

# Strategie per l'implementazione di inventari di frana ottimizzati

Chiara Martinello



Università  
degli Studi  
di Palermo





Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



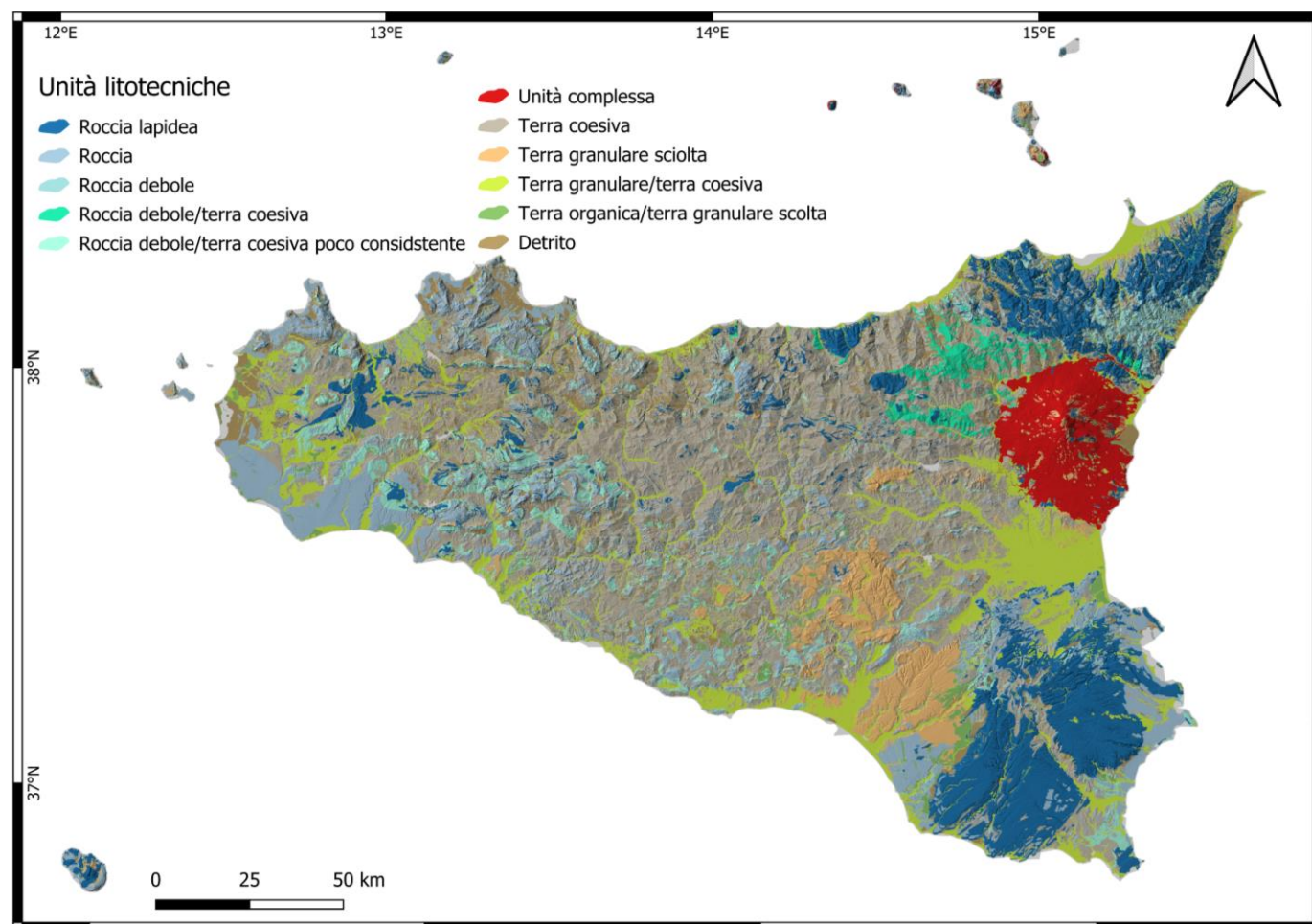
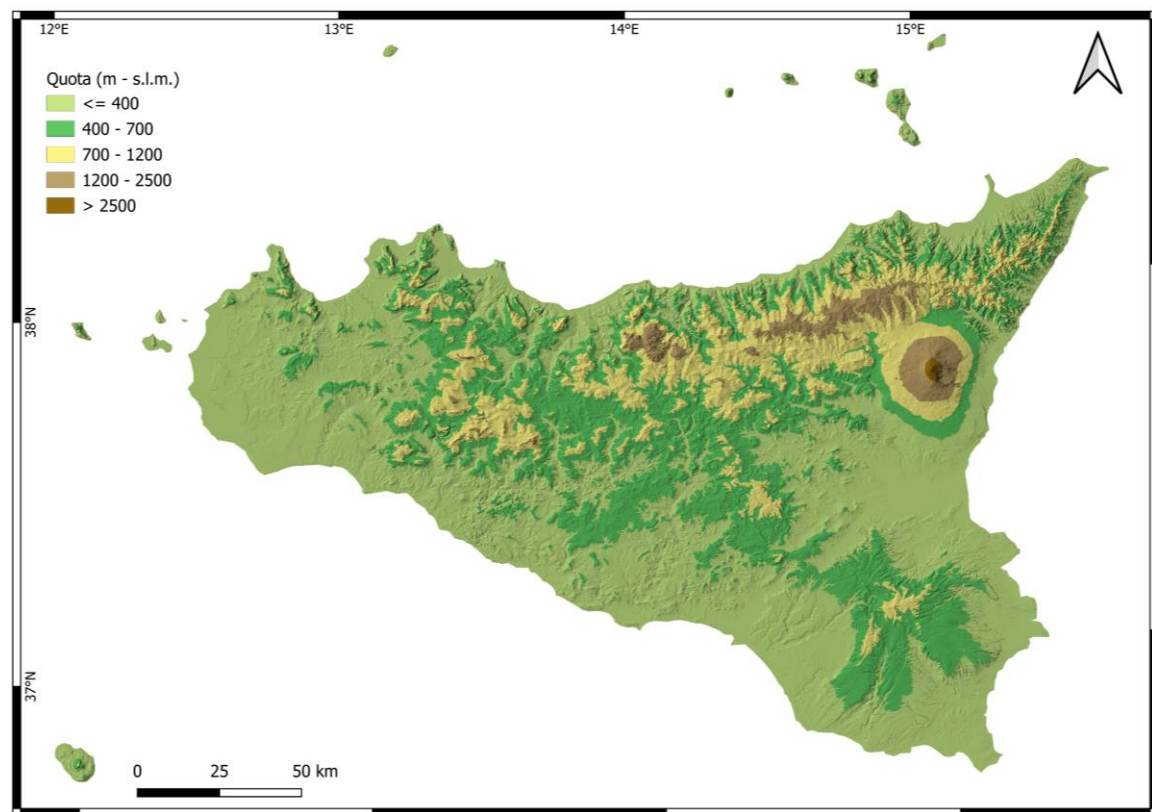
ISPRA  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Pubblica Amministrazione



## Indice

- Geologia, geomorfologia e frane in Sicilia
- Analisi degli inventari di frana
- Implementazione degli archivi di frana regionali ottimizzati

## Geologia, geomorfologia e frane in Sicilia





Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



Systema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

## Crolli e ribaltamenti



San Fratello, Messina, 2023



Monte Gallo, Palermo, 2021



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



Istituto Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

## Scorrimenti rotazionali e traslativi



Caltavuturo/Scillato, Palermo, 2015



Suvari, Palermo, 2009



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



## Flussi di terra/fango/detrito

Polizzi Generosa, Palermo



2003

2017

2019

2022

2023



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



Systema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

## Deformazioni Gravitative Profonde di Versante - DGPV



Scopello, Trapani, 2005



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



## Flussi di detrito della Sicilia orientale



Giampileri, Messina, 2009



Molino, Messina, 2009



Altolia, Messina, 2009



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



Systema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

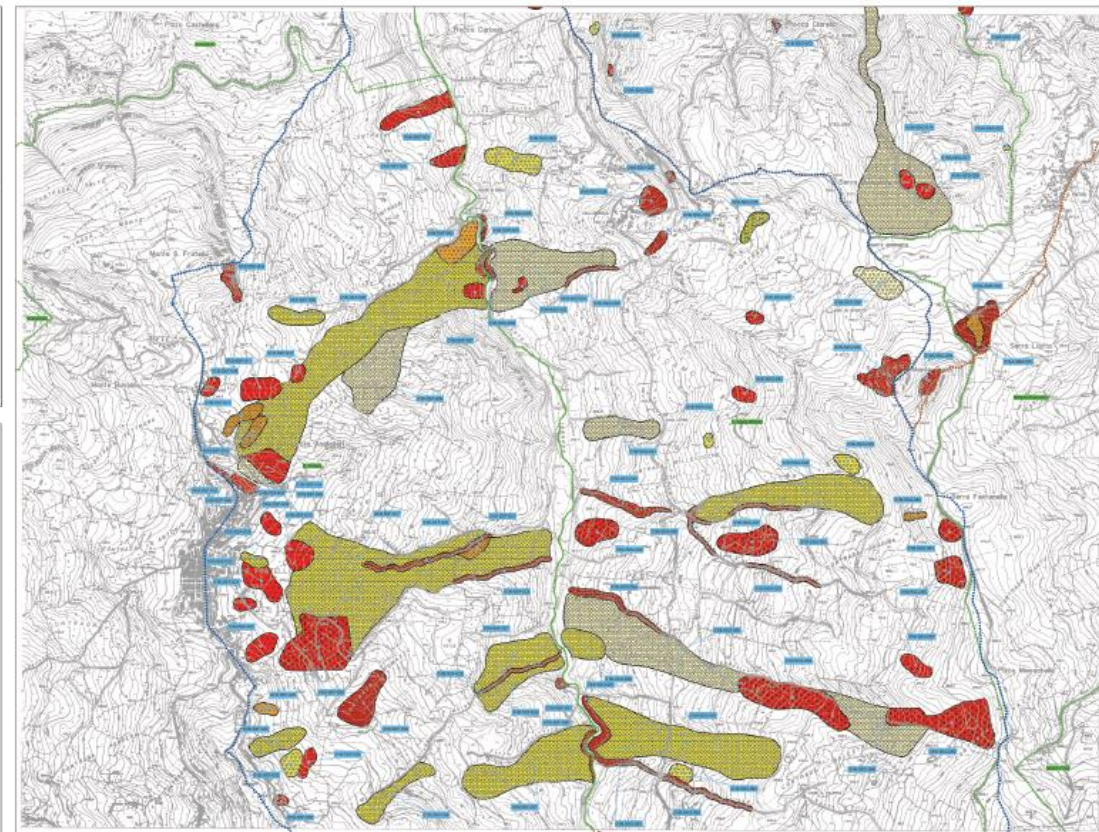
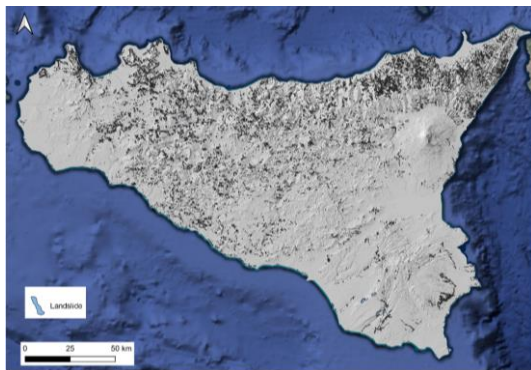
## Analisi degli inventari di frana Il PAI

### Regione Siciliana

Assessorato del territorio e dell'ambiente - Dipartimento dell'ambiente

Servizio III - Assetto del territorio e difesa del suolo

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico





Finanziato dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero dell'Università e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA  
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

