



# **UNA VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIVITÀ DI FRANA NEI TERRITORI COMUNALI DI VALLADA AGORDINA, SAN TOMASO AGORDINO E CENCENIGHE AGORDINO**

**RELATORE: PROF. MARIO FLORIS**

**LAUREANDO: LUCA PACCHIEGA**

**TESI DI LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE GEOLOGICHE**

**ANNO ACCADEMICO 2019/2020**



# INTRODUZIONE

Il rischio totale:  **$R = H \times V \times E$** .

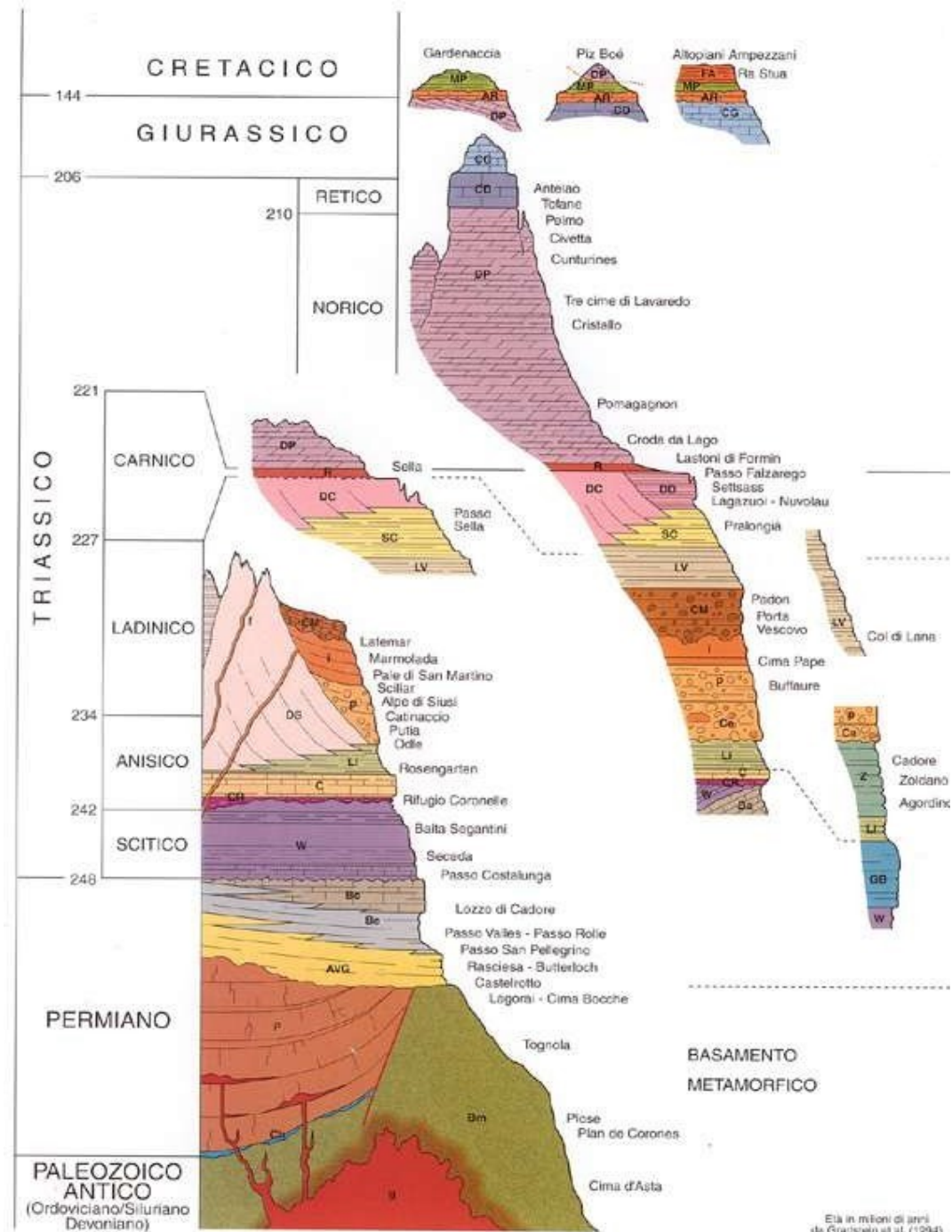
- **H (pericolosità)**: probabilità che si verifichi un fenomeno potenzialmente dannoso (frana), all'interno di una data area e in un dato periodo di tempo. Analisi sia **spaziale** che temporale.
- **V (vulnerabilità)**: grado di perdita prodotto su un certo elemento o gruppo di elementi, per il verificarsi di un fenomeno naturale di una determinata intensità.
- **E (elementi a rischio)**: insieme degli elementi a rischio all'interno dell'area esposta; si può definire sia in termini relativi, ossia valore monetario delle perdite, oppure in termini assoluti, numero quantitativo di persone, edifici persi.

**Suscettività** di frana: probabilità d'occorrenza **spaziale**.

# INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO



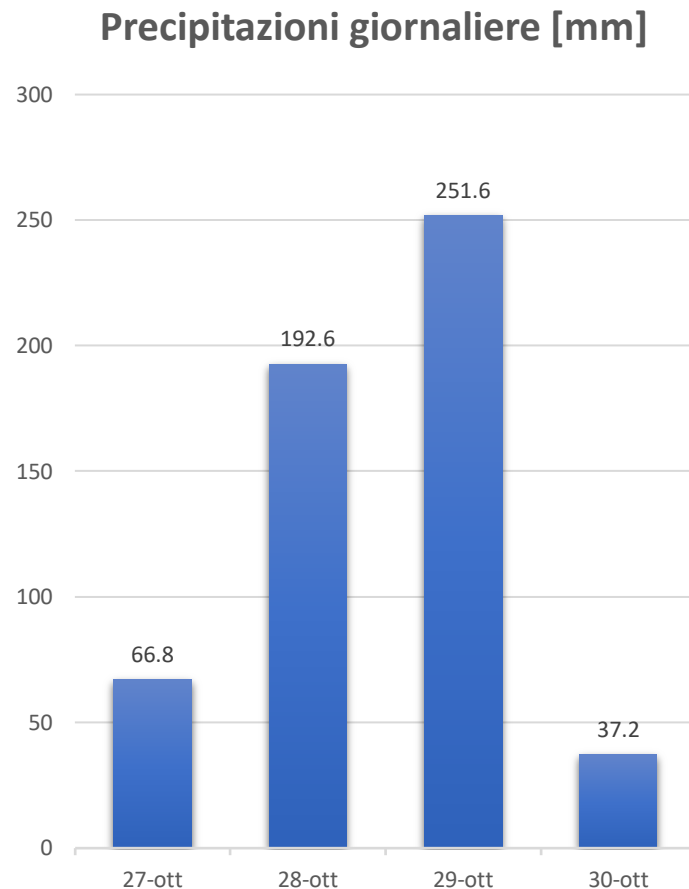
**Fm. Bellerophon nel vicino comune di FalCADE**





