

JORNADAS DE HIDRÁULICA
FRANCISCO JAVIER DOMÍNGUEZ

RESILIENCIA Y
SUSTENTABILIDAD DE
RECURSOS HÍDRICOS

Fecha: 13 y 14 de octubre

Horario: 9:00 a 19:00 hrs.

Lugar: Facultad de Ingeniería,
Ejército 441, auditorio.

Desafíos en el manejo sustentable de los ríos en Chile

Luca Mao

Imao@uc.cl

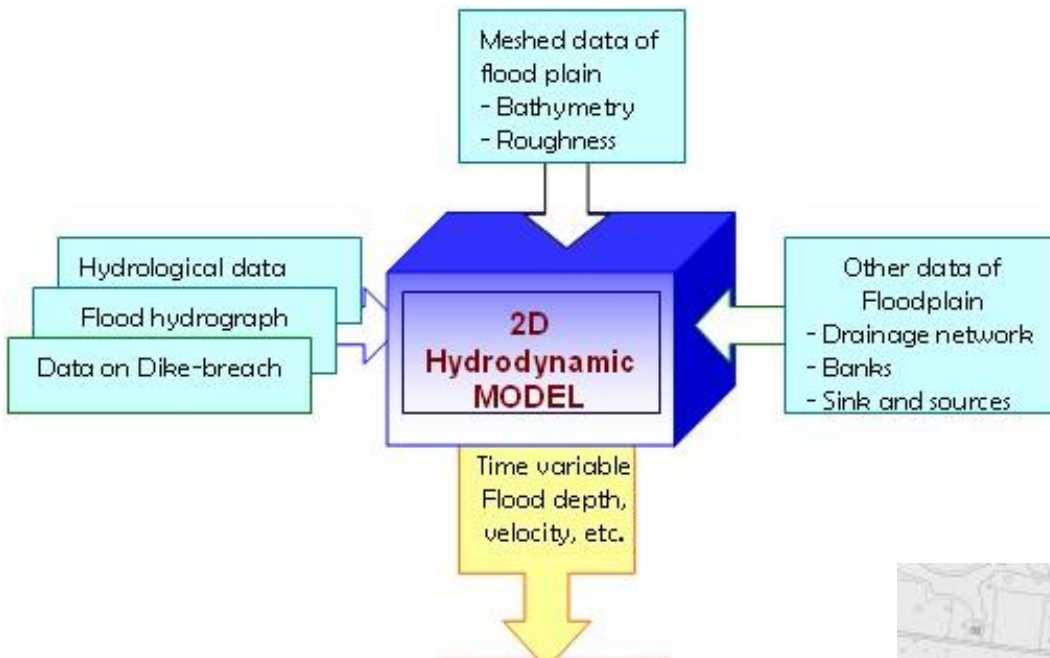


Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente
Pontificia Universidad Católica de Chile

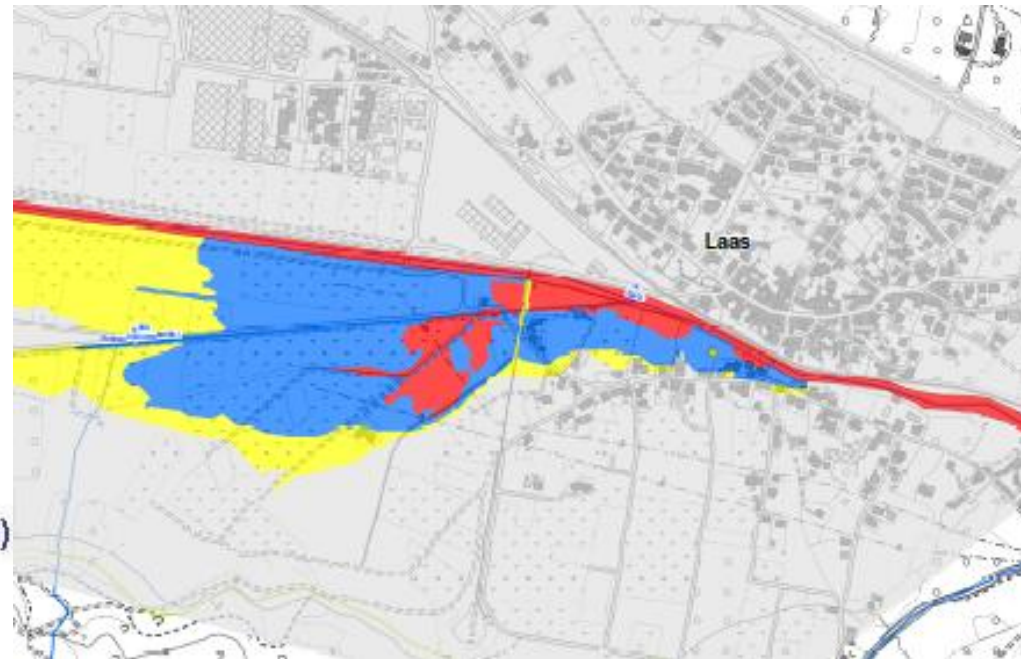


Mapas de peligro de inundación

Modelación hidráulica



Water Level (m)	Velocity (m/s)		
	0.5	1.0	1.5
1.0	High	High	Very High
0.5	Moderate	High	High
0.0	low	Moderate	High



Modelación hidráulica. Problemáticas



Concentración sedimentos, erosiones, sedimentaciones, oclusiones,...

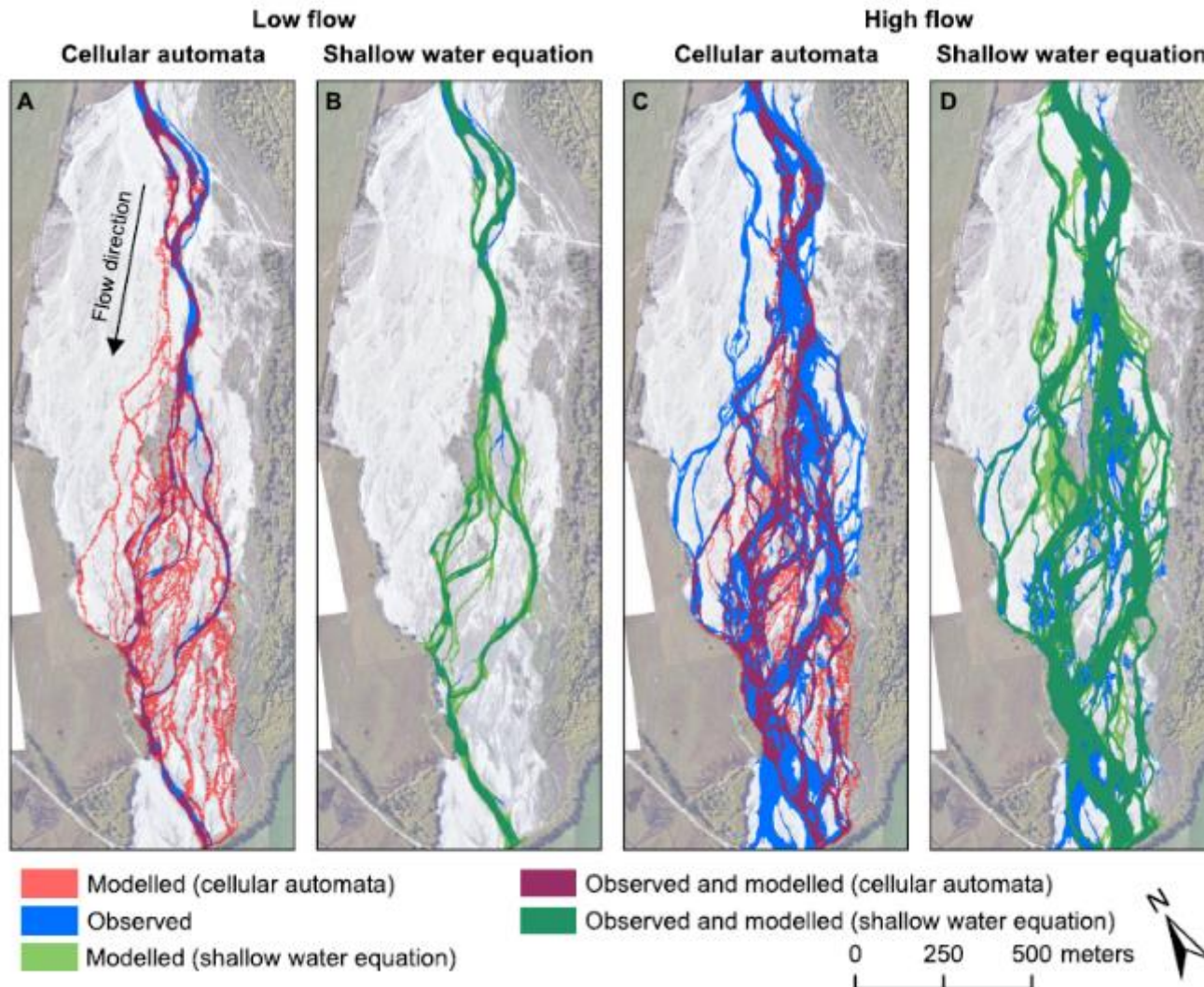
Modelación hidráulica. Problemáticas



Los ríos cambian durante las crecidas, y a menudo hay daños en áreas consideradas relativamente seguras

