



*Università degli Studi della Basilicata
Facoltà di Ingegneria*

SEMINARIO

Le nuove frontiere dell'Idrologia

Potenza, 4 dicembre 2006

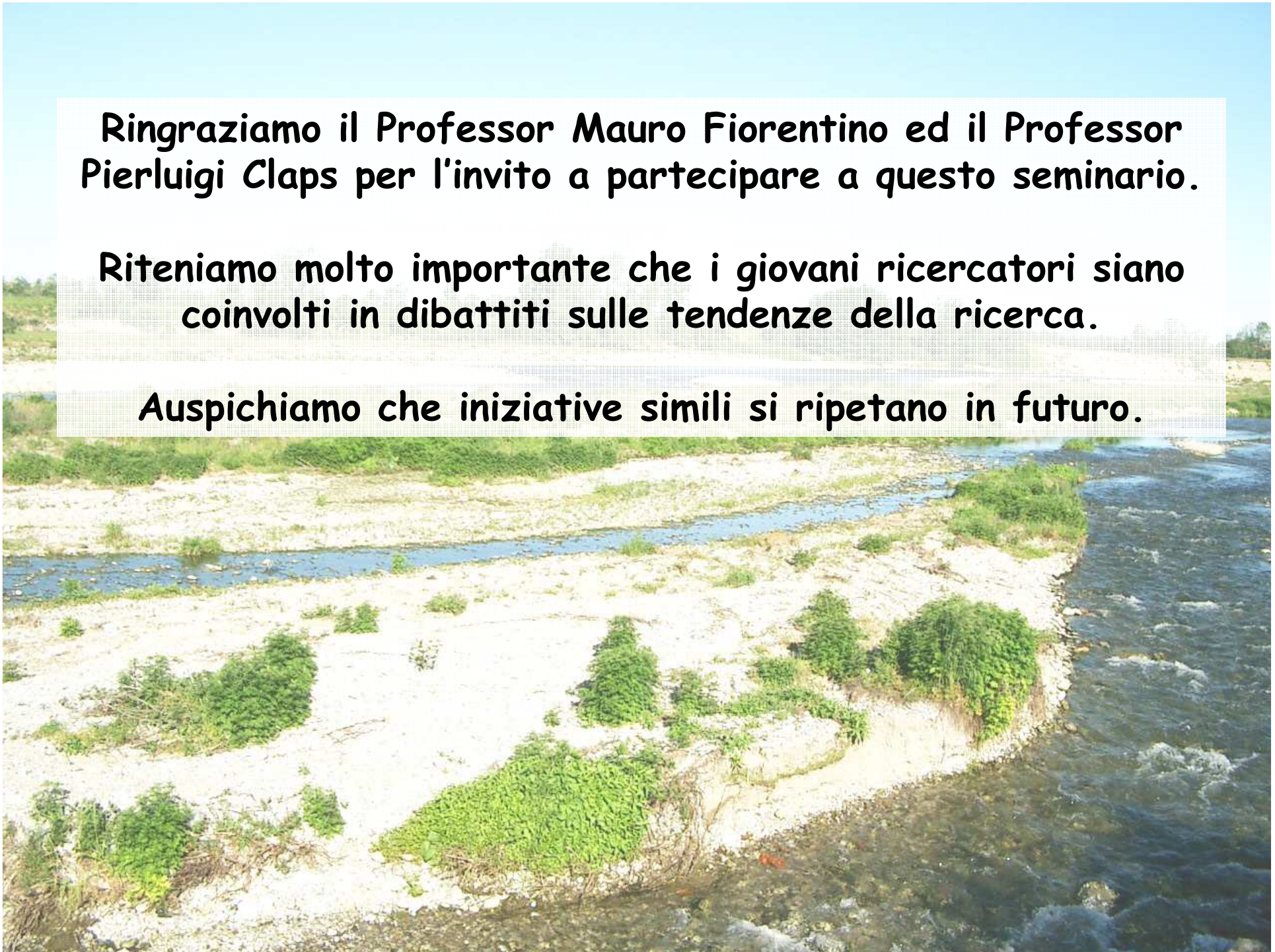
Presente e futuro della sperimentazione di campo in Idrologia

**Daniele Bocchiola
Giovanni Battista Chirico**

Ringraziamo il Professor Mauro Fiorentino ed il Professor Pierluigi Claps per l'invito a partecipare a questo seminario.

Riteniamo molto importante che i giovani ricercatori siano coinvolti in dibattiti sulle tendenze della ricerca.

Auspichiamo che iniziative simili si ripetano in futuro.



Sommario

Alcune considerazioni sulle scale spaziali e temporali della sperimentazione

Una piccola indagine bibliografica sui contenuti della ricerca nel settore della Idrologia in Italia

L'attività sperimentale in futuro



Un parere autorevole (e recente)

..... There are many reasons that justify the need for hydrological measurements and experiments. First, we realize that observations and experimentation play a very important role in scientific discoveries. Thus, innovation and development of experimental approaches are crucial when exploring the scientific field. Second, the development and application of innovative instrumentation are key when testing theory, thereby helping us to improve the understanding of new and existing theories. **Third, as hydrological models are developed that increasingly incorporate intricate temporal and spatial variations, they must be tested through comparison and analysis of experimental data.** Experimental research is needed to develop measurement techniques that allow for model calibration and the estimation of scale-appropriate hydrological properties.....

Preface to:
Advances in Water Resources 29 (2006) 117-120,
Experimental hydrology: A bright future,
By J. W. Hopmans, G. Pasternack

Motivazioni allo sviluppo della sperimentazione di campo in idrologia

- I ricercatori sono oggi chiamati a fornire risposte a problematiche ambientali sempre più complesse, quali gli effetti sull'ambiente dei cambiamenti di uso del suolo e del clima, la tutela della qualità dei copri idrici superficiali e sotterranei, l'erosione dei suoli ed i dissesti di versante.
- Queste problematiche di carattere ambientale devono essere affrontate tenendo conto della variabilità spaziale e temporale dei processi e la eterogeneità dei sistemi ambientali oggetti di studio.
- Questo comporta la necessità di analizzare e modellare processi idrologici a scale spaziali e temporali molto diverse da quelle tradizionalmente studiate in idrologia.
- La scarsità di dati qualitativamente e quantitativamente significativi alle scale spaziali e temporali di interesse costituisce un fattore limitante allo sviluppo delle conoscenze in ambito idrologico.

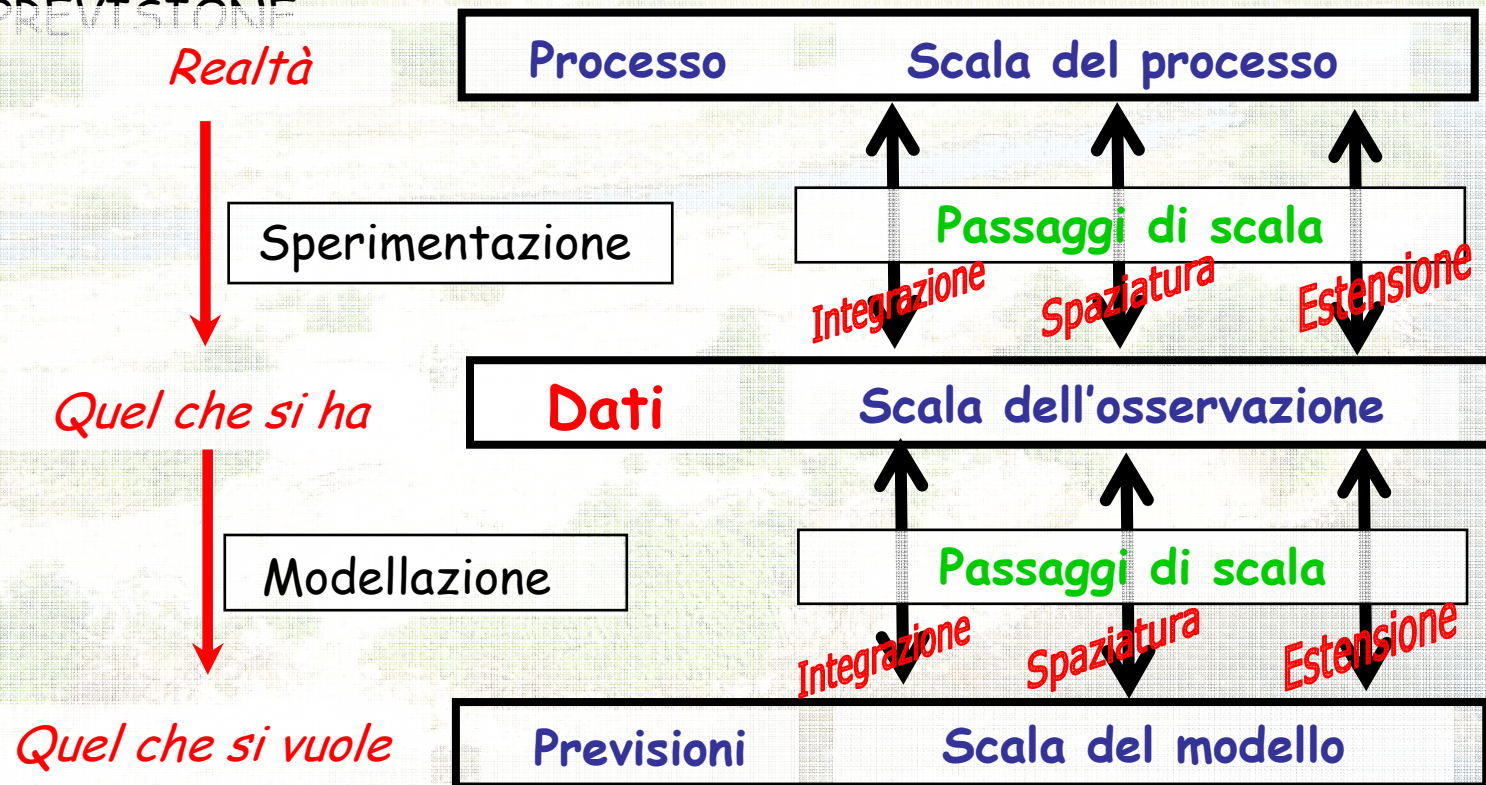
Ruolo dei dati sperimentali in idrologia (1)

