

UDINE, 19 – 21 APRILE 2011

QUARTE GIORNATE ITALIANE gvSIG

# L'ANALISI DELLA FRAGILITÀ TERRITORIALE PER IL FRIULI VENEZIA GIULIA: UN ESEMPIO AVANZATO DELLE POTENZIALITÀ DEI GIS OPEN SOURCE



# LA FRAGILITÀ TERRITORIALE

Con il concetto di “Fragilità Territoriale” si intende la maggior propensione al rischio di squilibrio idrogeologico (aumento dei deflussi e innesco di frane superficiali) che si può generare in seguito a modifiche della copertura vegetale.



Studena Alta  
(UD) 2004

# “Fragile!”

Fragile! è un pacchetto software per il calcolo della Fragilità Territoriale su base GIS sviluppato dai dipartimenti DISA – Uniud e TeSAF – Unipd con la collaborazione della Regione Friuli Venezia Giulia e della Provincia Autonoma di Trento



Il software utilizza per l'analisi strati informativi in formato raster

## **FRV - Fattore Regimante della Vegetazione**

Rappresenta l'effetto di riduzione dei deflussi prodotto dalla vegetazione

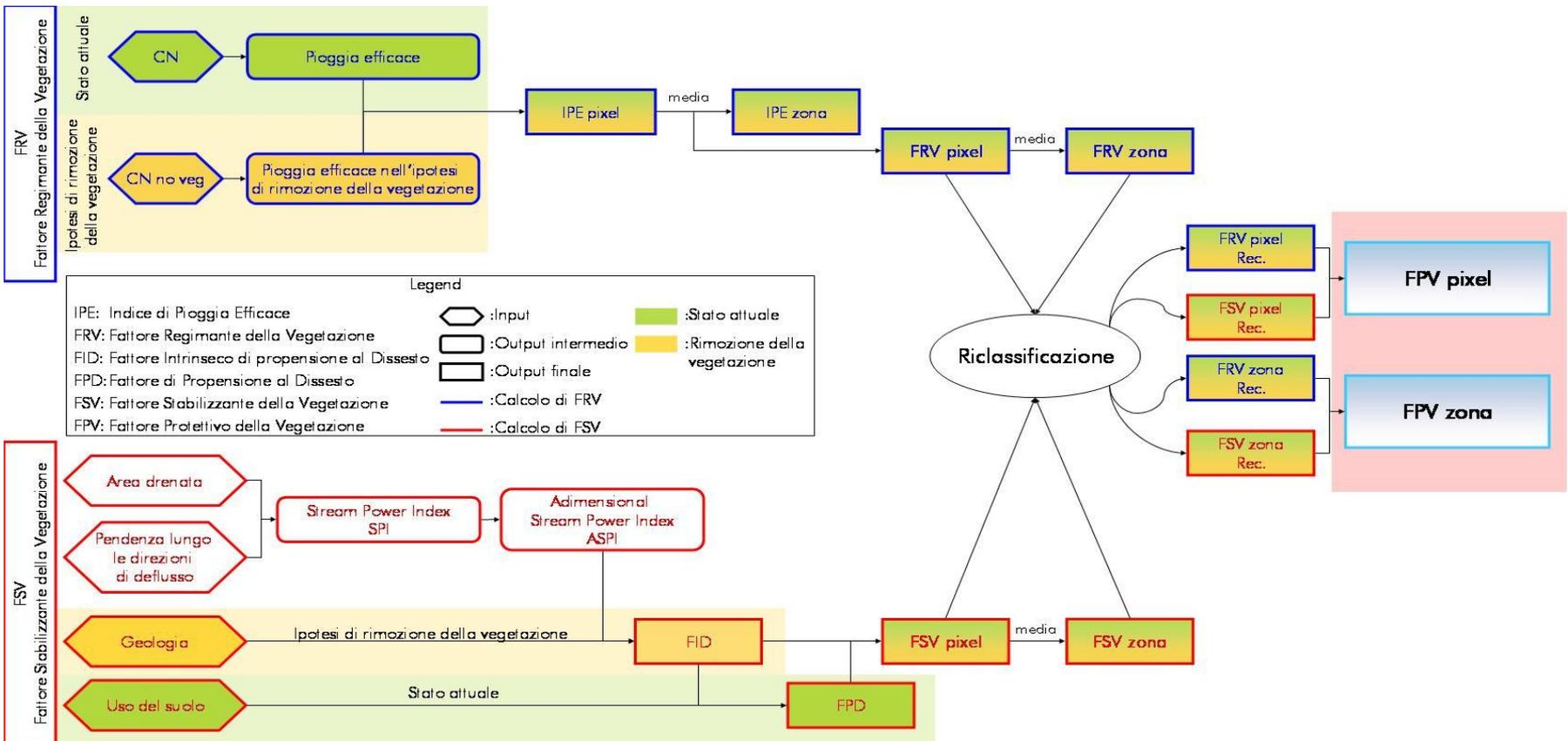
## **FSV - Fattore Stabilizzante della Vegetazione**

Rappresenta l'effetto della vegetazione sulla stabilizzazione dei versanti rispetto ai dissesti superficiali

## **FPV - Fattore Protettivo della Vegetazione**

**E' la combinazione degli effetti di regimazione dei deflussi e di stabilizzazione dei versanti**

# DIAGRAMMA DI FLUSSO DESCRITTIVO DEL METODO



## Fragilità territoriale

	Analisi standard	Tecniche avanzate
Bacini pilota	<ul style="list-style-type: none"><li>• Torrente But</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fiume Fella</li><li>• Rio Studena</li><li>• Laghi di Fusine</li><li>• Comprensorio Lussari</li></ul>
Scelta e calibrazione parametri	<p>Per “parere esperto”</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bibliografia</li><li>• Parere esperto</li><li>• Rilevamento di campo</li><li>• Costruzione modello per FSV</li></ul>
Verifica qualità	<ul style="list-style-type: none"><li>• Finestre critiche</li><li>• Pista Arta Terme-Treppo</li><li>• Confronto IDA –modellazione stabilità versanti</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Confronto con modello standard</li><li>• Sensibilità agli input</li></ul>
Risultati	<p>Modellazione fragilità Area Montana FVG</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analisi di dettaglio per le aree di studio</li><li>• Simulazione di scenari progettuali</li></ul>

