

P. Todaro

## **[GLOSSARIO]**

[quaderno di approfondimento alle Linee Guida NTC 08-Gruppo Interregionale Ordine dei Geologi]

## COMMISSIONE INTERREGIONALE NTC08

COMPONENTI	ORDINE	COMPONENTI	ORDINE
AIRALDI Paolo	LIGURIA	GALATA' Giovanni	TRENTINO ALTO ADIGE
ANGELONE Domenico	MOLISE	GARBIN Fabio	LAZIO
ANIBALDI Andrea	MARCHE	GIOVINE Vincenzo	LOMBARDIA
BARSANTI Pietro	TOSCANA	LENARDUZZI Gianni	FRIULI VENEZIA GIULIA
BONIOLI Luisella	PIEMONTE	LOMBARDI Gerardo	CAMPANIA
BORGIA Umberto	CAMPANIA	PARMEGGIANI Fabio	EMILIA ROMAGNA
BRUNALDI Raffaele	EMILIA ROMAGNA	PATERNOSTER Stefano	TRENTINO ALTO ADIGE
CADAU Giambattista	SARDEGNA	PETRINI Fabrizio	ABRUZZO
CAGALLI Andrea	VENETO	PIGNATELLI MARIO	VALLE D'AOSTA
CARBONE Raffaele	BASILICATA	PIGNOCCHI Andrea	MARCHE
CARBONELLA Rocco	EMILIA ROMAGNA	PISTIS Salvatore	SARDEGNA
CHESSA Mauro	TOSCANA	PLESCIA Vito Francesco	MOLISE
CINUS DARIO	SARDEGNA	REINA Alessandro	PUGLIA
CIVELLI Carlo	LIGURIA	RISPOLI Francesca	EMILIA ROMAGNA
DEL GENIO Vincenzo	CAMPANIA	SAVI Francesco	UMBRIA
DORDI Amedeo	LOMBARDIA	STORONI RIDOLFI Sergio	MARCHE
FAGIOLI Maria-Teresa	TOSCANA	TODARO Pietro	SICILIA
FALVO Beniamino	CALABRIA	TRONCARELLI Roberto	LAZIO
FARINA Daniele	MARCHE	TROSSERO Massimo	PIEMONTE
FASSER Giovanni	LOMBARDIA	VENISTI Nicola	VENETO
FRAGALE Francesco	CALABRIA	VERRANDO Ampelio	LIGURIA
FRANCESCHINI Marco	EMILIA ROMAGNA	ZANNINIELO Basilio	VENETO

**Responsabile Scientifico:** Eros AIELLO

**Coordinatore:** Maria-Teresa FAGIOLI

**Comitato di redazione:** Carlo CIVELLI, Francesco FRAGALE,  
Fabio GARBIN, Gerardo LOMBARDI,  
Roberto TRONCARELLI

## **PREFAZIONE**

*Alla base del lungo e prezioso lavoro che ha portato all'attesa pubblicazione di questi primi quaderni vi è la consapevolezza della comunità tecnico-scientifica di dover esercitare un necessario compito di formazione ed aggiornamento, attribuendosi un importante ruolo etico, che si traduce in un altrettanto importante ruolo sociale.*

*La preparazione di chi opera nel settore delle costruzioni, forse ancor di più in questo particolare momento, assume una valenza strategica nei confronti di istanze di sicurezza e di qualità, che nel caso delle attività progettuali si declinano con il raggiungimento di obiettivi di sicurezza dell'opera e del suo contesto e, non ultimo, con il gradimento della comunità dei cittadini.*

*Allo stesso tempo chi commissiona studi e progetti deve essere consapevole del risultato atteso, che è funzione del variare del livello di indagini e di analisi.*

*Un buon progetto non è la risultante dell'applicazione tout-court di procedure nel processo di progettazione, ma è figlio di un ordinato sviluppo delle attività, capace di minimizzare gli oneri dovuti ad errori ed a sprechi, ed è frutto di una attività in cui la sfera intellettuale e la capacità manageriale sono complementari.*

*Le attività di progettazione, con le sue analisi, i suoi approfondimenti, i suoi studi specialistici, le sue indagini, si configurano, per loro natura, in modo ben diverso rispetto ad altri processi, essendo il prodotto di azioni difficilmente standardizzabili, riconducibili alla necessità di gestire problematiche, quindi competenze sempre diverse, ed in cui la competenza e la preparazione del gruppo di progettazione e dei singoli professionisti gioca un ruolo decisivo.*

*Chi ha compiuto lo sforzo di scrivere questi quaderni ha pensato di operare soprattutto nella direzione della qualità dei professionisti del settore e dei geologi in particolare, che oggi svolgono un ruolo strategico nelle attività di progettazione, rivolgendosi ad essi non solo nelle loro funzioni di progettisti, ma anche in quelle di controllori.*

*Ai primi perché la quantità di discipline e di soggetti che concorrono oggi alla determinazione di un progetto impone una istanza di cultura tecnica generale anche da parte dei singoli specialisti, che devono poi trovare all'interno del progetto la propria matrice di qualità.*

*Ai secondi perché è nella fase di controllo che deve estrinsecarsi l'analisi qualitativa dei contenuti progettuali, in quanto le istanze di sicurezza diventano appannaggio della committenza attraverso le procedure di validazione imposte dalla legge.*

*Non è più possibile infatti demandare al cantiere la modifica di progetti inadeguati o inesatti, che non soddisfino requisiti di compatibilità, produttività, prevenzione dei rischi, sostenibilità, soddisfazione del cliente e immagine.*

*A chi ha lavorato alla stesura di questo testo va il riconoscimento della comunità geologica, di quella più ampia di area tecnica, ma anche della società civile, perché i suoi contenuti consentono di indirizzare il processo di coordinamento delle idee e le conseguenti scelte progettuali verso requisiti di fattibilità, coerenza e conformità.*

*Riconoscimento che va esteso ad un sistema ordinistico delle professioni tecniche, e dei geologi in*

*particolare, che dimostra ancora una volta di saper anteporre gli interessi della collettività a quelli di categoria.*

*Ed infine un ringraziamento sentito agli Ordini Regionali, la cui dinamicità ed il cui impegno costante nelle innumerevoli questioni che coinvolgono la categoria sono alla base del progressivo riconoscimento del ruolo centrale attribuito ai geologi, che tuttavia ancora oggi molti tardano a riconoscerli.*

**Il Presidente del Consiglio Nazionale dei Geologi**

*Gian Vito Graziano*

## INTRODUZIONE

*Le nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni furono approvate in fretta e furia sull'onda emotiva del terremoto dell'Aquila, e scaraventate, così com'erano, con piglio decisionista, sul mondo edilizio e sulle professioni tecniche che da anni ne suggerivano gli affinamenti.*

*Nessun dubbio sulla necessità di allineare la normativa italiana agli Eurocodici, ma la frettolosa logica dell'emergenza portò a non approfondire adeguatamente più di un aspetto della progettazione edilizia; gli aspetti geologici non rimasero immuni da ciò.*

*La Commissione Interregionale degli Ordini dei Geologi, che già da tempo stava lavorando per proporre i necessari affinamenti e chiarimenti alla norma in gestazione, non si arrese e fatto tesoro di quanto già elaborato ha trasformato quel che avrebbe dovuto essere un supporto tecnico al legislatore in un vademecum per i colleghi alle prese con le carenze della norma promulgata.*

*In pieno spirito di sussidiarietà e grazie al volontariato di tanti colleghi vuoi professionisti che del mondo accademico, la Commissione Interregionale ha preparato "Le linee guida per le NTC" che furono presentate nel 2° Forum degli Ordini Regionali e del Consiglio Nazionale dei Geologi "NTC-2008 Linee Guida" (Firenze, 21 gennaio 2011). Insieme alle Linee Guida sono state presentate le prime bozze dei quaderni; elaborati tecnici prodotti per supportare i colleghi nell'applicazione di quei punti oscuri o insufficientemente dettagliati della norma.*

*A distanza di 18 mesi dal Forum questo CdRom presenta la versione definitiva di un primo gruppo di quaderni.*

*Il CdRom contiene:*

1. Glossario;
2. Quaderno "Una metodologia per la scelta dei parametri geotecnici caratteristici";
3. Quaderno "Fondazioni superficiali";
- 3a. Esempi relativi alle fondazioni superficiali: collana "gli spilli";
4. Quaderno "Muri di sostegno e strutture miste";
5. Quaderno "Edifici esistenti";
6. Quaderno "Costruzioni modeste, costruzioni semplici, opere minori, elementi non strutturali, opere provvisoriale, opere interne";
7. Quaderno "Modellazione sismica e stabilità alla liquefazione".

*Il Cd Rom contiene inoltre le normative regionali in materia di opere minori o modesta rilevanza (NTC 08 cap. 6.2.2) pervenute a tutto il 24 aprile 2012.*

*I quaderni con il loro contenuto di riferimenti tecnici, bibliografia ed esempi, lungi da ogni pretesa di esaustività, vogliono comunque segnalare l'avvio di un percorso virtuoso nel quale i colleghi, pongono a disposizione della categoria l'esperienza e la preparazione specifica maturata in decenni di attività professionale e di ricerca, per consentire a ciascuno di noi di affrontare ogni nuovo impegno professionale e*

*tecnico forti dell'esperienza di tutti.*

*La selezione degli argomenti trattati dai quaderni ha cercato di rispecchiare la maggioranza delle problematiche che ogni collega che opera nel comparto delle costruzioni si trova ad affrontare.*

*La Commissione ha ritenuto, inoltre, opportuno elaborare anche un Glossario per prevenire fraintendimenti e conseguenti incomprensioni derivanti da differenti interpretazioni delle tecnologie.*

*Alla produzione di questo CdRom hanno partecipato sotto la guida tecnico-scientifica del Prof. Eros Aiello colleghi di varie Regioni. A loro un ringraziamento caloroso per aver reso possibile l'iniziativa che assume un carattere di particolare rilevanza in un momento in cui subdoli ed interessati attacchi al geologo, diretti a relegarlo nel settore dell'edilizia in ruoli subalterni, segnalano la rapace miopia di certi poteri forti.*

*Se da un lato i terremoti e le catastrofi naturali segnalano l'indispensabilità dei nostri saperi di veri ed unici specialisti del sottosuolo, elaborati tecnici come quelli contenuti nel CdRom dimostrano la capacità della nostra categoria di fornire contributi stringenti e fattivi alla risoluzione di problematiche complesse.*

**Il Coordinatore della Commissione Interregionale**

*Maria-Teresa Fagioli*

*Glossario geologico, sismico, geotecnico e strutturale, di riferimento alle NTC-08*

## A

**Abbattimento di falda.** Abbassamento del livello idrostatico della falda libera sotto la quota di lavoro, in genere solo in corso d'opera.

**Accelerogramma.** Grafico dell'andamento dell'accelerazione del suolo nel tempo dovuta al passaggio delle onde sismiche.

**Acque di prima pioggia.** Sono quelle relative ad ogni evento meteorico di una precipitazione di 5mm di altezza distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio.

**Acquifugo.** (v. acquifugo).

**Aderenza.** La resistenza di attrito tra il terreno e la fondazione dovuta alla coesione.

**Adesione.** Resistenza al taglio tra la roccia ed un altro materiale sotto pressione esterna nulla.

**Adsorbimento.** Fenomeno di ritenzione di acqua sulla superficie delle particelle fini del terreno, per effetto di polarizzazione dell'elemento bipolare H<sub>2</sub>O.

**Affidabilità geologica** (o attendibilità). Una delle significative novità delle NTC. Eventuali incertezze nella ricostruzione del modello geologico di riferimento, significative per il progetto, devono essere dichiarate nella relazione geologica. I risultati delle indagini e studi devono essere trattati esaurientemente e commentati (C.6.2.1-comma 8).

**Aggregati.** Elementi granulari miscelati. Gli aggregati per la produzione del calcestruzzo vengono sottoposti a una frantumazione primaria, a cui segue generalmente una vagliatura a secco e/o una frantumazione secondaria. Successivamente si procede alla *sfangatura* del materiale, che separa le frazioni più fini (limi) indesiderate. La vagliatura permette la classificazione degli aggregati secondo le classi granulometriche per consentire una corretta composizione delle miscele per calcestruzzo. In geotecnica stradale si adoperano i termini "granulati" e "misto granulometrico".

**Altezza critica.** La massima altezza alla quale una scarpata verticale o inclinata è stabile senza sostegni per un dato insieme di condizioni. In condizioni non drenate questa altezza è data da  $H_c = 2 c_u / \gamma$ . Dove  $c_u$  è la coesione non drenata,  $\gamma$  il peso di volume. In condizioni drenate  $H_c = N_s c' / \gamma$  dove  $N_s$  un coefficiente di stabilità funzione dell'angolo della scarpata e dell'angolo di attrito interno. Va applicato l'Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2) con R2 = 1,1.

**Altezza piezometrica** (o carico piezometrico). Differenza d'altezza tra un punto della falda idrica libera e la superficie piezometrica.

**Ammollimento** (*softening, rammollimento*). Processo per cui le rocce poco resistenti perdono resistenza diventando molli, per deformazioni che superano quella corrispondente al valore massimo (resistenza di picco) e tendendo ad un valore di resistenza minimo (residuo). Il fattore tempo è molto importante.

**Amplificazione locale.** Modificazione in ampiezza, frequenza e durata dello scuotimento sismico dovuta alle specifiche condizioni litostratigrafiche e morfologiche di un sito. Si può

quantificare mediante il rapporto tra il moto sismico alla superficie del sito e quello che si osserverebbe per lo stesso evento sismico su un ipotetico affioramento di roccia rigida con morfologia orizzontale. Se questo rapporto è maggiore di 1, si parla di amplificazione locale.

**Amplificazione sismica.** Incremento dell'ampiezza del segnale sismico rispetto a una ipotetica roccia di base (bedrock), all'interno di alcuni intervalli di frequenza, al propagarsi delle onde attraverso differenti terreni. In realtà il segnale può venire sia amplificato che deamplificato in uno stesso sito in un modo dipendente dalla banda di frequenze. Il grado di amplificazione è anche una complessa funzione del livello di scuotimento così che, al crescere dello scuotimento, l'amplificazione complessiva può decrescere. I livelli di scuotimento in un sito possono essere anche incrementati dalla focalizzazione dell'energia sismica causata particolari condizioni stratigrafiche del sottosuolo o geomorfologiche (forma di un bacino sedimentario, cresta, etc.)

