YPF – Young Professional Forum ITCOLD
ITCOLD – Italian Committee on Large Dams

OPEN DAY ON DAMS

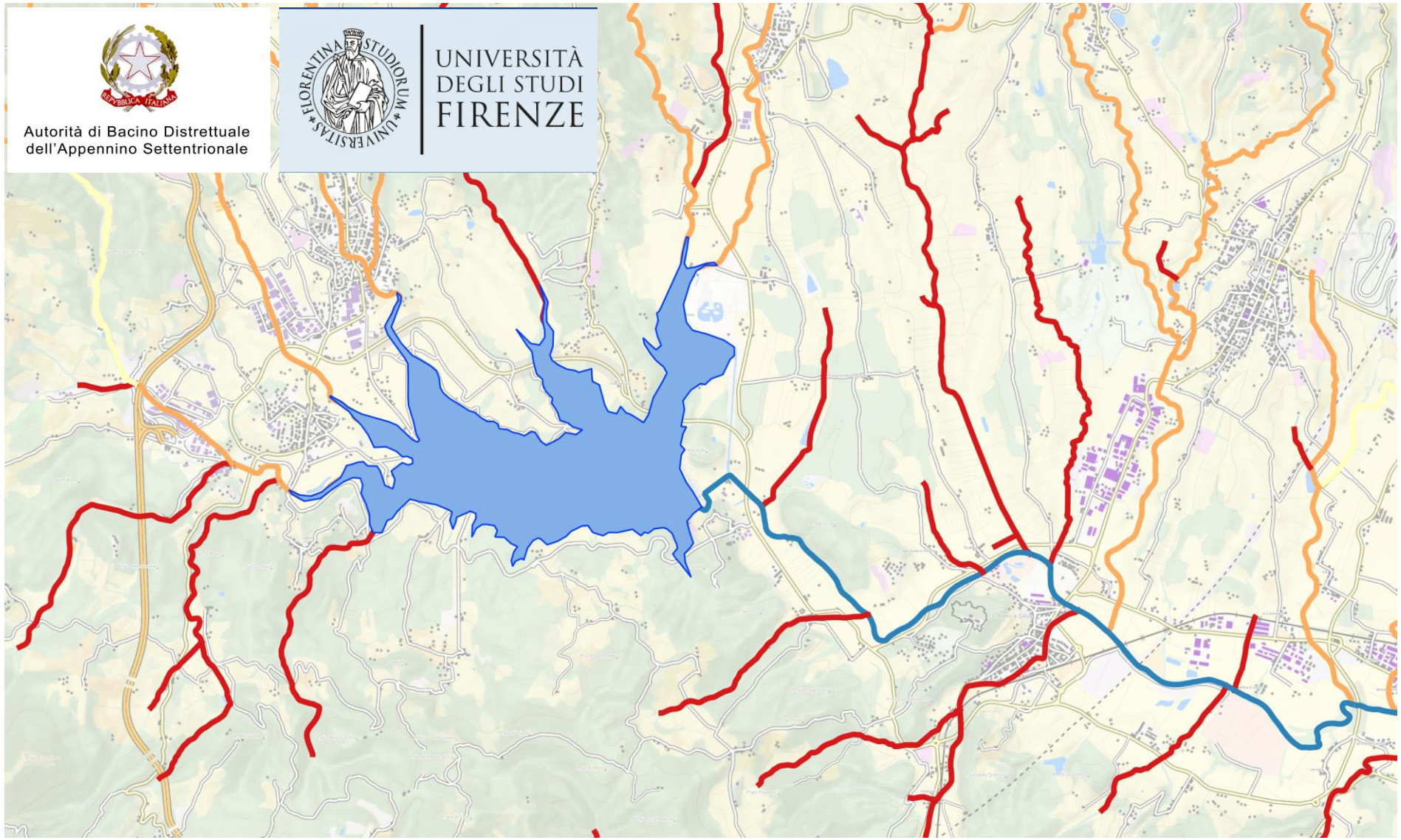
Dighe e cambiamento climatico: quali sinergie?

Scuola di Ingegneria – Università degli Studi di Firenze – Aula 45
Via di Santa Marta, 3 – Firenze
31 maggio 2024 – ore 8.30 - 13:30

Metodologie di individuazione nuovi siti

Fabio.Castelli@UNIFI.it
Chiara Arrighi
Matteo Masi

INVASI E CAMBIAMENTI CLIMATICI



Dimunuzione percentuale delle portate medie di agosto in scenario RCP8.5
(zona di Bilancino)

- > 50%
- 30% ÷ 15%
- 15% ÷ 5%
- 5% ÷ 1%
- < 1%

ANALISI COSTI-BENEFICI: FAVOREVOLE MA INSUFFICIENTE

Contents lists available at ScienceDirect

Advances in Water Resources

journal homepage: www.elsevier.com/locate/advwatres

The blue water footprint of the world's artificial reservoirs for hydroelectricity, irrigation, residential and industrial water supply, flood protection, fishing and recreation

Rick J. Hogeboom[a,*], Luuk Knook[b], Arjen Y. Hoekstra[a,c]

Il valore economico equivalente di ciascun m^3 di invaso

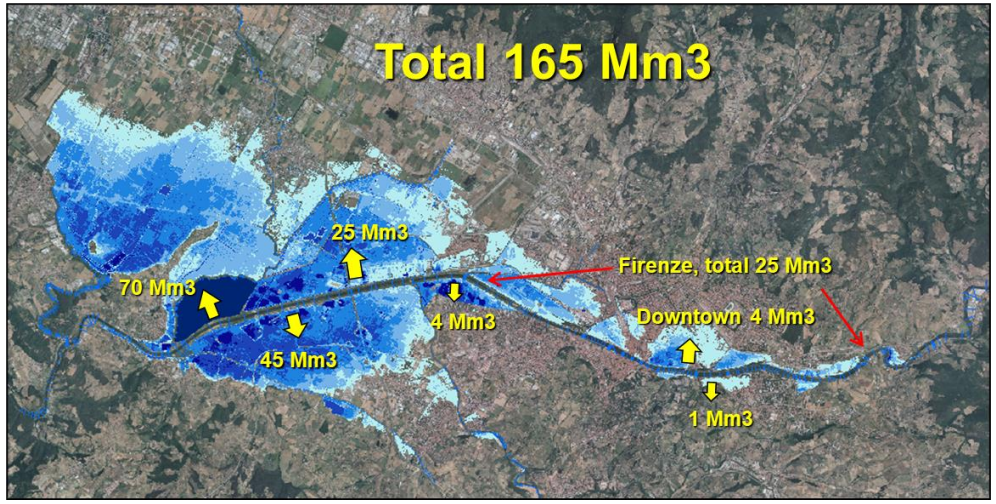
Table 6
WF per dollar of economic output and economic water productivity per purpose.

Reservoir purpose	WF per dollar [m^3 US^{-1}]	Economic water productivity [US$ m^{-3}]
Hydroelectricity generation	0.44	2.26
Irrigation water supply	0.08	12.1
Flood control	0.19	5.32
Residential/ industrial water supply	0.09	11.2
Recreation	6.31	0.16
Fishing	0.21	4.81

Valorizzabili annualmente per invasi con regolazione stagionale

ANALISI COSTI-BENEFICI: FAVOREVOLE MA INSUFFICIENTE

Evento ‘tipo 66’:
Circa 16Mld€ danni monetizzabili
(Arrighi et., 2019)



Il valore economico equivalente di ciascun m^3 di invaso

Table 6
WF per dollar of economic output and economic water productivity per purpose.

Reservoir purpose	WF per dollar [m^3 US^{-1}]	Economic water productivity [US$ m^{-3}]
Hydroelectricity generation	0.44	2.26
Irrigation water supply	0.08	12.1
Flood control	0.19	5.32
Residential/ industrial water supply	0.09	11.2
Recreation	6.31	0.16
Fishing	0.21	4.81