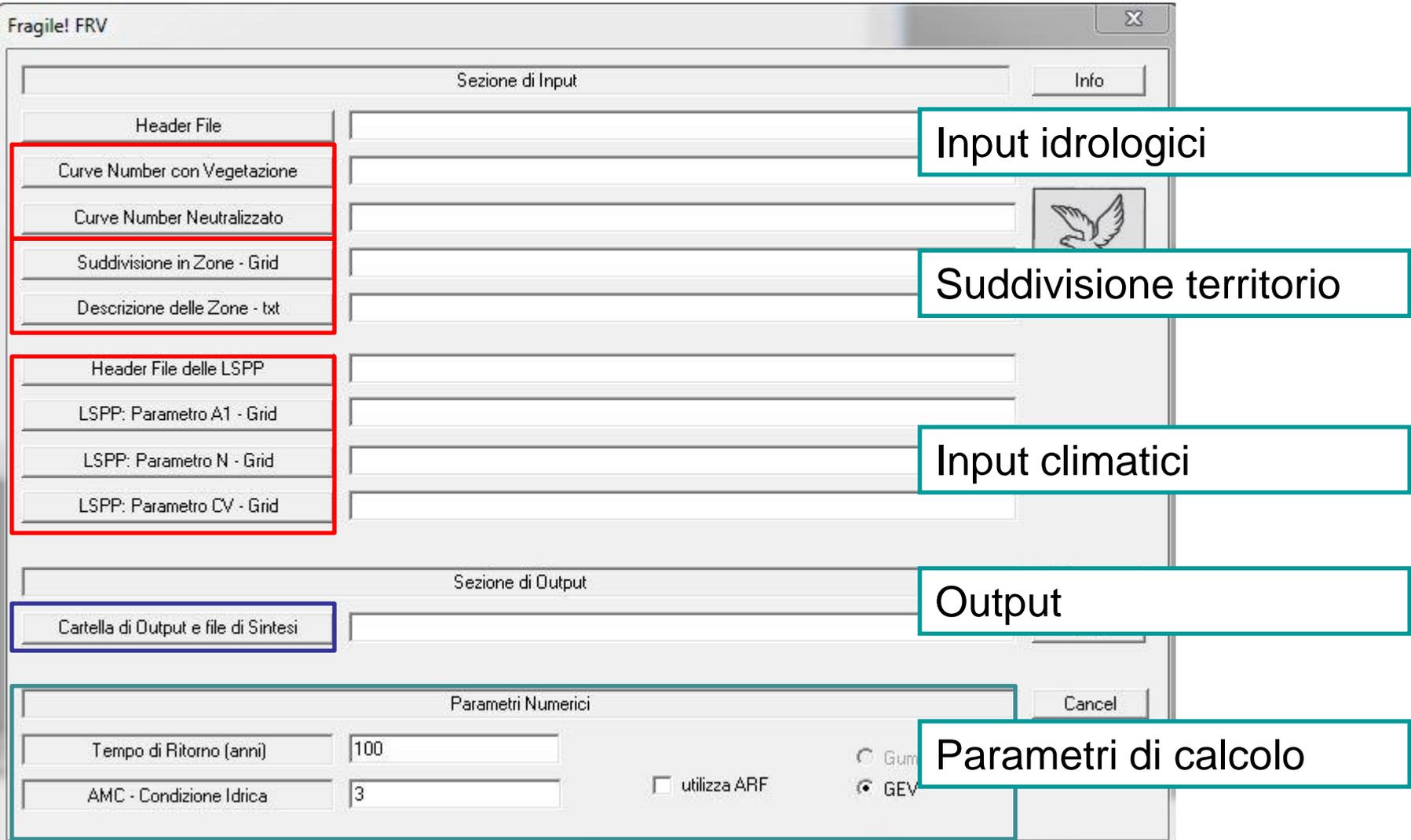
# GLI INGREDIENTI NECESSARI

Strati informativi necessari:

- D.T.M.
- Uso del Suolo
- Carta Geolitologica
- Mappe grid delle Linee Segnalatici di Probabilità Pluviometrica
- Mappa grid del CN

Software di supporto per la componente idrologica riferita al metodo S.C.S.: HydroGrid

# INTERFACCIA E CALCOLO FRV



The screenshot shows the 'Fragile! FRV' software interface, which is organized into several sections:

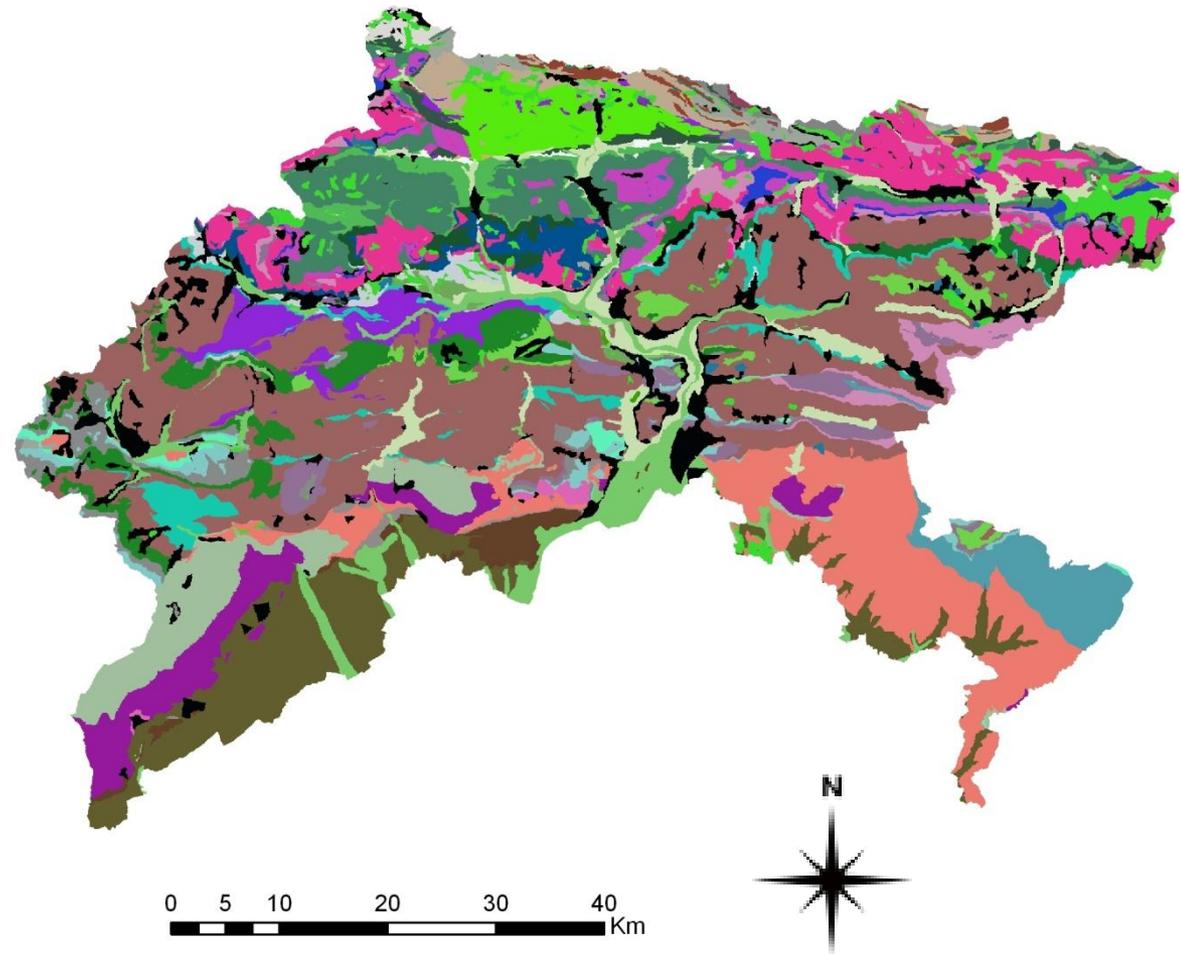
- Sezione di Input:** This section contains input fields for hydrological data, territorial division, and climatic data. Callouts on the right identify these as 'Input idrologici', 'Suddivisione territorio', and 'Input climatici'. A red box highlights the 'Curve Number con Vegetazione', 'Curve Number Neutralizzato', 'Suddivisione in Zone - Grid', and 'Descrizione delle Zone - txt' fields.
- Sezione di Output:** This section contains the 'Cartella di Output e file di Sintesi' field, highlighted with a blue box. A callout on the right identifies this as 'Output'.
- Parametri Numerici:** This section contains numerical parameters for calculation, including 'Tempo di Ritorno (anni)' (set to 100) and 'AMC - Condizione Idrica' (set to 3). A callout on the right identifies this as 'Parametri di calcolo'. There are also checkboxes for 'utilizza ARF' and radio buttons for 'Gum' and 'GEV'.

Buttons for 'Info' and 'Cancel' are also visible in the interface.

