



ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

XLII GIORNATA DELL'AMBIENTE

FRANE: COSA SAPPIAMO E COSA FACCIAMO PER DIFENDERCI; COSA DOVREMMO SAPERE E FARE PER DIFENDERCI MEGLIO

5 GIUGNO 2025

ABSTRACT

Comitato ordinatore: Fausto GUZZETTI (Linceo, IMATI - CNR, Perugia), Matteo BERTI (Alma Mater Studiorum, Università di Bologna), Paola REICHENBACH (CNR IRPI, Perugia), Veronica TOFANI (Università degli Studi di Firenze).

PROGRAMMA

Le frane sono frequenti nel paesaggio italiano che contribuisce a scolpire; letteralmente! Non da oggi, in Italia e in altri paesi Europei, dell'area mediterranea e oltre, le frane restano un fenomeno naturale poco conosciuto, scarsamente prevedibile, d'interesse scientifico e di rilevanza sociale ed economica. Alcuni eventi recenti, fra i quali le alluvioni in Emilia-Romagna del maggio 2023, hanno dimostrato come l'attuale conoscenza sulle frane (ad es., dove e quante siano, dove e quante potranno avvenire in futuro, la loro distruttività) restino limitate, in particolare per una pianificazione territoriale basata su conoscenze scientifiche, e per una gestione del rischio economicamente e socialmente sostenibile. Il convegno intende (i) fare il punto sulle **conoscenze e capacità tecnologiche di riconoscere, mappare, monitorare e prevedere le frane e i loro impatti**; (ii) **valutare gli ostacoli per una piena applicazione delle conoscenze e delle tecnologie disponibili**; (iii) **identificare e analizzare le carenze conoscitive e le necessità tecnologiche e organizzative**; e (iv) **indicare possibili attività di ricerca e sviluppo tecnologico, nonché organizzative e gestionali per una più efficace riduzione del rischio**, nel contesto dei cambiamenti ambientali, climatici, economici e sociali in corso e previsti.

Giovedì 5 giugno

9.00 Saluto della Presidenza dell'Accademia Nazionale dei Lincei

Parte I – Cosa sappiamo delle frane

9.15 Domenico CALCATERRA (Università degli Studi Federico II): *Cosa sono, dove sono, quante sono le frane*

9.30 Giovanna CAPPARELLI (Università della Calabria): *Forzanti naturali e antropiche delle frane*

9.45 Lisa BORGATTI (Alma Mater Studiorum, Università di Bologna): *Mappatura e monitoraggio delle frane*

10.00 Paola SALVATI (CNR, Perugia): *Popolazione a rischio e impatto economico*

10.15 Coffee break

Parte II – Cosa vorremmo sapere delle frane

10.30 Marco PIZZIOLO (Regione Emilia-Romagna, Bologna), Matteo BERTI (Alma Mater Studiorum, Università di Bologna): *Mappatura e monitoraggio delle frane*

11.00 Filippo CATANI (Università degli Studi di Padova): *Previsione delle frane*

11.30 Paolo TAROLLI (Università degli Studi di Padova): *Frane e evoluzione del paesaggio*

12.00 Sandro MORETTI (Università degli Studi di Firenze): *Mitigazione e adattamento*

12.30 Discussione

13.00 Intervallo

Parte III – Il contesto internazionale

- 14.00 Željko ARBANAS (University of Rijeka, Croazia): *International Consortium on Landslides*
- 14.20 Rosa Maria MATEOS (Instituto Geológico y Minero de España - Unidad de Granada): *Integration of landslide hazard into urban planning across Europe*
- 14.40 Irasema ALCANTARA AYALA (University of Mexico): *Landslide Disaster Risk in Latin America: Key Lessons, Collaborative Approaches and Persistent Challenges*
- 15.00 Jonathan GODT (U.S. Geological Survey, USA): *National Strategy for Landslide Science and Risk Reduction in the USA*
- 15.20 Coffee break

Parte IV – Le istituzioni nazionali

- 15.30 Alessandro TRIGILA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - ISPRA): *Le attività ISPRA per l'aggiornamento dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, la gestione della piattaforma IdroGEO e dell'Anagrafe nazionale dei sistemi di monitoraggio in situ delle frane*
- 15.50 Francesca BOZZANO (Sapienza Università di Roma): *Le frane in Italia: la prospettiva della commissione Grandi Rischi*
- 16.10 Luigi FERRARA (Capo Dipartimento Casa Italia, Presidenza del Consiglio dei Ministri): *Il ruolo del Dipartimento CasaItalia nella riduzione del rischio da frana*
- 16.30 Discussione
- 17.15 Conclusioni

ROMA - PALAZZO CORSINI - VIA DELLA LUNGARA, 10
Segreteria del convegno: convegni@lincei.it – <http://www.lincei.it>

[Tutte le informazioni per partecipare al convegno sono disponibili su:
https://www.lincei.it/it/manifestazioni/xlii-giornata-dellambiente](https://www.lincei.it/it/manifestazioni/xlii-giornata-dellambiente)

Per partecipare al convegno è necessaria l'iscrizione online
Fino alle ore 10 è possibile l'accesso anche da Lungotevere della Farnesina, 10
I lavori potranno essere seguiti dal pubblico anche in streaming

L'attestato di partecipazione al convegno viene rilasciato esclusivamente a seguito di partecipazione in presenza fisica e deve essere richiesto al personale preposto in anticamera nello stesso giorno di svolgimento del convegno

Cosa sono, dove sono, quante sono le frane

Domenico CALCATERRA (Università degli Studi Federico II)

Nell'ambito del convegno dedicato alle frane, questo intervento sarà focalizzato su alcuni degli elementi conoscitivi che rappresentano la solida base su cui poggiano tutti gli studi sulla previsione, prevenzione e mitigazione del rischio da frana.