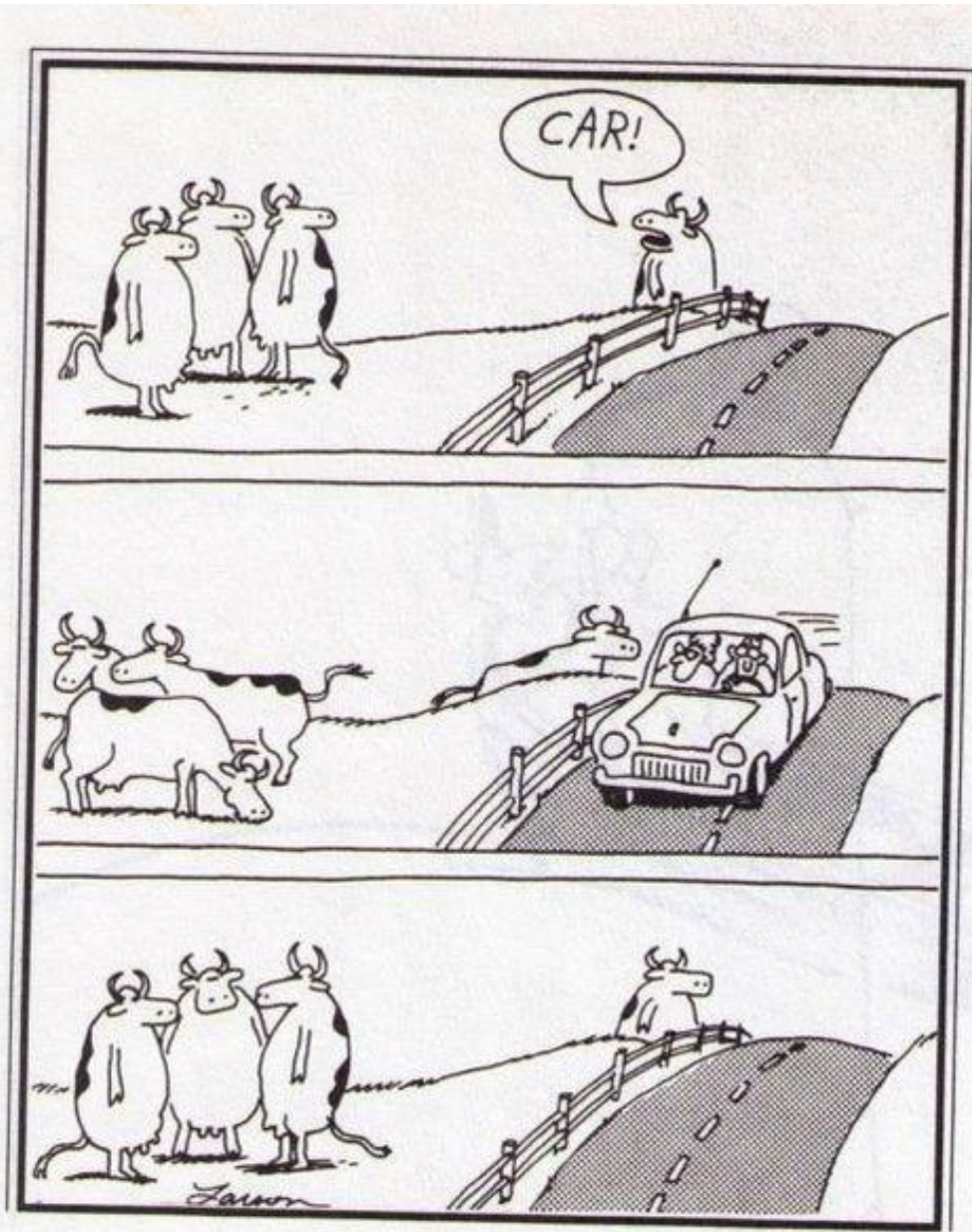
Modelación morfodinámica.

- Problemas computacionales
- Calibración, incertidumbre, validación



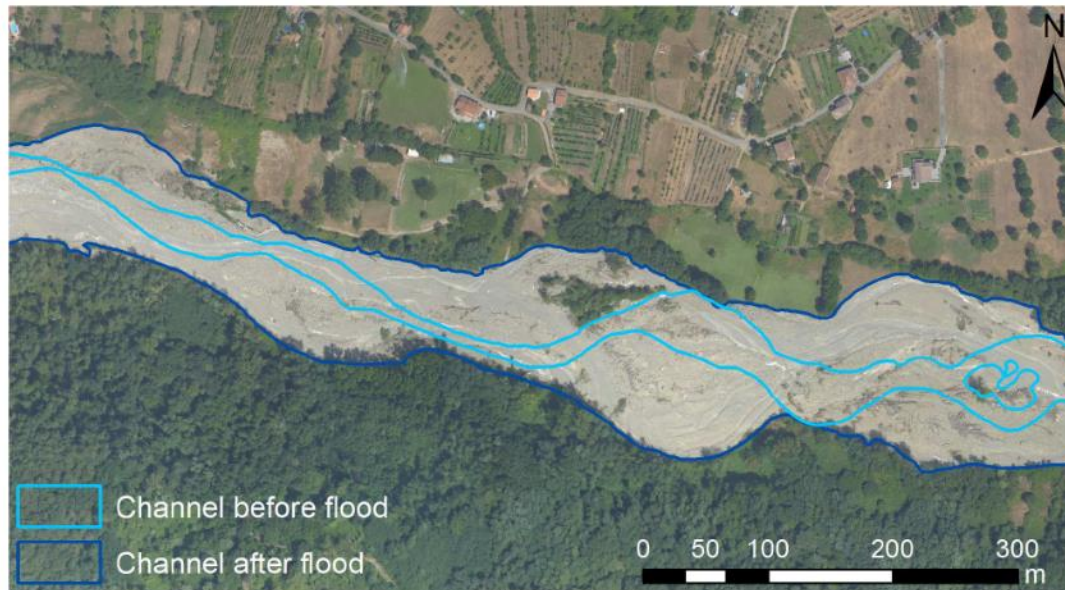
Williams et al (2016)

Rios durante crecidas



Rios durante crecidas (especialm. rios de montaña)

- Transporte de fondo (?)
- Erosión de márgenes (?)
- Incisión-sedimentación (?)
- Cambios morfológicos (?)
- Reclutamiento de material leñoso en cuencas forestadas (?)



Rios durante crecidas (especialm. rios de montaña)

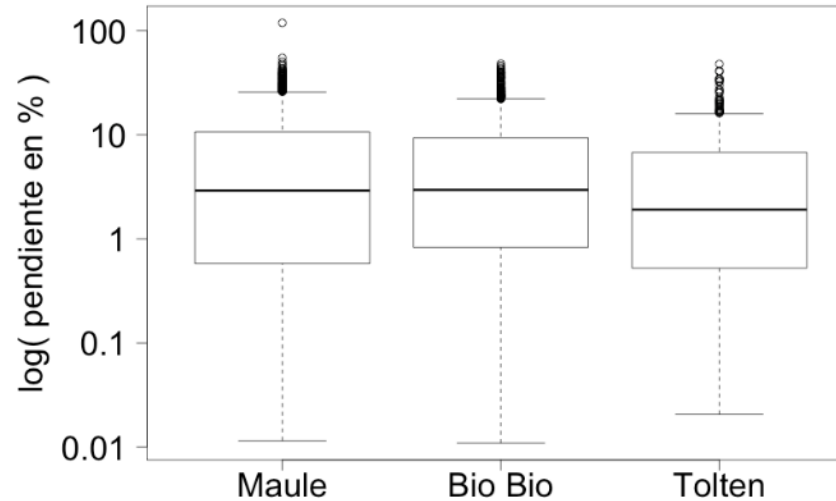
- Transporte de fondo (?)
- Erosión de márgenes (?)
- Incisión-sedimentación (?)
- Cambios morfológicos (?)
- Reclutamiento de material leñoso en cuencas forestadas (?)