# IL RUOLO DELLA GEOLOGIA

La base geolitologica per il lavoro deriva dalla Carta Geologica del FVG a scala 1:150000

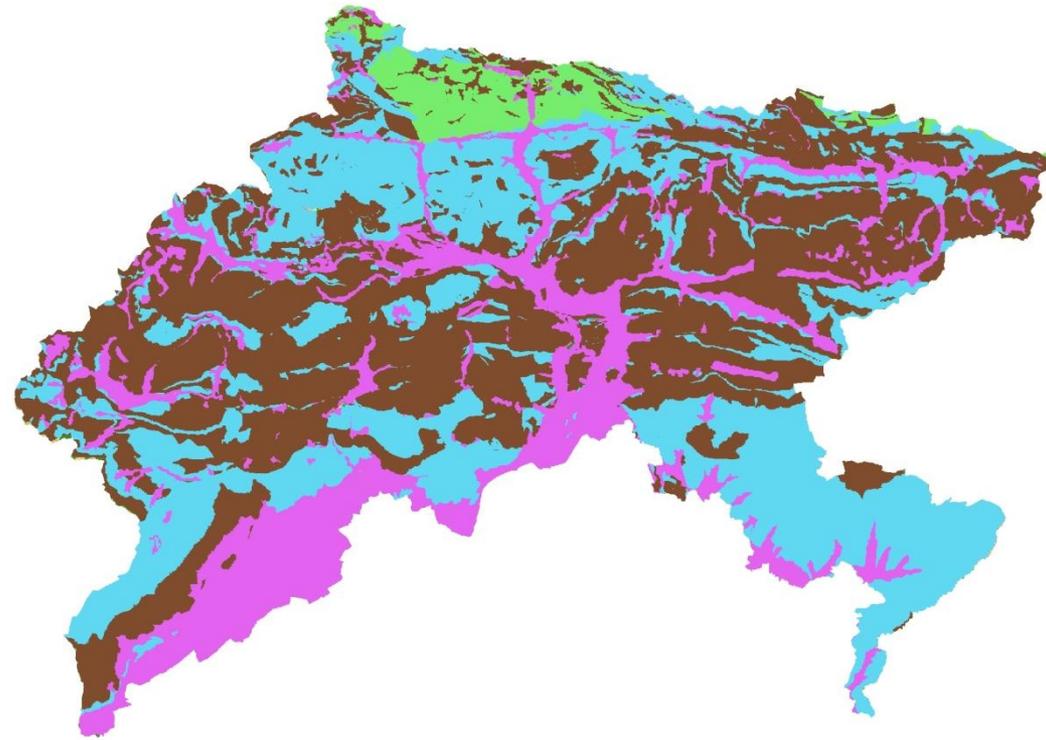
Ad ogni tipo litologico corrisponde uno dei 4 gruppi idrologici di permeabilità identificati dall'USDA



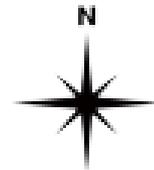
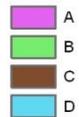
I Gruppi Idrologici  
permettono di stimare  
la permeabilità del  
substrato



Influenza  
diretta sui  
deflussi



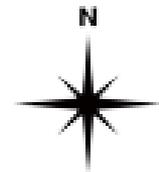
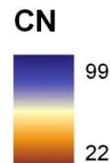
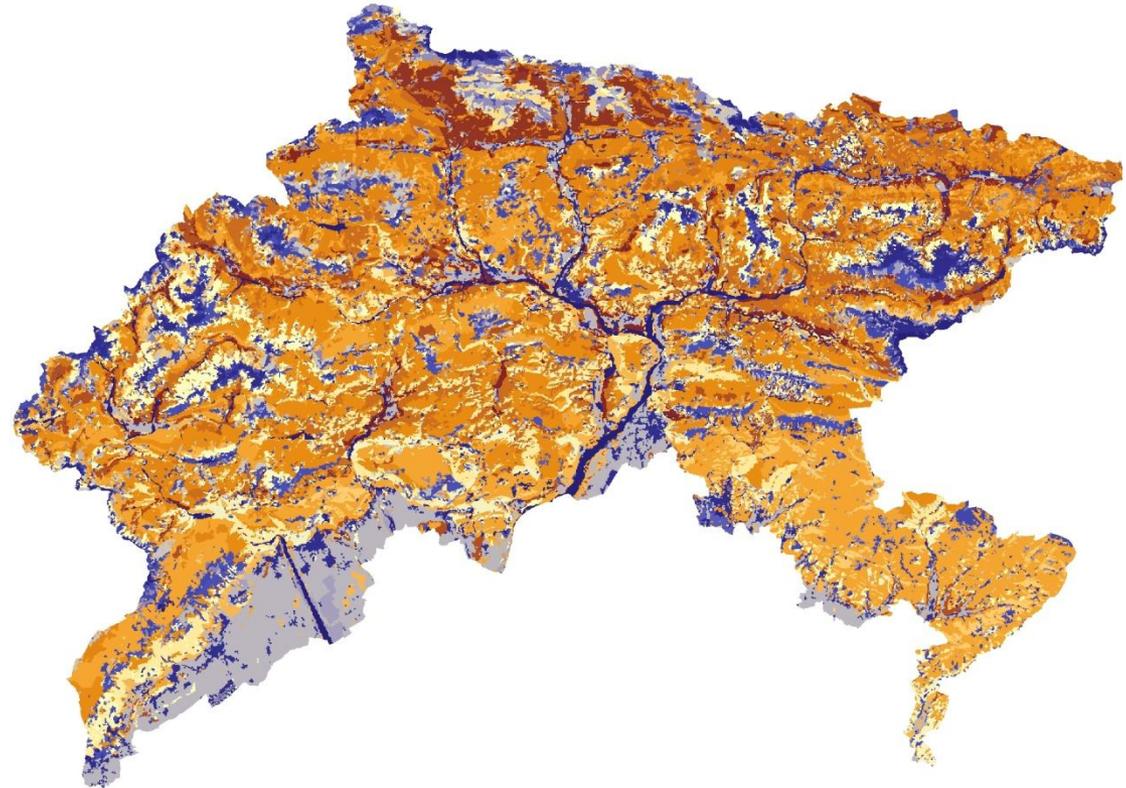
gruppi idrologici