I dati sperimentali sono fondamentali per:

- testare ipotesi sulla natura e sulle caratteristiche dei processi;
- sviluppare modelli di previsione (calibrazione, validazione, valutazione dell'incertezza di previsione associata).

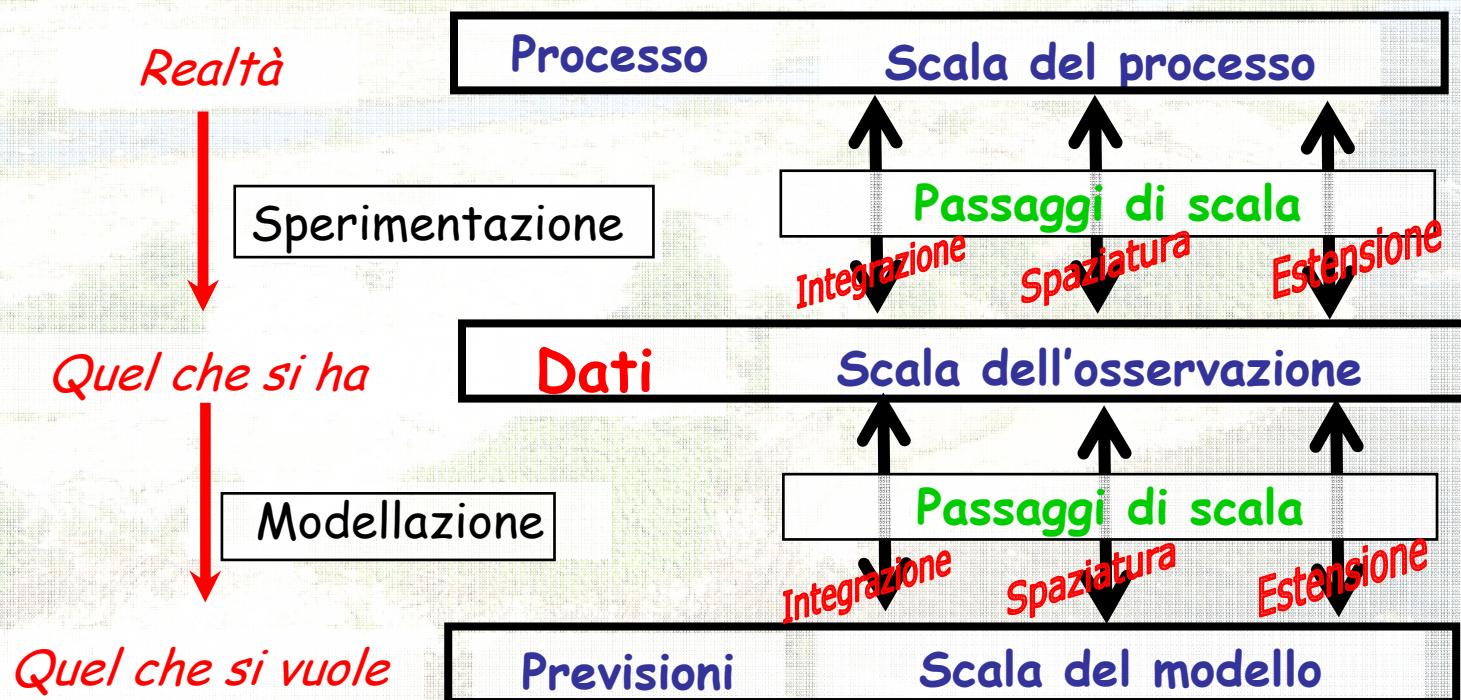
Problema: disomogeneità tra scala del processo (la realtà), scala della sperimentazione (quel che si conosce) e scala del modello (quel che si vuole).

La sperimentazione dovrebbe essere tale da minimizzare le incertezze associate ai **passaggi di scala** nei tre stadi: 1) PROCESSO; 2) DATI; 3) PREVISIONI.



Ruolo dei dati sperimentali in idrologia (2)

- **Fattori limitanti sul fronte della sperimentazione:** incapacità di misurare le grandezze (proprietà e variabili) ad una scala adeguata, ad esempio:
 - misure TDR e pluviometriche, ottimi misure locali, non adeguate per misure distribuite a scala di bacino;
 - remote sensing, ottime misure distribuite nello spazio, ma scala di integrazione spaziale ed intervalli temporali di campionamento non adeguati.
- **Fattori limitanti sul fronte della modellazione:** incapacità di trasferire le capacità predittive di un modello da un scala spaziale e/o temporale all'altra, ad esempio:
 - Modelli di infiltrazione, dinamica delle aree contribuenti, erosione, trasporto di inquinanti nelle falde.