## Analisi degli inventari di frana IdroGEO



IdroGEO



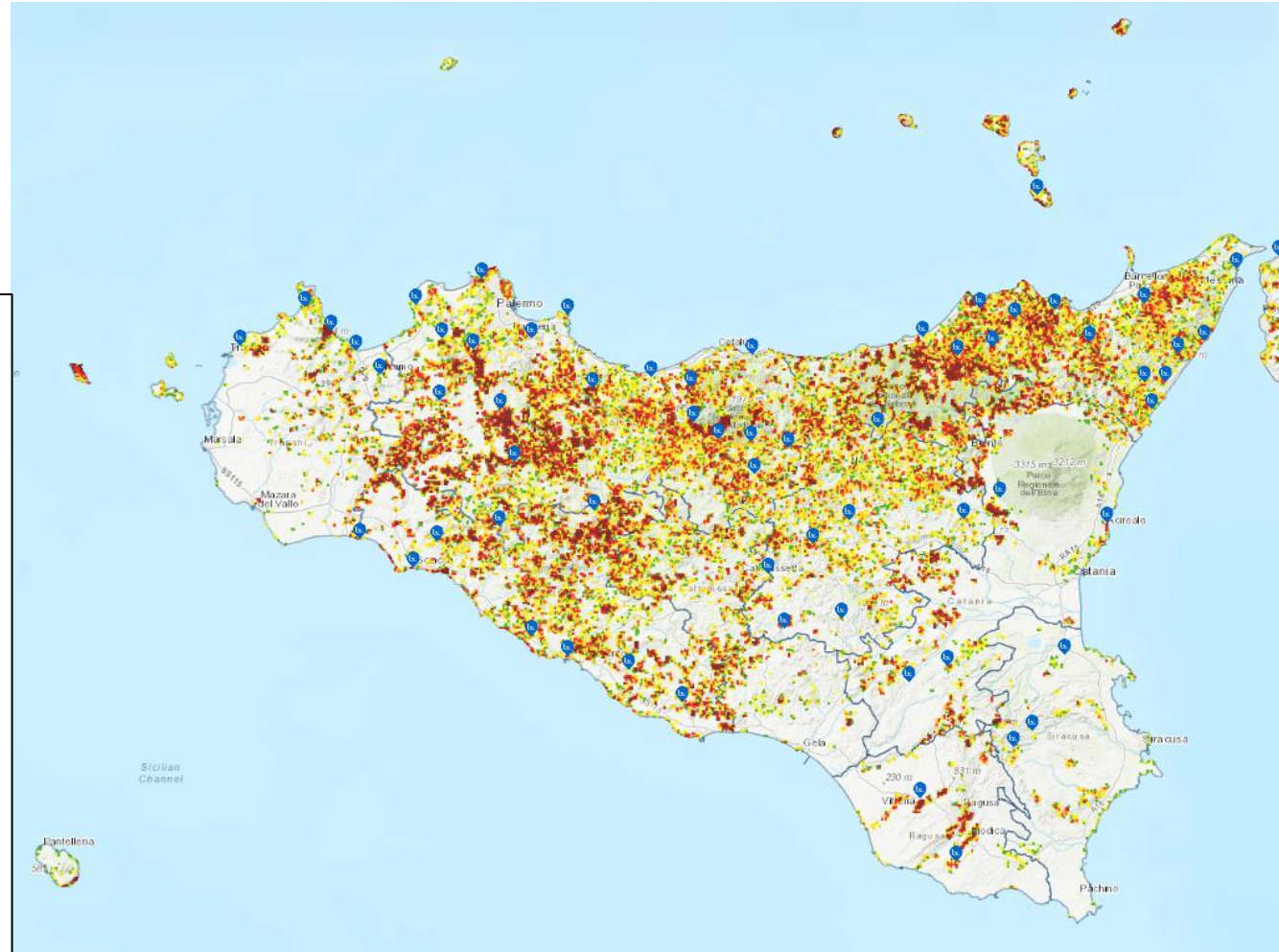
Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Isole  
**Sicilia**

Numero frane: 36.507

### Frane per tipo di movimento

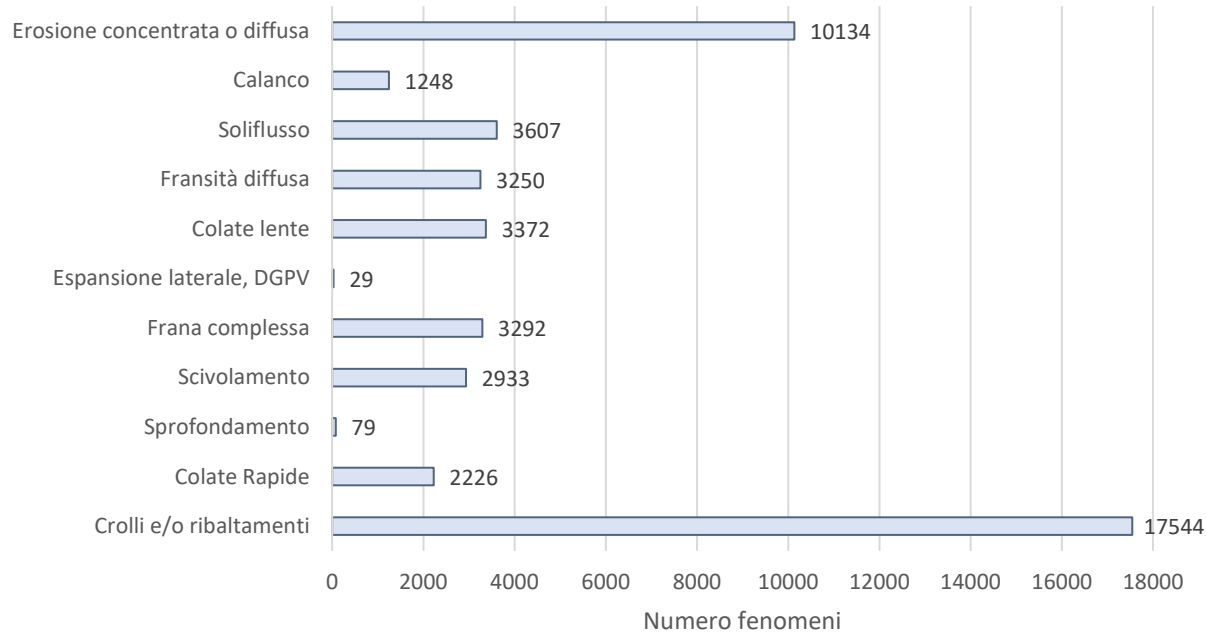
<b>Crollo/Ribaltamento</b>	15.689
<b>Scivolamento rotazionale/traslativo</b>	3.357
<b>Espansione</b>	28
<b>Colamento lento</b>	3.962
<b>Colamento rapido</b>	2.323
<b>Sprofondamento</b>	75
<b>Complesso</b>	3.895
<b>Aree con crolli/ribaltamenti diffusi</b>	240
<b>Aree con sprofondamenti diffusi</b>	3
<b>Aree con frane superficiali diffuse</b>	6.927
<b>DGPV</b>	8