## 27 - 30 OTTOBRE 2018: ALLUVIONE VAIA

In sole 48 ore, cade più del 25% delle precipitazioni registrate nell'intero anno 2018. Nei complessivi 4 giorni il totale è di 548.2 mm.



Precipitazioni anno 2018	[mm]
Gennaio	94.4
Febbraio	17.2
Marzo	126.4
Aprile	116.4
Maggio	179.6
Giugno	65.8
Luglio	147.8
Agosto	186.8
Settembre	46.6
<b>Ottobre</b>	<b>569.0</b>
Novembre	103.8
Dicembre	0.8
Totale	1654.6

Le stazioni ARPAV hanno misurato velocità dei **venti** molto elevate, con raffiche di **100 km/h**.  
A Passo Valles si registrano picchi di **149 km/h**.





Colamento rapido di detrito e terra, Vallada Agordina.



Cencenighe, fiume Cordevole, erosione delle sponde e crollo di parte della strada.



San Tomaso Agordino, novembre 2019. A causa del maltempo si **riattivano** frane dell'anno precedente, isolando la frazione di Canacede.



# METODOLOGIA DI STUDIO

BANCHE DATI:

- Dati IDT Regione Veneto

- Progetto IFFI

## FATTORI DI INPUT

- ELEVAZIONE
- PENDENZA
- ESPOSIZIONE
- CURVATURA
- DISTANZA DA STRADE
- DISTANZA DA RETE IDROGRAFICA
- USO DEL SUOLO
- LITOLOGIA



RICLASSIFICAZIONE  
FATTORI DI INPUT



FRANE  
IFFI



CALCOLO  
**IFrel**



**CARTA DI  
SUSCETTIVITA'**

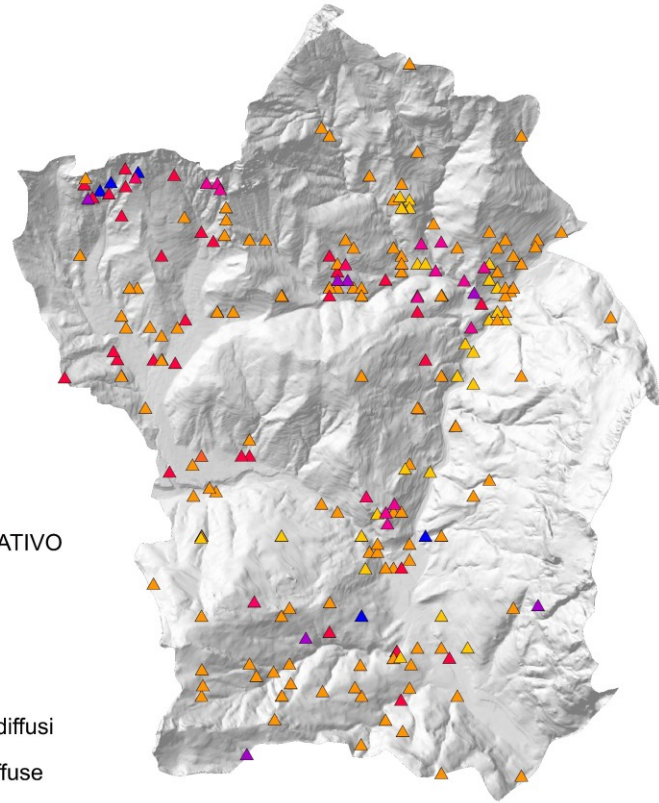
## MODELLO PROBABILISTICO UTILIZZATO

1	A	B	C	D	E	F
2		Landslide did not occur		Landslide occurred		Lds index ( <b>IFrel</b> )
3	Range	Area (5x5 m cell)	Ratio %, a	Area (5x5 m cell)	Ratio %, b	<b>b/a</b>
4	R1	Value	B4/B9	Value	D4/D9	E4/C4
5	R2	Value	B5/B9	Value	D5/D9	E5/C5
6	R3	Value	B6/B9	Value	D6/D9	E6/C6
7	R4	Value	B7/B9	Value	D7/D9	E7/C7
8	R5	Value	B8/B9	Value	D8/D9	E8/C8
9	Total	Sum (A3-A7)	100	Sum (D3/D7)	100	1

Tramite il calcolo dell'**Indice di Franosità Relativa** si ricava l'influenza relativa ad ogni singola classe. Per valori dell'IFrel maggiori di 1 si individuano le classi in cui, statisticamente, ricadono un numero maggiore di eventi franosi. L'analisi di tale indice permette perciò di ponderare le condizioni di predisposizione.

Per valutare la **suscettività** si procede sommando, per ogni singola cella, gli IFrel di tutti i fattori di input.

