



Ministero
dei beni e delle
attività culturali
e del turismo



PROGETTO PAESAGGI SICURI
STRATEGIE DI PREVENZIONE E ALLERTAMENTO
NEL SITO UNESCO PORTO VENERE, CINQUE
TERRE E ISOLE

MODELLAZIONE E VALIDAZIONE DELLA SUSCETTIBILITÀ POSTA DA DIFFERENTI TIPOLOGIE DI FRANA NELL'AREA DI STUDIO: REALIZZAZIONE DI UN WEB-GIS

Presenta: Mauro ROSSI

GEOMORPHOLOGY.IRPI.CNR.IT



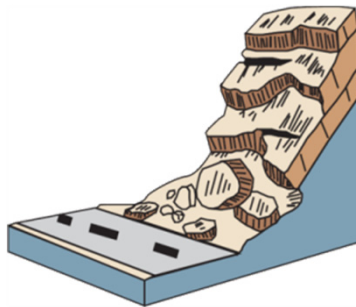
RIOMAGGIORE, 23 NOVEMBRE 2018

1

PROCESSI DI FRANA

CON IL TERMINE «FRANA» SI INTENDE UN **INSIEME** DI **PROCESSI** FISICI **ESTREMAMENTE ETEROGENI** DIFFICILMENTE DESCRIVIBILI CON UN SINGOLO MODELLO.

CROLLO



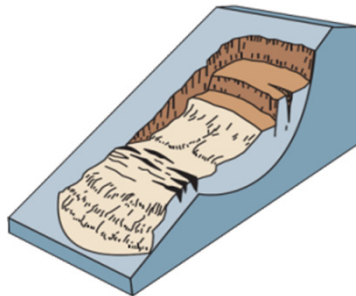
RIBALTAMENTO



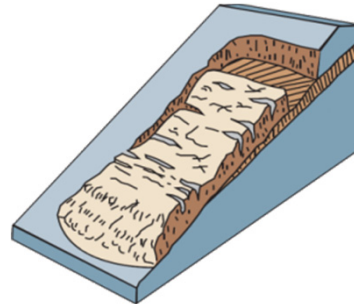
ESPANDIMENTO



SCORRIMENTO



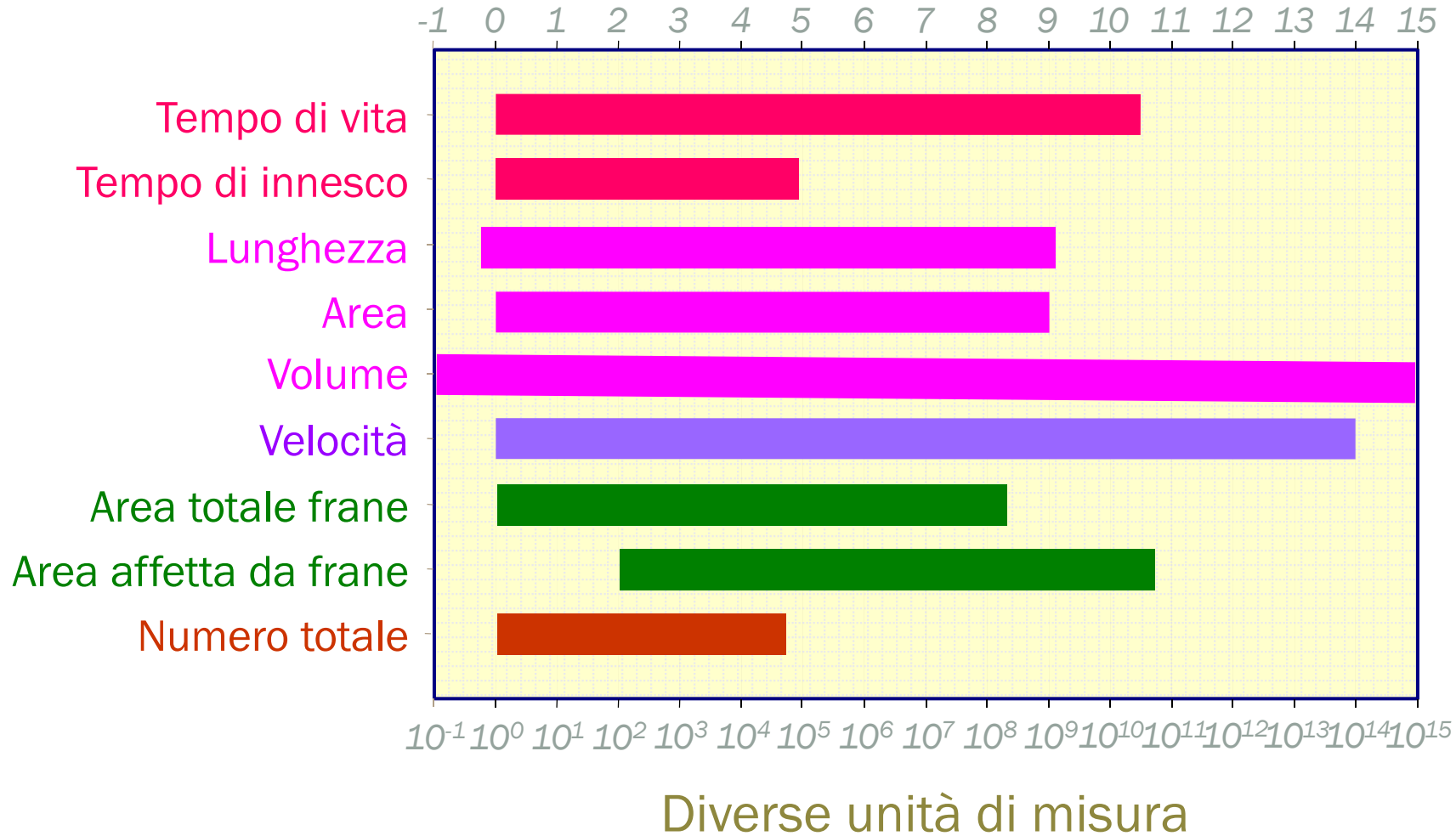
SCORRIMENTO



COLATA



VARIAZIONE CARATTERISTICHE DI UNA FRANA



FRANE MULTIPLE E SINGOLE

Modellazione suscettibilità

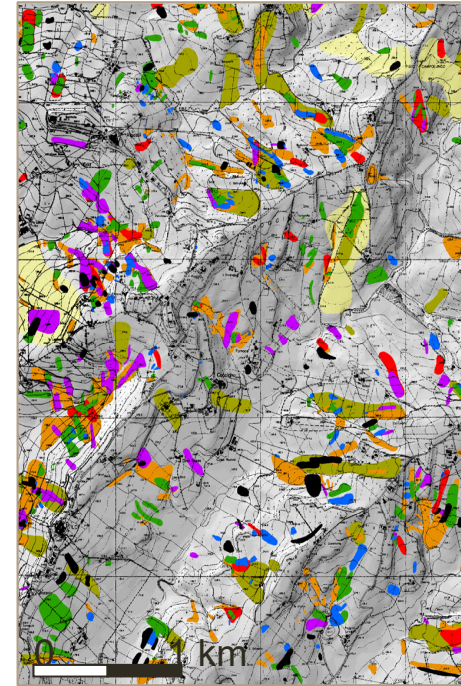
Frane *singole*
(su singoli versanti)



La Conchita, California, US.
Photografia: Robert L. Schuster,
USGS

Geologia applicata

Frane *multiple*
(popolazioni di frane)



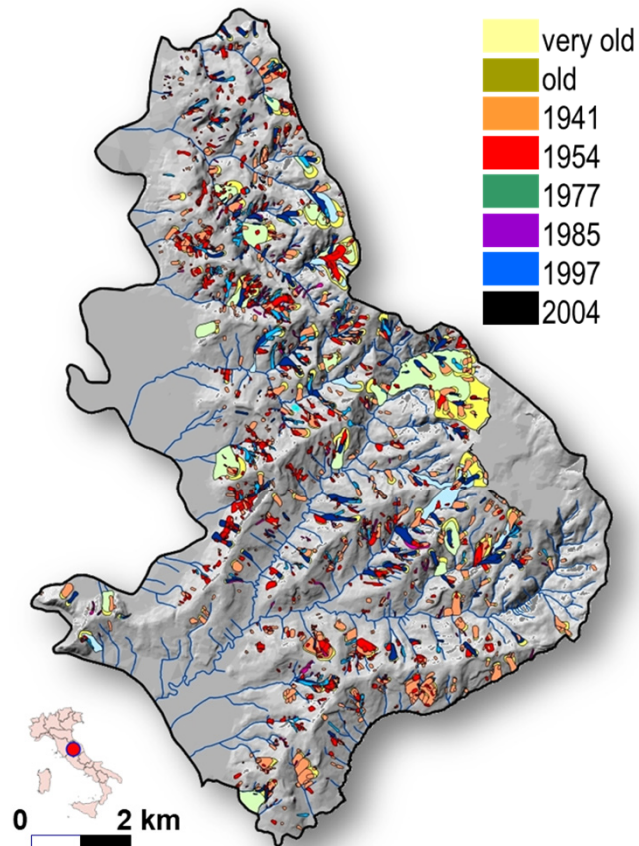
Carta inventario, Collazzone,
Umbria.
CNR-IRPI

Geomorfologia

CARTE INVENTARIO VS CARTE SUSCETTIBILITÀ

Carta *inventario*

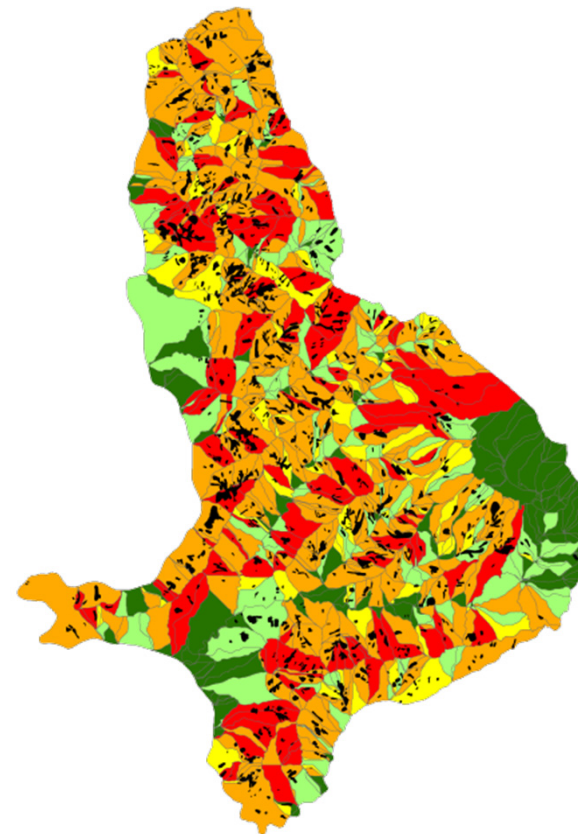
Risultato di una mappatura



Non fornisce informazioni nelle zone non mappate

Carte *suscettibilità*

Risultato di una modellazione



Fornisce informazioni anche nelle zone non mappate

PERICOLOSITÀ & SUSCETTIBILITÀ DA FRANA

La **pericolosità** da **frana** è la **probabilità** che si **verifichi** in un **determinato periodo** e all'interno di una **determinata area** una **frana** di una **certa magnitudo**.

La definizione incorpora i concetti di **probabilità spaziale** (**dove?**), **temporale** (**quando**, o **con quale frequenza?**) e di **magnitudo** (**quanto grande?**).

PERICOLOSITÀ & SUSCETTIBILITÀ DA FRANA

La **suscettibilità** da frana è una **probabilità spaziale** è cioè la **probabilità** che una **frana** si **verifichi** in una **data area** sulla base di determinate condizioni ambientali.

È una **stima** di "**dove**" è probabile che si verifichino frane.

La **suscettibilità** da frana **NON CONSIDERA** né la **probabilità temporale**, né la **magnitudo** di una frana.

METODI MODELLAZIONE SUSCETTIBILITÀ

METODO	DIRETTO	INDIRETTO	QUALITATIVO	QUANTITATIVO
Mappatura geomorfologica	✓		✓	
Approccio euristico		✓	✓	
Analisi inventario		✓		✓
Approccio statistico		✓		✓
Fisicamente basato e/o concettuale		✓		✓

UNITÀ DI MAPPATURA

Un'**unità** di **mappatura** è una **porzione** di **superficie** terrestre **caratterizzata** da un insieme di **condizioni** del **terreno** che differiscono dalle unità adiacenti attraverso confini definibili. Un'**unità** di **mappatura** è un **dominio spaziale** che **massimizza l'omogeneità interna** e **l'eterogeneità tra le unità limitrofe**.