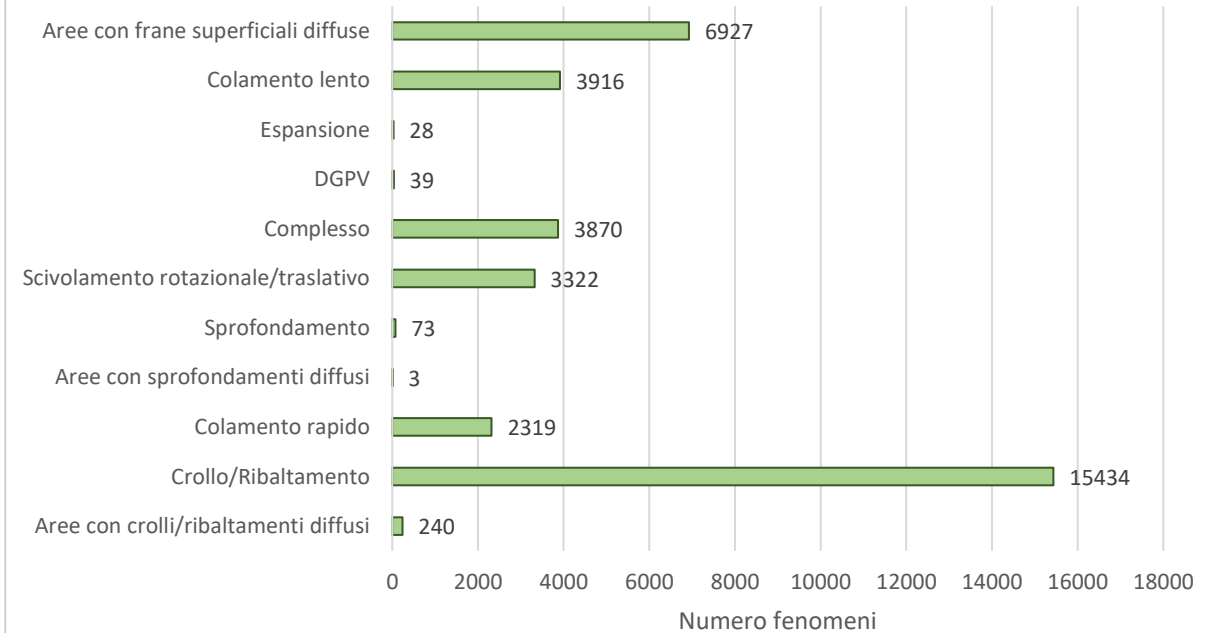


## Analisi degli inventari di frana

### Inventario PAI - Sicilia



### Inventario IdroGEO - Sicilia





Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA

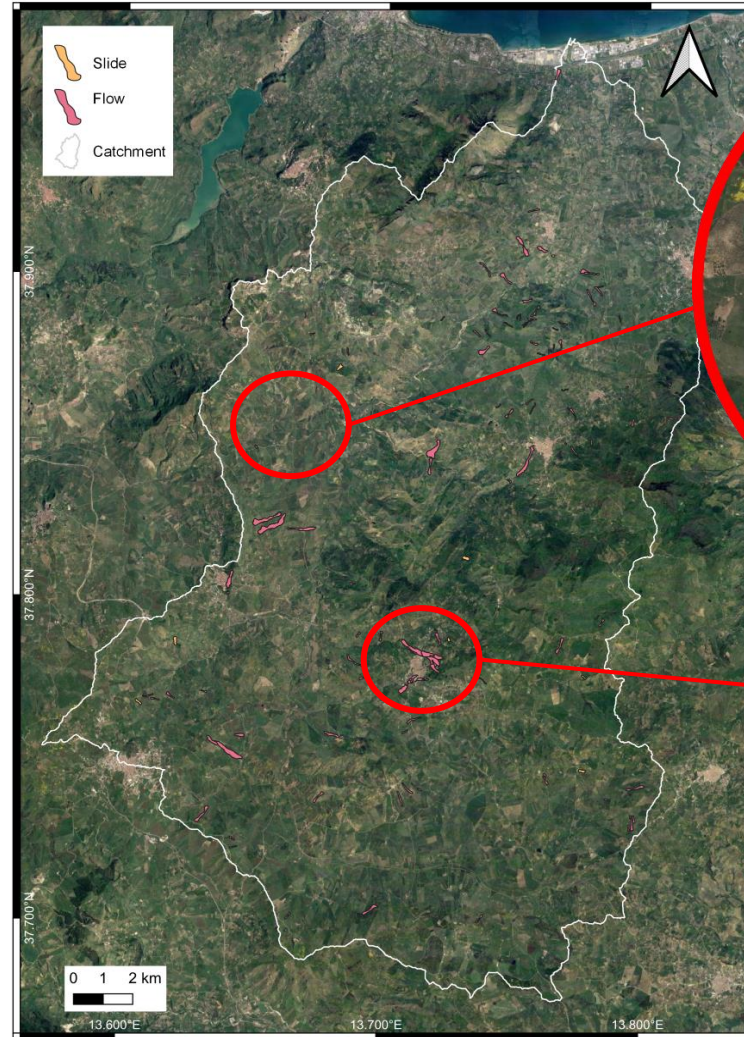


ISPRA  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

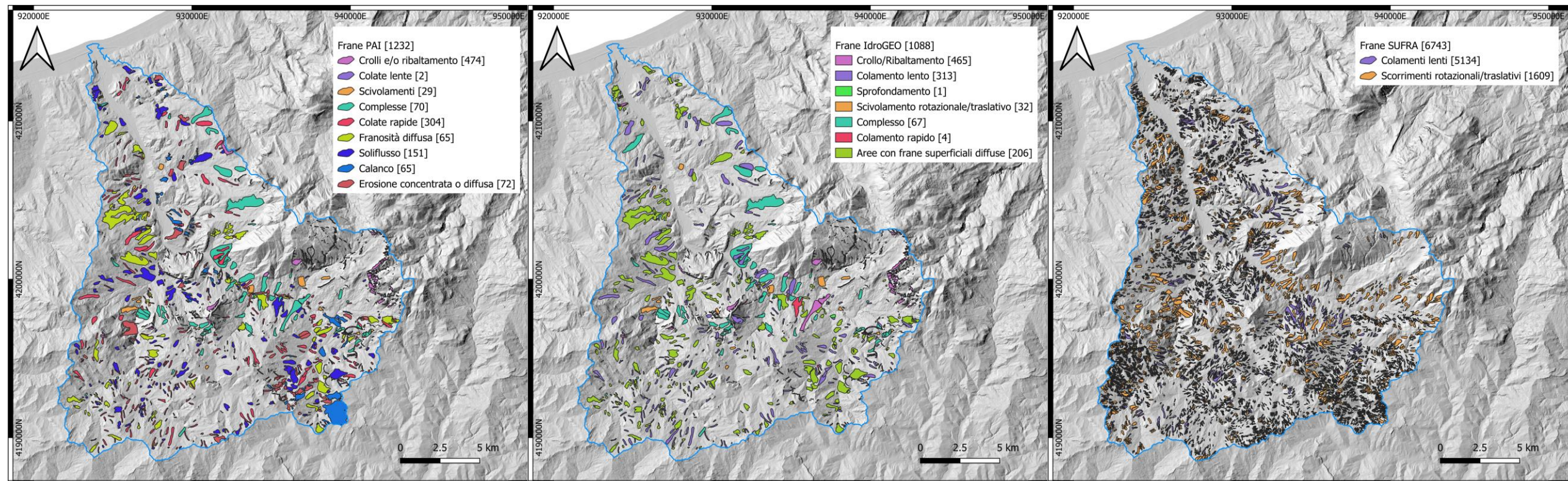


Sistema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

## Analisi degli inventari di frana



## Analisi degli inventari di frana





Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA

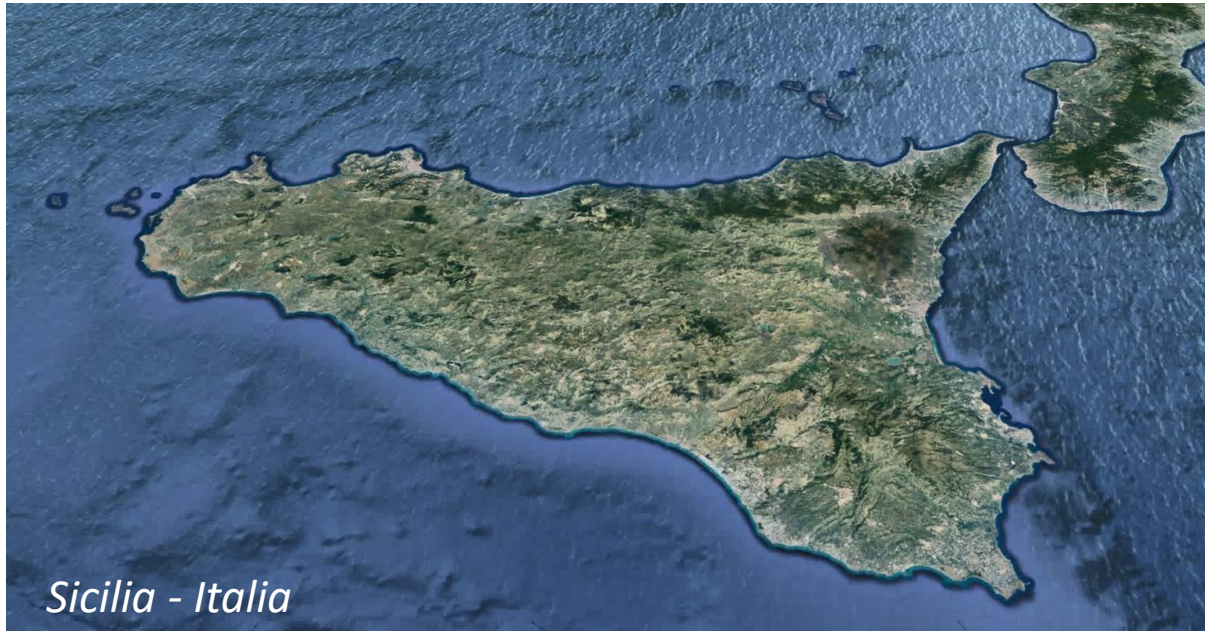


ISPRA  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



Istituto Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

## Implementazione degli archivi di frana regionali ottimizzati

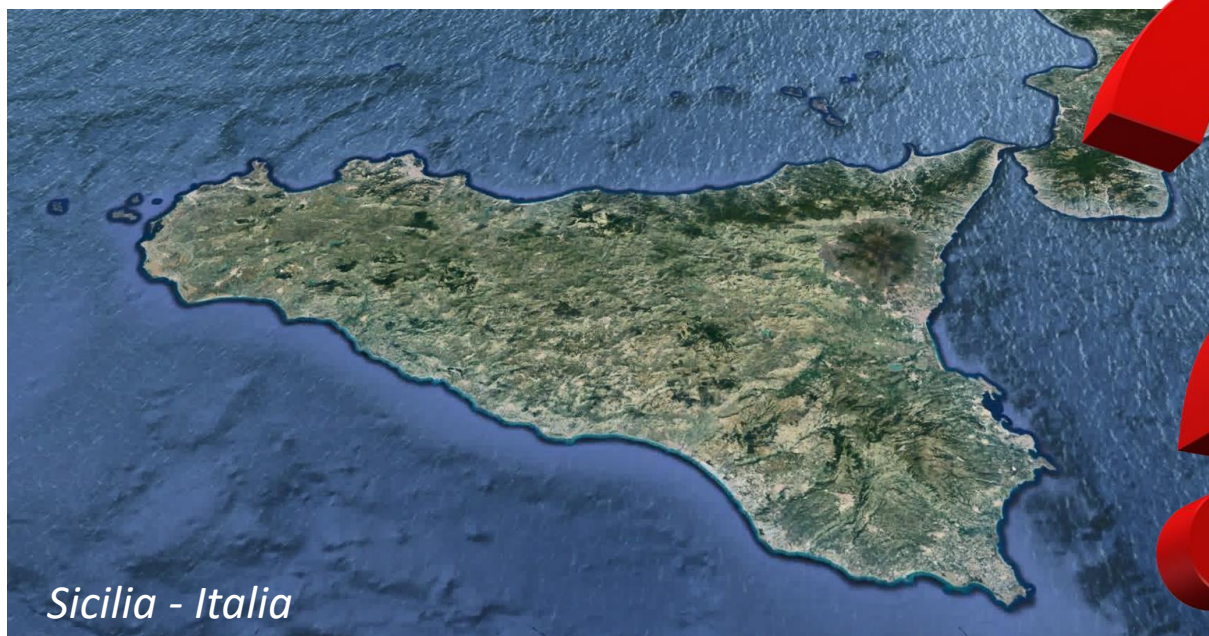