**Analisi geomorfologica quantitativa.** L'interazione tra la morfologia e la tettonica attiva viene studiata attraverso gli strumenti della geomorfologia quantitativa con il riconoscimento delle geometrie tipiche di elementi di modellazione del territorio: terrazzi marini e fluviali, depositi lacustri, paleosuperfici, il reticolo idrografico, etc. Si analizza la distribuzione spaziale e temporale dei processi geomorfologici in ambienti tettonicamente attivi sia a piccola che a grande scala spaziale e le interazioni complesse tra i fattori che la determinano. Applicazione di metodi per la stima di pericolosità geomorfologiche d'influenza progettuale. Utilizzo di GIS, telerilevamento e modellazione numerica per analisi quantitative e qualitative dei sistemi geomorfologici semplici e complessi.

**Ancoraggio.** Dispositivo di fondazione in trazione che consente di assicurare la stabilità di una struttura alla quale è vincolata ad una sua estremità, l'altra è impiantata nel terreno o roccia. Es. tirante d'ancoraggio, placca di ancoraggio.

**Angolo di attrito esterno.** Angolo tra l'ascissa e la tangente alla curva rappresentante la relazione tra resistenza al taglio e sforzi normali tra il terreno e la superficie di altro materiale ( $\delta$ , gradi).

**Angolo di attrito interno** (o angolo di resistenza al taglio). Angolo tra l'ascissa e la tangente alla curva rappresentante la relazione tra resistenza al taglio e sforzi normali agenti all'interno del terreno ( $\varphi$ , gradi). Misura la resistenza che si manifesta tra i granuli dovuta allo scivolamento reciproco e agli effetti d'incastro; indicato dal termine  $\sigma \tan \varphi$  dell'equazione di Coulomb  $T = c + \sigma \tan \varphi$ .

**Angolo di riposo,  $\alpha$**  (o di scarpa, di natural declivio). Angolo tra l'orizzontale e la massima inclinazione che un terreno assume attraverso processi naturali. Per terre granulari asciutte l'effetto dell'altezza del pendio è nullo o trascurabile; per terre coesive, l'influenza dell'altezza del pendio è così forte che  $\alpha$  è privo di significato.

**Anisotropia.** Dipendenza delle proprietà fisiche e meccaniche in un mezzo; per esempio la velocità delle **onde sismiche** o la resistenza delle rocce dipendono dalla direzione considerata.

**Anisotropia idrogeologica di permeabilità.** Varia il coefficiente di permeabilità  $K$  nei terreni stratificati nel senso orizzontale e verticale ( $k_o$  e  $K_v$ ).

**Anisotropia litologica.** La maggior parte dei terreni sono anisotropi: le loro proprietà mineralogiche e fisiche sono diverse nelle varie direzioni 3D. Tra i parametri più sensibili: le proprietà fisico-meccaniche e la permeabilità.

**Aquiclude.** Terreno (roccia, terra) relativamente impermeabile che è in grado di assorbire acqua lentamente, ma che funziona come limite di acquifero e che non è in grado di trasmettere l'acqua lentamente, ma sufficiente ad alimentare una sorgente o un pozzo.

**Aquifugo o acquifugo.** Roccia compatta (es. granito non alterato) che non contiene acqua, se non presente in qualche minerale, e non può consentirne la trasmissione poiché gli eventuali interstizi non sono intercomunicanti.

**Aquitard.** Strato orizzontale o livello che ritarda ma che non impedisce il movimento dell'acqua da o verso un adiacente acquifero.

**Argine.** Sbarramento per limitare una zona a valle dove si desidera realizzare un'opera a secco. (es. argini cellulari, gabbioni etc.).

**Array (antenna sismica).** Disposizione ordinata, secondo opportune geometrie, di sismometri o geofoni, i cui dati confluiscono in modo sincrono in un'unità centrale di acquisizione dati.

**Asseverare.** Si ha una *perizia asseverata* se il perito ne conferma la certezza dei contenuti "sotto la propria personale responsabilità", attestandone, con un'ulteriore dichiarazione apposta nella perizia stessa, la veridicità e rispondendo così penalmente per eventuali falsi ideologici e materiali in essa contenuti. Si ha, invece, una *perizia giurata* (o *asseverata e giurata*) quando la stessa, oltre alla dichiarazione che assevera la veridicità del contenuto, riporta in calce il verbale del giuramento di "aver bene e fedelmente adempiuto alle funzioni affidategli al solo scopo di far conoscere la verità", reso dal perito dinnanzi al cancelliere di un qualsiasi ufficio giudiziario, compreso quello del giudice di pace, ai sensi dell'art. 5 del r.d. 9 ottobre 1922, n. 1366,<sup>[2]</sup> o dinnanzi ad un notaio, ai sensi dell'art. 1, n. 4, del r.d.l. 14 luglio 1937, n. 1666. *Perizia semplice* è quella che non è né asseverata né giurata.

**Attività.** (v. indice di attività).

**Attrito negativo.** Nelle aree in cui la sedimentazione è recente vi sono terreni in via di consolidazione (sedimenti olocenici, aree costiere, materiali di riporto etc.). In questi terreni si può verificare l'effetto dell'attrito negativo, cioè il terreno non offre resistenza per attrito laterale lungo il fusto di un palo di fondazione, ma è il terreno che trascina il palo in basso, cioè funge da carico.

## B

**Barbacani.** Fori di scolo alla base dei muri di sostegno.

**Bedrock** (substrato). Roccia di spessore ed estensione relativamente elevati, presente nella sua posizione originaria al di sotto di una copertura (terra, suolo o altri materiali superficiali sciolti). Usato comunemente dai geologi per riferirsi a qualsiasi roccia/terreno diagenizzato/consolidato che non ha subito i processi meteorici di alterazione e degrado o deformazioni tettoniche pervasive.

**Bedrock sismico.** Sequenza litostratigrafica caratterizzata da una velocità delle onde di taglio  $V_s$  maggiore o uguale a 800 m/s. (> 700m/s nella Circolare n.617/09 sulle Istruzioni per l'applicazione delle NTC - CSLP)

**BPT (*Becker Penetration Test*).** La prova di penetrazione del Becker è usata in sabbie grossolane e ghiaie in cui la resistenza alla penetrazione fornita dalle particelle di grandi dimensioni invalida le correlazioni di resistenza alla penetrazione con la densità del terreno. Nel BPT un tubo d'acciaio con un'estremità aperta o chiusa di diametro pari a circa 140 mm è guidato attraverso le ghiaie grossolane e i ciottoli con un martello battipalo diesel.

Il metodo fornisce una registrazione continua della resistenza alla penetrazione con la profondità che può essere correlata con le proprietà geotecniche della stratigrafia del

terreno. È una prova utilizzata in depositi di terreni a grana grossa (sabbie grossolane, ghiaie e ciottoli) nei quali la prova **SPT** non fornisce risultati attendibili. La prova consiste nell'infiggere nel terreno per 300 mm un tubo di rivestimento con punta chiusa, di diametro pari a circa 140 millimetri, utilizzando un martello battipalo diesel, e nel contare il numero di colpi necessari per la penetrazione.

La prova fornisce una registrazione continua della resistenza alla penetrazione con la profondità che può essere correlata con le proprietà geotecniche dei terreni.

**BST** (prove). Borehole Shear Test, prove di resistenza al taglio in foro.

**Bullone di ancoraggio.** Barra metallica di lunghezza finita (1,50-10m) che arma il terreno come tirante passivo. Nelle rocce il bullone realizza un ancoraggio puntuale che può essere meccanico, o con conchiglia d'espansione, oppure per iniezione di malta o resina su una porzione della sua lunghezza. Nei terreni il bullone è ad ancoraggi multipli o iniettato con malta per tutta la sua lunghezza, o avvitato o affondato direttamente.

## C

**Capacità portante limite di una fondazione.** Il massimo carico sopportabile da un terreno di fondazione rispetto ad una data fondazione, senza che si verifichino rotture per taglio.

**Carbonatazione.** Processo chimico, naturale o artificiale, per cui una sostanza, in presenza di anidride carbonica, dà luogo alla formazione di carbonati. Tale fenomeno è frequente nei materiali edili come i leganti (cemento, calce, ecc.) dove l'idrossido di calcio, naturalmente presente in essi, reagisce con l'anidride carbonica con conseguente formazione di carbonato di calcio secondo la seguente reazione:  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . La carbonatazione può avere effetti positivi o negativi.

**Cava di prestito.** Scavo a cielo aperto generalmente lontano dal cantiere, dove vengono estratti i geomateriali utilizzati per la costruzione dell'opera di progetto.

**Cedimento ammissibile.** Valore massimo del cedimento di un'opera in modo che non risultino deformazioni nella struttura superiori alle tolleranze previste in progetto. L'ammissibilità è legata alla tipologia dell'opera, alla sua funzione e prestazione e alla presenza di dispositivi e strutture sensibili appartenenti all'opera o situate nelle sue vicinanze.

**Cedimento differenziale.** Differenza di cedimento tra i punti della stessa fondazione. L'entità del cedimento differenziale dipende dalla eterogeneità 3D del terreno (anisotropia litologica per diagenesi, struttura, tessitura, stratificazioni, tettonica etc.), dall'entità e dissimmetria dei carichi agenti, dalla rigidità della struttura).

**Cerchio critico di scorrimento** (o superficie di rottura, scivolamento). Tra tutti i cerchi d'involuppo che possono verificarsi, il cerchio critico è quello al quale corrisponde il coefficiente di sicurezza minimo nei confronti della verifica di stabilità.

**Cerchio di scorrimento** (o superficie di rottura, scivolamento). Quando si produce in un pendio una rottura per scorrimento la superficie presenta spesso una forma arrotondata. L'intersezione di questa superficie con il piano verticale, secondo il profilo del pendio, è una curva che si preferisce approssimare ad un cerchio per facilitare non poco i calcoli di stabilità.

**Cerniere plastiche.** Zone di una struttura in cemento armato in cui è assicurata un'alta duttilità per avere meccanismi di collasso ad elevata dissipazione di energia del sisma senza compromettere la stabilità dell'edificio per il tempo necessario all'evacuazione delle

persone. Nelle strutture geologiche e geomateriali la capacità di dissipare energia sismica in deformazione è minima trattandosi di materiali fragili (rocce) caratterizzati da un modestissimo campo elastico ed altrettanto plastico, andando a rottura o collasso bruscamente. La difficoltà di verifiche geotecniche di sicurezza e stabilità agli SLU, in discordanza a quanto avviene per le strutture in c.a., sono notevoli. Nel caso delle rocce le conoscenze hanno difficoltà a progredire per la natura anisotropa e litologicamente disuniforme dei geomateriali. Gli spostamenti max ammessi (deformazioni) sono certamente minori degli spostamenti ultimi disponibili delle strutture in c.a.

**Coefficiente d'attrito.** Valore massimo del rapporto tra tensione di taglio e tensione normale del punto di contatto tra due corpi solidi.

**Coefficiente di permeabilità (K).** Definito dalla legge di Darcy a regime laminare:  $V=Ki$ . Esso rappresenta la velocità fittizia con la una quantità d'acqua in condizioni di flusso laminare attraversa la sezione retta di un mezzo poroso, sotto gradiente idraulico ( $i$ ) unitario, alla temperatura di 20°C (unità dimensionale:  $L.T^{-1}$ ).

**Coefficiente di Poisson.** Un geomateriale è sottoposto ad una sollecitazione che lo deforma elasticamente; il coefficiente di Poisson ( $\nu$ ) è il rapporto tra la deformazione nella direzione perpendicolare allo sforzo e quella nel senso dello sforzo stesso. Si determina in Laboratorio (medio-alte deformazioni), con prove in sito (medie deformazioni), con prove geofisiche (sismiche) per bassi lavori deformazionali (vedi rigidità).

**Coefficiente di reazione del suolo (K).** Vedi Modulo di Winkler.

**Coefficiente di uniformità granulometrica ( $C_u$ ).**  $C_u = D_{60} / D_{10}$ . Dove  $D_{60}$  è il diametro che lascia passare il 60% del campione esaminato e  $D_{10}$  quello che ne lascia passare il 10%. Una sabbia è uniforme se  $C_u < 2$ .

**Coefficienti sismici (orizzontali e verticali).** Nelle analisi pseudo-statiche l'azione sismica è definita da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un coefficiente sismico  $k_h$  (orizzontale) e  $k_v$  (verticale (7.11)). il  $k_{hi}$  è il coefficiente d'inerzia della struttura (accelerazione nella struttura) desumibile dallo spettro di progetto, componente orizzontale  $slv$ ,  $k_{hk} (= kh)$  è il coefficiente cinematico del terreno (accelerazione nel sottosuolo) pari a:  $k_{hk} = \alpha \cdot \beta^* \cdot s_s \cdot s_t \cdot a_g$ . ( $\alpha = 1$  per pendii e fondazioni; per paratie  $\alpha$  da grafico fig. 7.11.2 ntc;  $\beta = \beta_s$  per pendii e fondazioni;  $\beta = \beta_m$  per opere di sostegno,  $\beta$ , per paratie da fig. 7.11.3 NTC).

**Coesione apparente.** Pseudo-coesione fornita a terreni granulari non saturi dalla tensione di contatto del film d'acqua che tende a tenere uniti i granuli.

**Coesione residua.** Coesione minima di un terreno che ha subito delle notevoli deformazioni per scorrimento.

**Classi d'uso.** Suddivisione delle costruzioni sotto azione sismica in riferimento alle conseguenze di un eventuale collasso della struttura o di interruzione dell'operatività. Le NTC prevedono quattro classi: I,II,III,IV. I relativi coefficienti d'uso  $C_u$  variano da 0,7 a 2.0 (Tab. 2.4.II).

**Collasso geotecnico.** Rilevante è l'introduzione delle NTC (ignorato dalle norme precedenti) della valutazione della stabilità e sicurezza geotecnico-sismica del sito di costruzione e del suolo di fondazione (Cap.6) a differenza delle precedenti verifiche limitate alle strutture (**Collasso strutturale**).