- Celle/Pixel
- Unità territoriali
- Condizioni univoche
- Unità di versante
- Unità topografiche
- Unità amministrative

METODI VS UNITÀ DI MAPPATURA

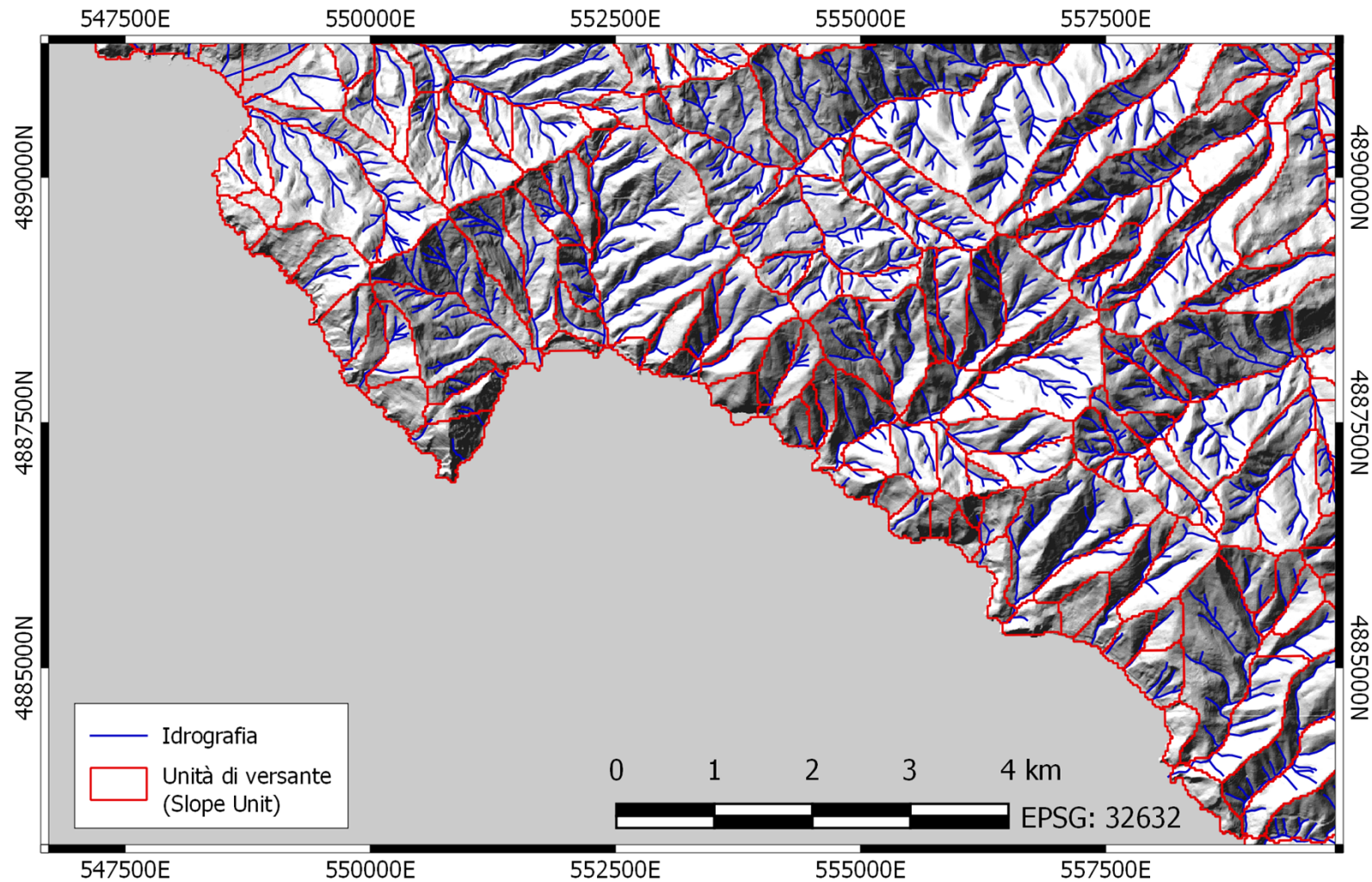
Unità	Mappatura geomorfologica	Analisi inventari	Approcci euristici	Approcci statistici	Fisicamente basati e/o concettuali
Celle/Pixel		✓	✓	✓	✓
Unità territoriali	✓			✓	
Condizioni univoche			✓	✓	
Unità di versante				✓	
Unità topografiche					✓
Unità amministrative		✓	✓	✓	

VARIABILI MODELLI SUSCETTIBILITÀ

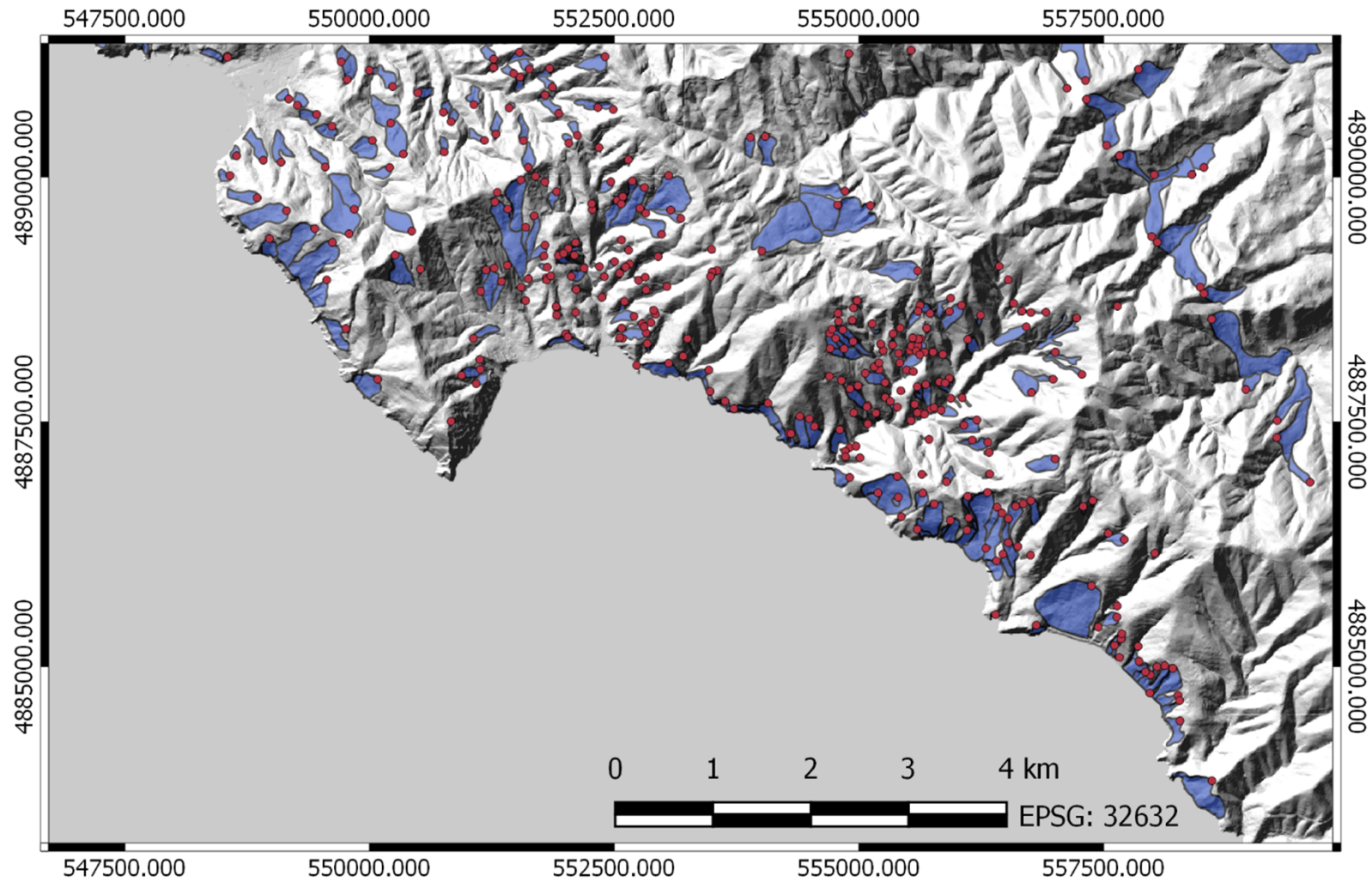
Le **variabili** nella **modellazione** della **suscettibilità** sono molteplici e **scelte in funzione** del **tipo** di **frana** da modellare, del **metodo** di **modellazione**, dell'**unità** di **mappatura** e della **scala** di **modellazione selezionate**. In genere si utilizzano:

- Inventari di frana
- Topografia (DTM)
- Geologia
- Litologia
- Uso e copertura del suolo
- Variabili geo-strutturali
- Geotecniche
- Idrologiche/Idrogeologiche
- Altre variabili derivate

AREA DI STUDIO

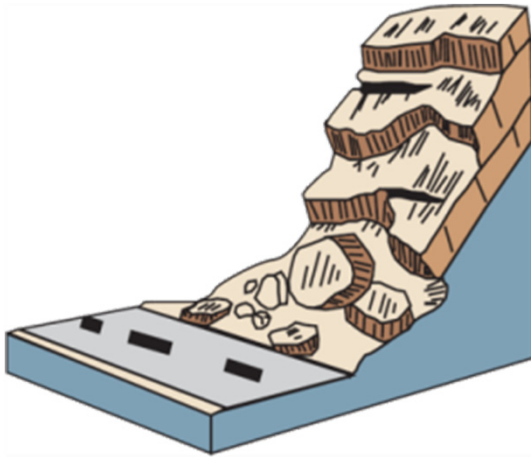


INVENTARIO IFFI

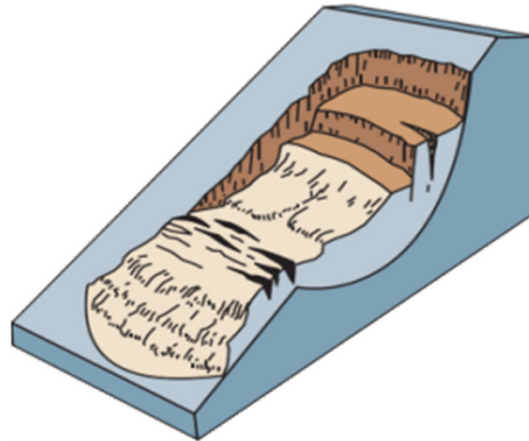


TIPOLOGIE FRANE ATTESE

CROLLI



SCORRIMENTI



COLATE



QUADRO DELLE ATTIVITÀ DI MODELLAZIONE

Sono stati utilizzati **approcci** di **modellazione differenti** per ottenere le mappe di **suscettibilità per ciascun tipo** di **frana** con tool/software modellistici sviluppati o co-sviluppati dal CNR IRPI.

I singoli **modelli** di **suscettibilità** sono stati **sottoposti** a specifiche **fasi** di **calibrazione** e di **test/verifica** dove erano disponibili informazioni sufficientemente accurate sull'occorrenza di frana.

Le **diverse mappe** di **suscettibilità** saranno **combinare** per ottenere una **mappa** di **suscettibilità «composita»**.

METODI VS UNITÀ DI MAPPATURA

Unità	Mappatura geomorfologica	Analisi inventari	Approcci euristici	Approcci statistici	Fisicamente basati e/o concettuali
Celle/Pixel		✓	✓	✓	✓
Unità territoriali	✓			✓	
Condizioni univoche			✓	✓	
Unità di versante				✓	
Unità topografiche					✓
Unità amministrative		✓	✓	✓	

SUSCETTIBILITÀ FRANE DI SCIVOLAMENTO

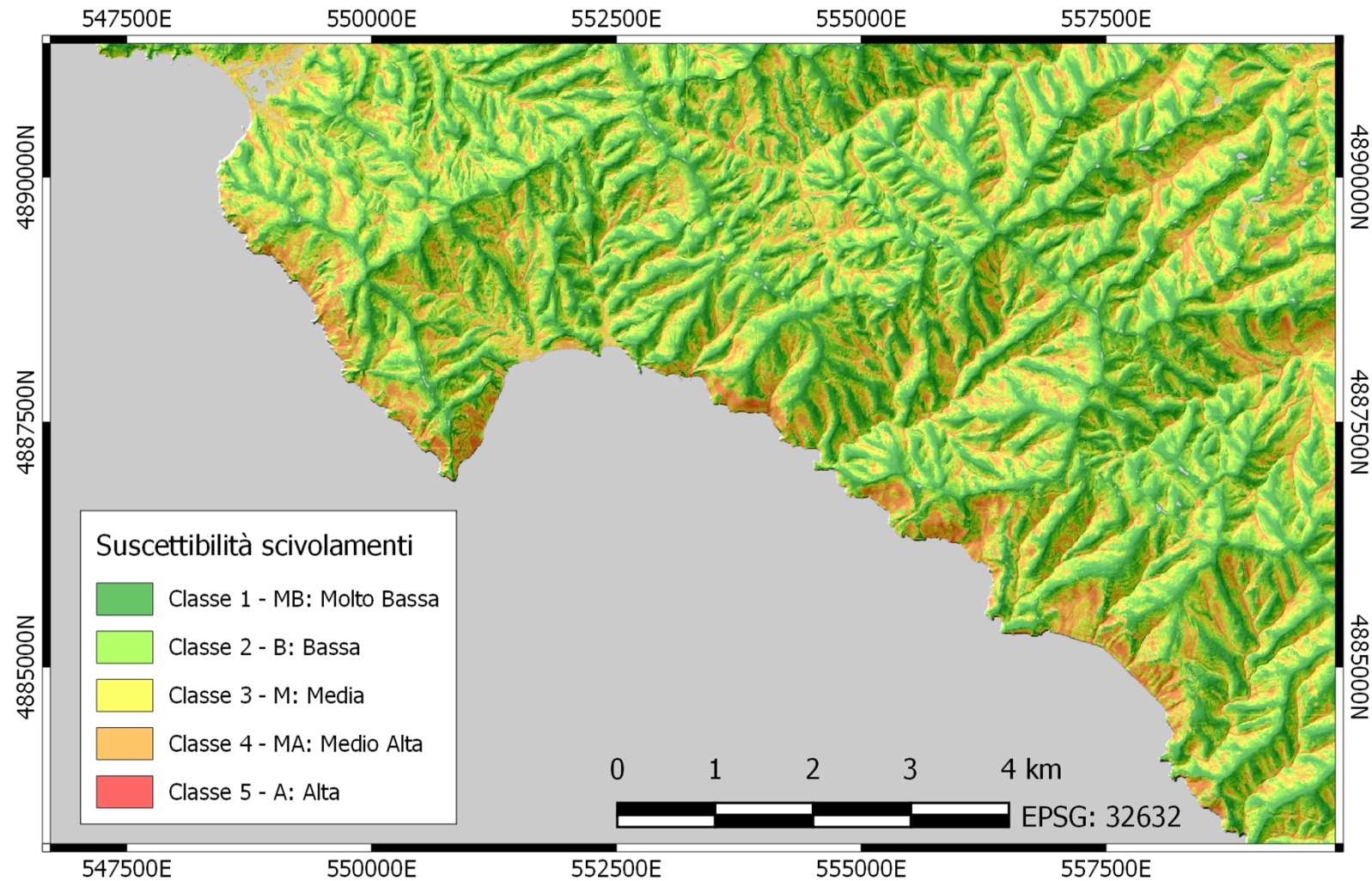
Tipo modellazione: approccio statistico multivariato di classificazione (software **LAND-SE**).

Unità di mappatura: pixel con risoluzione 5m x 5m del modello digitale del terreno (DTM) della Regione Liguria derivato da CTR 1:5000 del 2007 II ed. 3D/DB Topografico.