~ 21000 km<sup>2</sup>

Scorrimenti  
Colamenti  
Colate rapide  
Crolli e ribaltamenti

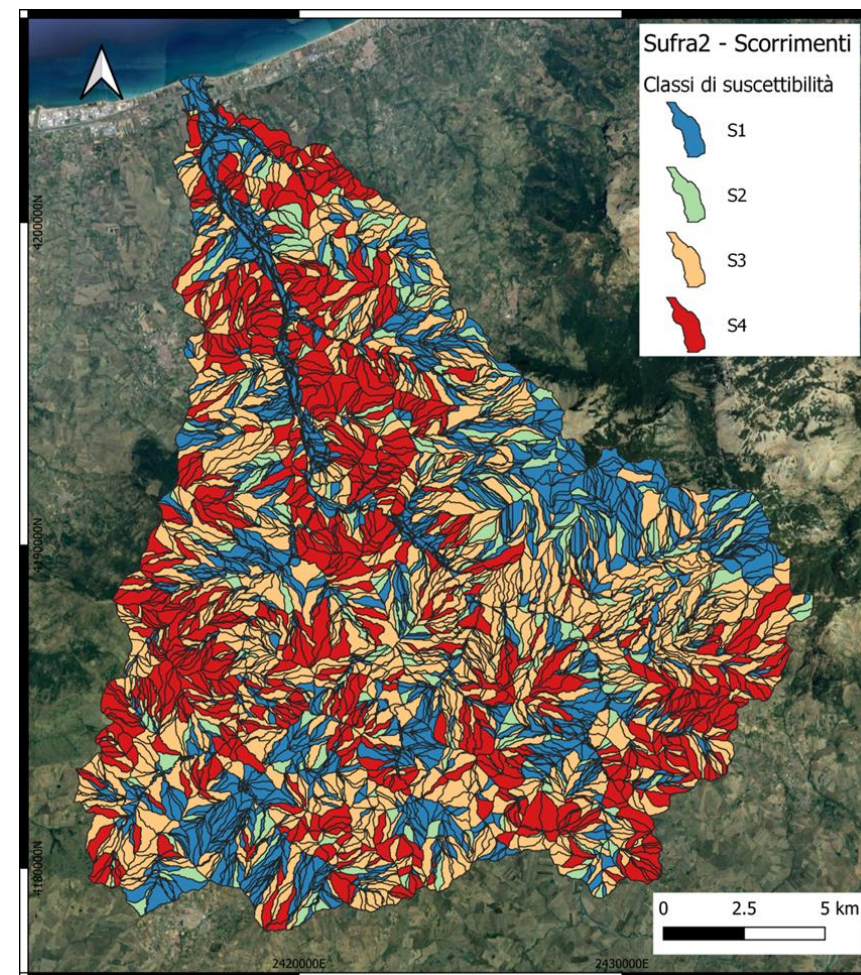


## Implementazione degli archivi di frana regionali ottimizzati



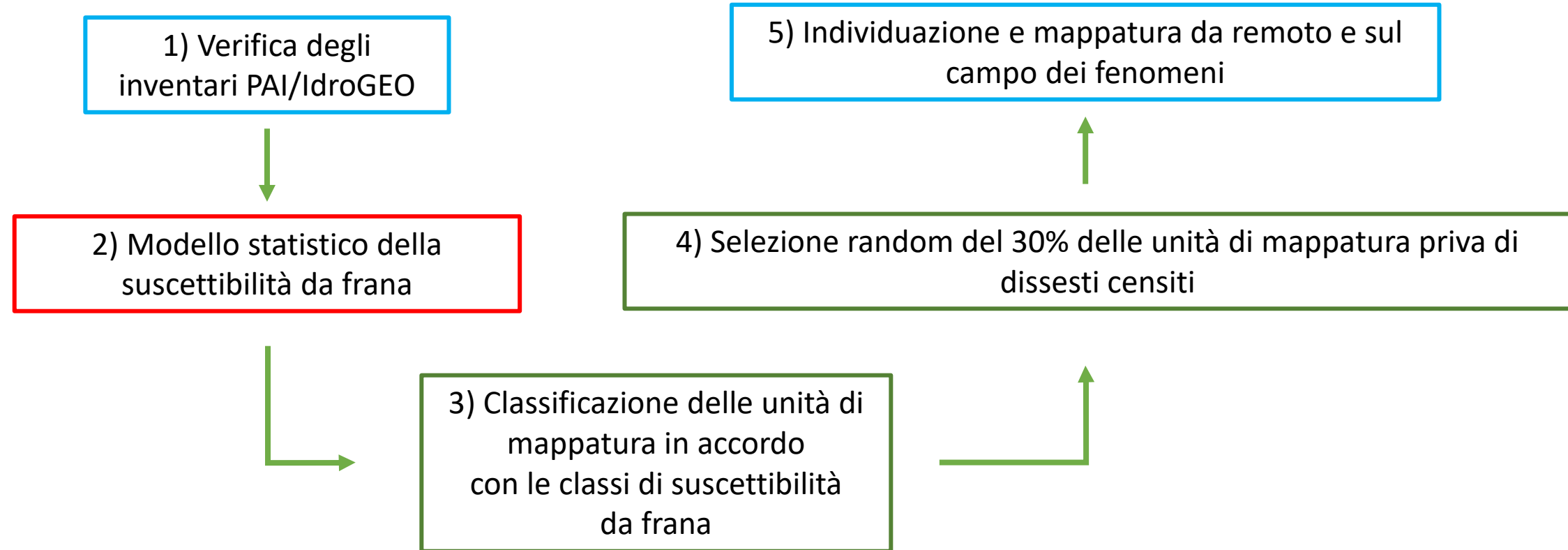
~ 21000 km<sup>2</sup>

Scorrimenti  
Colamenti  
Colate rapide  
Crolli e ribaltamenti





## Implementazione degli archivi di frana regionali ottimizzati





Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



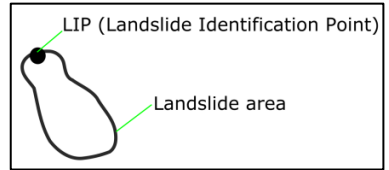
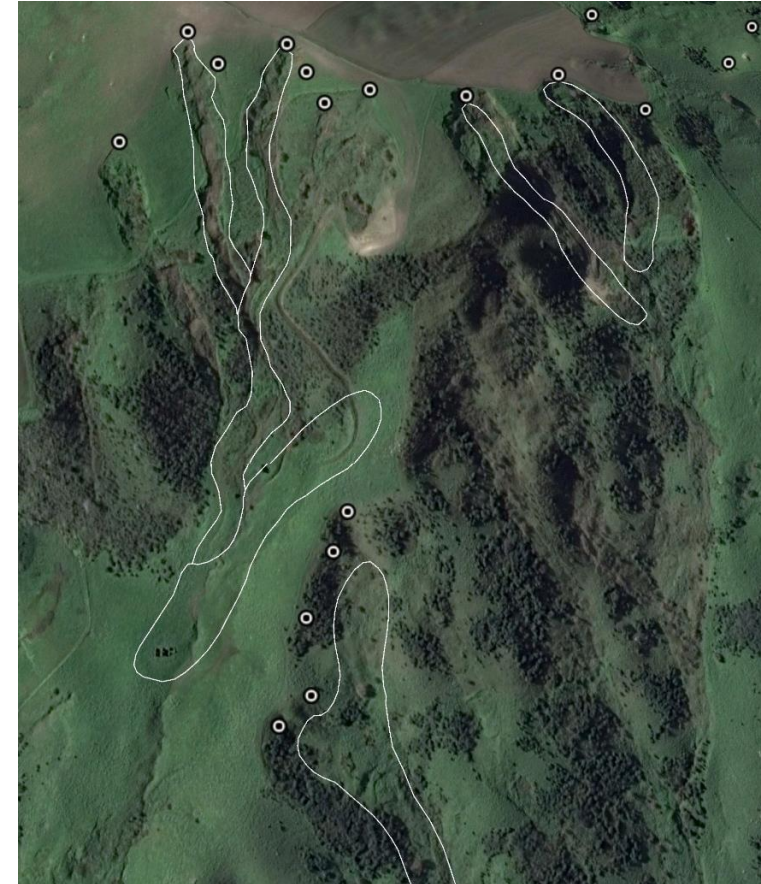
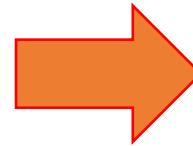
ISPRA  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



Systema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

## 1) Verifica degli inventari PAI/IdroGEO

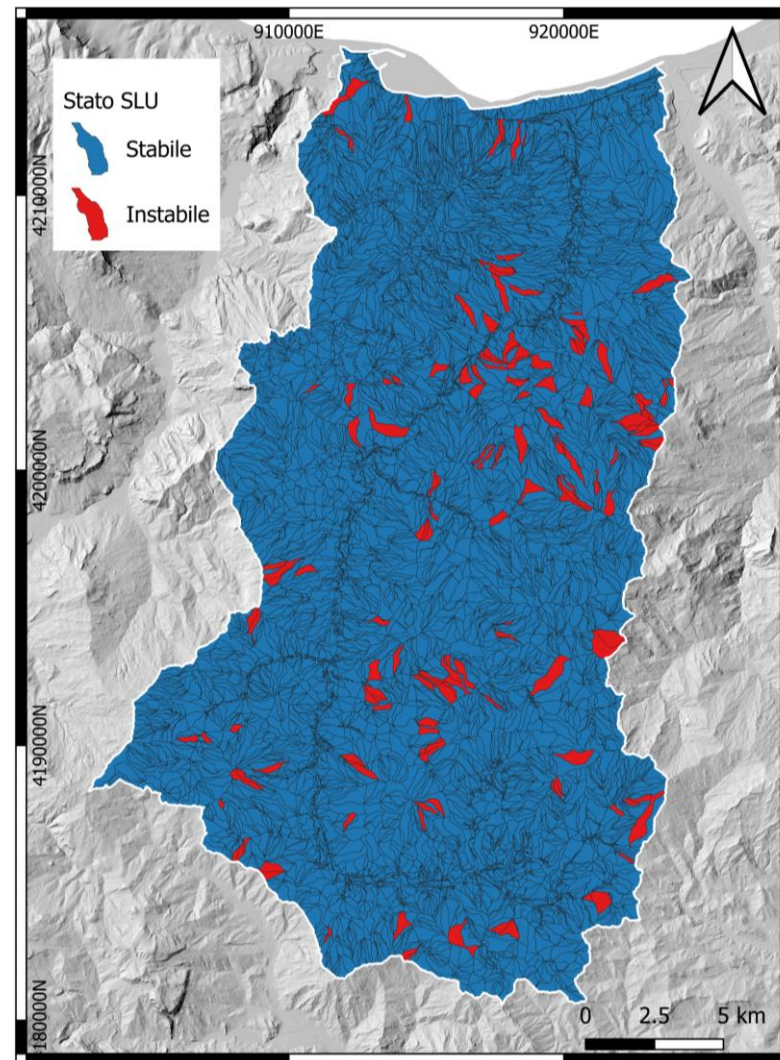
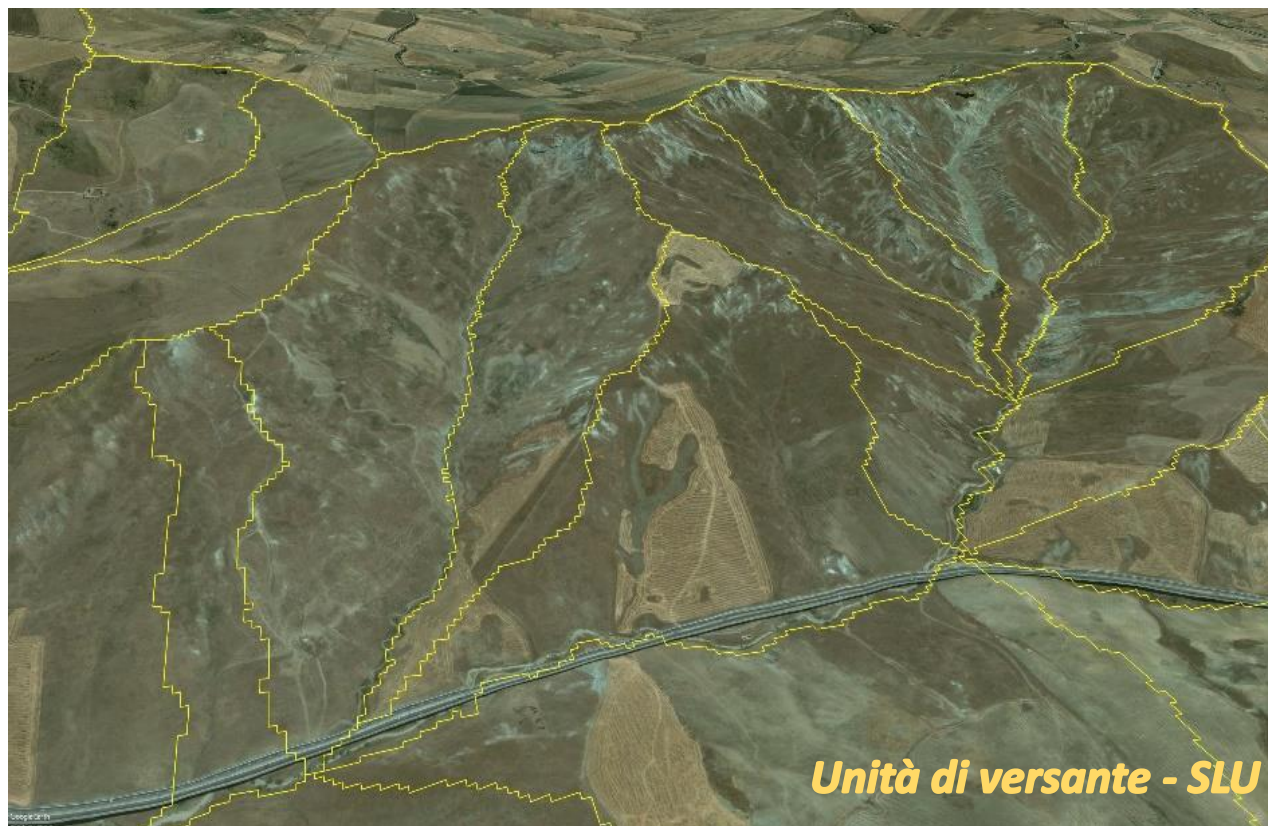
PAI/IdroGEO...