Partendo dalla definizione di una frana e dall'esame dei più diffusi schemi classificativi, vedremo quali sono i caratteri distintivi di una frana, messi a confronto con quelli di fenomeni simili. Ci soffermeremo, quindi, sul "dove" le frane si verificano, evidenziando che non si tratta di fenomeni esclusivi del nostro pianeta. Altri aspetti che saranno passati in rassegna sono le dimensioni e le velocità di spostamento che le frane possono assumere, variando entrambe in ambiti molto ampi. Dopo aver visto quante frane sono state censite in Italia, l'intervento si concluderà segnalando alcune letture utili ad approfondire le tematiche affrontate e sintetizzando i punti essenziali trattati.

Forzanti naturali e antropiche delle frane

Giovanna CAPPARELLI (Università della Calabria)

Una frana è un movimento gravitativo di una massa di terreno, di detrito o di rocce lungo un versante, che si verifica quando si altera l'equilibrio tra le forze stabilizzanti (coesione, attrito interno etc.) e le forze instabilizzanti (peso del terreno, pressione dell'acqua etc.). Il movimento avviene quando una perturbazione spinge la risultante delle forze instabilizzanti oltre la resistenza offerta dalla combinazione delle forze stabilizzanti.

Sono fenomeni complessi, governati dall'interazione di molteplici fattori naturali e antropici che agiscono su diverse scale spaziali e temporali.

Tra le forzanti naturali, le precipitazioni intense o prolungate giocano un ruolo cruciale, aumentando la pressione interstiziale e riducendo la resistenza al taglio del suolo. Altri fattori naturali rilevanti includono i terremoti, l'attività vulcanica, le variazioni rapide del livello dell'acqua, la fusione repentina di neve o ghiaccio e le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del territorio. Anche gli incendi boschivi, attraverso la distruzione della copertura vegetale, possono aumentare la vulnerabilità dei pendii.

Parallelamente, numerose attività antropiche contribuiscono ad accrescere il rischio di frana. Tra queste si annoverano la deforestazione, gli scavi e sbancamenti per opere infrastrutturali, le modifiche al drenaggio naturale, il sovraccarico dei pendii, le vibrazioni indotte da traffico o esplosioni, la riprofilatura inadeguata dei versanti, l'urbanizzazione e la presenza di infrastrutture obsolete o mal progettate. Questi interventi possono alterare profondamente l'equilibrio idrogeologico locale, riducendo la stabilità dei pendii.

Comprendere l'interazione tra queste forzanti è fondamentale per la valutazione del rischio e per l'implementazione di strategie efficaci di prevenzione e mitigazione dei fenomeni franosi.

Per la comprensione dei processi che controllano la genesi e l'evoluzione delle frane è indispensabile avere un solido inquadramento geologico e idrogeologico in grado di fornire indicazioni circa la natura litologica, la struttura del sottosuolo, la presenza di fratture o discontinuità, così come le condizioni di circolazione e accumulo dell'acqua sotterranea che influenzano direttamente la stabilità dei versanti. Conoscere in dettaglio questi aspetti consente di individuare i possibili meccanismi di innesco e di propagazione del movimento franoso.

Per affrontare efficacemente lo studio e la mitigazione del rischio franoso, è fondamentale adottare un approccio integrato e multidisciplinare che combini quattro pilastri fondamentali: analisi dei dati storici, modellazione numerica, monitoraggio in situ e sperimentazione in laboratorio.

L'analisi dei dati storici rappresenta il punto di partenza per comprendere la frequenza, l'estensione e i meccanismi delle frane avvenute nel passato. Queste informazioni, raccolte attraverso archivi, cartografie storiche, immagini satellitari e testimonianze, consentono di identificare aree particolarmente vulnerabili e di costruire una base di conoscenza indispensabile per la calibrazione dei modelli predittivi.

La modellazione numerica, basata su equazioni fisico-matematiche, permette di simulare scenari di evento in funzione di variabili geotecniche, idrologiche e climatiche. Per essere affidabili, tali modelli necessitano di una costante validazione, supportata sia da dati di campo che da prove sperimentali.

Il monitoraggio strumentale in tempo reale, mediante sensori geotecnici, sistemi GPS, interferometria radar e altri strumenti, fornisce dati aggiornati sull'evoluzione dei pendii, consentendo la rilevazione precoce di segnali premonitori di instabilità.