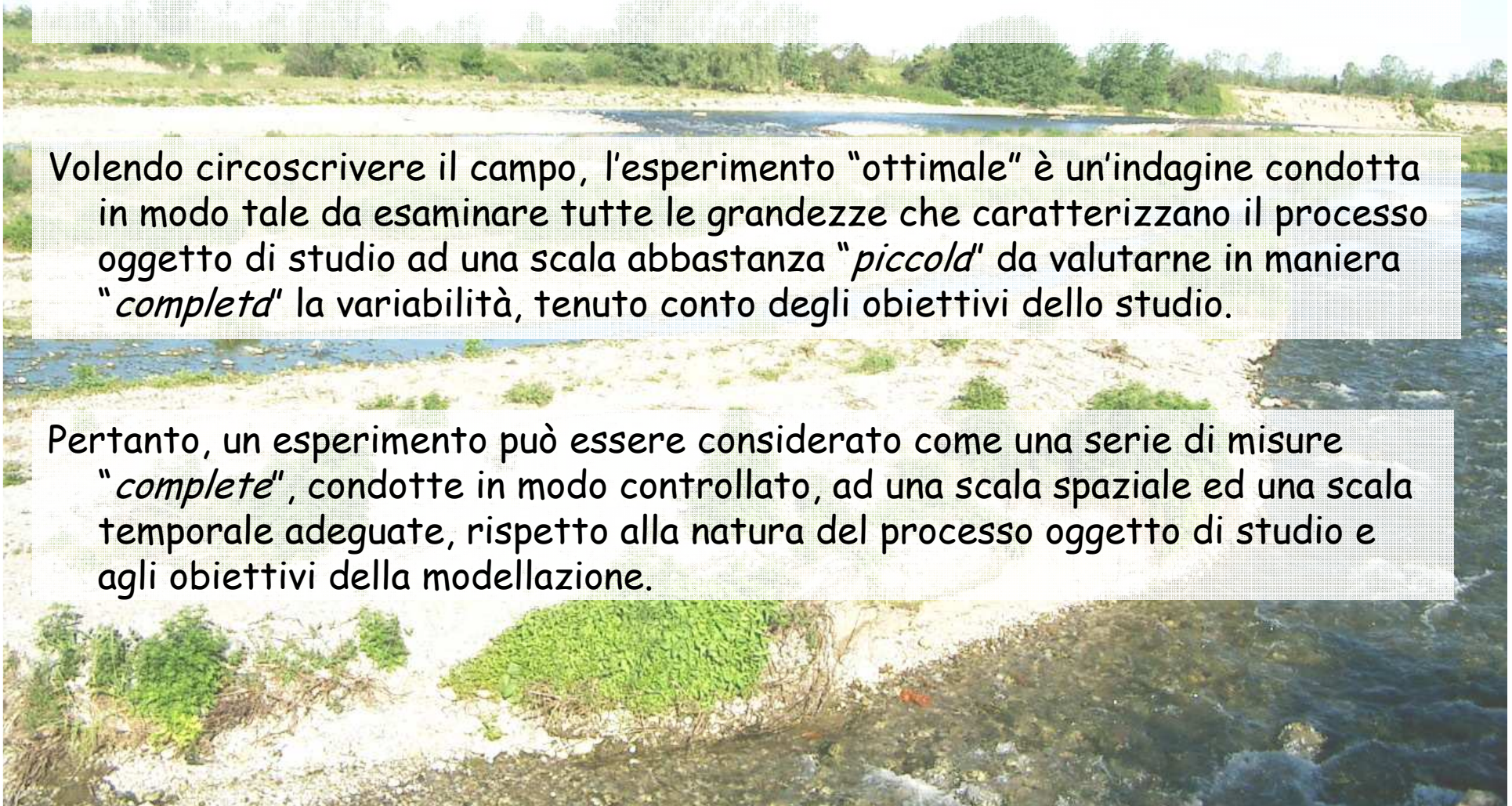


Cosa intendiamo per idrologia sperimentale?

In linea di principio, ogni esercizio di modellazione che comporti un raffronto tra risultati simulati ad una scala assegnata e dati osservati, possibilmente alla stessa scala, rappresenta un esperimento.

Volendo circoscrivere il campo, l'esperimento "ottimale" è un'indagine condotta in modo tale da esaminare tutte le grandezze che caratterizzano il processo oggetto di studio ad una scala abbastanza "*piccola*" da valutarne in maniera "*completa*" la variabilità, tenuto conto degli obiettivi dello studio.

Pertanto, un esperimento può essere considerato come una serie di misure "*complete*", condotte in modo controllato, ad una scala spaziale ed una scala temporale adeguate, rispetto alla natura del processo oggetto di studio e agli obiettivi della modellazione.

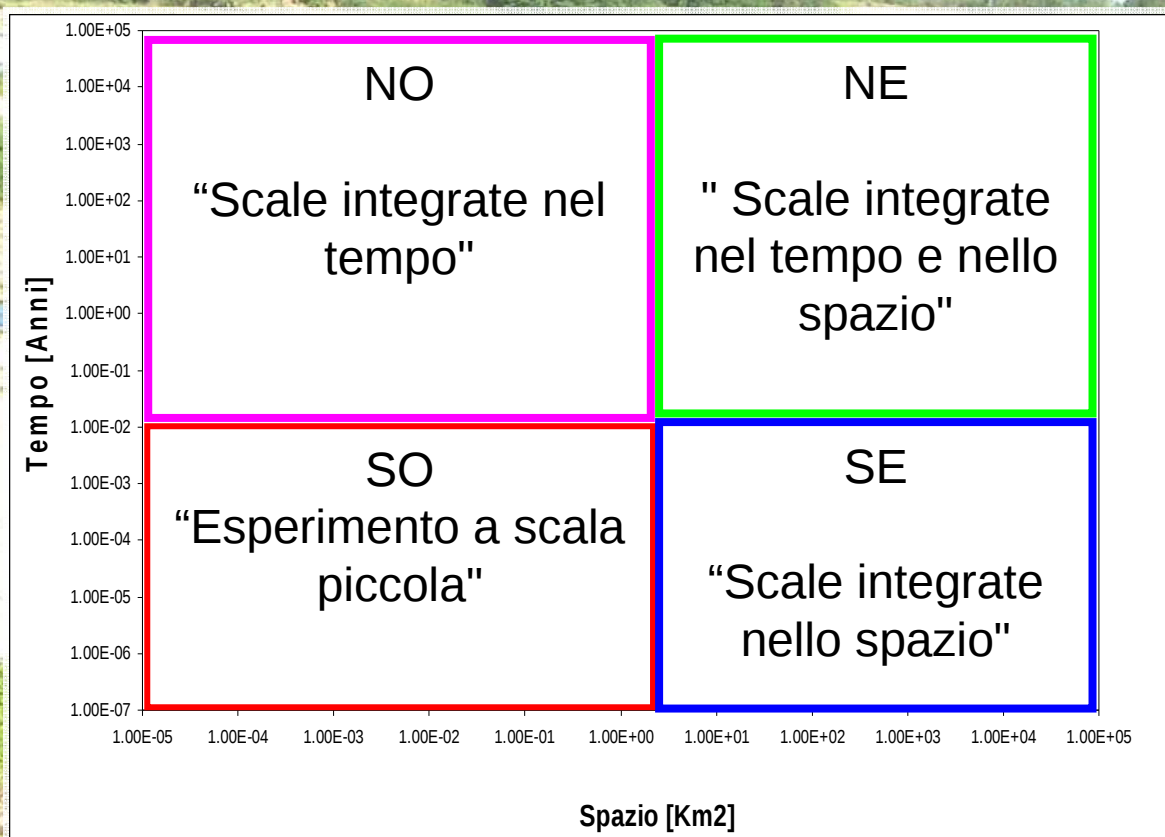


Scale spaziali e temporali della sperimentazione

Per quanto riguarda la scala spazio-temporale, identifichiamo quattro possibili "aree" di investigazione.

Si considera scala "*piccola*", quella corrispondente ad intervalli temporali fino a 1 giorno e scale spaziali fino a 1 Km²

Le rimanenti scale sono definite "integrate".



Alcuni esempi

Lo studio statistico dei massimi annuali delle piene si colloca nella regione NE del

grafico, poichè studia un processo aggregato su un periodo lungo (massimo annuale), alla scala spaziale superiore 1 Km^2 .

I modelli di preannuncio degli eventi di piena si collocano invece nella regione NO, poichè analizzano a piccole scale temporali (ad es. ore) processi aggregati a scale spaziali sopra il Km^2 .

Gli studi sui processi di precipitazione a scala locale si collocano nella regione SO, perchè considerano la dinamica delle piogge su scale spaziali e temporali ridotte

La stima delle precipitazioni tramite sensori remoti si situa invece nella regione SE, poichè rappresenta l'integrazione di un'informazione relativa a durate brevi, ma su volumi dell'ordine di Km^3 .

La modellazione distribuita del deflusso di piena, dell'erosione/trasporto solido o di inquinanti, etc.. si situa nel quadrante SO, nel caso in cui le misure di campo siano condotte alla scala della parcella, mentre si situano nel quadrante SE se la calibrazione/validazione è eseguita ad una scala

L'indagine bibliografica

Abbiamo condotto un'indagine bibliografica per valutare l'entità dei contributi "sperimentali" nel campo dell'Idrologia in Italia.

Abbiamo valutato articoli su riviste internazionali con firma di almeno un autore con affiliazione in un Centro di ricerca (Università, CNR, etc..) italiano, dal 2000 ad oggi, per un totale di 338 articoli.

Abbiamo considerato differenti argomenti e differenti tipologie di contributi.

WRR	ADWR	Geomorphology	HESS	J Hydrol Eng	JofH	HP	SSAMJ	JCH	Transactions ASAE
100	34	17	41	13	59	49	8	6	4

Tipo / Argomento	Idraulica	Piène	Precipitazioni	Deflussi sotterranei	Geomorfologia	Movimenti di massa/ Erosione	Eco-idrologia	Bilancio idrologico
Esperimenti sito/laboratorio	2	2	1	23	21	9	6	10
Modellistica	4	34	2	13	13	14	18	15
Teorico +casi di studio	3	4	2	5	4	0	0	0
Teorico	1	6	2	27	14	1	11	7
Sensori remoti	0	3	7	0	2	0	1	3
Statistica/Scaling	0	23	19	0	2	0	0	4
							Totale	338

Abbiamo valutato articoli su riviste internazionali con firma di almeno un autore con affiliazione in un Centro di ricerca (Università, CNR, etc..) italiano, dal 2000 ad oggi, per un totale di 338 articoli.