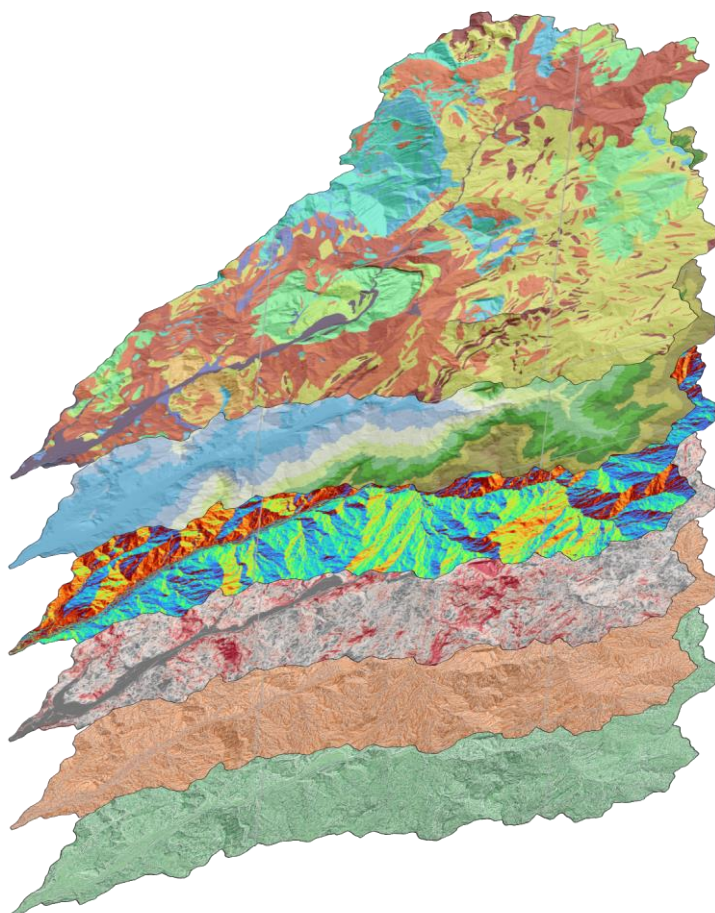
Dopo verifica

## Implementazione degli archivi di frana regionali

### 1) Verifica degli inventari PAI/IdroGEO

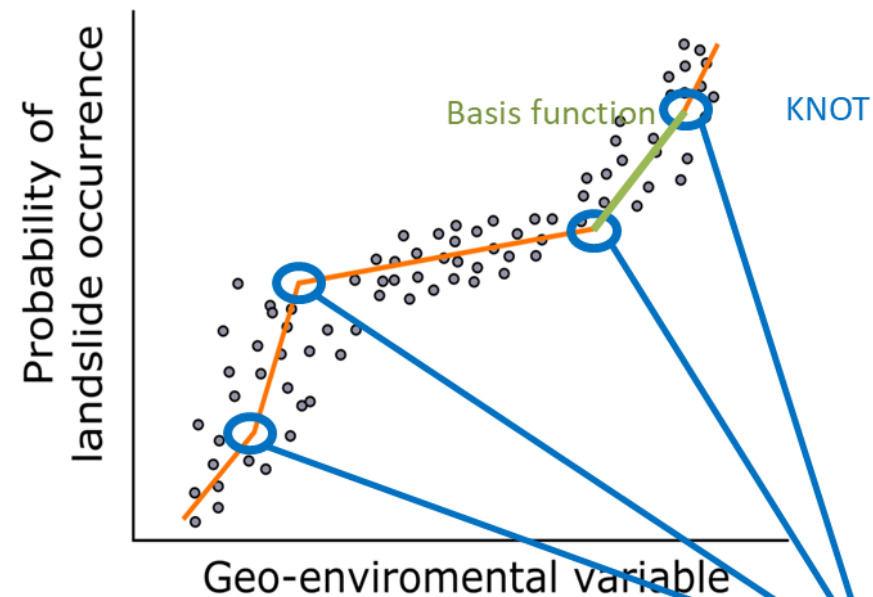


## 2) Modello statistico della suscettibilità da frana



Variabili geo-ambientali:  
unità litotecniche,  
uso del suolo,  
elevazione, pendenza,  
esposizione,  
curvature del  
versante, la  
classificazione delle  
forme...

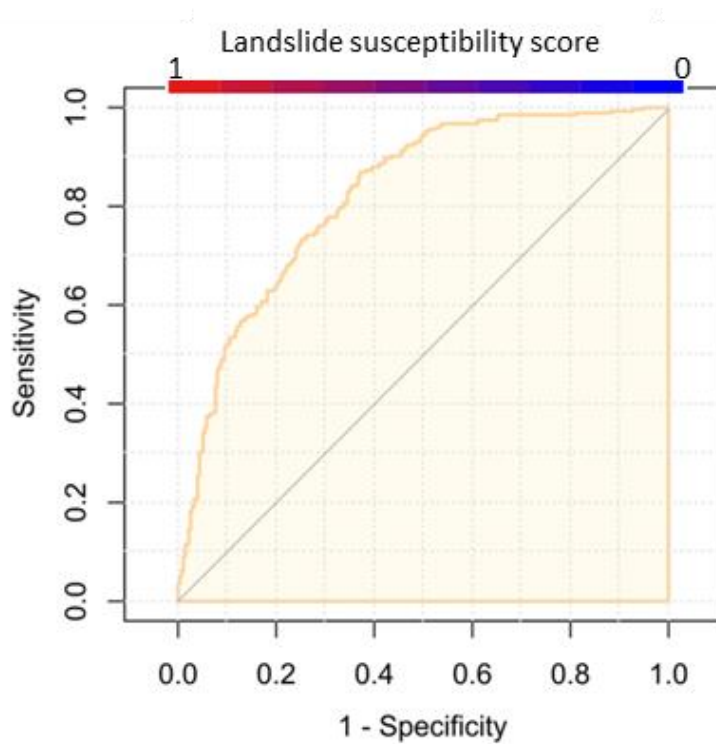
### MARS analysis (Multivariate Adaptive Regression Splines)



$$\ln \left[ \frac{p_{unst}}{1 - p_{unst}} \right] = \text{logit}(p_{unst}) = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i$$

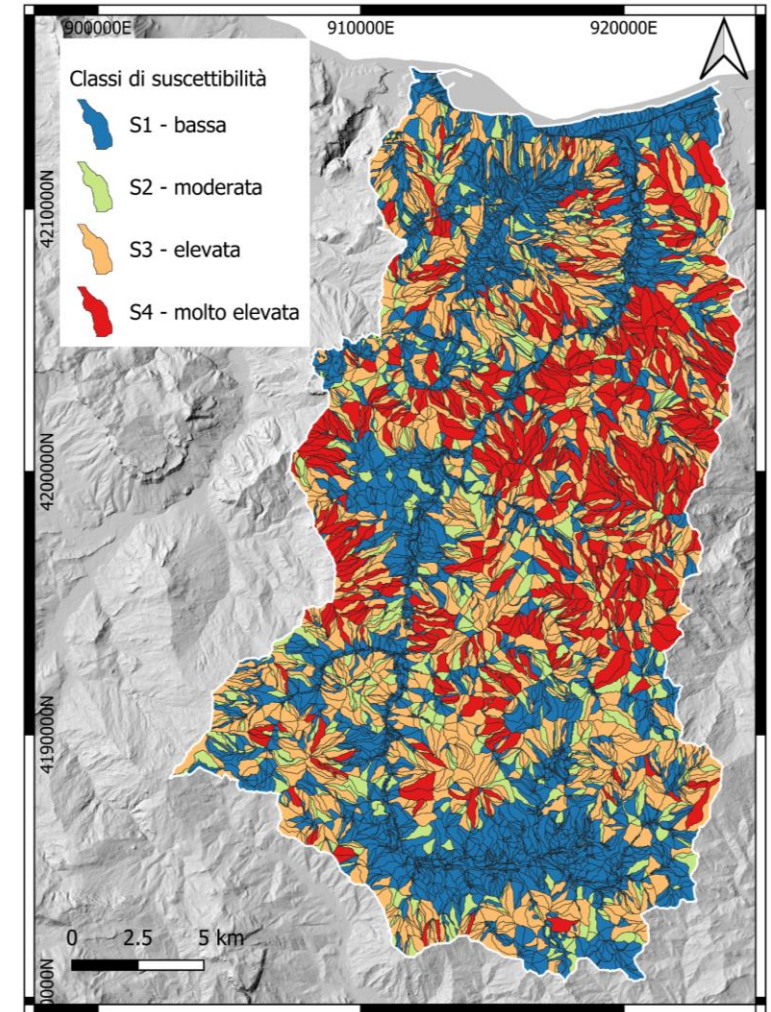


### 3) Classificazione delle unità di mappatura in accordo con le classi di suscettibilità da frana

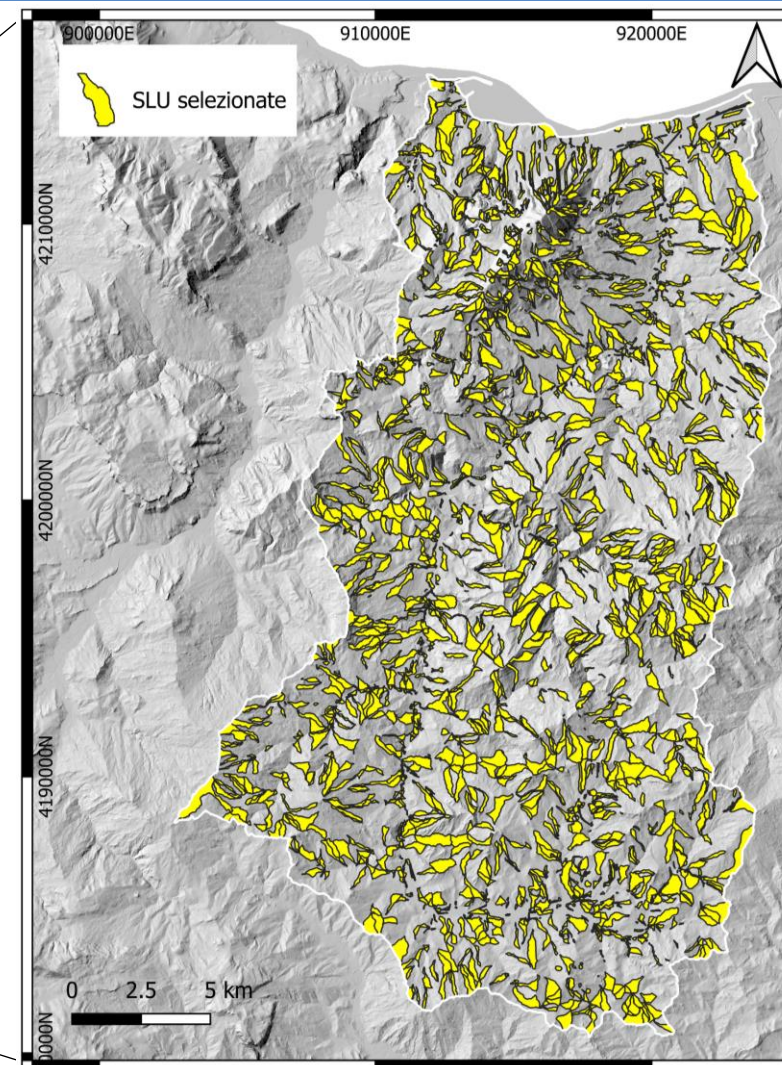
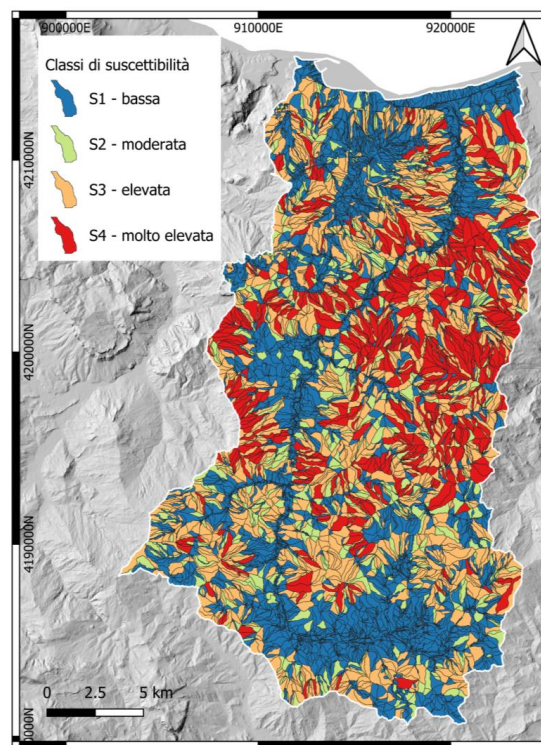