Hic sunt dracones

Rios de Chile

- Rios de relativamente **alta pendiente**

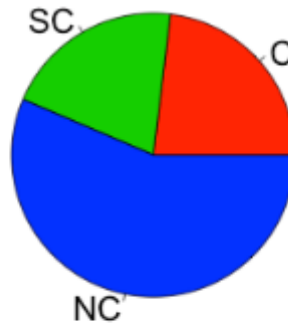
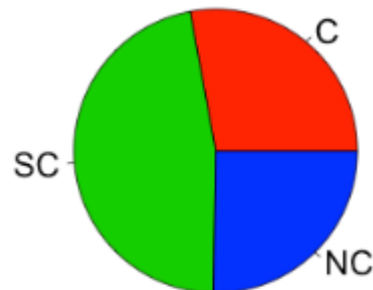
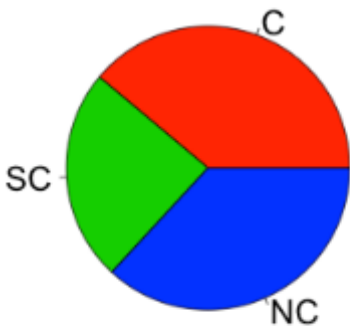


- La mayoría de los ejes fluviales son **confinados**

Maule

Bio Bio

Tolten



■ Confinado ■ Semi Confinado ■ No Confinado



Rios de Chile

- **Alta conectividad** con procesos de vertiente

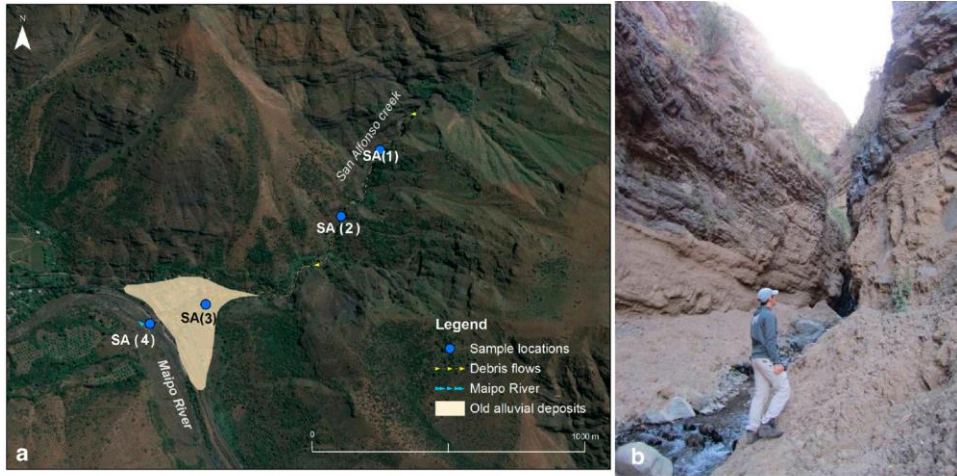


Fig. 5 a Middle and lower sections of San Alfonso Creek with indication of sampling points. b Splash marks and flow deposits at sampling point SA(1)



San Alfonso, Enero 2013 (Sepúlveda et al., 2015)

Rios de Chile

- **Alta conectividad** con procesos de vertiente

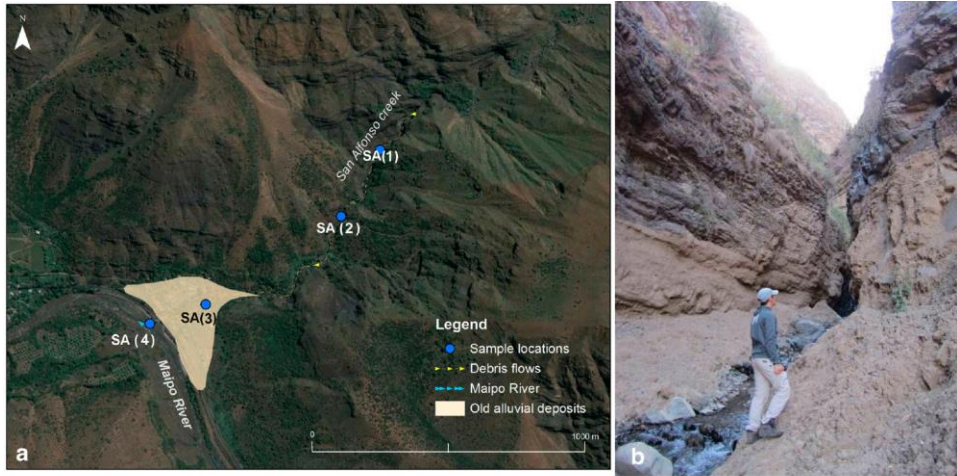


Fig. 5 a Middle and lower sections of San Alfonso Creek with indication of sampling points. b Splash marks and flow deposits at sampling point SA(1)



San Alfonso, Enero 2013 (Sepúlveda et al., 2015)

- Crecidas con gran **carga de sedimentos**



Desafíos en enfrentar las crecidas

Hay siempre mas evidencias que son justamente los “**riesgos residuales**” los que causan mayores problemas durante crecidas

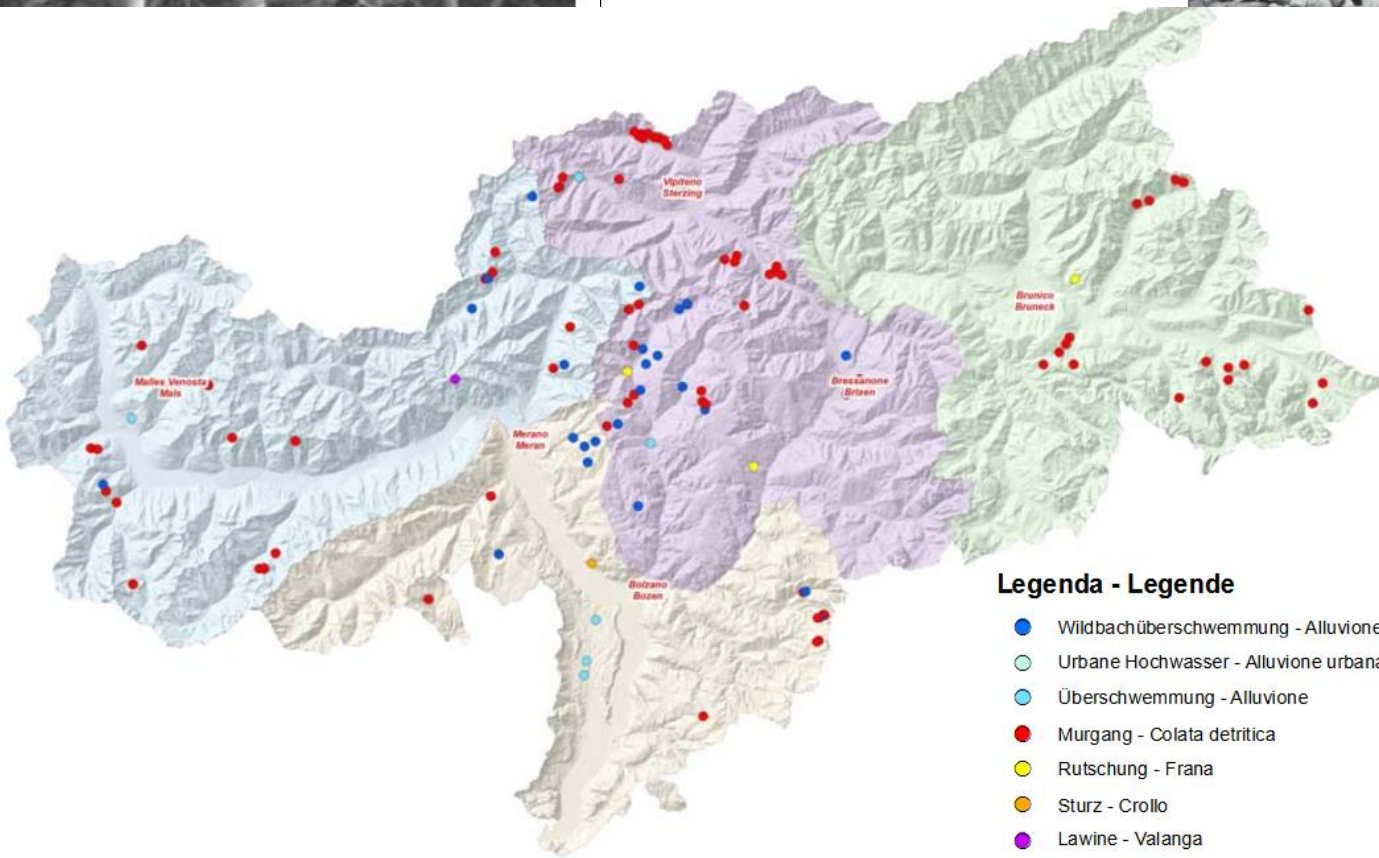
- **Sedimentación** en secciones criticas
- **Cambios** morfológicos
- Acumulación **troncos** en puentes
- **Tipo de proceso** (transporte de fondo vs. colada detrítica)
- **Efectos de mal manejo** (extracción de áridos)