Abbiamo considerato differenti argomenti e differenti tipologie di contributi.

Tipo / Argomento	Idraulica	Piene	Precipitazioni	Deflussi sotterranei	Geomorfologia	Movimenti di massa/ Erosione	Eco-idrologia	Bilancio idrologico
Esperimenti sito/laboratorio	2	2	1	23	21	9	6	10
Modellistica	4	34	2	13	13	14	18	15
Teorico +casi di studio	3	4	2	5	4	0	0	0
Teorico	1	6	2	27	14	1	11	7
Sensori remoti	0	3	7	0	2	0	1	3
Statistica\Scaling	0	23	19	0	2	0	0	4
							Totale	338

Scale di indagine

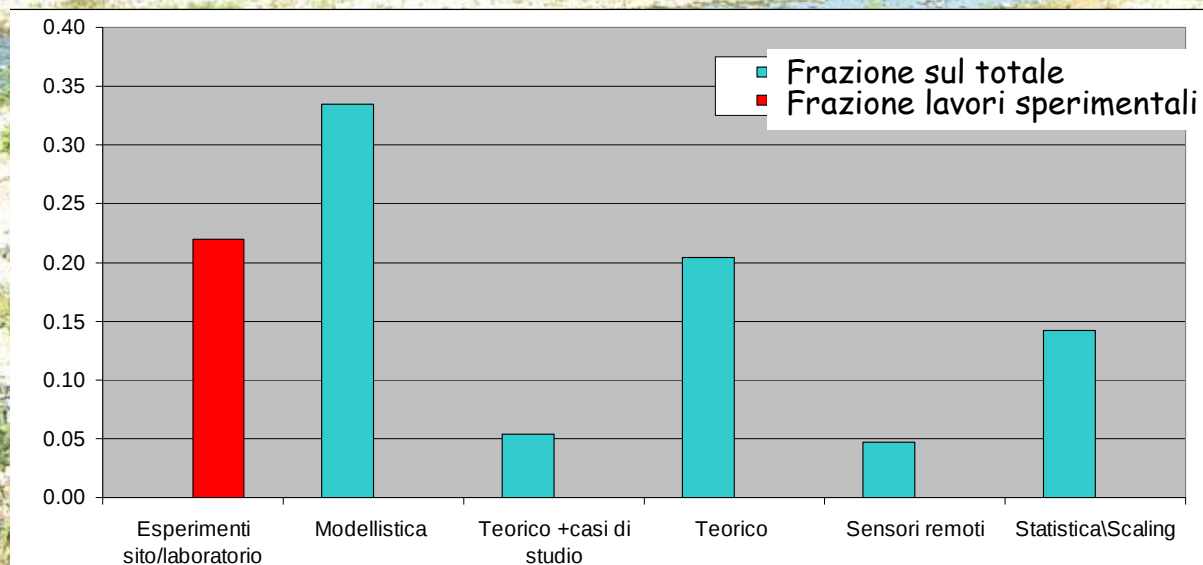
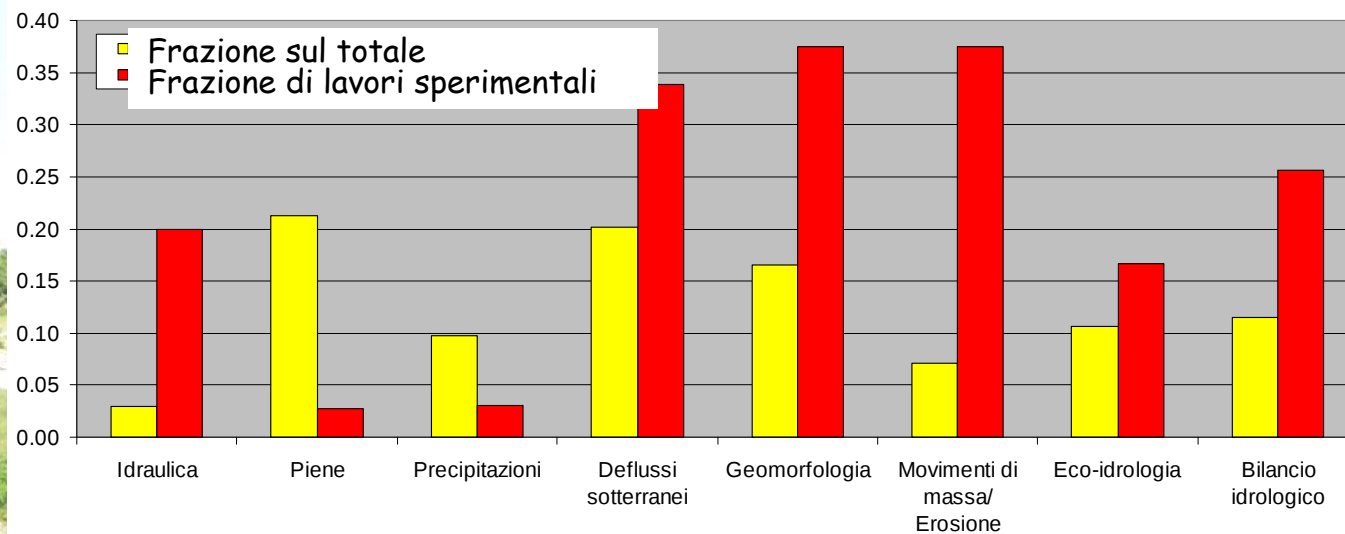
Abbiamo classificato gli articoli rispetto alla scala spazio-temporale oggetto di studio.

Non abbiamo distinto la sperimentazione di campo da quella di laboratorio.

Tipo / Scala spazio tempo	NO	NE	SO	SE
Esperimenti sito/laboratorio	7	16	49	2
Modellistica	15	31	28	39
Teorico +casi di studio	1	5	10	2
Teorico	1	17	39	12
Sensori remoti	0	4	2	10
Statistica\Scaling	2	24	8	14