Confusion Matrix

		observed	
		0	1
predicted	0	TN	FN
	1	FP	TP



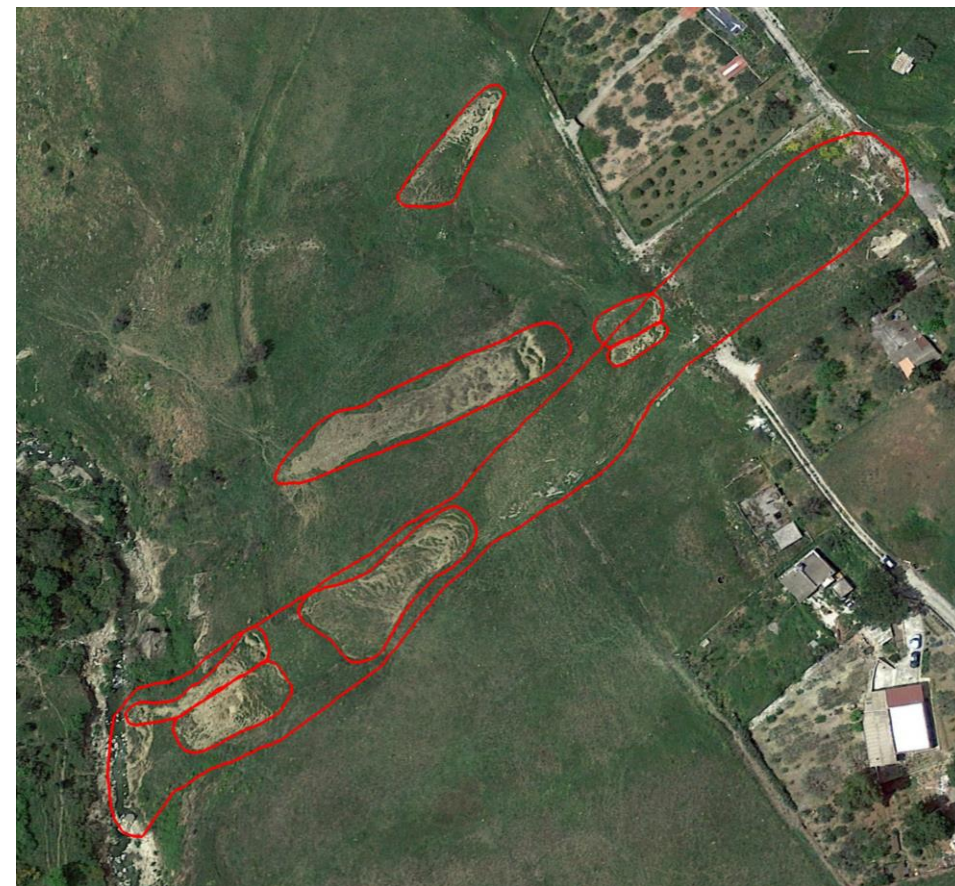
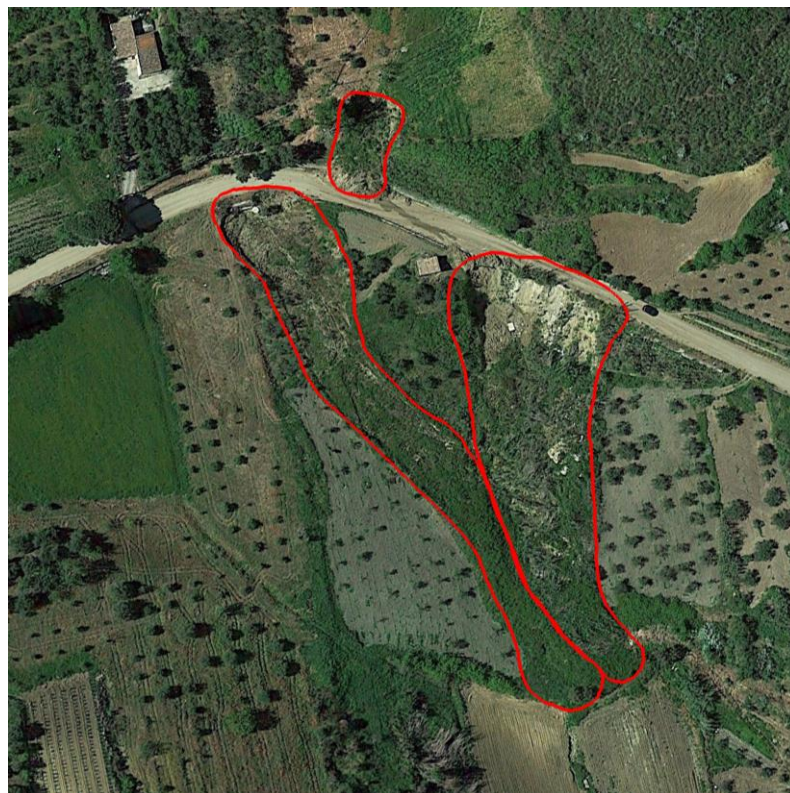
#### 4) Selezione random del 30% delle unità di mappatura priva di dissesti censiti



## 5) Individuazione e mappatura da remoto e sul campo dei fenomeni



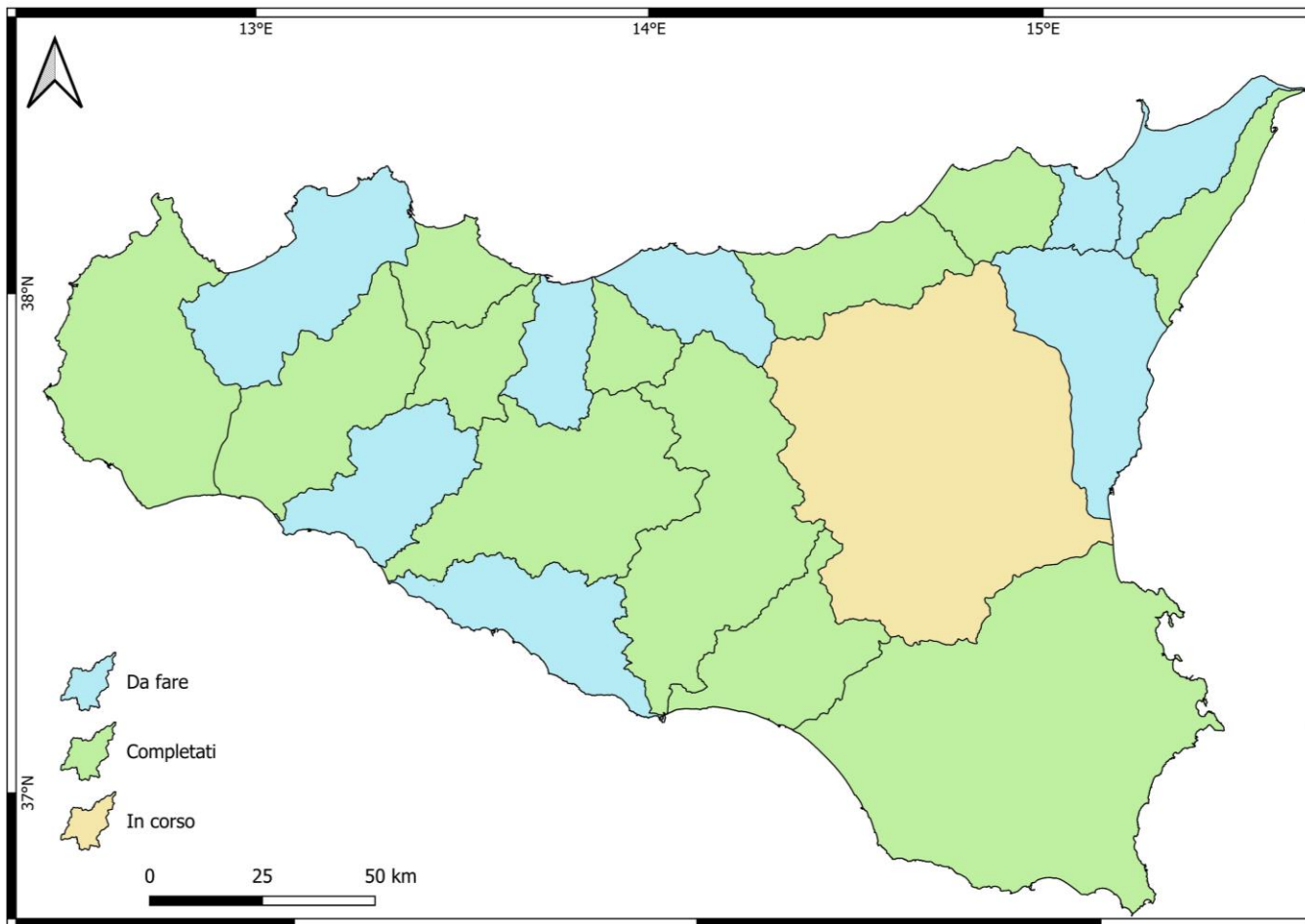
## 5) Individuazione e mappatura da remoto e sul campo dei fenomeni



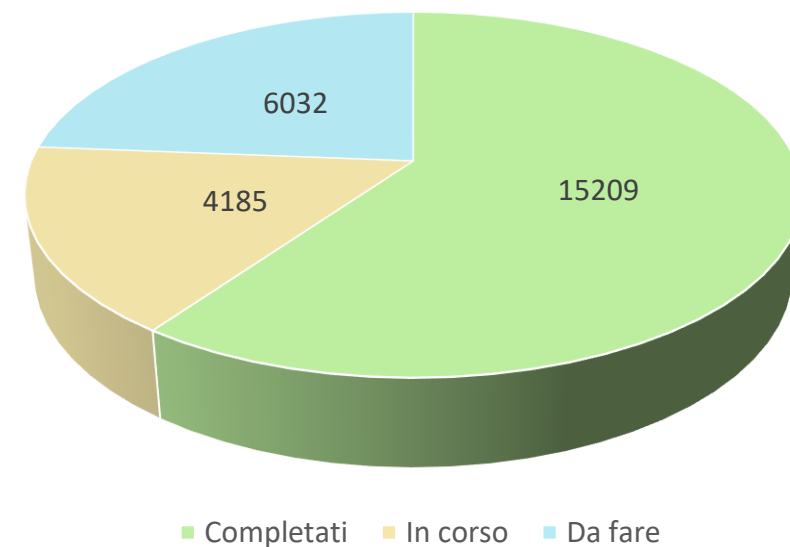
## 5) Individuazione e mappatura da remoto e sul campo dei fenomeni



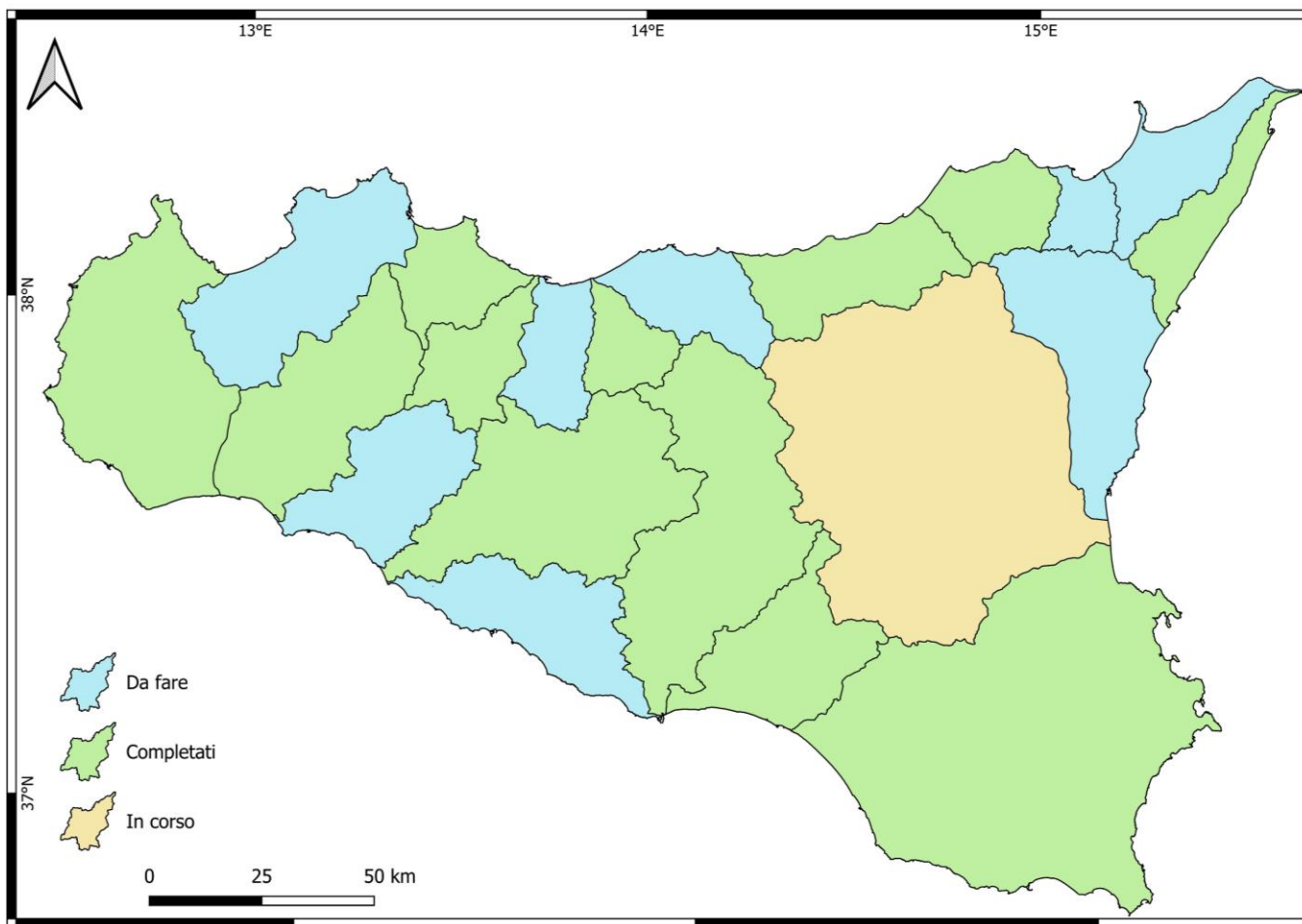
## 5) Individuazione e mappatura da remoto e sul campo dei fenomeni



