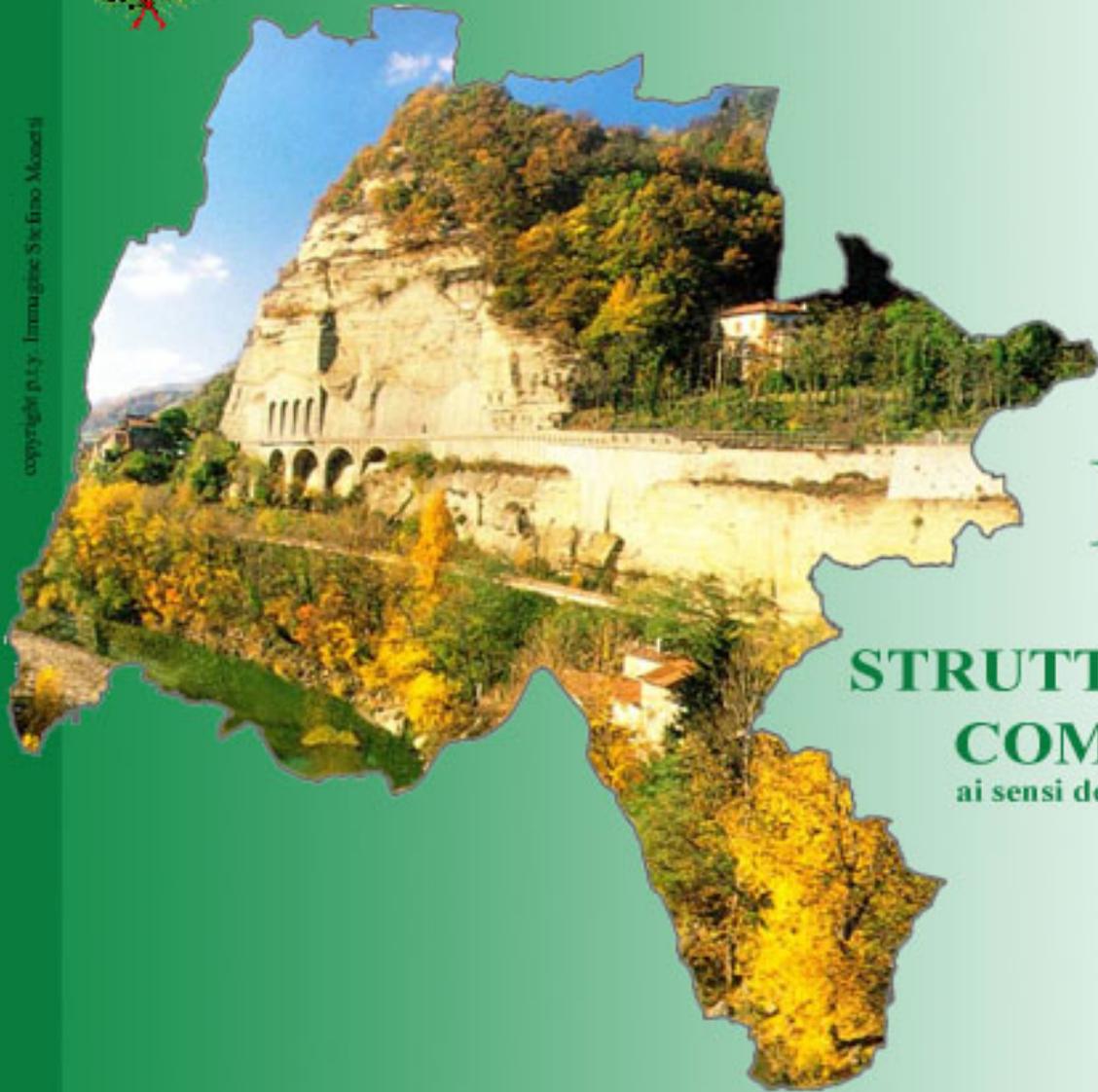




Comune di Sasso Marconi



copyright p.t.y. Immagine Sivefmo. Monetel



**PSC**  
**PIANO**  
**STRUTTURALE**  
**COMUNALE**  
ai sensi della L. R. 20/2000

*Quadro conoscitivo*

**QCGI.08**

**Note illustrative alla  
Zonizzazione Sismica**

**aggiornamento Maggio 2007**

# PSC

## PIANO STRUTTURALE COMUNALE

*ai sensi della L.R. 20/2000*

### QCGI.08 – Note illustrative alla Zonizzazione Sismica

#### ***Amministrazione Comunale***

*Sindaco: Marilena Fabbri*

*Assessore all'Urbanistica: Andrea Mantovani*

*Responsabile Area Servizi alla Collettività e al Territorio: Ing. Andrea Negroni,  
geom. Luigi Ropa Esposti, geom. Leonardo Villani, geom. Marco Teglia*

#### ***Progettisti***

*Dott. Geol. Giovanni Viel e Dott. Geol. Samuel Sangiorgi*



## *NOTE ILLUSTRATIVE ALLA CARTA DI ZONIZZAZIONE SISMICA*

Il riscontro di condizioni geologiche di inedificabilità è in genere raro; le moderne tecniche di riduzione del rischio sismico, oppure, se si preferisce, di diminuzione della vulnerabilità sismica delle opere d'ingegneria, rendono sempre più rare le situazioni di reale inedificabilità connesse alle particolarità tessiturali, e litologiche locali.

Le analisi geologiche, dunque, sono state rivolte a stabilire le condizioni di edificabilità, in riferimento all'interazione struttura-substrato, al tipo ed al grado di pericolosità sismica locale. Quindi a fornire ai progettisti gli elementi necessari per garantire alle nuove edificazioni un "accettabile" grado di sicurezza, anche a fronte di sollecitazioni sismiche con bassa probabilità di accadimento.

Il problema dell'edificabilità, nelle diverse condizioni locali, è quindi riconducibile, nella grande maggioranza dei casi, ad un problema di costi della sicurezza "accettabile" per edifici ed opere con diversa destinazione d'uso.

L'analisi condotta per il Comune di Sasso Marconi non ha evidenziato la presenza di condizioni geologiche locali di inedificabilità, al più ha evidenziato la presenza di limitazioni all'edificabilità, in particolare di tipo morfologico. Le conoscenze acquisite in merito alle tessiture ed alle proprietà meccaniche delle coltri alluvionali quaternarie non ha, in nessun caso messo in luce situazioni di spiccata possibilità di liquefacibilità o densificazione di sedimenti saturi. Tuttavia nelle "norme", che accompagnano questa breve nota illustrativa, sono stati indicati i criteri analitici preliminari da utilizzare anche per questo tipo di indagine a scala locale.