Experiencias interesantes

Análisis post-evento

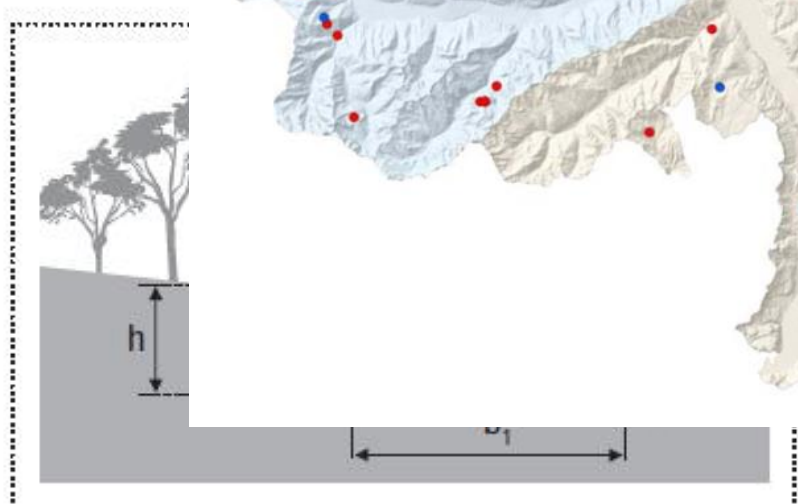
Bozen-Bolzano
province (2015)



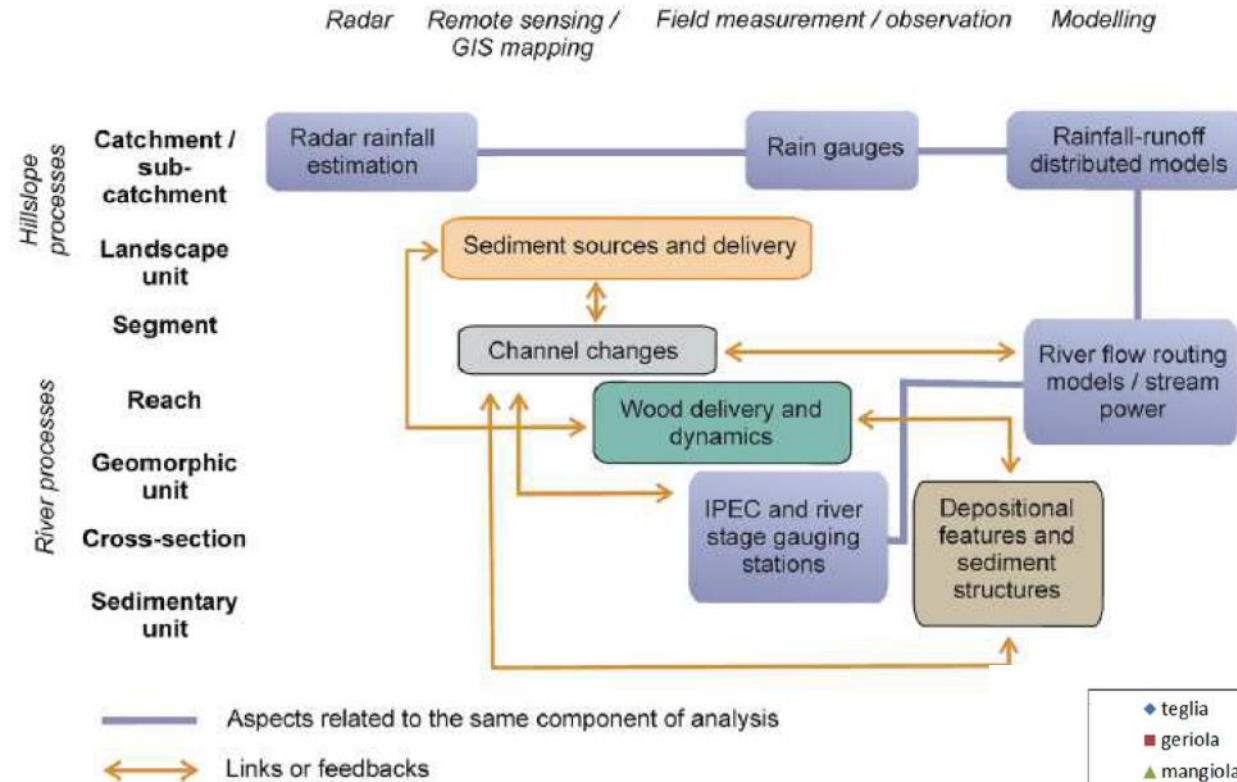
Legenda - Legende

- Wildbachüberschwemmung - Alluvione torrentizia
- Urbane Hochwasser - Alluvione urbana
- Überschwemmung - Alluvione
- Murgang - Colata detritica
- Rutschung - Frana
- Sturz - Crollo
- Lawine - Valanga
- Anderes - Altro

l_1 Spessore del crollo
 l Lunghezza della massa franosa
 b_2 Larghezza della massa franosa
 h_2 Spessore della massa franosa



Experiencias interesantes

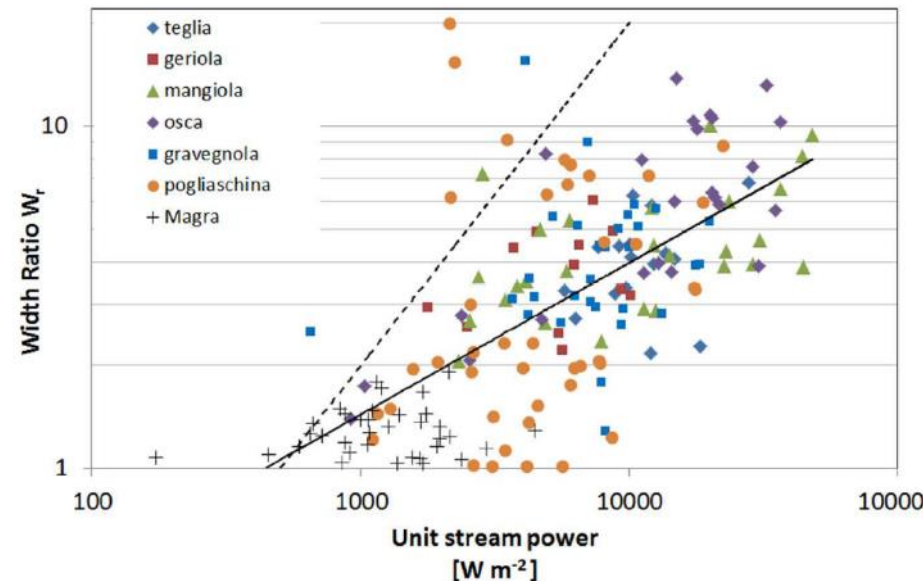


Rinaldi et al. (2016)