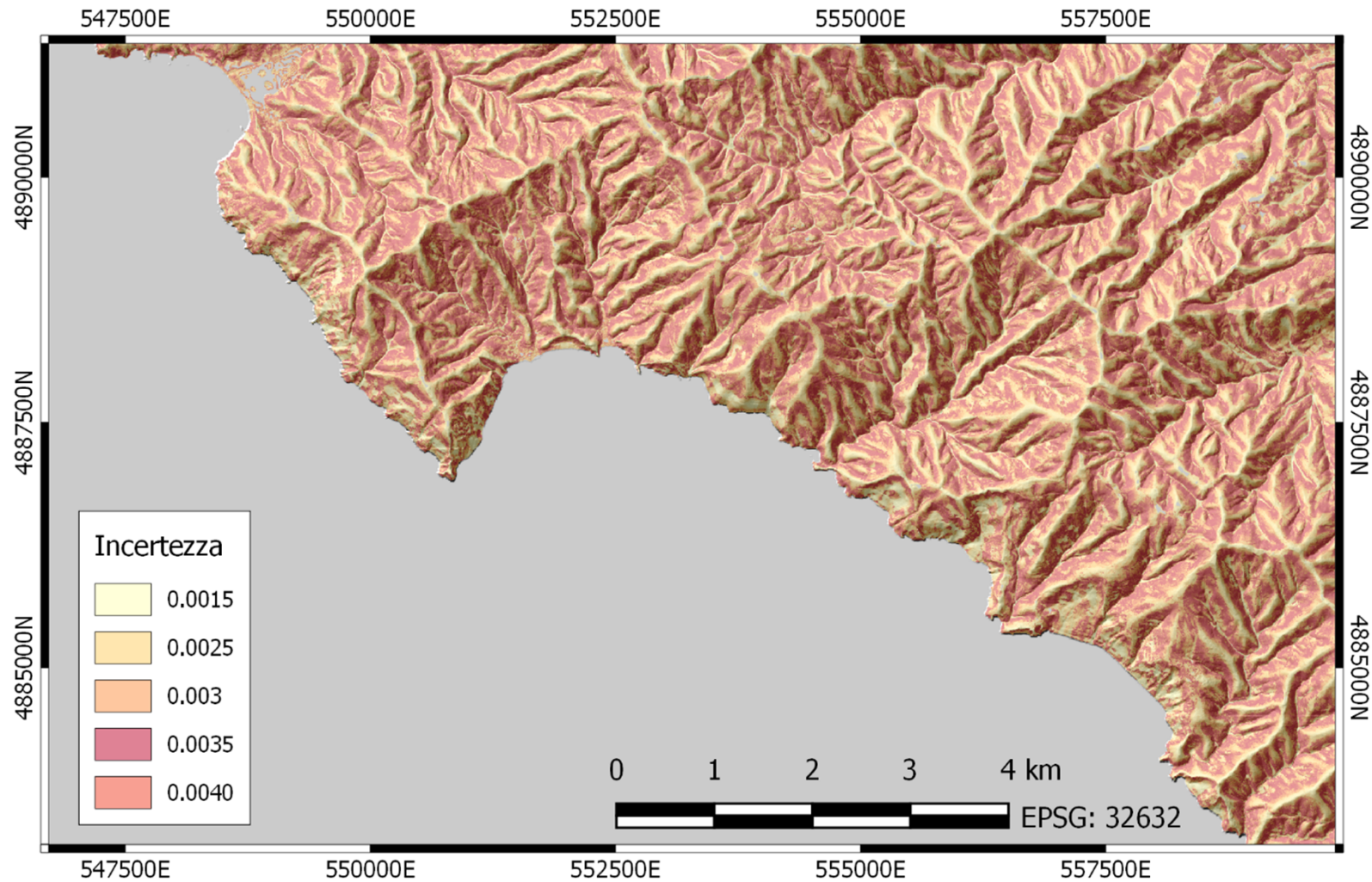
Variabile dipendente: frane di tipo scivolamento estratte dall'IFFI della Regione Liguria (utilizzate in calibrazione e validazione).

Variabili tematiche: pendenza, aspetto, curvatura lungo il profilo, curvatura trasversale, accumulo, classi geomorfiche e variabili quantitative derivate, geologia.

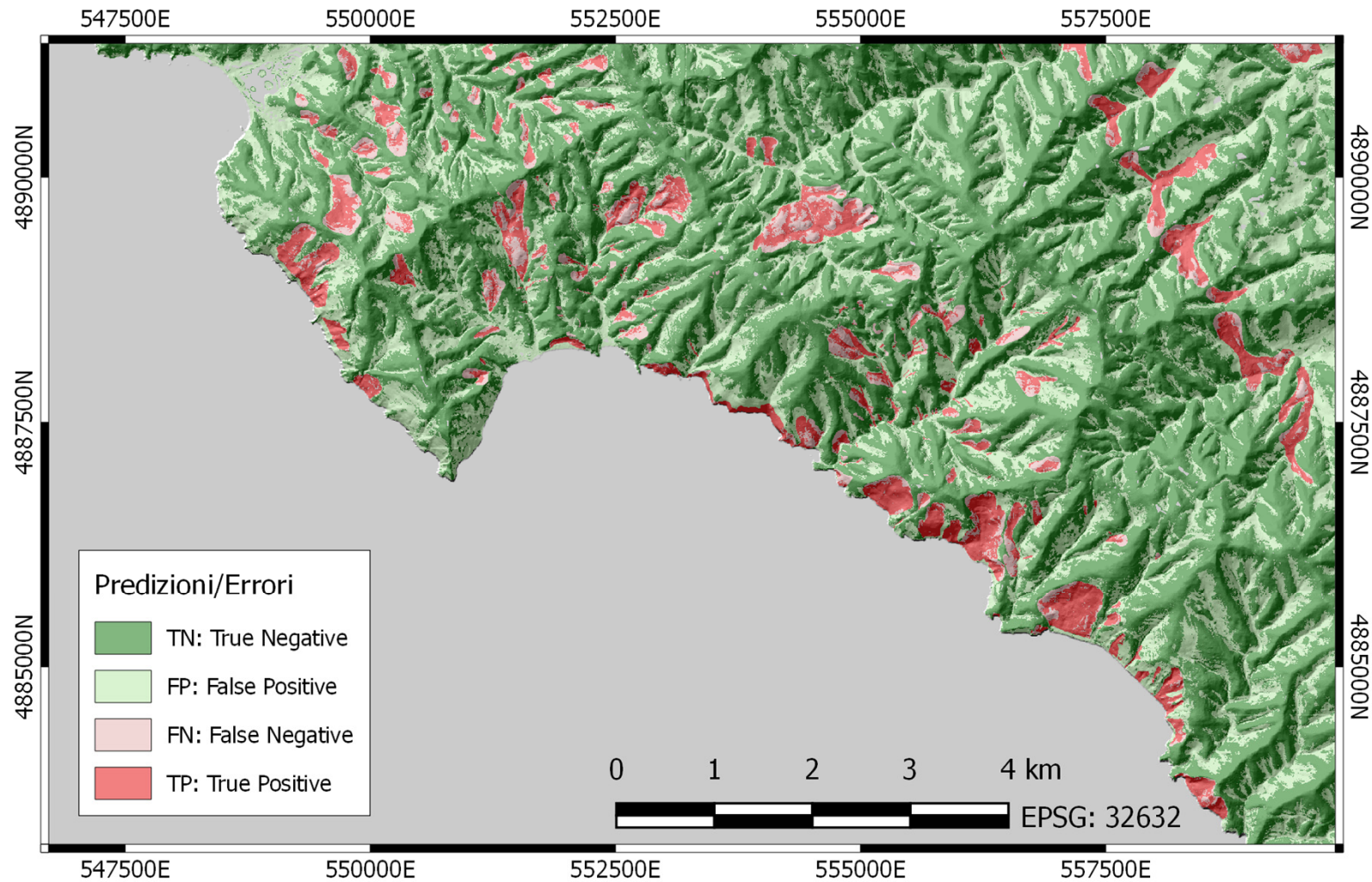
SUSCETTIBILITÀ FRANE DI SCIVOLAMENTO



FRANE DI SCIVOLAMENTO: INCERTEZZA



FRANE DI SCIVOLAMENTO: ERRORI MODELLO



SUSCETTIBILITÀ FRANE DI CROLLO

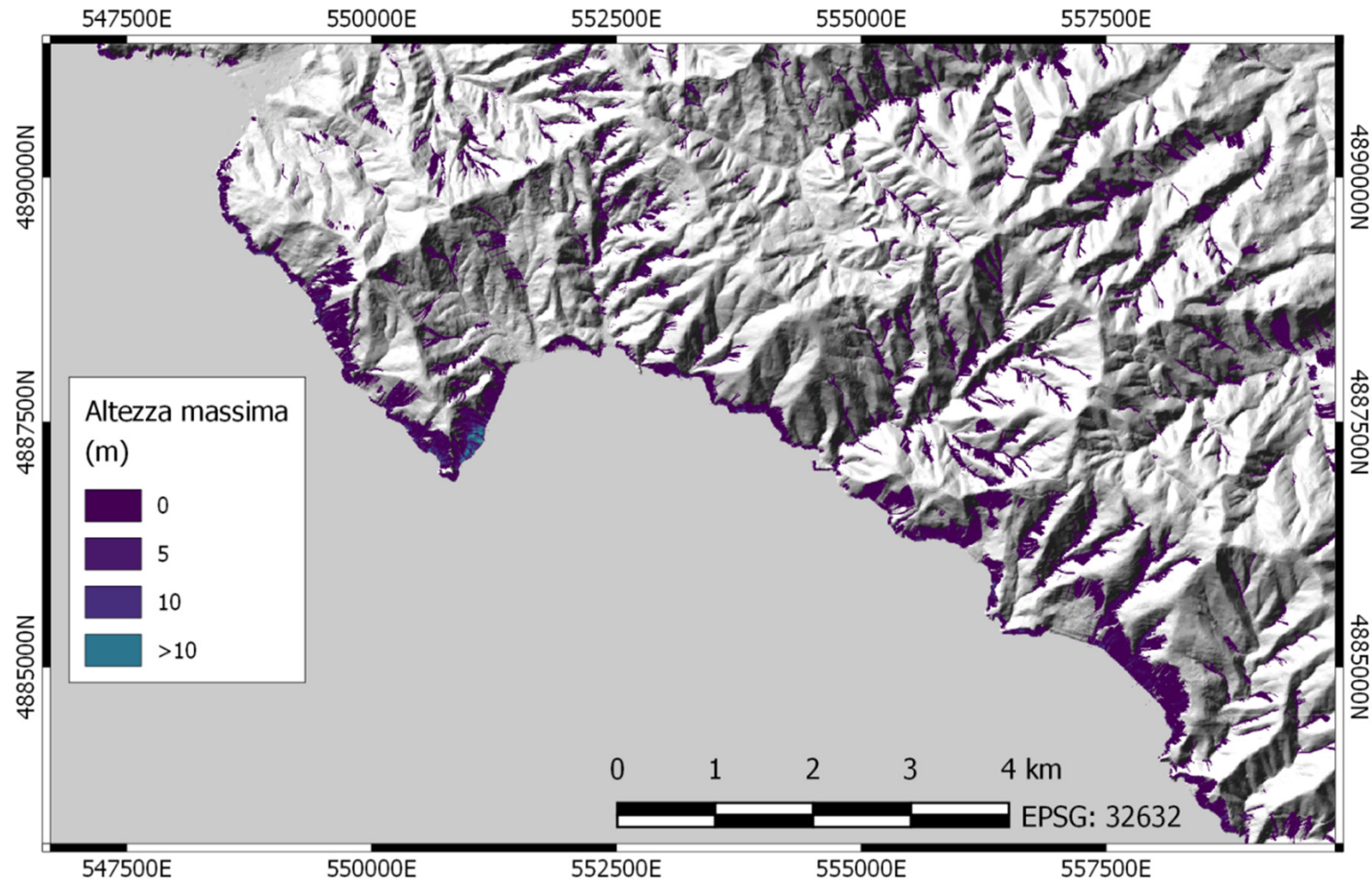
Tipo modellazione: approccio deterministico semplificato (software **STONE**).

Unità di mappatura: pixel con risoluzione 5m x 5m del modello digitale del terreno (DTM) della Regione Liguria derivato da CTR 1:5000 del 2007 II ed. 3D/DB Topografico.

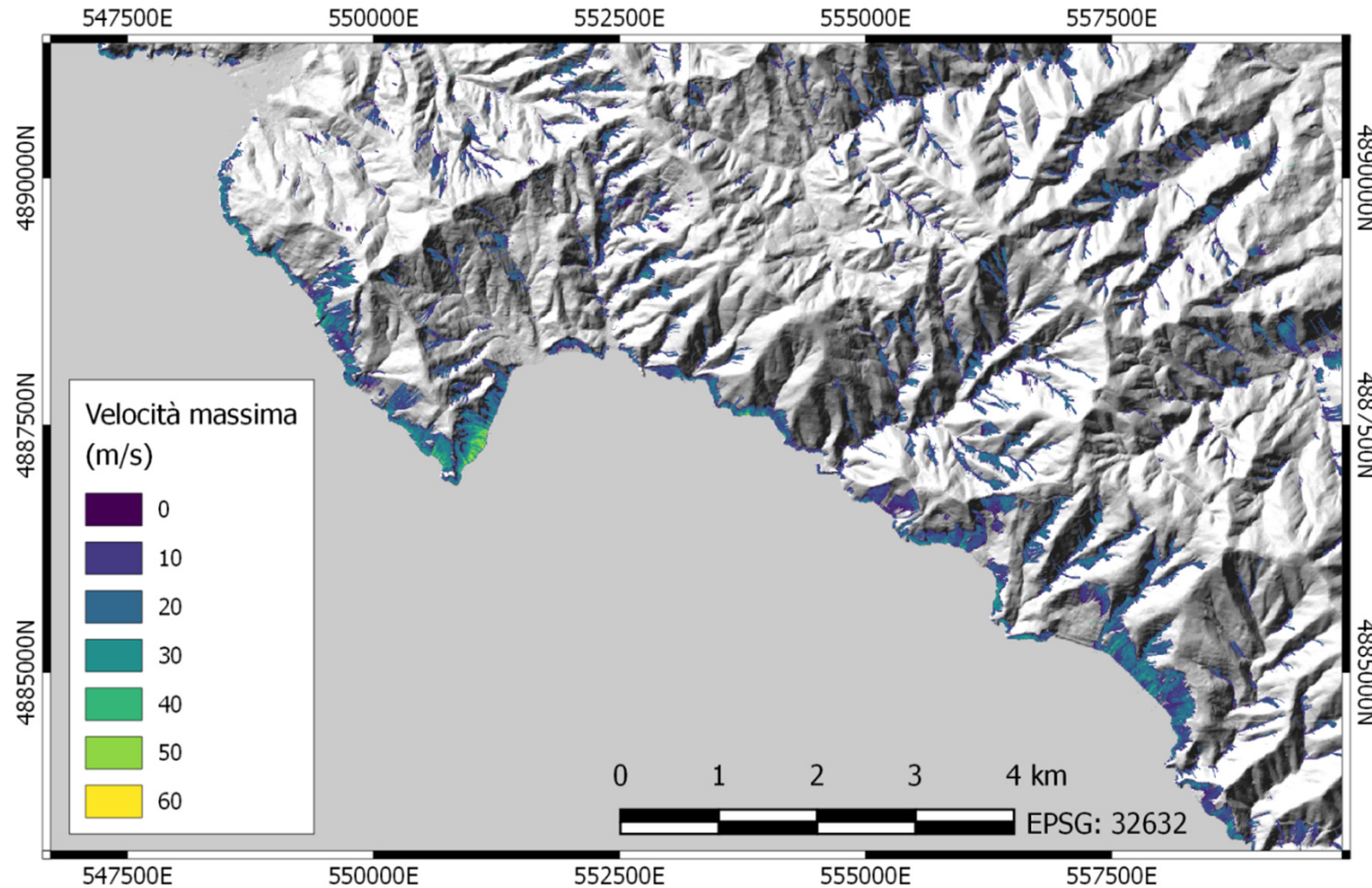
Variabile di controllo: nessuna (crolli non mappati nell'IFFI della Regione Liguria).