Per la stima delle "colonne litologiche" che hanno condotto alla definizione della velocità di taglio media su un intervallo di 30 metri di sottosuolo si è utilizzata:



- per le Formazioni che costituiscono il bedrock geologico, la carta geologica regionale in scala 1:10.000 nella versione precedente al 2004 e dati ed informazioni di sottosuolo desunti dalle prove geognostiche censite. Nella tavola allegata è compreso un riquadro in scala 1:30.000 che riporta uno schema geolitologico che esclude le coperture (a parte l'alveo e l'immediato perialveo del Reno);
- per le coperture del fondovalle, le informazioni delle prove geognostiche effettuate e censite in questi anni ( Comune di Sasso Marconi, Regione Emilia-Romagna, Studio scrivente), e dalla profondità dei numerosi pozzi freatici censiti per la formazione della carta delle isofreatiche;
- per la quota statica del freatico, la cartografia del quadro conoscitivo del PSC in elaborazione;
- per la stima delle  $V_s$  nel bedrock geologico, le indagini geofisiche (profili sismici) effettuate nell'Appennino bolognese, e ove mancanti la bibliografia ricavata anche da porzioni di catena appenninica di altre Provincie (Reggiano, forlivese);
- per la stima delle  $V_s$  nei depositi incoerenti quaternari gli intervalli di conversione accettati ed indicati dalla stessa legge.

Le limitazioni all'edificazione dovute all'assetto morfologico sono state desunte direttamente dalla topografia e da una serie di studi effettuati per la formazione del Quadro Conoscitivo del PSC. L'individuazione dei ripiani morfologici e delle creste o dorsali relativamente strette e delimitate da versanti con acclività maggiori di 30 gradi, che possono essere sede di forti amplificazioni sismiche, sono desunti direttamente dalla topografia.

Le forme dovute all'attività fluviale, ed in particolare terrazzi a conoidi sono invece desunti, con alcune modifiche e semplificazioni, dall'analisi e dai rilevamenti morfologici effettuati per il PSC. Su questi ultimi sarà infatti necessario delimitare le aree di studio della micro zonizzazione per i POC, infatti lo spessore delle coltri



alluvionali sovrastanti il substrato roccioso dovrebbero mantenersi relativamente costanti entro la medesima unità morfologica.

Un controllo dello spessore dei sedimenti alluvionali è stato fatto, sulla base della profondità dei pozzi freatici e di qualche sporadica terebrazione nota, per la realizzazione di questa cartografia, ma nell'ambito delle analisi da effettuare nella fase preliminare del POC sarà indispensabile controllare e specificare localmente questi dati, con nuove indagini.

Le frane attive indicate nella cartografia sono derivate dall'inventario regionale e dal rilevamento effettuato per il Comune di Sasso Marconi, la definizione della possibile attività delle frane non è riportata anche perché le condizioni di riattivazione per scuotimenti ciclici richiede la conoscenza di troppi parametri meccanici specifici di ogni singolo movimento, per poter essere applicato alla scala territoriale. Sarà obbligatorio, in ogni area che si collochi in prossimità di un versante, vengano effettuate analisi di stabilità in condizioni sismiche.

La definizione dell'ampiezza della zona di arrivo dei movimenti franosi è stata effettuata con la nota relazione che lega la quota del punto più alto dell'area di possibile distacco e la distanza massima della zona di arresto (Govi et al. 1985). Naturalmente la definizione della zona di potenziale arresto delle colate e degli slide in possibile liquefazione non è stata indicata in tutti i casi in cui esistevano altre limitazioni morfologiche, in particolare se di carattere permanente (acclività, versante, ecc.).

L'altezza delle scarpate è stata desunta in parte da foto aeree, in parte dal rilevamento geo - morfologico effettuato per la formazione del Quadro Conoscitivo del PSC.

In conclusione, la cartografia presentata è il risultato di estrapolazioni delle conoscenze ad oggi già acquisite, non sono stati raccolte informazioni sismiche specifiche. In prospettiva è pertanto indispensabile giungere ad una



microzonizzazione che sappia interpretare correttamente le differenziazioni locali in termini di amplificazione sismica. In questo senso si rimanda alla formazione del POC il compito di fornire una microzonizzazione delle aree di nuovo insediamento e di un loro vasto intorno, il POC stesso stabilirà l'ampiezza delle aree da investigare. La tipologia delle prove da effettuare sono stabilite nel RUE, così come il tipo di indagine da effettuare preliminarmente per la definizione della liquefacibilità dei sedimenti incoerenti saturi, mentre le norme stesse del PSC dettano le condizioni di approccio all'analisi.

In particolare la figura 1 riporta i limiti granulometrici entro cui è possibile si verifichi il fenomeno della liquefazione dei sedimenti incoerenti saturi, a questo diagramma occorre far riferimento nelle fasi preliminari di indagine locale.