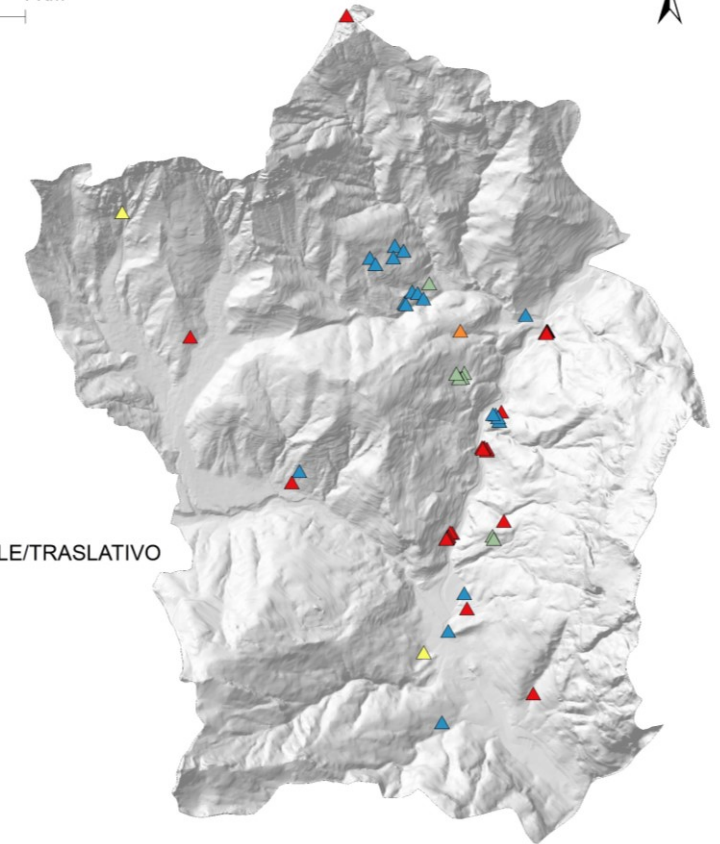
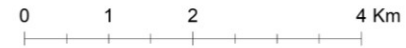
# FRANE – Catalogo IFFI



## Tipo di movimento

- ▲ CROLLO/RIBALTAMENTO
- ▲ SCIVOLAMENTO ROTAZIONALE/TRASLATIVO
- ▲ COLAMENTO LENTO
- ▲ COLAMENTO RAPIDO
- ▲ COMPLESSO
- ▲ Aree soggette a CROLLI/RIBALTAMENTI diffusi
- ▲ Aree soggette a FRANE SUPERFICALI diffuse
- ▲ n.d.

# FRANE – Eventi Vaia



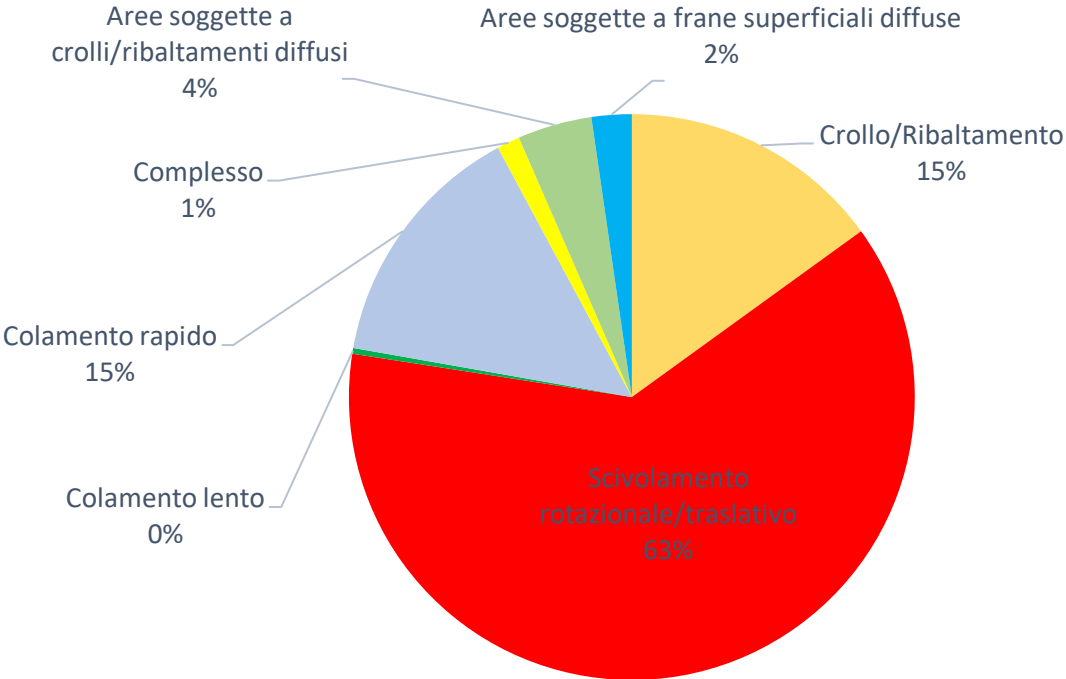
## Tipo di movimento

- ▲ SCIVOLAMENTO ROTAZIONALE/TRASLATIVO
- ▲ COLAMENTO LENTO
- ▲ COLAMENTO RAPIDO
- ▲ COMPLESSO
- ▲ n.d.



