

6 - LE FRANE IN BREVE CON PAROLE POVERE

dove - quando - come: un mistero?

Prof. Antonio Dal Pra' - Geologo - febbraio 2021 - in tempi di pandemia

Molto arduo parlare in breve delle frane. Gli specialisti scrivono interi volumi e litigano a sangue tra di loro sulle interpretazioni del fenomeno. D'altra parte le frane sono processi molto complessi e molto diversi tra di loro, provocati da cause diverse, con dinamiche diverse, in ambienti diversi. **Io ci provo** : se dopo 10 righe vi si chiudono gli occhi e vi annoiate, gettate via tutto. Vuol dire che ho sbagliato strada.

Ho vissuto l'alluvione del novembre 1966 e allora ho visto quasi dal vivo grandi frane : sul Rotolon a Recoaro, sul Tessina nel Bellunese, sul Brustolè lungo il torrente Posina nel Vicentino. Ero allora giovanissimo assistente di Geologia all'Università di Padova. Qualche anno prima, ero fresco di laurea in Geologia, nel 1963 è avvenuta la grande frana del Vajont : una tragedia. Quasi 2000 morti, paesi distrutti. Più tardi , da insegnante universitario , ogni anno portavo i miei studenti del Corso di Geologia Applicata in escursione sulla grande frana (280 milioni di m³) col cuore in gola. Volevo che vedessero, che toccassero, cosa può succedere per l'ingordigia degli uomini.

Vi devo dire subito che le frane sono sempre esistite, esistono ed esisteranno anche in futuro : esisteranno finché esiste la forza di gravità. E siccome non c'è molta probabilità che la gravità cessi, noi dovremo convivere con le frane. Sotto l'azione del proprio peso tutti i corpi tendono a scendere verso il basso. Non c'è niente da fare.....Convivere con il rischio di frana ci spinge a studiare e conoscere il fenomeno, individuare dove i dissesti possono avvenire e possibilmente prevenirli conoscendo le cause che possono innescarli.

Le frane sono dunque un fenomeno naturale determinato in prima analisi dalla gravità. Sono uno dei fattori principali che hanno modificato e modificano continuamente la morfologia della superficie del suolo. E' vero però che spesso, troppo spesso, l'uomo ci mette una mano e le provoca o le favorisce con le sue azioni. I dissesti che ne derivano creano gravi disagi. Provocano vittime e danni, con costi ingentissimi per la comunità.

L'Italia è il paese più franoso d'Europa : il 91 % dei Comuni lamenta dissesti del suolo. Circa 60.000 km² , il 20 % della superficie del suolo italiano , sono classificati a pericolosità di frana. Un inventario del 2017 ha indicato ben 622.000 frane per una superficie di circa 25.000 km² , pari a circa l'8% del suolo nazionale. In Italia circa 1.3 milioni di abitanti vivono in aree a rischio di frana. E' stato valutato che tra il 1970 e il 2019 i dissesti idrogeologici (frane, erosioni e alluvioni) hanno provocato 1673 morti, 60 dispersi, 1923 feriti e 320.000 persone evacuate. Particolarmente colpito da dissesti franosi è il Veneto.

Il fenomeno di frana è uno dei più studiati , da geologi e ingegneri, per l'interesse notevolissimo che riveste, in relazione alla protezione degli abitanti e delle strutture : una urbanizzazione intensa e spesso incontrollata e insensata , realizzata sovente in aree a rischio e con costruzioni inadeguate, ha determinato condizioni di continua allerta e di pericolo.

Quando tra amici si discorre di frane, in occasione dei frequenti avvenimenti spesso disastrosi, non ci si rende conto di quanto sia complesso il fenomeno. In proposito vi dico qualche dato : il volume

del materiale coinvolto varia da pochi m^3 fino a centinaia di milioni di m^3 (la frana del Vajont misura quasi 300 milioni di m^3) ; le velocità di movimento sono molto diverse, da pochi cm/anno dei dissesti in materiali argillosi fino ai molti m/secondo delle colate detritiche (nella frana di scivolamento di rocce stratificate del Vajont si è calcolato una velocità finale di 20-30 m/s); le frane possono avvenire su versanti inclinati anche di pochi gradi , come nei terreni argillosi, e pure su scarpate rocciose verticali ; un movimento franoso può continuare per anni , ininterrotto o periodico (come nei versanti costituiti da materiali argillosi) , oppure fermarsi in pochissimo tempo e stabilizzarsi per sempre.