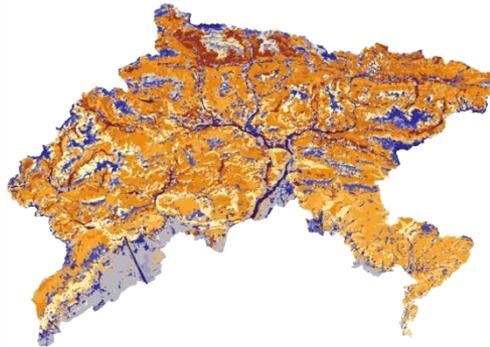
# IL CN: LA PRODUZIONE DI DEFLUSSO

Il Curve Number è un indicatore di produzione di deflusso superficiale

Viene assegnato ad ogni combinazione  
Uso del suolo/Gruppo idrologico



# CN con vegetazione



CN

0 5 10 20 30 40 Km

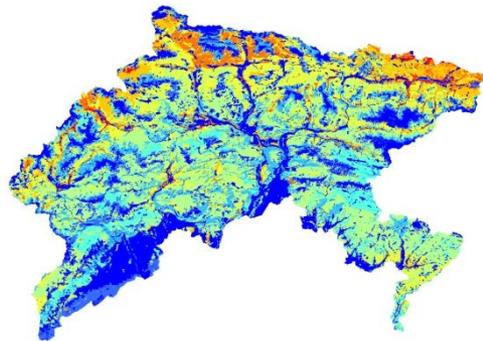


# CN senza vegetazione



CN senza vegetazione

0 5 10 20 30 40 Km

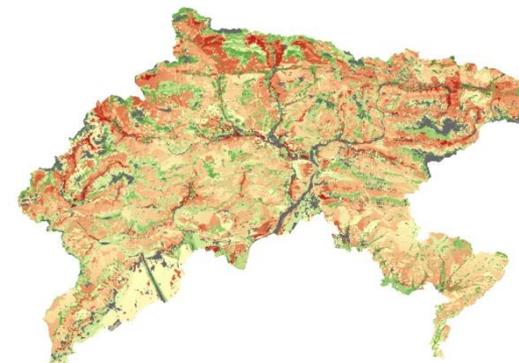
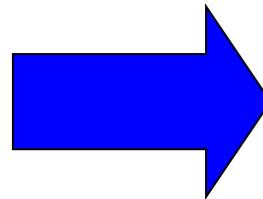
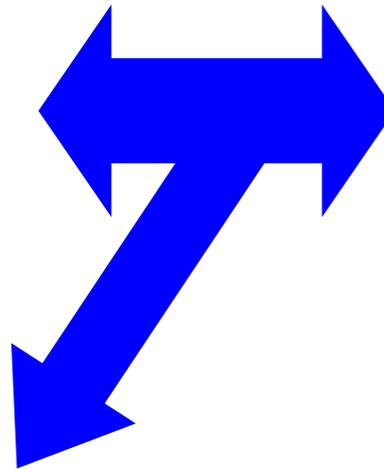


IPE % medio

0 5 10 20 30 40 Km



Aumento % del deflusso



FRV su pixel

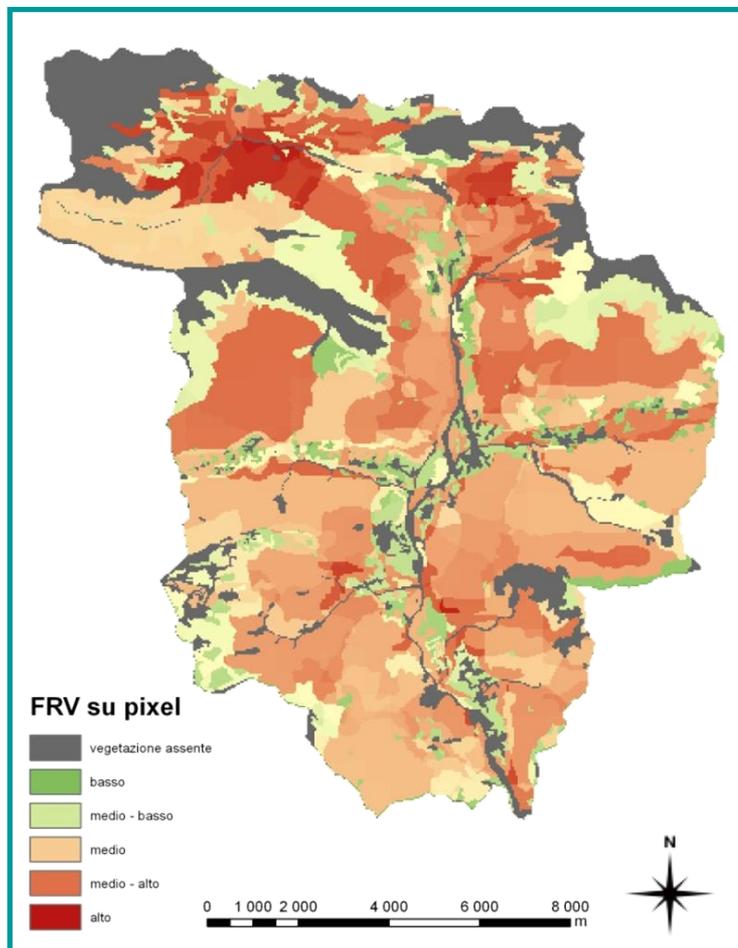
vegetazione assente  
basso  
medio - basso  
medio  
medio - alto  
alto

0 5 10 20 30 40 Km



# FRV

# IL FATTORE REGIMANTE DELLA VEGETAZIONE



Esprime la capacità della vegetazione

di intervenire sul deflusso superficiale

- effetti sui flussi di evaporazione
- controllo sulle caratteristiche idrologiche dei suoli
- Ruolo fondamentale per i sottobacini con un alto IPE

Il calcolo fa riferimento al metodo del Soil Conservation Service

# INTERFACCIA E CALCOLO FSV

Fragile! FSV

Sezione di Input

Header File	
DEM senza depressioni	
Grid Geolitologia	
Pesi Geolitologia - txt	
Grid Uso del Suolo	
Pesi Uso del Suolo - txt	
Grid delle Zone	
Grid Area Drenata MF (opz.)	
Grid Area Drenata D8 (opz.)	

Sezione di Output

Pendenza Locale - S	
Stream Power Index - SPI	
Stream Power Index Ratio - ASPI	
Fattore SV - FSV	
FSV medio per Zona	

Parametri Numerici

Stream Power Index		Area di Soglia del Reticolo (metri quadrati)	
Esponente Area Drenata	0.5	Soglia per calcolo ASPI	10000.
Esponente Pendenza	1.0	Soglia per reticolo D8	500000.

Info

Load

Save

Cancel

Input idrologici

Suddivisione territorio

Input climatici

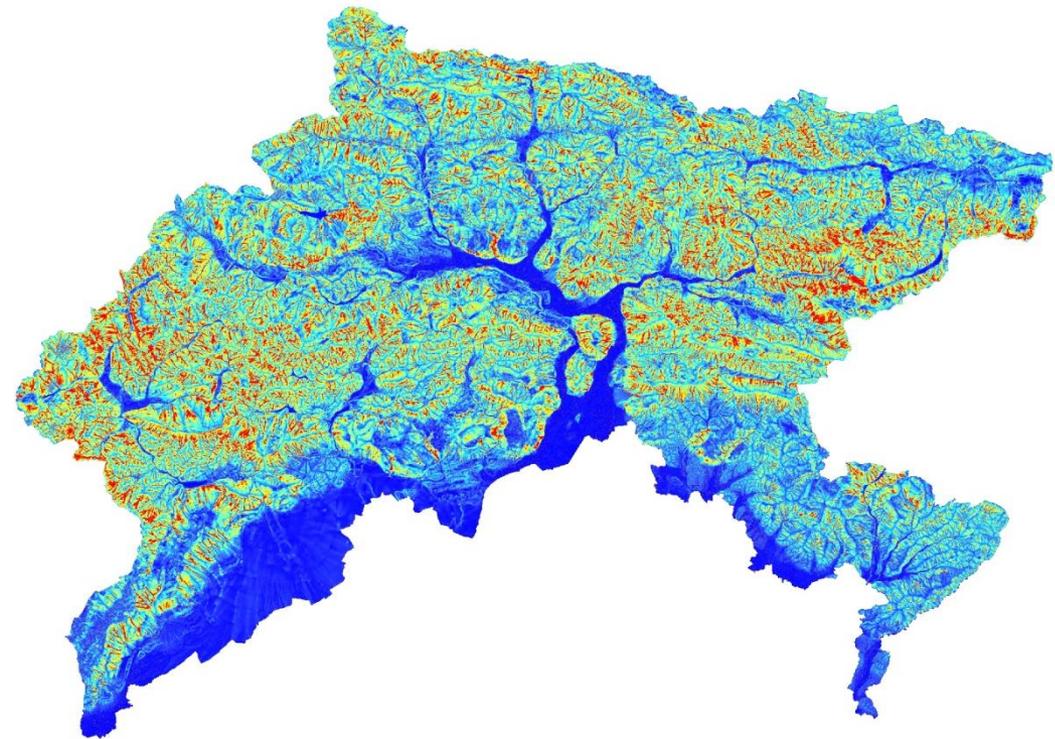
Output

Parametri di calcolo

# IL POTERE EROSIVO

L'indicatore di Stream Power (SPI) identifica le zone ad alto rischio di erosione