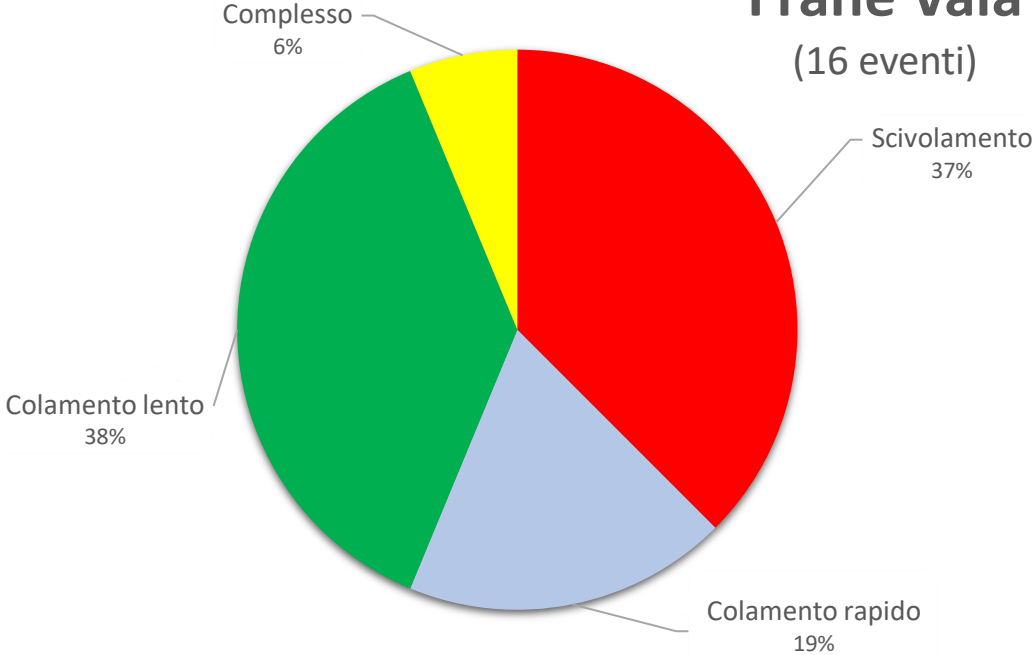
# Catalogo IFFI

(312 eventi totali)

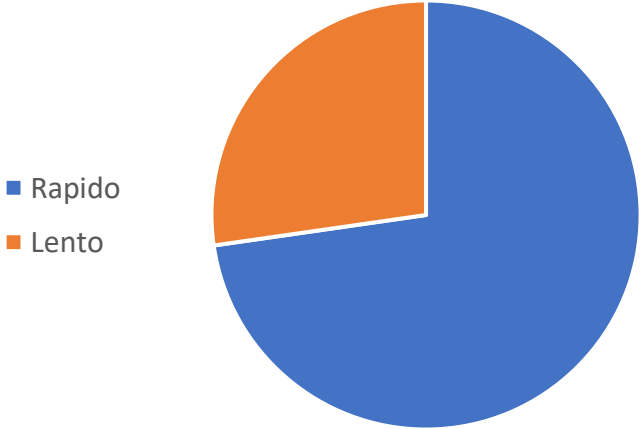


# Frane Vaia

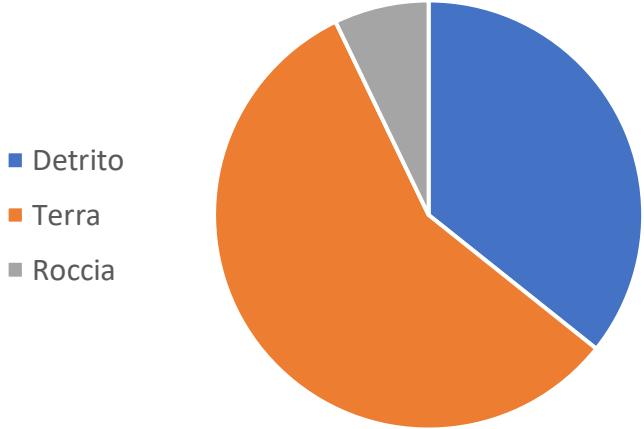
(16 eventi)



Vaia - Velocità dei fenomeni



Vaia - Materiale coinvolto



# RISULTATI IFrel

## ELEVAZIONE

Classi [metri]	Frane non presenti		Frane presenti		Ifrel (B/A)
	N. pixels	% (A)	N. pixels	% (B)	
700 - 1000	382258	0.20	22968	0.36	<b>1.84</b>
> 1000 - 1300	548147	0.28	20118	0.32	1.12
> 1300 - 1600	505395	0.26	11400	0.18	0.69
> 1600 - 1900	275218	0.14	5053	0.08	0.56
> 1900 - 2200	185624	0.10	4051	0.06	0.67
> 2200 - 2500	52257	0.03	0	0.00	0.00

## PENDENZA

Classi [gradi]	Frane non presenti		Frane presenti		Ifrel (B/A)
	N. pixels	% (A)	N. pixels	% (B)	
0 - 5	20506	0.01	1488	0.02	<b>2.22</b>
> 5 - 15	105392	0.05	5285	0.08	<b>1.53</b>
> 15 - 25	139969	0.07	6045	0.10	1.32
> 25 - 35	336046	0.17	10166	0.16	0.93
> 35 - 45	599515	0.31	17079	0.27	0.87
> 45 - 90	741052	0.38	23453	0.37	0.97

## CURVATURA

Classi	Frane non presenti		Frane presenti		Ifrel (B/A)
	N. pixels	% (A)	N. pixels	% (B)	
Molto concava	302675	0.16	10317	0.16	1.04
Concava	438146	0.22	14117	0.22	0.99
Piatta	445198	0.23	14557	0.23	1.00
Convessa	460879	0.24	14143	0.22	0.94
Molto convessa	302001	0.15	10456	0.16	1.06

## ESPOSIZIONE

Classi	Frane non presenti		Frane presenti		Ifrel (B/A)
	N. pixels	% (A)	N. pixels	% (B)	
NNE	213162	0.11	6160	0.10	0.88
NEE	248169	0.13	7903	0.12	0.97
SEE	320760	0.17	16384	0.26	<b>1.56</b>
SSE	288773	0.15	12741	0.20	1.35
SSO	265329	0.14	9623	0.15	1.11
SOO	254673	0.13	5136	0.08	0.62
NOO	195071	0.10	2974	0.05	0.47
NNO	156543	0.08	2595	0.04	0.51

## LITOLOGIA

Classi	Frane non presenti		Frane presenti		Ifrel (B/A)
	N. pixels	% (A)	N. pixels	% (B)	
Vulcaniti	263218	0.14	4121	0.06	0.48
Calcari e calcari dolomitici	1203685	0.62	35688	0.56	0.91
Argilliti e gessi	142968	0.07	11899	0.19	<b>2.55</b>
Ghiaie	174344	0.09	5114	0.08	0.90
Depositi alluvionali misti	152018	0.08	6768	0.11	1.36
Morenico	12666	0.01	0	0.00	0.00