Ensanchamiento del río como función de la magnitud de la crecida

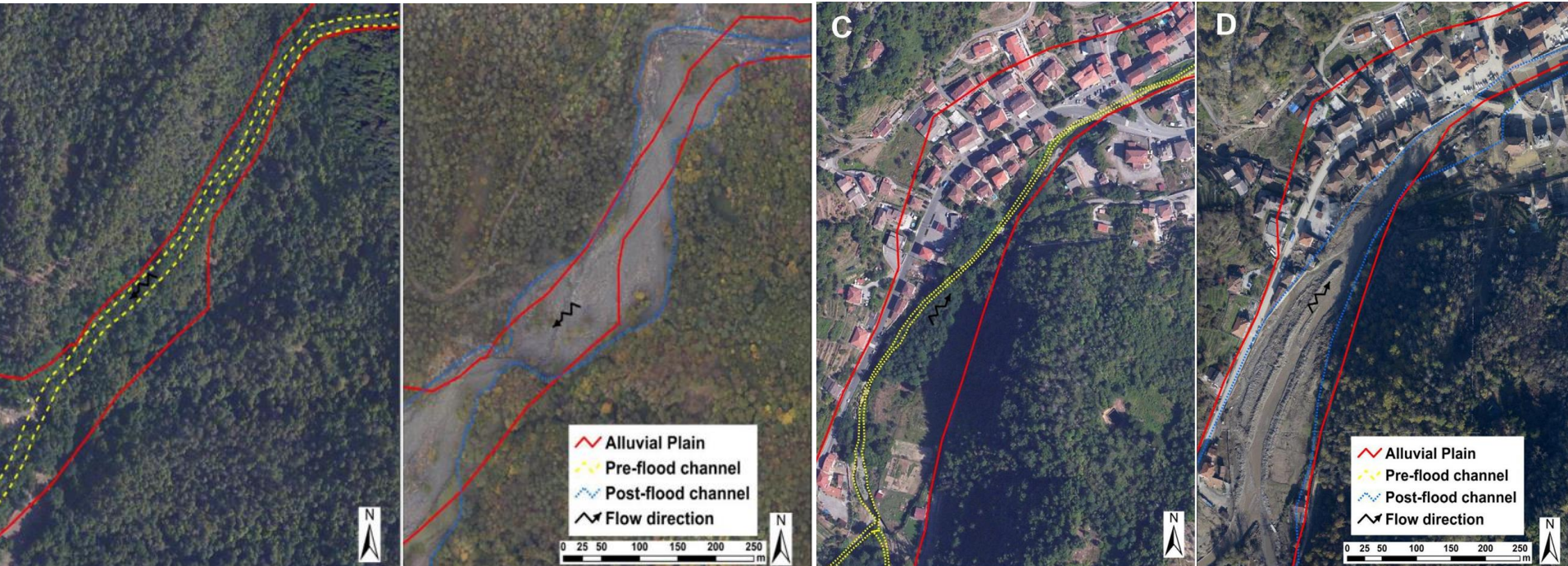
Análisis post-evento después de crecidas

Comiti et al (2016)



Experiencias interesantes

Análisis **post-evento** después de la crecida del Rio Magra (Italia, 2011)
Surian et al. (2016)



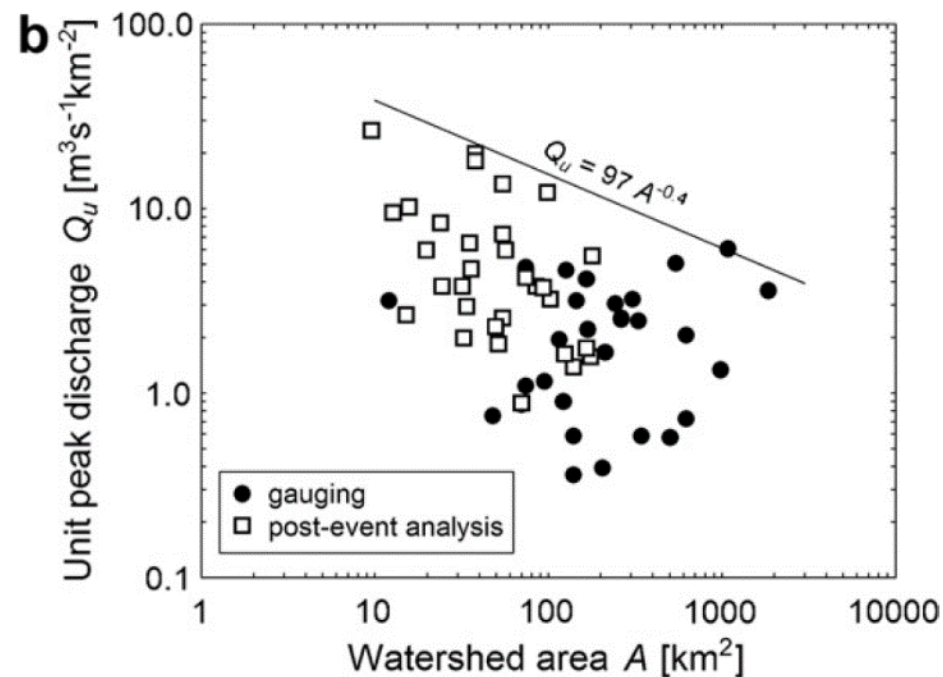
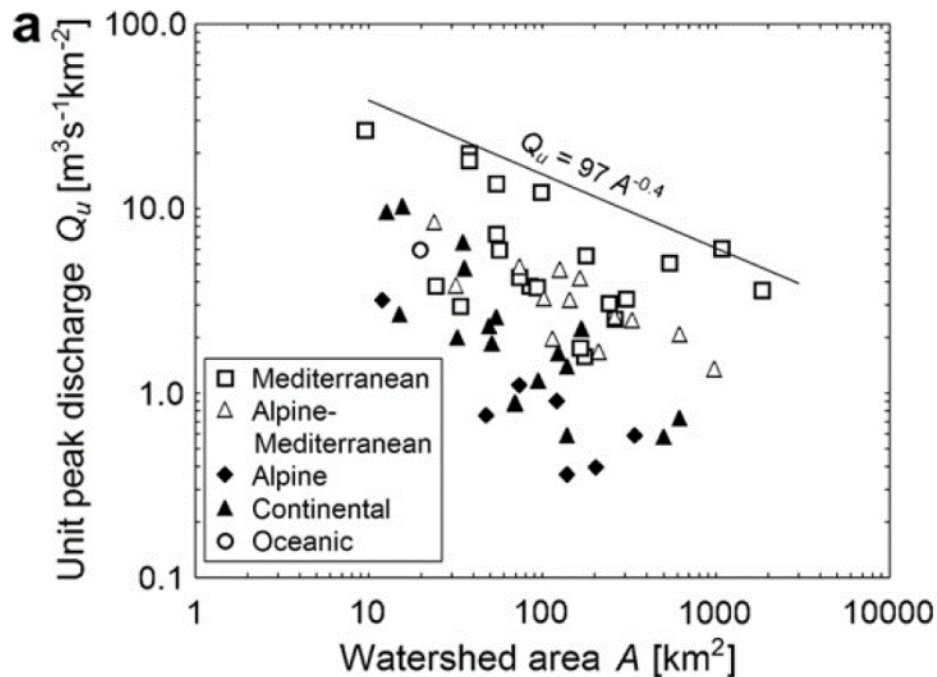
El efectos de las crecidas no dependes no solamente de variables hidráulicas sino también de:

- Confinamiento lateral
- Troncos reclutados y acumulados en secciones criticas
- Duración de la crecida, estabilidad de las márgenes