Infine, la sperimentazione di laboratorio che riveste un ruolo fondamentale nello studio delle frane, offrendo un ambiente controllato in cui analizzare in dettaglio i molteplici fattori che influenzano la stabilità dei pendii. Una delle principali potenzialità del laboratorio risiede nella possibilità di isolare e controllare con precisione i parametri chiave, come il contenuto d'acqua, il tipo di materiale, la pendenza e le sollecitazioni esterne. Queste osservazioni rappresentano una base preziosa per la comprensione dei fenomeni e per la validazione e calibrazione di modelli teorici e numerici, migliorandone l'affidabilità nella previsione del comportamento dei versanti in condizioni reali.

Solo l'integrazione coerente e coordinata di queste componenti consente di ottenere una visione olistica del fenomeno franoso, migliorando la capacità di previsione, la progettazione di interventi efficaci e la pianificazione territoriale sostenibile.

Mappatura e monitoraggio delle frane

Lisa BORGATTI (Alma Mater Studiorum, Università di Bologna)

La mappatura e il monitoraggio delle frane rappresentano strumenti imprescindibili nella gestione del rischio idrogeologico e nella pianificazione territoriale.

La mappatura delle frane si basa sull'integrazione di dati geologici, geomorfologici, e ambientali, ottenuti tramite tecniche di telerilevamento, fotointerpretazione e indagini di campo. L'utilizzo di Sistemi Informativi Territoriali consente oggi di rappresentare, analizzare e aggiornare in modo dinamico le informazioni relative alla distribuzione e alle caratteristiche delle frane contribuendo alla realizzazione di preziosi inventari multitemporali, fondamentali per comprendere l'evoluzione dei fenomeni nel tempo e nello spazio.

Negli ultimi decenni, le tecniche di osservazione della Terra, come l'Interferometria SAR (InSAR), hanno migliorato notevolmente la capacità di rilevare movimenti millimetrici del terreno, permettendo il monitoraggio pressoché continuo e ad alta risoluzione del territorio nel suo complesso. Strumenti in situ, quali ad esempio estensimetri, inclinometri e piezometri, completano il quadro alla scala del versante, consentendo di monitorare l'evoluzione spaziale e temporale dei fenomeni franosi anche ai fini della progettazione.

Nel contesto attuale, segnato dai cambiamenti climatici e dall'aumento della pressione antropica sul territorio, è sempre più urgente sviluppare sistemi di monitoraggio affidabili, diffusi e capaci di supportare anche le funzioni di allerta precoce e allarme.

L'integrazione di dati cartografici e dati ottenuti da strumenti di monitoraggio in analisi di suscettibilità e valutazioni di pericolosità, basati su algoritmi statistici e modelli deterministici, consente di delineare scenari di rischio utili per la protezione civile, la gestione dell'emergenza e la pianificazione, per la salvaguardia delle comunità esposte.

Popolazione a rischio e impatto economico

Paola SALVATI (CNR, Perugia)

Le frane sono fenomeni naturali molto diffusi e, quando interferiscono con la sfera antropica, possono diventare molto pericolose. Questi movimenti, oltre a determinare danni materiali agli edifici e alle infrastrutture, ogni anno causano vittime in Italia come nel mondo. A livello globale e tra il 2004 e il 2016, Froude e Petley (2018) hanno contato più di 4.800 frane non sismo-indotte che hanno complessivamente causato quasi 56.000. In Italia, informazioni sull'impatto che le frane producono sulla popolazione sono note e contenute nel catalogo delle frane con danni diretti alla popolazione, gestito dall'Istituto di ricerca per la protezione idrogeologica del CNR. L'ampio arco temporale ricoperto dall'informazione storica, circa duemila anni, rende il catalogo un unicum per il suo genere. Per il suo continuo aggiornamento ci si avvale di molteplici fonti tra cui quelle storiche e archivistiche, quelle tecniche e scientifiche e non ultime quelle offerte dalla rete e dai media. Per le frane più antiche il dato sulle vittime non è sempre espresso quantitativamente, la frana più antica di cui si conosce, oltre alla località di occorrenza, il numero esatto delle persone coinvolte è avvenuta in Piemonte, in località Ceppo Morelli, nell'anno 843. Area che continua a franare anche ai nostri giorni.

Porzioni recenti di questo catalogo storico, normalmente gli ultimi 150 anni, vengono utilizzate per stimare quantitativamente il rischio che le frane pongono alla popolazione e a studiarne le variazioni geografiche e temporali.

La valutazione quantitativa del rischio cui è soggetta la popolazione nel suo complesso viene determinata attraverso la stima del rischio sociale. Questo viene definito studiando la relazione fra la frequenza degli eventi con vittime e il numero di vittime causate da ciascun evento. Stime di rischio sociale sono disponibili a scala sinottica, per le 20 regioni e per diverse zonazioni del territorio che dimostrano quanto in Italia il rischio da frana sia diffuso e persistente.

Un'altra metrica molto utilizzata per calcolare il rischio da frana è il rischio individuale. Quest'ultimo è misurato calcolando il tasso di mortalità, ossia il rapporto tra il numero delle vittime nella popolazione in un periodo (generalmente un anno) e la dimensione della popolazione media nello stesso periodo. Il tasso di mortalità è anche molto utile per confrontare quello da frana con altre tipologie di rischio naturale e non. Stime di rischio individuale per l'Italia e per le regioni italiane vengono annualmente pubblicate nel sito web Polaris (<https://polaris.irpi.cnr.it/>).