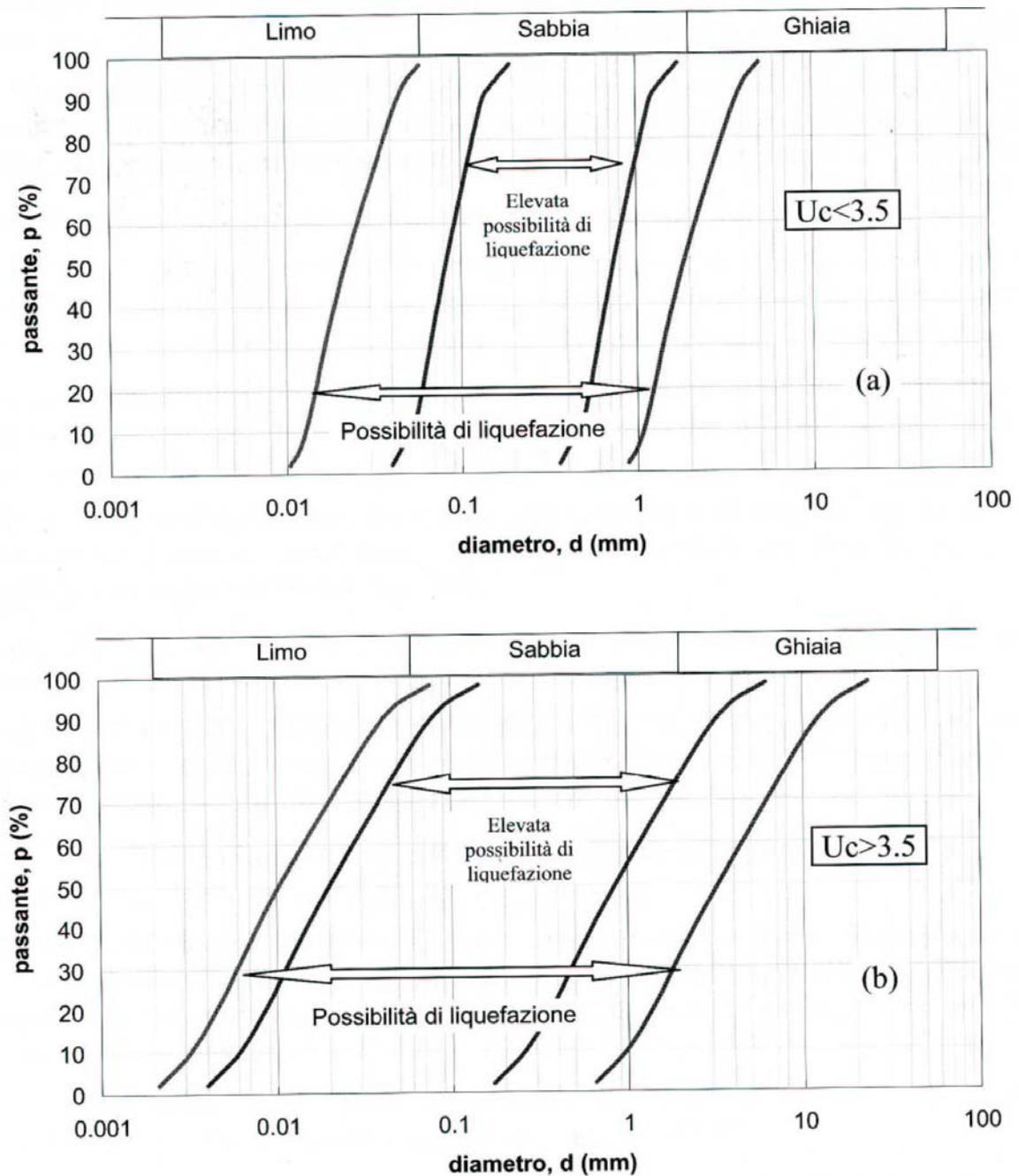


Fig. 1 – Involuppi di fusi granulometrici di sedimenti saturi che hanno dimostrato una forte propensione alla liquefazione in presenza di impulsi ciclici sismici, differenziati in base all'indice di uniformità dei grani.



## **NORME PER LA SISMICA (Sasso Marconi)**

### **Art. 1 – Pericolosità Sismica**

#### **A) La tavola QCGI, integrazione del quadro conoscitivo intitolata “Integrazione, Zonizzazione sismica” scompone il territorio comunale in macro-zone, secondo:**

- le categorie di “suolo di fondazione” distinte secondo il punto 3.2.1. del D.M. 159/2005, di cui sono riconosciute nel territorio comunale le categorie: B, C, D, in base alle presunte Vs ricostruite in base ai dati di tessitura, densità dei depositi quaternari, ed alle velocità mediamente riscontrate nelle Formazioni geologiche rappresentate nel fondovalle del Comune. Queste categorie costituiscono le macro-zone sismiche del fondovalle Reno di Sasso Marconi ;
- la presenza di particolari condizioni morfologiche che possono produrre effetti di sito, riconoscibili nella tavola del quadro conoscitivo con apposito retino, costituite dalla presenza di scarpate più alte di 10 metri e dotate di forte acclività, di versanti con pendenza superiore a 15 e a 30 gradi, zone di potenziale arrivo di colate e frane, presenza di frane attive.

#### **B) Utilizzazione e modificabilità della tavola QCGI.07 – Zonizzazione Sismica**

Le macro-zone individuate nella tavola costituiscono un'indicazione generale utile a:

- zonizzare la pericolosità dei potenziali effetti sismici locali,
- fornire gli elementi per una stima preliminare dell'azione sismica di progetto al sito (rammentando che il Comune di Sasso Marconi è inserito nella zona sismica 3 con valore di accelerazione  $a_g = 0,15g$ ),
- a definire densità e tipologia delle prove e delle indagini da effettuare negli ambiti suscettibili di nuovo insediamento.



- C) Le delimitazioni tra le macro-zone costituiscono un contenuto specifico del PSC e pertanto possono essere modificate, in base a studi ed analisi condotti almeno sull'intero territorio comunale, solamente attraverso procedura di variante al PSC.
- D) Le distinzioni interne alle macro-zone relative alle “caratteristiche morfologiche” fanno parte del Quadro Conoscitivo del PSC; esse possono essere localmente modificate (senza che ciò richieda una procedura di modifica del PSC) aggiornando il Quadro Conoscitivo in base agli esiti di prove ed analisi specifiche, eseguite per la definizione di dettaglio delle caratteristiche geo-meccaniche e sismiche di delimitati siti di intervento.

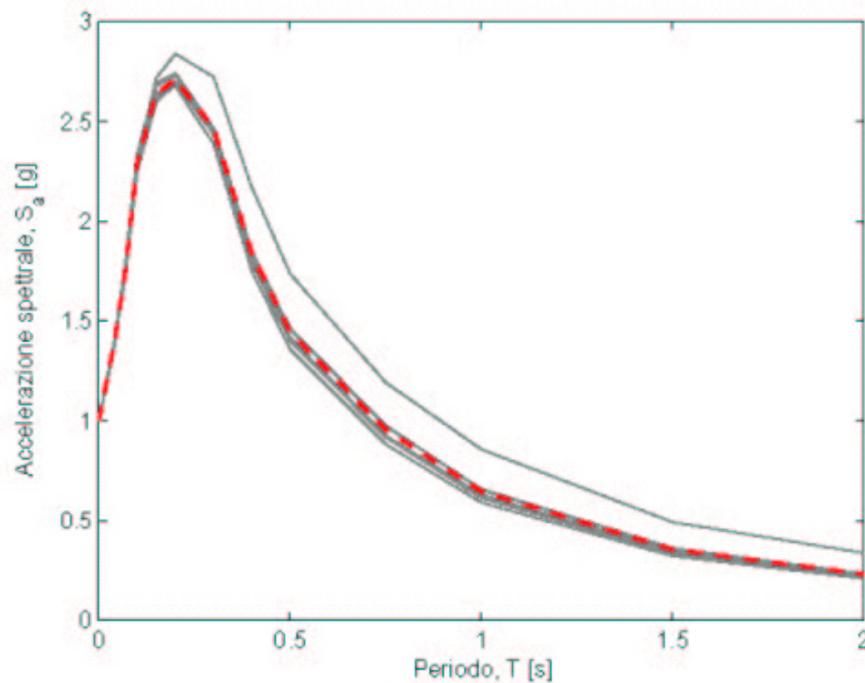
## **Art. 2 – Microzonizzazione sismica**

1 La realizzazione della carta di microzonizzazione sismica costituisce l'elaborato fondamentale del P.O.C. per gli interventi urbanistici ed edilizi previsti, individuate nel PSC. I “Soggetti Attuatori” delle aree indicate dal POC dovranno realizzare la microzonizzazione sismica di dettaglio estendendola anche su una superficie esterna alle aree di intervento, come indicato nel POC (PUA).

2 Obiettivi della microzonizzazione saranno:

- fornire l'entità della risposta sismica locale per ogni nuova microzona;
- fornire le accelerazioni spettrali  $SA(g)$  per diversi periodi (almeno da  $T_0 = 0,1s$  ad almeno  $T_0 = 1s$ );
- fornire l'entità degli “effetti indotti” sui sedimenti: liquefazione/densificazione.

3 La realizzazione della carta di microzonizzazione deve fondarsi sul terremoto di riferimento, la cui forma spettrale normalizzata regionale, è riportata nella seguente figura.