Variabili tematiche: elevazione per simulare il runout, pendenza per derivare le aree sorgenti di crollo (pendenza > valore soglia), geologia per derivare i coefficienti di attrito dinamico, di restituzione normale e tangenziale.

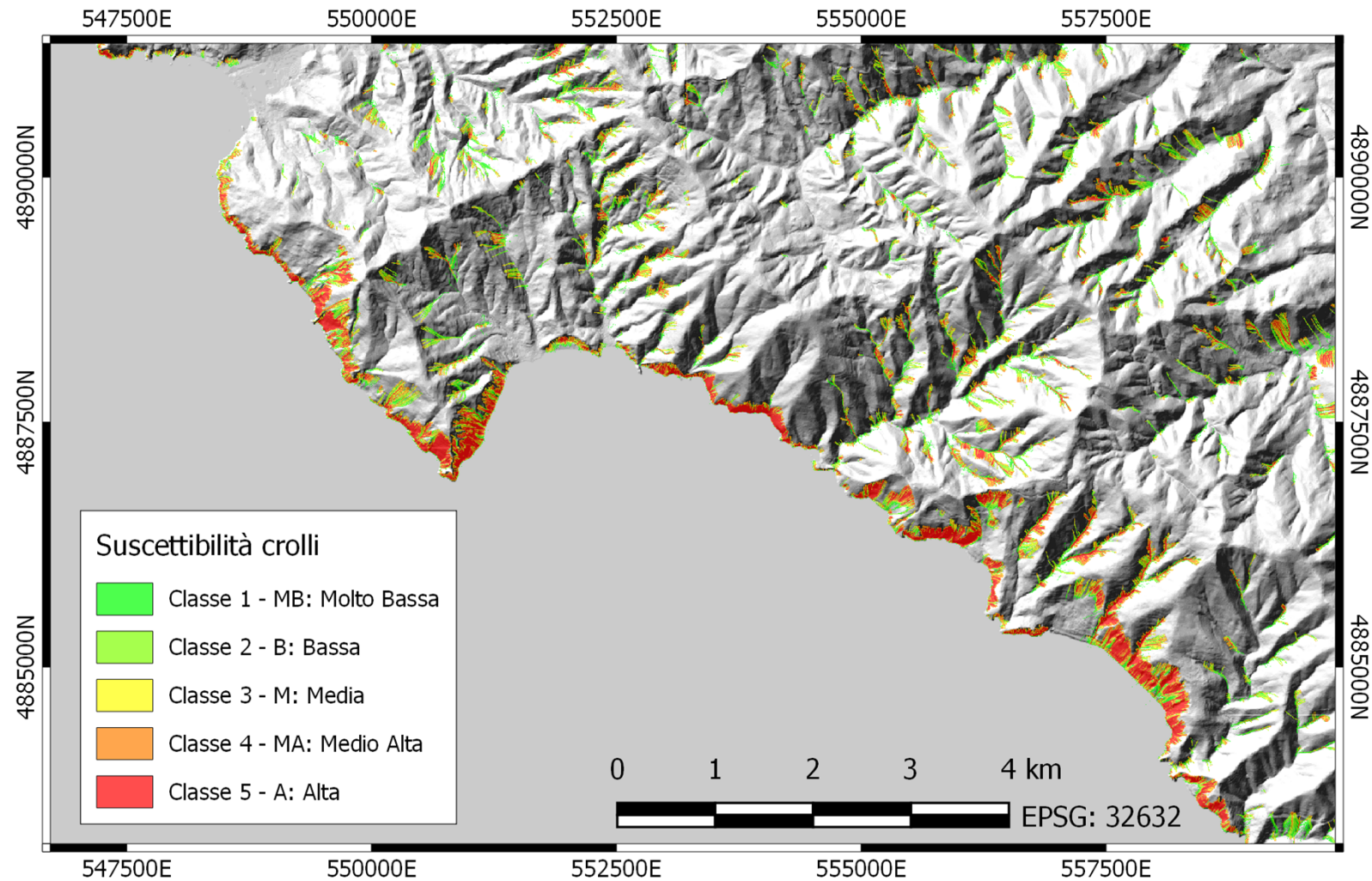
FRANE DI CROLLO: ALTEZZE MASSIMA



FRANE DI CROLLO: MASSIMA VELOCITÀ



SUSCETTIBILITÀ FRANE DI CROLLO



SUSCETTIBILITÀ FRANE DI COLATA

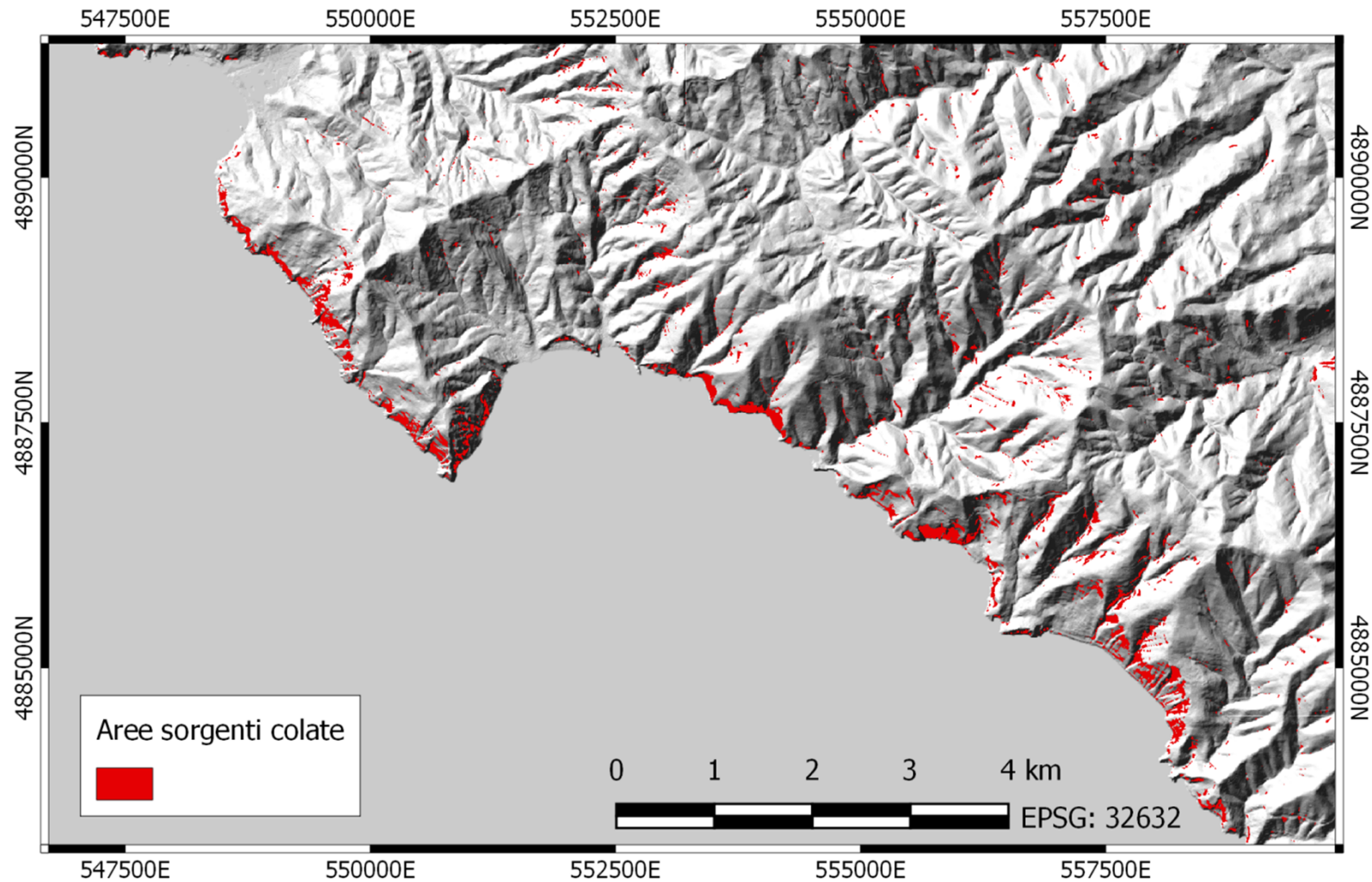
Tipo modellazione: approccio concettuale semplificato (modulo **GRASS GIS r.randomwalk**).

Unità di mappatura: pixel con risoluzione 5m x 5m del modello digitale del terreno (DTM) della Regione Liguria derivato da CTR 1:5000 del 2007 II ed. 3D/DB Topografico.

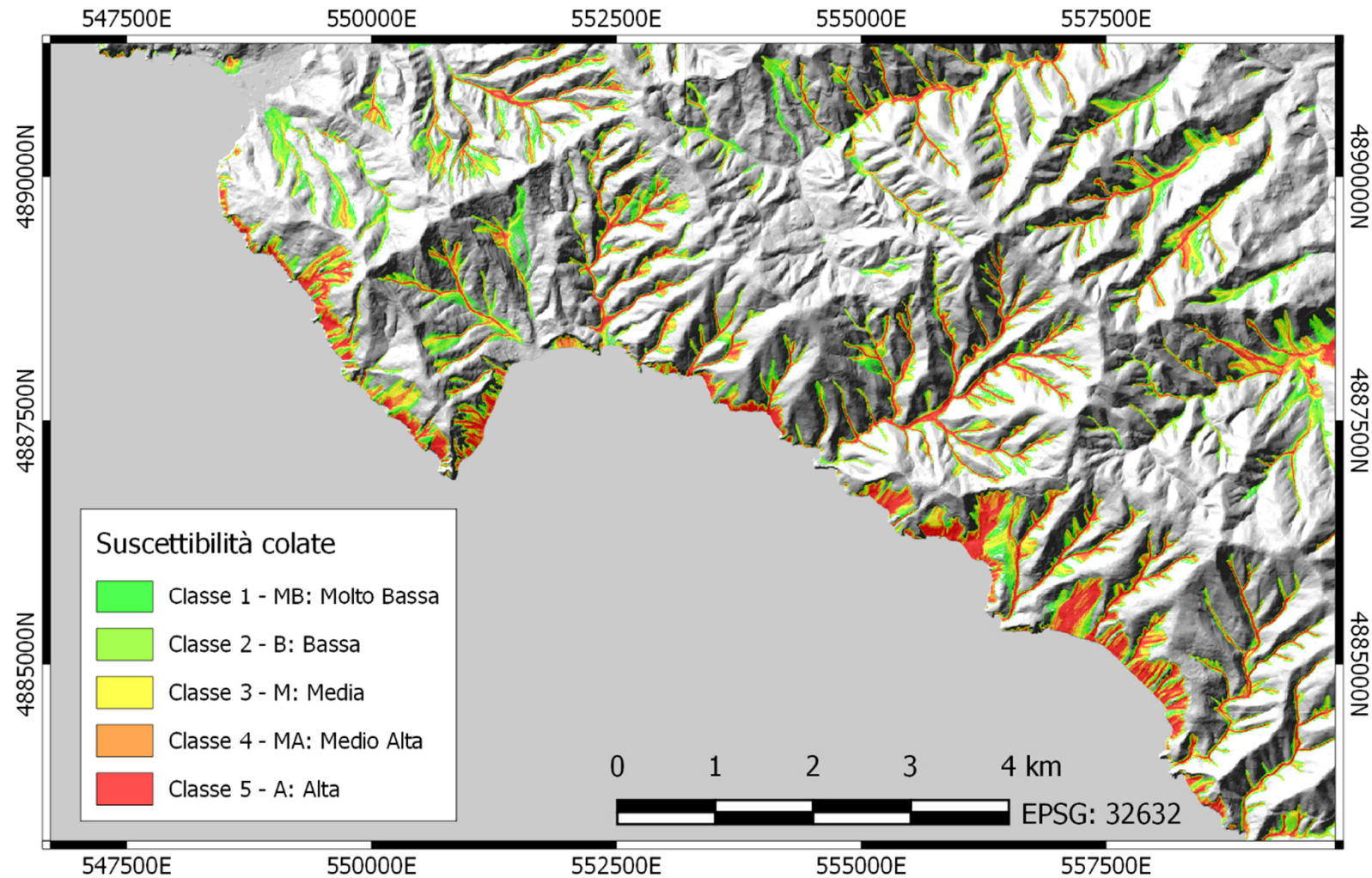
Variabile di controllo: frane di tipo colata estratte dall'IFFI della Regione Liguria (utilizzate in calibrazione).

Variabili tematiche: elevazione per simulare il runout, pendenza e accumulo per derivare le aree sorgenti di colata.