Ora cerco di spiegarmi con parole semplici : su una scarpata inclinata, come può essere un versante montuoso o una sponda marina o il fianco di un letto fluviale , l'equilibrio è regolato da due tipi di forze : le forze agenti , che tendono a provocare la frana , e le forze resistenti , che al contrario tendono a stabilizzare la scarpata. Le forze agenti sono la forza peso, con la sua componente attiva lungo la pendenza della scarpata, determinata dal peso dell'ammasso e dall'angolo di pendenza. Le forze resistenti sono l'attrito e la coesione tra gli elementi sciolti (come in un accumulo di sabbia o un detrito ghiaioso , oppure una morena a granulometria caotica argillosa) o lungo le superfici di discontinuità di una roccia (come fratture o superfici di stratificazione). Quando forze agenti e forze resistenti si equivalgono , siamo al limite dell'equilibrio: basta poco a far partire la frana. Ci troviamo invece in condizioni di stabilità nei casi in cui attrito e coesione sono superiori alla forza peso nella componente attiva.

Le frane avvengono quando per cause naturali o per intervento dell'uomo l'equilibrio viene rotto aumentando la forza agente (peso e pendenza del versante) o diminuendo le forze (coesione e attrito).

Qualche esempio per chiarire. Il peso di un versante può essere aumentato dalla deposizione di una discarica di materiali di cava (cave di marmo in val del Chiampo) , da una eccessiva impregnazione di acqua, dalla costruzione di un manufatto. Il versante, sovraccaricato, non accetta quel carico e frana. La pendenza del versante può essere aumentata dall'erosione al piede operata da un corso d'acqua, dalle onde del mare , oppure dagli sbancamenti di una cava, o ancora dagli scavi per realizzare una strada o un fabbricato.

La rottura dell'equilibrio può avvenire, come si è detto, anche per la diminuzione delle forze di attrito e di coesione. L'azione dell'acqua di infiltrazione è micidiale in questi casi, soprattutto nei materiali argillosi : i materiali argillosi, per impregnazione progressiva di acqua denunciano diminuzioni fortissime di coesione, fino a passare dallo stato solido allo stato plastico, deformandosi con grande facilità e franando lentamente anche con pendenze minime, sui 5-10 ° (frana del Tessina in Alpagò-BL) sotto l'azione del proprio peso. Infiltrazioni idriche possono provenire dagli afflussi meteo, ma anche da perdite di canali artificiali, di acquedotti, di gallerie di derivazione, di bacini di accumulo.

Ma le frane possono avvenire dappertutto ? La risposta la dà la Geologia. Infatti la principale causa predisponente delle frane è la condizione geologica del luogo : le frane avvengono dove la geologia locale offre una situazione di fragilità, dovuta alla composizione del sottosuolo o a sistemi di fratturazione o di stratificazione particolari, con giaciture a "franapoggio". Ma a condizionare la stabilità non è solo la situazione geologica. Gioca molto anche il clima :

territori piovosi sono più soggetti ai dissesti. Perché l'acqua svolge un ruolo fondamentale nei dissesti del suolo.

Sulla base di studi geologici vengono disegnate carte tematiche che indicano i differenti gradi di rischio di frana , zonizzando il territorio. Risulta che ampi territori montuosi sono praticamente esenti da frane, come massiccio il Grappa, l'Altopiano dei Sette Comuni, l'Altopiano di Tonzè e Folgaria). Altri risultano ad alta franosità (come la valle del Chiampo e l' Alpago).