Forma normalizzata dello spettro di risposta ( da <<Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna – Pericolosità sismica e calcolo del moto di riferimento >> settembre 2005, Aut. M. Pagani e A. Marcellini, Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali-CNR)

Per il Comune di Sasso Marconi la Regione fornisce, inoltre, un valore di PGA (accelerazione di picco orizzontale) pari a 0,163 g.

4 In sede di PUA (piano urbanistico attuativo) o di richiesta di permesso di costruire, per la definizione della vulnerabilità del singolo edificio, sia nelle condizioni attuali, sia in quelle di progetto (note le strutture di fondazione, la storia edilizia, i vani interrati tecnici o no, ecc.), si dovrà effettuare uno specifico studio a partire dai risultati della microzonizzazione.



### **Art. 3 – Standard delle attrezzature di misura dei dati meccanici di sottosuolo**

1 Per gli standard delle prove geognostiche in sito da effettuare, deve essere assunta come riferimento la Circolare del Ministero L.L. P.P. del 16 dicembre 1999 n. 349/STC, pubblicata sulla “Gazzetta Ufficiale” (n. 69 del 23/03/2000).

2 Il PSC richiede esplicitamente per gli interventi soggetti a POC prove di misura in sito delle proprietà meccaniche dei sedimenti, realizzate con attrezzature rispondenti agli standard (ISRM, ASTM, BS, AGI) richiamati nella Circolare 349/99, se non diversamente prescritto dalle presenti norme.

3 La tipologia delle prove geognostiche accettate sono indicate nel RUE.

### **Art. 4 – Liquefazione dei sedimenti**

1 Le modalità di stima della liquefazione del sedimento sono dettate dalla relazione tra potenza dello strato (strati di potenza inferiore ad 1 metro non sono considerati), tessiture medie, densità relativa, presenza/assenza di saturazione, sensibilità della componente argillosa, ecc. La possibilità di ottenere queste informazioni, e la loro attendibilità, è fortemente condizionata dall’attrezzatura adottata per effettuare le misure: in questo senso è indispensabile adottare strumenti d’indagine standard (art. precedente), dotati del massimo grado di definizione, di precisione e di comparazione tra le misure indicati nel RUE con le sigle: SPT, CPTE, CPTU, CPTS, DH, CH.

2 Negli ambiti di nuovo insediamento e di riqualificazione, e più in generale per una definizione più accurata della distribuzione territoriale della suscettibilità alla liquefazione sarà indispensabile procedere con nuove specifiche prove in sito, ed anche prelevando campioni indisturbati di sedimento per sottoporli a particolari



analisi di laboratorio, oppure utilizzando campioni disturbati (carote di sondaggio opportunamente pulite e selezionate) per verificare la quantità di componente fine presente, l'indice di plasticità, e soprattutto se il fuso granulometrico rientri nei valori indicati in letteratura. In questa prospettiva la figura 1 dell'integrazione sismica alla relazione geologica riporta le fasce granulometriche generalmente utilizzate a questo scopo, in relazione all'indice (UC) di uniformità dei granuli.

## **Art. 5 – Acquisizione di nuove informazioni di sottosuolo**

1 Le indagini geologiche da effettuare nel territorio comunale per la realizzazione di opere d'ingegneria, devono essere adeguate per numero e profondità di esecuzione all'ampiezza dell'area di progetto (fase di progettazione preliminare) ed all'impegno dell'opera da realizzare (fase di progettazione di massima ed esecutiva), come prescritto dal DM 159 del 14-09-2005, e dal precedente DMLP dell'11/03/88, G.U. n. 127 del 1/06/88, S.O.

2 Per la corretta definizione dell'azione sismica di progetto occorre uno studio specifico di "risposta sismica locale". In assenza di questi studi il DM 159/2005 prescrive la necessità di classificare i terreni secondo "categorie di suolo di fondazione" fondate sulla media delle  $V_s$  (quando note), oppure sui parametri geomeccanici di un intervallo di sedimenti compresi tra il piano di imposta delle fondazioni ed il substrato rigido di riferimento sismico ( $V_s = 800$  m/s). In assenza di substrato di riferimento, l'indagine deve essere spinta almeno fino a 30 metri sotto il piano di incastro della struttura di fondazione dell'opera.

3 Il POC stabilisce il programma di indagini da svolgere negli ambiti di nuovo insediamento e negli ambiti di riqualificazione, applicando i seguenti criteri:

- la valutazione della categoria di suolo di fondazione e la stima del grado di propensione alla liquefazione, può essere ottenuta indirettamente dagli esiti



meccanici di prove penetrometriche standard. Spesso però questi strumenti di misura non hanno la possibilità di attraversare il substrato roccioso anche se costituito da rocce tenere;

- le misure delle  $V_s$  medie relative al substrato roccioso, finalizzate alla stima della categoria di suolo di fondazione, ricavate da DH, CH, o altri metodi diretti di misura, possono essere estrapolate per il calcolo della  $V_{s30}$  anche in altre situazioni, ad esempio in quelle in cui il substrato rappresenti una parte della colonna litologica locale non classificabile con prove penetrometriche. L'intorno di validità dell'estrapolazione dei dati di  $V_s$  medi del substrato roccioso attorno al punto d'indagine, se motivate ricostruzioni geologiche confermano la continuità laterale della formazione in oggetto, non può essere superiore ai 1000 metri;

- superata la distanza di 1000 metri da un punto di controllo diretto del substrato roccioso, occorre una nuova misura diretta della  $V_s$  relativa alla formazione sopra consolidata posta alla base dei depositi quaternari, se presente entro la profondità di 30 metri dalla quota di incastro delle strutture di fondazione.

4 Il piano delle indagini geognostiche dovrà comprendere, secondo la macro zona sismica di appartenenza dell'area di sedime dell'opera, almeno le prove individuate nel RUE, da effettuare con attrezzature rispondenti agli standard all'art. 3 che precede.



## REGOLAMENTO URBANISTICO EDILIZIO – NORME

### Premessa

In riferimento alla necessità di corretta definizione della pericolosità geologica, si è ritenuto indispensabile comporre una normativa che precisi e consigli le indagini geognostiche minime da condurre nelle macro-zone, individuate nella tavola integrativa del quadro conoscitivo, intitolata “Zonizzazione sismica”. Per la fase di caratterizzazione dei sedimenti presenti localmente sarà indispensabile utilizzare attrezzature consone alla Circolare del Ministero L.L. P.P. del 16 dicembre 1999 n. 349/STC, pubblicata sulla “Gazzetta Ufficiale” (n. 69 del 23/03/2000).

