

COMUNE DI CORMONS

PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL MONTE QUARIN

Progettisti:

Arch. Enzo Spagna

Arch. Giulio Valentini

Consulenti:

Dott. Geol. Mauro Marini

Dott. Nat. Pierpaolo Merluzzi

RELAZIONE GEOLOGICA

Cormons, 20 dicembre 2000

Premessa

La presente costituisce integrazione e specificazione all'analisi del territorio e al rilevamento geologico di grande dettaglio come descritti nella Relazione inerente il P.R.P.C. del Monte Quarin realizzati mediante l'utilizzo della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:2000 che ha consentito di stabilire la perimetrazione delle aree franose con un'elevata precisione ed un notevole grado di dettaglio rispetto a quanto già evidenziato nella carta tematica inerente il P.R.G.C. (riprodotto in scala 1:10000). Le variazioni rilevabili nelle due cartografie sono dovute alla rappresentazione grafica di minor dettaglio e riprodotta in una scala maggiore.

Una ulteriore variazione delle superfici franose è dovuta all'esecuzione degli interventi di sistemazione e di stabilizzazione, da parte dell'Amministrazione comunale e della Protezione Civile, nel periodo intercorrente tra l'ultimazione della cartografia d'analisi inerente il P.R.G.C. e quella riguardante il P.R.P.C. del Monte Quarin.

1. Descrizione dei fenomeni franosi

I fenomeni franosi presenti nel territorio comunale vengono definiti più rigorosamente come scoscendimenti o scorrimenti rotazionali e scorrimenti traslazionali. Interessano quasi esclusivamente i terreni di alterazione (depositi eluviali) sovrastanti le formazioni dei rilievi collinari e sono più frequenti nei litotipi marnosi. Il terreno di alterazione ha basse caratteristiche tecniche di resistenza al taglio, le aree interessate ai scoscendimenti hanno in genere pendenze maggiori o uguali a 30°. I fenomeni vengono innescati, in prevalenza, con il verificarsi di intensi periodi di precipitazioni meteoriche. In tali condizioni i terreni subiscono un graduale aumento del contenuto d'acqua, di conseguenza l'idratazione dei materiali argillosi produce una diminuzione delle forze attrattive. Contemporaneamente l'aumento della pressione neutra provoca una riduzione della pressione effettiva tra i grani (il terreno, in genere, è dotato di coesione e attrito). Il substrato roccioso presente a profondità limitata (0.5 ÷ 3 m , mediamente) si comporta come uno strato impermeabile in cui si sviluppano le superfici di scivolamento. Le acque con l'azione della filtrazione producono un'ulteriore effetto destabilizzante. Alla base del movimento franoso si ritrovano frequentemente delle emergenze idriche (generalmente più frequenti nei periodi di forte piovosità).

Un fattore di incremento della instabilità, è la presenza di fratturazioni e giunti nella roccia flyschoidale che possono produrre superfici di scorrimento preferenziale. Una importante azione destabilizzante è connessa con l'azione antropica che produce modificazioni dell'assetto

geomorfologico naturale, costituendo artificialmente condizioni staticamente critiche o favorendo l'immissione di acque di scorrimento superficiale e di filtrazione. I fenomeni franosi hanno in genere un'evoluzione retrogressiva, sul terreno si rilevano di frequente fessure dovute ai movimenti di dislocazione delle masse ed a dei fenomeni di essiccamento.

Nei punti in cui il flusso delle acque di scorrimento diviene particolarmente intenso vi è la trasformazione del materiale franoso in una colata di fango e detrito (*mud flow*).

Il fenomeno dell'erosione del terreno è generalizzato in tutto l'ambito collinare, diviene particolarmente intenso nelle aree denudate e nei punti dove si instaura un ruscellamento concentrato. Fondamentale a questo riguardo è il mantenimento delle superfici boscate e l'innerbimento delle zone utilizzate a vigneto.

A titolo esemplificativo sono state eseguite delle verifiche di stabilità elementari (striscia infinita) dimostrando che in particolari condizioni di pendenze naturali con la presenza di acqua di filtrazione si ottengono fattori di sicurezza inferiori ad uno. In genere il fenomeno si verifica anche in aree con pendenze minori a causa dell'infiltrazione delle acque nel terreno eluviale - residuale.

Le zone soggette al fenomeno di *creep* sono costituite prevalentemente da terreni colluviali, il fenomeno è riconoscibile per alcuni scollamenti superficiali e la presenza di alcune fessure di trazione. La fenomenologia ha in genere a una evoluzione molto lenta. In alcuni punti dell'area collinare, a causa della cattiva gestione del territorio, possono prodursi dei fenomeni di innesco dei movimenti franosi in occasione di precipitazioni meteoriche particolarmente intense. Le aree comprese nel presente P.R.P.C. non evidenziano, attualmente, condizioni particolarmente critiche, ma il confronto con altre zone del territorio comunale (non comprese nel presente P.R.P.C.) mostrano un quadro evolutivo di riferimento e di confronto sufficientemente attendibile.