Se l'impatto che le frane hanno causato sulla popolazione è abbastanza noto, più difficile risulta poter disporre di stime economiche dei danni materiali prodotti dai movimenti franosi. La maggior parte delle somme stanziare per far fronte ai danni da frana sono di natura pubblica e non includono i costi diretti sostenuti dai singoli privati e quelli indiretti. Inoltre la frammentazione delle molteplici fonti di finanziamento in Italia non permette una ricostruzione affidabile e rigorosa delle stime di costo.

Mappatura e monitoraggio delle frane

Marco PIZZIOLO (Regione Emilia-Romagna, Bologna), Matteo BERTI (Alma Mater Studiorum, Università di Bologna)

Le frane sono fenomeni naturali complessi, che dipendono da una molteplicità di fattori: l'assetto geologico del versante, le caratteristiche meccaniche dei terreni e delle rocce, la morfologia del pendio, la circolazione delle acque in superficie e in profondità, l'uso del suolo, la presenza di vegetazione... e molti altri ancora. Alcuni di questi fattori cambiano nel tempo, altri sono difficili da misurare, altri ancora risultano determinanti per alcuni

tipi di frana ma trascurabili per altri. Proprio a causa di questa complessità, prevedere i fenomeni franosi è estremamente difficile e associato a un notevole grado di incertezza. In presenza di processi naturali così articolati, nei quali interagiscono numerosi fattori tra loro collegati, la raccolta di dati sul campo e una solida conoscenza empirica diventano strumenti indispensabili. L'osservazione diretta e l'esperienza maturata sul territorio consentono di cogliere aspetti che spesso sfuggono agli esperimenti di laboratorio o ai modelli teorici, i quali, pur essendo strumenti importanti, non riescono da soli a rappresentare l'intera complessità del mondo reale. È per questo che attività come la mappatura e il monitoraggio delle frane assumono un ruolo fondamentale nella gestione e mitigazione del rischio idrogeologico.

L'importanza di queste attività è apparsa evidente in occasione della drammatica alluvione che ha recentemente colpito la regione Emilia-Romagna. A maggio 2023, il settore orientale della Regione è stato interessato da due eventi piovosi molto severi, a distanza di appena due settimane l'uno dall'altro. Ciascun evento, preso singolarmente, presentava un tempo di ritorno di diverse centinaia di anni; la loro combinazione in un arco temporale così ristretto ha reso la situazione del tutto eccezionale. Gli effetti al suolo sono stati catastrofici: 28 corsi d'acqua sono esondati per tracimazione o rottura degli argini, causando l'allagamento di oltre 500 km² di territorio e la morte di 17 persone. Nell'area appenninica, le intense piogge hanno innescato più di 80.000 frane, provocando danni ingenti alla rete stradale e alle infrastrutture, e costringendo all'evacuazione centinaia di abitazioni.

Già nelle fasi iniziali dell'emergenza si è resa necessaria una mappatura dettagliata del dissesto, al fine di avere un quadro chiaro dell'entità dei fenomeni e per coordinare efficacemente gli interventi sul territorio. La cartografia delle frane è stata fondamentale per organizzare il lavoro delle squadre di rilevatori di campo, individuare le aree che richiedevano interventi urgenti, censire le zone a rischio elevato e fornire una stima preliminare dei danni. In una seconda fase, la mappatura ha consentito di identificare i principali fattori che hanno controllato l'instabilità, e individuare le zone a rischio residuo. I dati raccolti hanno permesso di ricostruire con precisione quanto accaduto e hanno significativamente ampliato la nostra comprensione della risposta del territorio a precipitazioni di questa intensità. Allo stesso tempo, l'evento del maggio 2023 ha sollevato importanti interrogativi: era possibile prevedere un disastro di tale portata? Come possiamo proteggerci da eventi simili in futuro? E quali strategie di monitoraggio possono contribuire a ridurre il rischio di frana?

Previsione delle frane

Filippo CATANI (Università degli Studi di Padova)

La previsione delle frane rappresenta, come è facile intuire, una delle capacità chiave che dobbiamo possedere ai fini della riduzione del rischio idrogeologico, dato che ne rappresenta un presupposto sine qua non. Nonostante l'importanza del tema, la nostra capacità di fare previsioni utili da un punto di vista operativo è ancora parziale e presenta molte criticità, che la comunità scientifica cerca di ridurre ed eliminare.

In cosa consiste la previsione delle frane? La risposta ha le sue radici nella necessità di prevedere o stimare tutto ciò che fa sì che una frana sia un rischio per il territorio e i cittadini. Non è quindi sufficiente riuscire a determinare se un determinato versante è instabile rispetto agli altri (previsione spaziale). Dobbiamo anche riuscire a prevedere il momento (o la probabilità entro un determinato arco temporale) in cui tale instabilità potenziale potrà trasformarsi in un reale innesco (previsione temporale). Se vogliamo poi essere in grado di determinare anche il danno potenziale che tale frana, una volta attivata, potrà determinare, dobbiamo essere in grado di stimare la sua energia distruttiva

(previsione dell'intensità). Infine, per capire quali elementi a rischio potranno essere coinvolti dalla evoluzione del movimento, dobbiamo anche essere in grado di prevederne la propagazione a partire dal punto di innesco (previsione del runout).