Gli acronimi e la simbologia impiegati nel testo seguente sono:

- I.S.R.M. = International Society of Rock Mechanics;
- A.S.T.M. = American Society of Testing Materials;
- B.S. = British Standard;
- A.G.I. = Associazione Geotecnica Italiana;
- CRR = Cyclic Resistance Ratio, rapporto di resistenza ciclico desumibile dalle prove SPT e CPT se eseguite secondo gli standard;
- $V_p$  = velocità onde di compressione
- $V_s$  = velocità onde di taglio

PROVE PENETROMETRICHE IN SITO (misura diretta parametri geomeccanici, derivati parametri sismici e stime liquefazione)

- DP = Penetrometria Dinamica, eseguite con attrezzature di penetrazione dinamica (maglio battente, punta, aste) molto varie per dimensioni e



caratteristiche: DPL (leggere) eseguite con maglio di peso compreso tra 10 e 30 kg con caduta tra 20 e 50 cm, punta compresa tra 22,5 e 35,7 mm di diametro; DPSH eseguite con maglio di peso compreso tra 63,5 e 73 kg con caduta di 75 cm, punta di 50,5 mm di diametro;

- SPT = Standard Penetration Test, eseguiti in genere nel foro di sondaggio, per attrezzature e modalità operative secondo standard riconosciuti da organismi ufficiali, (ISRM, ASTM, BS, AGI), SCPT = attrezzature valide per la prova continua;
- CPT = Cone Penetration Test, eseguiti con punta e trasmissione pressioni meccanica (una misura ogni 20 cm di avanzamento); CPTE eseguiti con punta dotata di sensore e trasmissione misure elettrici (una misura ogni 2 cm di avanzamento); CPTU come la precedente (misure ogni 2 cm di avanzamento) e con piezocono per la misura delle pressioni neutre. Anche per queste prove dovranno essere rispettati, per attrezzature e modalità operative, gli standard riconosciuti (ISRM, ASTM, BS, AGI);

### **PROVE GEOFISICHE IN SITO (misura diretta parametri sismici, derivati geomeccanici e stima liquefazione)**

- CH = Cross-Hole, eseguite in due o più fori di sondaggio in cui è collocata la sorgente di impulsi ed i geofoni di ricezione;
- DH = Down-hole, eseguita nel foro di sondaggio con sorgente di impulsi posta in superficie e geofono ricevitore lungo parete del foro;
- CPTS = Cono Sismico, DH eseguita con speciale punta strumentata con sorgente d'impulsi in superficie e geofono ricevitore posizionato su punta CPT. Esiste anche una punta strumentata con due geofoni ricevitori posti alla distanza di un metro che misurano la  $V_s$  e la  $V_p$  ogni avanzamento di un metro:



- SASW = Spectral Analysis of Surface Waves, eseguita in superficie con sorgente e ricevitori posti in superficie.

## **PIANO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE RELATIVE AL RISCHIO SISMICO**

Parte integrante del POC dovrà essere il “*Piano delle indagini geognostiche*” che dovrà comprendere il numero ed il tipo di indagini da svolgere per gli scopi di definizione geomeccanica dei terreni, di micro-zonizzazione sismica, di stabilità dei versanti.

Nelle aree di fondovalle o subpianeggianti, dovranno essere effettuate almeno le seguenti prove con attrezzature rispondenti agli standard definiti sopra:

- un sondaggio a carotaggio continuo per la profondità di 30 metri sotto il possibile piano di incastro delle fondazioni (al minimo 32 metri), oppure sondaggio a carotaggio continuo fino al bedrock sismico ( $V_s = 800$  m/s) nel caso in cui nell'intervallo considerato sia presente un substrato dotato di questa velocità delle onde di taglio;
- esecuzione di SPT (attrezzature standard) nel foro di sondaggio ogni 1,5 metri di avanzamento nei sedimenti granulari normal consolidati, e prelievo campioni per definire il fuso granulometrico da confrontare con le “fasce granulometriche” di figura 1 della relazione geologica, al fine di verificare la suscettibilità alla liquefazione;
- esecuzione nel foro di sondaggio opportunamente preparato di prova DH.

In alternativa al sondaggio potrà essere eseguita una prova CPTS se i sedimenti presenti consentono l'attraversamento con la punta penetrometrica.

Le  $V_s$  desunte con la DH hanno validità in un intorno:



- per il bedrock geologico (substrato sovraconsolidato) di 1000 metri;
- per le coperture alluvionali e detritiche di un'ampiezza che sarà funzione delle geometrie dei depositi stessi, stimabile dal geologo o da altro tecnico abilitato.

Per aree di estensione eguale o superiore a un ettaro, almeno un'altra prova penetrometrica / 0,5 ettari;

- prelievo di campioni di sedimenti granulari sabbiosi nell'intervallo saturo a normale consolidazione;

- esecuzione di DH nel foro di sondaggio, opportunamente predisposto, per ricavare direttamente i valori di  $V_s$ ; per aree di estensione eguale o superiore a due ettari: almeno due sondaggi ed esecuzione di CH.

- ***Nei versanti, anche se posti nell'ambito di 50 metri lineari da aree pianeggianti interessate da interventi edilizi, esecuzione di:***

- penetrometrie dinamiche possibilmente DPSH, se non richiedono la formazione di piazzole e piste di accesso, altrimenti DPL, effettuate con il solo scopo di definire lo spessore delle coltri alterate o di copertura del substrato sovraconsolidato e la presenza / assenza di falde anche effimere;

- esecuzione di SASW o profilo sismico calibrato da almeno un sondaggio esplorativo della stratigrafia locale;

- verifica di stabilità effettuata in condizioni naturali al limite di rottura e con sovraccarichi, con calcolo dell'area di arrivo dell'eventuale dissesto, La simulazione numerica realizzata per la verifica di stabilità, dovrà tenere conto delle caratteristiche sismiche della macrozona (ag, categoria di suolo, amplificazione locale), ed includere nei calcoli le componenti verticali ed orizzontali dell'azione sismica stimata.

- ***Nelle situazioni di possibile amplificazione sismica locale per motivi morfologici***



- SASW o altra analisi geofisica capace di definire la variazioni degli spessori e delle caratteristiche delle coperture e del substrato.
- Geognostica di conferma della stratigrafia locale.



## ALLEGATO 1:

### MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI

#### **CIRCOLARE 16 dicembre 1999 n. 349/STC D.P.R. n. 246 del 21.4.93, art. 8 comma 6 – Concessione ai laboratori per lo svolgimento delle prove geotecniche sui terreni e sulle rocce ed il rilascio dei relativi certificati ufficiali.**

Il D.P.R. n.246 del 21.04.93 di attuazione della Direttiva 89/106 CEE sui prodotti da costruzione, al comma 6 dell'art.8 che tratta degli organismi di certificazione, ispezione e prova e del loro accreditamento, nel precisare che "*Restano ferme le competenze del Ministero dei lavori pubblici e del Consiglio Superiore dei lavori pubblici per l'applicazione dell'art.20 della legge 5 novembre 1971 n.1086*", ha prescritto che "L'autorizzazione prevista da detto articolo riguarderà altresì le prove geotecniche sui terreni e sulle rocce".

Per il settore delle prove geotecniche l'attività di esecuzione di prove in sito e/o in laboratorio è stata finora svolta al di fuori di qualsiasi controllo, da parte di questo Ministero o di altri organismi dello Stato, che potesse garantire una sufficiente affidabilità ai risultati forniti.