**Colonna risonante.** (prova di ). Mediante questa prova si ottengono i parametri di comportamento dinamico  $G_o$  e  $D_o$ . Si sottopone un provino cilindrico a una risonanza e ad un carico torsionale armonico mediante un dispositivo in grado di variare l'ampiezza e la frequenza del carico. Alla fine della procedura vengono forniti i grafici

accelerazione-frequenza, G-log deformazione taglio ciclica e D-log deformazione taglio ciclica.

**Compattazione.** Miglioramento della densità di un terreno tramite mezzo meccanico (rulli, massa vibrante, etc.) o stabilizzato a calce.

**Comportamento non lineare** (dei terreni). Il legame tensione-deformazione tangenziale, per effetto della sollecitazione sismica, in prima approssimazione non è descrivibile da una funzione lineare, non è reversibile (dissipazione di energia meccanica) ed è fortemente dipendente dalla storia delle sollecitazioni applicate. In particolare i parametri più importanti che rispondono in maniera non lineare alle sollecitazioni sono G ( Modulo di taglio) e D ( Coefficiente di smorzamento).

**Comportamento visco-elastico.** Tipo di deformazione in cui un materiale si comporta come un solido elastico quando è sollecitato velocemente su scale temporali variabili da secondi a ore, ma si deforma per scorrimento viscoso su lunghi periodi di tempo geologico.

**Condizioni di drenaggio impedito.** In un terreno coesivo saturo sotto una variazione della tensione totale costante nel tempo si possono verificare tre condizioni successive di drenaggio: 1) Drenaggio impedito per un tempo  $t=0$  con cedimento iniziale immediato  $w_0$ ; 2) Consolidazione per  $t>0$  e cedimento di consolidazione  $w_c$ ; 3) Drenaggio libero per  $t \rightarrow \infty$  (tendente a infinito)  $w_\infty = w_0 + w_c$ . Nelle prove triassiali CU consolidate non drenate (drenaggio impedito) si determina la resistenza al taglio non drenata (si mantengono chiuse le valvole di drenaggio della cella triassiale). Nelle prove CD consolidate drenate la fase di rottura è condotta mantenendo aperte le valvole di drenaggio e si determina la resistenza al taglio drenata. Le prove penetrometriche sono assimilabili a prove rapide in condizioni di drenaggio impedito. Nei terreni argillosi saturi tali prove permettono pertanto la stima della resistenza al taglio in condizioni non drenate  $c_u$ .

**Cono sismico.** Tecnica di indagine analoga alla prova Down-Hole in cui un sensore triassiale è spinto direttamente nel terreno tramite un penetrometro, invece che calato in un sondaggio rivestito. Ha il vantaggio del contatto diretto sensore-terreno e l'assenza dei disturbi dovuti alla perforazione del sondaggio e al condizionamento dello stesso; gli svantaggi sono legati ai problemi di penetrazione del sensore analogamente alle prove penetrometriche.

**Consolidazione.** Processo di riduzione progressiva del volume di un terreno (cedimento) per lenta espulsione dell'acqua. È un fenomeno proprio dei terreni granulari coesivi (argille, limi) saturi, dalla bassissima permeabilità, sottoposti ad un carico esterno; consiste nel progressivo lento cedimento del mezzo caricato nel tempo, al contrario dei terreni granulari incoerenti (sabbie) che sotto l'azione di un carico manifestano cedimento immediato. La graduale riduzione di volume di una terra derivante da un incremento di sollecitazioni compressive. *Consolidazione primaria:* riduzione in volume di una t. causata dall'applicazione prolungata di un carico e dovuta principalmente all'espulsione dell'acqua dai vuoti e accompagnata da un trasferimento del carico dall'acqua interstiziale ai granuli; *consolidazione secondaria:* riduzione in volume di una t. causata dall'applicazione prolungata di un carico e dovuta principalmente al riassetto della struttura interna della t. (deformazione viscosa); *curva di consolidazione:* curva mostrante la relazione tra: 1) grado di consolidazione e 2) il tempo trascorso dopo l'applicazione di un dato incremento di carico.

**Contenuto d'acqua, w.** Rapporto percentuale tra peso dell'acqua di un dato volume di t. e il peso della parte solida:  $(\gamma_{sat} - \gamma_d)/\gamma_d$ .

**Costruzioni di modesta rilevanza.** Nelle **NTC2008** vengono solamente richiamate "le costruzioni e gli interventi di modesta rilevanza" (6.2.2 – comma 7) senza produrre alcuna definizione. L'approfondimento e dettaglio delle analisi e delle indagini devono essere commisurati alla complessità geologica del sito, alle caratteristiche dello scenario

territoriale ed ambientale in cui si opera, e alle finalità progettuali”(C6.2.1). Nel caso di costruzioni di modesto rilievo in rapporto alla stabilità globale dell’insieme opera-terreno, che ricadano in zone già note, la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo può essere ottenuta per mezzo della raccolta di notizie e dati sui quali possa responsabilmente essere basata la progettazione. Al punto C.3, comma 4, si legge inoltre “ Nel caso di *modesti manufatti* che ricadono in “zone note”, le indagini in sito ed in laboratorio sui terreni di fondazione possono essere ridotte od omesse, sempreché sia possibile procedere alla caratterizzazione dei terreni sulla base di dati e di notizie raccolti mediante indagini precedenti, eseguite su terreni simili ed in aree adiacenti. In tal caso dovranno essere specificate le fonti dalle quali si è pervenuti alla caratterizzazione fisicomeccanica del sottosuolo”. La necessità di individuare e determinare le caratteristiche di pericolosità di sito, geologica e sismica, per le verifiche di sicurezza comporta pertanto che anche il concetto di “*costruzioni o interventi di modesta rilevanza*” non può essere separato dal livello di conoscenza del sottosuolo, dalle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche dell’area in cui il sito è inserito, in relazione al possibile incremento di rischio per le persone. Si considera un’area “nota”, in riferimento a modesti interventi in rapporto alla stabilità opera-terreno, quando l’insieme dei dati assunti è tale da consentire la formulazione di un attendibile modello geologico e geotecnico del sottosuolo e comunque commisurati alla complessità geologica del sito.

**Costruzioni semplici.** Le NTC introducono la definizione di “edifici o costruzioni semplici” (4.5.6 e 7.8.1.9) caratterizzati da strutture iperstatiche regolari sia in pianta che in elevazione (7.2.2). In particolare tra le altre caratteristiche il numero dei piani non deve essere superiore a 3 (entro e fuori terra) per la muratura ordinaria e non superiore a 4 per muratura armata. Per le costruzioni semplici ricadenti in zona sismica 2, 3, 4, è consentito eseguire verifiche in via semplificativa con analisi e verifiche di sicurezza che s’intendono automaticamente soddisfatte senza l’effettuazione di alcun calcolo esplicito (7.8.1.6 comma 4). L’accelerazione di picco attesa al suolo  $A_g = a_g \times S_s \times S_T$  viene definita con l’acquisizione in campo dell’amplificazione stratigrafica  $S_s$ . Il coefficiente topografico  $S_T$  si applica solo nel caso di strutture di **classe d’uso III** (Costruzioni con affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l’ambiente, ponti e reti ferroviarie, dighe rilevanti) e **IV** (costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti etc.(Tab. 7.8.III). Le costruzioni da edificarsi in siti ricadenti in zona 4 possono essere progettate applicando le sole regole valide per strutture non soggette ad azione sismica. In tal caso si può assumere l’accelerazione di picco sul terreno  $a_g = 0,07g$ .

**CRR (Cyclic Resistance Ratio).** Rapporto tra la resistenza a liquefazione di uno strato a una determinata profondità e la tensione verticale efficace litostatica a quella profondità.

**CSR (Cyclic Stress Ratio).** Rapporto tra lo sforzo di taglio indotto dal sisma a una determinata profondità e la tensione verticale efficace litostatica a quella profondità. Può essere determinato dal prodotto di:  $\sigma_{vo}/\sigma_{vo}$  per  $\alpha_{max}/g$  per  $rd$ , con  $rd$  fattore di riduzione della sollecitazione che diminuisce con l’aumento della profondità,  $g$  accelerazione di gravità, e  $a_{max}$  accelerazione massima attesa.

## D

**Deformabilità.** Proprietà dei terreni nel cambiare forma e ceder sotto l’influenza prevalente dell’azione di un carico.

**Deformazione (strain).** Variazione percentuale in lunghezza, forma, o volume di un corpo sottoposto a sollecitazione.

**Degradazione ciclica.** Riduzione di rigidità di un terreno al crescere del numero di cicli di carico applicati in condizioni non drenate. È particolarmente significativa in terreni coesivi teneri.

**Densità.** Rapporto tra la massa volumetrica di un corpo e il suo volume.

**Densità relativa.** Esprime numericamente il grado di compattezza di un terreno sabbioso ed è definito dalla formula

*in cui:*

$e_0$  *indice dei vuoti corrispondente alla compattezza minima*

$e_{min}$  *indice dei vuoti corrispondente alla compattezza massima alizabile in laboratorio*

$e$  *indice dei vuoti del terreno in sito*

**Densificazione.** Fenomeno di addensamento di un terreno, più o meno repentino, a seguito di una sollecitazione sismica.

**Deterministico (metodo).**

**Diaclasi.** Discontinuità strutturale, frattura, di origine tettonica da qualche metro a centinaia di metri. Sottili fratture fessurative che a volte simulano la stratificazione.

**Dilatanza.** Espansione di suolo granulare soggetto a deformazione di taglio (lavoro dovuto alle variazioni di volume).

**Discontinuità sismiche.** Superfici o strati sottili posti all'interno del profilo stratigrafico in studio, attraverso i quali si verificano nette variazioni di velocità delle onde sismiche. Queste sono zone di brusca variazione delle proprietà elastiche delle rocce.

**Drenaggio.** È il complesso dei sistemi naturali o artificiali che permettono lo smaltimento in profondità dell'acqua in eccesso del terreno. Con lo stesso termine s'intende pertanto sia la proprietà intrinseca del terreno a lasciar percolare l'acqua gravitazionale, sia gli interventi di natura antropica atti ad emungere l'acqua in eccesso facendola defluire in un sistema di raccolta.

**Drenaggio** (condizioni di drenaggio impedito). In condizioni *non drenate* l'incremento di tensione totale si trasforma in un incremento di pressione neutra in quanto l'acqua è incompressibile, mentre lo scheletro solido è deformabile. *La tensione efficace e il volume non variano.*

**Drift** ( $\delta$ ). Rapporto tra lo spostamento relativo e l'altezza dell'elemento strutturale.

**Durabilità.** Si definisce la conservazione delle caratteristiche fisico-meccaniche e delle strutture necessaria per il mantenimento dei livelli di sicurezza durante la classe di vita nominale definita per dell'opera.

**Duttilità.** La capacità di un corpo di deformarsi plasticamente e quindi è la capacità di resistere della struttura dopo il superamento della soglia elastica.

**Duttilità della struttura.** Capacità di una struttura intelaiata in c.a. di dissipare l'energia, trasmessa dall'evento sismico, in deformazioni plastiche.

## E

**Effetto arco.** Il trasferimento di sforzo da una parte cedevole di una massa di roccia o di terra a parti adiacenti meno cedevoli o meno compresse.

**Elasticità.** La capacità di un corpo di deformarsi elasticamente: cessata la causa deformante esso riprende esattamente le condizioni fisiche dello stato iniziale.

**Elementi non strutturali.** Sono gli elementi costruttivi che non hanno funzione strutturale portante (Tab. 7.2.1). Se il loro danneggiamento può provocare danni a persone devono essere verificati agli stati limite per la corrispondente azione sismica (7.2.3 comma 3). Si rende necessario pertanto procedere alla valutazione dell'effetto della risposta sismica locale mediante l'approccio semplificato delle categorie sismiche di sottosuolo.

**Elementi strutturali "secondari".** Si definiscono secondari gli elementi progettati per resistere ai soli carichi verticali. Sia la rigidità che la resistenza vengono ignorate nell'analisi della risposta sismica (7.2.3). Gli effetti dell'azione sismica  $F_a$  e l'accelerazione massima attesa al suolo  $S_a$  vengono determinati con le formule semplificative (7.2.1-7.2.2) e Tab. 7.2.1.

**Eteropia di facies.** Passaggio graduale da una formazione ad un'altra avente la stessa età in cui i caratteri dell'una vengono sostituiti gradualmente dall'altra.

## F

**Faglia.** Superficie di discontinuità che si produce in seguito alla rottura di una massa rocciosa, con spostamento relativo dei due blocchi separati. La superficie lungo cui si è verificata la frattura si chiama *superficie di faglia* oppure *piano di faglia*, o anche *specchio di faglia*. Le rocce in prossimità di una faglia risultano spesso intensamente frantumate e si parla in questo caso di *rocce di faglia* quali le cataclasiti o le miloniti. Dal punto di vista reologico, in prima approssimazione le rocce possono comportarsi in maniera fragile oppure in maniera duttile. Nel primo caso si ha la formazione di una faglia; nel secondo di una piega. Le faglie possono essere inverse o di compressione (reverse, compressive fault), normali (di trazione) o indirette (normal fault), di sovrascorrimento o trascorrenti (overthrust).

**Faglia attiva.** Faglia che presenta evidenze di scorrimento relativo tra due volumi di roccia/terreno avvenuto nel corso degli ultimi 10.000 anni, per cui si presume che lo scorrimento possa ancora verificarsi.

**Faglia capace.** Faglia attiva ritenuta in grado di produrre fagliazione in superficie cioè la dislocazione istantanea.

**Fattore di sicurezza** (o coefficiente di). Fattore o valore affermato dalla pratica ingegneristica corrente, riguardante il rapporto tra resistenze massime disponibili da parte di un materiale e le sollecitazioni agenti o quelle che si presume possano agire in una struttura o in un elemento o in una sua parte. Il suo scopo è fornire un margine per la resistenza e la durata di una struttura, o di una scarpata naturale od artificiale, o dei relativi elementi della struttura, che compensi le irregolarità che esistono nei materiali e nell'esecuzione o in altre condizioni non valutabili.