In generale le condizioni di instabilità sono più frequenti nelle aree coltivate nel passato ed attualmente in stato di abbandono.

2. Fondamenti teorici

Nella definizione dei fenomeni franosi è opportuno caratterizzare le varie tipologie dei fenomeni utilizzando dei criteri di rottura che possano descrivere in modo analitico la stabilità dei pendii naturali.

Il criterio generalmente adottato in questo genere di studi è l'utilizzo dell'equazione di Mohr – Coulomb in termini di sforzi efficaci (secondo Terzaghi):

$$\tau = c' + (\sigma - u) \tan \phi'$$

in cui:

τ = resistenza al taglio disponibile sul piano di scorrimento considerato;

c' = coesione efficace;

σ = tensione totale normale al piano di scorrimento;

u = pressione neutra;

ϕ' = angolo di resistenza al taglio.

Le analisi effettuate su zone soggette a fenomeni franosi considerano i parametri sopra menzionati nei valori drenati e non drenati (con misura della pressione neutra), nelle resistenze di picco e residue. Il comportamento meccanico dei materiali è essenzialmente rigido (elastico) – plastico (con parziale incrudimento).

La determinazione del fattore di sicurezza di un pendio viene attuata mediante la verifica dell'equilibrio statico tra forze – momenti stabilizzanti e destabilizzanti su una superficie bidimensionale. Le geometrie ricorrenti sono il pendio infinito, la superficie circolare, le superfici composite. Le analisi comunemente attuate appartengono ai metodi dell'equilibrio limite (Fellenius, Bishop, Janbu, Sarma, Morgenstern – Price, ecc.) in cui il pendio viene suddiviso in conci, su ciascun concio viene verificato l'equilibrio di forze e momenti. Il sistema di equazioni ottenuto è sotto dimensionato rispetto alle incognite del problema, ciascun metodo introduce delle procedure correttive al fine dell'ottenimento della soluzione.

- L'analisi dei fenomeni franosi come gli scorrimenti ed i scivolamenti (movimenti traslazionali o rotazionali del terreno) vengono generalmente eseguite con i metodi dell'equilibrio limite.
- Nei movimenti riguardanti i pendii in roccia le analisi prevedono ancora la verifica dell'equilibrio statico bidimensionale o tridimensionale (proiezioni stereografiche) dei blocchi rocciosi. In questo caso è necessario stabilire delle famiglie di discontinuità (in base alla giacitura ed alla tipologia del giunto) determinate e raggruppate per classi (in senso statistico). Valgono ancora i criteri di resistenza secondo Mohr – Coulomb anche se il comportamento degli ammassi rocciosi è diverso dal comportamento di un terreno.

- Il comportamento delle colate (tipo *mud flow*) e del processo di *creep*, pur essendo dei fenomeni completamente differenti vengono quantificati come fenomeni reologici. In tali condizioni l'analisi del comportamento fisico dei fenomeni, in termini di tensione e di deformazione, prevede la scomposizione in componenti elastiche (schematizzati con una molla), viscosi (definite da un pistone smorzatore), rigide (indicate con un pattino con attrito). La sovrapposizione e la combinazione in serie ed in parallelo dei vari elementi reologici elementari definisce analiticamente buone correlazioni con le evidenze sperimentali. Nelle colate fangose e detritiche un modello sufficientemente attendibile è il criterio visco – plastico di Coulomb (modello Bingham – Green, parallelo di un pattino d'attrito e di uno smorzatore):

$$\tau = \tau_0 + \eta \dot{\gamma}$$

in cui:

$\tau_0 = c + \sigma \tan \phi$ = resistenza al taglio in termini totali o effettivi, che rappresenta il comportamento plastico, può definirsi come una tensione di snervamento;

η = coefficiente di viscosità;

$\dot{\gamma}$ = velocità di deformazione.

Una schematizzazione ulteriore dello stesso modello definisce lo strato costituito da un livello inferiore soggetto a flusso laminare ed un superiore rigido con velocità di deformazione costante.

Le caratteristiche delle colate (*mud flow*) sono legate maggiormente ai fenomeni inerenti la massa fluida. Per una data sezione del corpo della colata si può valutare l'andamento delle tensioni tangenziali mediante la:

$$\tau = \gamma_w R_H i$$

dove:

τ = tensione tangenziale del moto incipiente del granulo,

γ_w = peso specifico dell'acqua;

R_H = raggio idraulico;

i = pendenza della superficie d'incanalamento (assimilabile ad un alveo).

