

# **Titolo: Applicazione di metodi machine learning per la mappatura dei fenomeni franosi in Emilia-Romagna**

Durata: 12 mesi

Sede di lavoro: Dipartimento BIGEA Università di Bologna, Via Zamboni 67 Bologna

## **Definizione del problema**

Il dissesto idrogeologico rappresenta una delle problematiche più gravi per la Regione Emilia-Romagna. Sono stati rilevati quasi 80.000 fenomeni franosi, e in alcune aree la percentuale di territorio interessato da frane supera il 25%. Questi dati collocano l'Emilia-Romagna tra le regioni più colpite al mondo in termini di intensità del dissesto. Sebbene la maggior parte delle frane presenti una dinamica relativamente lenta, l'impatto economico è notevole: solo nel 2019 sono stati destinati 21 milioni di euro per interventi urgenti di messa in sicurezza, ma si stima che ne servirebbero almeno altri 80 per completare il piano di prevenzione.

Tuttavia, non è solo una questione di risorse economiche. Le caratteristiche geologiche della Regione, combinate con l'aumento dello sfruttamento del territorio e i cambiamenti climatici in corso, stanno aggravando ulteriormente questa problematica. Basti pensare agli effetti devastanti dell'evento di maggio 2023 in Romagna, dove si sono registrate circa 81.000 frane che hanno distrutto centinaia di edifici, strade e infrastrutture.

Questo evento ha evidenziato l'importanza di disporre in tempi rapidi di una mappatura precisa e completa dei fenomeni franosi, al fine di coordinare le operazioni di soccorso, stimare i danni e identificare le zone a rischio residuo. Le mappe degli eventi possono essere create manualmente da personale esperto, utilizzando ad esempio foto aeree o satellitari ad alta risoluzione. Questo metodo garantisce una mappatura di alta precisione, ma richiede tempi molto lunghi e un grande numero di risorse umane, soprattutto in caso di eventi di vasta portata.

I recenti progressi nel campo del Machine Learning e dell'Intelligenza Artificiale offrono nuove opportunità per la mappatura automatica. In particolare, le reti CNN hanno raggiunto un elevato livello di precisione nelle operazioni di segmentazione e classificazione delle immagini. L'applicazione di queste tecniche alla mappatura automatica dei fenomeni franosi apre prospettive di grande rilevanza per i settori della Protezione Civile e della Difesa del Territorio.

## **Obiettivi del progetto e Piano delle attività**

Il principale obiettivo di questo progetto di ricerca è testare e valutare l'efficacia di modelli di Intelligenza Artificiale nella mappatura dei fenomeni franosi durante situazioni di emergenza. Il progetto prevede di sfruttare la mappatura eseguita dall'Università di Bologna (UNIBO) in seguito all'evento catastrofico di maggio 2023 come dataset per l'addestramento e il test di diversi modelli di machine learning, che variano per natura e complessità.

I dati utilizzati per questo progetto includono poligoni di frane identificati manualmente attraverso l'analisi di foto aeree ad altissima risoluzione (0,2 m per pixel) con tre bande RGB e una banda infrarossa. Ogni

poligono è stato classificato in base al tipo di frana e arricchito con una serie di attributi derivati da analisi GIS, come pendenza, area e geometria. Questi dati, grazie alla loro natura dettagliata e integrabile con un'ampia gamma di dati spaziali geologici, geomorfologici e sull'uso del suolo, sono ideali per l'addestramento di modelli di machine learning.

Il progetto si sviluppa attraverso quattro attività principali:

**A1) Identificazione dei comuni di analisi.** Saranno selezionati almeno quattro comuni dell'Appennino Romagnolo, caratterizzati da una densità di frane particolarmente elevata e che rappresentano diverse condizioni geologiche e geomorfologiche della zona. Questi comuni serviranno come base per l'analisi comparativa dei modelli.

**A2) Verifica e integrazione della mappatura manuale:** Sebbene la mappatura manuale sia stata eseguita con cura, è stata comunque realizzata in una fase di emergenza, il che potrebbe aver comportato l'omissione di alcune frane o la necessità di perfezionare alcuni poligoni. Questa fase di verifica è cruciale per garantire una "ground truth" il più precisa possibile, essenziale per un addestramento efficace dei modelli.

**A3) Scelta e applicazione di modelli di machine learning.** Uno dei comuni selezionati sarà utilizzato come dataset di training per l'allenamento dei modelli di IA, che includeranno CNN, U-NET e Transformer. Questi modelli verranno applicati per identificare e mappare automaticamente le frane, sfruttando le caratteristiche spaziali e testando diverse configurazioni per ottimizzare i risultati. Nelle analisi saranno utilizzati numerosi livelli informativi spaziali (foto pre- e post-evento, indice NDVI, slope, usol del suolo..).

**A4) Validazione dei modelli.** I modelli addestrati sul comune di training saranno applicati agli altri comuni selezionati per la mappatura automatica delle frane. La qualità e l'efficacia della mappatura automatica saranno valutate utilizzando metriche statistiche, come l'F1-score e l'Intersect-Over-Union, per confrontare i risultati ottenuti con la mappatura manuale.

L'obiettivo finale di questa sperimentazione è valutare l'effettivo beneficio che i metodi di Intelligenza Artificiale possono offrire per una rapida e accurata mappatura delle frane in situazioni di emergenza. Particolare attenzione sarà rivolta alla performance dei modelli in relazione alla loro complessità e riproducibilità, al fine di determinare la loro applicabilità pratica e la loro potenziale integrazione nei sistemi di Protezione Civile e gestione del territorio.