Sale a circa 90$ per una alluvione ‘tipo 66’ a Firenze

SELEZIONE DEL SITO



Diga del Vajont – 1963

Lago di Rèsia, Bolzano

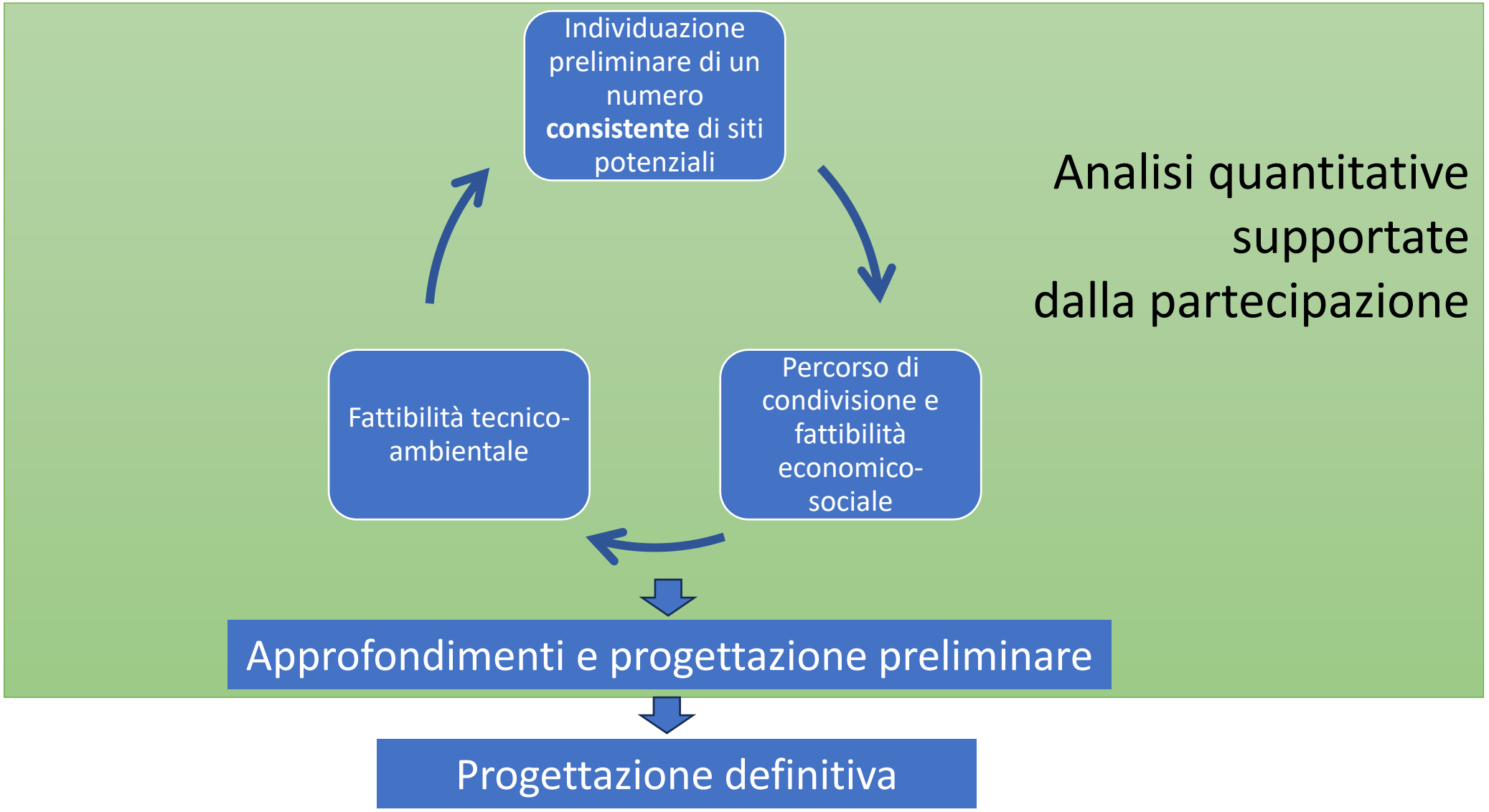


Microinvaso a fini irrigui, Chianti

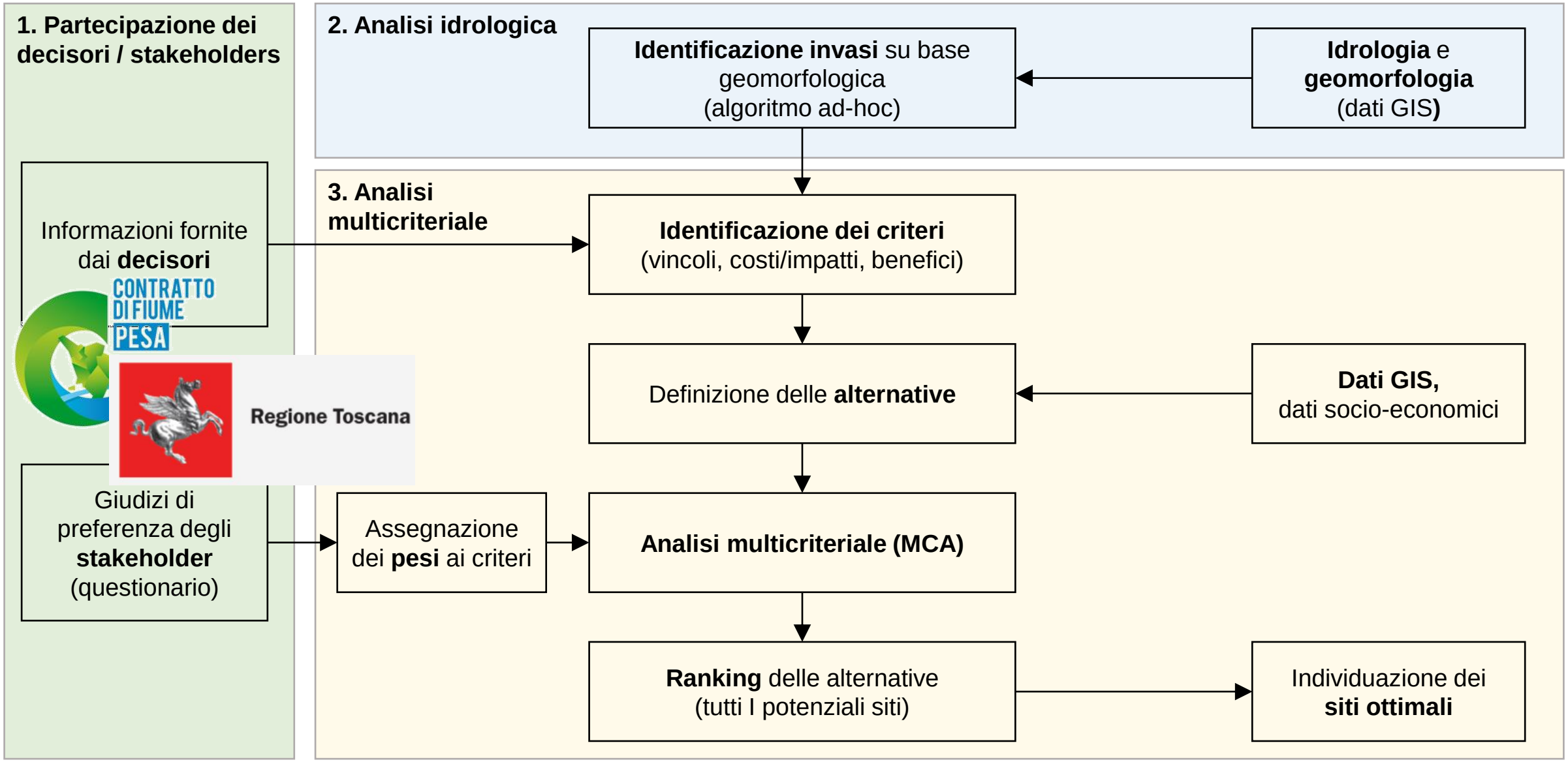
SELEZIONE DEL SITO: APPROCCIO TRADIZIONALE



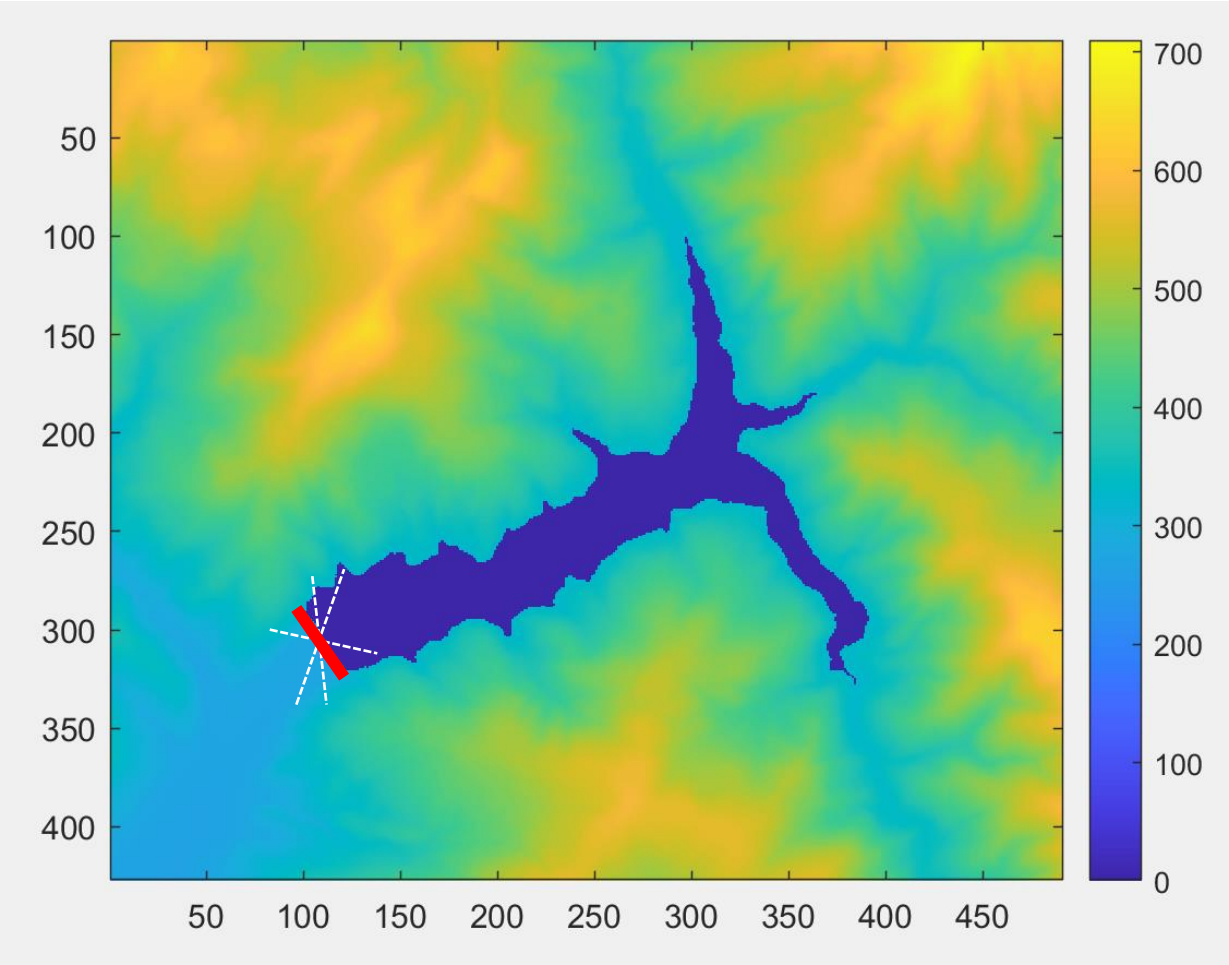
SELEZIONE DEL SITO: APPROCCIO C.B.