Il progresso delle conoscenze maturate sia in ambito scientifico nazionale ed internazionale che durante l'esecuzione di importanti opere di ingegneria, ha sempre più evidenziato l'importanza che riveste la corretta esecuzione delle prove geotecniche al fine di garantire la necessaria affidabilità alla caratterizzazione del comportamento meccanico dei terreni, sia per la sicurezza delle opere che per le relative valutazioni di carattere economico. Tali esigenze, atteso anche il moltiplicarsi di strutture operanti in questo settore, alcune delle quali prive di qualsiasi sistema di controllo di qualità, hanno reso sempre più necessaria l'introduzione di una regolamentazione tecnico-amministrativa anche per i laboratori geotecniche.

Nell'ambito del nuovo quadro normativo si rende pertanto necessaria la definizione di una apposita circolare che indichi i requisiti richiesti nonché le modalità istruttorie finalizzate al rilascio della concessione ai laboratori che svolgono prove geotecniche sui terreni e sulle rocce.

Per quanto attiene i contenuti della suddetta Circolare, il cui testo è qui allegato, si precisa che la concessione è stata articolata in tre settori: quello delle prove di laboratorio sui terreni, quello delle prove di laboratorio sulle rocce ed infine quello delle prove geotecniche in sito. L'istanza di concessione potrà riferirsi ad uno o più settori di prove.

Sono state elencate, per ciascun settore le prove che ogni laboratorio deve essere in grado di eseguire. In particolare per quel che riguarda le terre, sono state inserite le prove di riconoscimento e determinazione delle proprietà indice per la classificazione delle stesse, le principali prove di caratterizzazione del comportamento meccanico dei terreni, le prove di



permeabilità, nonché le prove di compattazione. Non sono state contemplate le prove di carattere dinamico sui terreni.

Per le rocce sono state inserite le principali prove di riconoscimento e classificazione, nonché le più comuni prove di tipo meccanico.

Per quanto riguarda le prove in sito, trattandosi di un settore articolato e complesso, sono state previste soltanto alcune delle prove geotecniche in sito più diffuse e per le quali esiste un consolidato bagaglio di conoscenze tecniche.

I requisiti soggettivi ed oggettivi richiesti per il rilascio delle concessioni, sono stati specificati in dettaglio, precisando anche i casi di incompatibilità con l'attività del soggetto gestore del laboratorio.

In particolare, per i casi in cui nel capitale sociale o fra gli amministratori vi siano soggetti in qualche modo coinvolti nell'industria delle costruzioni, è stata introdotta la figura del "garante", il quale certifica, attraverso la sua azione di controllo, la correttezza dell'operato del laboratorio, contribuendo ad assicurare il rispetto delle condizioni di imparzialità, indipendenza ed integrità del laboratorio stesso. Il garante, di provata esperienza e riconosciuta autorevolezza, viene proposto dal laboratorio ed è soggetto al gradimento dell'Amministrazione.

Sono stati definiti i requisiti richiesti al direttore del laboratorio ed al personale, nonché le caratteristiche di idoneità dei locali.

Sono state, infine, specificate in dettaglio le procedure tecnico-amministrative da seguire nell'attività di prova e certificazione.

Alla circolare sulle prove geotecniche è allegato infine un elenco delle norme di riferimento. In particolare per quanto attiene le prove geotecniche sui terreni, sono state richiamate le *Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio*, recentemente (1994) messe a punto dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana), una serie di norme C.N.R./UNI che sono tuttora ritenute valide, nonché le raccomandazioni dell'A.G.I. per lo svolgimento delle prove in sito che, seppur datate 1977, rappresentano a tutt'oggi un valido riferimento.

Per tutto ciò che riguarda le prove sulle rocce, nella circolare si è scelto di fare riferimento alle raccomandazioni messe a punto dalla I.S.R.M. (International Society of Rock Mechanics), alcune delle quali sono state recentemente pubblicate in traduzione italiana sulla Rivista Italiana di Geotecnica.

Infine, per tutte le altre prove, per le quali non esistono documenti di normalizzazione italiani, si è ritenuto di consigliare come riferimento le norme British Standard e A.S.T.M. che provengono da paesi in cui l'attività relativa al settore geotecnico, e quindi la normativa relativa, sono certamente



ben aggiornate.

#### 1) PREMESSE

Ai sensi dell'art. 8 comma 6 del D.P.R. n. 246 del 21.4.93, il Ministro dei lavori pubblici ha la facoltà di rilasciare, con apposito decreto, concessioni ad emettere certificazioni ufficiali relative all'esecuzione di prove geotecniche sui terreni e sulle rocce per la determinazione delle caratteristiche geotecniche del sottosuolo, secondo quanto previsto ai punti A.2 e B.2 del D.M. 11/3/88 relativo alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

Si rende necessaria in tal senso la definizione di una regolamentazione tecnico-amministrativa per assicurare un adeguato livello qualitativo alle prove geotecniche e per conferire loro carattere di certificazione ufficiale.

Scopo della presente circolare è pertanto la definizione dei requisiti richiesti ai laboratori geotecnici al fine di garantire condizioni di qualità, affidabilità ed indipendenza; ciò anche tenendo conto degli orientamenti europei in materia.

#### 2) CAMPO DI APPLICAZIONE DELLA CIRCOLARE

Con riferimento al combinato disposto dal comma 6 dell' art. 8 del D.P.R. n.246/93 e dal punto c) dell'art.1 della legge 2.02.74 n. 64 e relative Norme tecniche, le concessioni disciplinate dalla presente Circolare riguardano i seguenti settori di prova e certificazione:

- a) prove di laboratorio sui terreni;
- b) prove di laboratorio sulle rocce;
- c) prove in sito.

La richiesta di concessione potrà riguardare uno o più settori fra quelli sopra indicati.

Le prove specifiche di ciascun settore sono elencate nella parte II della presente circolare.

I laboratori autorizzati per lo svolgimento e la certificazione delle prove geotecniche devono essere in grado di effettuare, elaborare e certificare tutte le prove geotecniche elencate nella parte II per i settori prescelti, ed essere dotati delle relative apparecchiature ed i macchinari indicati nella stessa parte II. Nell'istanza i laboratori possono chiedere l'estensione della concessione anche ad altre prove geotecniche non comprese negli elenchi.