Alcuni risultati

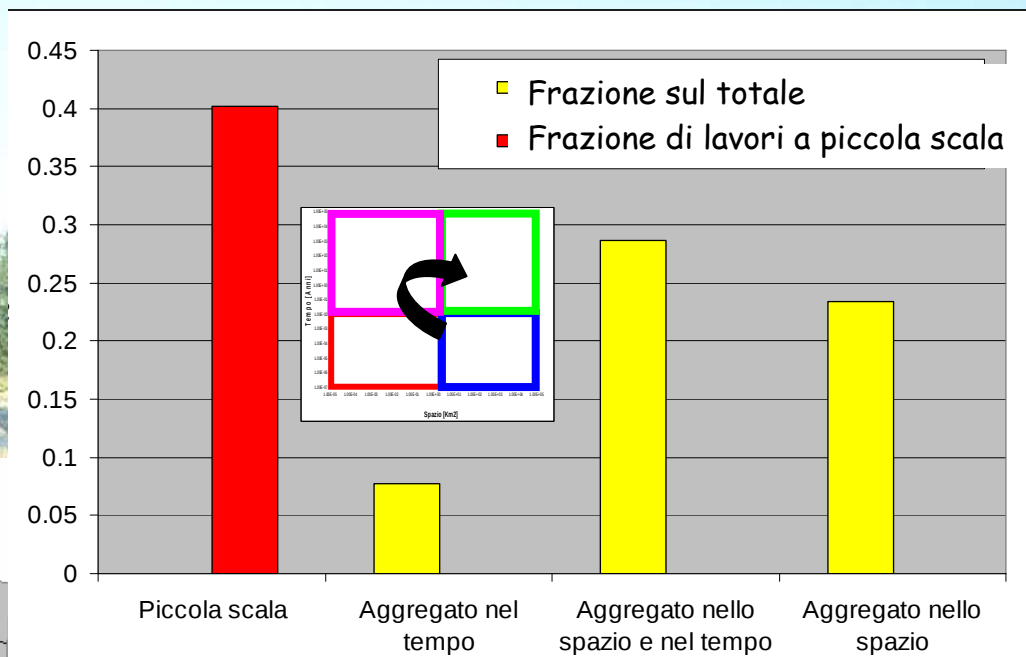
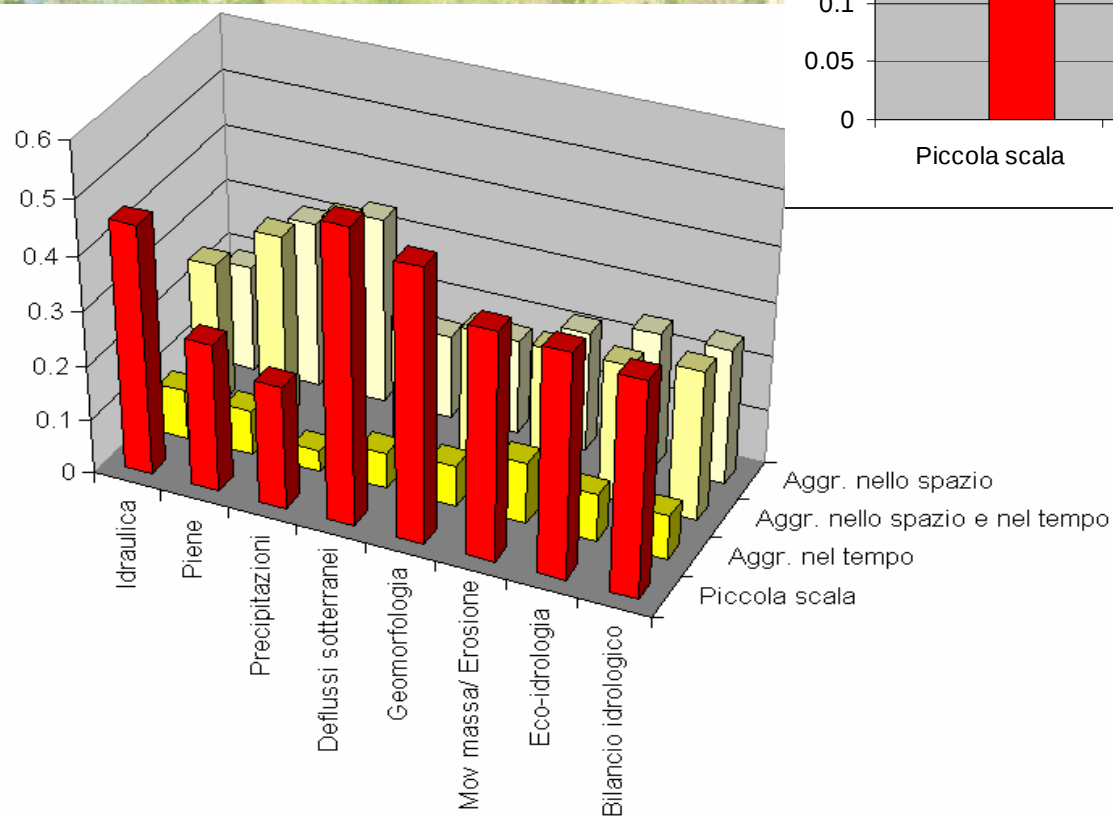
Distribuzione dei lavori per argomenti e percentuale di lavori sperimentali nell'ambito di ciascun argomento



Distribuzione dei lavori per tipologia di studio

Scale di analisi

Distribuzione dei lavori per scale di analisi

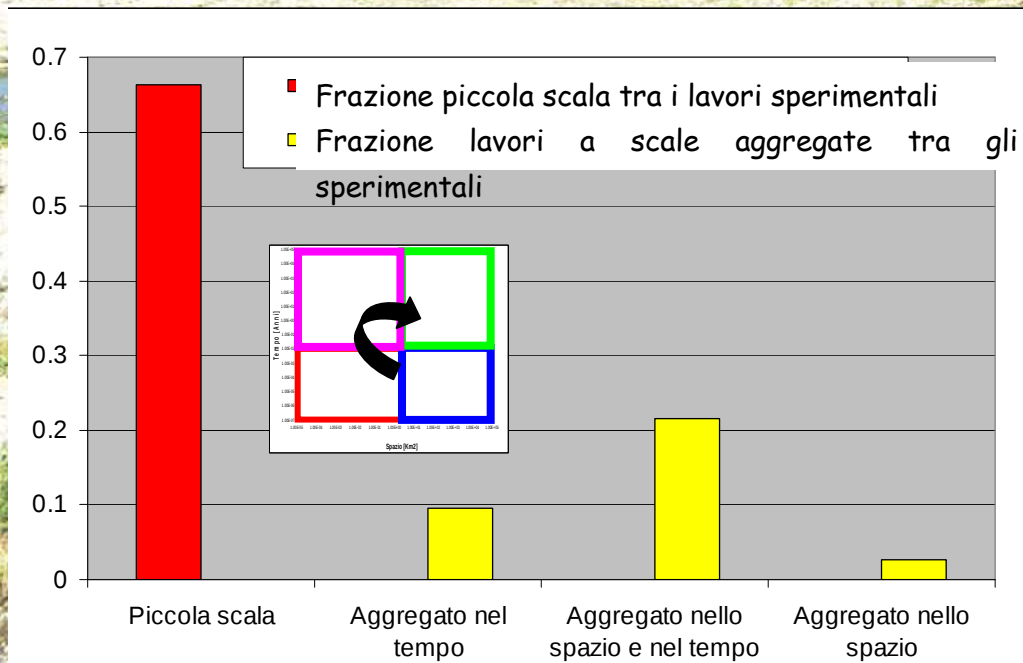
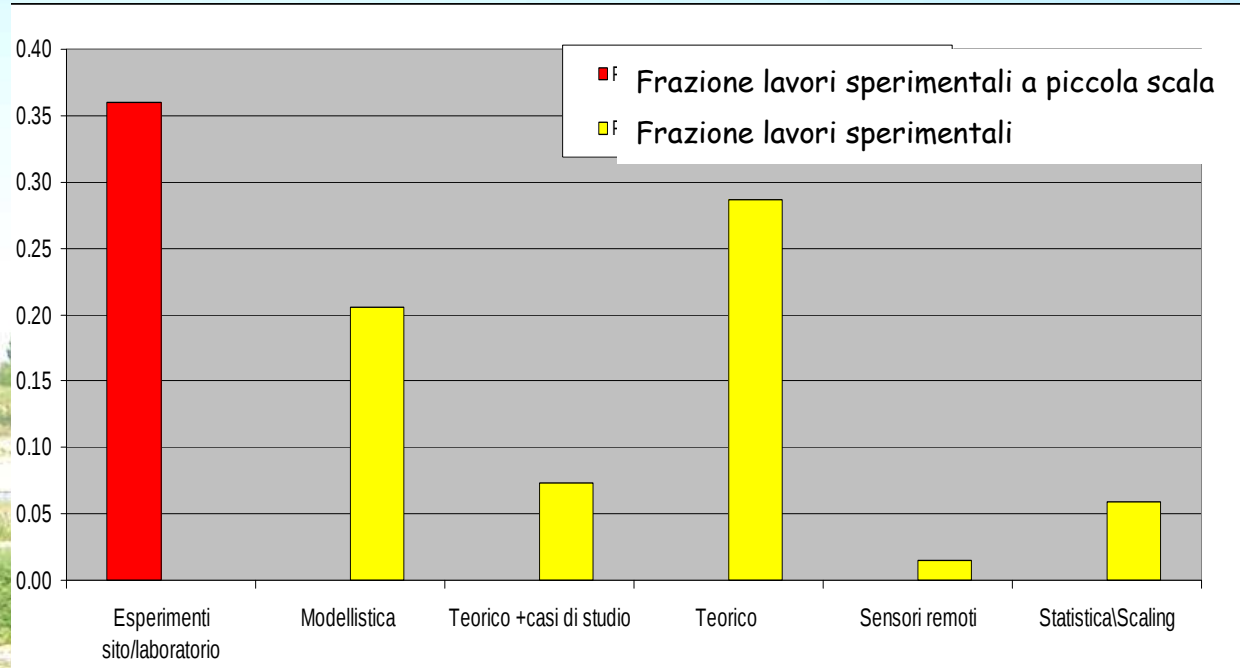


Distribuzione dei lavori per scale di analisi nell'ambito delle diverse classi di argomento