METODOLOGIA



ALGORITMO – IDENTIFICAZIONE DEI SITI POTENZIALI



Algoritmo:

1. Seleziona le **celle di accumulo** a con un'area di accumulo superiore ad una soglia prefissata (e.g., 5 km^2)

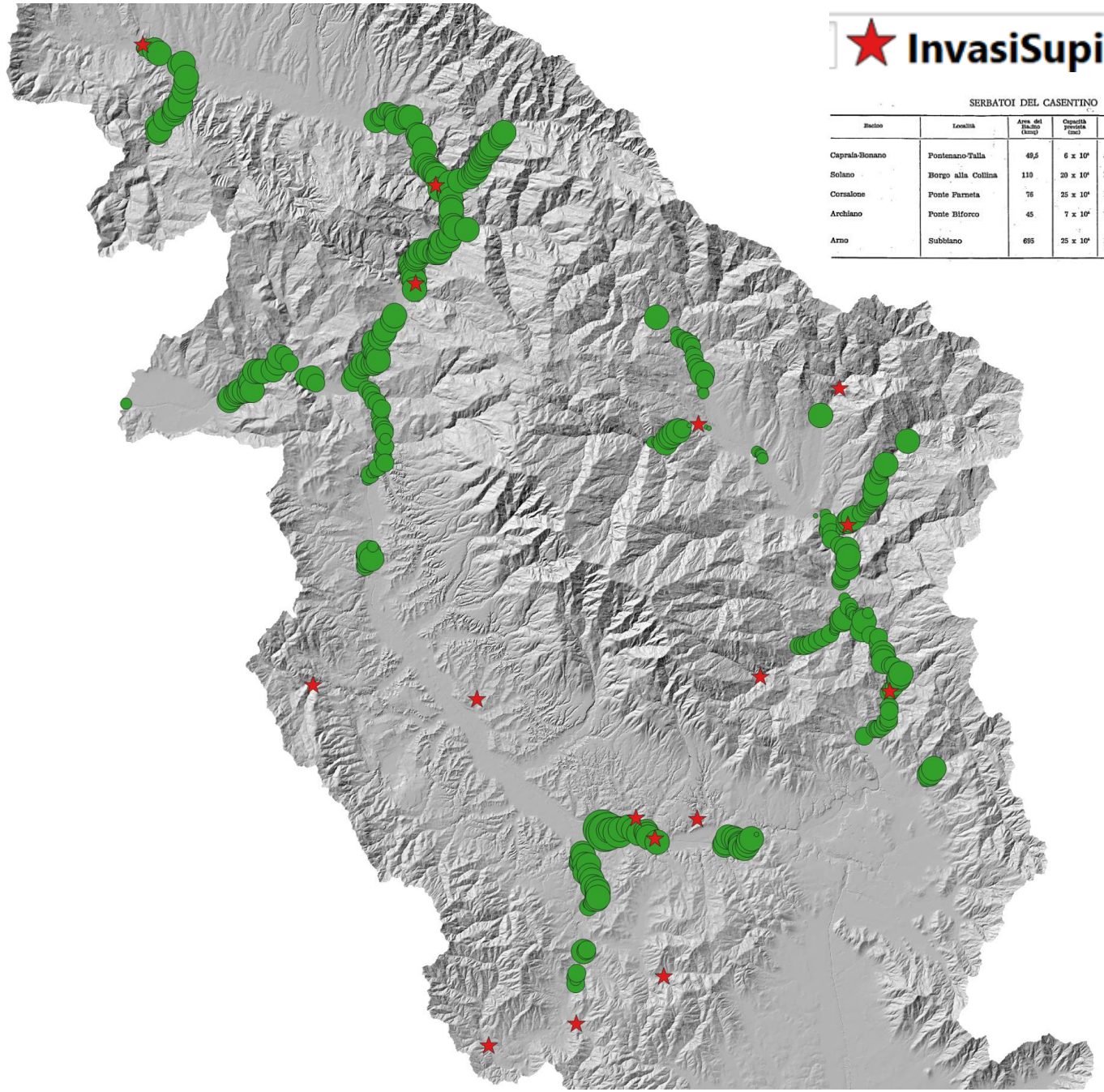
2. Per ogni cella di accumulo selezionata, esamina **tutte le possibili dighe** di altezza prefissata (e.g., 10 m)

3. L'algoritmo trova la **direzione** dello sbarramento che ne minimizza lo sviluppo lineare

4. Calcolo delle **caratteristiche di massima dello sbarramento** (tracciato dell'asse, volume nominale per pendenze assegnate tenendo conto delle quote del terreno)

5. Calcolo delle **caratteristiche del lago** al livello dell'altezza nominale di sbarramento (perimetro, area, volume)

Esempio di analisi preliminare dei siti potenziali (fattibilità geomorfologica e convenienza economica di massima)



InvasiSupino

SERBATOI DEL CASENTINO

Bacino	Località	Area del Bacino (kmq)	Capacità prevista (mc)	Osservazioni
Capraia-Bonano	Pontenano-Talla	49,5	6 x 10^6	Altri due milioni sono riservati per irrigazione. Costo L. 2600 x 10^6
Solano	Borgo alla Collina	110	20 x 10^6	Due altri milioni riservati all'irrigazione. Costo L. 7.000 x 10^6
Corsalone	Ponte Farneta	76	25 x 10^6	Più 5 milioni di mc riservati per acquedotto. Costo L. 3.500 x 10^6
Archiano	Ponte Biforco	45	7 x 10^6	Un'utilizzazione per acquedotto o irrigazione può essere ottenuta rialzando la diga. Costo L. 3.000 x 10^6
Arno	Subbiano	695	25 x 10^6	Per una ulteriore utilizzazione sono lasciati 5 x 10^6 mc. Costo L. 7.000 x 10^6

COINVOLGIMENTO STAKEHOLDER – FASE I – SELEZIONE CRITERI

COSTI E IMPATTI DELL'OPERA:

A. Geometric and morphological criteria

- Dimensione dello sbarramento
- Area del lago
- Profondità media del lago

B. Strutture e infrastrutture

- Edifici, infrastrutture stradali e ferroviarie
- Ospedali, strutture sanitarie
- Infrastrutture tecniche (e.g., reti idriche)

C. Demografia e attività commerciali

- Censimento della popolazione, dell'industria e dei servizi

E. Paesaggio, beni architettonici e archeologici, zone di particolare interesse

- Beni architettonici, archeologici, siti UNESCO
- Beni paesaggistici, aree tutelate, aree protette

F. Ecologia, componenti ambientali e rischi naturali

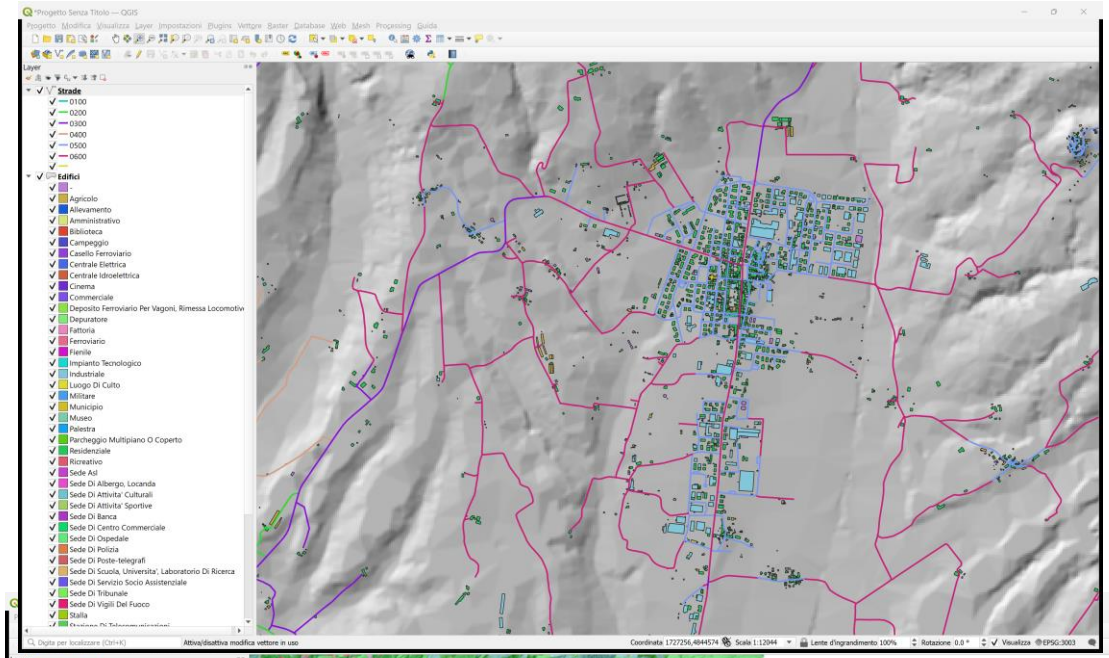
- Stato di qualità dei corsi d'acqua
- Specie protette e habitat
- Trasporto solido e accumulo dei contaminanti
- Rischio idraulico e dissesti geomorfologici