Experiencias interesantes

Análisis post-evento en áreas de montaña

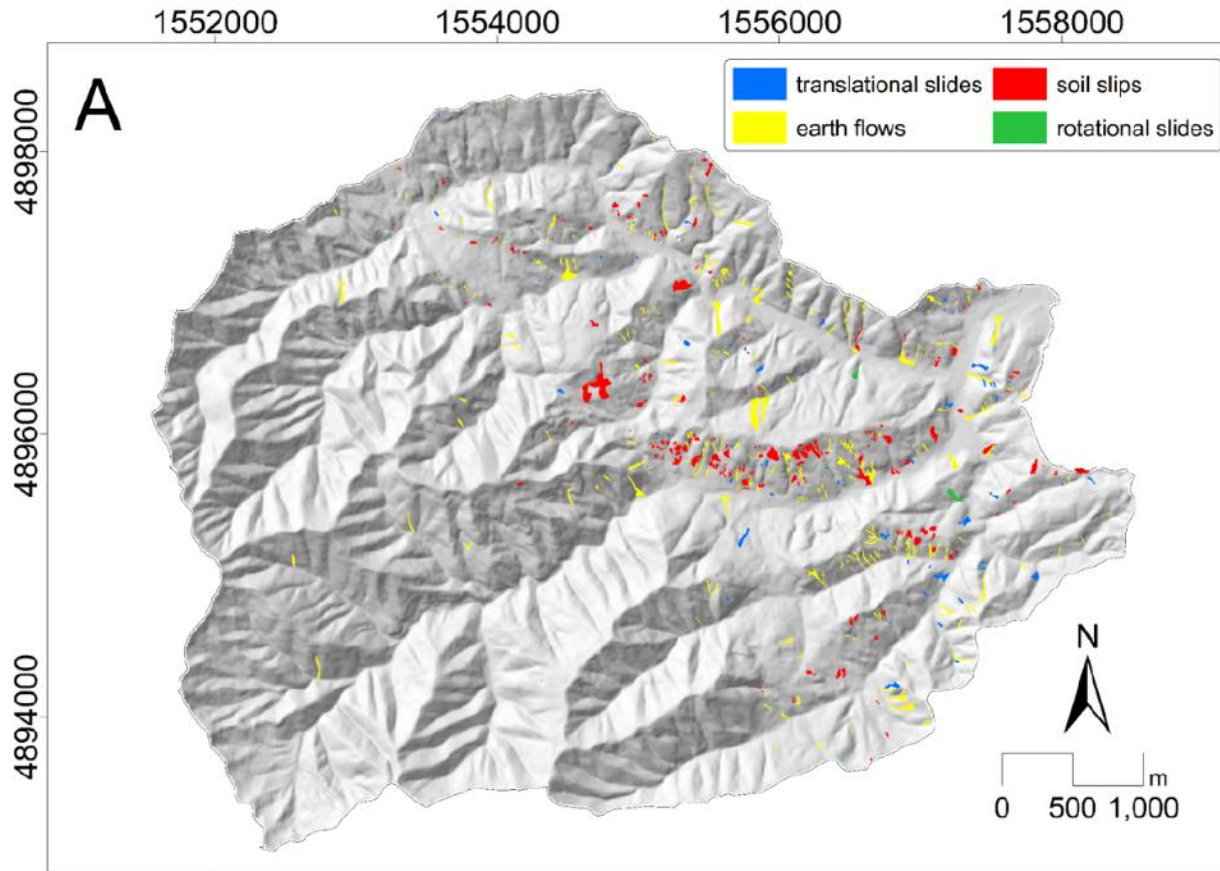
Marchi et al (2000)



Caudales peak en áreas de montaña de Europa

Experiencias interesantes

Inventario **post-evento** de inestabilidades en laderas

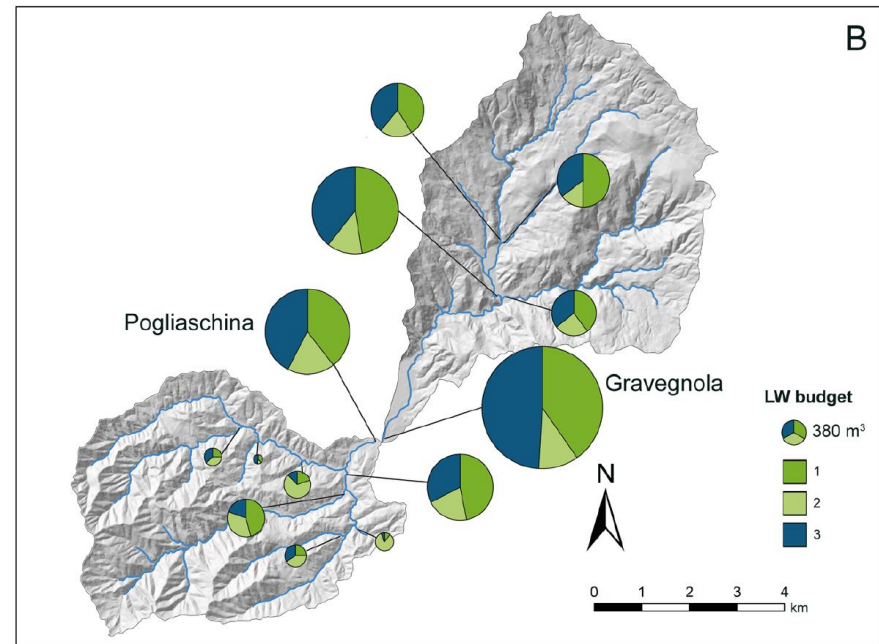
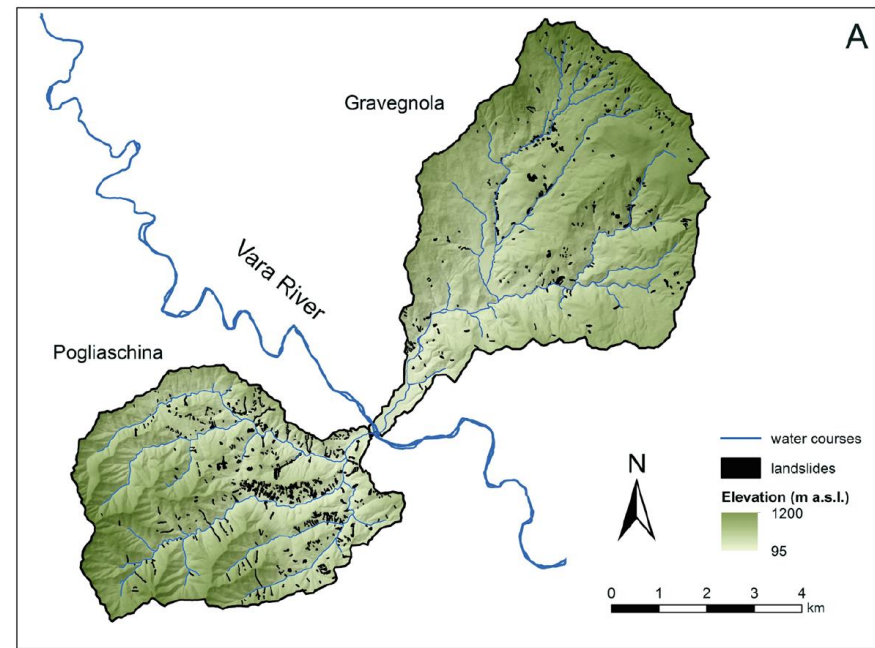


Mondini et al. (2014)

Se pueden obtener buenos resultados usando información remota y algoritmos semiautomáticos de identificación de formas morfológicas determinadas

Experiencias interesantes

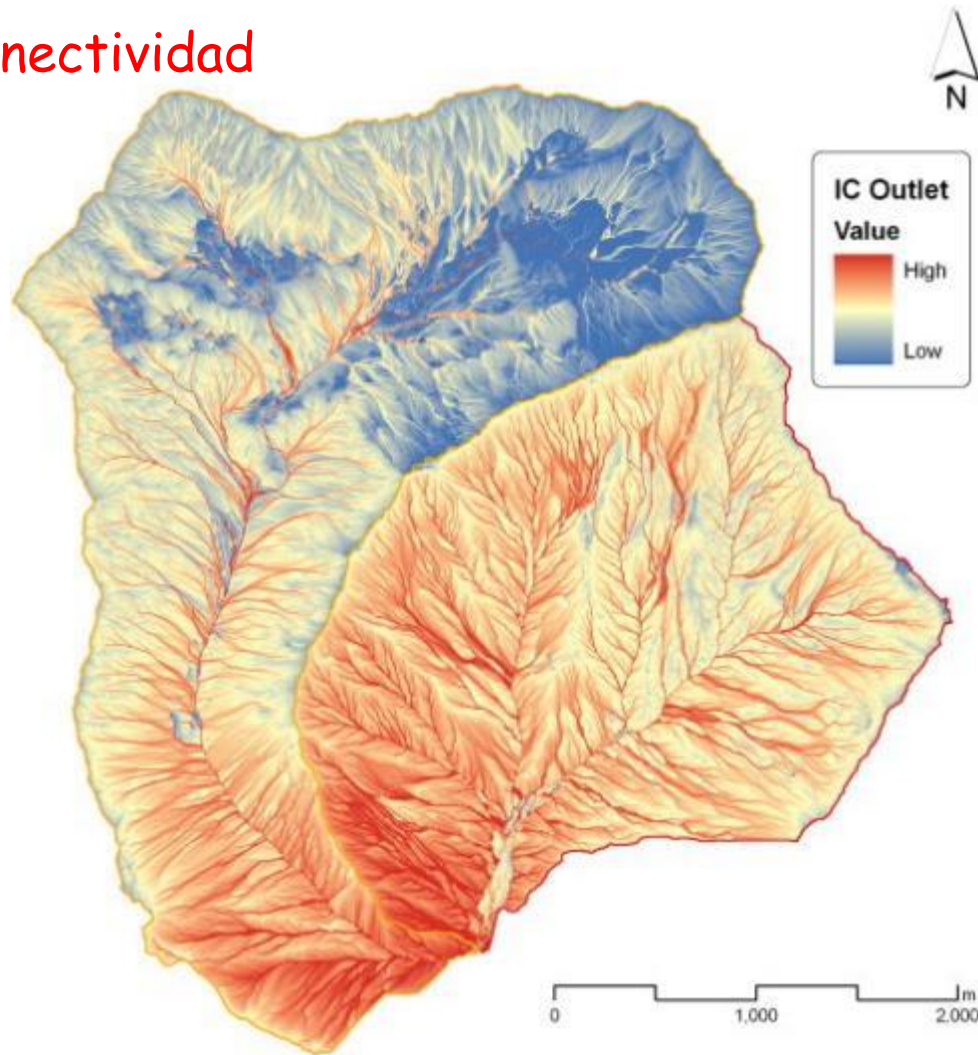
Inventario **post-evento** de inestabilidades en laderas y reclutamiento de material leñoso de gran tamaño



