

Prevenzione, Mitigazione del rischio e Manutenzione del territorio

È oramai consuetudine sentire parlare diffusamente di rischio idrogeologico a causa di un territorio diventato ormai troppo fragile.

Su questo argomento si sono spese molte parole e molte altre se ne spenderanno, talvolta in modo costruttivo e altre come chiacchiere da bar da parte dei non addetti ai lavori.

Fondamentale è chiarire la differenza che c'è tra rischio e dissesto idrogeologico:

- con rischio idrogeologico si identifica il risultato proveniente dalla combinazione tra la probabilità che si verifichi un evento e i potenziali danni causati dallo stesso, questi ultimi espressi in termini sia materiali sia di vite umane.
- il dissesto idrogeologico, invece, consiste negli effetti prodotti dall'evento vero e proprio (ad esempio frana e alluvione), corrispondenti in modifiche del territorio che ne comportano una condizione di disagio a breve o a lungo termine (ad esempio, un movimento franoso comporta la messa in sicurezza, dapprima provvisoria e poi definitiva dell'area mediante interventi di consolidamento, prevedendo laddove necessario lo sgombero degli stabili insistenti sul versante o interessati dal movimento).

La prevenzione del rischio è un elemento che è affine alla programmazione pubblica di gestione del territorio, il dissesto è invece un elemento che coinvolge sia la pubblica incolumità che quella privata determinando anche la possibilità di una responsabilità per i soggetti di tipo civile e talvolta penale qualora il fatto costituisca reato. Proprio su quest'ultimo fenomeno si deve focalizzare l'attenzione del privato al fine di essere attore nel processo di mitigazione degli effetti e di conseguenza del rischio idrogeologico, concretizzando le sue azioni nella manutenzione del territorio e più specificatamente circa le sue proprietà.

COS'È IL DISSESTO IDROGEOLOGICO: IL RUOLO DELL'ACQUA

Il dissesto idrogeologico, come anticipato, costituisce quindi l'insieme dei processi morfologici che portano a una degrado del suolo e conseguentemente ai manufatti ivi costruiti; ricadono in questa forma di dissesto l'erosione superficiale e sotto superficiale, frane ed alluvioni.

Il comune denominatore naturale del dissesto idrogeologico è "l'acqua".

I fattori che entrano in "gioco" in questi eventi sono molteplici e talvolta sono tra loro correlati. Nel mondo scientifico vi è una certa tendenza a ritenere che gli elementi maggiormente descrittivi dell'elemento acqua siano:

- l'intensità di pioggia (ossia quanta acqua piove in un certo periodo di tempo),
- la cumulata di pioggia (ossia quanta acqua è precipitata al suolo in un dato arco temporale).

Generalmente i dissesti di maggiore importanza sono conseguenti o a lunghi periodi di pioggia o ad intensità importanti verificatesi in una finestra temporale ridotta.

I suddetti aspetti devono essere contestualizzati, ovvero non devono essere considerati avulsi dal contesto, bensì messi in relazione ad un'area o a una porzione del territorio specifica; tale operazione prende il nome di *georeferenziazione*.

Contestualizzare un evento meteorologico significa introdurre ulteriori parametri utili a comprendere l'evento che ha colpito quella determinata area e gli effetti che tale evento ha determinato sul territorio in funzione della sua fragilità intrinseca.

Può quindi essere fondamentale uno studio geologico del sito coadiuvato a una descrizione in cui figurino, ad esempio, la percentuale di suolo consumato, al fine di ricavarne il grado di impermeabilizzazione e quello di antropizzazione dell'area.

Le suddette indicazioni sono in genere deducibili da studi effettuati su larga scala e riportati in cartografie comunali, provinciali o regionali, da cui è possibile appunto estrapolare il livello di impermeabilizzazione e l'eventuale attività di fenomeni geomorfologici in atto, oltre che la lettura, in termini di perimetrazione, di aree in cui vi è la probabilità (assente, minima, media e massima) che si verifichino fenomeni quali inondazioni o più genericamente soggette a rischio idrogeologico.