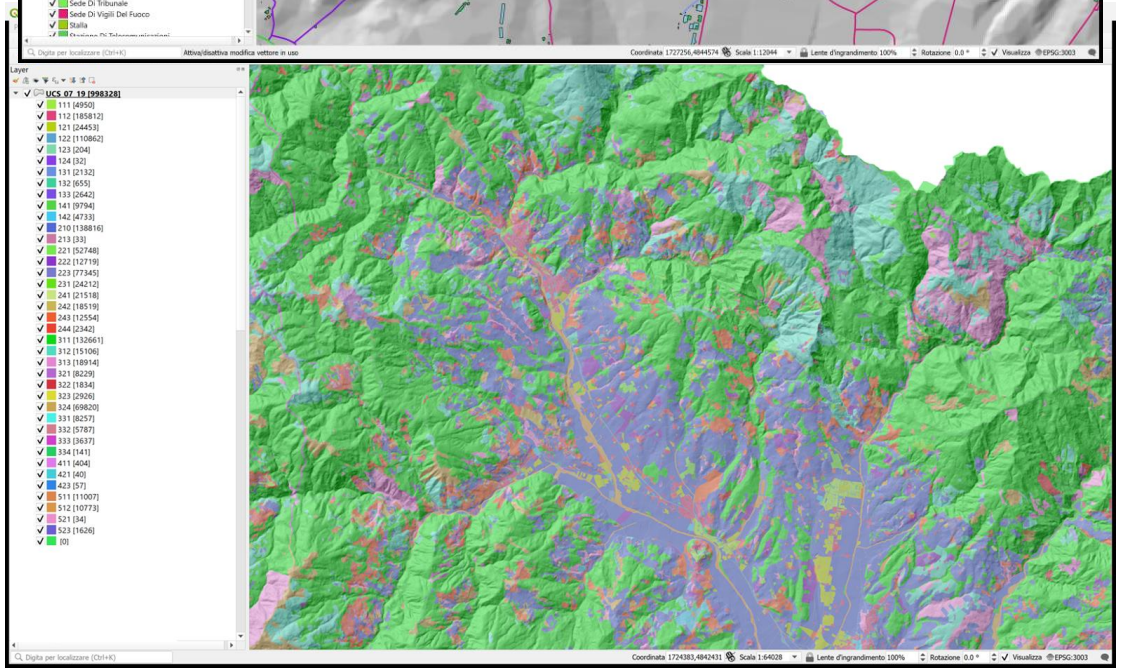
BENEFICI:

- Volume dell'invaso
- Portate di regolazione
- Capacità di laminazione delle piene
- Produzione di energia
- Ricarica degli acquiferi

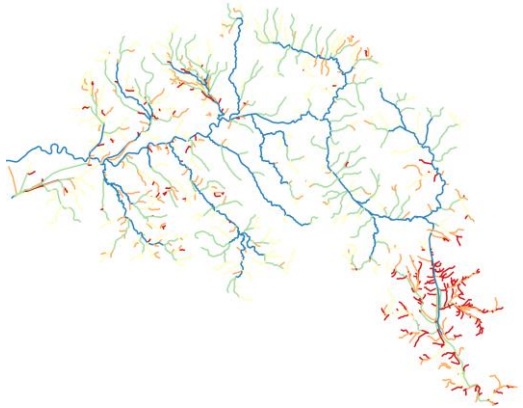
Tematismi territoriali per le valutazioni di fattibilità

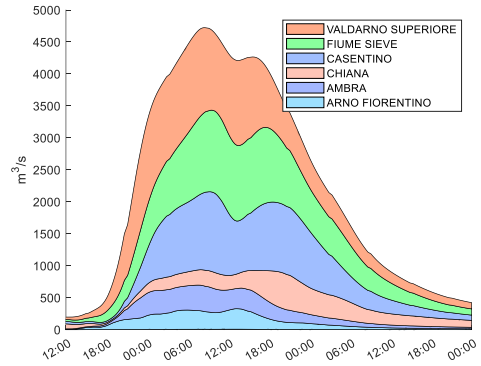
Criterio	Dataset
Volume dello sbarramento	Calcolato da DTM
Lunghezza sbarramento	Calcolata da DTM
Area dell'invaso al livello di massima regolazione	Calcolato da DTM
Estensione dell'area edificata	Edificato multiscala dal 1988 al 2013
Infrastrutture stradali e ferroviarie	Grafo stradale
Infrastrutture critiche: ospedali (posti letto)	Posti letto per struttura ospedaliera 2021
Infrastrutture critiche: presenza strutture territoriali, aziende sanitarie, strutture riabilitative	Regione Toscana - Strutture sanitarie – Anno 2015
Infrastrutture critiche: presenza scuole	Scuole
Estensione aree protette	Aree protette e siti Natura 2000 (Toscana)
Beni paesaggistici e aree tutelate	Codice dei beni culturali e del paesaggio D.Lgs 42/2004
Beni architettonici	Codice dei beni culturali e del paesaggio D.Lgs 42/2004
Beni archeologici	Codice dei beni culturali e del paesaggio D.Lgs 42/2004
Siti UNESCO	Siti UNESCO
Uso e copertura del suolo	Uso e copertura del suolo – Anno 2015
Area delle zone di produzione vitivinicola	Zone di produzione vitivinicola
Regio Decreto RD 3267/1923	Regio Decreto RD 3267/1923 – Aggiornamento 2012
Progetto PAI "Dissesti Geomorfologici"	DB Pericolosità Arno / Geomorfologia Arno
Sezioni censuarie ISTAT –Censimento della popolazione e delle abitazioni	Basi Territoriali (agg. 2021) e Variabili Censuarie (agg. 2011)
Sezioni censuarie ISTAT – Censimento dell'industria e dei servizi	Basi Territoriali (agg. 2021) e Variabili Censuarie (agg. 2011)





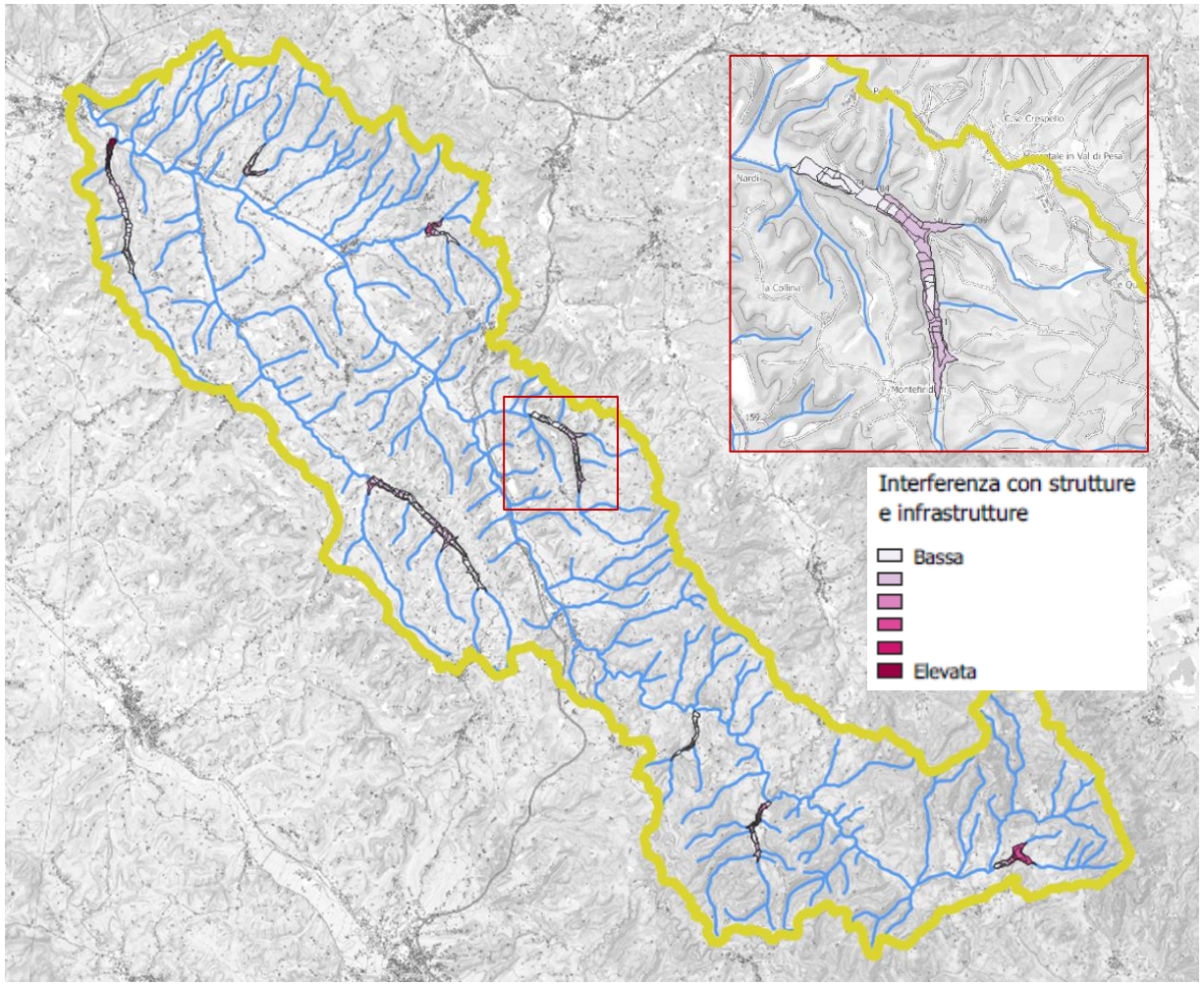
Modellistica eco-idrologico-idraulica per la valutazione dei benefici