Rinaldi et al. (2016)

Experiencias interesantes

Índices de **conectividad**



Cavalli et al (2013)

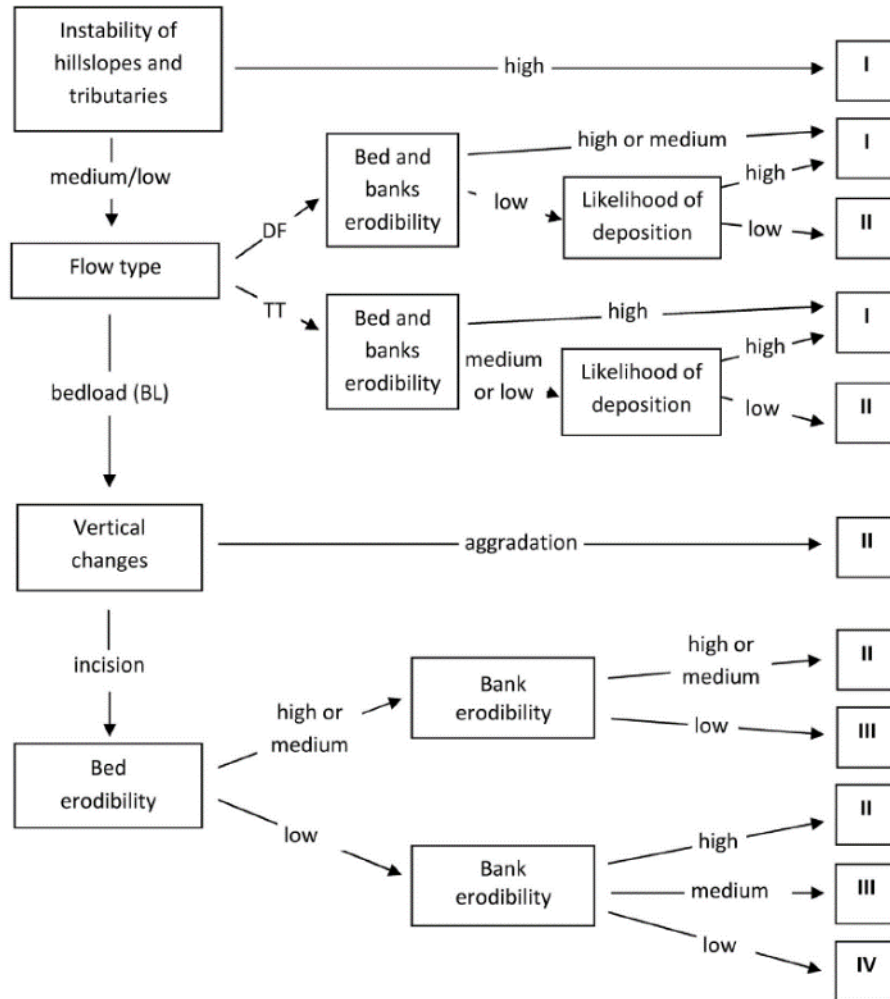
Estos índices ocupan modelos digitales del terreno para determinar la potencialidad de conexión física entre porciones de cuenca

Hidromorfología

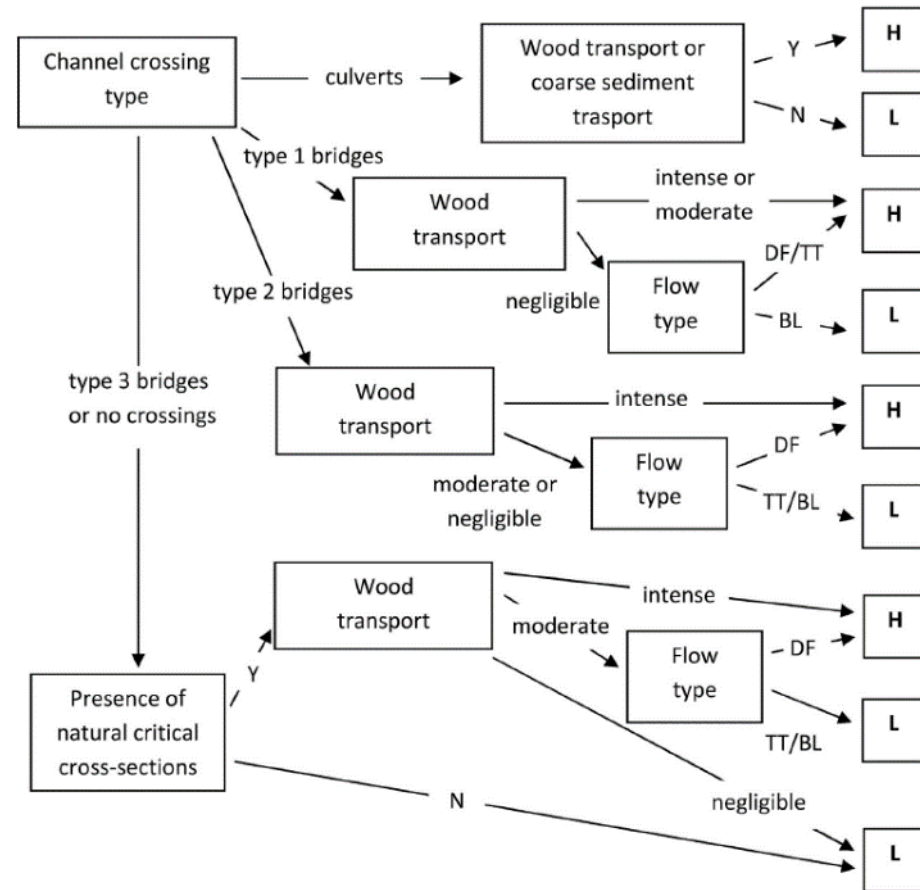
Rinaldi et al (2015)

Clasificación de dinámica de eventos

Consecuencias morfológicas esperables



Obstrucciones esperables



Hidromorfología

Rinaldi et al (2015)

- Clasificación de dinámica de eventos

		Troncos	
		Clogging probability	
		High (H)	Low (L)
Cambios morfológicos	Expected morphological changes	Very high	Very high
	Very relevant (I)	Very high	High
	Relevant (II)	High	Medium
	Intermediate (III)	Medium	Low
		Small (IV)	

Bajo indicador = canal estable y sin oclusiones

Alto indicador = ensanchamientos, avlusiones, oclusiones

Hidromorfología

Rinaldi et al (2015)

- Clasificación de dinámica de eventos

		Troncos	
		Clogging probability	
		High (H)	Low (L)
Cambios morfológicos	Expected morphological changes	Very high	Very high
	Very relevant (I)	Very high	High
	Relevant (II)	High	Medium
	Intermediate (III)	Medium	Low
	Small (IV)		

Bajo indicador = canal estable y sin oclusiones

Alto indicador = ensanchamientos, avlusiones, oclusiones

- Clasificación de peligro hidromorfológico

Basado en:

- Clasificación de dinámica de eventos
- Mobilidad histórica
- Gran eventos del pasado
- Confinamiento físico