Viene calcolato su base morfologica e sulla prossimità al reticolo



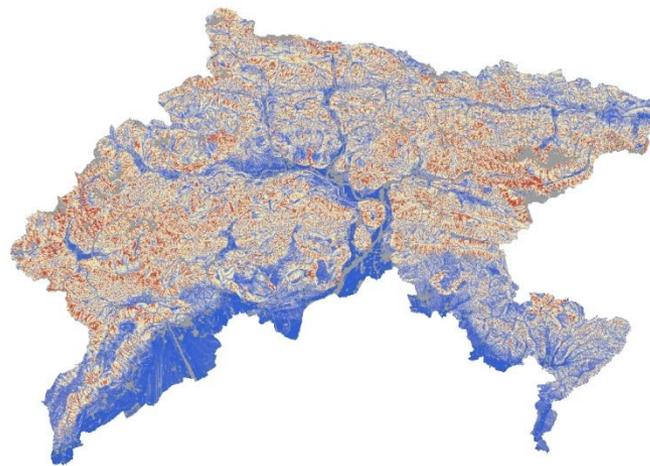
ASPI



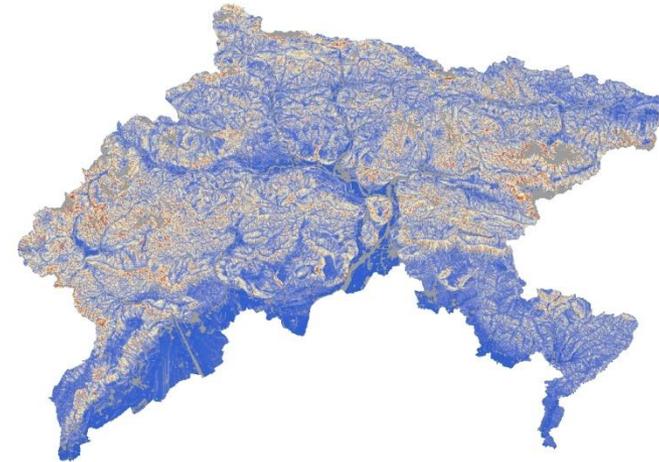
0 5 10 20 30 40 Km



# LA PROPENSIONE AL DISSESTO



FID su pixel



FPD su pixel



FID

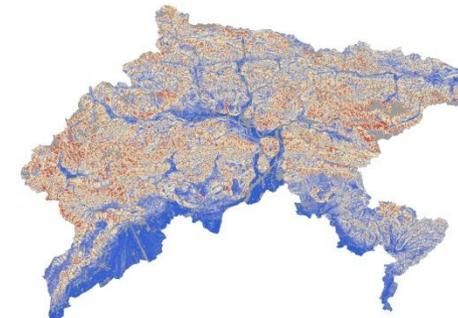
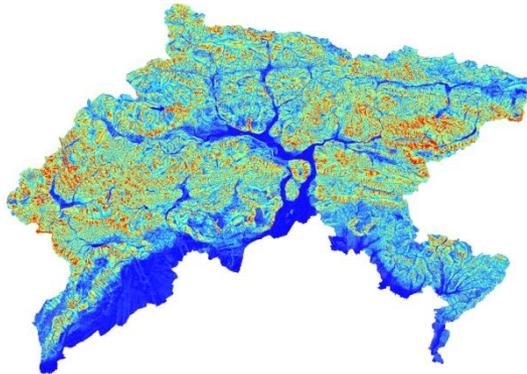
Propensione al dissesto con il ruolo della vegetazione annullato

FPD

Propensione al dissesto con inserimento del ruolo della vegetazione

Stream Power Index  
Propensione morfologica al dissesto

Stabilità del litotipo  
FIPD - Propensione Intrinseca al dissesto



FID su pixel

- vegetazione assente
- basso
- medio - basso
- medio
- medio - alto
- alto

0 5 10 20 30 40 Km



ASPI

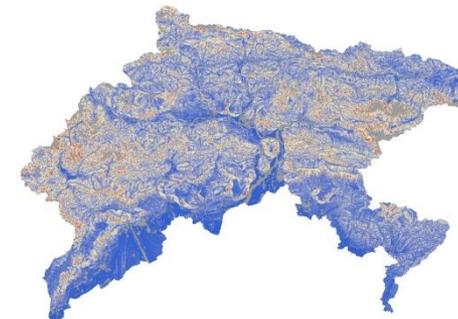
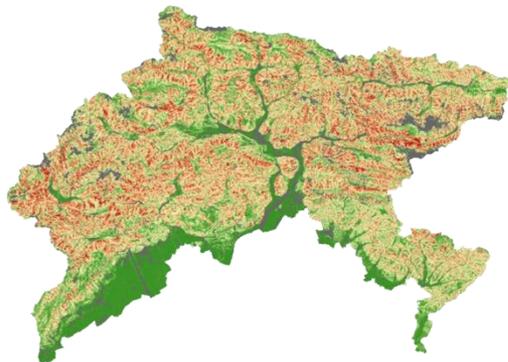