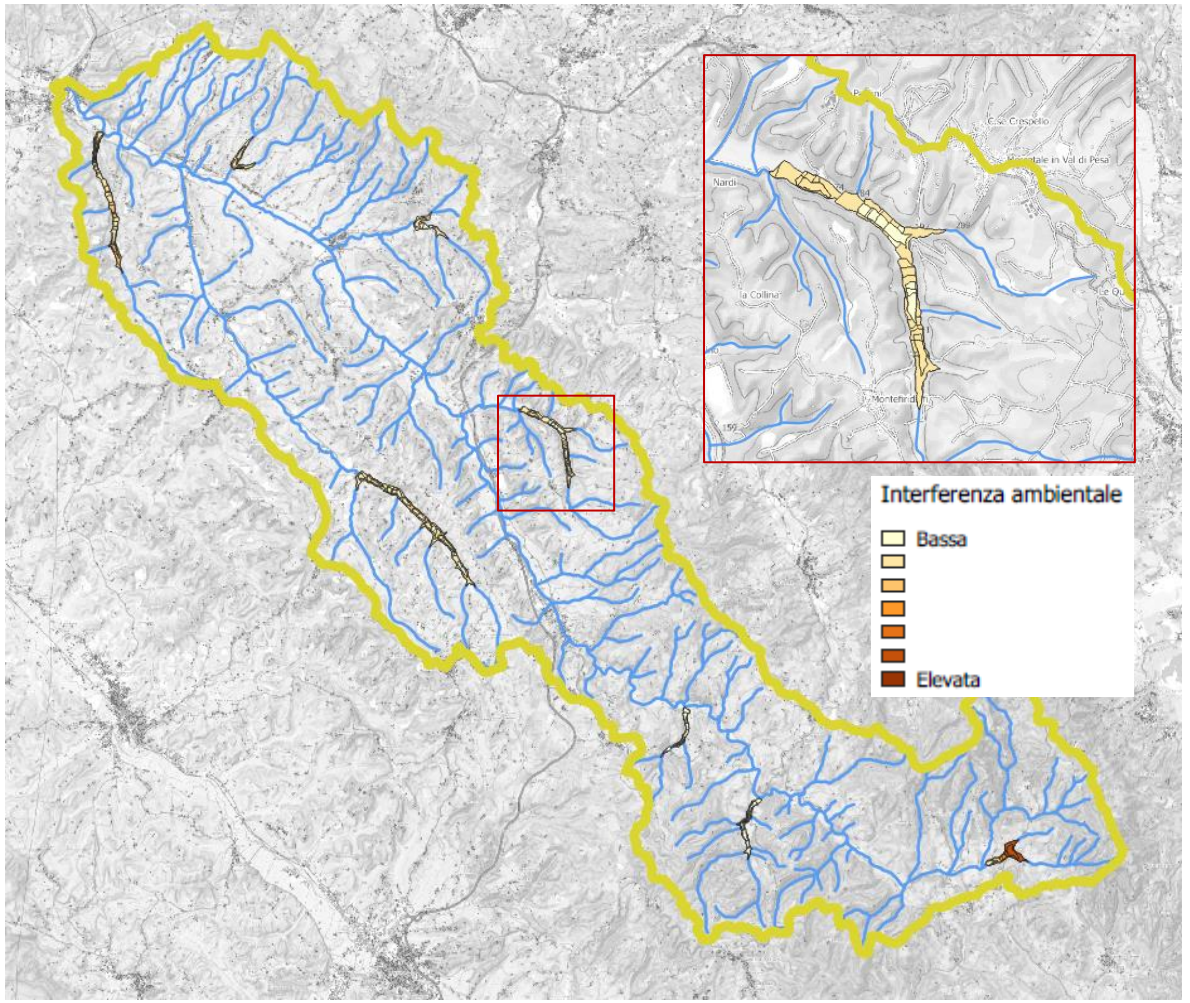


ALCUNI RISULTATI DI ESEMPIO: MICROINVASI IN VAL DI PESA

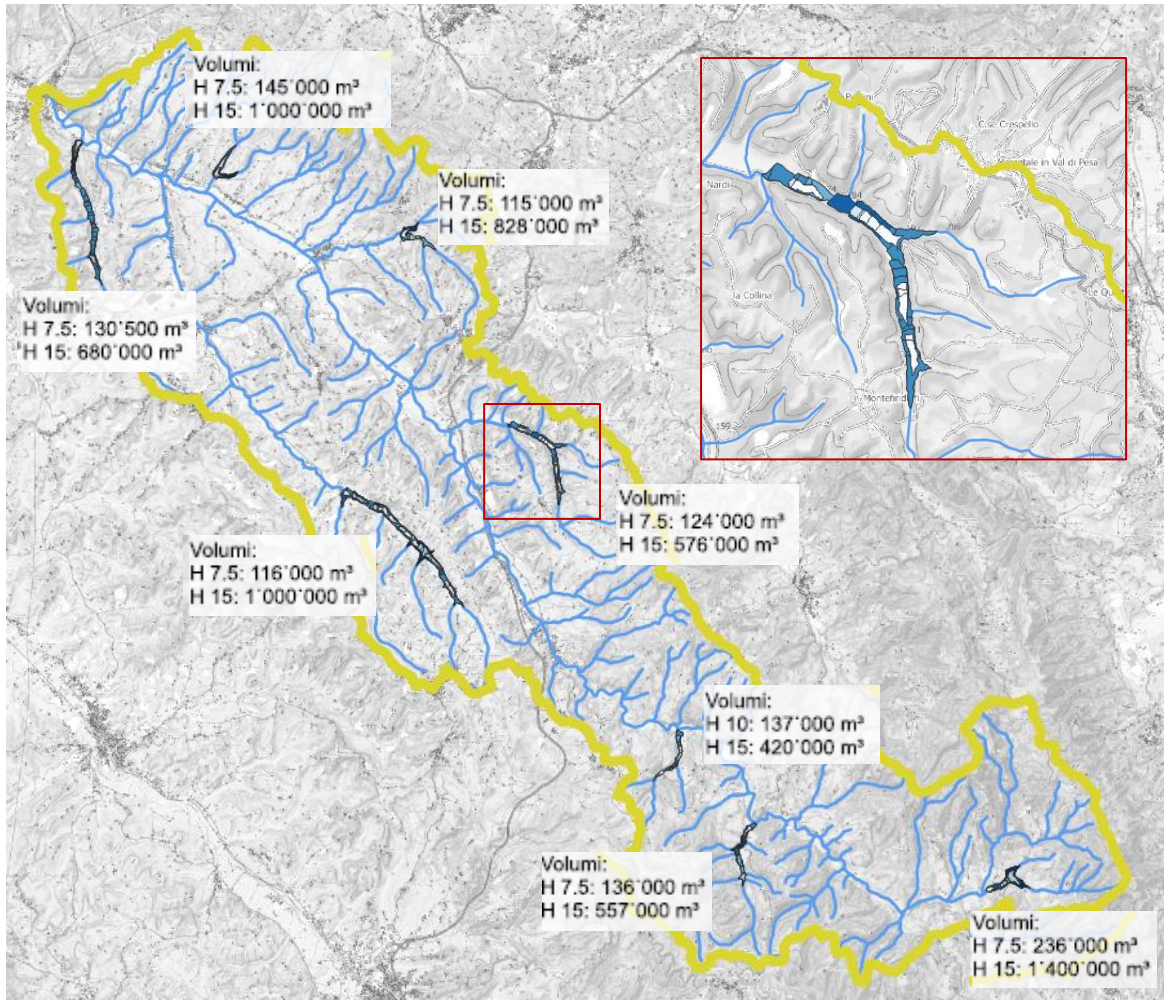
Impatti: Interferenza con edifici, strade, ecc.