CONOSCENZA DEL TERRITORIO

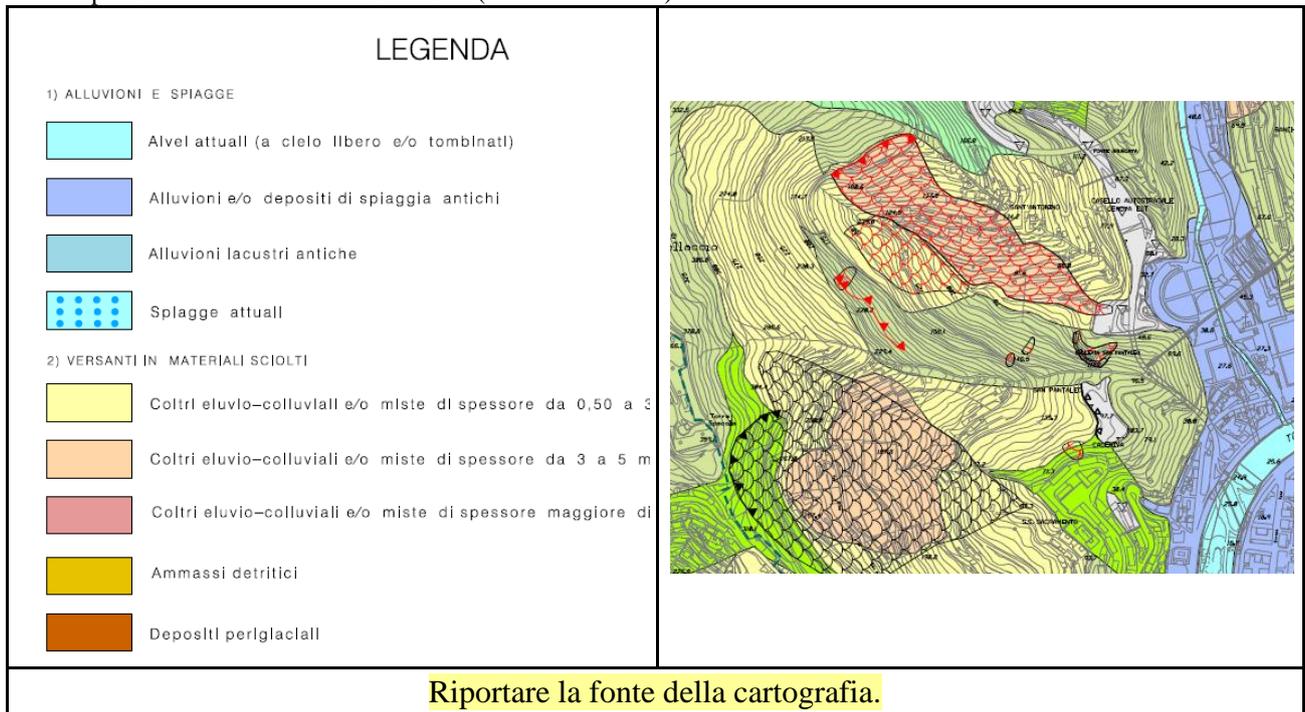
La correlazione che sussiste tra evento meteorologico ed il territorio è molto stretta e può essere identificata attraverso le seguenti due situazioni, che costituiscono il quadro tipico in cui si può verificare un dissesto.

- **Area caratterizzata da una forte antropizzazione:** in termini di potenziale dissesto, quest'aspetto si traduce in un suolo avente un'elevata impermeabilizzazione, che porta, in occasione di precipitazioni intense ma di breve durata, a fenomeni alluvionali. Il motivo è da ricercarsi nella capacità che ha il suolo di captare l'acqua, trattandosi di un terreno altamente impermeabile, l'acqua scorre al di sopra di esso con una velocità via via crescente e non viene filtrata e assorbita dal terreno.
- **Eventi prolungati nel tempo la cui cumulata di pioggia determina situazioni critiche:** si verifica ad esempio con l'attivazione di un fenomeno franoso in presenza di terreni naturali non impermeabilizzati o comunque non sufficientemente stabili.