0 5 10 20 30 40 Km



**FSV**

Stabilizzazione dalla vegetazione  
FPD - Propensione al dissesto



FPD su pixel

- vegetazione assente
- basso
- medio - basso
- medio
- medio - alto
- alto

0 5 10 20 30 40 Km



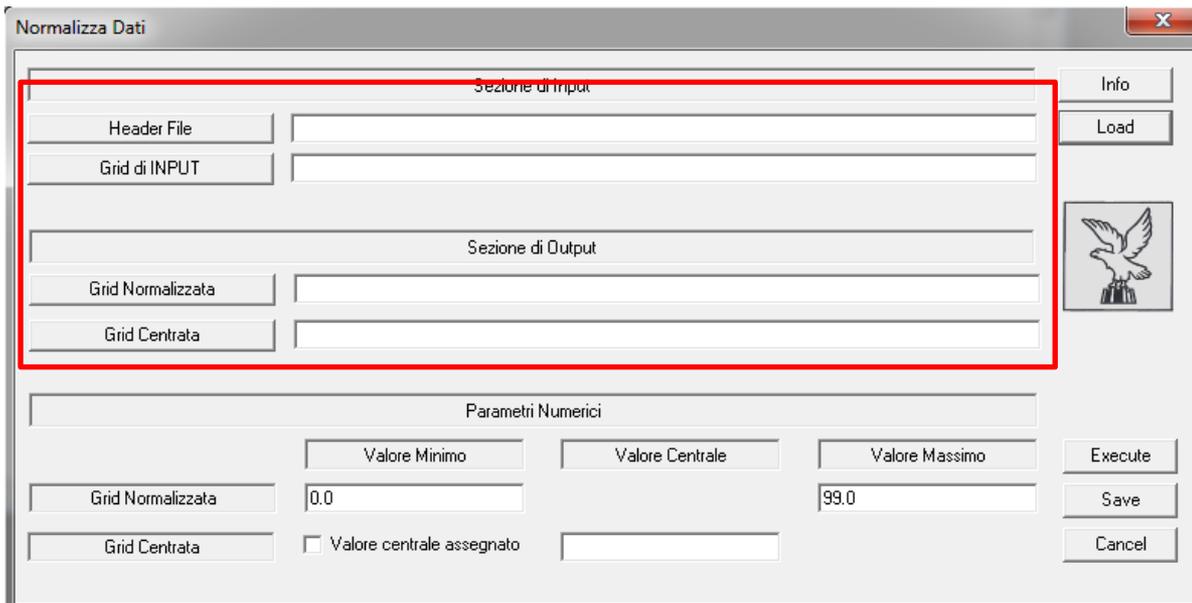
FSV su pixel

- vegetazione assente
- basso
- medio - basso
- medio
- medio - alto
- alto

0 5 10 20 30 40 km



# INTERFACCIA E CALCOLO FPV



Normalizza Dati

Sezione di Input

Header File

Grid di INPUT

Sezione di Output

Grid Normalizzata

Grid Centrata

Parametri Numerici

Valore Minimo

Valore Centrale

Valore Massimo

Grid Normalizzata

Grid Centrata

Valore centrale assegnato

Info

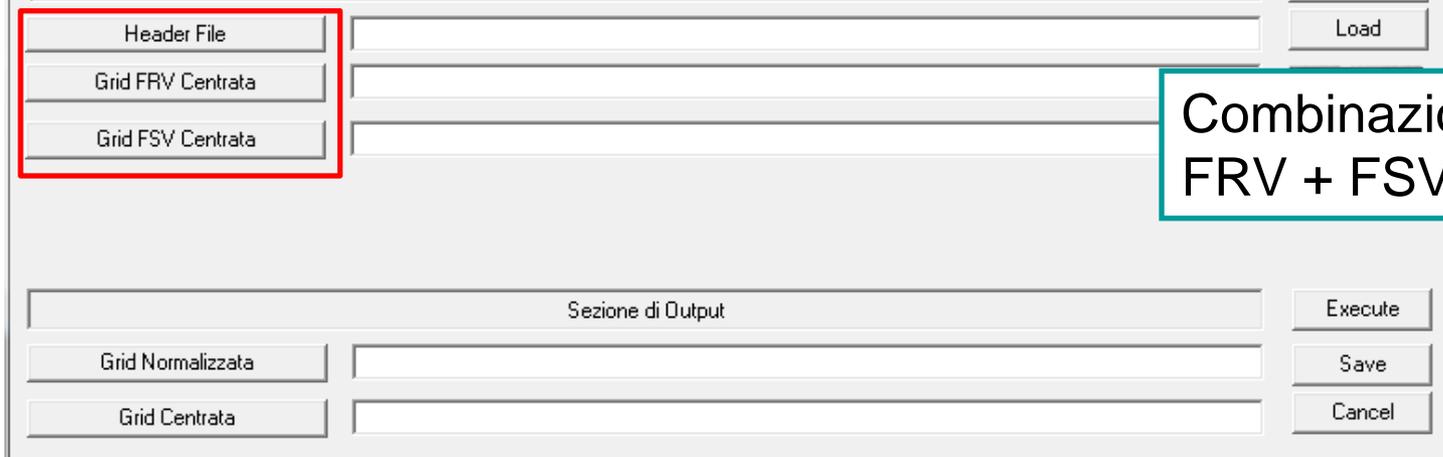
Load

Execute

Save

Cancel

Normalizzazione indicatori



Header File

Grid FRV Centrata

Grid FSV Centrata

Sezione di Output

Grid Normalizzata

Grid Centrata

Info

Load

Execute

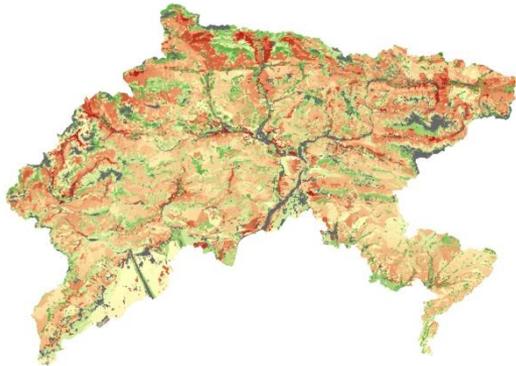
Save

Cancel

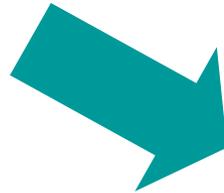
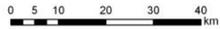
Combinazione effetto FRV + FSV