**Flessura.** Discontinuità strutturale passante a faglia.

**Fondazione compensata.** Fondazione poggiate su un terreno che ha subito forti sbancamenti, ossia f. di peso inferiore o uguale a quello del terreno asportato dallo scavo.

**Forza efficace o effettiva** (F). Forza trasmessa in una massa di terreno direttamente attraverso i contatti intergranulari.

**Fragilità.** Tendenza di alcuni materiali come le rocce lapidee a rompersi bruscamente senza che avvengano precedentemente deformazioni e snervamenti.

**Frana** (o movimento di massa). Fenomeni di caduta e movimenti di masse rocciose o di materiali sciolti come effetto prevalente della forza di gravità verso il basso e verso l'esterno

di un versante. Secondo la classifica di Varnes le frane vengono distinte in crolli (in ammassi rocciosi), ribaltamenti, scorrimenti, rotazionali e scorrimenti traslativi, espansioni laterali, colamenti, frane complesse.

**Frana di colamento. Colate di fango (mud flows) e colate di detrito (debris flows)** in terreni poco coerenti in rapida erosione dove l'acqua di ruscellamento si mescola a fango e pietre. Ripetendosi i fenomeni e continuando l'accumulazione a valle possono formarsi i **coni di deiezione** con superfici assai inclinate.

**Frequenza naturale** (o fondamentale). Frequenza discreta a cui un particolare sistema elastico vibra quando è regolato nel movimento da un singolo impulso e non è influenzato da altre forze esterne o da smorzamento. Il reciproco del periodo fondamentale.

**Full scale test areas.** Campo di prova in vera grandezza.

## G

**Geotessili** (non tessuti, tessuti). Il "Geotessile" è un prodotto dell'industria tessile caratterizzato da proprietà fisiche, meccaniche e idrauliche tali da poter essere impiegato in opere di ingegneria civile, a contatto con il terreno.

I "tessuti non tessuti" sono costituiti da fibre artificiali legate tra di loro ed in tutti i sensi tramite un processo meccanico denominato agugliatura. Sono prodotti assolutamente privi di leganti chimici e di conseguenza possono essere considerati atossici e non inquinanti.

I "tessuti" sono geosintetici a struttura regolare costituiti dall'intreccio di due serie di fili (trama e ordito). Si utilizzano per applicazioni di rinforzo, filtrazione, separazione e controllo dell'erosione.

**GSI.** Indice di Resistenza Geologica (Geological Strength Index) di Hoek. Indice geologico in funzione dell'assetto strutturale dell'ammasso, delle caratteristiche di discontinuità che valuta i parametri di resistenza e di deformabilità dell'ammasso.

**Giunto di stratificazione.** Discontinuità litologica tra strati sedimentari successivi

**Gradiente idraulico.** Perdita di carico idraulico per lunghezza unitaria di flusso:  $i = dH / dl$ .

## H

**Hardpan.** Strato di terreno estremamente addensato.

## I

**Impedenza sismica.** Prodotto della densità del terreno per la velocità delle onde sismiche, che varia tra strati differenti di terreno, comunemente indicata con Z. Il contrasto di impedenza sismica fra strati di roccia adiacenti influisce sul coefficiente di riflessione.

**Indice di attività (coefficiente di attività colloidale) A.** Rapporto tra indice di plasticità e % in peso di frazione inferiore a 0,002 mm. Terre attive:  $A > 1,25$

**Indice dei vuoti**,  $e$ . Rapporto tra 1) volume dei vuoti e 2) volume della parte solida di un dato campione.

**Indice di consistenza**,  $I_c$ . Rapporto tra 1) differenza tra limite di liquidità e contenuto naturale d'acqua e 2) indice di plasticità.  $I_c = (w_l - w_n)/I_p$ .

**Indice di liquidità**,  $I_l$ . Rapporto tra 1) differenza tra contenuto naturale d'acqua e limite di plasticità e 2) indice di plasticità.  $I_l = (w_n - w_p)/I_p$ .

**Indice di plasticità**,  $I_p$ . Differenza numerica tra i limiti di liquidità e di plasticità.

**Indice di qualità** (Rock Quality Designation o R.Q.D.). Parametro che designa il grado di continuità di una roccia dalla misura della lunghezza delle carote di diametro intorno a 100mm, valutandone la % di carotaggio nei vari tratti, accettando solamente le carote di lunghezza  $\geq 10$ cm.

**Indice di rigonfiamento**,  $C_r$ . Pendenza del tratto di scarico della curva pressione-indice dei vuoti su grafico semilogaritmico.

**Indice di rimaneggiamento (remolding index)**  $I_r$ . Rapporto tra 1) modulo di deformazione (v.) di un terreno indisturbato e 2) quello di un terreno rimaneggiato.

**Indice di ritiro**  $S_l$ . Differenza numerica tra i limiti di plasticità e di ritiro.

**Inelasticità**. Deformazione nel campo della duttilità.

**Input sismico**. Moto sismico ipotizzato alla base della struttura geologico-morfologica di un sito e del quale si intendono valutare i possibili effetti di amplificazione sismica.

**Intensità macrosismica**. Valore numerico ordinale assegnato in base alla descrizione degli effetti del **terremoto** sulle persone, sugli oggetti, sulle costruzioni e sull'ambiente. In pratica corrisponde alla scelta di uno scenario di effetti rappresentativo della situazione osservata. La scelta riguarda un numero finito di possibili scenari (12 nelle scale moderne) caratterizzati da un livello crescente di severità. Non si tratta quindi di una misura in senso stretto, ma di una classificazione fatta secondo una scala empirica qualitativa. Esistono diverse collezioni di scenari ciascuna delle quali rappresenta una diversa scala macrosismica (Mercalli-Cancani-Sieberg o MCS, Mercalli Modificata o MM, Medvedev-Karnik-Sponheuer o MS K, European Macroseismic Scale o EMS, ecc.). Poiché nella sua definizione si prende in esame la percentuale di edifici danneggiati o distrutti e il comportamento di gruppi di persone, essa è sempre rappresentativa di un'area più o meno estesa (un paese, una cittadina, un quartiere) e quindi non può essere un dato puntuale (ad esempio relativo a una singola struttura). In alcune scale moderne (MS K, EMS) sono stati introdotti elementi informativi che hanno lo scopo di rendere la stima di intensità macrosismica indipendente dal livello di esposizione e dalla vulnerabilità delle strutture nell'area colpita.

**Iperstatica** (struttura). Indica che un generico corpo nello spazio possiede un numero di gradi di libertà inferiori al numero di gradi di vincoli.

**Ipo-centro**. È il punto in cui si immagina che la rottura che genera un **terremoto** abbia origine. Più verosimilmente l'ipocentro non è un punto ma una regione dello spazio di dimensioni finite. La sua posizione è determinata dai tempi di arrivo delle prime onde P e S.

**Isobare**. Linee di uguale pressione, bulbi di pressione.

**Isostatica** (struttura). Indica che un generico corpo nello spazio possiede un numero di gradi di vincoli pari al suo numero di gradi di libertà.

**Isotropia litologica**. Costanza delle stesse caratteristiche litologiche in tutte le direzioni.

## L

**Leptoclasti** (joints). Fratture di piccole dimensioni (dal cm a metro). La roccia risulta suddivisa in frammenti, al minimo urto va in frantumi. Si distinguono le **sinclasi** (per contrazioni e dilatazioni termiche) e **piezoclasti** (da azione meccanica).

**Limite di fatica.** Punto sulla curva sforzo-deformazione sotto cui non può essere ottenuta fatica indipendentemente dal numero di cicli di carico.

**Limite di liquidità**,  $w_l$ . Contenuto d'acqua corrispondente al limite arbitrario tra gli stati di consistenza liquido e plastico di una terra; ossia contenuto d'acqua al quale un solco di dimensioni standard inciso un campione di suolo si chiude per la lunghezza di 0,5 in (12,7 mm) dopo 25 colpi dell'apparecchiatura standard del limite di liquidità (cucchiata di Casagrande).

**Limite di plasticità**,  $w_p$ . Contenuto d'acqua corrispondente al limite arbitrario tra gli stati di consistenza plastico e semisolido di una terra; ossia contenuto d'acqua al quale un cilindretto di terra del diametro di circa 3,2 mm inizia a screpolarsi se piegato.

**Limite di ritiro**  $w_s$ . Contenuto d'acqua al disotto del quale una riduzione del contenuto d'acqua non causa alcuna riduzione di volume.

**Linea di flusso:** traiettoria teorica seguita da una particella d'acqua in un flusso laminare.

**Linea di rottura (involuppo di rottura, involuppo di Mohr).** L'involuppo di una serie di cerchi di Mohr (v.), rappresentanti condizioni di sollecitazioni a rottura di un dato materiale. Luogo dei punti le cui coordinate rappresentano la combinazione di sforzi normali e di taglio che causano rottura di un dato materiale.

**Linea equipotenziale.** Linea di eguale potenziale idraulico, assimilata ad una l. di eguale livello piezometrico (linea idroisoipsa).

**Liquefazione.** Improvviso forte decremento di resistenza al taglio di un terreno granulare incoerente causato dal collasso della struttura per vibrazione (sismica) o altro tipo di deformazione e associato ad un improvviso e temporaneo aumento delle pressioni interstiziali.

**Lisciviazione.** Rimozione, ad opera dell'acqua di percolazione, di colloidali e di materiale solubile del suolo. Cfr. dilavamento, asporto meccanico di particelle.

**Livello piezometrico  $H$ .** Quota, o elevazione al di sopra della quota 0, del livello dell'acqua nel sottosuolo.

## M

**Magnitudo.** Misura l'energia liberata sotto forma di onde sismiche durante un terremoto. Viene calcolata a partire dall'ampiezza o dalla durata del sismogramma. La magnitudo è un valore logaritmo che venne definito originariamente da Richter nel 1935. Un incremento di una unità di magnitudo (ad es. da 4,6 a 5,6) corrisponde ad un incremento dell'ampiezza sul sismogramma di 10 volte ed a circa un aumento di 30 volte dell'energia rilasciata. Non esiste né un limite inferiore, né un limite superiore del valore calcolato. Tranne che in casi particolari, i terremoti di magnitudo inferiore a 2,5 non sono avvertiti dalla popolazione.

**Metodo osservazionale.** Sistema di monitoraggio in corso d'opera basato su piani di controllo inseriti nella relazione geotecnica, al fine di consentire l'adozione di una delle

soluzioni progettuali alternative previste, qualora siano raggiunti i limiti di non ammissibilità di grandezze rappresentative. Il metodo si applica quando per la particolare complessità geologica e geotecnica e importanza dell'opera di progetto permangono documentate indeterminazioni e incertezze risolvibili solamente in fase costruttiva, malgrado approfondite indagini svolte (v. **Relazione geologica**).

**Microtremori.** Rumore sismico ambientale, caratterizzato da oscillazioni di piccola ampiezza, provocate da sorgenti naturali o antropiche (onde di mare, vento, piccoli movimenti terrestri, traffico etc.). La maggior parte degli autori ritiene che i microtremori siano costituiti da onde di Rayleigh.

**Microzonazione.** Complesso di studi che prevede quale prodotto finale di sintesi una mappa del territorio nella quale sono indicate: le zone dove il moto sismico viene amplificato (e come) a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e geomorfologiche del territorio; le zone in cui sono presenti o suscettibili di attivazione dissesti del suolo indotti dal sisma (frane, assestamenti, liquefazioni, fagliazioni superficiali).

**Modello geologico concettuale.** Il primo livello di interpretazione e di ricostruzione schematica fuori scala delle caratteristiche litostratigrafiche e strutturali di un sito.

**Modello geotecnico bidimensionale (2-D).** Definita da strati inclinati, litologia disuniforme e anisotropa, superficie del substrato  $\neq T1$ , suolo a pendio, oppure substrato non orizzontale e suolo orizzontale.

**Modello geotecnico monodimensionale (1-D).** Definita dalla presenza di strati orizzontali e/o litologia uniforme e superficie del terreno orizzontale, substrato  $T1$ .

**Modello matematico.** Rappresentazione di un sistema fisico mediante espressioni matematiche dal quale può essere dedotta, con accuratezza conosciuta, il comportamento del sistema.

**Modulo di Bulk.** Modulo di elasticità cubica o modulo di compressibilità. Esprime il rapporto tra la pressione isotropa agente su un campione e la relativa diminuzione di volume.

**Modulo di rigidità al taglio (o di taglio) – (G).** Rapporto tra la tensione tangenziale e la relativa deformazione di un geomateriale elastico, legato al modulo di Young dalla relazione  $G = E / 2(1 + \nu)$ . Dal punto di vista dinamico  $G = V_s^2 * \rho$ , dove  $V_s$  velocità di taglio e  $\rho$  densità pari a  $\gamma/g$  (peso di volume / accelerazione di gravità).

**Modulo di Young (o modulo elastico o di elasticità) – (E).** Rappresenta il rapporto degli sforzi rispetto alle deformazioni sotto determinate condizioni di carico; Pendenza della tangente alla curva sforzi-deformazioni (modulo tangente) o della secante (modulo secante). L'impiego del termine *modulo di elasticità* è da usare per i geomateriali che si deformano in accordo alla legge di Hooke. Il termine *modulo di deformazione* è da usare per i corpi che si deformano secondo altri modelli.  $F.L^{-2}$ ).

**Modulo di Winkler (coefficiente di reazione del terreno, costante di sottofondo o coefficiente di Winkler).** È normalmente indicato come  $K1$  [daN/cm]. La costante di sottofondo rappresenta una forza esercitata sul suolo elastico alla Winkler, su un'area di  $1 \text{ cm}^2$  che provoca l'abbassamento di  $1 \text{ cm}$ . Il *Suolo alla Winkler* è un suolo ideale, paragonabile ad un letto di molle, un terreno perfettamente elastico, che facilita i calcoli e presenta sufficienti attinenze alla maggioranza dei casi reali. Tale metodologia consente un primo approccio al problema o una soluzione rapida e sbrigativa a casi che con altri approcci si rivelerebbero molto complessi ed onerosi. Detta costante non è una proprietà intrinseca del terreno, ma dipende da forma e dimensioni della fondazione, dalla distribuzione dei carichi agenti, dalla stratigrafia e dalle proprietà fisico-meccaniche del terreno.