AREE SORGENTI FRANE DI COLATA



SUSCETTIBILITÀ FRANE DI COLATA

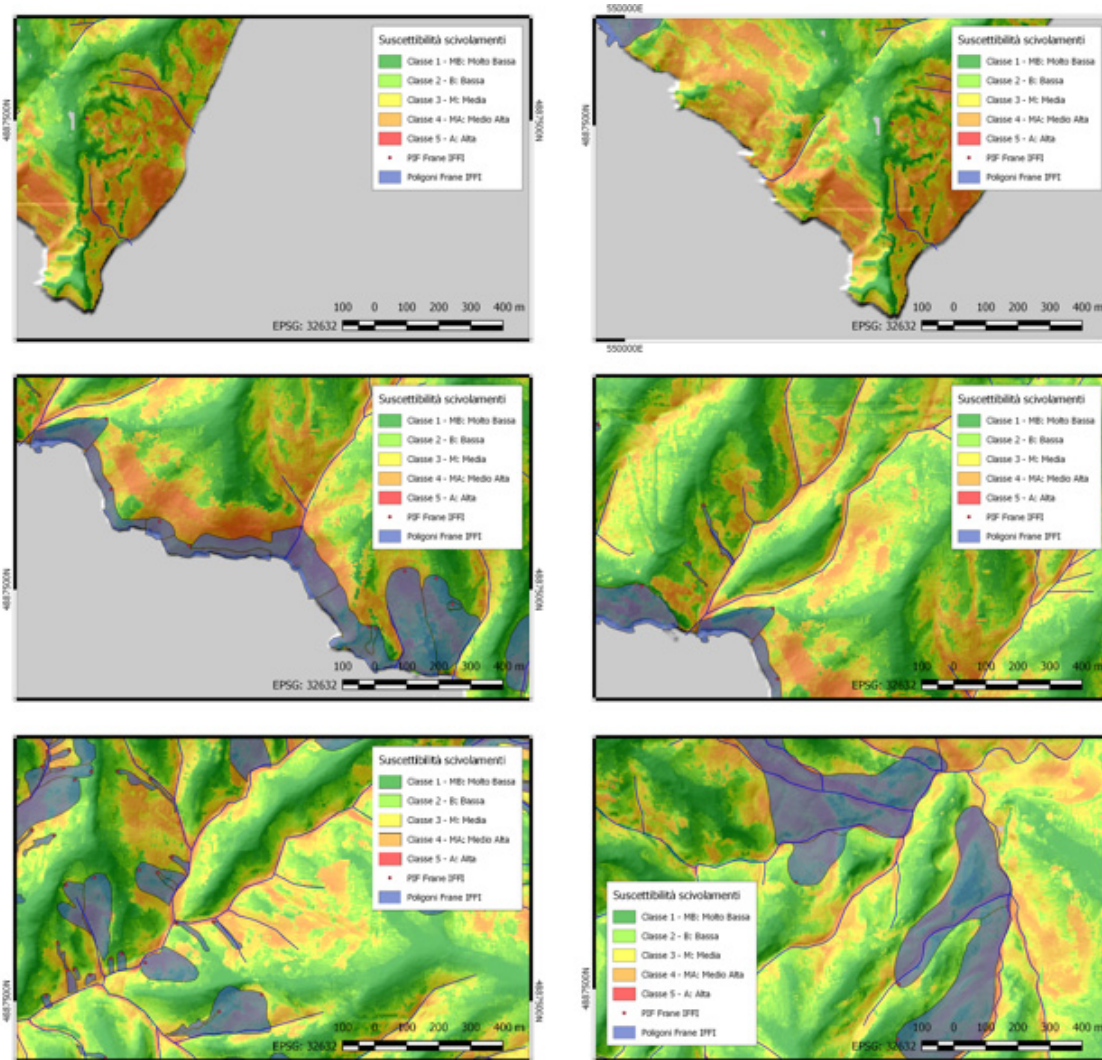


VALIDAZIONE E VERIFICA MODELLAZIONE

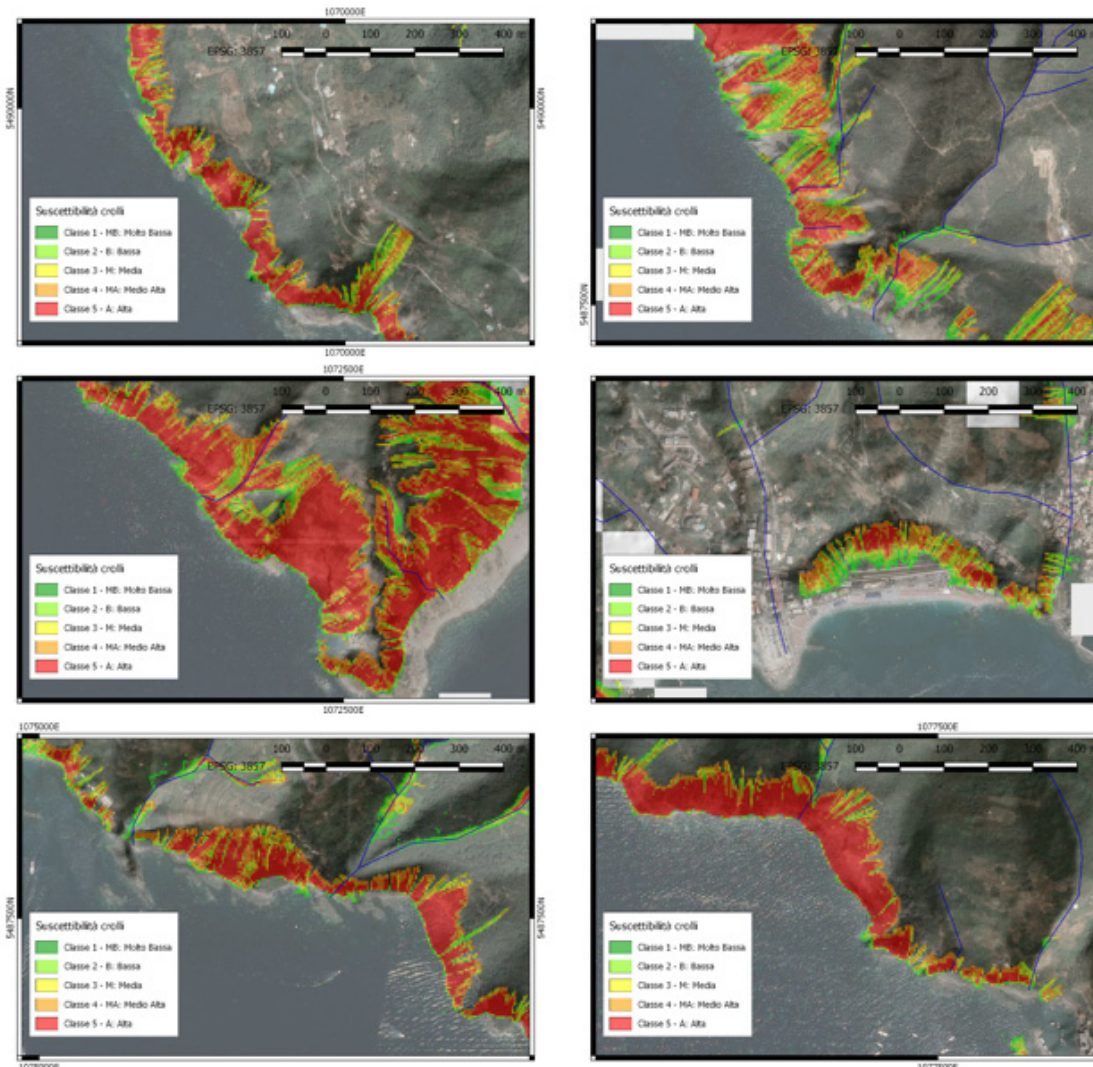
Vista la differenza di dati di frana a disposizione per le tre differenti tipologie di frana, sono state **realizzate attività** di **verifica** e **validazione differenziate**:

- ❑ per i modelli di suscettibilità per frane di tipo **scivolamento**: **valutazioni quantitative** utilizzando differenti metriche statistiche e valutazioni **qualitative**;
- ❑ per i modelli di suscettibilità per frane di tipo **crollo**: valutazioni **qualitative**;
- ❑ per i modelli di suscettibilità per frane di tipo **colata**: valutazioni **qualitative**.

