Sedimento grueso</u>** *(grava gruesa, cantos, bloques):* Técnica de los clastos marcados

→**<u>Sedimento fino</u>** *(grava fina, arenas):* Magnetización del material?? (Milan and Large, 2014) Seguimiento diacrónico de la granulometría del lecho / extensión superficial de parches finos???

Deben incorporarse estos criterios en la normativa afectando a ríos y costas