**Monitoraggio.** Controllo di un fenomeno con misure sistematiche nel tempo. Il monitoraggio opera-terreno consiste nell'installazione di una adeguata strumentazione e nella misura delle grandezze fisiche rappresentative (spostamenti, cedimenti tensioni, forze, pressioni neutre, etc.) prima, durante e/o dopo la costruzione dell'opera. Nelle NTC il monitoraggio ha lo scopo di verificare la corrispondenza delle previsioni progettuali e i comportamenti reali osservati e di controllare la funzionalità del manufatto nel tempo, e apportare così le necessarie modifiche e miglioramenti. Applicando il Metodo Osservazionale con i Piani di controllo il monitoraggio consente di scegliere tempestivamente in corso d'opera la soluzione progettuale alternativa prevista entro i limiti di accettabilità. Un'altra importante finalità del monitoraggio è la gestione del rischio geologico-geotecnico ai fini della Protezione civile.

**Morfogenesi.** L'insieme dei processi di modellamento del paesaggio (ciclo morfogenetico).

**Morfometriche** (caratteristiche). Le caratteristiche morfometriche vengono definite dal punto di vista quantitativo per mezzo di opportuni parametri, che esprimono le dimensioni planimetriche, la forma, il rilievo, le pendenze di un bacino, la struttura della rete idrografica e i tempi di percorrenza delle diverse aste fluviali di cui la rete è composta.

**Morfostrutture.** Assetto litostratigrafico-strutturale dovuto all'interazione di eventi paleo tettonici e neotettonici e dall'insieme dei processi morfoevolutivi, considerati nell'ambito di un contesto geologico regionale.

**Moto di risonanza** (di uno strato di terreno superficiale). Il massimo del trasferimento di energia sismica all'ultimo strato. Affinché si verifichi la condizione di risonanza del deposito in cui esso oscilla nel proprio modo fondamentale di vibrazione (periodo proprio) occorre che la lunghezza dell'onda  $\lambda = V_s^t/f$  sia pari a 4 volte lo spessore H del deposito. Si dimostra che l'ampiezza del moto in superficie cresce all'aumentare del contrasto di impedenza tra il substrato e il deposito di copertura. In sintesi: aumento nell'ampiezza della vibrazione di un corpo quando la frequenza dell'impulso è vicina alla frequenza naturale del corpo.

**Moto non in risonanza.** Effetto di variazione graduale dell'impedenza sismica. Vale per profili stratigrafici di terreno in cui l'impedenza sismica  $I = \rho V_s$  non subisce variazioni brusche, ma diminuisce gradualmente da un valore alla base ad uno in superficie. In questo caso non si produce moto di risonanza, ma si registra una amplificazione superficiale indipendente dalla frequenza che può essere espressa dall'algoritmo:  $A = \sqrt{\rho_r V_s^r / \rho_t V_s^t}$ .

## N

**Neotettonica.** L'insieme delle deformazioni nella struttura delle rocce di origine tettonica del terziario recente e del Pleistocene, talora ancora attive in alcune regioni..

**Normalconsolidato.** Terreno o sedimento che non è mai stato soggetto a tensioni efficaci superiori a quelle esistenti o attuali.

**Neutra** (pressione). Vedi Pressione interstiziale.

## O

**Olistolito.** Porzione di terreno alloctono trasportato in conseguenza di cause tettoniche o per franamento sub-marino.

**Olistostroma.** Accumulo caotico di materiali rocciosi per scivolamento gravitativo sottomarino.

**Omogeneità litologica.** Costanza delle proprietà mineralogiche in tutti i punti di un geomateriale.

**Onde di Love.** (vedi Onde di Rayleigh)

**Onde di Rayleigh.** Onde sismiche superficiali (come le onde di Love) che si propagano più lentamente delle altre e il loro campo di vibrazione è la superficie della crosta. La loro energia si disperde meno rapidamente e quindi il loro effetto si risente su lunghe distanze

**Onde di volume** (onde di compressione, longitudinali, primarie  $-V_P$  - e onde di taglio trasversali, secunde  $-V_S$ ).

**Opere minori.** S'intendono "opere minori" tutte quelle che, per dimensioni e funzioni non comportano pericolo per la pubblica incolumità ai fini statici e sismici, ovvero che interessano la pubblica incolumità in maniera non rilevante. Le cosiddette opere minori in quanto tali possono essere in generale esonerate dall'obbligo di deposito del progetto e del collaudo statico presso gli uffici del Genio Civile o uffici competenti, salvo l'obbligo da parte dei proprietari di far redigere e conservare il progetto, o possono usufruire di una procedura semplificata, ad esempio sono soggetti al solo deposito, non dall'adempimento del collaudo statico. Viene da se che per le tipologie riportate nei regolamenti ed elenchi regionali, validati da apposite deliberazioni, esonerate dal deposito del progetto si potranno omettere le verifiche geologiche, sismiche e geotecniche. Per le opere minori invece per le quali è prevista la procedura semplificata di deposito potranno essere richieste caso per caso verifiche di fattibilità geologica e/o sismica o pareri (ad es. semplici opere di stabilizzazione o consolidamento dei versanti con iniezioni, drenaggi oppure opere minori che comportano incrementi di carico sul terreno >20% su edifici esistenti).

**Opere modeste.** Si definiscono opere di modesta rilevanza strutturale (o opere modeste) quelle da cui possono derivare ridotti pericoli per la vita delle persone e limitati danni alle cose.

**Opere provvisorie e provvisionali.** Per opera provvisoria (e provvisoria) in edilizia s'intende la realizzazione di una struttura che ha una durata temporanea e che non fa parte dell'opera compiuta, perché verrà successivamente rimossa: impalcature, ponteggi, plinti di basamento per gru a torre, passerelle mobili, ragni, containers per uffici tecnici, per mense e servizi igienici, soppalchi, opere di sostegno provvisorie, ponticelli provvisori, palacolate provvisorie etc. Per le stesse **opere provvisorie, provvisionali** e strutture in fase costruttiva le NTC08 specificano che le verifiche sismiche possono omettersi quando le relative durate di vita nominale previste in progetto siano inferiori ai 2 anni ( $V_N < 2$ ).

## P

**Pendio critico.** Massimo angolo (rispetto all'orizzontale) al quale un pendio artificiale è stabile senza sostegni.

**Pericolosità sismica.** Stima quantitativa dello scuotimento del terreno dovuto a un evento sismico, in una determinata area. La pericolosità sismica può essere analizzata con metodi deterministici, assumendo un determinato **terremoto di riferimento**, o con metodi

probabilistici, nei quali le incertezze dovute alla grandezza, alla localizzazione e al tempo di occorrenza del **terremoto** sono esplicitamente considerati. Tale stima include le analisi di **pericolosità sismica di base** e di **pericolosità sismica locale**.

**Pericolosità sismica di base.** Componente della **pericolosità sismica** dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei **terremoti**). La pericolosità sismica di base calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (**terremoto di riferimento**). La scala di studio è solitamente regionale. Una delle finalità di questi studi è la classificazione sismica a vasta scala del territorio, finalizzata alla programmazione delle attività di prevenzione e alla pianificazione dell'emergenza. Costituisce una base per la definizione del **terremoto di riferimento** per studi di **microzonazione sismica**.

**Pericolosità sismica locale.** Componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche locali (litostratigrafiche e morfologiche, v. anche effetti locali). Lo studio della pericolosità sismica locale è condotto a scala di dettaglio partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base (terremoto di riferimento) e analizzando i caratteri geologici, geomorfologici geotecnici e geofisici del sito; permette di definire le amplificazioni locali e la possibilità di accadimento di fenomeni di instabilità del terreno. Il prodotto più importante di questo genere di studi è la carta di microzonazione sismica.

**Periodo (o vita) di riferimento**  $V_R$ . Grandezza delle NTC08 che si ricava dal prodotto della vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ .  $V_R = V_N \times C_U$

**Periodo.** È la durata di una oscillazione di un sistema sottoposto a un moto periodico. È il reciproco della **frequenza**.

**Periodo fondamentale.** Inverso della **Frequenza fondamentale**.

**Periodo proprio di vibrazione** (o periodo naturale, o fondamentale).

**Peso di volume (peso specifico apparente, peso dell'unità di volume totale),  $\gamma$**  ( $F \cdot L^{-3}$ ).  
Peso dell'unità di volume della massa composta dai granuli o particelle, dal liquido e dal gas eventualmente contenuti.  $W/V$  o  $P/V$ .

**Peso dell'unità di volume della parte solida,  $\square_s$ .** Rapporto tra il peso del terreno essiccato ( $P_s$ ) ed il volume della parte solida o dei granuli ( $P_s/V_s$ ).

**Peso di volume secco,  $\gamma_d$ .** Rapporto tra il peso del terreno essiccato e il suo volume allo stato naturale di umidità.  $P_s/V$ .

**Peso di volume del terreno immerso (o alleggerito)  $\gamma'$ .** Peso dell'unità di volume saturo diminuito del peso specifico dell'acqua:  $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$ .

**Peso specifico dei granuli,  $G_s$ .** Rapporto tra peso di volume della parte solida e peso di un uguale volume di acqua distillata a  $t^\circ$  stabilita.  $G_s = \square_s / \square_w$ .

**Peso specifico totale,  $G$ .** Rapporto tra peso dell'unità di volume totale e peso di un uguale volume di acqua distillata a  $t$ . stabilita.  $G_s = \gamma / \gamma_w$ .

**PGA** (Peak Ground Acceleration). Ampiezza massima di accelerazione misurata (o prevista) per il moto del terreno in seguito ad un evento sismico.

**Piezometro.** Strumento di misura della quota piezometrica o altezza del livello idrostatico della falda idrica libera.

**Pittorico** (schema). Rappresentazione grafica speditiva di una roccia con la sua struttura intercettata durante gli scavi.

**Plasticità**: Proprietà di una terra di deformarsi oltre il limite di elasticità, senza rotture o apprezzabile cambiamento di volume.

**Pocket penetrometer**. Il penetrometro tascabile è uno strumento utilizzato per misurare approssimativamente, ma in modo semplice e rapido, la resistenza alla rottura di un terreno coesivo e semicoesivo. I valori della resistenza misurati con il penetrometro tascabile costituiscono un valido ausilio per la classificazione e la descrizione di una terra e forniscono anche utili indicazioni preliminari sulla sua resistenza al taglio.

**Poisson**. v. Coefficiente di (modulo di).

**Porosità**,  $n$ . Rapporto, di frequente espresso in percentuale, tra volume dei vuoti di una massa di terreno e il volume totale.  $n = (V_v/V)\%$ .

**Porosità efficace**,  $n_e$ . Rapporto tra il volume dei pori interconnessi e il volume totale.

**Preconsolidazione**. v. *Pressione di preconsolidazione*.

**Pressione**,  $p$  (F.L<sup>-2</sup>). Peso diviso per l'area sulla quale agisce.

**Pressione della terra (earth pressure)**. v. *Spinta delle terre*.

**Pressione di contatto**. v. *Capacità portante*.

**Pressione di filtrazione**. Incremento della pressione efficace dovuta alla filtrazione dell'acqua.

**Pressione di preconsolidazione (prestress)**  $\sigma'_p$  (F.L<sup>-2</sup>). Massima tensione efficace alla quale una terra è stata sottoposta. Preconsolidazione dovuta a deformazioni differite nel tempo: deformazione per in condizioni drenate e a carico costante.

**Pressione idrostatica**,  $u_0$  (F.L<sup>-2</sup>). Pressione in un liquido in condizioni statiche; prodotto del peso specifico del liquido e della differenza di elevazione tra un dato punto e la superficie piezometrica. *Pressione idrostatica in eccesso*,  $u$ , pressione interstiziale in eccesso rispetto alla pressione idrostatica.

**Pressione geostatica (o litostatica)**. È la pressione esercitata su ogni granulo di roccia in profondità dal carico di rocce sovrastanti. Essa si trasmette in ogni direzione e si misura con il peso della colonna di roccia che grava sull'unità di superficie (sinonimi: pressione litostatica, di seppellimento o di confine).

**Pressione idrostatica**. Pressione in un liquido in condizioni statiche. Per la *legge di Stevino* è il prodotto  $\gamma H$  del peso specifico del liquido per la differenza di quota tra un dato punto e la superficie piezometrica.

**Pressione limite marginale critica, ultima**. v. *Capacità portante*.

**Pressione neutra o interstiziale**,  $u$  (F.L<sup>-2</sup>). Pressione dell'acqua nei pori: sforzo trasmesso attraverso l'acqua dei pori.

**Probabilistico (metodo)**. Con il metodo probabilistico la pronuncia della sicurezza viene fatta verificando che "la probabilità di collasso" cui è soggetta la struttura è minore di un certo numero  $\varepsilon$  (fissato dal legislatore)  $P_c < \varepsilon$  dove  $P_c$  è un funzionale che dipende da un certo numero (discreto e/o elevato) di funzioni che sono *variabili aleatorie*. La differenza tra il metodo deterministico e quello probabilistico nasce dal fatto che gli "ingredienti" che concorrono alla formazione del giudizio sulla sicurezza nel metodo deterministico sono delle grandezze che hanno degli espressi valori numerici, mentre nel m. probabilistico sono delle funzioni. Attualmente sono noti tre livelli di analisi probabilistica:

- *Livello 1 (o livello Europeo) detto anche semiprobabilistico*

- Livello 2 (o livello Americano)

- Livello 3 (o livello Completo).

*Nel livello 1 gli aspetti probabilistici vengono messi in conto mediante l'introduzione dei Valori caratteristici delle Azioni e delle resistenze dei materiali.*

**Probabilità di superamento nella vita  $V_R$  di riferimento ( $PV_R$ ).** Parametro necessario per il calcolo del periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  (cfr. Allegato A).

**Prova consolidata-drenata (prova lenta) (CD).** Prova in cui una consolidazione sostanzialmente completa alla pressione di confinamento è seguita da uno sforzo assiale (o di taglio) addizionale, applicato in modo tale che anche un suolo saturo a bassa permeabilità può adattarsi completamente (interamente consolidato) alle sollecitazioni dovute agli sforzi addizionali, assiali o di taglio.

