

GESTI.S.CO.

"Gestione delle emergenze senza confini"

Interreg V-A Italia - Svizzera 2014 – 2020

Asse 5 Obiettivo Specifico 5.1.

id: 475062

WP	WP3 Rafforzamento del quadro comune di informazioni
Attività	3.3 Analisi territoriale dei rischi e scenari di evento
Prodotto	P16: Piattaforma mappe territoriali del rischio naturale e degli scenari di evento transfrontalieri corredate da documento di analisi
Versione	1.00
Data	11 giugno 2021

ANALISI TERRITORIALE DEI RISCHI E SCENARI DI EVENTO

Crolli

Elaborato a cura di: Politecnico di Milano e Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana

Sommario

Introduzione.....	3
Metodo di analisi	3
I risultati finali	4
Bibliografia	7

Introduzione

Le carte di suscettibilità relative ai processi di crollo individuano le porzioni territoriali più favorevoli al verificarsi di fenomeni di crollo e alla loro possibile propagazione. In assenza di carte di pericolo, questo strumento mira ad identificare le zone antropizzate potenzialmente a rischio.

In Canton Ticino è disponibile dal 2020 uno studio di suscettibilità relativa ai processi di crollo, su tutto il territorio cantonale (Terranum, 2019), accessibile solo su specifica richiesta agli uffici cantonali (Ufficio dei pericoli naturali, degli incendi e dei progetti e Ufficio dei corsi d'acqua).

Le carte sono composte da un'analisi di suscettibilità a distacco e suscettibilità a propagazione dei crolli. L'identificazione delle aree suscettibili a distacco seguono, per i due paesi, metodologie diverse esposte nel capitolo seguente, mentre per la suddivisione in classi si segue una metodologia comune basata sulla pendenza.

Per la suscettibilità a propagazione, le classi sono ottenute da modelli numerici svolti mediante il software Flow-R (da Terranum Sàrl) di modellazione di propagazione basato su un approccio probabilistico, che utilizza una vasta gamma di algoritmi per la diffusione laterale di un movimento di massa accoppiato con diversi modelli di attrito semplici che controllano la distanza di fuga del flusso. Il risultato è il perimetro totale che comprende tutte le possibili propagazioni dei crolli.

Le classi risultanti sono 6 e dipendono dalla classe di suscettibilità a distacco dell'area sorgente, dai parametri di propagazione e velocità limite scelti per ogni simulazione. Le classi sono distinte in Classe 11, Classe 21, Classe 12, Classe 22, Classe 13, Classe 23, nominate dalla meno suscettibile alla più suscettibile (con estensione da poco probabile alla più probabile). La scelta della classe più consona per un determinato luogo dipende dalla presenza di boschi sul versante.

Metodo di analisi

L'analisi di suscettibilità a crollo ha previsto come primo passo l'analisi della suscettibilità a distacco, e successivamente l'analisi di suscettibilità a propagazione, dipendente dalla prima.

La metodologia di analisi utilizzata sul territorio elvetico e italiano, differisce per via della disponibilità di dati tra i due paesi ma segue una procedura comune che prevede:

1. Per l'area elvetica: definizione delle aree suscettibili a distacco in base alla pendenza dei versanti, a valle di uno studio di distribuzione di frequenza delle pendenze (Rouiller, Jaboyedoff, & Marro, 1998; Loye, Jaboyedoff, & Pedrazzini, 2009; Michoud, Derron, Horton, & al., 2012), mirato ad identificare le pendenze che comportano una suscettibilità rilevante a fenomeni da crollo. Questa operazione viene svolta attraverso l'analisi del modello digitale del terreno ad alta risoluzione (MDT-HR), carte geologiche e ortofoto (Lato CH).

- Per l'area italiana: utilizzo delle *aree soggette a crolli e ribaltamenti diffusi* riportate nell'*Inventario dei fenomeni franosi in Lombardia GEOIFFI*, in cui la mappatura avviene attraverso fotointerpretazione, raccolta ed analisi dati storici, rilievi, controlli e verifiche sul terreno (Regione Lombardia, 2017);
2. Classificazione delle aree in classi di suscettibilità distinte in base all'acclività del versante, secondo la distinzione di famiglie di pendenza, sul principio che a scala regionale, maggiore è la pendenza, maggiore è la suscettibilità a distacco (Locat, Leroueil, & Picarelli, 2000; Montgomery & Brandon, 2002; Michoud, Derron, Horton, & al., 2012).