Nell'ambito del problema legato al dissesto idrogeologico anche il singolo proprietario può avere un ruolo determinante nel mitigare sia gli effetti delle piogge sui terreni sia sulle opere di sostegno, che sono in genere la causa dei principali danni e contenziosi.

Il primo principio di mitigazione del rischio consiste nel NON costruire in zone che hanno una spiccata suscettività al dissesto o che corrispondono a zone esondabili, regola del buon senso.

Su tale punto sarebbe anche auspicabile che parte del patrimonio edilizio posto in suddette zone sia demolito e spostato in zone più stabili e idonee alla costruzione (delocalizzazione).



Purtroppo la realtà ci porta esempi di costruzioni nei posti più impensabili, dove è utopico pensare alla demolizione, e pertanto è necessario spesso adottare quanto meno la linea della manutenzione conservativa e preventiva.

MANUTENZIONE ORDINARIA DELL'OPERA

Rientrano in questo tipo di manutenzione tutte quelle attività, definite appunto ordinarie, che garantiscono il comportamento "normale" dell'opera, ovvero l'assolvimento dei compiti per cui è stata progettata.

È quindi opportuno che le funzioni originarie di progetto siano sempre mantenute e non siano inficiate da fattori esterni, quali ad esempio le precipitazioni che insistono sul contesto territoriale dove la costruzione è inserita.

Affinché l'acqua non produca sull'opera effetti instabilizzanti, occorre provvedere:

- pulitura dei dispositivi di drenaggio dell'acqua;
- riparazione di suddetti dispositivi;
- eliminazione della vegetazione parassita creata durante la vita dell'opera;
- riparazione di piccoli problemi legati alla struttura e di perdite alle condutture.



In particolare, a seguito di una precipitazione intensa è opportuno effettuare un controllo immediato dei drenaggi e dei dispositivi di regimazione delle acque, andando a rimuovere eventuali ostruzioni o malfunzionamenti.

Per tutte le opere d'arte (muri, paratie, fondazioni su pendio, trincee drenanti, etc.) sarebbe opportuno recuperare gli elaborati progettuali, al fine di poter periodicamente valutare il mantenimento dei livelli di sicurezza previsti a progetto e, nell'ambito del prevedibile, procedere con gli interventi correttivi di cui sopra.

Nel caso in cui, e purtroppo questa sarà la maggior parte dei casi, tali elaborati non siano disponibili sarebbe opportuna la redazione postuma di un progetto di verifica al fine di possedere appropriati parametri di confronto e valutazione per il mantenimento in efficienza dell'opera.

Questi aspetti che possono apparire una spesa, sono in realtà elementi tutelanti per i proprietari in quanto in caso di evento di dissesto sono in grado di dimostrare, in particolare nei confronti degli enti assicurativi, che la proprietà ha operato con diligenza nella conservazione e nel mantenimento in efficienza.

Su questo punto si fa strada il concetto di manutenzione che, per quanto attiene gli appalti pubblici, obbliga, da circa un quinquennio alla redazione di un piano di manutenzione delle opere strutturali, introducendo pertanto la cognizione, se vogliamo ovvia, che ogni opera non è eterna e nel periodo di tempo in cui essa è in funzione deve essere mantenuta.

Il livello successivo a questo è quello di condizioni di attivazione del dissesto, ad esempio la comparsa di fessurazioni, spostamenti anomali e rotture. In questo caso sarebbe opportuno consultare un professionista esperto ed eventualmente avviare una campagna di monitoraggio, al fine di comprendere l'evoluzione dell'anomalia.

MONITORAGGIO – STRUMENTO DECISIONALE PER INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO/RIPARAZIONE

A seguito di un attento sopralluogo e prima di scegliere il tipo di intervento di stabilizzazione è spesso opportuno eseguire una campagna di indagine ed un monitoraggio utile a comprendere l'evoluzione del fenomeno oltre che le più opportune tecniche di riparazione.