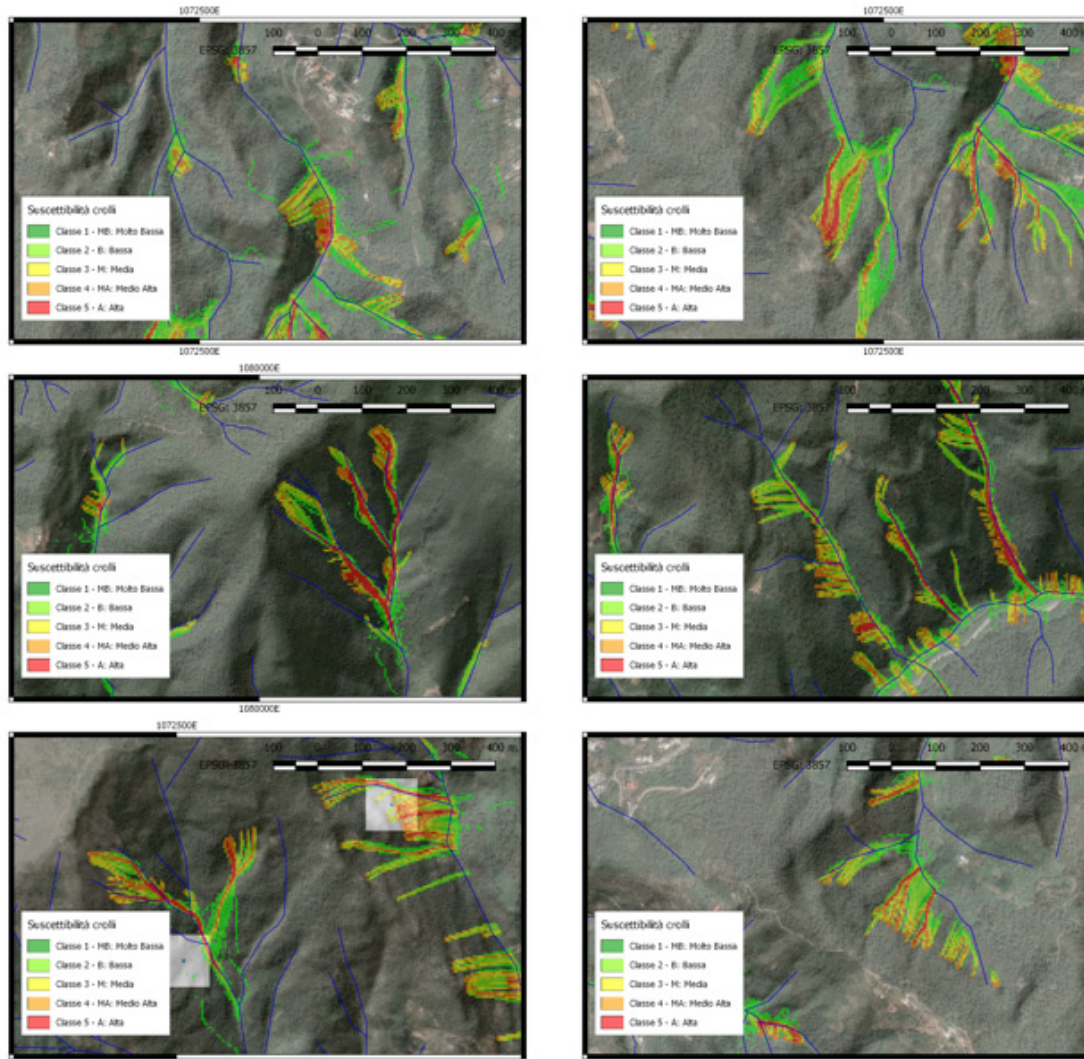
VALIDAZIONE E VERIFICA: SCIVOLAMENTI



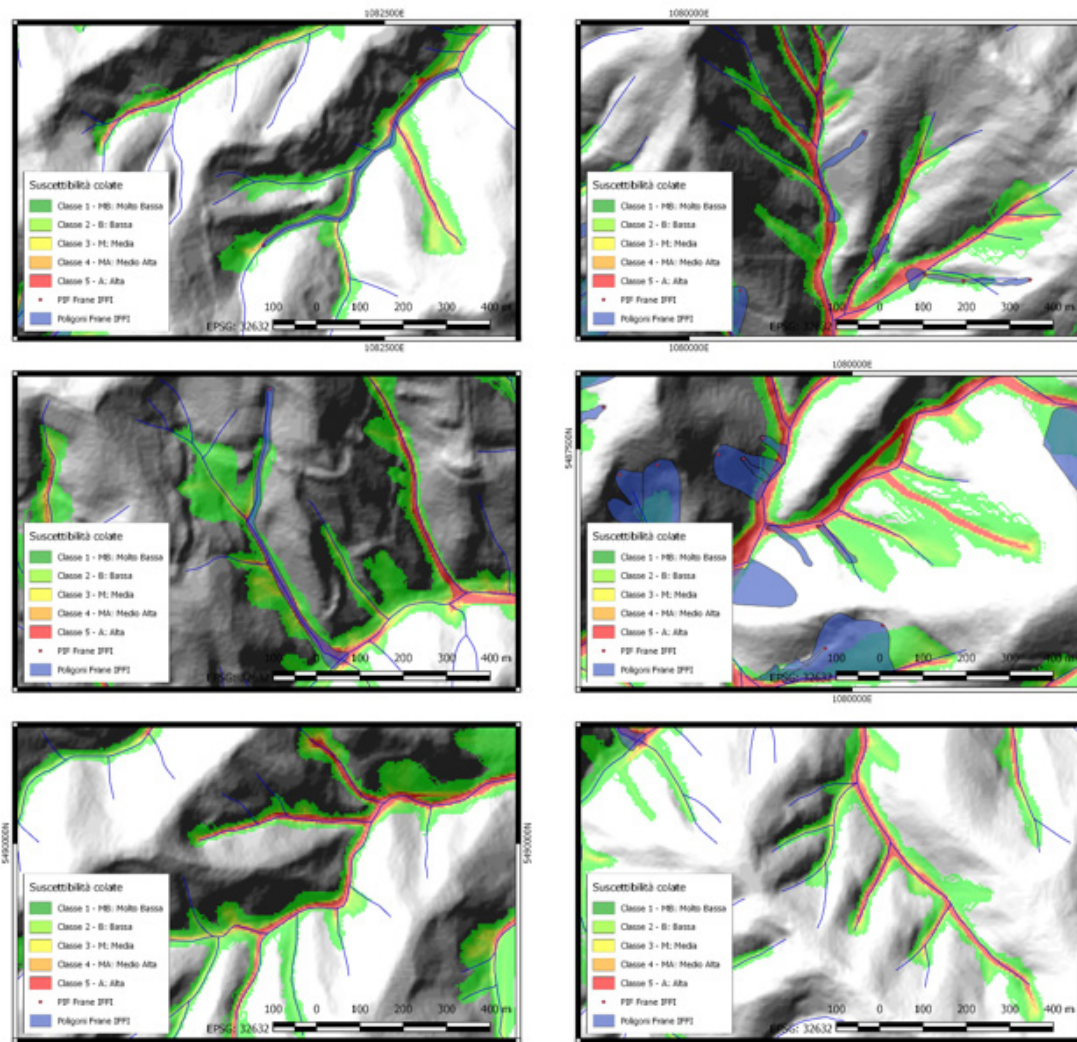
VALIDAZIONE E VERIFICA: CROLLI



VALIDAZIONE E VERIFICA: CROLLI



VALIDAZIONE E VERIFICA: COLATE



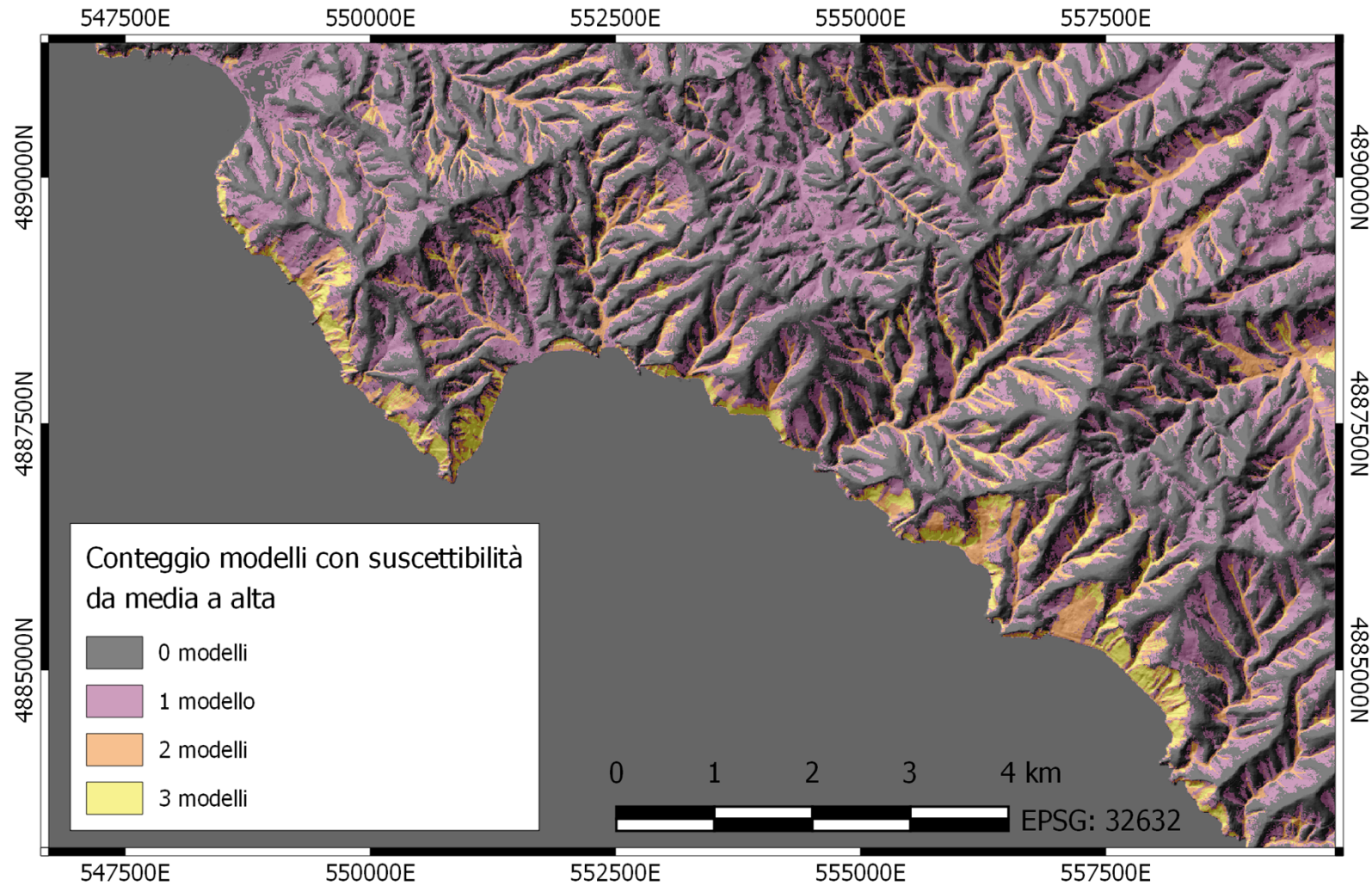
SUSCETTIBILITÀ COMPOSITA

Tipo modellazione: combinazione mappe di suscettibilità singole classificate in 5 classi (MB: molto bassa, B: bassa, M: media, MA: medio alta, A: alta) a livello di pixel e aggregazione a livello di unità di versante:

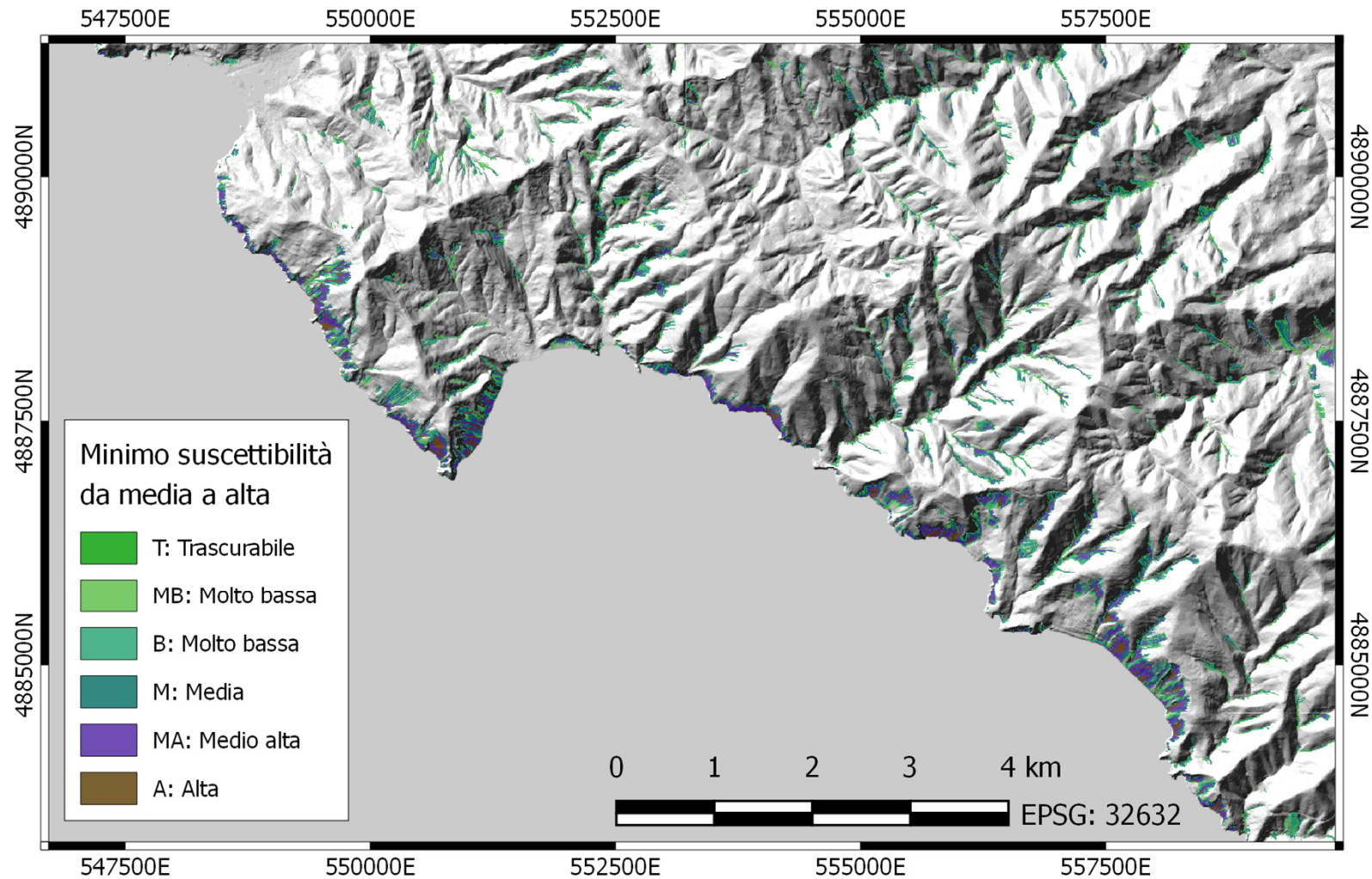
- ❑ **Mappa conteggio** modelli singoli con suscettibilità maggiore o uguale a media
- ❑ **Mappa** del **valore minimo** di **suscettibilità** raggiunto da uno dei modelli
- ❑ **Mappa** del **valore massimo** di suscettibilità raggiunto da uno dei modelli

Unità di mappatura: pixel con risoluzione 5m x 5m, unità di versante.