I terreni più franosi sono ben noti : si tratta dei materiali sciolti, privi di coesione, che compongono le morene e i ghiaioni detritici ai piedi delle scarpate rocciose, e soprattutto le coperture argillose che coprono le formazioni marnose o le vulcaniti tufacee . Le coperture argillose, come ho già detto, sono le più infide e le più pericolose ; i dissesti su queste coltri sono spesso inarrestabili e continuano per anni, talora lentamente, centimetro dopo centimetro.

Anche le formazioni rocciose possono dar luogo a frane, quando sono particolarmente fratturate o quando le stratificazioni sono rivolte a valle con pendenze superiori all'angolo di attrito.

Da quanto avete letto sopra vi sarete resi conto che le frane possono assumere aspetti molto diversi: le frane di crollo in roccia, con il distacco di massi da scarpate molto inclinate (come in Val d'Ega sui porfidi), le colate detritiche dei canali dolomitici (come la frana di Cancia presso Cortina, le periodiche colate del Rotolon presso Recoaro) , le frane di scivolamento di strati rocciosi (come la tragica frana del Vajont, la frana di Alleghe che ha sbarrato la valle formando il lago, i Lavini di Marco in Val d'Adige ricordati da Dante, la frana di Casotto in Val d'Astico) , gli scoscendimenti in materiali sciolti o argillosi (come la frana del Brustolè sul torrente Posina presso Arsiero, la frana del Tessina alla sommità), i creeps (movimenti lentissimi nelle coperture argillose soprastanti rocce marnose o tufacee, comuni sui Colli Euganei).

Le frane si possono prevenire ? Certo. La geologia indica le zone a rischio e in quelle zone occorre intervenire con opere che annullino od ostacolino le cause determinanti, soprattutto regimando le acque superficiali , impedendo le infiltrazioni, proteggendo dall'erosione i piedi dei versanti, realizzando opere di sostegno. Sono spesso interventi dai costi elevati, ma sempre inferiori a quelli che le riparazioni richiedono a frana avvenuta. E soprattutto non conviene stuzzicare Madre Natura andando a mettere il naso in quelle aree a rischio, con costruzioni e manomissioni varie.

Quando si realizza qualche struttura su un versante, non è sufficiente che l'area interessata sia stabile, ma occorre verificare la stabilità anche del pendio soprastante, per evitare che una frana ci capiti addosso, ed anche il versante sottostante, per evitare che un dissesto di valle possa risalire e coinvolgere l'opera, o peggio che la stessa opera provochi la rottura dell'equilibrio e il conseguente dissesto. Il discorso vale per la realizzazione di strade, canali, acquedotti, fabbricati, cave, discariche...

Molte frane, prima di collassare , danno segni premonitori, che indicano l'instabilità e il possibile franamento. Sono crepacciature sul terreno, microsismi, intorbidamento di acque sorgive, rumori, inclinazioni anomale di alberi e tralicci , rotture di tubazioni interrate, spaccature dei muri a secco, deformazioni dei filari di alberi.

Nelle zone instabili, o in aree franose che minacciano di movimentarsi, oppure in frane ad attività periodica o in zone con sintomi premonitori , vengono allestiti monitoraggi di controllo per

prevedere e seguire l'evoluzione del dissesto : si tratta di controlli topografici su caposaldi , inclinometri inseriti in fori di sonda, estensimetri posizionati sulle fratture delle rocce, misuratori laser, sismografi , geofoni e altro. Si adoperano anche sistemi di allarme per la popolazione, che segnalano l'inizio del movimento con sirene , semafori e altri indicatori.

Le frane si possono prevedere ??? E' un discorso molto difficile . Ma qualcosa si può dire. Il quesito pone due aspetti : dove ? quando ? Gli studi geologici, con la stesura delle carte del rischio di frana o con esami dettagliati di singole zone, possono evidenziare dove le frane possono avvenire. La previsione spaziale si basa sull'esame delle cause predisponenti : la composizione geologica del sottosuolo , le strutture stratigrafiche , il grado di fratturazione della roccia. Nelle aree indicate a rischio per la presenza di evidenti cause predisponenti, le frane si possono innescare quando intervengono cause determinanti, naturali o artificiali che rompono un equilibrio precario : lunghi periodi piovosi che provocano infiltrazioni nel sottosuolo , o piene torrentizie che determinano erosioni sui fianchi vallivi ; oppure sbancamenti per la costruzione di una strada, di una cava, di fabbricati; o sovraccarichi non accettati dal suolo.