#### 3) SOGGETTO GESTORE

(omissis)

#### 4) REQUISITI RICHIESTI ALL'ATTO DELL'ISTANZA

(omissis)

#### 5) DOCUMENTAZIONE DA ALLEGARE ALL'ISTANZA

(omissis)



6) ISTRUTTORIA E CONTROLLI

(omissis)

7) DURATA E RINNOVO DELLA CONCESSIONE

(omissis)

8) SOSPENSIONE E REVOCA DELLA CONCESSIONE

(omissis)

9) DISPOSIZIONI TRANSITORIE

(omissis)

**PARTE II**

**A - ELENCO DELLE PROVE PER LE QUALI E' RICHIESTA CERTIFICAZIONE  
UFFICIALE**

**1 PROVE DI LABORATORIO SUI TERRENI**

(omissis)

**2 PROVE DI LABORATORIO SULLE ROCCE**

(omissis)

**3 PROVE IN SITO**

**3.1 PERFORAZIONI**

3.1.1 Perforazione a rotazione per il carotaggio continuo o a distruzione di nucleo;

3.1.2 Prelievo di campioni indisturbati (a pressione e a rotazione) e a disturbo limitato;

**3.2 PROVE DI PERMEABILITA'**

3.2.1 Rilievi di falda nel sondaggio e installazione di piezometri;

3.2.2 Prova di pompaggio con foro centrale e piezometri disposti a raggiera;

3.2.3 Prove di permeabilità in foro nei terreni (prove Lefranc);

3.2.4 Prova di permeabilità in foro nelle rocce (Prova Lugeon);

**3.3 PROVE DI DEFORMABILITA' E RESISTENZA MECCANICA**

3.3.1 Prove penetrometriche statiche;

3.3.1.a) Prove con punta meccanica;

3.3.1.b) Prove con punta elettrica;

3.3.2 Prove con piezocono;

3.3.3 Prove penetrometriche dinamiche;

3.3.3.a) Standard Penetration Test (S.P.T.);

3.3.3.b) Continue a punta chiusa (S.C.P.T.);



- 3.3.4 Prove scissometriche (vane test);
- 3.3.5 Prove di carico su piastra;
- 3.3.6 Misura del peso dell'unità di volume;
- 3.3.6.a) Volumometro a sabbia;
- 3.3.6.b) Volumometro a palloncino (acqua);
- 3.3.7 Prova per la determinazione dell'indice C.B.R.

#### 3.4 ALTRE PROVE IN SITO SULLE ROCCE

- (\*) 3.4.1 Prova di carico con piastra su roccia;
- (\*) 3.4.2 Prova con dilatometro;
- (\*) 3.4.3 Prova con martinetto piatto in parete;
- (\*) 3.4.4 Prova di taglio diretto in sito;
- (\*) 3.4.5 Prova di fratturazione idraulica;
- (\*) 3.4.6 Prova di resistenza al punzonamento (point load strength);

#### 3.5 ALTRE PROVE IN SITO

- (\*) 3.5.1 Prove dilatometriche;
- (\*) 3.5.2 Prove pressiometriche:
  - 3.5.2.a) con pressiometro tradizionale;
  - 3.5.1.b) con pressiometro autopercutente
- (\*) 3.5.3 Prova di carico su pali;

Le attrezzature per lo svolgimento delle prove contrassegnate da asterisco, seppure auspicabili, non sono da ritenersi obbligatorie.

#### B ELENCO DELLE ATTREZZATURE

Tutte quelle necessarie all'esecuzione delle prove di cui sopra e comunque almeno:

##### **1 Prove di laboratorio sui terreni**

(omissis)

##### **2 Prove di laboratorio sulle rocce**

(omissis)

##### **3 Prove in sito**

3.01 n.2 sonde a rotazione complete di pompa per fluido di circolazione e di pompa ad alta pressione per campionamento, di aste di perforazione e di tubazione di rivestimento provvisorio, di campionatori tipo semplice e doppio, tipo Shelby, Osterberg e Denison; le sonde devono avere capacità di perforazione rispettivamente fino a 30 e 50 m;

3.02 accessori vari : freatimetro, scandaglio, pocket penetrometer, torvane ed una



- dotazione di non meno di 20 fustelle portacampioni;
- 3.03 attrezzatura per prova scissometrica;
- 3.04 attrezzatura per prova penetrometrica statica con penetrometro meccanico con capacità di spinta non inferiore a 200 KN;
- 3.05 sistema per prove penetrometriche statiche con punta elettrica e con piezocono, con controllo della verticalità;
- 3.06 attrezzatura per prove S.P.T.;
- 3.07 attrezzatura per prova S.C.P.T.;
- 3.08 attrezzatura per prove di carico con piastre di diametro compreso tra 30 e 75 cm, completa di tutte le apparecchiature per la misura degli spostamenti;
- 3.09 martinetto per l'applicazione dei carichi;
- 3.10 attrezzatura per la misura della densità in sito;

Tutte le attrezzature devono essere conservate con cura; debbono essere altresì attuate appropriate procedure periodiche di manutenzione.

Per perforazioni di profondità superiore, e per eventuale necessità di elettropompe sommerse per prove di pompaggio, il laboratorio può utilizzare anche attrezzature non di proprietà del laboratorio stesso, rimanendo comunque direttamente responsabile dell'esecuzione dei sondaggi e delle prove.

Per ogni attrezzatura importante di prova e di misura deve essere tenuta aggiornata una scheda che deve riportare:

- a) il nome dell'attrezzatura;
- b) il nome del fabbricante, l'identificazione del tipo ed il numero di serie;
- c) la data di ricevimento, di installazione e di inizio dell'attività;
- d) la collocazione abituale;
- e) lo stato al momento del ricevimento (nuova, usata, ..);
- f) i dettagli sulle manutenzioni effettuate;
- g) la storia dei danni subiti, di tutti i malfunzionamenti relativi, di tutte le eventuali modifiche apportate, di tutte le riparazioni effettuate;
- h) il programma di taratura e di controllo nel tempo, e tutte le conseguenti operazioni.

## B1 ELENCO DELLE ATTREZZATURE PREVISTE IN FASE TRANSITORIA

### **1 Prove di laboratorio sui terreni**

(omissis)

### **2 Prove di laboratorio sulle rocce**

(omissis)



### 3 Prove in sito

3.01 n.1 sonda a rotazione completa di pompa per fluido di circolazione e di pompa ad alta pressione per campionamento, di aste di perforazione e di tubazione di rivestimento provvisorio, di campionatori tipo semplice e doppio, tipo Shelby, Osterberg e Denison; la sonda deve avere capacità di perforazione almeno fino a 30 m;

3.02 accessori quali: freatimetro, scandaglio, pocket penetrometer, torvane ed una dotazione di fustelle portacampioni per sonda;

3.03 attrezzatura per prova scissometrica;

3.04 attrezzatura per prova penetrometrica statica con penetrometro meccanico con capacità di spinta non inferiore a 200 KN.

3.05 sistema per prove penetrometriche statiche con punta elettrica e con piezocono, con controllo della verticalità;

3.06 attrezzatura per prove S.P.T.;

3.07 attrezzatura per prova continua S.C.P.T.;

3.08 attrezzatura per prove di carico con piastre di diametro compreso tra 30 e 75 cm, completa di tutte le apparecchiature per la misura degli spostamenti;

3.09 martinetto per l' applicazione dei carichi;

3.10 attrezzatura per la misura della densità in sito;

Tutte le attrezzature devono essere conservate con cura; debbono essere attuate appropriate procedure periodiche di manutenzione.