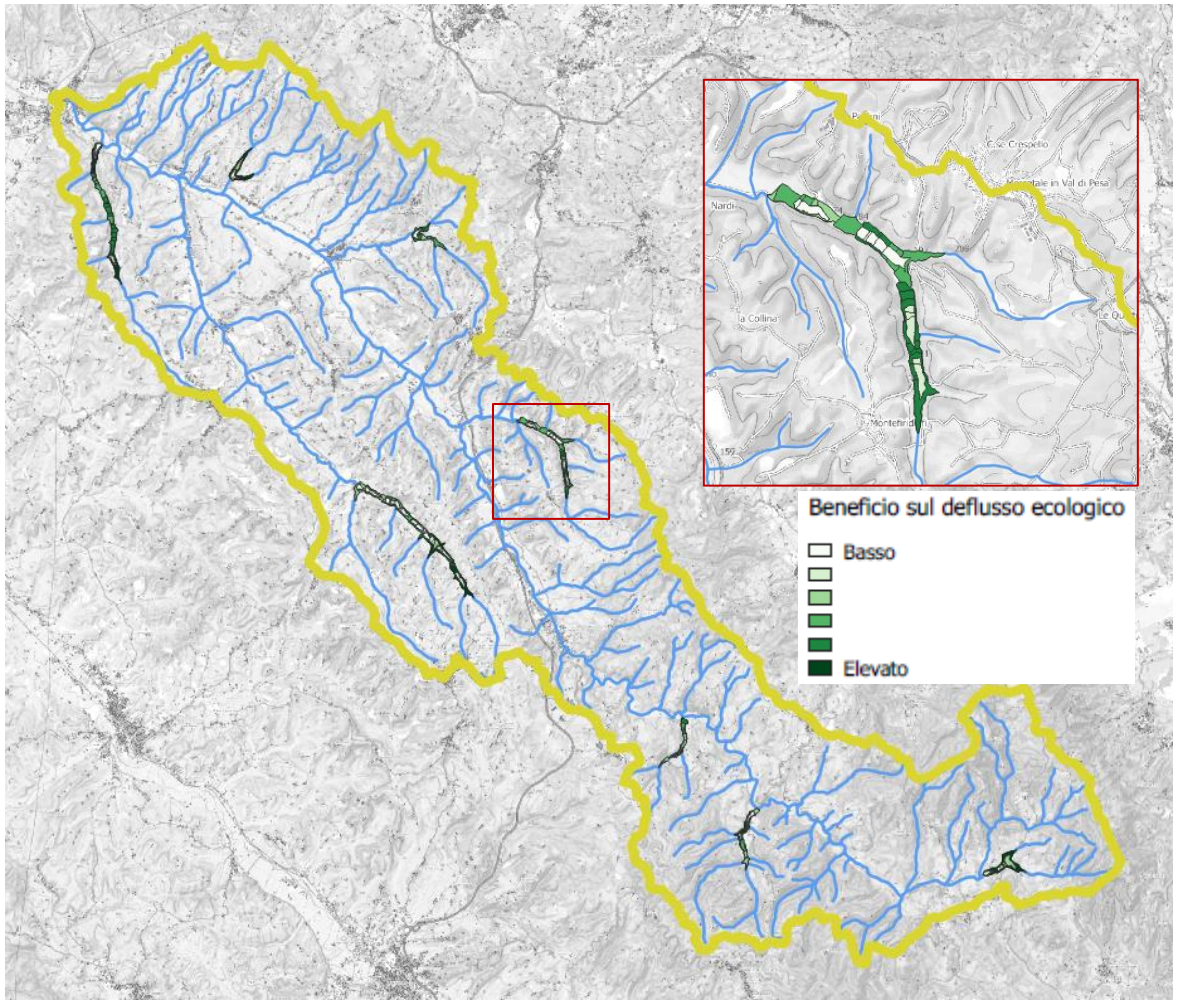
Impatti: Interferenze ambientali.



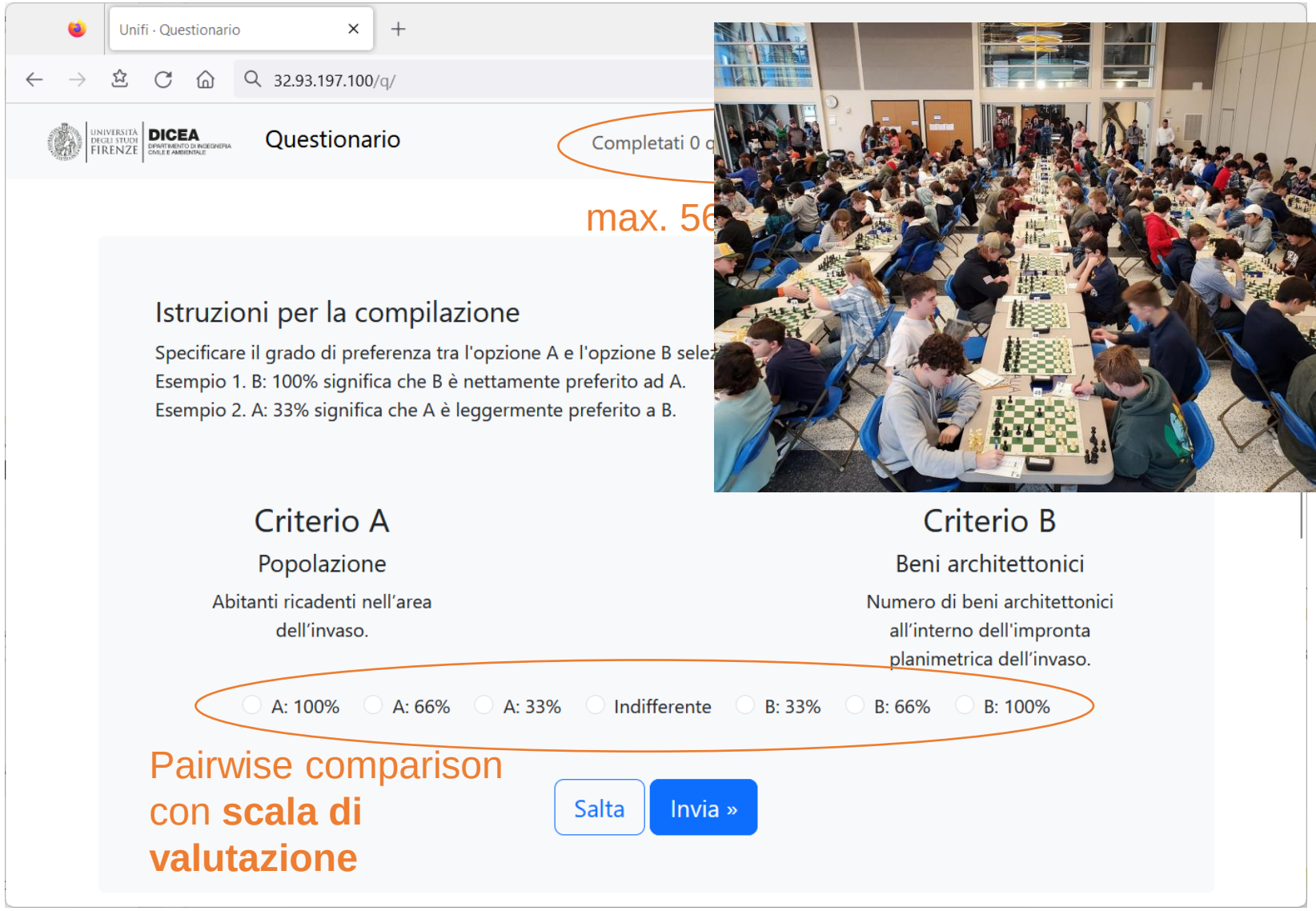
Benefici: I volumi invasabili



Benefici: Supporto al deflusso ecologico estivo



COINVOLGIMENTO STAKEHOLDER – FASE II – QUESTIONARIO



Pairwise comparison con **scala di valutazione**

- La priorità delle domande è assegnata in base alle regole del **torneo svizzero**.
- Le coppie di criteri e le priorità vengono aggiornate **in tempo reale** durante il completamento del sondaggio in base ai punteggi.
- Il sistema del torneo svizzero massimizza la "**partecipazione**" di tutti i criteri nelle domande presentate ai partecipanti al sondaggio

3 DIVERSE SOMMINISTRAZIONI DEL QUESTIONARIO

Contratto di Fiume del torrente Pesa
(Osservatorio paesaggi, GdL Risorsa Idrica, ***1451 risposte***)

Regione Toscana

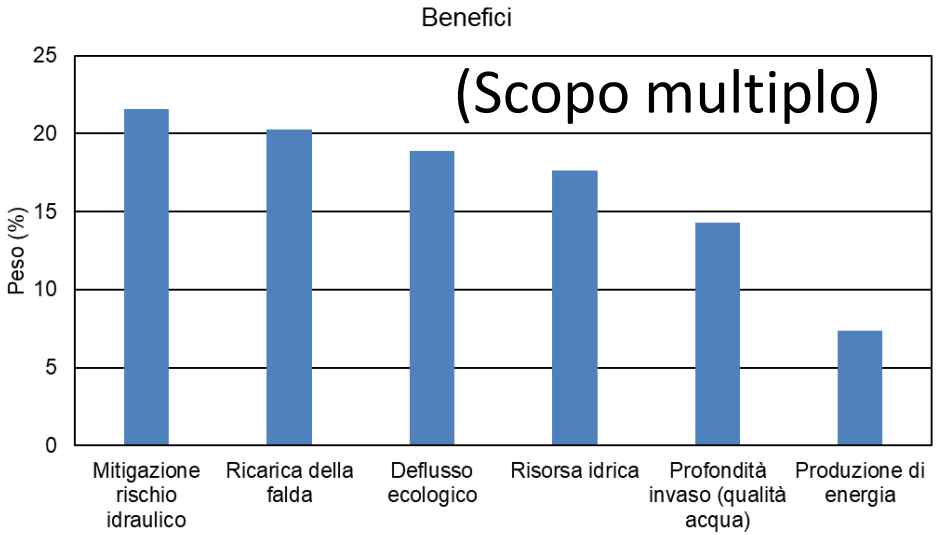
- Direzione Ambiente e Energia
- Difesa del Suolo e Protezione civile