Molto più difficile prevedere quando potrà avvenire il dissesto franoso. Ma anche qui qualcosa si può dire, basandoci sulla conoscenza di quelle che possono essere le cause determinanti : nel periodo primaverile del disgelo avvengono i crolli di massi e blocchi dalle scarpate rocciose; con afflussi meteorici particolarmente intensi in montagna avvengono le colate detritiche nei canali vallivi ; periodi di piogge molto prolungate determinano scoscendimenti e movimenti plastici nei materiali sciolti argillosi. In occasione o previsione di questi avvenimenti si provvede ad interrompere temporaneamente tratti stradali , tronchi ferroviari , ponti ; ad evacuare abitazioni e luoghi frequentati.

In certi casi è possibile calcolare il grado di stabilità di un versante, determinando un coefficiente di sicurezza : per i materiali sciolti, che si comportano come mezzi isotropi ed omogenei, i geotecnici dispongono di vari tipi di modelli matematici, la cui applicazione richiede tuttavia l'acquisizione di dati sperimentali ottenibili con sondaggi meccanici, prove penetrometriche, esami di laboratorio su campioni.

Molto più difficile la valutazione nelle rocce, che si deformano lungo fratture e fessure preesistenti a disposizione anisotropa, non omogenea. Modelli matematici consentono talora di prevedere il tragitto e il comportamento di massi che si staccano da pareti rocciose.

Gli interventi che vengono realizzati per contrastare le frane e per stabilizzare aree franose o interi versanti e per salvaguardare abitanti e strutture sono numerosi e di tipo molto differente, in relazione al tipo di frana : disgaggi sulle pareti rocciose per eliminare i massi pericolanti ; reti di protezione contro la caduta di blocchi e ciottoli ; opere paramassi per intercettare blocchi e massi durante la loro discesa sul versante; sottomurazioni , barbacani, pilastri per dare piede a masse rocciose instabili; tiranti e chiodature in fori di sonda per ancorare parti rocciose pericolanti ; briglie e protezioni di sponda lungo i torrenti per contrastare l'erosione ; regimazione delle acque superficiali ; drenaggi delle acque sotterranee con fori di sonda.

Purtroppo in Italia le frane sono all'ordine del giorno. Per varie ragioni : il paese è in gran parte montuoso ; le condizioni geologiche ci sono spesso sfavorevoli per la presenza di estesi sottosuoli potenzialmente franosi ; una lunghissima rete stradale e ferroviaria in zone di montagna soggette a frane di crollo, ad erosioni , a colate detritiche, a scoscendimenti ; una miriade di corsi d'acqua

che scendono dalle montagne e che è difficile da regimare ; la scarsa manutenzione che assai spesso avviene sui torrenti montani ; l'insignificante attenzione che le amministrazioni dedicano alla conservazione del suolo ; l'abbandono progressivo della vita attiva sulla montagna che ha determinato il degrado nella regimazione delle acque ; il limitato impiego dei geologi nelle strutture pubbliche ; i ridotti investimenti economici dello stato negli interventi di prevenzione.

Alla fine devo purtroppo dire che quando accade un dissesto franoso , spesso con gravi danni e talora con vittime, siamo sempre pronti a parlare di evento imprevedibile. In realtà quasi sempre entrano in gioco l'incuria dell'uomo, le scarse o assenti manutenzioni, le progettazioni azzardate o l'assenza di studi preliminari adeguati. O peggio ancora, l'ingordigia che ci spinge ad operare in zone notoriamente a rischio, senza adottare adeguati provvedimenti.