Per perforazioni di profondità superiore, e per eventuale necessità di elettropompe sommerse per prove di pompaggio, il laboratorio può utilizzare anche attrezzature non di proprietà del laboratorio stesso, rimanendo comunque direttamente responsabile dell'esecuzione dei sondaggi e delle prove.

Per ogni attrezzatura importante di prova e di misura deve essere tenuta aggiornata una scheda nella quale si deve riportare:

- a) il nome dell'attrezzatura;
- b) il nome del fabbricante, l'identificazione del tipo ed il numero di serie;
- c) la data di ricevimento, di installazione e di inizio dell'attività;
- d) la collocazione abituale;
- e) lo stato al momento del ricevimento (nuova, usata, ..);
- f) i dettagli sulle manutenzioni effettuate;
- g) la storia dei danni subiti, di tutti i malfunzionamenti relativi, di tutte le eventuali modifiche apportate, di tutte le riparazioni effettuate;
- h) il programma di taratura e di controllo nel tempo, e tutte le conseguenti operazioni.



C LOCALI

(omissis)

D DIRETTORE E PERSONALE DEL LABORATORIO

(omissis)

**Direttore:**

(omissis)

**Personale del laboratorio**

(omissis)

**Riservatezza e sicurezza**

(omissis)

**Imparzialità, indipendenza e integrità**

(omissis)

E GARANZIA DI QUALITÀ

(omissis)

**Metodi di prova e procedure**

(omissis)

**Certificati di prova**

(omissis)

Per le prove in sito, al rapporto di prova va allegata una corografia in scala opportuna in cui siano indicate l'ubicazione della zona di indagine ed una planimetria in scala opportuna con l'indicazione planoaltimetrica dei punti di indagine.

(omissis)

Inoltre, specificatamente per le prove in sito:

- a) l'ubicazione dettagliata dei punti di indagine (corografia e planimetria di dettaglio) ;
- b) l'identificazione della specifica di prova o la descrizione del metodo o della procedura di prova;
- c) l'attrezzo di perforazione, il metodo di perforazione ed il tipo di rivestimento;
- d) per le prove penetrometriche e per le prove scissometriche il tipo e le caratteristiche dell'attrezzatura;
- e) la descrizione, se necessario della procedura di campionamento;
- f) il rilievo stratigrafico con la data di inizio e di fine della perforazione, il diametro di perforazione, il diametro degli eventuali rivestimenti, i campioni prelevati ed il tipo di campionatore usato, la profondità e la data di prelievo;
- g) il rilievo della falda nel corso della perforazione.

(omissis)



## **Manipolazione dei campioni e degli oggetti sottoposti a prove**

(omissis)

F GARANTE ESTERNO

(omissis)

G DOCUMENTAZIONE RELATIVA ALLA GESTIONE DEL LABORATORIO

(omissis)

H RIFERIMENTI NORMATIVI

Le prove oggetto della presente circolare devono essere eseguite in ottemperanza ai seguenti riferimenti normativi:

- R.D. n. 2232 del 16.11.39 "Norme per l' accettazione delle pietre naturali da costruzione";

- R.D. n. 2234 del 16.11.39 "Norme per l' accettazione dei materiali per pavimentazioni";

A.G.I. (1977) - "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche";

A.G.I. (1994) - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio";

CNR UNI 10008/64 "Prove sui materiali stradali. Umidità di una terra";

CNR UNI 10009/64 "Prove sui materiali stradali. Prova C.B.R.";

CNR UNI 10010/64 "Prove sulle terre. Peso specifico di una terra";

CNR UNI 10013/64 "Prove sulle terre. Peso specifico dei grani";

CNR UNI 10014/64 "Prove sulle terre. Determinazione dei limiti di consistenza (o di Atterberg) di una terra".

I.S.R.M. (1974) "Determinazione della resistenza a taglio in laboratorio ed in situ";

I.S.R.M. (1975) "Indagini tecniche in sito";

I.S.R.M. (1978) "Determinazione della resilienza dell' abrasività e della resistenza all' abrasione delle rocce" (IJRMMS, 15, 89-97);

I.S.R.M. (1978) "Determinazione della resistenza a trazione dei materiali rocciosi" (IJRMMS, 15, 99-103);

I.S.R.M. (1978) "Descrizione quantitativa delle discontinuità negli ammassi rocciosi" (IJRMMS, 15, 319-368) - in traduzione italiana sulla R.I.G. 2/93;

I.S.R.M. (1979) "Determinazione della resistenza a compressione uniassiale e della deformabilità dei materiali rocciosi" (IJRMMS, 16, 135-140) - in traduzione italiana sulla R.I.G. 3/93;

I.S.R.M. (1979) "Determinazione di : Contenuto d' acqua, porosità, densità, imbibizione e proprietà relative, rigonfiamento, indici di durezza" (IJRMMS, 16, 141-156);

I.S.R.M. (1979) "Determinazione della deformabilità in situ della roccia con prove di carico su piastra in superficie ed in foro" (IJRMMS, 16, 195-214) - in traduzione italiana sulla R.I.G. 4/93.

I.S.R.M. (1981) "Descrizione geotecnica degli ammassi rocciosi" (IJRMMS, 18, 85-110);

I.S.R.M. (1983) "Determinazione della resistenza di materiali rocciosi in prove di compressione



triassiale" (IJRMMS, 20, 283-290);

I.S.R.M. (1985) "Determinazione della resistenza a carico puntuale (Point Load Test)" (IJRMMS, 22, 51-60) - in traduzione italiana sulla R.I.G. 1/94;

I.S.R.M. (1988) "Determinazione della tenacità' della roccia" (IJRMMS, 25, 71-96) - in traduzione italiana sulla R.I.G. 3/93;

I.S.R.M. (1989) "Prove di laboratorio su rocce argillitiche rigonfianti (IJRMMS, 26, 415-426);

I.S.R.M. (1989) "Prelievo di grandi campioni e prove triassiali su rocce fratturate" (IJRMMS, 26, 427-434);

Per tutte le prove non comprese nei riferimenti normativi predetti potrà farsi riferimento ad altre normative tecniche ed in particolare ai seguenti riferimenti normativi:

- U.K. (Gran Bretagna) - B.S. 1377 - B.S. 5930
- U.S.A. - A.S.T.M.

Per le prove per le quali non è disponibile una normativa italiana o straniera di riferimento nel certificato di prova si deve esporre il processo decisionale che ha portato all' adozione della particolare procedura di prova e l' eventuale letteratura scientifica di riferimento.

#### INDICE DELLE SIGLE RELATIVE ALLA NORMATIVA

A.G.I.=Associazione Geotecnica Italiana;

I.S.R.M.=International Society of Rock Mechanics;

IJRMMS=International Journal of Rock Mechanics & Mining Science & Geomechanical Abstract - Pergamon Press;

R.I.G.=Rivista Italiana di Geotecnica - Napoli;

B.S.=British Standard;

A.S.T.M.=American Society of Testing Materials.