Analogamente, le analisi di suscettibilità a propagazione in Canton Ticino e Lombardia seguono due percorsi differenti ma di principio simili. In entrambe le analisi si parte dai risultati dell'analisi di suscettibilità a distacco, che forniscono aree sorgente dei crolli scomposte in base alla classe di appartenenza. Per modellare la propagazione dei fenomeni, ci si basa sul metodo del Fahrböschung per regolare la distanza di propagazione, utilizzato sull'area di studio italiana in chiave originale "Fahrböschung fisso" (Heim, 1932; Scheidegger, 1973; Toppe, 1987; Evans & Hungr, 1993; Corominas, 1996; Jaboyedoff & Labiouse, 2011) e in chiave rivisitata su lato svizzero "Fahrböschung variabile" (Michoud e Horton 2015). Un ulteriore controllo è svolto da *Simplified friction-limited model* (Horton, Jaboyedoff, Rudaz, & Zimmermann, 2013) che limita la velocità massima degli elementi in caduta.

I risultati dei modelli numerici di propagazione svolti con il software *Flow-R* costituiscono 6 classi di suscettibilità a propagazione, che danno un'informazione sulla probabilità dell'evento, ma che resta fortemente dipendente dalla copertura boschiva del versante.

I risultati finali

Le classi di suscettibilità a distacco sono: Classe 1, Classe 2 e Classe 3, con aumento della suscettibilità a distacco secondo la numerazione della classe. Queste vengono definite dallo studio di Terranum rispettivamente come:

Rimobilizzazione di blocchi, *«considerata per tutta la zona derivata da crolli recenti, non (o poco) ricoperti dalla vegetazione, la cui pendenza è superiore al modo di distribuzione della famiglia di versanti e la cui suscettibilità di distacco è superiore a 0.5%. Questa soglia bassa definisce gli angoli considerati come limite di stabilità apparente di una conoide di detrito, al di sopra del quale, un blocco può rimobilizzarsi, filtrando al contempo le suscettibilità di distacco molto basse.»*

Crolli derivanti dal distacco di blocchi nelle prime pareti rocciose, *«considerata per ogni parete rocciosa mediamente ripida, cioè per ogni pendenza superiore all'intersezione tra le distribuzioni delle famiglie "versante" e "parete rocciosa", che segna il limite morfologico tra queste due famiglie.»*

Crolli derivanti dal distacco di blocchi nelle seconde pareti rocciose, *«considerata per ogni parete rocciosa molto ripida, cioè per ogni pendenza la cui suscettibilità teorica di distacco è superiore a 75%.»*

La mappatura della suscettibilità a distacco modellata sull'area di progetto italiana trova una buona continuità con la modellazione su territorio svizzero (Figura 1).

Le classi di suscettibilità a propagazione risultanti identificano le porzioni di versante suscettibili alla propagazione dei crolli, in base alla presenza di boschi di protezione sul versante.

Le classi di suscettibilità a propagazione risultanti esposti di seguito vengono riassunti in Tabella 1:

Classe 11 e Classe 21, per crolli non ostacolati da aree boschive, caratterizzati da una propagazione molto estesa e velocità elevate. Nel modello numerico l'angolo di Fahrböschung è di 33° e la velocità massima 30 m/s. Questi eventi sono considerati estremamente rari.

Classe 12 e Classe 22, per crolli che incontrano durante la corsa verso valle aree boscate che ne limitano la propagazione. Nel modello numerico la propagazione è limitata da un angolo di Fahrböschung di 38° e una velocità massima di 30 m/s. Questi eventi sono da considerarsi rari.

Classe 13 e Classe 23, per crolli con propagazione su pendii boscati, caratterizzati da una corsa limitata rispetto alle classi precedenti. In Flow-R l'angolo di Fahrböschung utilizzato è di 38° e la velocità massima permessa è di 25 m/s. Le classi 13 e 23 rappresentano eventi comuni.

La scelta della classe più consona per una determinata area dovrà essere valutata in base alla presenza di boschi sul versante. Versanti privi di boschi favoriscono una propagazione maggiore dei crolli, quindi la scelta della classe 11 e 21 è consigliata. La propagazione su versanti con zone boschive sparse sono meglio rappresentati dalle classi 12, 22. Versanti con copertura boschiva per di più omogenea, favoriscono la scelta delle classi 13, 23.

La mappatura della suscettibilità a propagazione dei crolli sul territorio transfrontaliero del progetto GESTI.S.CO è mostrata in Figura 2.