Un monitoraggio il più possibile preciso consente la conoscenza del fenomeno che può manifestarsi; a seconda dell'oggetto che si deve osservare.

Esistono diversi tipi di strumenti, quali:

- **Deformometro manuale o digitale:** consente di leggere come varia l'apertura di una fessura nel tempo. Su tale punto si invita i lettori a stare attenti alle precisioni che vengono proposte in quanto precisioni troppo basse non permettono la misurazione di movimenti anche modesti, che però possono indicare una tendenza al dissesto, ma viceversa precisioni troppo elevate possono portare a concentrarsi su effetti secondari che verrebbero di molto amplificati come le variazioni termiche.
- **Inclinometro:** rileva l'inclinazione ad esempio di un muro di sostegno (precisione di circa 0.01°); questo tipo di misurazione, nel tempo, consente di individuare possibili meccanismi di ribaltamento dei manufatti e, mediante considerazioni basate su modelli fisico-matematici, determinare le possibili cause del movimento.
- **Sistemi di misurazione topografica,** che permettono mediante l'utilizzo di marcatori o mire sui manufatti di costruire lo stato di spostamento e quindi, sempre per mezzo di modelli fisico-matematici, individuare le più probabili cause del dissesto.
- **Tazze livellometriche^[1]:** in base al principio dei vasi comunicanti, si tratta di creare un sistema di misura in continuo costituito da una serie di tazze livellometriche, opportunamente ubicate e collegate mediante un

^[1] <http://web.tiscali.it/acquaterra/misureinclinometriche.htm>

ciruito idropneumatico. Considerando un punto preciso corrispondente ad un sistema di riferimento fisso, si misura nel tempo lo spostamento verticale delle tazze costituenti il circuito, visualizzato attraverso la variazione di altezza del liquido ivi contenuto.

- **Tubi inclinometrici**^[2]: questo strumento è idoneo al controllo dei movimenti e delle deformazioni nei terreni e nelle strutture, misurati in base a rilievi di inclinazione locale di un tubo-guida. Impiegando un unico strumento, si possono effettuare misure ripetute nel tempo in diverse posizioni prefissate.

Queste sono solo alcune delle tecniche disponibili oggi per effettuare dei monitoraggi specifici su strutture di sostegno, edifici, anche su pendii in frana, il consiglio, ovviamente, è quello di affidarsi a professionisti esperti che sappiano progettare il sistema di monitoraggio adatto al caso specifico.