# MAPPATURA FPV

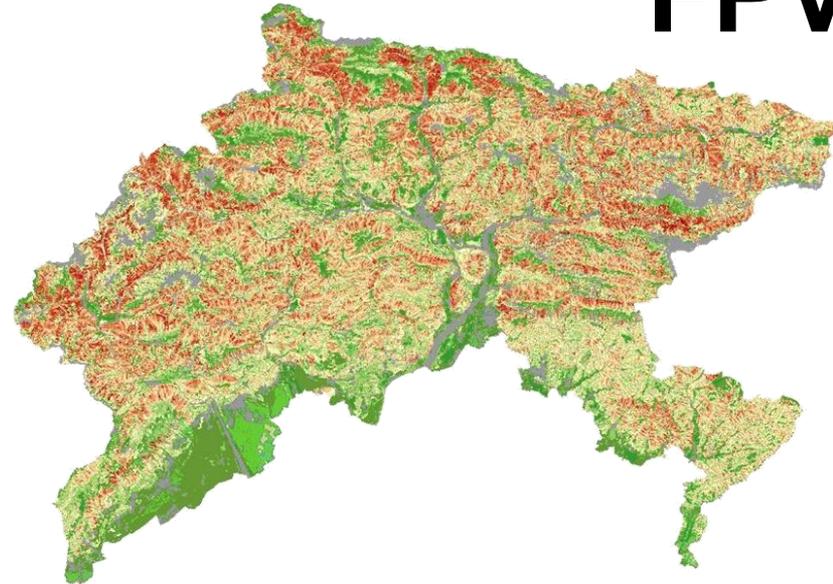
## FRV



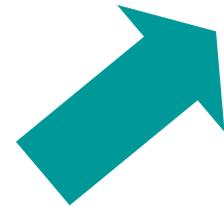
FRV su pixel



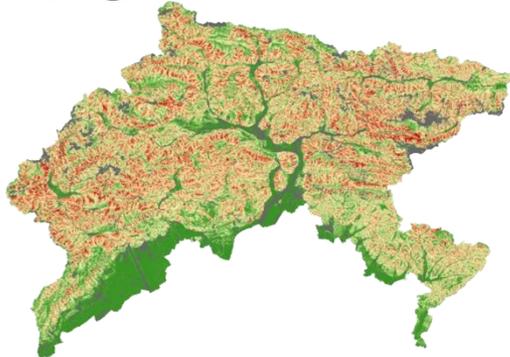
## FPV



FPV su pixel



## FSV



FSV su pixel



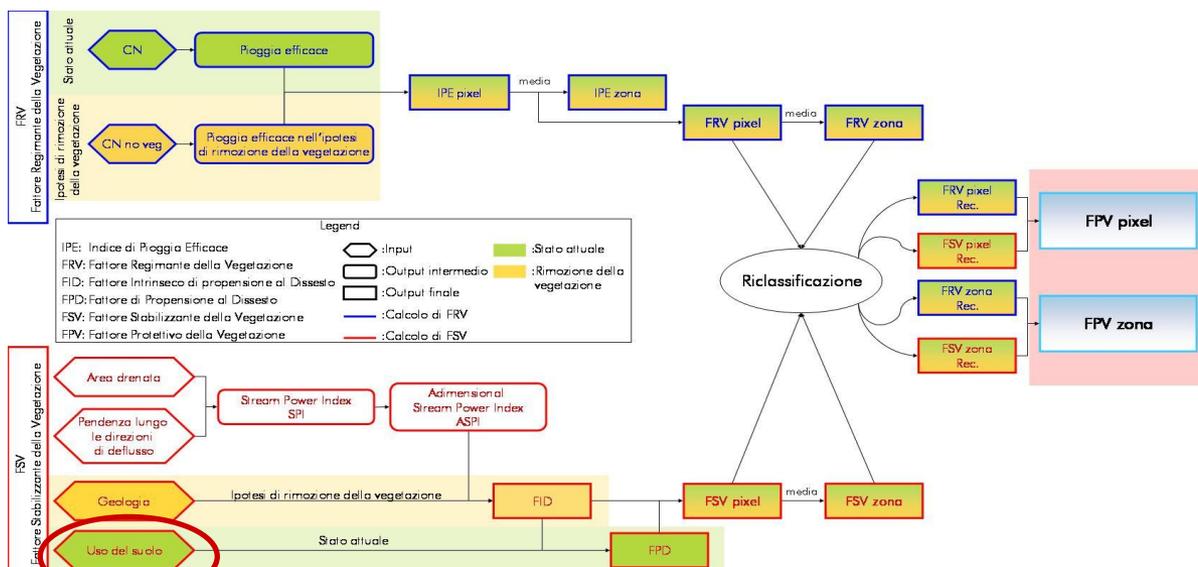
## VALIDAZIONE DEL METODO

- Con l'utilizzo dell' Indice dei Dissesti Attivi e con ipotesi di modifiche all'uso del suolo
- Con il confronto con la modellazione della stabilità dei versanti
- Ex – post tramite il confronto con la valutazione di opere realmente effettuate nel bacino di studio

**Buona corrispondenza delle aree ad elevata Fragilità con le aree potenzialmente instabili e con quelle per cui si sono resi necessari interventi di consolidamento delle opere.**

**Fattore limitante principale: risoluzione spaziale**

# IDENTIFICAZIONE FATTORI DI EFFICACIA (EF) DELL'AZIONE STABILIZZANTE DELLA VEGETAZIONE



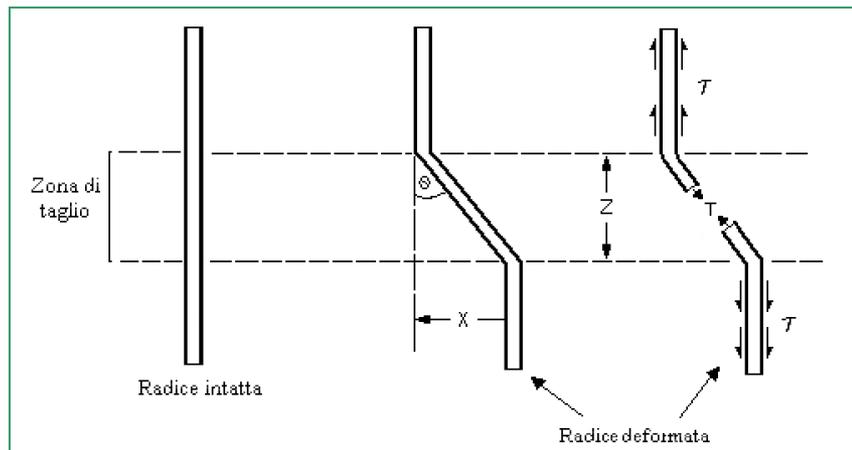
USO DEL SUOLO	EF	USO DEL SUOLO	EF
Fustaia conifere densa	100.0	Prato d'alta quota	25.0
Fustaia conifere rada	87.5	Improduttivo	0.0
Fustaia mista densa	100.0	Roccia affiorante	0.0
Fustaia mista rada	87.5	Aree urbane	0.0
Fustaia latifoglie densa	100.0	Corsi d'acqua	0.0
Fustaia latifoglie rada	87.5	Vigneti e frutteti	50.0
Ceduo di latifoglie	62.5	Neocolon. di robinia	62.5
Ontani	50.0	Ghiaioni	0.0
Mughi	50.0	Ghiacciai	0.0
Arbusti	50.0	Cave	0.0
Rimboschimenti	62.5	Cespuglieti	37.5
Rupi vegetate	50.0	Siti industriali	0.0
Prati e colture	25.0		

# RINFORZO RADICALE

coesione radicale [kPa]

→ si può sommare alla *coesione efficace* del suolo nei modelli di pendio infinito

$$c_r = f(T_r, RAR)$$

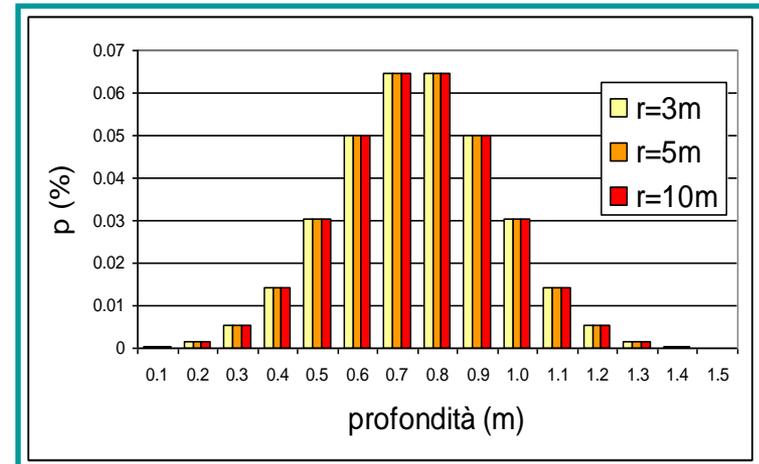
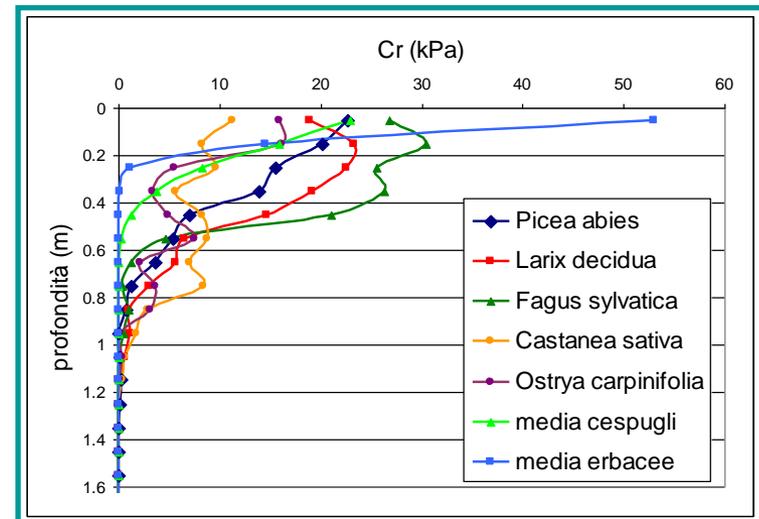


# MATERIALI E METODI

- reperimento in bibliografia dei dati di coesione radicale ( $c_r$ ), da studi “in linea” per i criteri seguiti
- standardizzazione dei valori di  $c_r$
- calcolo forze mobilizzate (sul piano basale e laterale  $\rightarrow F_r$ ) su una distribuzione normale di “scenari di frana” ( $\mu = 0.75$  m e  $\sigma = 0.20$  m)
- calcolo  $F_r$  complessivo:  $F_r(tot) = \sum_{i=1}^N (F_{ri} p_i)$
- normalizzazione di  $F_r$  su una scala adimensionale 0-100