Esperimenti e scale

Distribuzione della tipologia di studio nell'ambito dei lavori a "piccola scala"



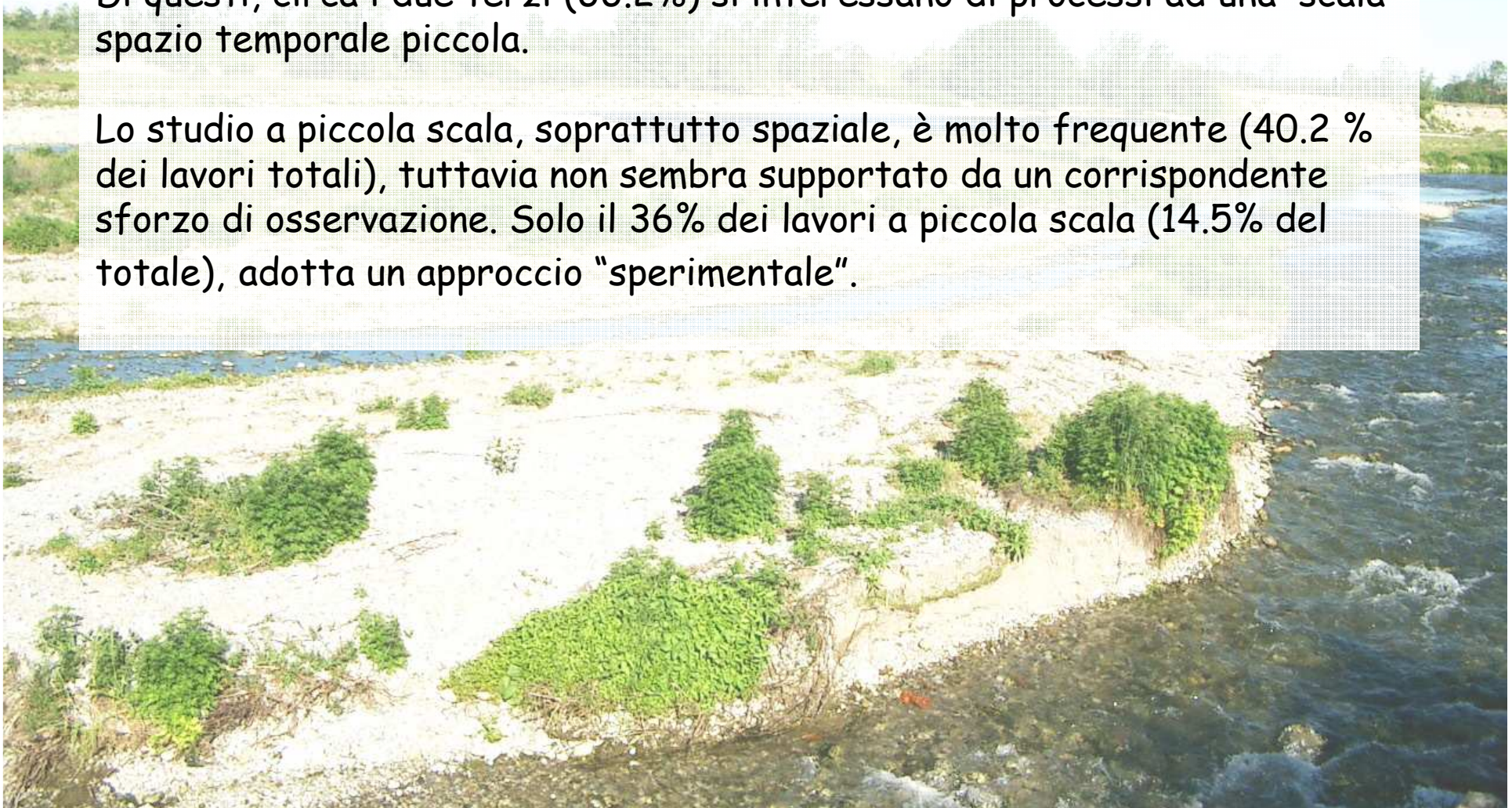
Considerando solo i lavori sperimentali, si valuta poi la rispettiva scala temporale

Qualche considerazione

In base alle nostre osservazioni, i lavori di tipo sperimentale ammontano a circa un quinto (21.9%) del totale.

Di questi, circa i due terzi (66.2%) si interessano di processi ad una scala spazio temporale piccola.

Lo studio a piccola scala, soprattutto spaziale, è molto frequente (40.2 % dei lavori totali), tuttavia non sembra supportato da un corrispondente sforzo di osservazione. Solo il 36% dei lavori a piccola scala (14.5% del totale), adotta un approccio "sperimentale".



Qualche considerazione

In futuro occorrerà porre maggiore attenzione per:

la sperimentazione di laboratorio e di campo, da affiancare agli studi modellistici, che restano comunque di fondamentale importanza;

gli effetti della variazione del clima sul ciclo idrologico.

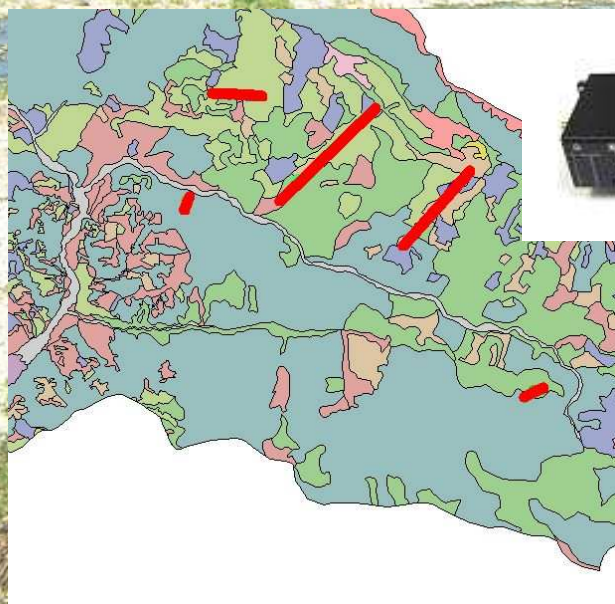
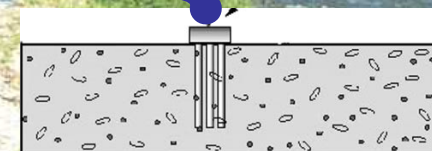


Alcuni esempi

Sviluppo di tecniche per agevolare le misure locali (scala di integrazione) distribuite a scala di versante e di bacino:

- misure di contenuto d'acqua;
- processi di infiltrazione;
- caratterizzazione proprietà dei suoli.

Il *TDRPocket* per le mappe di contenuto d'acqua



Alcuni esempi

Tecniche di laboratorio per:

- la caratterizzazione di proprietà dei suoli in tempi e costi compatibili
- indagini di processi con condizioni al contorno controllate



Risoluzione geometrica sempre più fine

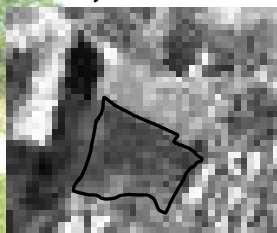
Landsat ETM

- Risoluzione spaziale: 30 m; 60 m
- Risoluzione spettrale: 3 bande del visibile (Blue - Green-Red) + NIR + 2 SWIR + 1 TIR



ASTER TERRA

- Risoluzione spaziale: 15 m; 30 m
- Risoluzione spettrale: 2 bande del visibile (Green-Red) + NIR + 6



QUICK BIRD

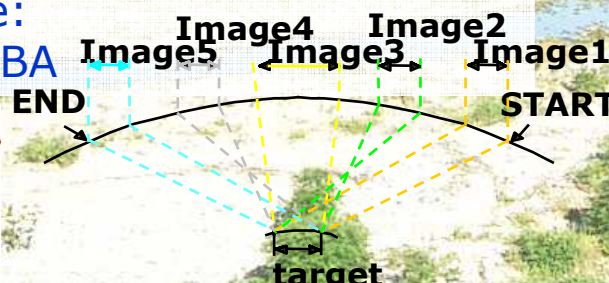
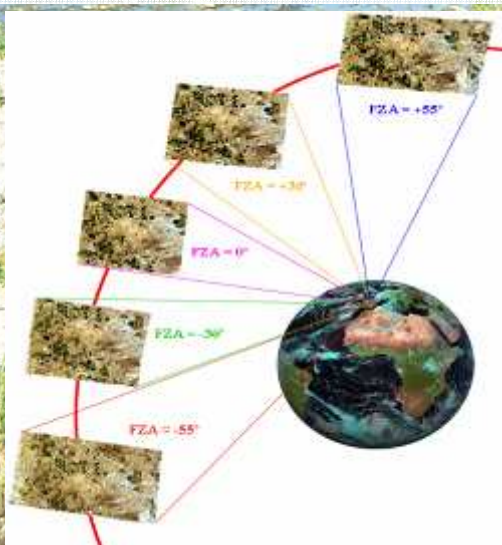
- Risoluzione spaziale: 2.8 m;
- Risoluzione spettrale: 3 bande del visibile (Blue-Green-Red) + NIR