Questi elementi fondamentali possono essere determinati o stimati per differenti tipologie di frana e a scale diverse, utilizzando modelli e metodi opportuni. In generale tuttavia è importante distinguere tra i due principali obiettivi della previsione: la previsione a breve termine (tempo reale) e quella a medio-lungo termine (tempo differito). Mentre la prima si usa in momenti critici quali l'emergenza e la post-emergenza e deve essere in grado di garantire la gestione in tempo reale del rischio utilizzando dati e modelli disponibili e tecnologie di monitoraggio rapido, la seconda si occupa di prevedere scenari di rischio a medio e lungo termine e può essere impiegata per la determinazione del miglior sistema di stabilizzazione di un versante o per la pianificazione del territorio e la definizione dei vincoli urbanistici.

Le due scale temporali, che implicano spesso anche diverse scale spaziali per la investigazione ed il monitoraggio, richiedono metodi e dati diversi che a volte si compenetrano e completano per fornire un quadro che vorremmo essere ottimale ma che spesso è incompleto. Le carenze nella nostra capacità di effettuare queste previsioni sono infatti molte e riguardano: (i) l'incertezza nella stima di molti parametri fondamentali sia dal lato delle forzanti (caratteristiche delle piogge, parametri di accelerazione dei sismi) sia da quello delle caratteristiche del terreno (proprietà di resistenza meccanica, modello geologico, proprietà idrologiche, fattori antropici, vegetazione); (ii) la non completa comprensione dei processi fisici complessi che determinano le interazioni tra fattori e che guidano l'innesco e la propagazione delle frane; (iii) la necessità di migliorare la qualità dei dati che acquisiamo usando le nuove tecnologie e quella di riuscire ad estrarne informazioni utili; (iv) la necessità di generalizzare metodi e modelli validi per la scala di dettaglio a scale più ampie; e (v) la necessità di migliorare la nostra capacità di trasferire i risultati delle previsioni ai decisori ed ai cittadini in modo comprensibile, accettabile, e operativamente utile per la riduzione del rischio.

Nuove tecnologie, sensori, e modelli sono attualmente in rapido sviluppo per cercare di ridurre il nostro vuoto di conoscenza e capacità, e per cercare di trasformare quello che vorremmo sapere fare in una serie di strumenti operativi utili e affidabili. Tra questi, sensori montati su satelliti, aerei e droni, modelli numerici evoluti e supportati dall'intelligenza artificiale, metodi di condivisione e diffusione delle banche dati necessarie alla previsione delle frane in tempo reale e in tempo differito.

Frane e evoluzione del paesaggio

Paolo TAROLLI (Università degli Studi di Padova)

Negli ultimi decenni, numerosi studi hanno evidenziato come le frane siano non solo fenomeni geologici naturali, ma anche manifestazioni dirette dell'interazione tra forzanti antropiche e climatiche. Ciò si verifica principalmente nei paesaggi agricoli, di cui l'Italia vanta una notevole estensione territoriale e un'alta importanza socio-economica e culturale. In particolare, l'espansione delle infrastrutture viarie in aree collinari e montane, soprattutto a causa del notevole aumento della meccanizzazione agricola, è stata spesso accompagnata da una gestione non adeguata del drenaggio. Questo rappresenta una delle principali cause di innesco di frane superficiali, le quali possono evolvere in fenomeni più complessi e impattanti come le colate detritiche. Le strade rurali, in particolare, per via della scarsa manutenzione e di una non ottimale progettazione di drenaggi efficaci, favoriscono il deflusso non controllato dell'acqua meteorica, incrementando la saturazione dei versanti e quindi la loro instabilità. Questo fenomeno è stato documentato in numerosi contesti mediterranei, sudamericani e asiatici, dove

l'incidenza di frane indotte da strade è aumentata significativamente. Parallelamente, l'intensificazione delle pratiche agricole, soprattutto in ambienti collinari e montani, ha determinato la progressiva semplificazione del mosaico paesaggistico e la rimozione della vegetazione permanente, elementi un tempo fondamentali per la stabilizzazione del suolo. Lavorazioni meccaniche profonde, drenaggi agricoli obsoleti e monocolture su forti pendenze aumentano l'erosione superficiale e la probabilità di frane superficiali. Questi processi contribuiscono a una profonda modifica morfologica dei versanti, con impatti a cascata sugli equilibri ecosistemici e sulla qualità delle acque. A ciò si aggiunge l'effetto dei cambiamenti climatici, in particolare l'aumento documentato della frequenza e dell'intensità di eventi piovosi estremi, spesso concentrati in brevi intervalli temporali. In contesti già compromessi da modificazioni antropiche, queste precipitazioni intense superano rapidamente la capacità di assorbimento dei suoli e i limiti dei sistemi di drenaggio, innescando frane e fenomeni erosivi diffusi. Tali eventi risultano sempre più frequenti in zone periurbane e agricole, causando danni significativi a infrastrutture, abitazioni e attività produttive. Nel loro insieme, questi fattori delineano un quadro in cui le frane non solo modellano il paesaggio fisico, ma rappresentano anche indicatori dell'interazione critica tra uso del suolo e variabilità climatica. Comprendere e monitorare queste dinamiche è fondamentale per sviluppare strategie integrate di gestione del territorio che tengano conto della vulnerabilità geomorfologica, promuovano pratiche agricole sostenibili e prevedano una pianificazione infrastrutturale resiliente. Un aspetto cruciale riguarda il ruolo delle tecnologie di telerilevamento e la modellazione idrologica nel fornire informazioni utili alle aziende agricole per la riduzione del rischio di frane e la conseguente limitazione dei danni. Comprendere come integrare efficacemente queste tecnologie nei sistemi di gestione agricola rappresenta una priorità per promuovere pratiche più resilienti e sostenibili.