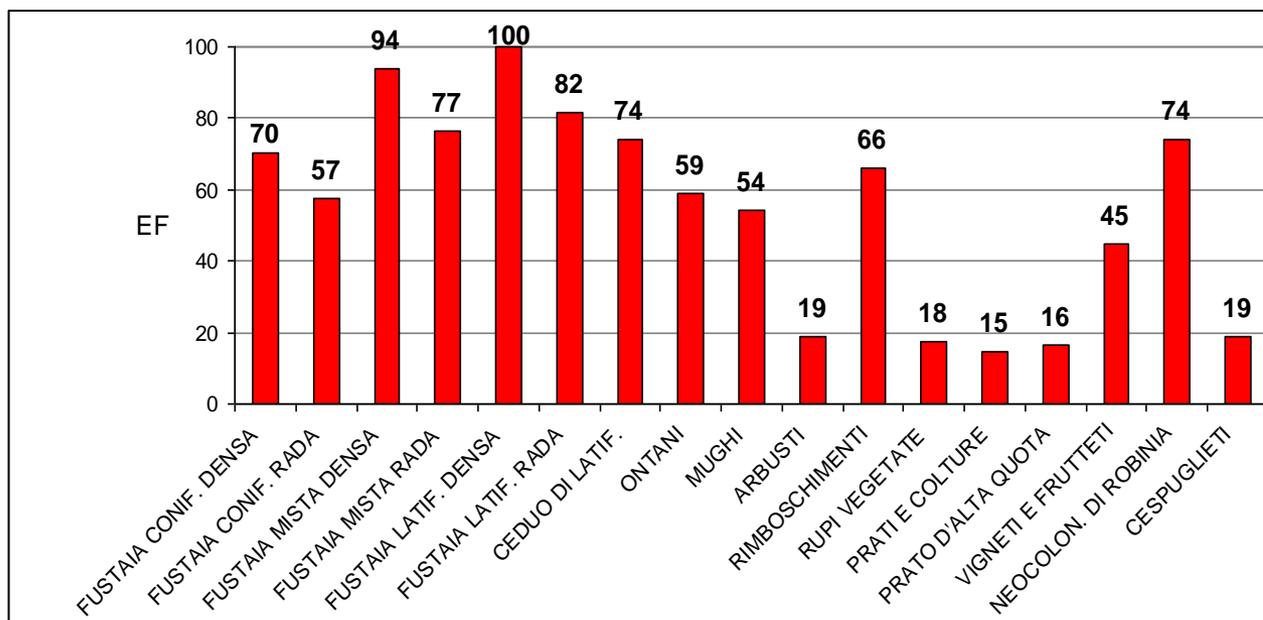
**EF specie**



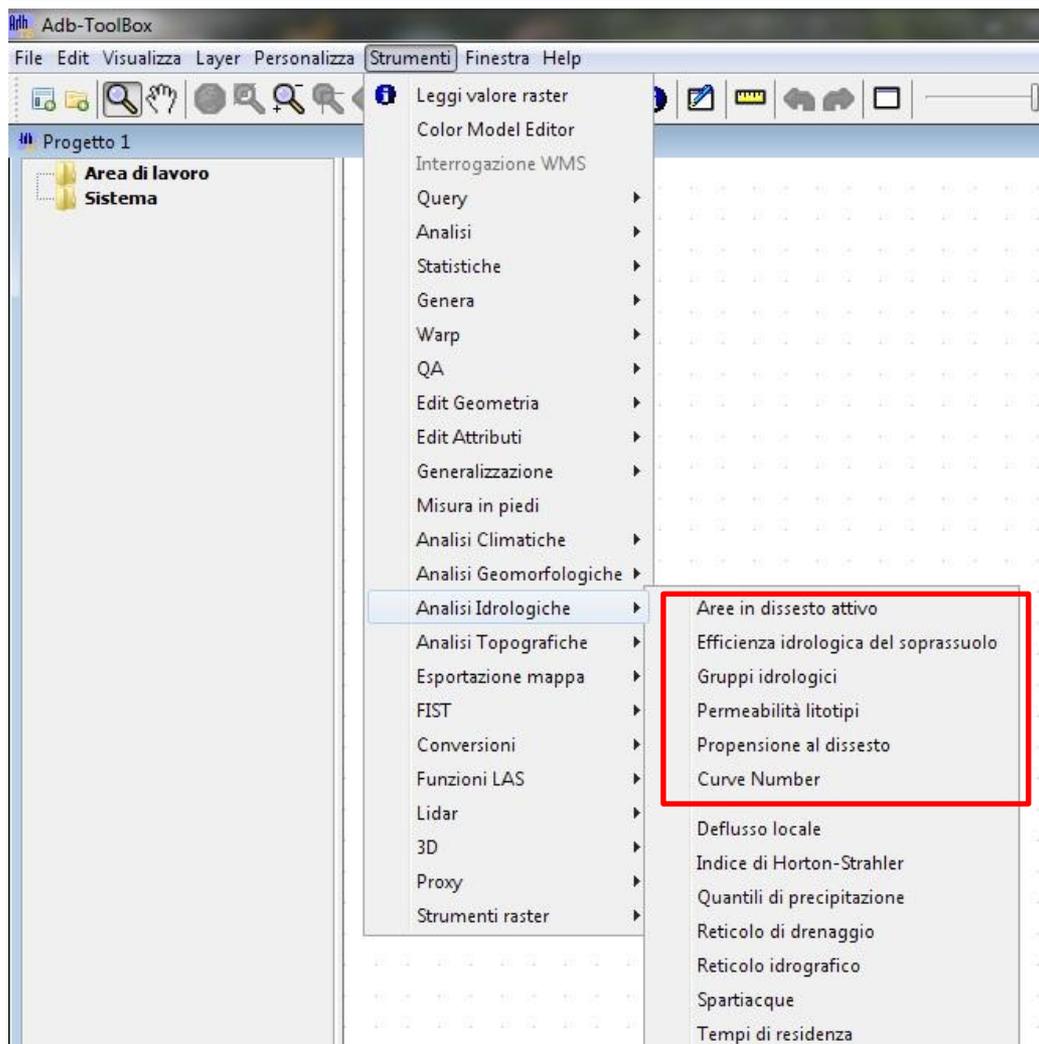
# RISULTATI

SPECIE	EF	SPECIE	EF
<i>Picea abies</i>	<b>66</b>	<i>Ostrya carpinifolia</i>	<b>60</b>
<i>Larix decidua</i>	<b>100</b>	media cespugli	<b>18</b>
<i>Fagus sylvatica</i>	<b>94</b>	media erbacee	<b>15</b>
<i>Castanea sativa</i>	<b>99</b>		

- buone corrispondenze coi risultati ottenuti in Chiaradia 2009
- possibile sottostima EF cespugli



# IMPLEMENTAZIONE IN UN GIS COMPLETO



Negli strumenti di Analisi Idrologica di ADB – Toolbox è già implementata parte della metodologia:

- Aree in dissesto
- Efficienza del soprassuolo
- Gruppi Idrologici
- Permeabilità
- Propensione al dissesto
- CN

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

- L'Analisi della Fragilità è un metodo robusto, applicabile a diverse scale, per re-interpretare la disciplina del Vincolo Idrogeologico;
- La validazione del modello, necessaria particolarmente per FSV, ha fornito indicazioni confortanti;
- Il modello empirico creato per l'assegnazione del Fattore di Efficacia all'effetto stabilizzante degli apparati radicali rafforza il metodo, affiancandosi alla scelta iniziale di utilizzare il parere esperto;
- Il metodo proposto ha finalità assolutamente pratiche ed intende essere supporto al processo decisionale sia a livello di pianificazione regionale sia su scala progettuale;
- Il numero ridotto di dati di base rende la metodologia esportabile in diversi contesti territoriali.

A large, faint, light blue watermark of the University of Udine seal is visible in the background, partially overlapping the text box.

**Grazie per l'attenzione**