## USO DEL SUOLO

Classi	Frane non presenti		Frane presenti		Ifrel (B/A)
	N. pixels	% (A)	N. pixels	% (B)	
Abitazioni	39994	0.02	5324	0.08	<b>4.08</b>
Zone industriali	12615	0.01	766	0.01	<b>1.86</b>
Aree estrattive	1173	0.00	63	0.00	<b>1.65</b>
Campi sportivi	2125	0.00	30	0.00	0.43
Campi coltivati	196	0.00	96	0.00	<b>15.01</b>
Prati	66954	0.03	5728	0.09	<b>2.62</b>
Zone boschive	1511547	0.78	44704	0.70	0.91
Pascoli	219197	0.11	3397	0.05	0.47
Roccia affiorante	85686	0.04	2353	0.04	0.84
Fiumi e torrenti	9412	0.00	1129	0.02	<b>3.68</b>

## DISTANZA DALLE STRADE

Classi [metri]	Frane non presenti		Frane presenti		Ifrel (B/A)
	N. pixels	% (A)	N. pixels	% (B)	
0 - 50	125266	0.06	12403	0.20	<b>3.03</b>
> 50 - 150	181106	0.09	11950	0.19	<b>2.02</b>
> 150 - 500	446964	0.23	17928	0.28	1.23
> 500 - 1250	737153	0.38	12374	0.19	0.51
> 1250 - 2000	387562	0.20	7782	0.12	0.62
> 2000 - 3120	70848	0.04	1153	0.02	0.50

## DISTANZA DALLA RETE IDROGRAFICA

Classi [metri]	Frane non presenti		Frane presenti		Ifrel (B/A)
	N. pixels	% (A)	N. pixels	% (B)	
0 - 20	217852	0.11	10263	0.16	<b>1.44</b>
> 20 - 80	533591	0.27	23179	0.36	1.33
> 80 - 150	440926	0.23	14108	0.22	0.98
> 150 - 300	488817	0.25	11354	0.18	0.71
> 300 - 500	203377	0.10	3603	0.06	0.54
> 500 - 820	64336	0.03	1083	0.02	0.52