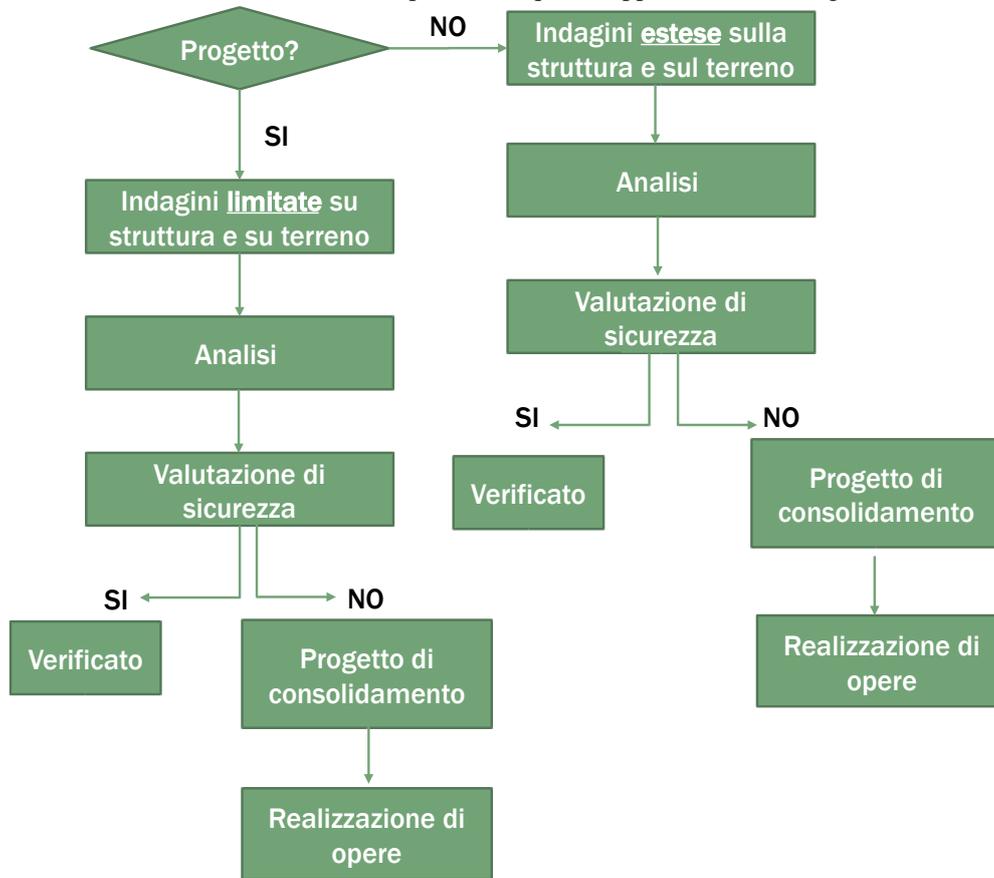
Ci sentiamo di suggerire di diffidare da *cliché* preconfezionati che vanno bene per tutto, in quanto ogni dissesto, ogni situazione anomala è pressoché unica, in sintesi: attenzione, in quanto posizionare sensori o strumenti senza avere chiaro il quadro complessivo è in genere inutile e talvolta dannoso, poiché si potrebbe giungere a conclusioni errate che porterebbero ad interventi non appropriati.

^[2] <http://web.tiscali.it/acquaterra/misureinclinometriche.htm>

INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO/RIPARAZIONE – MANUTENZIONE STRAORDINARIA

Questi interventi sono in genere a valle di quelli di manutenzione ordinaria e successivi ad un monitoraggio o a indagini che confermano la necessità di un intervento atto a ripristinare l'opera o il pendio.

Lo schema decisionale per un intervento di manutenzione straordinaria, in genere caratterizzato da costi maggiori di quelli per gli interventi di ordinaria manutenzione, può essere quello rappresentato nella figura sottostante.



Sia che si tratti di un progetto o di intervento sull'esistente, il punto di partenza è sempre un'analisi dell'opera e del contesto di inserimento, questo per avere un elemento valido e discriminante circa il potenziale intervento che deve essere attuato.

Il tecnico a seguito del sopralluogo e del monitoraggio deve essere quindi in grado di esprimersi in merito alla stabilità dell'opera, inoltre può essergli d'aiuto un manuale dell'opera in cui vi siano descritte sì le caratteristiche di progetto, ma anche le attività di manutenzione svolte durante la vita della struttura e gli interventi fatti in prossimità dall'opera (incremento dei carichi, scalzamento al piede dell'opera), che possano aver mutato le condizioni originarie al contorno.



Si prenda in considerazione il caso classico di un'opera di sostegno, le verifiche che la interessano non riguardano esclusivamente la parte emergente, ovvero quella che contiene il terreno alle sue spalle, ma anche la struttura fondale e come quest'ultima interagisce con il terreno sottostante e con quello posto dinanzi.

L'intervento non necessariamente strutturale può consistere ad esempio nella semplice dislocazione di un drenaggio longitudinale o trasversale (inserimento di barbacani, che consentano la fuoriuscita dell'acqua in eccesso, al fine di far "respirare" il terreno a monte, evitando così eventuali spinte aggiuntive sul paramento emergente) che durante la manutenzione ordinaria deve essere mantenuto efficiente.