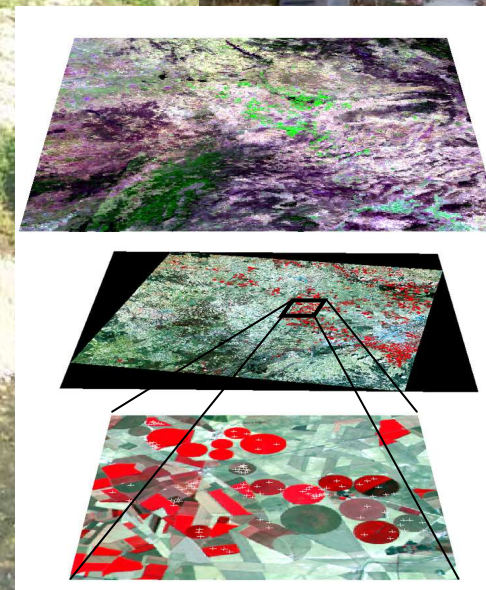
Utilizzo di sensori remoti con validazione dei dati a terra



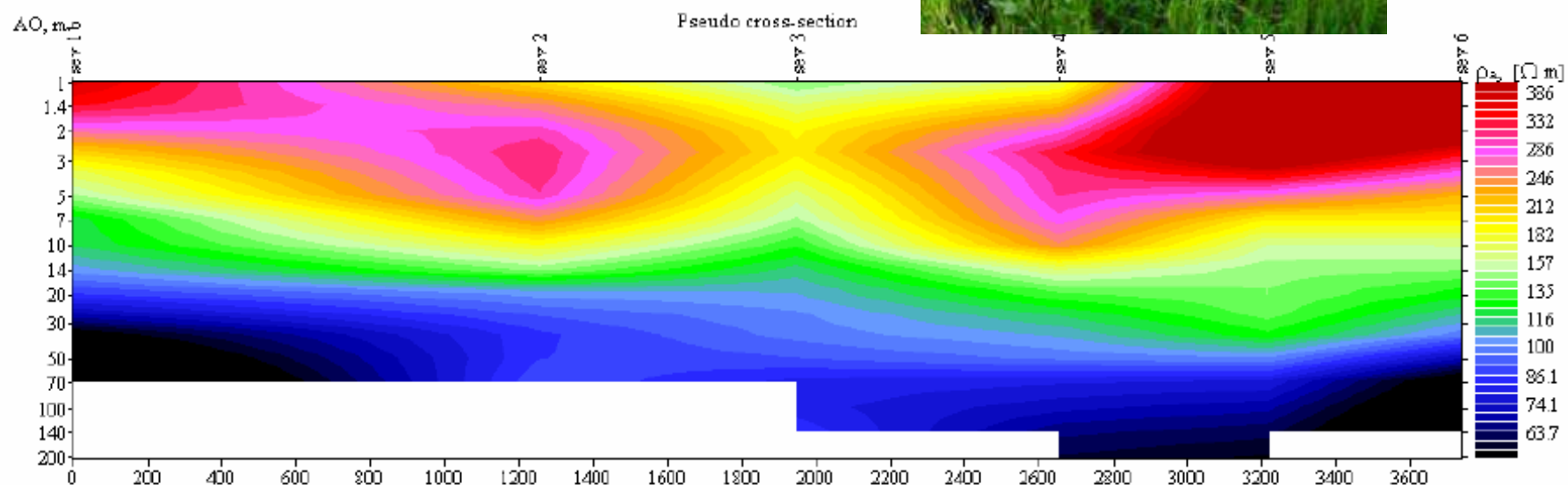
Possibilità di esplorare la dimensione multi-angolare e iperspettrale: la missione CHRIS/PROBA



Upscaling

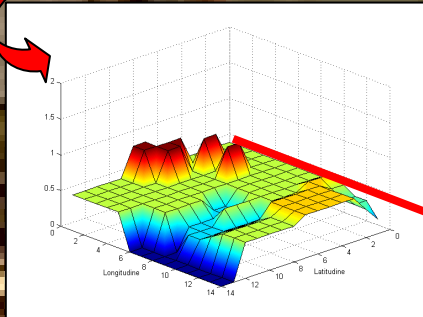
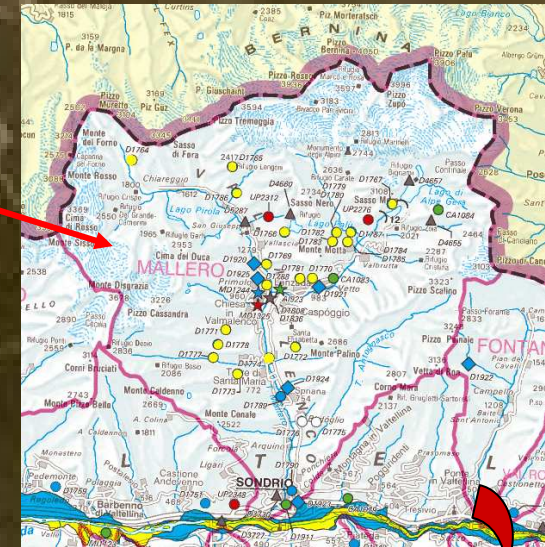
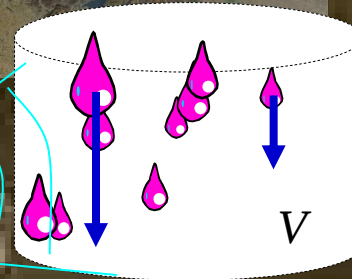
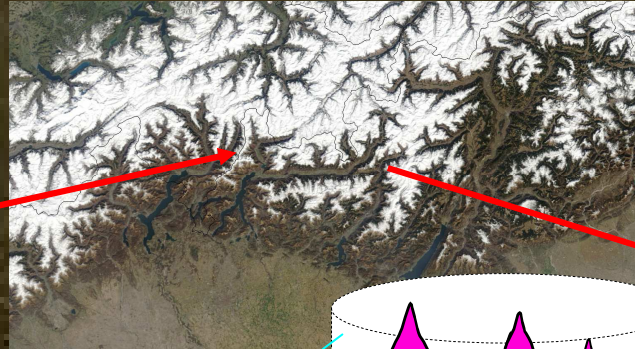
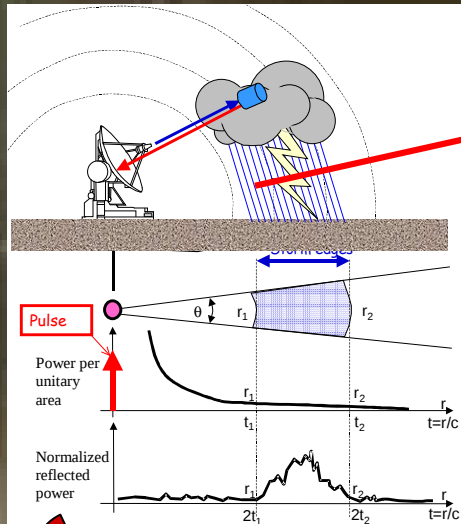


Indagini idrogeofisiche e monitoraggio delle falde dei sistemi alluvionali per la caratterizzazione dello stato dei bacini