# CARTA DI SUSCETTIVITÀ

0 1 2 4 Km

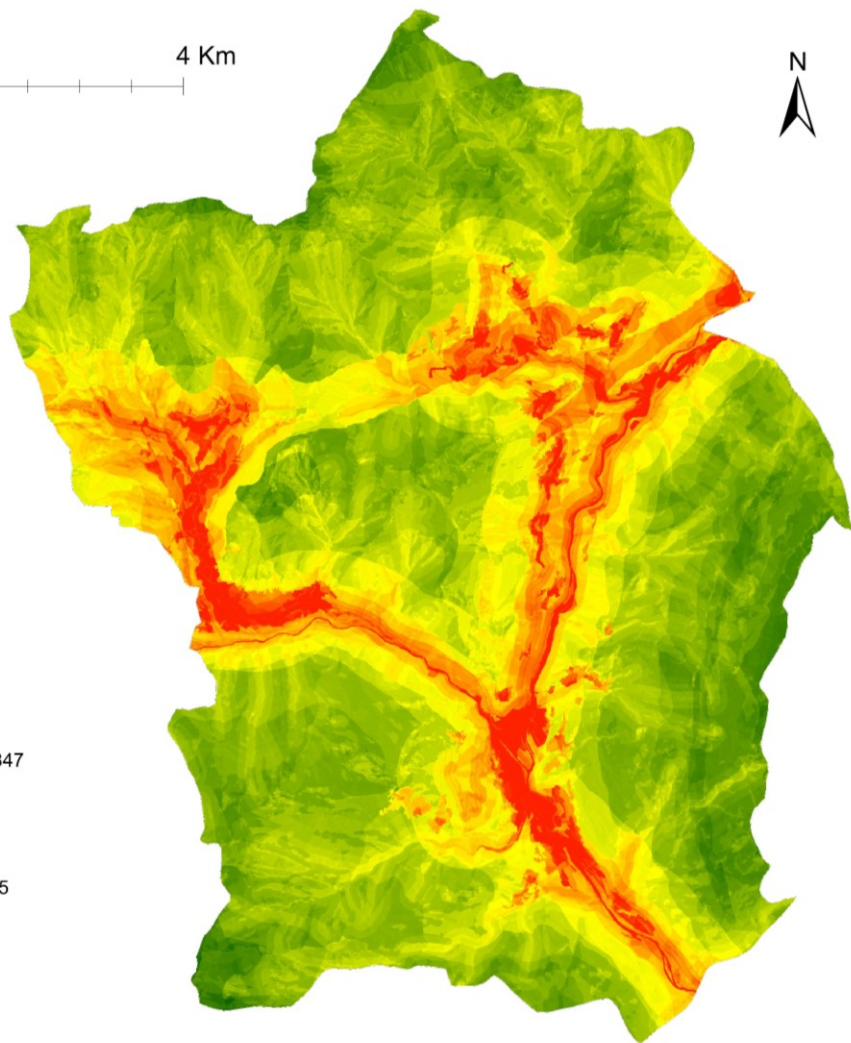


## Suscettività

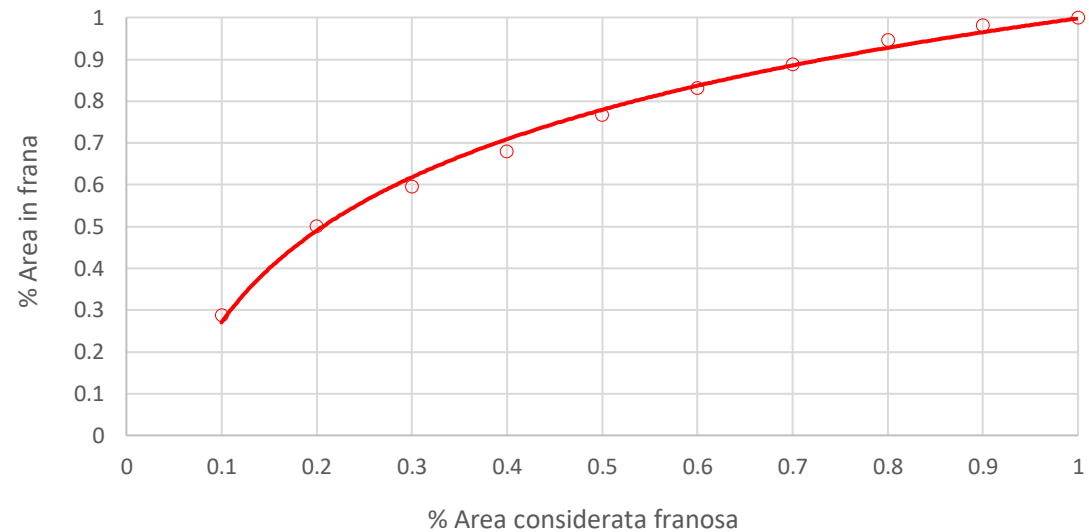


High : 26.4847

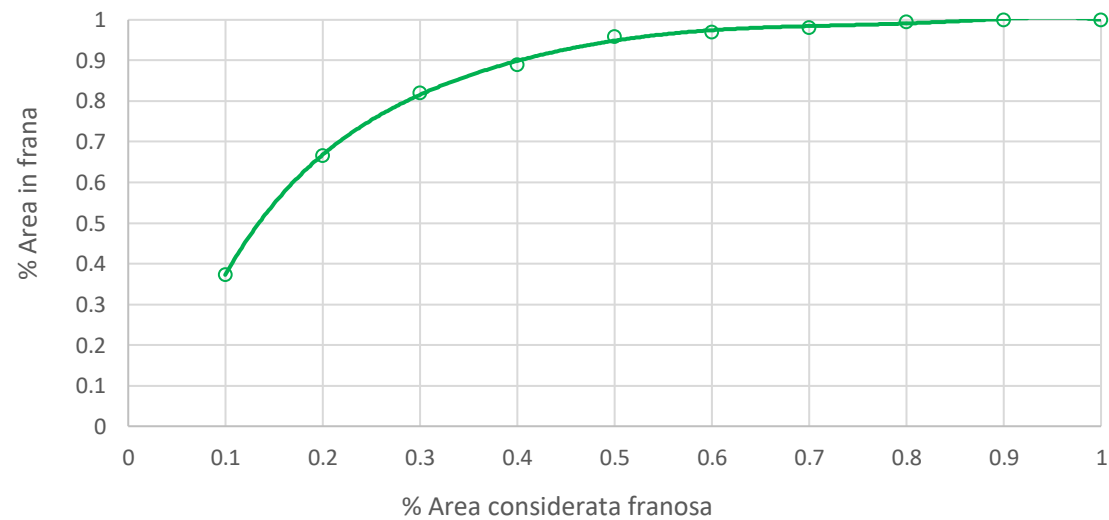
Low : 4.2745



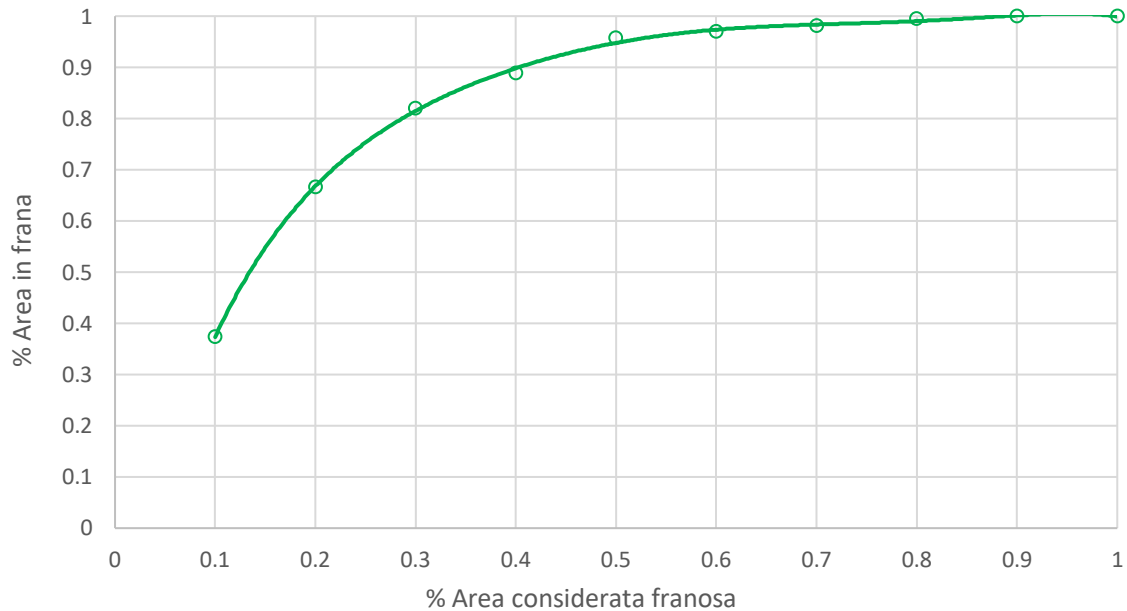
## Curva del tasso di successo



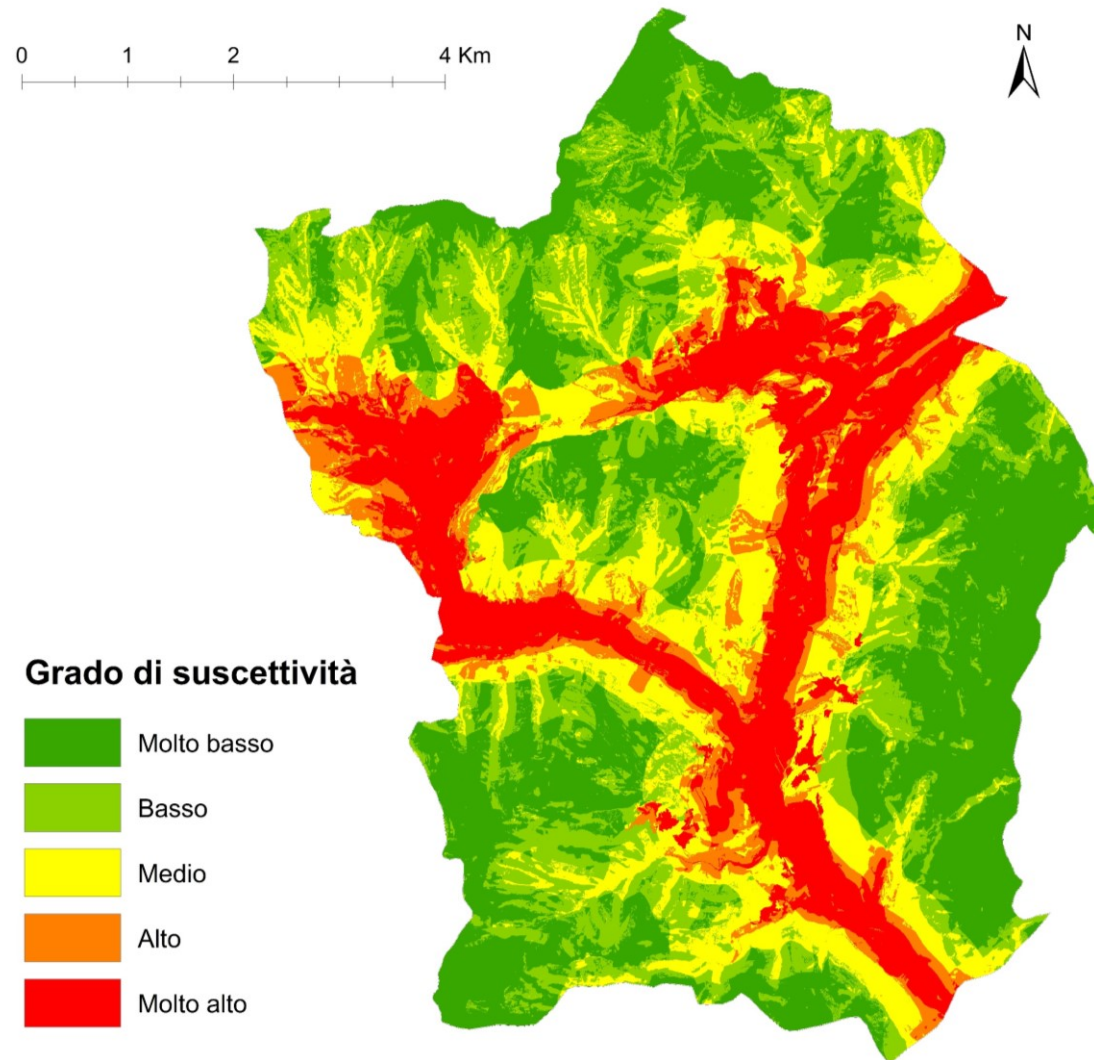