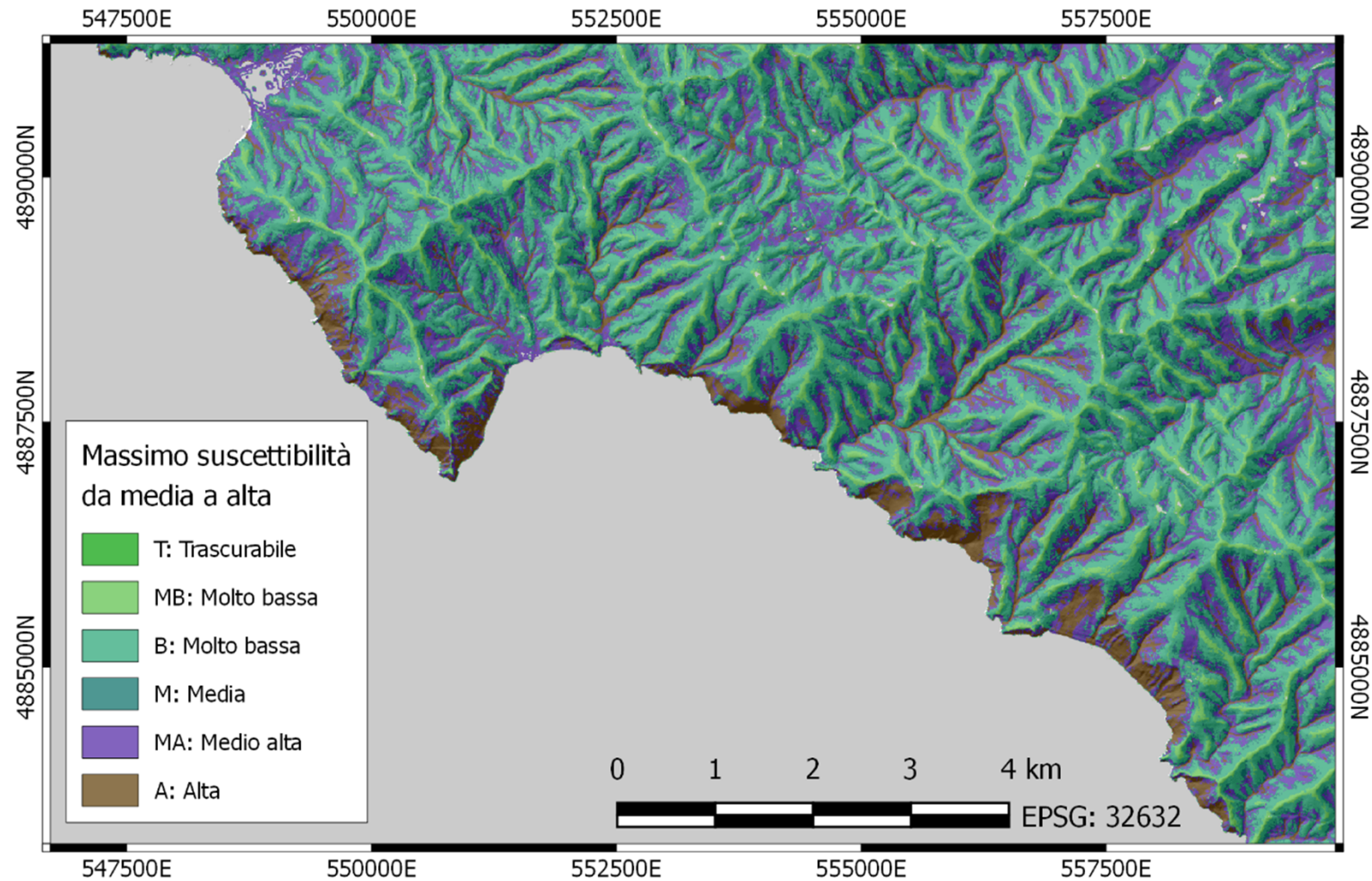
SUSCETTIBILITÀ COMPOSITA: CONTEGGIO



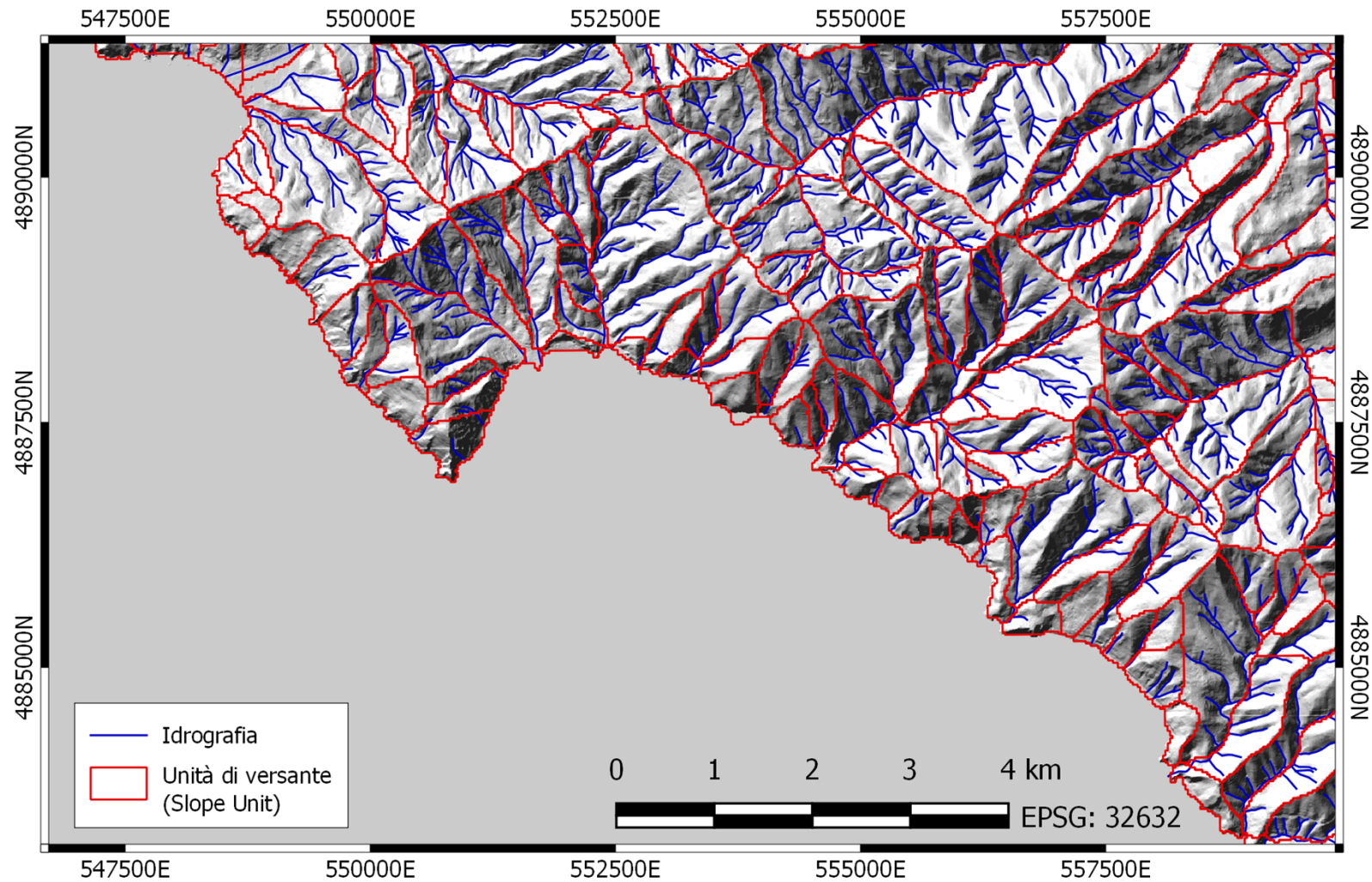
SUSCETTIBILITÀ COMPOSITA: VALORE MINIMO



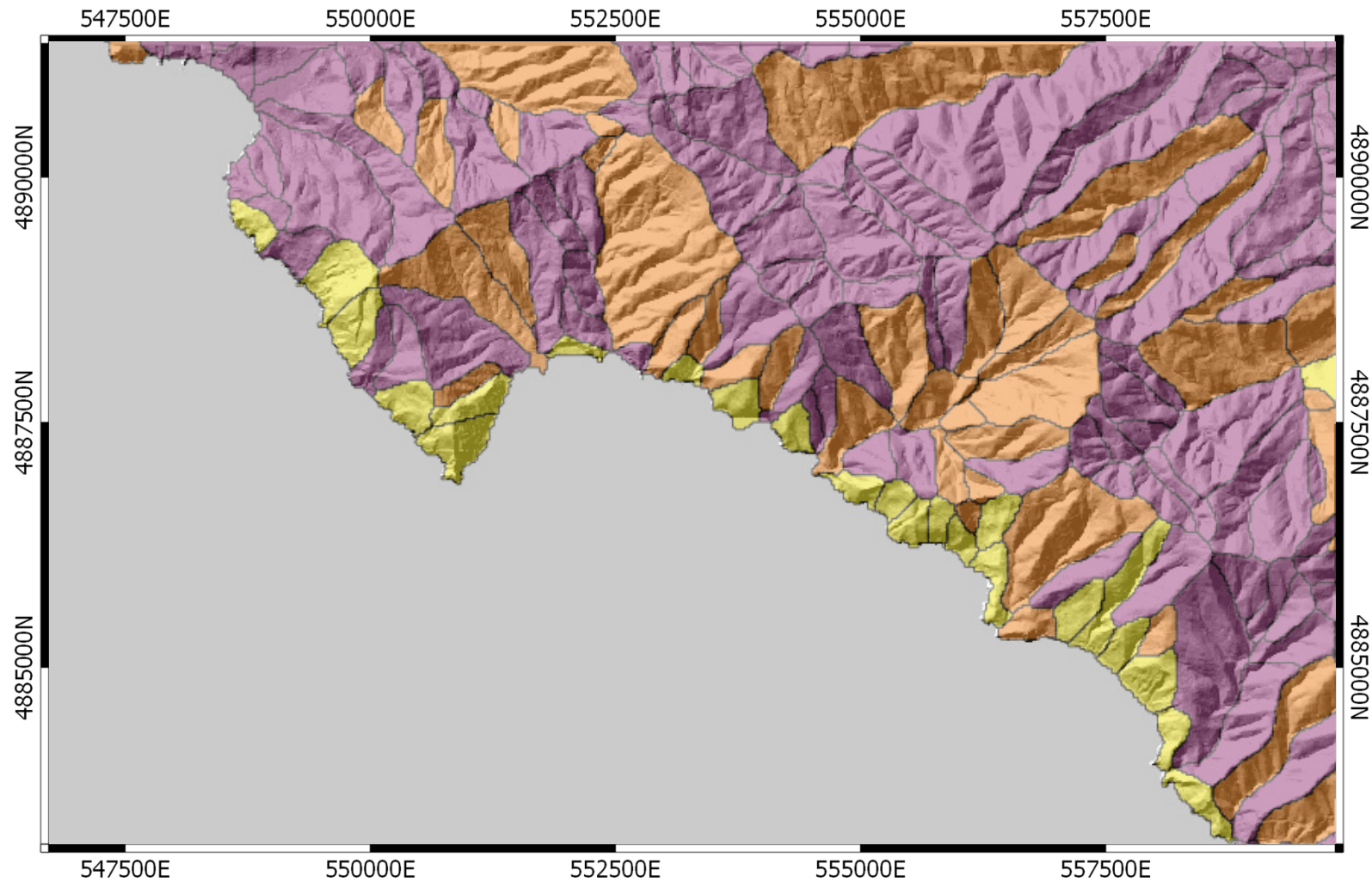
SUSCETTIBILITÀ COMPOSITA: VALORE MASSIMO



SUSCETTIBILITÀ COMPOSITA: AGGREGAZIONE



SUSCETTIBILITÀ COMPOSITA: AGGREGAZIONE

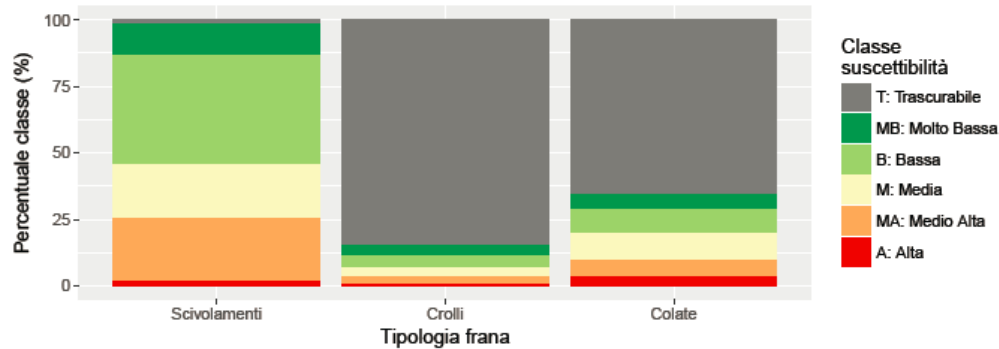


SUSCETTIBILITÀ COMPOSITA: AGGREGAZIONE

NOME CAMPO	DESCRIZIONE
cat	Riferimento univoco unità di versante
area	Dimensioni unità di versante (m2)
rsusc_pdf	Riferimento al file pdf con la ripartizione e le mappe delle diverse classi di suscettibilità per le differenti tipologie di frana all'interno dell'unità di versante
SL_T_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità trascurabile (T) a frane di scivolamento
SL_MB_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità molto bassa (MB) a frane di scivolamento
SL_B_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità bassa (B) a frane di scivolamento
SL_M_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità media (M) a frane di scivolamento
SL_MA_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità medio alta (MA) a frane di scivolamento
SL_A_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità alta (A) a frane di scivolamento
CR_T_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità trascurabile (T) a frane di crollo
CR_MB_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità molto bassa (MB) a frane di crollo
CR_B_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità bassa (B) a frane di crollo
CR_M_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità media (M) a frane di crollo
CR_MA_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità medio alta (MA) a frane di crollo
CR_A_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità alta (A) a frane di crollo
CO_T_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità trascurabile (T) a frane di colata
CO_MB_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità molto bassa (MB) a frane di colata
CO_B_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità bassa (B) a frane di colata
CO_M_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità media (M) a frane di colata
CO_MA_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità medio alta (MA) a frane di colata
CO_A_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità alta (A) a frane di colata
CScnt_pdf	Riferimento al file pdf contenente la mappa del valore conteggio di suscettibilità combinata calcolata a scala di pixel
CSmin_pdf	Riferimento al file pdf contenente la mappa del valore minimo di suscettibilità combinata calcolata a scala di pixel
CSmax_pdf	Riferimento al file pdf contenente la mappa del valore massimo di suscettibilità combinata calcolata a scala di pixel
CSrep_pdf	Riferimento al file pdf con la ripartizione dei valori conteggio, minimo e massimo di suscettibilità combinata all'interno dell'unità di versante
CScnt_0_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con valori di conteggio di suscettibilità composita pari a 0 (0 modelli >= classe media)
CScnt_1_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con valori di conteggio di suscettibilità composita pari a 1 (1 modello >= classe media)
CScnt_2_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con valori di conteggio di suscettibilità composita pari a 2 (2 modelli >= classe media)
CScnt_3_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con valori di conteggio di suscettibilità composita pari a 3 (0 modelli >= classe media)
CSmin_T_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità composita minima trascurabile (T)
CSmin_MB_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità composita minima molto bassa (MB)
CSmin_B_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità composita minima bassa (B)
CSmin_M_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità composita minima media (M)
CSmin_MA_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità composita minima medio alta (MA)
CSmin_A_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità composita minima alta (A)
CSmax_T_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità composita massima trascurabile (T)
CSmax_MB_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità composita massima molto bassa (MB)
CSmax_B_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità composita massima bassa (B)
CSmax_M_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità composita massima media (M)
CSmax_MA_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità composita massima medio alta (MA)
CSmax_A_p	Percentuale di pixel nell'unità di versante con classe di suscettibilità composita massima alta (A)

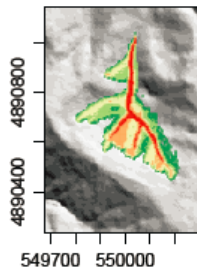
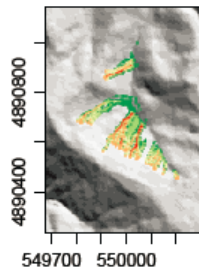
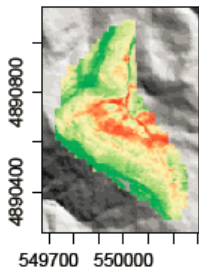
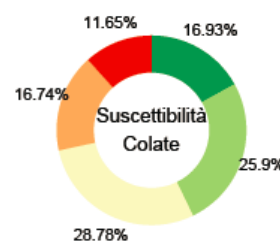
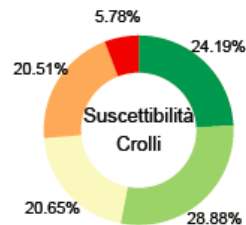
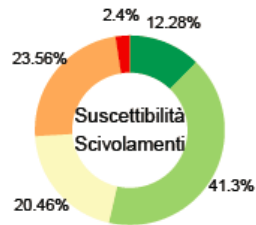
SUSCETTIBILITÀ COMPOSITA: SCHEDE VERSANTI

Ripartizione classi suscettibilità – Unità: cat=454



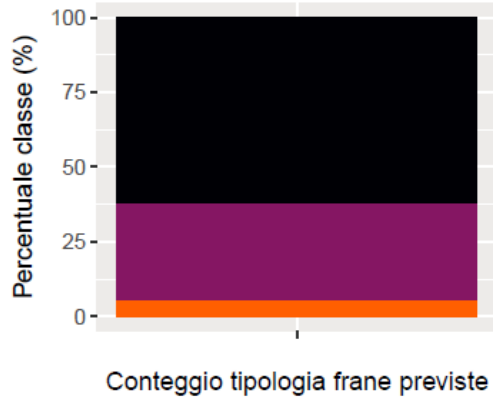
Scheda di sintesi suscettibilità alle diverse tipologie di frana.

- Ripartizione totale classi di suscettibilità sull'unità di versante.
- Ripartizione classi di suscettibilità sull'area coperta da ogni singolo modello (esclusa classe T: trascurabile).
- Estratti delle singole mappe di suscettibilità.