Qualora, invece, i problemi siano di natura strutturale ovvero la geometria e i dettagli costruttivi dell'opera risultino insufficienti a contrastare il movimento a monte o alla base è possibile, tra le diverse soluzioni (si ribadisce che ogni situazione deve essere considerata a se stante), effettuare un ancoraggio a monte della struttura, mediante l'inserimento di opportuni tiranti di ancoraggio o l'inserimento di micropali in testa o al piede della struttura, al fine di contrastare lo scorrimento verso valle della stessa.

Esistono poi casistiche in cui l'intervento deve mirare a creare le condizioni ambientali e di stabilità idonee e favorevoli alla crescita della vegetazione sulle scarpate e in contesti particolarmente alterati a seguito dell'azione aggressiva dell'acqua meteorica e superficiale (fenomeno detto "erosione superficiale").

La vegetazione, purché adeguatamente mantenuta nel tempo, rappresenta un efficace contrasto all'azione dell'acqua, perché si pone in qualità di "barriera", intercedendo e rallentando l'azione dell'acqua sul suolo.

Esistono diverse tipologie di intervento che possono distinguersi nelle seguenti macro categorie:

- a) **Inerbimenti**: consiste nell'impianto di tallee o dell'utilizzo dell'idrosemina (recupero di aree di cava dismesse o di discariche);
- b) **Rivestimenti** che possono essere ulteriormente distinte in base al tipo di materiale impiegato:
 - b1) Biodegradabile: rientrano in questo intervento, ad esempio, le geostuoie tridimensionali che hanno funzione di contenimento e vengono armate mediante reti metalliche a doppia torsione.
 - b2) Sintetico e/o naturale: consiste in un rivestimento vegetale sugli strati più superficiali del terreno.

CONCLUSIONE

Ci sentiamo, dopo questa disamina, che auspichiamo sia stata utile a fare un po' di chiarezza, di suggerire ai proprietari di evitare situazioni di *fai da te* soprattutto quando si parla di monitoraggio e interventi che escono dalla manutenzione ordinaria, in quanto è essenziale procedere preliminarmente con lo studio del problema e la sua contestualizzazione. Talvolta il risultato di questi studi può sembrare banale e scontato, ma tale valutazione è sempre postuma allo studio mai aprioristica. La tecnica del *fai da te*, senza studio, molte volte ha portato a situazioni critiche peggiori di quelle di partenza; un caso classico è quello della realizzazione di intonacature dei muri a secco deformati, che ne altera completamente il comportamento idraulico e li condanna al collasso.

Dott. Ing. Sara Frumento **Ph.D.**

Ingegnere civile strutturista e Dottore di Ricerca in Ingegneria Strutturale e Geotecnica presso l'Università degli Studi di Genova. Dopo il dottorato ha collaborato con la Fondazione Eucentre di Pavia nell'area di ricerca '*Muratura e Monumenti*'.

Autrice del volume "*Il rischio idrogeologico in Italia - Guida pratica - Cause del dissesto - Strumenti e tipologie di intervento*" e coautrice del volume "*Analisi sismica delle strutture murarie*".

Collabora con la rivista tecnica *ingegneri.info* e *geologi.info* ed è consulente tecnico d'ufficio per il Tribunale di Savona. Svolge l'attività di libero professionista nel campo delle strutture esistenti e di nuova progettazione, della diagnostica strutturale ordinaria e scolastica, delle opere geotecniche.

È iscritta all'Albo degli Ingegneri della provincia di Savona.

Prof. Ing. Enrico Sterpi **Ph.D.** SIA

Ingegnere civile, Dottore di Ricerca in Ingegneria Strutturale e Geotecnica presso l'Università degli Studi di Genova. Attualmente professore a contratto di meccanica delle strutture presso l'Università Politecnica di Genova. Membro dell'Associazione Geotecnica Italiana, sostenitore special di Eucentre, membro S.I.A. (Società Ingegneri e Architetti Svizzeri) sezione stranieri.

Iscritto all'Albo degli Ingegneri della provincia di Genova.

Svolge l'attività di libero professionista nel campo delle strutture e della geotecnica, oltre ad essere consulente tecnico e perito del Tribunale di Genova.