Status dei bacini (area in km<sup>2</sup>)

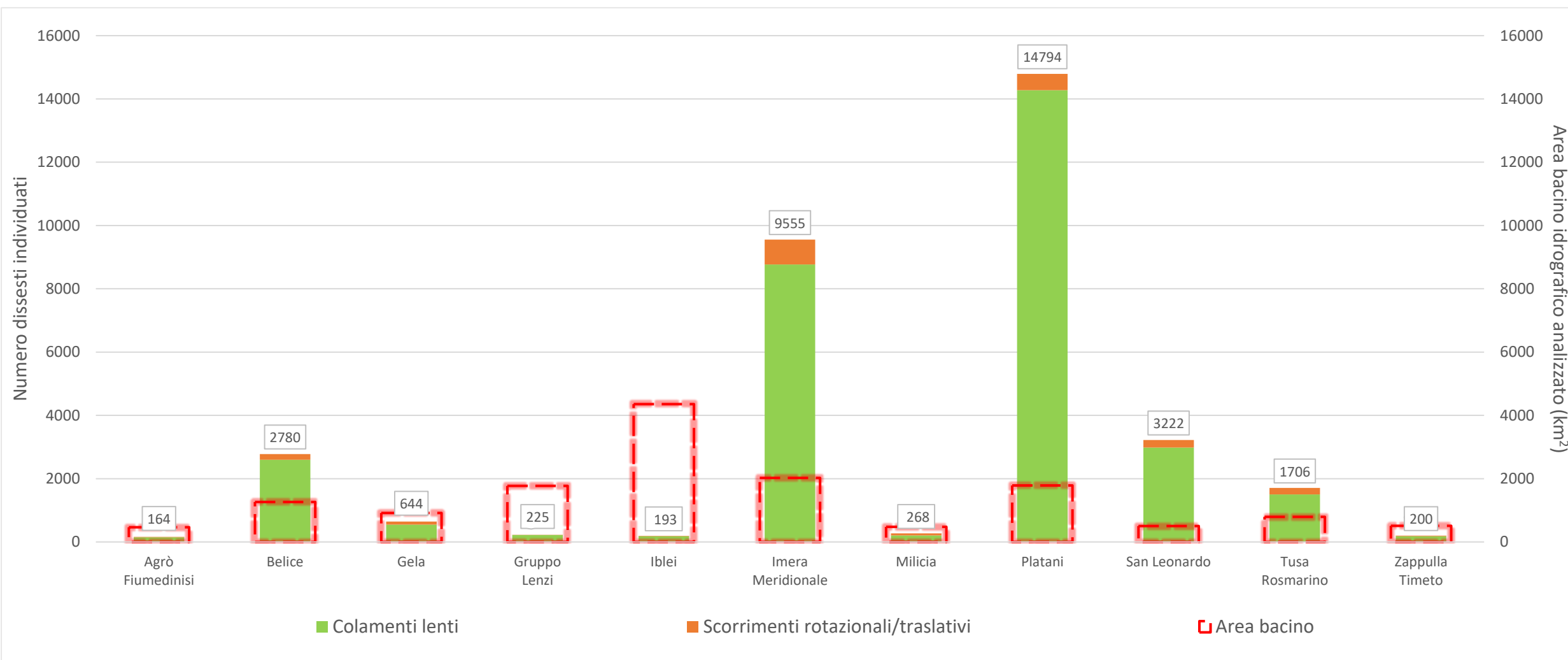


## 5) Individuazione e mappatura da remoto e sul campo dei fenomeni



**Totale dissesti: 36447**

Area/bacino idrografico	Colamenti lenti	Scorrimenti rotazionali/traslativi	Totale dissesti
Agrò Fiumedinisi	151	13	164
Belice	2599	181	2780
Gela	551	93	644
Gruppo Lenzi	219	6	225
Iblei	184	9	193
Imera Meridionale	8768	787	9555
Milicia	209	59	268
Platani	14277	517	14794
San Leonardo	2986	236	3222
Tusa Rosmarino	1503	203	1706
Zappulla Timeto	183	17	200





Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



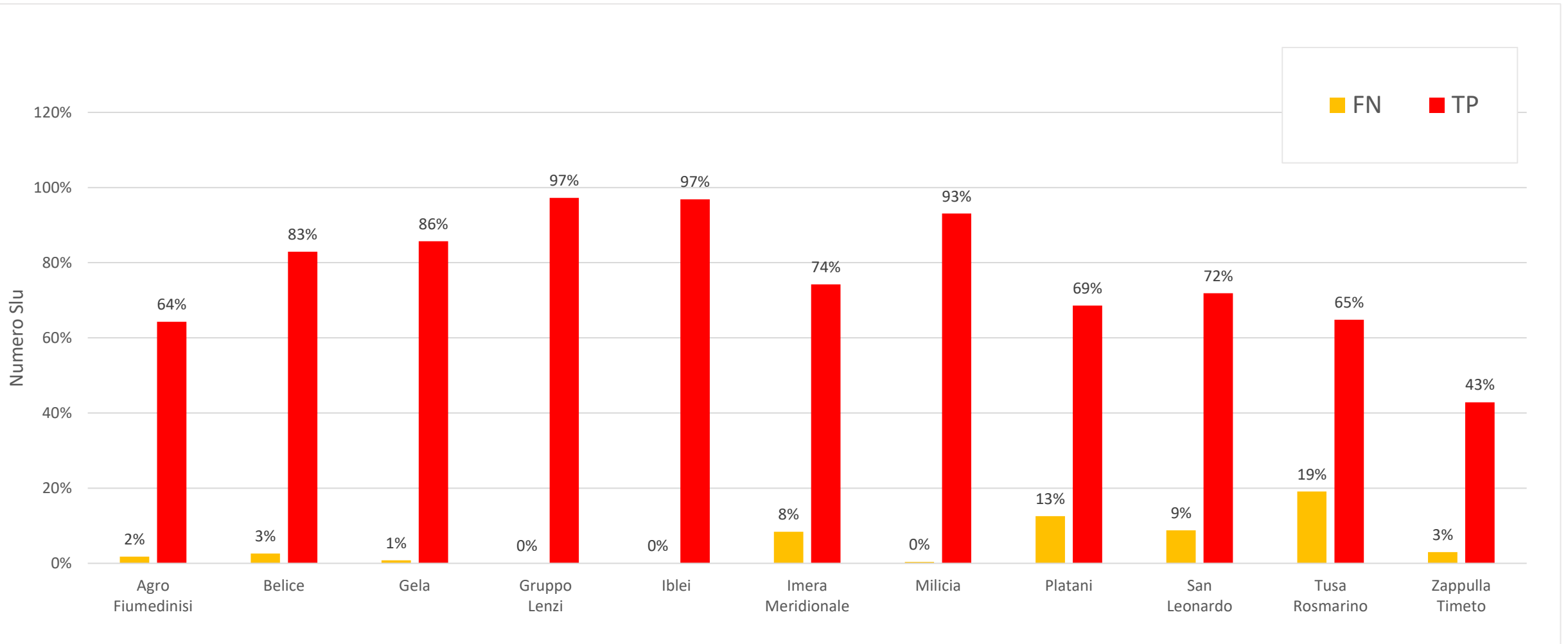
Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



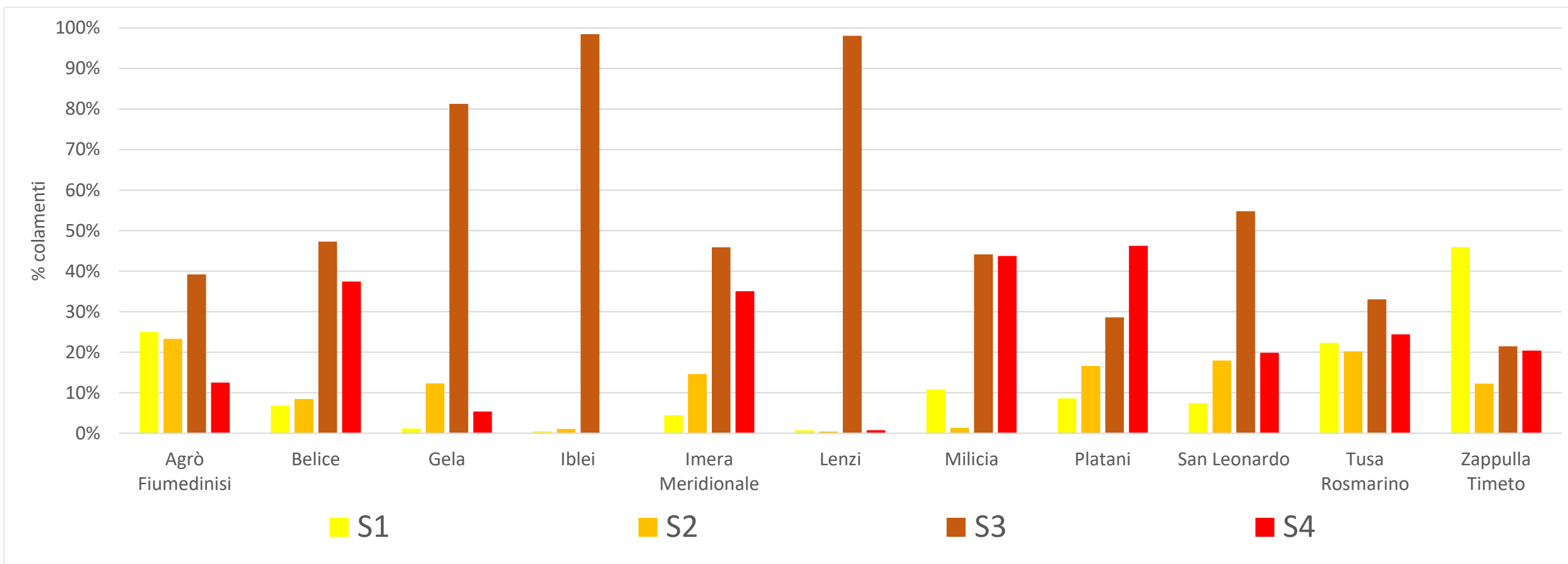
ISPRA  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