Mitigazione e adattamento

Sandro MORETTI (Università degli Studi di Firenze)

Le frane sono fenomeni naturali che comportano il movimento improvviso di masse di terra, rocce o detriti lungo un pendio. Possono essere causate da fattori naturali come piogge intense, scioglimento delle nevi, terremoti, ma anche da attività umane quali disboscamento, scavi e costruzioni in aree instabili. Le frane rappresentano un grave rischio per le comunità locali, causando danni a infrastrutture, abitazioni, coltivazioni e, nei casi peggiori, perdita di vite umane.

Per affrontare efficacemente il rischio di frane è fondamentale adottare strategie di "mitigazione" e "adattamento". La "mitigazione" comprende tutte le azioni volte a ridurre la probabilità che una frana si verifichi o a limitarne gli effetti. Tra queste rientrano opere strutturali come muri di contenimento, canalizzazioni per il deflusso delle acque, reti paramassi, terrazzamenti e consolidamenti del terreno. Anche il rimboschimento e la gestione sostenibile dei versanti possono contribuire alla stabilità del suolo.

Un altro aspetto essenziale della mitigazione è la "pianificazione territoriale": evitare nuove costruzioni in aree ad alto rischio e monitorare costantemente il territorio con tecnologie avanzate (come radar interferometrici o droni) permette di individuare situazioni critiche prima che si trasformino in emergenze.

L'adattamento riguarda invece la capacità delle comunità di convivere con il rischio frane, rafforzando la propria resilienza. Ciò include la formazione della popolazione, l'attivazione di sistemi di allerta precoce, la predisposizione di piani di emergenza e l'organizzazione di esercitazioni. L'obiettivo è ridurre le conseguenze delle frane quando queste si verificano, migliorando la preparazione e la risposta.

Con il cambiamento climatico che intensifica eventi meteorologici estremi, il rischio frane è destinato ad aumentare. È quindi fondamentale integrare politiche di mitigazione e adattamento nei piani di sviluppo locale e nazionale, promuovendo una gestione del territorio attenta, sostenibile e basata sulla prevenzione.

Risulta quindi essenziale un approccio integrato e collaborativo tra istituzioni, tecnici e cittadini per la protezione delle persone, dell'ambiente e delle risorse economiche dagli effetti devastanti delle frane.

Integration of landslide hazard into urban planning across Europe

Rosa Maria MATEOS (Instituto Geológico y Minero de España - Unidad de Granada)

An enquiry-based and participatory analysis approach was developed in the framework of EuroGeoSurveys to identify the strengths and weaknesses in the heterogeneous legislations across Europe that regulate the integration of landslide hazard into urban planning. 21 national and 8 regional Geological Surveys (GSs) have participated in the analysis.

Results reveal almost 48 million people in Europe living in areas with high and very high degrees of landslide-susceptibility (around 1 million km² according to ELSUS v2). The analysis shows that almost half the participating countries (10) have no legal guidance in the National Land Bill to stipulate consideration of landslides in urban planning practices, and mapping tools are often not adapted to a standard required to inform sustainable development. Furthermore, there is a wide range of laws and a large heterogeneity of mapping methods, scales and procedures. A relevant deficiency detected in many countries is the lack of landslide maps at a detailed resolution for urban planning.

Additionally, some case studies of suboptimal urban development practices in areas of known instability have been discussed; they are found to be related to weak rule of law and/or absence of good governance. This analysis shows inconsistencies across Europe in the handling of landslides and proposes a series of key actions to improve this situation, highlighting the need for a common regulatory framework to deal with this geohazard appropriately.

National Strategy for Landslide Science and Risk Reduction in the USA

Jonathan GODT (U.S. Geological Survey, USA)

The 2022 US National Strategy for Landslide Loss Reduction presents a vision of how to produce, communicate, and apply landslide data and science to support a broad range of land and emergency management decisions. Supporting those decisions to reduce landslide risk requires overcoming three main challenges: (1) gaps in basic information describing landslide occurrence and societal vulnerability, (2) difficulty in accurately mapping and forecasting landslide hazards, and (3) communication and coordination among the many jurisdictions and sectors responsible for reducing landslide losses. This talk describes a series of actions to achieve four goals to assess, coordinate, plan, and respond to landslide hazards to help protect lives, property, infrastructure, and the environment.