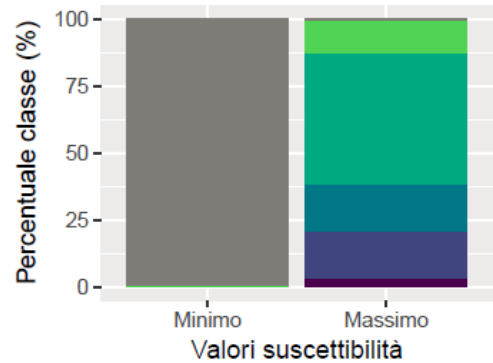


SUSCETTIBILITÀ COMPOSITA: SCHEDE VERSANTI

Suscettibilità composta - Unità: cat=549

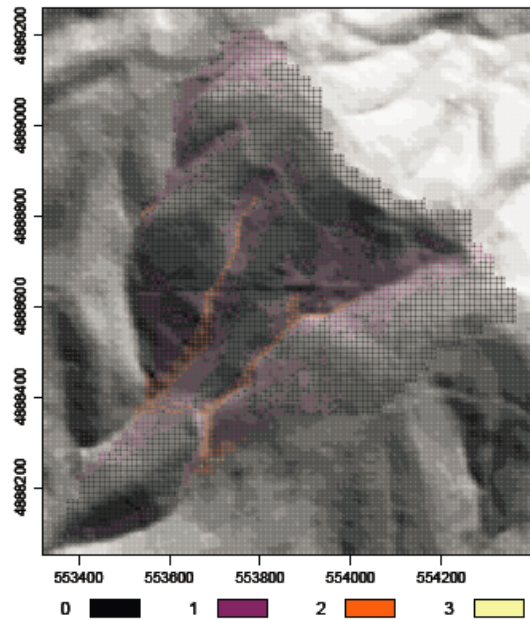


0 1 2 3

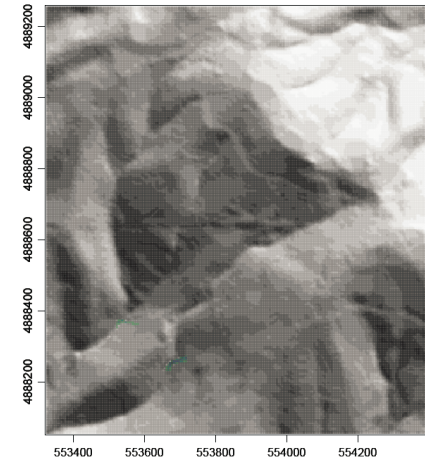


T: Trascurabile B: Bassa MA: Medio Alta
 MB: Molto Bassa M: Media A: Alta

Conteggio tipologia frane previste - Unità: cat=549

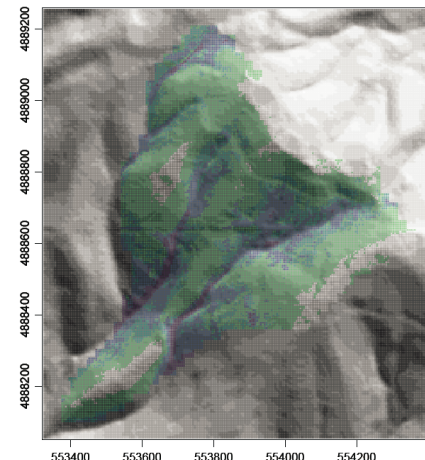


Valore minimo classi suscettibilità - Unità: cat=549



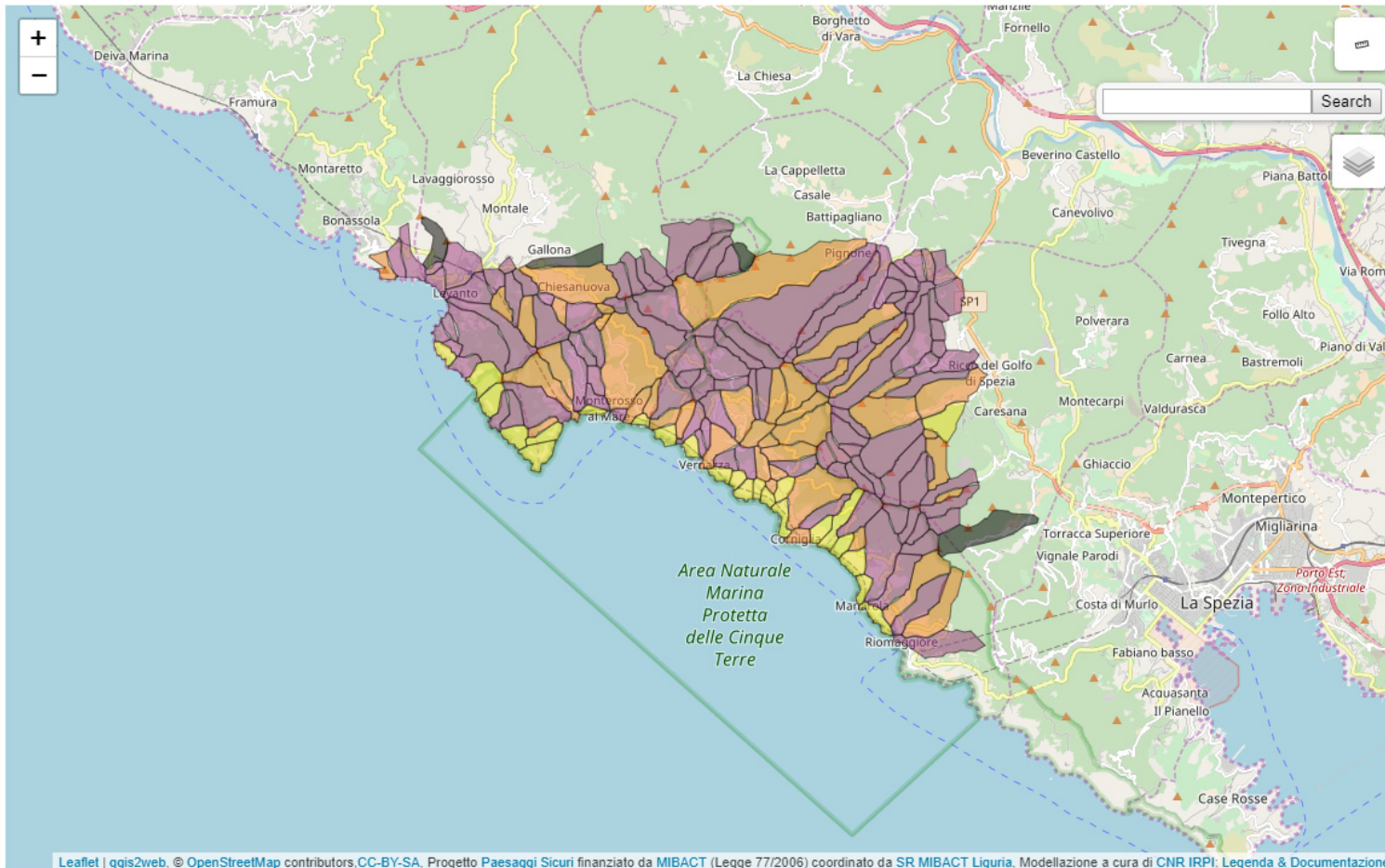
T MB B M MA A

Valore massimo classi suscettibilità - Unità: cat=549



T MB B M MA A

WEB GIS PAESAGGI SICURI



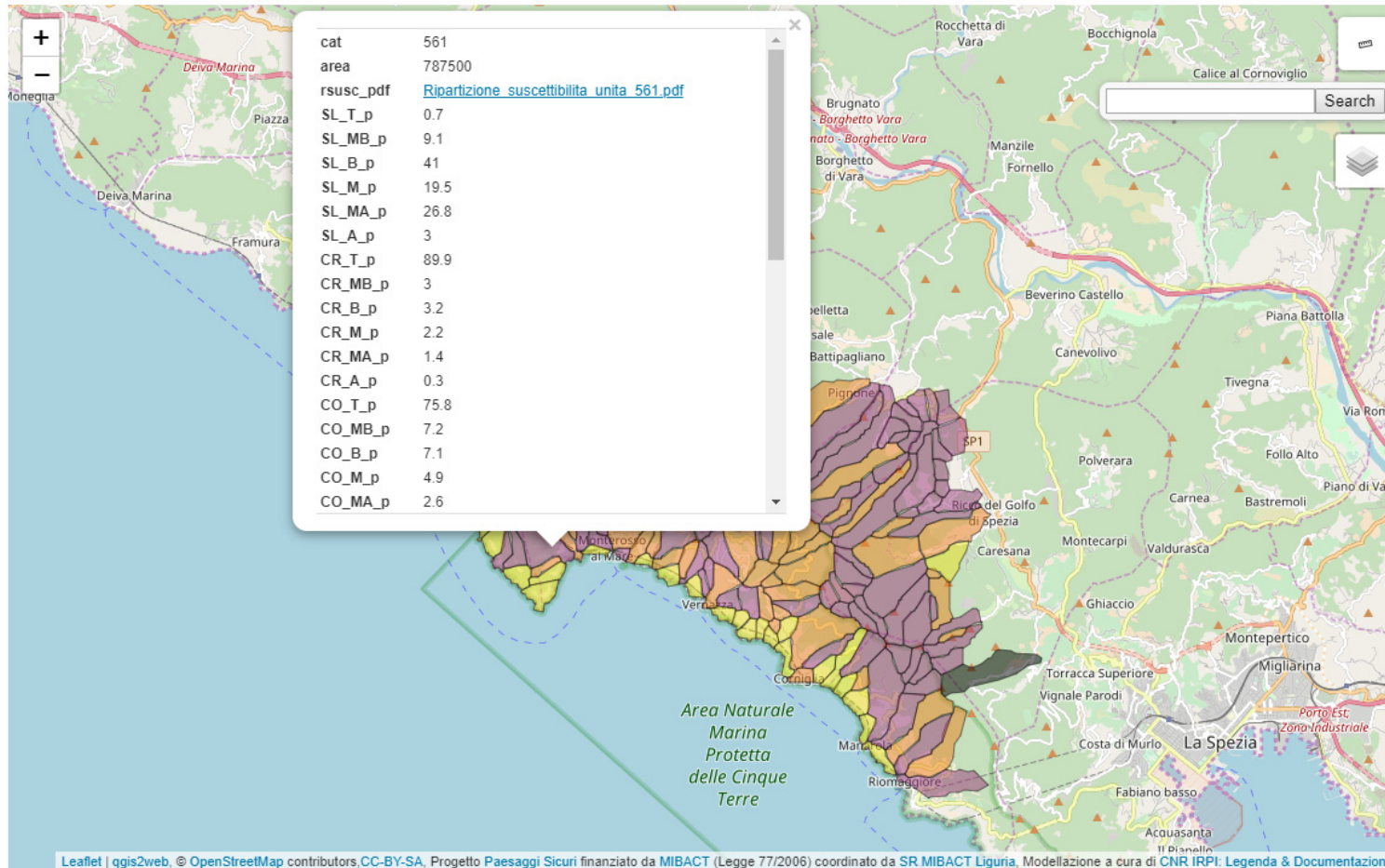
<http://paesaggisicuri.irpi.cnr.it>

MODELLAZIONE SUSCETTIBILITÀ FRANE

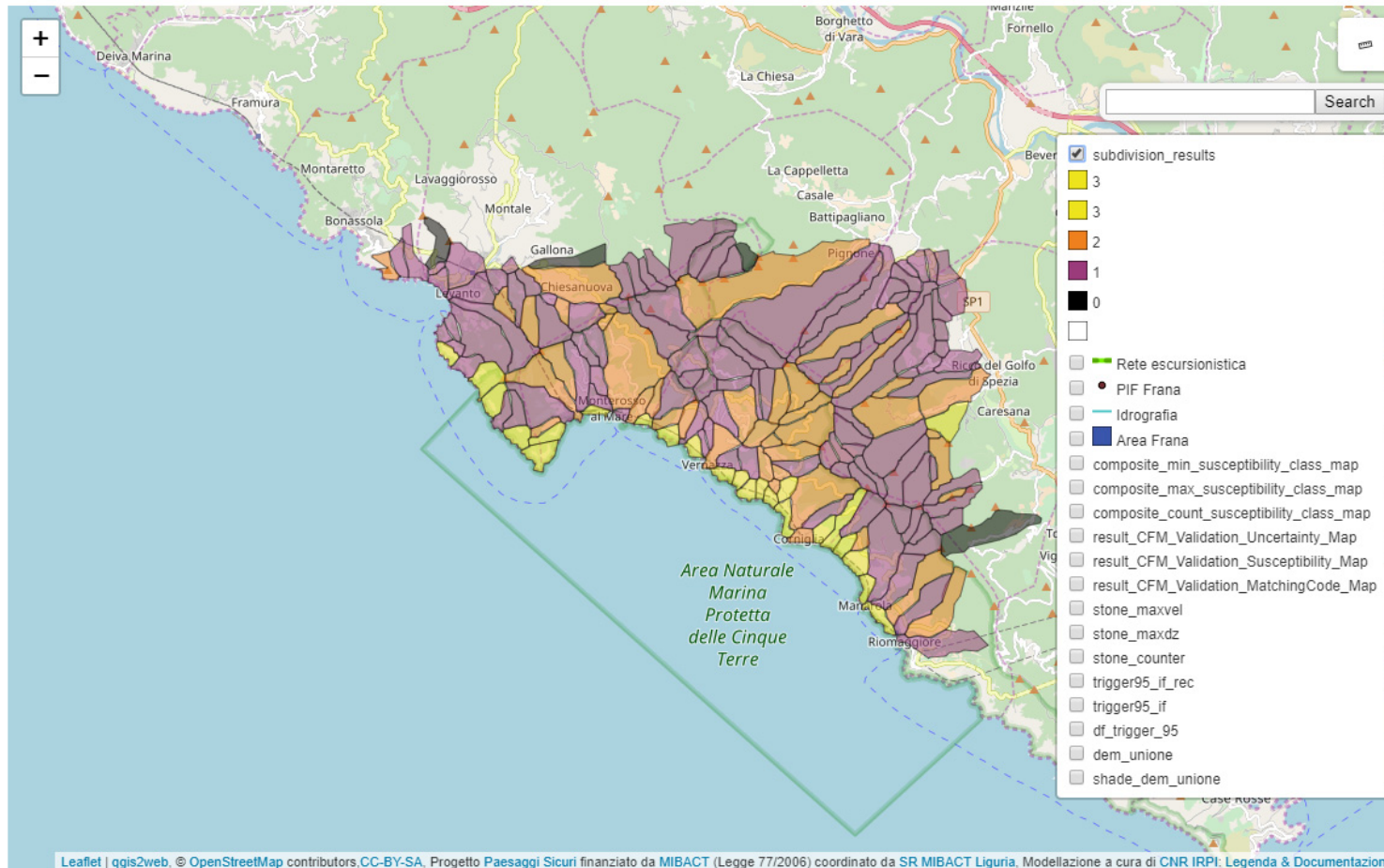


43

WEB GIS PAESAGGI SICURI



WEB GIS PAESAGGI SICURI



WEB GIS PAESAGGI SICURI: MAPPE

MAPPE Web GIS
subdivision_results (layer suscettibilità composita a scala di versante)
Rete escursionistica (layer rete escursionistica)
PIF Frana (layer PIF IFFI)
Idrografia (layer idrografia)
Area Frana (layer poligoni frana IFFI)
dem_unione (layer modello del terreno)
shade_dem_unione (layer rilievo ombreggiato)
composite_count_susceptibility_class_map (layer valore conteggio mappa suscettibilità composita)
composite_min_susceptibility_class_map (layer valore minimo mappa suscettibilità composita)
composite_max_susceptibility_class_map (layer valore massimo mappa suscettibilità composita)
result_CFM_Validation_MatchingCode_Map (layer errori suscettibilità per frane di tipo scivolamento)
result_CFM_Validation_Susceptibility_Map (layer suscettibilità per frane di tipo scivolamento)
result_CFM_Validation_Uncertainty_Map (layer incertezza suscettibilità per frane di tipo scivolamento)
stone_counter (layer suscettibilità per frane di tipo crollo)
stone_maxdz (layer altezza massima massi per frane di tipo crollo)
stone_maxvel (layer velocità massima per frane di tipo crollo)
trigger95_if (layer conteggio traiettorie per frane di tipo colata)
trigger95_if_rec (layer suscettibilità per frane di tipo colata)
df_trigger_95 (layer aree sorgenti per frane di tipo colata)



Ministero
dei beni e delle
attività culturali
e del turismo



PROGETTO PAESAGGI SICURI
STRATEGIE DI PREVENZIONE E ALLERTAMENTO
NEL SITO UNESCO PORTO VENERE, CINQUE
TERRE E ISOLE



Mauro Rossi

 mauro.rossi@irpi.cnr.it

GEOMORPHOLOGY.IRPI.CNR.IT