## Curva del tasso di previsione



### Curva del tasso di previsione



Intervallo di $\Sigma I_{Frel}$	Area (%)	Frane (%)	Grado di suscettività assegnato
4.27 - 6.89	30	1.9	Molto basso
6.89 - 7.58	20	2.3	Basso
7.58 - 8.80	20	13.8	Medio
8.80 - 9.76	10	15.4	Alto
9.76 - 26.48	20	66.6	Molto alto



**Grado di suscettività**

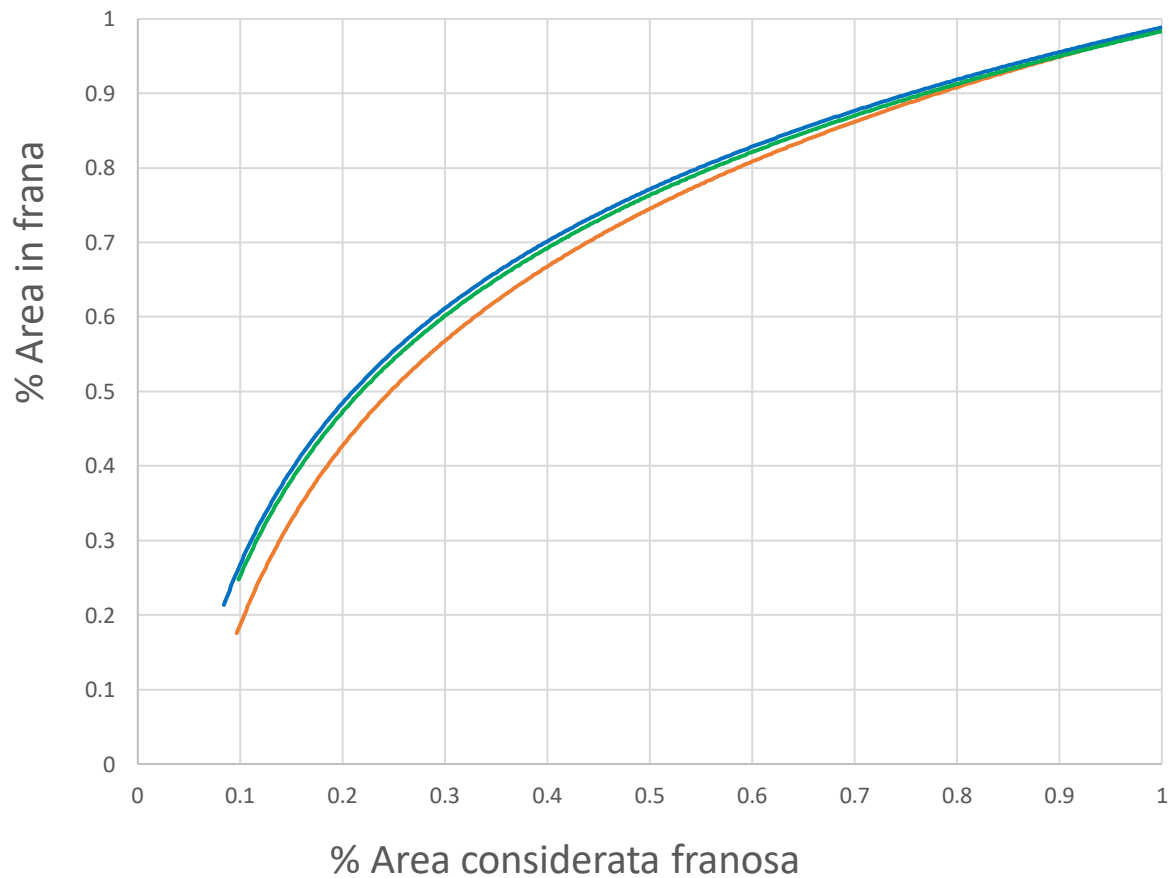
- Molto basso
- Basso
- Medio
- Alto
- Molto alto