Tabella 1 - Parametri utilizzati nel modello di propagazione e classificazione dei risultati – modello Terranum.

Classe	11	21	12	22	13	23
Zona di distacco: classi di suscettibilità	Rimobilizzazione (Classe 1)	Pareti 1 e 2 (Classe 1+2)	Rimobilizzazione (Classe 1)	Pareti 1 e 2 (Classe 1+2)	Rimobilizzazione (Classe 1)	Pareti 1 e 2 (Classe 1+2)
Scenario	Senza bosco di protezione		Con bosco di protezione			
Evento	Indicativo		Raro		Comune	
Angolo di propagazione	33°		38°			
Velocità limite del SFLM	30 m/s		30 m/s		25 m/s	

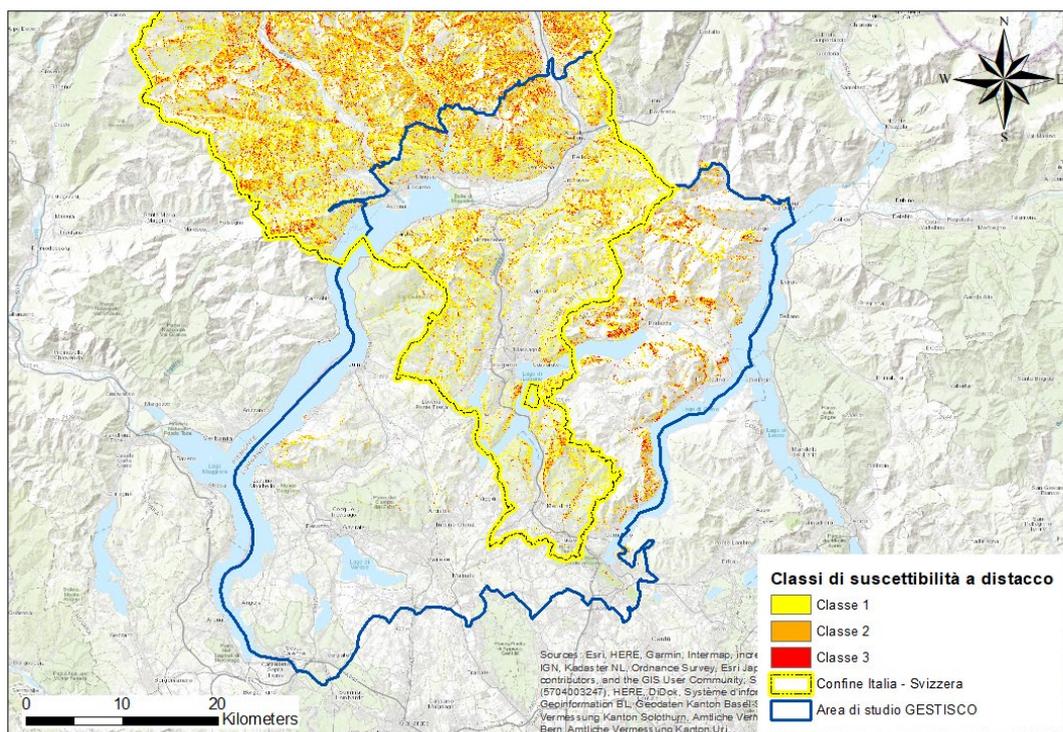


Figura 1 - Mappa per classi di suscettibilità a distacco

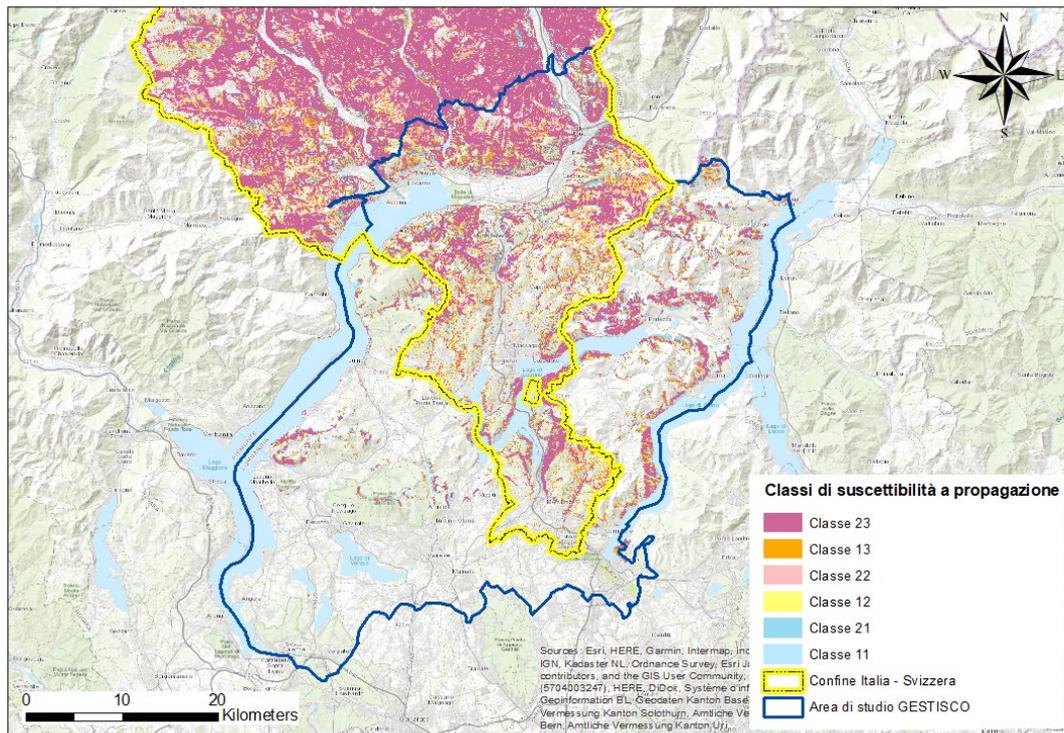


Figura 2 - Mappa per classi di suscettibilità a propagazione

Bibliografia

- Corominas, J. (1996). The angle of reach as a mobility index for small and large landslides Can. *Geotech. J.*, 33, 260–271.
- Evans, S., & Hungr, O. (1993). The assessment of rockfall hazard at the base of talus slopes. *Canadian Geotechnical Journal*, 30, 620–636.
- Heim, A. (1932). Bergsturz und Menschenleben. *Beiblatt zur Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich* 77, 218 pp.
- Horton, P., Jaboyedoff, M., Rudaz, B., & Zimmermann, M. (2013). Flow-R, a model for susceptibility mapping of debris flows and other gravitational hazards at a regional scale. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 869–885.
- Jaboyedoff, M., & Labiouse, V. (2011). Technical Note: Preliminary estimation of rockfall runout zones. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11, 819–828.
- Locat, J., Leroueil, S., & Picarelli, L. (2000). Some considerations on the role of geological history on slope stability and estimation of minimum apparent cohesion of a rock mass. *Landslides in research, theory and practice. The 8th International Symposium on Landslides in Cardiff, Wales, 26–30 June 2000*, 935–942.