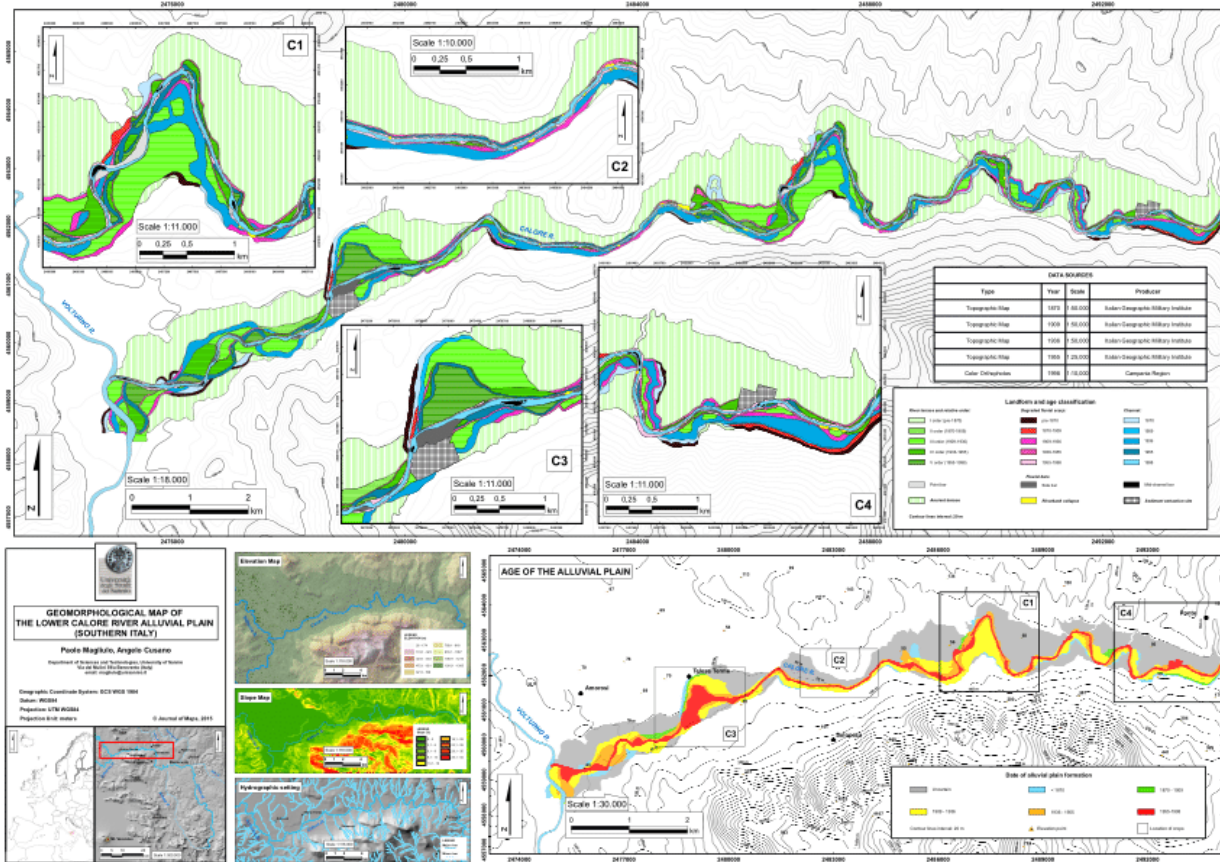


Hidromorfología

EU WFD (2000) y EU FLOODS (2007), enfatizan la necesidad de un acercamiento integrado al manejo sustentable de los ríos.

Idea: - llegar a buena condición eco-hidro-morfológica de los ríos;
- no solo objetivo ambiental, sino que también socio-económico;

Métodos para evaluar las condiciones geomorfológicas de los ríos, para soportar decisiones y estrategias de manejo fluvial (ej: IDRAIM)



Magliulo &
Cusano (2016)

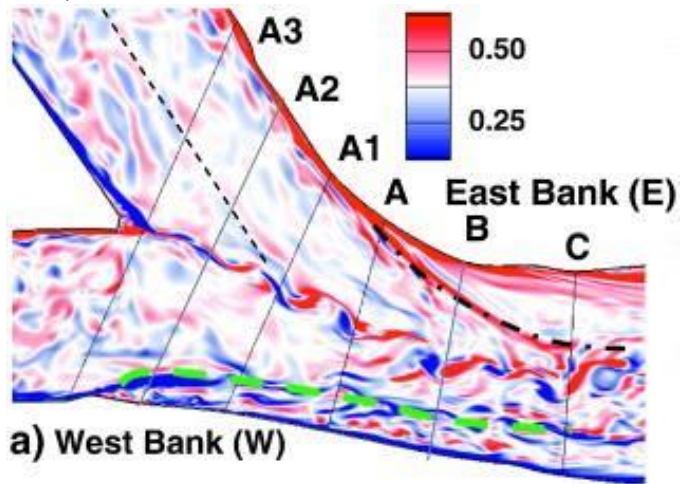
Que se puede rescatar?

- Necesidad de esfuerzos coordinados de **estudios post-evento**;
- Parece oportuno **agregar una componente empírico-conceptual de naturaleza geomorfológica** a las herramientas numéricas determinísticas de generación de mapas de peligro;
- En específico, sería preciso estudiar mejor las **áreas fuentes de sedimentos** y troncos, y la **conectividad** con la red hidrográfica;
- Esto permitiría **evaluar la naturaleza de los cambios morfológicos esperados durante crecidas**;
- Este enfoque geomorfológico puede se puede **integrar a modelación hidráulica tradicional**;
- Necesidad de una **red de monitoreo de transporte de fondo**;

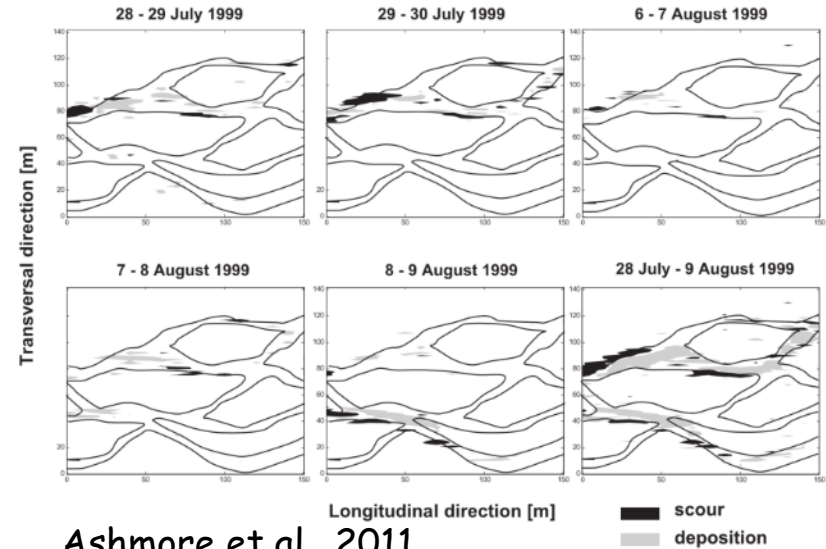
Desafíos en el manejo sustentable de los ríos en Chile

Hidráulica fluvial

Keylock et al., 2012



Geomorfología fluvial



Ashmore et al., 2011



Montoya et al., 2012

Ecología fluvial

Desafíos en el manejo sustentable de los ríos en Chile



REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL

Revista Chilena de Historia Natural 85: 339-343, 2012

© Sociedad de Biología de Chile

FORUM

The need for a hydromorphological approach to Chilean river management

La necesidad de un enfoque hidromorfológico para la gestión de los ríos chilenos

ANDREA ANDREOLI^{1, *}, LUCA MAO², ANDRÉS IROUMÉ³, JOSE L. ARUMÍ⁴, ANDREA NARDINI⁵, ROBERTO PIZARRO⁶, DIEGO CAAMAÑO⁷, CLAUDIO MEIER⁸ & OSCAR LINK⁸

- Necesidad de una **mirada mas integrada** a los sistemas fluviales;
- Necesidad de aplicar un **enfoque hidromorfológico** para la gestión de los ríos chilenos.
- Énfasis en la necesidad de incluir en la toma de decisiones los **servicios directos como los indirectos** proporcionados por los ríos.
- Hidromorfología como disciplina que ayuda a conectar hidráulica, geomorfología y ecología para el desarrollo sostenible de los ecosistemas acuáticos y ribereños.

Gracias por la atención