Le attività ISPRA per l'aggiornamento dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, la gestione della piattaforma IdroGEO e dell'Anagrafe nazionale dei sistemi di monitoraggio in situ delle frane

Alessandro TRIGILA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - ISPRA)

L'ISPRA, nell'ambito dei propri compiti istituzionali, contribuisce al quadro conoscitivo nazionale sul dissesto idrogeologico, producendo mappe e dati ufficiali a supporto delle decisioni nell'ambito delle politiche di mitigazione del rischio e della gestione delle emergenze idrogeologiche.

ISPRA realizza, in collaborazione con le Regioni e le Province Autonome, l'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia – IFFI (art. 6, comma 1 lettera g della L. 132/2016). L'Istituto ha il ruolo di indirizzo, coordinamento e controllo delle attività, gestione della banca dati nazionale, produzione di statistiche nazionali e diffusione dei dati; le Regioni e Province Autonome hanno la funzione di raccolta, archiviazione, informatizzazione e validazione dei dati sulle frane. Sono oltre 636.000 le frane censite nell'Inventario, di cui il 28% sono fenomeni estremamente rapidi, quali crolli e colate rapide di fango e detrito, caratterizzati da elevata distruttività, spesso con gravi conseguenze in termini di perdita di vite umane. Archiviare le informazioni sui fenomeni franosi è un'attività strategica tenuto conto che gran parte delle frane si riattivano nel tempo, anche dopo lunghi periodi di quiescenza di durata pluriennale o plurisecolare. L'Inventario IFFI è un importante strumento conoscitivo di base che viene utilizzato per la valutazione della suscettibilità e della pericolosità da frana, la progettazione preliminare di interventi di difesa del suolo e di reti infrastrutturali e la redazione dei Piani di Emergenza di protezione civile.

L'adozione di una metodologia standardizzata e condivisa garantisce una omogeneità e comparabilità dei dati dell'Inventario IFFI sul territorio nazionale decisamente superiore rispetto ai Piani di Assetto Idrogeologico PAI, che sono stati realizzati adottando differenti metodologie per la mappatura e classificazione della pericolosità da frana. Tuttavia l'assenza di un finanziamento nazionale dal 2008 ad oggi ha determinato un mancato aggiornamento dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia per alcune regioni.

Al fine di gestire e aggiornare i dati dell'Inventario IFFI via Web, semplificando e aumentando l'efficienza e la tempestività della raccolta dati, ISPRA ha sviluppato nel 2020 la piattaforma nazionale IdroGEO¹, un moderno sistema *open source* e *open data*, di tipo collaborativo, che consente di acquisire e archiviare le informazioni anche da smartphone durante i sopralluoghi. La piattaforma vuole essere inoltre uno strumento di comunicazione, facile da usare, per aumentare la consapevolezza dei cittadini e delle imprese sui rischi che interessano il proprio territorio e favorire decisioni informate su dove acquistare la propria casa o ubicare nuove attività economiche. Ad oggi la piattaforma è stata utilizzata da oltre 260.000 utenti, con 14 milioni di pagine visualizzate e ha ricevuto nel 2024 il *Good Practice Certificate* nella categoria "Innovazione nelle amministrazioni pubbliche" dell'European Public Sector Award – EPSA 2023-2024.

Con riferimento al monitoraggio delle frane, l'ISPRA ha ideato nel 2021 l'Anagrafe nazionale dei sistemi di monitoraggio in situ delle frane, al fine di censire le reti di monitoraggio sul territorio italiano. L'Anagrafe è curata dall'Istituto in collaborazione con Regioni, Province Autonome e ARPA e ad oggi contiene le informazioni su 973 sistemi di monitoraggio, tra cui quelli installati nell'ambito dell'infrastruttura di ricerca Geosciences IR.

¹ <https://idrogeo.isprambiente.it/>

Le frane in Italia: la prospettiva della commissione Grandi Rischi

Francesca BOZZANO (Sapienza Università di Roma)

La Commissione nazionale per la previsione e la prevenzione dei grandi rischi è un organo di consulenza tecnico-scientifica del Dipartimento della Protezione Civile al quale partecipano rappresentanti della comunità scientifica. La Commissione è oggi strutturata in otto settori; di questi uno include nella sostanza, ma non esplicitamente nella forma, l'argomento "frane". Si tratta del "Settore rischio idraulico, idrogeologico, da fenomeni meteorologici e climatici" che, come si evince dal titolo, richiama anche alla connessione di questa tipologia di processi di dissesto idrogeologico del territorio, le frane, con il contesto climatico e meteorologico e con i relativi trend di cambiamento.

In un'ottica multi rischio adottata dalla Commissione, il "Settore rischio idraulico, idrogeologico, da fenomeni meteorologici e climatici" interagisce più o meno strettamente con altri settori, essendo la tematica "frane" sottesa anche alla sismicità, all'attività vulcanica, ai maremoti ed agli incendi boschivi, trattati a tutto tondo in altri settori della Commissione.