- Loye, A., Jaboyedoff, M., & Pedrazzini, A. (2009). Identification of potential rockfall source areas at a regional scale using a DEM-based geomorphometric analysis. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, *9*, 1643–1653.
- Michoud, C., Derron, M., Horton, P., & al., e. (2012). Rockfall hazard and risk assessments along roads at a regional scale: example in Swiss Alps. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, *12*, 615-629.
- Montgomery, D., & Brandon, M. (2002). Topographic controls on erosion rates in tectonically active mountain ranges. *Earth and Planetary Science Letters*, *201*, 481-489.
- Regione Lombardia. (2017, 03 20). *Geoportale della Lombardia*. Tratto da https://www.geoportale.regione.lombardia.it/metadati?p_p_id=detailSheetMetadata_WAR_gptmetadataportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&_detailSheetMetadata_WAR_gptmetadataportlet_uuid=%7B1D4AAE9F-EB7B-4E3E-AB8A-EE29A2211593%7D#
- Rouiller, J., Jaboyedoff, M., & Marro, C. e. (1998). Pentes instables dans le Pennique Valaisan. MATTE-ROCK: une métho-dologie d'auscultation des falaises et de détection des éboulements majeurs potentiels. *Rapport final du PNR31, VDF Hochschulverlag AG, ETH*.
- Scheidegger, A. (1973). On the Prediction of the Reach and Velocity of Catastrophic Landslides. *Rock Mechanics*, *5*, 231-236.
- Terranum. (2019). *Carte di suscettibilità relative ai processi di crollo, scivolamenti spontanei e ai flussi di detrito sulle zone test Leventina, Bellinzona e Malcantone*.
- Toppe, R. (1987). Terrain models – a tool for natural hazard mapping. . *In Salm, B. and Gubler, H., editors, Avalanche for-mation, movement and effects. IAHS*, *162*, 629–38.