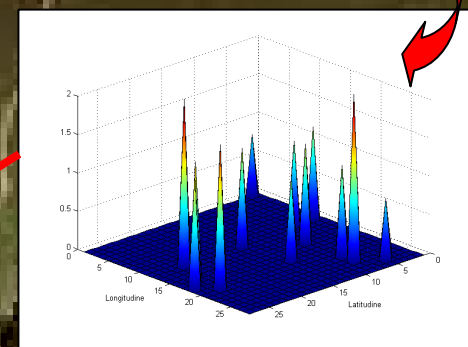
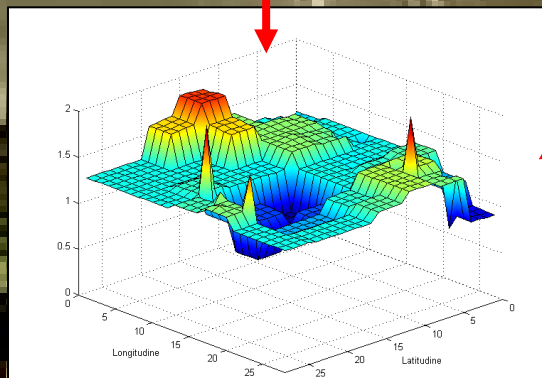


Stima della precipitazione in remoto

La stima delle precipitazioni in remoto richiede ipotesi sulle proprietà del campo
Servono misure di campo per la validazione delle ipotesi e per la assimilazione di
misure multisensore



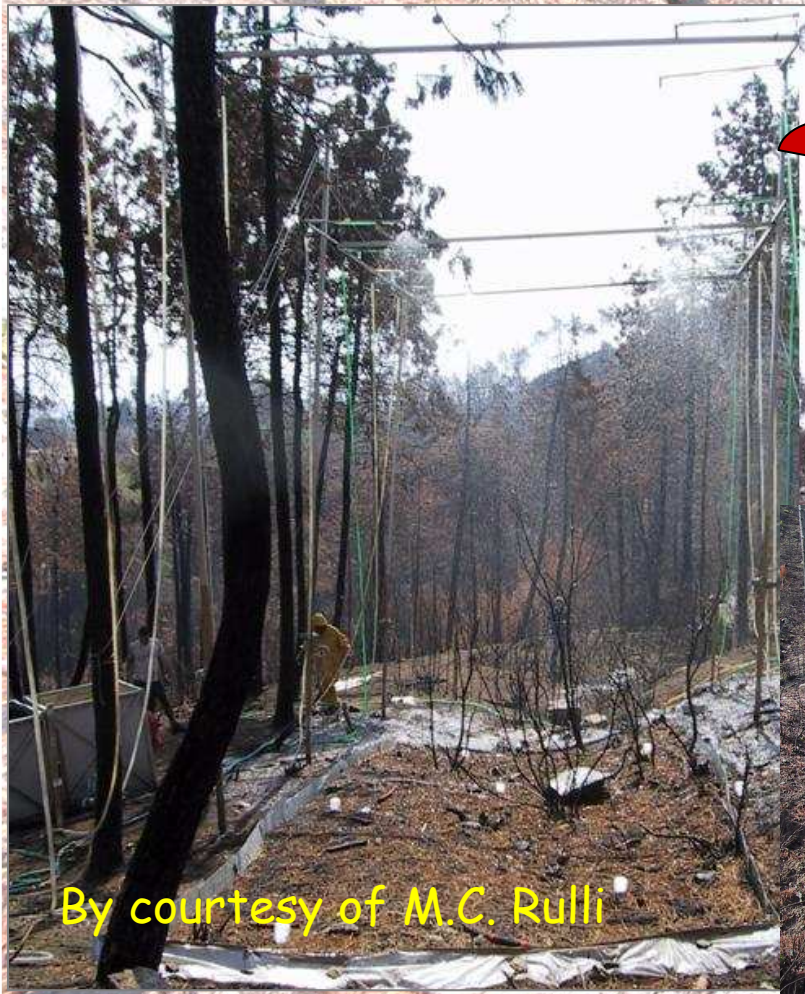
p. es. misure disdrometriche



Dinamiche di erosione e trasporto solido

Le dinamiche di erosione e trasporto acquistano grande importanza, ad esempio in relazione ai fenomeni di desertificazione, in atto in alcune aree Mediterranee, o in relazione ai fenomeni di incendio, con la relativa perdita di suolo...

Misure di infiltrazione, erosione



Trasporto solido

Detrito arboreo



By courtesy of M.C. Rulli

Bilancio idrologico

Lo studio del bilancio idrologico è di fondamentale importanza, con particolare riguardo al feedback tra precipitazione evapo-traspirazione e copertura vegetale

Vento e umidità dell'aria



Stazioni climatiche

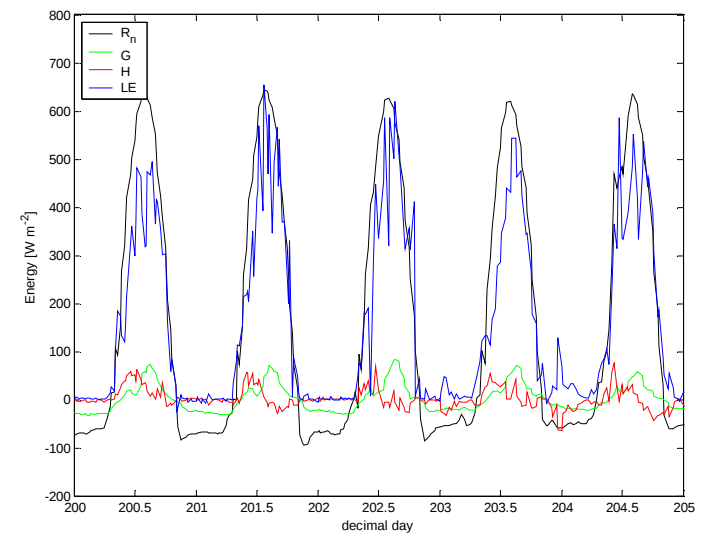


By courtesy of M. Mancini

Umidità dei suoli



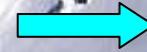
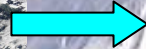
Bilancio radiativo



Dinamiche del manto nivale

La dinamica del manto nivale e del contenuto in acqua è sempre più importante in relazione all'accumulo per gli usi idro-potabili e civili in genere

L'uso di immagini in remoto deve essere accoppiato a misure di campo

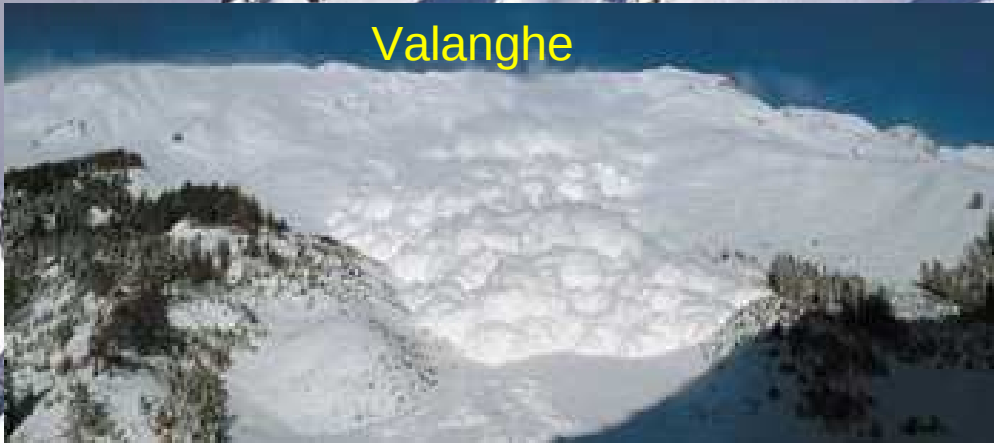


Proprietà del manto

scioglimento



Valanghe



Qualche spunto per la discussione

- Abbiamo una adeguata conoscenza (*i.e.* derivata da osservazione) dei processi Idrologici alle scale adeguate?
- La modellistica "distribuita" attualmente in uso è sufficientemente suffragata da osservazioni alle scale adeguate?
- I metodi numerico-statistici (Montecarlo, stime Bayesiane, GLUE, etc..) sono sufficienti per la stima delle incertezze associate alle previsioni? Sono in grado di tener conto delle incertezze associate alle osservazioni?
- Gli strumenti di misura oggi disponibili sono adeguati per l'osservazione dei processi alle scale spaziali e temporali di interesse?
- Su quale tecnica di monitoraggio ovvero di modellazione occorre puntare in futuro per limitare le differenze fra la scala dei processi, la scala della osservazione e la scala della modellazione?
- La ricerca sperimentale è troppo onerosa?

Grazie per l'attenzione !!