Le caratteristiche dei materiali trasportati può essere stabilita dalla relazione di Shields in regime turbolento:

$$\tau = 0.06 (\gamma_s - \gamma_w) d$$

con il seguente significato dei termini:

τ = tensione tangenziale del moto incipiente del granulo;

γ_w = peso specifico dell'acqua;

γ_s = peso specifico dei grani;

d = diametro del materiale (relativo al diametro passante pari al 50 % della curva granulometrica).

Il fenomeno di *creep* assume velocità di scorrimento molte basse (dell'ordine dei mm/anno, mentre le colate sono caratterizzate da valori più elevati compresi tra i mm/s ed i m/s), in genere sono prodotte da oscillazioni periodiche del regime delle pressioni neutre. I depositi colluviali possono assimilarsi ai comportamenti delle argille normalmente consolidate. Il meccanismo di rottura, riguardante la tipologia di rottura per *creep*, possono evidenziare in parte anche altri tipi di fenomenologie quali la rottura progressiva ed il *softening* del materiale. Il rilevamento di questi processi gravitativi è basato sul riconoscimento di alcune forme morfologiche caratteristiche, in ogni caso, risulta determinante il confronto con le aree del territorio comunale in cui c'è stata un'evoluzione, per fasi successive, di tale fenomeno.

3. Interventi di stabilizzazione

Il substrato roccioso impermeabile determina, nella maggior parte dei casi, la superficie di scivolamento. Per queste motivazioni è fondamentale, nell'attuazione di modifiche morfologiche del terreno o nella sistemazione delle aree in frana, l'esecuzione di drenaggi superficiali e profondi, curando nelle situazioni critiche il riempimento delle fessurazioni del terreno. Una azione stabilizzante può prodursi pure con la semina di erbe ed arbusti, in tal modo lo sviluppo radicale delle piante determina una diminuzione delle eventuali fessure, il decremento del contenuto d'acqua del terreno in caso di precipitazioni, l'aumento delle caratteristiche meccaniche più superficiali del suolo. Successivamente alla fase di prima stabilizzazione sono possibili le piantumazioni arboree (querce, castagni, alberi da frutto). La posa degli alberi deve essere comunque eseguita a distanza dal ciglio di terrazze o di scarpate per non sviluppare azioni negative nell'equilibrio statico del pendio (incrementi dei carichi verticali, delle sollecitazioni di taglio e delle sollecitazioni flessionali).

Fenomeni di crollo del materiale roccioso compatto (calcarì e conglomerati) hanno una modesta importanza areale e si sviluppano in una estensione limitata, sono comunque da prevedersi degli interventi di difesa passiva (innalzamento di muretti di contenimento) in prossimità delle costruzioni.

4. Grado di pericolosità dei fenomeni franosi

Il grado di pericolosità dei fenomeni franosi interessanti il terreno eluviale è in genere limitato (il fenomeno avviene in spessori che raramente superano il metro di profondità). Le frane in roccia possono considerarsi

con un grado di pericolosità leggermente più elevato ma complessivamente modesto. Le aree in cui sono presenti i fenomeni di *creep* sono da considerarsi a pericolosità variabile (bassa – alta), in quanto il fenomeno gravitativo destabilizzante può regredire se vengono attuati drenaggi superficiali e profondi, può incrementare se vi è l'abbandono del territorio o si attua una trasformazione morfologica non compatibile.

5. Compatibilità fra le previsioni dello strumento urbanistico e le condizioni idrogeologiche del territorio

Le zone “non edificabili” previste dal art. 69 delle norme del P.R.G.C., basate sul parere del Servizio Geologico della Direzione Regionale dell'Ambiente, in conformità all'art. 11 della L.R. n°27/88, sono aggiornate alle nuove condizioni del territorio (aree stabilizzate e nuovi fenomeni franosi) ed alla zonizzazione di dettaglio adottata.

Si afferma che le previsioni urbanistiche generali ed attuative sono compatibili con le condizioni geologiche – idrogeologiche del territorio.

Nelle aree di pertinenza agricola in cui sono presenti fenomeni franosi ed in base allo strumento urbanistico sono previsti limitati indici di edificabilità, stante comunque i vincoli dell'inedificabilità delle aree franose e la possibilità di realizzare i volumi consentiti solo in contiguità agli edifici già esistenti, dovranno prevedersi degli interventi di stabilizzazione delle frane (a carico dei privati).

Negli ambiti soggetti a recupero edilizio conservativo, con mantenimento dei volumi preesistenti, verrà attuato, in un sufficiente intorno, la sistemazione del territorio di proprietà.

Le zone definite e cartografate nella Tav. A2 Carta idro-geologica come aree franose (rispettivamente indicate con F1 Zone soggette a fenomeni di *creep*, F2 Corpo di frana per crollo o per ribaltamento, F3 Corpo di frana per colamento, F4 Corpo di frana per scorrimento) sono considerate inedificabili.