**Prova di compattazione (prova umidità-densità).** Prova di laboratorio, nella quale un materiale (naturale o miscela artificiale di terre), a contenuto d'acqua noto, è posto secondo date procedure entro un cilindro di dimensioni specificate, è sottoposto ad un'azione di compattamento di intensità controllata ed alla successiva determinazione del peso di volume ( $\gamma$ ) risultante. La procedura è ripetuta per diversi contenuti d'acqua ( $w$ ) in numero sufficiente da stabilire una relazione tra  $w$  e  $\gamma$ .

**Prova di compressione semplice (o a espansione laterale libera, ELL).** Prova nella quale un campione cilindrico o prismatico di terreno è sottoposto a compressione assiale, senza confinamento, per la determinazione della resistenza alla compressione semplice (o non confinata,  $q_{u,v}$ ).

**Prova di consolidazione.** Prova in cui un campione di terra, lateralmente confinato, viene compresso tra due piastre porose che consentono l'espulsione dell'acqua interstiziale; la prova misura l'entità e la velocità della consolidazione.

**Prova di taglio diretto.** Prova per la misura della resistenza al taglio, in cui un campione sottoposto a carico normale è sollecitato sino a rottura mediante il movimento relativo di una delle due sezioni della che contiene il campione.

**Prova di taglio torsionale.** Prova in cui un campione cilindrico di terreno, generalmente confinato tra anelli, è sottoposto a carico assiale e a un taglio torsionale (shear ring). (v. anche *scissometro*).

**Prova di taglio triassiale.** Prova in cui un campione cilindrico di terreno, racchiuso in una membrana impermeabile, è sottoposto a tensione di confinamento e quindi a tensione assiale, sino a rottura.

**Prova non consolidata non drenata (prova rapida) U.U.** Prova in cui il contenuto d'acqua del campione rimane praticamente immutato, ossia non si ha dissipazione della pressione neutra, durante l'applicazione della pressione di confinamento e della forza addizionale, assiale o di taglio.

## Q

**qu Resistenza alla compressione semplice.** Carico per unità di superficie che provoca la rottura di un campione cilindrico o prismatico di terreno in una prova di compressione semplice.

**Quick condition.** Condizione in cui l'acqua fluisce verso l'alto con velocità sufficiente (gradiente idraulico critico, v.) da ridurre in modo significativo la capacità portante di un terreno incoerente, per la riduzione delle tensioni intergranulari o efficaci.

**Quiescente (frana).** Frana attualmente non soggetta a movimento di rimobilizzazione totale negli ultimi cicli stagionali.

## R

**Raggio di influenza (di un pozzo).** Distanza dal centro del pozzo del più vicino punto in cui la superficie piezometrica non viene abbassata quando il pompaggio ha prodotto la massima portata costante; raggio del cono di depressione corrispondente alla massima portata costante del pozzo.

**Regola dei filtri (o regola di Terzaghi).** Il materiale inerte di riempimento di una trincea drenante deve drenare l'acqua senza trasportare il solido rispettando la cosiddetta "regola dei filtri" per evitare l'intasamento progressivo del materiale drenante. Deve essere soddisfatta la disequazione:  $5d_{15} \leq D_{15} \leq 5d_{85}$ . Con D (materiale drenante), d (terreno in sito).

**Regolite (eluvium).** Terra residuale di copertura prodotta dalla degradazione chimico-fisica della roccia. Il colore indica diversi gradi di degradazione.

**Relazione geologica.** La relazione geologica di progetto deve riportare i metodi e i risultati dell'indagine, esaurientemente esposti e commentati, finalizzati alla ricostruzione del modello geologico di riferimento progettuale e dovrà essere corredata da adeguati elaborati grafici (carte, mappe, sezioni geologiche, planimetrie, profili, logs, grafici, etc) per rappresentare nel maggior dettaglio gli specifici tematismi con gli aspetti significativi di pericolosità geologica di sito e territoriale emersi. I metodi e le tecniche di studio, l'approfondimento e il dettaglio delle analisi e delle indagini devono essere commisurati alla complessità geologica del sito, alle finalità progettuali e alle peculiarità dello scenario territoriale ed ambientale in cui si opera. Il tutto finalizzato all'analisi qualitativo-quantitativa delle fasi progettuali. Gli elaborati grafici saranno rappresentati in scala grafica conforme al dettaglio degli studi eseguiti e al livello del progetto (preliminare, definitivo, esecutivo). Allo stesso modo la relazione sarà accompagnata dalla documentazione delle indagini appositamente effettuate e di quelle derivate dalla letteratura tecnico-scientifica e/o da precedenti lavori, programmati e calibrati in funzione della complessità geologica e del tipo dell'opera o intervento. Il capoverso 8 del paragrafo C6.2 introduce il nuovo concetto di "affidabilità" del modello geologico di riferimento, sottolineando la necessità di evidenziare eventuali incertezze e indeterminazioni che possono risultare significative ai fini delle scelte progettuali. In funzione del livello di attendibilità raggiunto, congruamente con le risultanze della modellazione geotecnica, potrà essere necessario prevedere un sistema di misure e controlli - *Piano di monitoraggio* - del complesso opera-terreno durante e dopo la costruzione al fine di verificare le previsioni e definire eventuali varianti progettuali sulla base dei nuovi riscontri. Il Piano dovrà essere definito e illustrato nella relazione geotecnica. Quando malgrado l'adeguatezza della campagna delle indagini geognostiche, il livello di affidabilità geologica e geotecnica emersa dai corrispondenti modelli comporta notevoli incertezze sul comportamento di resistenza meccanica e deformazionale per la definitiva scelta delle soluzioni progettuali, il "pool" dei progettisti (e il Committente) potranno prevedere in ultima "ratio" l'applicazione del "metodo osservazionale" (Observational Method) o di dimensionamento interattivo. Questo prevede ancora più severi e specialistici sistemi di controllo e monitoraggio, soprattutto nella fase costruttiva iniziale (lavori di scavo) dalle cui risultanze dovrà emergere l'adozione di una delle

soluzioni progettuali alternative previste dai progettisti, qualora vengano raggiunti i fissati limiti di accettabilità delle grandezze geotecniche rappresentative.

**Relazione geotecnica.** La relazione geotecnica deve riportare in funzione del tipo di opera e/o d'intervento il programma delle indagini di secondo livello che devono riguardare il volume significativo di terreno influenzato direttamente o indirettamente dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso (3.2.2-comma 2) e che devono permettere la definizione del modello geotecnico del sottosuolo necessario alla progettazione. Con tale modello s'intende la ricostruzione di uno schema rappresentativo della stratigrafia, del regime delle pressioni neutre e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e/o rocce che costituiscono il volume significativo.

**Resistenza alla compressione semplice.** (v. **qu**).

**Resistenza al taglio,  $T$  ( $F.L^{-2}$ ).** La massima resistenza di un suolo a sforzi di taglio ( $v.$ ); *R. di picco*: valore massimo di resistenza al t. ottenuto nel grafico sforzi-deformazioni per piccole deformazioni del campione; *R. residua o ultima*: valore di resistenza al taglio relativo a grandi deformazioni del campione.

**Rete di flusso (o di deflusso).** Rappresentazione grafica di linee di flusso e linee equipotenziali ( $v.$ ), utilizzata nello studio di fenomeni di filtrazione.

**Rigidezza del terreno** (o rigidità). Rapporto tra sollecitazione e deformazione. La **rigidezza** è la resistenza che oppone un corpo alla deformazione elastica provocata da una forza applicata. Essa è una proprietà estensiva del materiale, e cioè dipende dalla quantità di materiale. In generale si dovrebbe usare il termine rigidezza quando si parla di una struttura, di rigidità quando si parla di un materiale. Altra definizione che deriva dalla progettazione delle pavimentazioni: Resistenza che si oppone all'affondamento di una piastra o di una fondazione. Sin.: rigidità, incompressibilità. Per la determinazione della rigidezza di un terreno per il dimensionamento delle fondazioni superficiali e pavimentazioni per l'interazione struttura-terreno si può far riferimento alla determinazione del modulo di reazione di sottofondo (coefficiente di Winkler)  $K = \Delta P / \Delta \delta$  o al del modulo di deformazione del sottofondo  $M_d$  che fa riferimento ad una prova su piastra di diametro  $D=300\text{mm}$ :  $M_d = \Delta P / \Delta \delta \times D$ . La rigidezza a bassi livelli deformativi si può caratterizzare con prove sismiche. La rigidezza a medi livelli deformativi a mezzo di prove in situ statiche (es. CPT, dilatometriche etc). La rigidezza ad alti livelli deformativi in laboratorio.

**Rigidezza a bassi livelli deformativi.** Si considerano quelli provenienti da metodi dinamici geofisici, a bassi livelli di energia, che implicano conseguentemente bassi livelli di deformazione  $\gamma < 5 \times 10^{-3}\%$ .

**Rigidezza a medi livelli deformativi.** Si considerano quelli provenienti da prove in situ, a medi livelli di energia, che implicano medi livelli di deformazione  $10^{-3} < \gamma < 10^{-1}\%$ .

**Rigidezza ad alti livelli deformativi.** Si considerano normalmente quelli provenienti da prove di laboratorio, a vari livelli di energia, che implicano più ampi livelli di deformazione  $10^{-2} < \gamma < 10^{+1}\%$ . Si ricorda che i terremoti hanno livelli deformativi  $\gamma(\%)$  compresi nel campo  $10^{-3} \div 10^{-0,5}$ .

**Rigidità di una fondazione.** Caratteristica di una fondazione superficiale la cui base rimane piana quando si abbassa, cede.

**Rigonfiamento (heave).** Movimento prevalentemente diretto verso l'alto del suolo, causato da espansione, o spostamento risultante da fenomeni come assorbimento d'acqua, rimozione di carico, infissione di pali, gelo ecc.

**Rilievi di geologia strutturale.** I rilievi di geologia strutturale, guidati nelle fasi iniziali dai risultati del telerilevamento e dalla consultazione della bibliografia, sono finalizzati alla ricostruzione della struttura e della attività tettonica dei terreni esaminati. Il rilievo si

propone quindi di riconoscere e studiare tutti gli elementi costitutivi della struttura (pieghe, lineazioni, clivaggio, diaclasi, faglie etc) giungendo fino all'analisi geometrica delle deformazioni duttili e non, riconoscendo le associazioni di elementi strutturali e definendo la successione cronologica, relativa e/o assoluta dei vari processi tettonici, con la produzione di una apposita cartografia tematica che si esamina in sovrapposizione a quella derivata dai rilievi litostratigrafici. Tale rilievo si applica nelle zone montuose ed eventualmente collinari, dove comunque esistano affioramenti rocciosi rappresentativi ed è particolarmente necessario nel caso il progetto includa corpi sotterranei quali gallerie, ambienti commerciali, parcheggi sotterranei etc, sia agli effetti della previsione dei problemi e dei metodi di scavo in avanzamento che per la valutazione degli aspetti idrogeologici negli ammassi rocciosi. Il rilievo è inoltre indispensabile per definire sulla base della cronologia dei vari eventi tettonici quali possano risultare maggiormente pericolosi agli effetti sismici, nell'ambito di una valutazione delle caratteristiche del grado di sismicità locale o di costruzione di una carta di zonazione sismica. Agli effetti della previsione del comportamento sismico di una zona, assume particolare importanza il fatto che i rilievi di geologia strutturale considerino con attenzione gli aspetti di neotettonica.

**Rilievi geologici di superficie (o rilevamento geologico).** I rilievi geologici di superficie (rilevamento geologico) rappresentano una delle primarie, peculiari e specifiche caratteristiche della formazione professionale del geologo, essi devono supportare e precedere le operazioni di campagna geognostiche e geotecniche e, nei lavori di staff progettuale essere pianificati dal geologo responsabile del coordinamento tecnico dopo avere esaminato i risultati della consultazione bibliografica, d'archivio, di database, del telerilevamento e delle foto aeree. I rilievi devono comprendere un areale significativamente esteso ai fini della pericolosità e instabilità di versante (sito geologico di progetto), di ampiezza tale da includere tutti i fenomeni di tipo geologico in senso lato che possano condizionare la sicurezza della progettazione e dovranno in ogni caso essere integrati e completati da indagini in situ. I rilievi possono essere schematicamente suddivisi nelle seguenti categorie geologiche: rilievi geologici s.s., rilievi geomorfologici, rilievi di geologia strutturale, rilievi idrogeologici, rilievi geomeccanici, rilievo delle problematiche ambientali (eventuali cave abbandonate, individuazione siti di discarica, e valutazione della contaminazione ai fini del reimpiego del materiale di scavo, dello stoccaggio provvisorio dei materiali destinati ad essere riutilizzati.

**Rilievi geologici s.s.** I rilievi geologici e stratimetrici consentono il riconoscimento e la verifica diretta dei terreni affioranti attraverso l'esame del campionamento e la successiva rappresentazione cartografica delle formazioni litostratigrafiche con la definizione dei rapporti stratigrafici esistenti (successione stratigrafica) tra i vari corpi geologici, rilevamento e misura di spessori (apparenti e reali), direzione, immersione e pendenza degli starti sedimentari), individuazione, classificazione dei confini (limiti) tra le formazioni presenti e loro rappresentazione in pianta. Seguono le operazioni di laboratorio di interpolazione o estrapolazione geometrica dei confini, misura e verifica delle costanti geometriche dei confini stessi riconducibili a superfici piane, sezioni geologiche, ricostruzione strutturale, rappresentazione 3D di situazioni schematizzate in pianta, ricerche specialistiche e rappresentazione informatizzata con l'uso di software dedicati. Rilevamento di rocce magmatiche e metamorfiche.