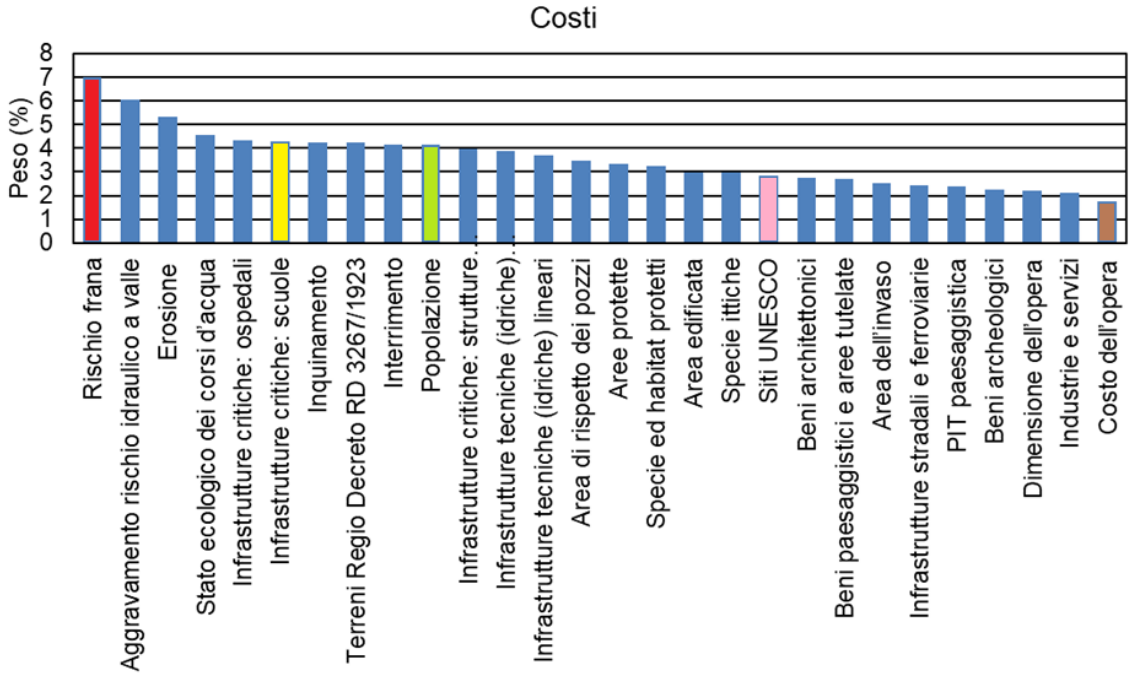
Regione Toscana (tecnici UU.VV., ***1979 risposte***)

Evento Pubblico (***2850 risposte***)