# ANALISI DI SENSITIVITÀ

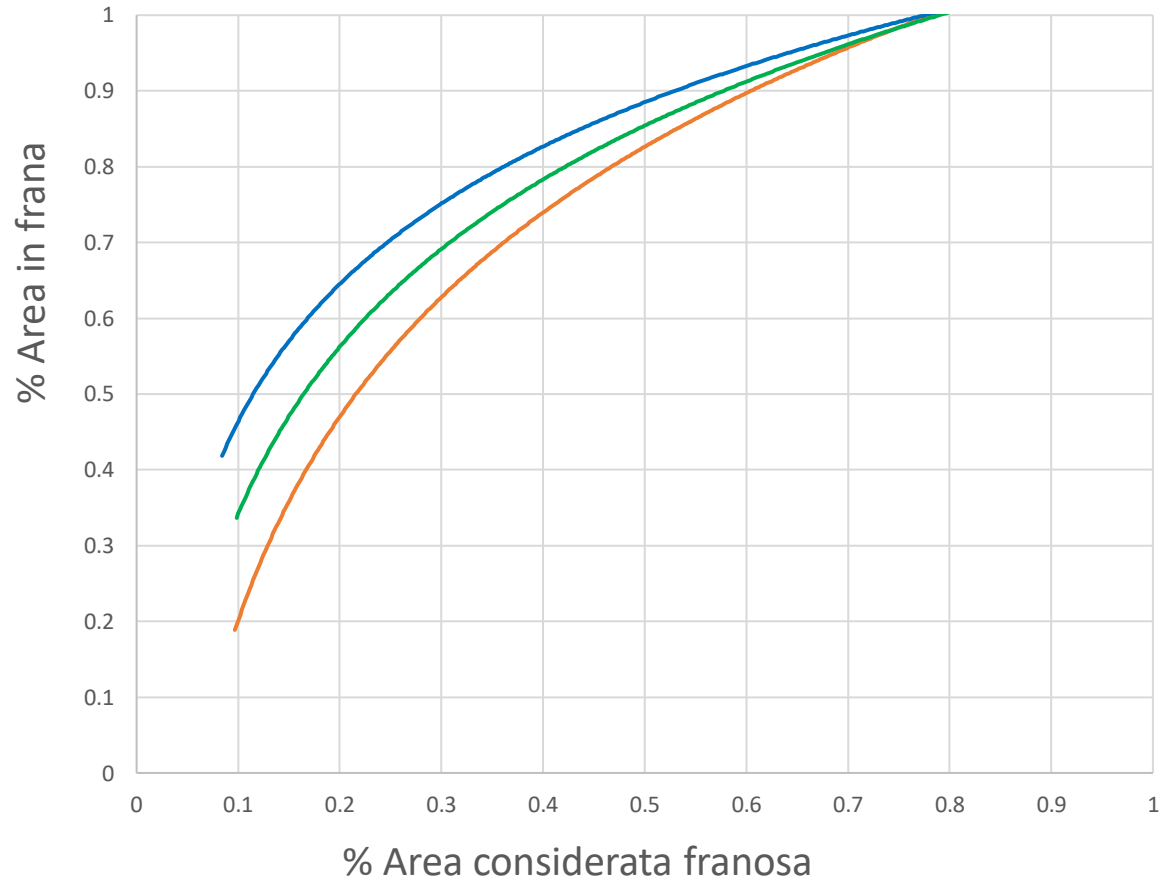
Curve di tasso di **successo**

- Morfometrici
- Non morfometrici
- Esclusi distanza strade e fiumi



Curve di tasso di **previsione**

- Morfometrici
- Non morfometrici
- Esclusi distanza strade e fiumi



# Conclusioni

- Grazie al lavoro svolto è stato possibile realizzare una valutazione della suscettività di frana nell'area in studio. Si tratta di uno strumento chiave della previsione spaziale dei fenomeni franosi.
- Il modello previsionale adottato si è dimostrato efficace. Dalla curva del tasso di successo si evince che il 30% dell'area considerata franosa corrisponde al 60% delle frane. La curva di tasso di previsione conferma un ottimo potere previsionale: il 30% dell'area considerata franosa individua l'82% delle frane Vaia.
- I fattori morfometrici che influenzano maggiormente la carta sono *Elevazione e Pendenza* e, fra quelli non morfometrici, *Usa del suolo, Distanza dalle strade e Litologia*.
- L'analisi di sensitività ha permesso di riconoscere l'importanza dell'utilizzo dei fattori non morfometrici, unitamente a quelli morfometrici, per migliorare l'efficacia del modello.
- L'analisi della suscettività è un'indagine di importanza essenziale al fine di calcolare la pericolosità, che, unitamente a valutazioni inerenti alla vulnerabilità ed agli elementi a rischio, permette di elaborare una valutazione di rischio.



*« ... to be a rock and not to roll! »*

*Led Zeppelin*

Alla mia famiglia, che mi ha sostenuto ed appoggiato in questo mio percorso.

Un ringraziamento particolare al Prof. Mario Floris, per l'enorme disponibilità nell'aiutarmi a sviluppare questo elaborato.

Un ringraziamento a tutti i docenti, che mi hanno trasmesso, oltre alle eccellenti conoscenze, i migliori valori per migliorarmi come persona.

Ringrazio il geologo Luciano Arziliero (Regione del Veneto - Direzione Difesa del Suolo) per tutta la disponibilità.