**Rilievi geomeccanici.** I rilievi geomeccanici, vengono ubicati in corrispondenza di zone con specifici problemi di progettazione, come di stabilità di versanti o di fronti di scavo in roccia, o comunque dove interessi definire le caratteristiche dell'ammasso roccioso con criteri tali da permettere l'ingresso in sistemi di classificazione geomeccanica (RMR, SMR, RMQ, "Q-System" SGI etc.). Il rilievo descrive le caratteristiche dell'ammasso roccioso come somma dei contributi delle proprietà della roccia costituente e dei piani di divisibilità, alla scala dell'affioramento, valutando in termini semiquantitativi i parametri dei giunti (frequenza, spaziatura, apertura, riempimenti, rugosità, persistenza, forma, resistenza

delle pareti etc) e intermini quantitativi quelli della roccia (resistenza a compressione, direttamente o indirettamente), considerando anche la presenza o meno di acqua. Sarà inoltre prodotta apposita cartografia con caratterizzazione litologico-tecnica delle formazioni affioranti, suddivise in: rocce rigide® suddivise in Massicce litiche (R1), stratificate (R2) e fissili (R3); complessi a comportamento composito (S) a loro volta suddivisi in rocce semicoerenti (SS), alternanze di litotipi a differente comportamento meccanico (St) e complessi strutturalmente caotici (SC); terreni a comportamento granulare (G) a loro volta suddivisi in depositi marini (GP), depositi alluvionali (GA), depositi morenici (GM) e depositi eterogenei di varia origine (GV); terreni coesivi, a comportamento plastico, (P); terreni organici (T).

**Rilievi geomorfologici.** I rilievi geomorfologici da eseguirsi contestualmente a quelli geologici, richiedono un approfondito esame della superficie del terreno per il riconoscimento e la rappresentazione cartografica di tutti gli elementi. Con particolare attenzione all'analisi dei processi geomorfologici che per entità, velocità di sviluppo, evoluzione e pericolosità, possono essere classificati come dissesti.. Il rilievo geomorfologico al pari di quello geologico di base è da considerarsi fondamentale anche nelle zone diverse dalle collinari e montuose, in quanto anche zone pianeggianti possono essere interessate da processi geomorfici che abbiano la capacità di influire sulle opere da progettare (ad es. problemi di erosione fluviale, di alluvionamento, di esondazione, erosione sotterranea da carsismo e/o antropica etc. Principi e metodi di fotointerpretazione per il riconoscimento e misura delle grandezze geomorfologiche..

**Rilievi idrogeologici.** I rilievi idrogeologici integrano i dati dei rilievi litostratigrafici e, di geologia strutturale con la raccolta di tutte le informazioni relative ai punti di acqua, quali pozzi, sorgenti, fontanili e simili. I rilievi idrogeologici permettono anche di raccogliere informazioni traducibili in elaborati che rappresentino la distribuzione areale dei terreni in funzione delle loro caratteristiche di permeabilità superficiale ed hanno lo scopo di definire la presenza e le modalità della circolazione idrica sotterranea, anche in rapporto all'idrografia superficiale. Il rilievo idrogeologico assume particolare importanza nel caso delle trincee profonde, delle gallerie, che hanno maggiori capacità d'interferenza potenziale con l'idrologia sotterranea.

**Risalita capillare ( $h_c$ ).** Altezza al di sopra della superficie piezometrica, a cui l'acqua risale per l'azione della capillarità.

**Risonanza.** Fenomeno caratteristico della dinamica che si verifica quando la frequenza fondamentale di un corpo è prossima alle frequenze caratteristiche dell'eccitazione a cui esso è sottoposto. In tali condizioni e in assenza di smorzamento l'ampiezza del moto tende a crescere indefinitamente.

**Risposta sismica locale (RSL).** Vedi **amplificazione locale**.

**Ritiro lineare,  $L_s$ .** Diminuzione in una direzione di una massa di terreno, espressa come percentuale della dimensione originale, quando il contenuto d'acqua è ridotto da un dato valore al limite di ritiro. *Ritiro volumetrico  $V_s$ :* diminuzione in volume, in percentuale del volume secco, di un campione di terreno quando il contenuto d'acqua è ridotto da una data percentuale sino al limite di ritiro.

**Roccia (roccia in posto o ammasso roccioso).** Aggregato naturale di granuli o minerali legati da elevata coesione, che non viene perduta anche dopo essiccamento e prolungata immersione in acqua; caratterizzata da valori elevati delle resistenze meccaniche e dei moduli elastici.

**Rottura progressiva.** Rottura che si propaga gradualmente in una zona localizzata sull'intera superficie di rottura (scorrimento) a seguito di una redistribuzione delle tensioni.

## S

**Scalzamento** (delle fondazioni). Effetti di erosione su fondazioni superficiali da parte di acque di scorrimento superficiale (6.4.2 NTC).

**S.C.I.A.**. Segnalazione Certificata Inizio Attività.

**Scorrimento**. Superamento della resistenza al taglio dei terreni (granulari e coesivi) lungo una o più superfici di neoformazione o preesistenti.

**Sforzo** (*Sollecitazione, tensione, stress*). Forza per unità di superficie che agisce su una superficie all'interno di un corpo. Per caratterizzare completamente lo stato di sollecitazione in un punto sono richiesti sei valori: tre componenti normali e tre componenti di taglio.

**Sforzo di taglio** (shear stress). Componente di sollecitazione parallela ad una data superficie risultante dalle forze applicate parallelamente alla superficie o da forze remote trasmesse attraverso le rocce circostanti.

**Sifonamento**. Instabilità idrodinamica in terre granulari, generalmente sabbie e limi, prodotta da pressione di filtrazione.

**Silt (limo)**. Materiale passante al vaglio n. 200 U.S. Standard (0,075 mm) e con dimensioni superiori a 0,002 mm, non plastico o a moderata plasticità, con resistenza alla compressione semplice ridotta o nulla se allo stato secco (essiccazione all'aria).

**Siting** (studio di). Processo per la scelta di un posto per uno specifico uso.

**Snervamento plastico**. Perdita di resistenza ultima tipica dei materiali duttili come il cemento armato.

**Softening** (Rammollimento). v. Ammollimento.

**Soil creep (o reptazione)**. Minuti spostamenti delle particelle di suolo in direzioni varie che in definitiva si ritrovano unificati secondo la pendenza e gravità. Dovuti alle cicliche escursioni termiche, all'imbibizione e disseccamento, alla circolazione dell'acqua nel terreno corticale, al gelo e disgelo, a bioturbazioni.

**Soliflusso**. Movimento lento e discontinuo di porzioni superficiali di versante rese plastiche o molto viscosi; il fenomeno si verifica anche con pendenze modeste del versante per spessori dell'ordine del metro.

**Sollecitazione**. Sforzo (forza normale, di taglio, momento) che si esercita per effetto di *azioni* su una sezione del terreno.

**Sovraconsolidato**. Terreno che è stato sottoposto ad una pressione efficace maggiore del carico litostatico attuale.

**Spettro**. Curva che mostra la risposta massima di un insieme di **oscillatori** semplici armonici, smorzati di frequenze naturali differenti a una particolare registrazione dell'accelerazione al suolo di un **terremoto**. Gli spettri di risposta possono mostrare l'accelerazione, la pseudovelocità o lo spostamento relativo dell'**oscillatore** in funzione della **frequenza** (dell'**oscillatore**) propria per vari livelli di **smorzamento**. Nelle applicazioni ingegneristiche frequentemente si rappresenta lo spettro di pseudo accelerazione, che è abbastanza vicino a quello di accelerazione e consente di stimare correttamente gli spostamenti relativi della struttura rispetto alla base, quindi le sollecitazioni.

**Spinta della terra**. Pressione o forza esercitata da una terra su ogni piano che la delimita; *spinta attiva,  $p_A$* : il valore minimo della spinta della terra; questa condizione esiste quando si lascia dilatare la terra in modo che la resistenza al taglio lungo una superficie di rottura

potenziale sia interamente mobilitata (v. *coefficiente di spinta attiva*); *spinta a riposo*,  $p_0$ : il valore della spinta della terra quando la massa di terreno è nel suo stato naturale, cioè senza dilatazione o compressione; *spinta (resistenza) passiva*,  $p_p$ : il valore massimo della spinta della terra; questa condizione esiste quando si comprime una massa di terra in modo che la resistenza al taglio lungo una superficie di rottura potenziale sia interamente mobilitata (v. *coefficiente di spinta passiva*). Dimensione fisica:  $(F \cdot L^{-2})$ .

**Spostamento orizzontale** ( $d_g$ ). Il massimo valore dello spostamento previsto in progetto in funzione della categoria di sottosuolo, delle condizioni topografiche (soil factor) e dei periodi  $T_C$  e  $T_D$  (3.2.3.3).

**Standard Penetration Test** (SPT). Numero di colpi di una massa battente di peso standard, cadente da una prefissata altezza, necessari per produrre una data penetrazione nel terreno di un'asta con punta o di un campionatore di dimensioni date.

**Stato limite di esercizio (SLE)**. Un qualsiasi stato, anche di danneggiamento locale (ad es. eccessiva fessurazione del calcestruzzo), di eccessive deformazioni o di stato limite tensionale, che possa compromettere l'utilizzo della struttura, al di là del quale non sono più soddisfatte le prestazioni necessarie per il corretto funzionamento in esercizio della struttura, anche in termini di durabilità o aspetto.

**Stato limite ultimo (SLU)**. Raggiungimento del meccanismo di collasso nelle strutture.

**Strato**. Struttura primaria fondamentale delle rocce sedimentarie compresa tra due superfici approssimativamente parallele che corrispondono a discontinuità sedimentarie o a bruschi cambiamenti delle condizioni ambientali locali.

**Studio geologico**. Viene definito nel capitolo 6.3 sulla stabilità dei pendii naturali (NTC08). Si descrive l'origine e la natura dei terreni e delle rocce, il loro assetto stratigrafico e tettonico-strutturale, i caratteri e i fenomeni geomorfologici e la loro prevedibile evoluzione nel tempo, lo schema della circolazione idrica nel sottosuolo.. Tecniche di studio, rilievi e indagini devono essere commisurati all'estensione dell'area, alle finalità progettuali e alle caratteristiche dello scenario territoriale ed ambientale in cui si realizza il progetto.

**Substrato geologico** (v. anche *bedrock*). Roccia generalmente compatta, non alterata, che costituisce la base di rocce meno compatte o alterate o di sedimenti sciolti (**terreni di copertura**). Le rocce che formano la superficie terrestre sono continuamente sottoposte a degradazione atmosferica, con modalità e rapidità diverse in funzione del clima, del tipo di roccia, dell'acclività del terreno e così via. I prodotti dell'alterazione possono essere asportati dall'erosione per accumularsi altrove, cosicché la roccia affiora praticamente "allo stato originale", ma spesso rimangono in posto e danno origine a una copertura (che, in condizioni opportune, si trasforma in suolo). Tale copertura è ancora più rilevante dove si accumulano detriti e materiali di **frana** e di alluvioni, o anche prodotti dell'attività antropica (agricola, edilizia, di smaltimento). I materiali di copertura sono in genere poco consolidati ("sciolti") e rispetto a essi le rocce non alterate, più o meno in profondità, sono indicate come substrato geologico. Nel caso di problemi legati alla **risposta sismica locale**, si tratta di una roccia competente (solitamente del Meso-cenozoico, più raramente del Quaternario) che si sviluppa in profondità per molti metri. Caratterizzazioni geotecniche e geofisiche possono verificare se un substrato geologico sia anche un **bedrock sismico**.

**Suffosione**. (piping). Asporto di particelle granulari da parte di acqua di percolazione, che porta alla formazione di canalicoli in ampliamento progressivo.

**Superficie di faglia** (o piano di faglia). Superficie di taglio che delimita ognuno dei due blocchi separati dal manifestarsi di una faglia. Può essere totalmente levigata dall'attrito tra i due blocchi in movimento, tanto da essere chiamata "specchio di faglia".

Può conservare strie o solchi tra loro paralleli, in genere con profondità millimetrica, prodotti dal trascinarsi di minuscole particelle rocciose o di sporgenze e irregolarità

sulle superfici dei due blocchi in movimento; la loro direzione geografica permette di risalire alla direzione del movimento relativo dei due blocchi (che può essere stato orizzontale oppure più o meno obliquo, fino a coincidere con la massima pendenza del piano di taglio), per cui strie e solchi vengono annoverati tra gli "indicatori cinematici".

A partire dal **piano di faglia** e per spessori da centimetrici a plurimetrici il blocco roccioso può risultare intensamente e minutamente fratturato, fino ad assumere le caratteristiche di una cataclasite o **breccia di frizione**.

**Superficie di rottura.** Superficie di taglio che si genera in un ammasso roccioso sottoposto a **sforz**, quando si superi l'intervallo di deformazione elastica-plastica e si raggiunga il punto di rottura delle rocce coinvolte. Nel caso di sforzi tettonici, si può avere frattura di terreni senza spostamento delle due parti in precedenza a contatto (diaciasi), o con spostamento delle due parti (**faglia**). La superficie di rottura può arrivare ad affiorare in superficie e manifestarsi come una **scarpata morfologica**.

**Superficie di rottura di una frana.** Superficie lungo la quale si muove il corpo di una **frana**. La superficie può essere un piano inclinato preesistente, quale per esempio una superficie di strato, o un piano neoformato.

**Superficie di scorrimento** (o di rottura). Luogo dei punti del terreno nel quale il valore della risultante degli sforzi tangenziali agenti supera quello delle resistenze al taglio del terreno stesso.

**Superficie piezometrica.** Superficie dell'acqua di falda in corrispondenza della quale la pressione idrostatica è uguale a zero (o alla pressione atmosferica).

## T

**Taglio torsionale ciclico** (prova di). In questa prova si realizzano condizioni di taglio semplice su provini cilindrici imponendo, dopo una fase di consolidazione in condizioni isotrope o non isotrope, una coppia torcente variabile nel tempo con legge periodica.

**Tempo di ritorno.** In statistica il **tempo di ritorno** ( $T_R$ ) di un evento è il tempo medio di attesa tra il verificarsi di due eventi successivi. Il termine è utilizzato in ingegneria idraulica, idrologia, geologia, in vulcanologia e in sismologia per valutare il grado di rarità di un evento, quindi la sua probabilità di verificarsi. Un tempo di ritorno più lungo indica un evento più raro, meno probabile. Utilizzare una finestra temporale molto ampia significa una maggiore severità e sicurezza di calcolo, ma anche costi maggiori per le costruzioni. L'allegato B delle NTC prevede per l'azione sismica la scelta, in funzione della verifica allo Stato limite considerato, tra nove periodi di ritorno in anni (30, 50, 72, 101, 140, 201, **475**, 975, 2475) ed a ogni periodo di ritorno corrisponde una accelerazione orizzontale di riferimento  $a_g$ .