Sulla base di un'analisi del grande patrimonio di conoscenze e metodologie che la comunità scientifica mette a disposizione sul tema "frane" nonché degli effetti prodotti sui versanti dai recenti eventi alluvionali che hanno colpito areali di grandi dimensioni del territorio italiano, il "Settore rischio idraulico, idrogeologico, da fenomeni meteorologici e climatici" ritiene che un importante contributo scientifico potrebbe essere apportato nella direzione della previsione. Si guarda in particolare alla previsione degli effetti al suolo, tra cui anche le frane, indotti sia da condizioni metereologiche previste dal Dipartimento della Protezione civile nell'ambito delle attività del "Sistema di allertamento nazionale" sia da eventi temporaleschi tracciati nell'ambito del "Sistema di allarme pubblico IT-alert", attualmente in fase sperimentale per il cosiddetto scenario "precipitazioni intense" con finalità di comunicazione alla cittadinanza.

A questo riguardo, il "Settore rischio idraulico, idrogeologico, da fenomeni meteorologici e climatici" rivolge l'attenzione agli sviluppi delle attività in fase finale di svolgimento in uno dei progetti finanziati in ambito PNRR (Missione 4, Componente 2) e di cui il Dipartimento della Protezione Civile è partner: il partenariato esteso RETURN (<https://www.fondazionereturn.it/>) concentrato sui Rischi naturali, ambientali ed antropici in un'ottica multirischio.

Lo Spoke 2 del progetto RETURN è in particolare incentrato sulle instabilità del terreno, tra cui le frane, e l'obiettivo metodologico centrale dello spoke è mettere a punto una catena inter-connessa di strumenti che la comunità scientifica italiana ha messo a disposizione, al fine di ottenere previsioni di effetti al suolo indotti anche da frane sotto forzanti anche climatiche, con stima delle relative incertezze. Diversi dei componenti del "Settore rischio idraulico, idrogeologico, da fenomeni meteorologici e climatici" della commissione Grandi Rischi collaborano a vario titolo alle attività del progetto RETURN, in una visione marcatamente interdisciplinare all'interno della quale la pericolosità da frana è una delle componenti di rischio a cui sono sottoposte le comunità sociali, le aree urbane, la rete delle infrastrutture e le opere strategiche.

Il ruolo del Dipartimento CasaItalia nella riduzione del rischio da frana

Luigi FERRARA (Capo Dipartimento Casa Italia, Presidenza del Consiglio dei Ministri)

Il Dipartimento Casa Italia opera nell'area relativa all'esercizio delle funzioni di indirizzo, impulso e coordinamento dell'azione strategica del Governo connesse agli interventi di ricostruzione nei territori colpiti da eventi calamitosi, alle attività di prevenzione e di

contrasto al dissesto idrogeologico e di riduzione del rischio sismico, nonché alle attività connesse a singoli progetti di valorizzazione e sviluppo del territorio.

Con il D.L. 13/2023 e il D.L. 44/2023 vi è stato un ampliamento delle competenze del Dipartimento Casa Italia.

L'articolo 29-bis del D.L. 13/2023, in particolare, dispone che il Ministro per la Protezione Civile e le Politiche del Mare si avvalga del Dipartimento Casa Italia al fine di garantire alla Presidenza del Consiglio dei Ministri il coordinamento necessario ad affrontare situazioni di criticità ambientale nelle aree urbanizzate che vengano interessate da fenomeni di esondazione e alluvione, in particolare, nello svolgimento delle attività volte alla realizzazione di interventi di prevenzione o messa in sicurezza rispetto al dissesto idrogeologico e di difesa e messa in sicurezza del suolo.

È stato successivamente istituito un Gruppo di lavoro sul dissesto idrogeologico voluto dal Ministro per la Protezione Civile e le Politiche del Mare, Nello Musumeci, a seguito degli eventi alluvionali e franosi di Ischia del novembre 2022. Il Gruppo di lavoro ha prodotto una relazione da cui sono emerse alcune criticità dell'attuale politica di mitigazione del rischio idrogeologico, quali una estrema frammentazione della governance, delle procedure e dei sistemi informativi.

La relazione del Gruppo di lavoro contiene alcune proposte, come il riordino della governance attraverso l'attribuzione a una nuova Cabina di regia permanente – organo di livello politico - delle funzioni di impulso, coordinamento, monitoraggio e controllo degli interventi.

Il Dipartimento finanzia gli interventi volti alla messa in sicurezza del Paese in relazione al rischio idrogeologico e finalizzati al recupero e al miglioramento della funzionalità idraulica dei reticoli idrografici, ai sensi del DPCM del 18 giugno 2021, con una dotazione di risorse pari a oltre 220 milioni di euro.

Il Dipartimento finanzia, inoltre, la progettazione degli interventi di prevenzione del rischio idrogeologico attraverso il “Fondo Progettazione”, con una dotazione complessiva di 15 milioni di euro. La misura finanzia, in particolare, la rimessa in efficienza delle opere idrauliche ed il recupero e miglioramento della funzionalità idraulica dei reticoli idrografici. Infine, il Dipartimento ha stipulato un accordo con il CNR IRPI (Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica) per lo sviluppo di modelli e zonazioni della suscettibilità e/o pericolosità da frana e inondazione per l'intero territorio nazionale, con l'obiettivo di supportare l'elaborazione di politiche strategiche di prevenzione del dissesto idrogeologico e di gestione del rischio.

L'obiettivo a lungo termine è quello di integrare le previsioni climatiche con la pianificazione e la gestione degli interventi sul territorio, al fine di creare un sistema più resiliente e pronto a fronteggiare i cambiamenti futuri.