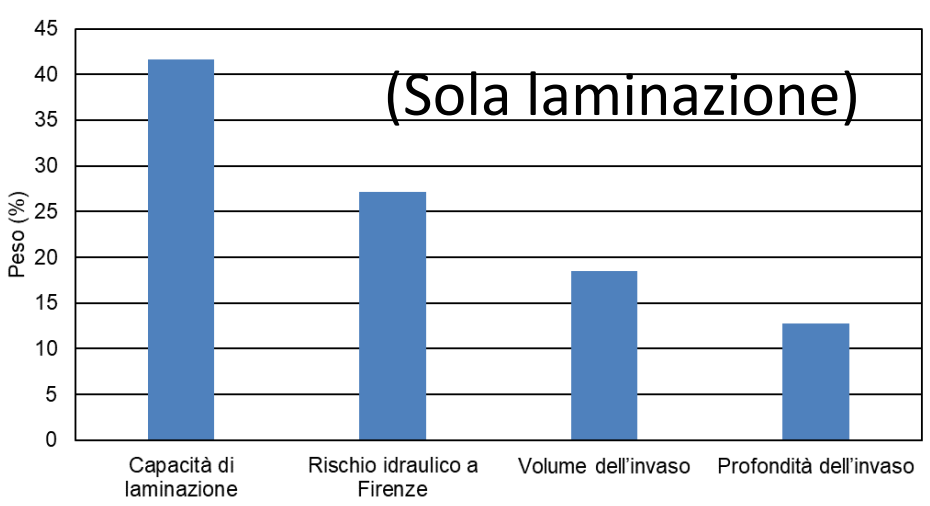


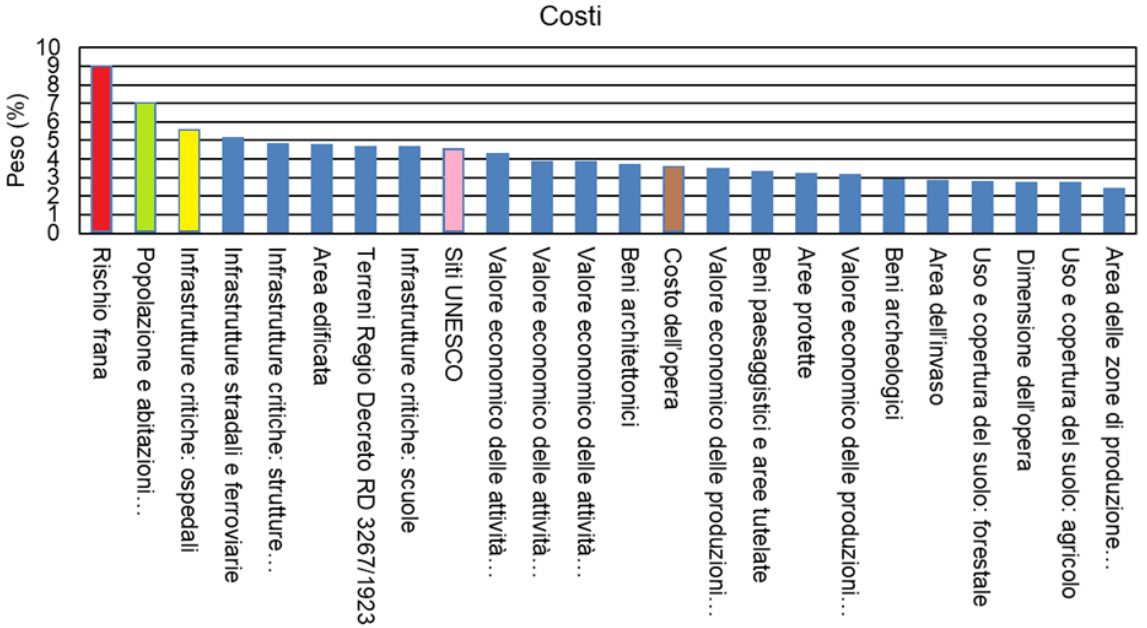
CONTRATTO DI FIUME PESA



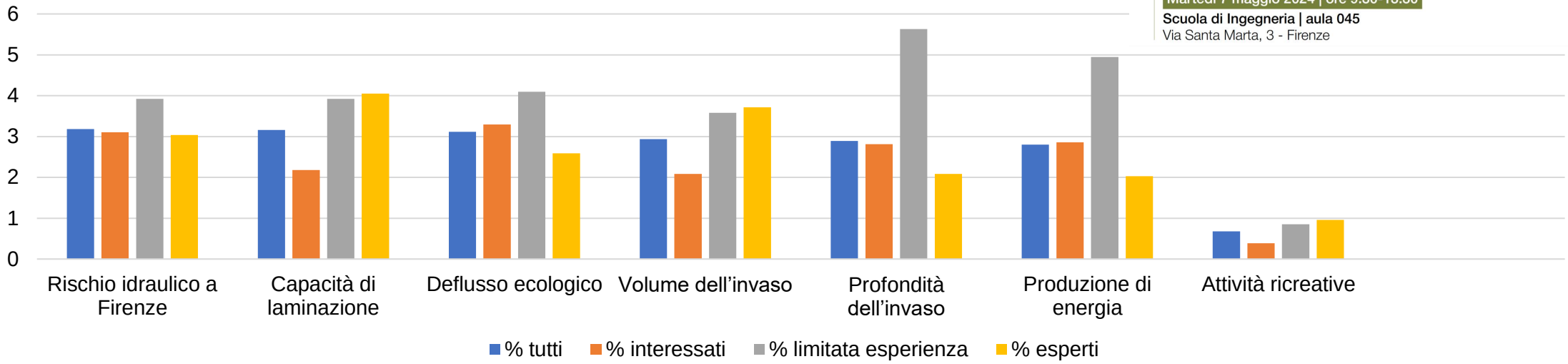


Regione Toscana

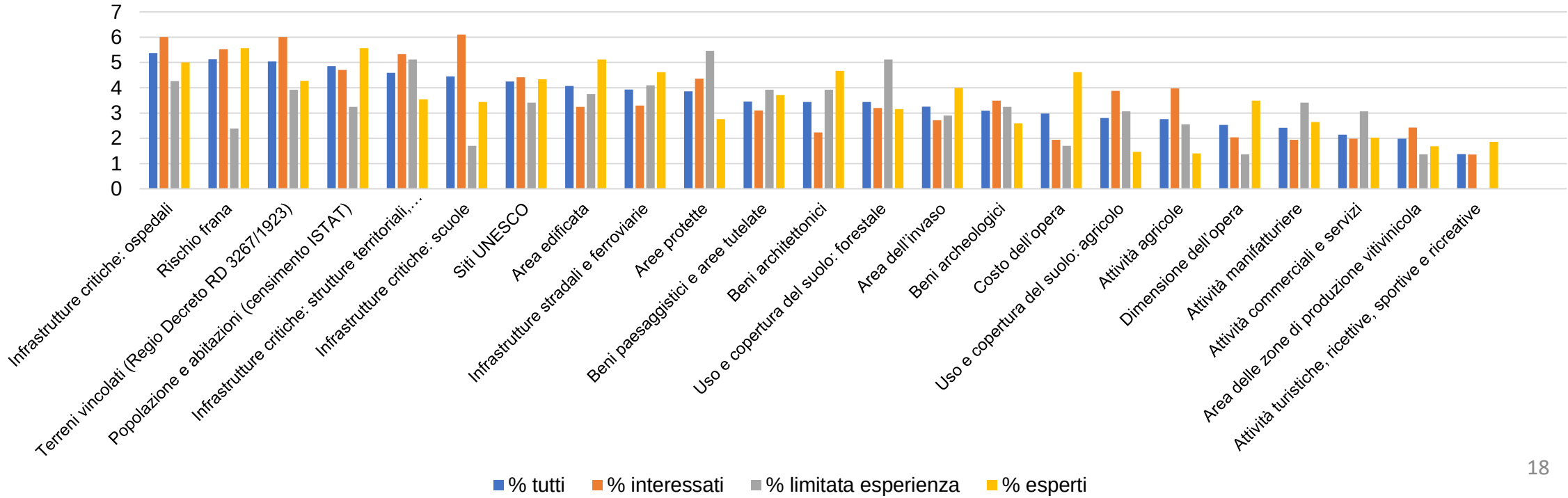




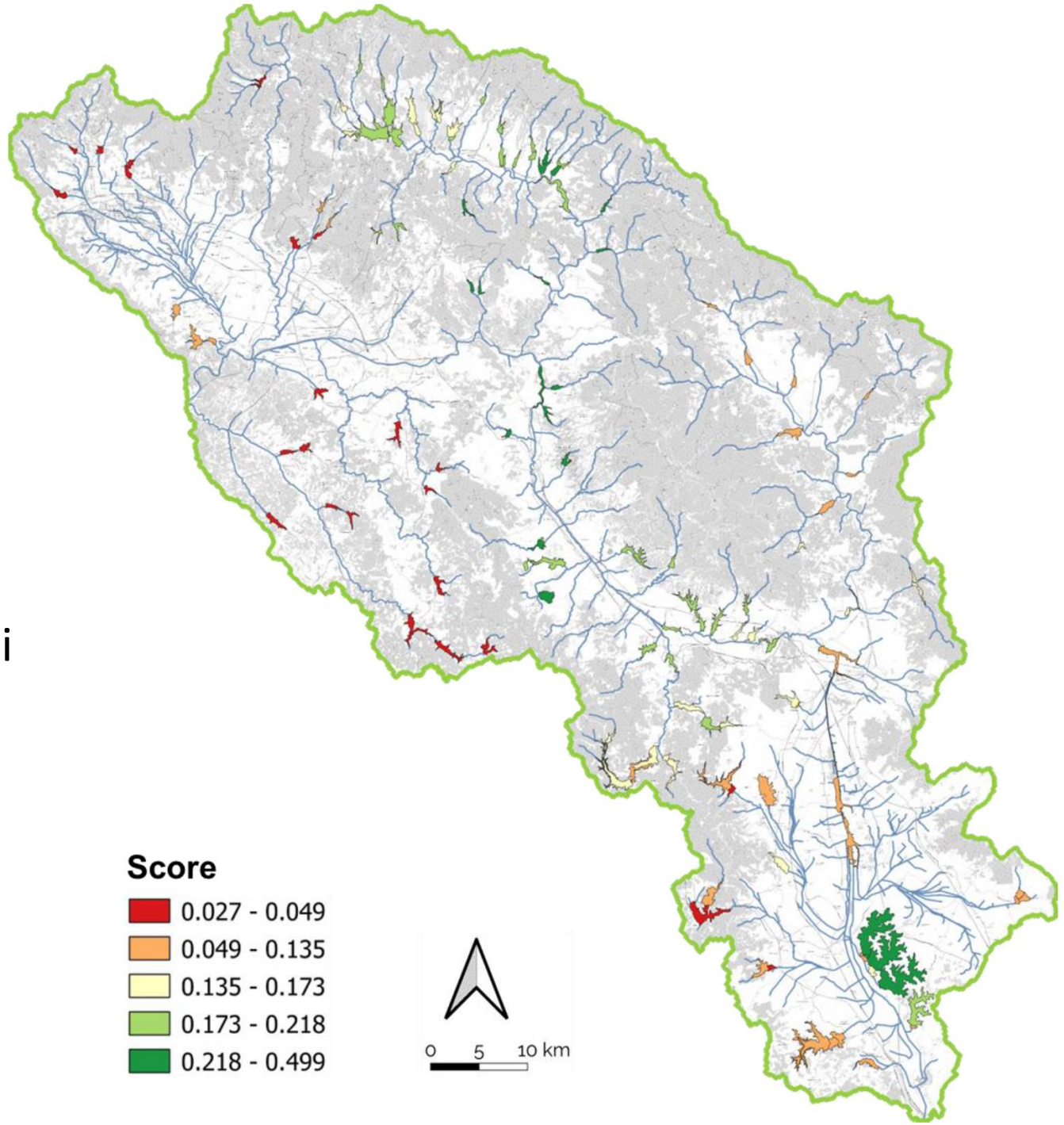
Benefici



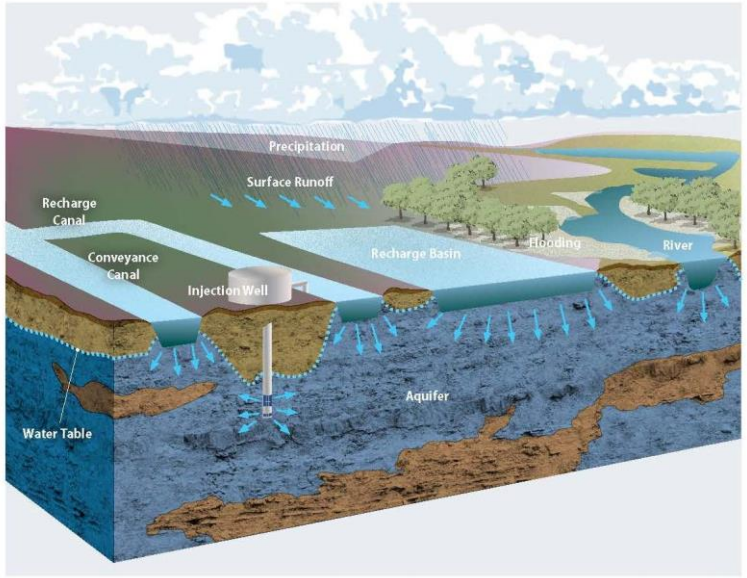
Impatti



Simulazione dell'intero processo:
Esempio di *ranking* di diversi siti sulla base di pesi asseganti per 'giudizio esperto'

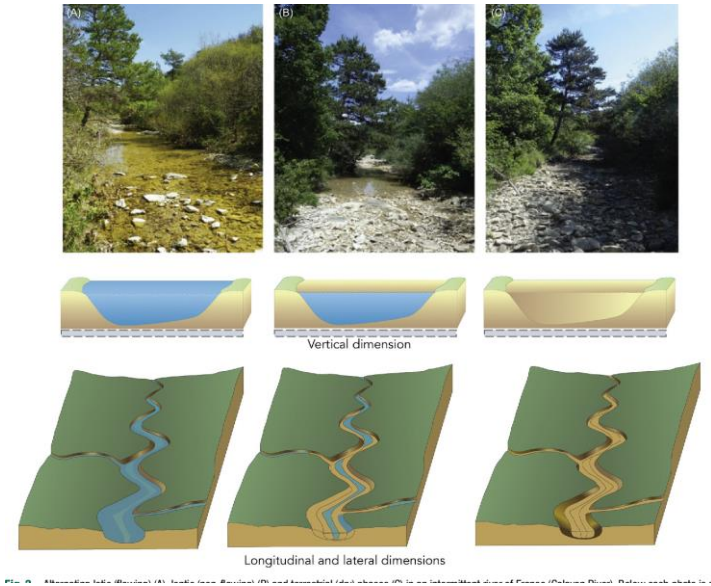


Sinergia con altre tecnologie emergenti per lo stoccaggio di risorsa idrica superficiale (e.g. *Ricarica Controllata degli Acquiferi*)



Incremento di efficienza con maggiore regolarità dei deflussi nei corpi idrici di ricarica?

Discontinuità spaziale vs. continuità temporale



Contrasto alla maggiore intermittenza di molti corsi d'acqua osservata negli ultimi anni (cambiamenti idro-climatici)?