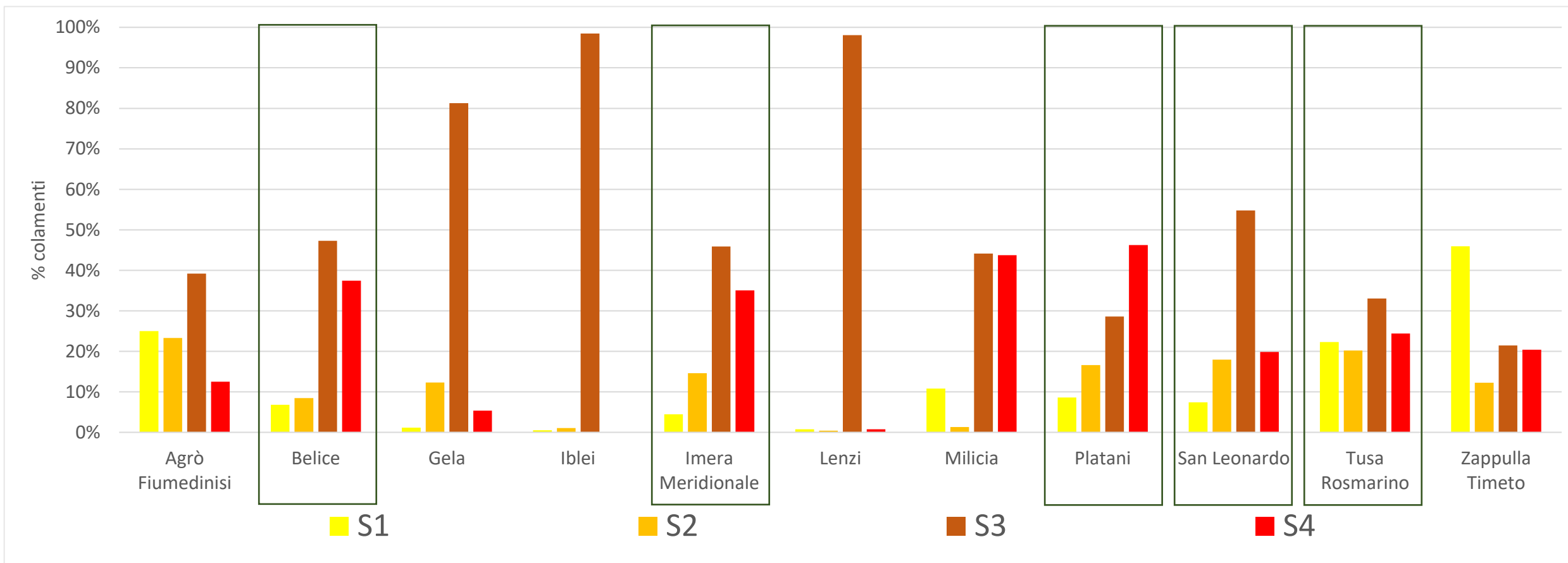
Systema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente



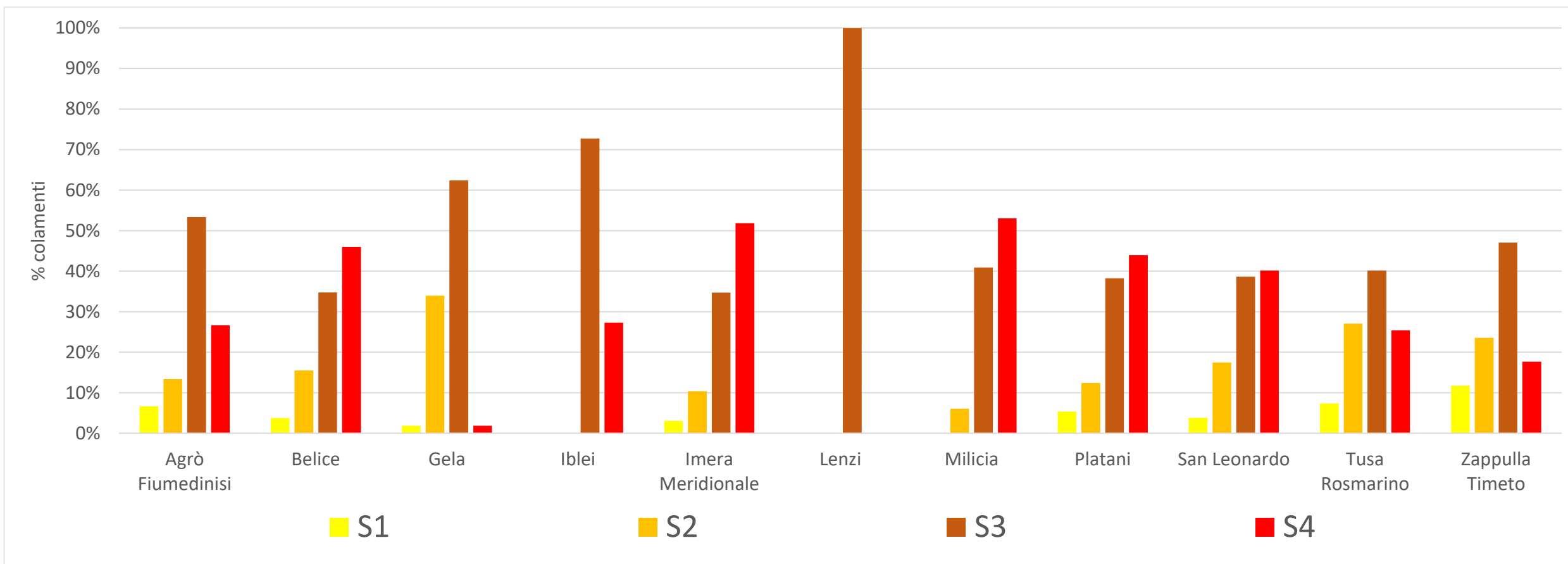
## Colamenti lenti



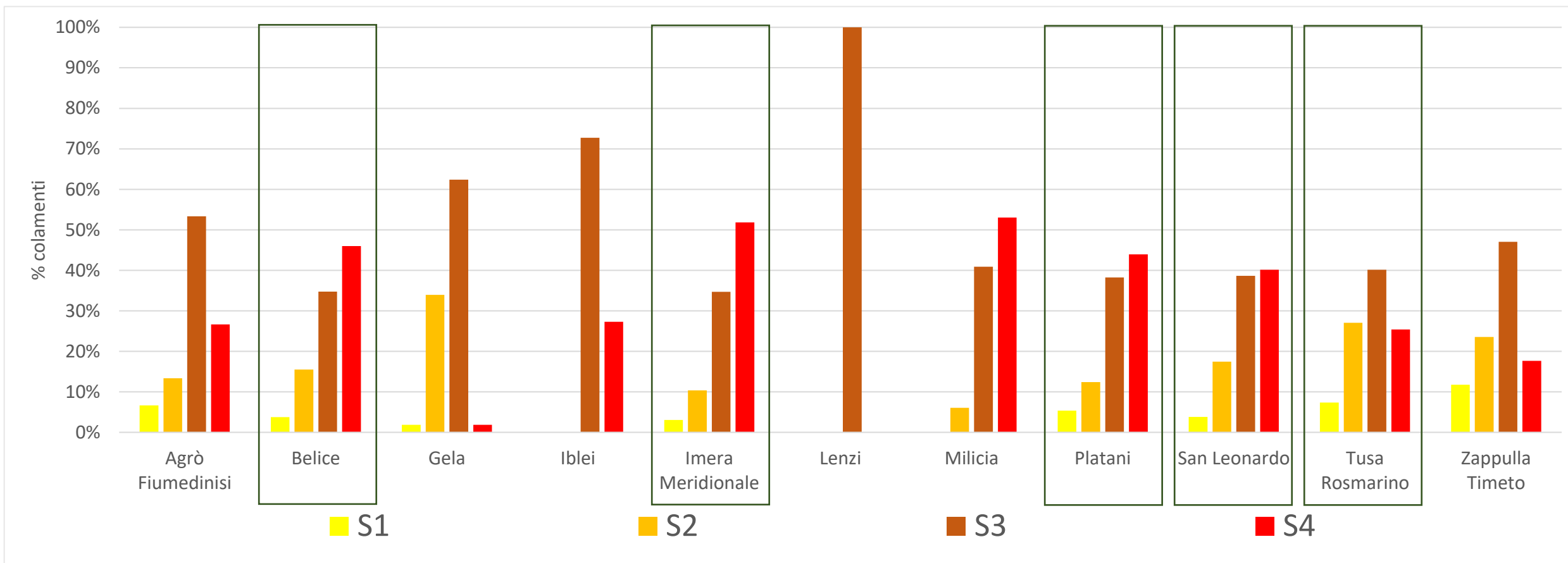
## Colamenti lenti



## Scorrimenti rotazionali/traslativi



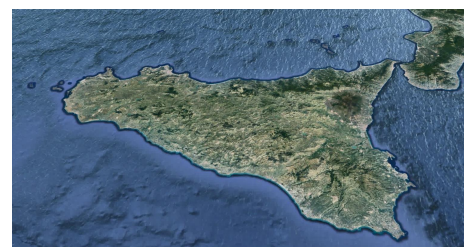
## Scorrimenti rotazionali/traslativi



## 5) Individuazione e mappatura da remoto e sul campo dei fenomeni

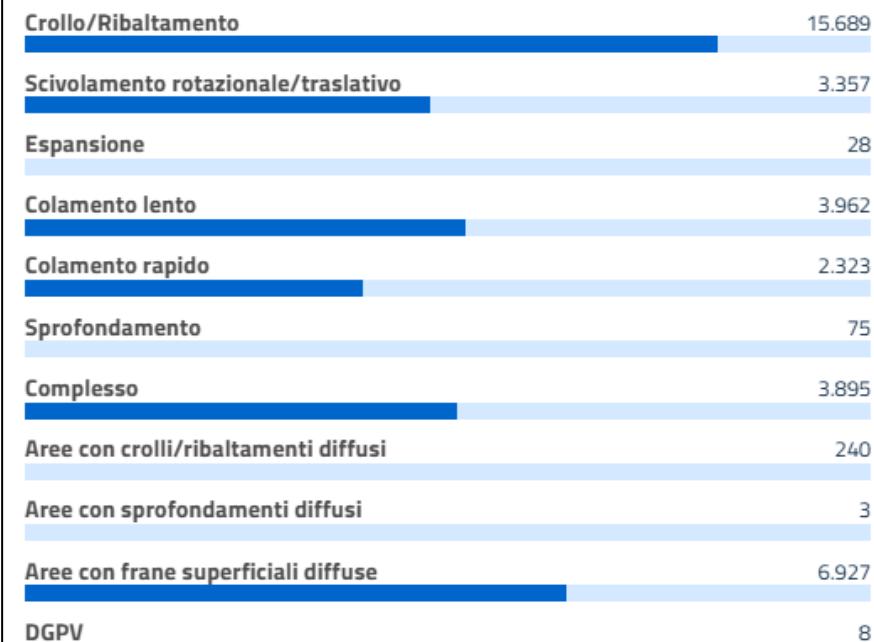
**Totale dissesti: 36447**

Area/bacino idrografico	Colamenti lenti	Scorrimenti rotazionali/traslativi	Totale dissesti
Agrò Fiumedinisi	151	13	164
Belice	2599	181	2780
Gela	551	93	644
Gruppo Lenzi	219	6	225
Iblei	184	9	193
Imera Meridionale	8768	787	9555
Milicia	209	59	268
Platani	14277	517	14794
San Leonardo	2986	236	3222
Tusa Rosmarino	1503	203	1706
Zappulla Timeto	183	17	200



Isola  
**Sicilia**

### Frane per tipo di movimento





Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

## Bibliografia

Martinello C., Mercurio C., Cappadonia C., Bellomo V., Conte A., Mineo G., Di Frisco G., Azzara G., Bufalini M., Materazzi M., Rotigliano E. (2023) Using Public Landslide Inventories for Landslide Susceptibility Assessment at the Basin Scale: Application to the Torto River Basin (Central-Northern Sicily, Italy). *Applied Sciences (Switzerland)*, 13 (16), art. no. 9449. DOI: 10.3390/app13169449

Martinello C., Cappadonia C., Conoscenti C., Rotigliano E. (2022) Landform classification: a high-performing mapping unit partitioning tool for landslide susceptibility assessment—a test in the Imera River basin (northern Sicily, Italy). *Landslides*, 19 (3), pp. 539 – 553. DOI: 10.1007/s10346-021-01781-8

Rotigliano E., Agnesi V., Cappadonia C., Conoscenti C. (2011) The role of the diagnostic areas in the assessment of landslide susceptibility models: A test in the sicilian chain. *Natural Hazards*, 58 (3), pp. 981 – 999. DOI: 10.1007/s11069-010-9708-1



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



## Disclaimer

*L'Autore/gli Autori è/sono pienamente responsabile/i di tutti i contenuti inseriti nella presentazione. I contenuti di questa presentazione (testo, grafica, immagini e altri materiali) non violano i diritti di terzi e sono nella piena e libera disponibilità, avendo acquisito da ogni eventuale terzo avente diritto su di essi espressa autorizzazione alla pubblicazione; pertanto saranno utilizzati per le finalità strettamente connesse al progetto GeoSciencesIR.*



PNRR "GeoSciences IR" - Missione 4 "Istruzione e Ricerca" - Componente 2 "Dalla ricerca all'impresa"  
Linea di investimento 3.1 "Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione"  
Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU. CUP: I53C22000800006