**Tensione.** Sforzo esercitato su un elemento unitario di superficie per effetto di una *sollecitazione* (v. anche *pressione*). *Tensione efficace* (*pressione efficace*,  $p$ . *intergranulare*),  $\sigma'$ ,  $f$ : forza normale media per unità di superficie, trasmessa da granulo a granulo; è lo sforzo che è nella mobilitazione dell'attrito interno. *Tensione neutra*: v. *pressione neutra*. *Tensione normale*,  $\sigma$ ,  $p$ : componente (dello sforzo) normale ad un dato piano. *Tensione principale*,  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ : sforzo agente normalmente ai tre piani principali (v.); *t. principale maggiore*, *intermedia*, *minore*: rispettivamente la più grande, l'intermedia e la più piccola, riguardo al segno, delle tensioni principali. *Tensione di taglio*, *tangenziale*,  $\tau$ : componente della tensione, tangenziale ad un dato piano. *Tensione totale*,  $\sigma$ : forza totale agente su un elemento unitario di superficie, somma della tensione efficace e neutrale

$(\sigma + \sigma' + u)$ . *Tensione di preconsolidazione*: massima tensione efficace alla quale una terra è stata sottoposta (v. *pressione di preconsolidazione*). Dimensione fisica:  $(F.L^{-2})$ .

**Terremoto di riferimento.** In uno studio di **microzonazione sismica** è il moto rispetto al quale si calcolano i fattori di amplificazione.

**Terreni di copertura.** Coltre costituita da sedimenti sciolti o roccia alterata, di spessore in genere da pochi metri a decine di metri, che ricopre una roccia compatta non alterata (substrato).

**Terreni sismicamente instabili.** Quando gli sforzi ciclici generati da un sisma superano la resistenza al taglio del terreno, si deformano permanentemente producendo superfici di rottura e scorrimenti al suo interno.

**Terreni sismicamente stabili.** Quando gli sforzi ciclici indotti da un sisma restano inferiori alla resistenza al taglio del terreno.

**Terreno di fondazione.** Vedi "volume geotecnico significativo". Nella precedente normativa (DM.11.03.88) veniva definito come: "Porzione del sottosuolo in cui si risentono significativamente gli incrementi di tensione indotti dalla fondazione".

**Tissotropia.** La capacità di un materiale di liquefazione sotto scuotimento e di ricostituzione in quiete. Proprietà di un materiale di divenire relativamente consistente in tempo breve se indisturbato, e di assumere una consistenza molle o di fluido ad alta viscosità se agitato o manipolato; tale processo è reversibile.

## U

**Unità geologica.** È un volume roccioso s.l. che viene definito mediante le caratteristiche petrografiche, litologiche e/o paleontologiche distintive e dominanti (facies) che lo caratterizzano.

**Unità geotecnica.** Insieme di rocce con le stesse caratteristiche fisiche e meccaniche e/o che si comporta omogeneamente rispetto ad un determinato problema geotecnico.

**Unità idrogeologiche.** Come definizione l'unità idrogeologica riferisce solo sulla presenza di acque sotterranee. Per unità idrogeologica si intende una porzione di territorio delimitabile per caratteristiche morfologiche nella quale sono presenti uno o più (normalmente sovrapposti) acquiferi che possono anche essere idraulicamente interconnessi.

**Unità litologica.** Corpo geologico (insieme di roccia a caratteri litologici abbastanza costanti) a litologia costante.

**Unità litotecniche.** Possono identificarsi con una formazione o comprenderne più di una, ovvero parte di una o parti di più formazioni. Vengono raggruppate in base ai differenti parametri di natura tecnica che maggiormente condizionano il comportamento dei terreni (ad es. rapporto sabbia/argilla, stratificazione, intercalazione, origine dei frammenti, frazione granulometrica, compattazione, etc.).

## V

**Validazione** (dei codici). Nel caso di calcoli di particolare importanza essi devono essere eseguiti nuovamente da un soggetto diverso con un altro programma di calcolo. Bisogna eseguire comunque un controllo dei calcoli elaborati al computer con i risultati di semplici

calcoli anche di larga massima, con metodi tradizionali (*Giudizio motivato di accettabilità dei risultati* - 10.2).

**Validazione** (di un progetto). Consiste nell'attestare la conformità del progetto al documento preliminare della progettazione e alla normativa vigente a seguito delle verifiche effettuate e delle eventuali correzioni ed integrazioni ritenute necessarie dal RUP (Responsabile Unico del Progetto).

**Valore geotecnico caratteristico.** Si definisce valore caratteristico di un'azione variabile  $Q_k$  il valore corrispondente ad un frattile pari al 95% della popolazione in relazione al periodo di riferimento.

**Verifiche agli Stati limite (SL).** Tale metodo viene indicato come semiprobabilistico perché consente di effettuare una verifica che abbia valenza probabilistica ma sia eseguita seguendo la metodologia utilizzata nei metodi deterministici come quello delle tensioni ammissibili. Indichiamo con:  $S$  il valore della sollecitazione agente  $R$  il valore della sollecitazione resistente. Sia  $S$  che  $R$  sono da considerarsi delle variabili aleatorie a cui si può associare una densità di probabilità. Di queste distribuzioni assumono particolare importanza, più che i valori medi, che rappresentano il frattile inferiore 50% delle due funzioni di densità di probabilità, i seguenti valori che vengono indicati come **valori caratteristici** e contrassegnati con il pedice  $k$ : per  $S$  un valore che abbia una bassa probabilità di essere superato, in particolare il frattile inferiore 95% (valore al disotto del quale ricade il 95% dei valori aleatori):  $S_k$  per  $R$  un valore che abbia un'alta probabilità di essere superato: in particolare il frattile inferiore 5% (valore al disotto del quale ricade il 5% dei valori aleatori):  $R_k$ . I valori caratteristici possono essere determinati esclusivamente utilizzando il valore medio  $x_m$  e la varianza  $\delta$  delle distribuzioni di  $S$  e  $R$  secondo la relazione:  $x_k = x_m - k\delta$  dove  $k$  è un valore funzione della probabilità assunta per il frattile e della legge di distribuzione ipotizzata per  $R$  e  $S$ . Solitamente si fa riferimento alla distribuzione normale Gaussiana e in questo caso  $k = 1,64$ . Nei valori caratteristici si tiene conto della valenza probabilistica del metodo. I valori caratteristici così ottenuti vengono sostituiti dai valori di calcolo, indicati con il pedice  $d$  ( $d$  per design) definiti come segue:  $S_d$ : valore di calcolo che si ottiene amplificando il valore caratteristico moltiplicandolo per il coefficiente  $\gamma_f R_d$ : valore di calcolo che si ottiene riducendo il valore caratteristico moltiplicandolo per il coefficiente  $1/\gamma_m$ . coefficienti  $\gamma_f$  e  $\gamma_m$  vengono chiamati coefficienti parziali di sicurezza e tengono in conto di tutte le aleatorietà ed incertezze non riprese dai valori caratteristici (es. incertezze del modello e della geometria), e sono calibrati dalle normative in relazione al tipo di rischio ed al tipo di materiale utilizzato. Successivamente si procede alla verifica di sicurezza espressa dalla equazione formale:  $S_d \leq R_d$ . La suddetta verifica di sicurezza è nei riguardi degli stati limite ultimi; le verifiche di sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprimono controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale. Pertanto per uno studio di una struttura con il metodo degli stati limiti per prima cosa si deve definire il modello per lo schema geometrico e per i carichi. Dopo aver effettuato il predimensionamento degli elementi strutturali, mediante l'utilizzo di modelli estremamente semplificati, si procede ad esaminare il comportamento della struttura mediante l'analisi strutturale, considerando le varie combinazioni di carico previste dalla normativa vigente per lo stato limite in esame. I metodi di analisi consentiti dalla normativa sono l'analisi lineare (anche con eventuale ridistribuzione) e quello non lineare enormemente più oneroso nei calcoli. I risultati dell'analisi sono le sollecitazioni caratteristiche  $S_k$  che vanno moltiplicate per il relativo coefficiente per avere il valore di calcolo o di progetto. Separatamente, noto il legame costitutivo dei materiali, si calcola il valore caratteristico della sollecitazione resistente della sezione  $R_k$  che successivamente va moltiplicato per il coefficiente  $1/\gamma_m$ . Noti i due valori di calcolo si può procedere alla verifica come sopra descritto. Detta verifica deve essere soddisfatta in ogni sezione della struttura. In merito al legame costitutivo  $\epsilon$ - $\sigma$  del calcestruzzo, la normativa vigente considera un andamento non lineare (non linearità meccanica) discostandosi così da

quello lineare elastico utilizzato dalla normativa precedente per il metodo delle tensioni ammissibili.

**Verifiche alle Tensioni Ammissibili (TA).** Il metodo di calcolo alle tensioni ammissibili è un metodo di verifica strutturale di tipo deterministico. Poiché si utilizza una legge costitutiva  $\sigma-\varepsilon$  del materiale lineare, la verifica di una sezione viene eseguita sulle tensioni (più immediata) e non sulle deformazioni. Fissato il valore caratteristico del materiale ( $R_{ck}$  per il calcestruzzo e  $f_{yk}$  per l'acciaio), il D.M. 16 gennaio 1996 permette di calcolare le tensioni ammissibili del materiale:  $\sigma_{c,amm}$ ,  $T_{c,0}$  e  $T_{c,1}$  per il calcestruzzo;  $\sigma_{s,amm}$  per l'acciaio. Da un'analisi strutturale di tipo lineare (ad es. utilizzando il metodo degli elementi finiti) si calcolano le forze agenti sulla struttura, da cui è possibile individuare le sezioni più sollecitate e, di conseguenza, le massime tensioni agenti su di esse. Il passo finale consiste nel verificare che la tensione massima agente sulla sezione più sollecitata sia inferiore alla tensione ammissibile prestabilita, secondo le seguenti disequaglianze:  $\sigma_{max} < \sigma_{amm}$ ;  $T_{max} < T_{amm}$ . Nel metodo delle tensioni ammissibili il coefficiente di sicurezza è applicato tutto alla resistenza. **C2.7 VERIFICHE ALLE TENSIONI AMMISSIBILI.** In generale le NTC impongono di adottare, per le verifiche, il metodo agli Stati limite **SL** di cui al § 2.6; a tale imposizione sono ammesse alcune eccezioni finalizzate a consentire, nel caso di ridotta pericolosità sismica del sito e di costruzioni di minore importanza sia in termini di progettazione che in termini di destinazione d'uso, la tradizionale verifica alle tensioni ammissibili. Fanno dunque eccezione all'imposizione citata le costruzioni di tipo 1 ( $VN \leq 10$  anni) e tipo 2 ( $50 \text{ anni} < VN < 100$  anni) e Classe d'uso I e II, purché localizzate in siti ricadenti in Zona 4; per esse è ammesso il metodo di verifica alle tensioni ammissibili, da applicare utilizzando i riferimenti normativi riportati nelle NTC. Per l'identificazione della zona sismica in cui ricade ciascun comune o porzione di esso, occorre fare riferimento alle disposizioni emanate ai sensi dell'art. 83, comma 3, del DPR 6.6.2001, n. 380".

Dalla lettura sia del contenuto § 2.7 delle NTC sopra riportate, sia della relativa circolare esplicativa, più in generale **si ammette** la possibilità di operare con il metodo delle "Tensioni ammissibili" quando si verificano **contemporaneamente** le seguenti condizioni: 1) Opera di Tipo 1 oppure 2; 2) Classe d'Uso I oppure II; 3) Ricade in Zona sismica S4; Il § 2.7 stabilisce, inoltre, che per le verifiche con il metodo delle tensioni ammissibili occorrerà fare riferimento al D.M. LL. PP. 14.02.92 per le strutture in calcestruzzo e in acciaio, al D.M. LL. PP. 20.11.87 per le strutture in muratura e al D.M. LL. PP. 11.03.88 per le opere e i sistemi geotecnici. Ai fini pertanto dell'applicazione del metodo delle tensioni ammissibili va dichiarato nei documenti del progetto la Vita Nominale.

**Vita nominale** (o utile). Per vita nominale di un'opera strutturale VN s'intende il numero di anni durante il quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata (Tab. 2.4.I NTC 2008 (D.M. 14/01/2008) e deve essere precisata nei documenti di progetto. Le verifiche sismiche si omettono quando la durata della Vita nominale è  $< 2$  anni.

**Volume geologico significativo** (o modello geologico di riferimento, o sito geologico di progetto). È una porzione di terreno di estensione e profondità variabile tali da accludere le caratteristiche geologiche intrinseche e le condizioni evolutive di pericolosità, mirate e rappresentative del sito al contorno in rapporto al progetto. Esso rappresenta una basilare ricostruzione 3D di tipo concettuale dalla cui conoscenza e affidabilità dipendono in buona parte le scelte progettuali e i livelli di sicurezza da raggiungere in base alle prestazioni attese dall'opera e da cui dipende inoltre la corretta programmazione delle indagini di secondo livello, quelle geotecniche di verifica strutturale e di sito.

**Volume geotecnico significativo.** S'intende "la porzione di sottosuolo influenzata direttamente e indirettamente dalla costruzione del manufatto e che influenza a sua volta il

manufatto stesso". Questa definizione introdotta dalle NTC08 innova e sostituisce la precedente citata dal vecchio DM88 come "il terreno di fondazione" rappresentato dalla "porzione del sottosuolo in cui l'incremento delle pressioni indotte dall'intervento è > del 10% della pressione litostatica efficace". L'estensione ad un volume più ampio di terreno deriva dalla necessità di verifiche allo stato limite che comprendono oltre la sicurezza delle strutture, la sicurezza del sito geologico d'influenza progettuale.

**Volume sismico significativo.** È fissato a 30 metri sotto il piano di posa di un edificio (o dalla testa di un muro di sostegno di terreni naturali) e rappresenta il percorso delle onde sismiche dove si produce il maggior incremento dell'energia elastica. Se il substrato rigido ( $v_s > 800 \text{ m/s}$ ) è posto ad una profondità  $< 30 \text{ m}$  allora il volume significativo sismico è limitato al suo raggiungimento.

## W

**Weathering.** Lenti processi di alterazione e degradazione meteorica.