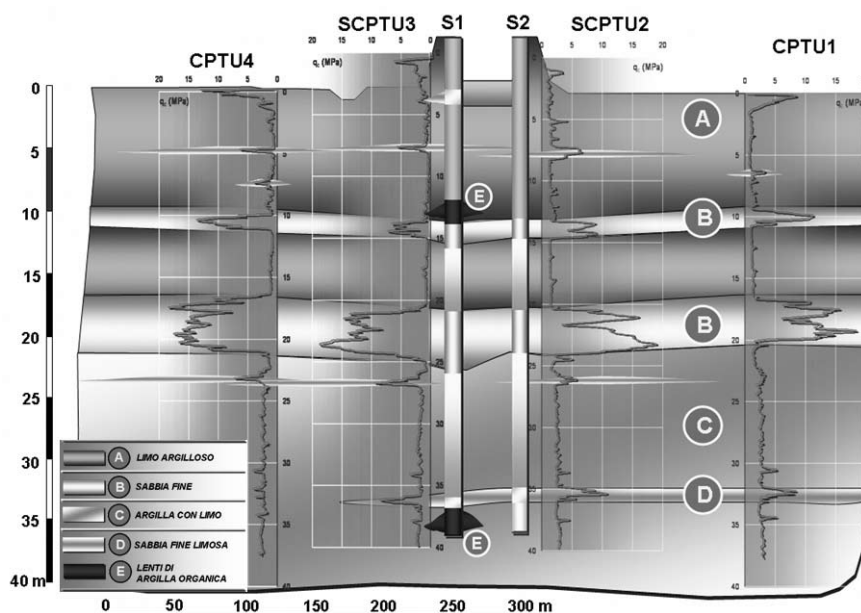


# ingegneri ferraresi

PERIODICO TRIMESTRALE DELLA FONDAZIONE  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI FERRARA



Editoriale - Quando 3+2 non fa 5

Valutazione degli effetti sismici locali

La disciplina delle terre e rocce da scavo

Privacy, GnuPG e... dadi



## NOTE PER I COLLABORATORI DELLA RIVISTA

Gli autori che intendono pubblicare un articolo sulla rivista IF Ingegneri Ferraresi possono inviare il proprio lavoro via mail alla segreteria di redazione [fondazione@ordingfe.it](mailto:fondazione@ordingfe.it) o [info@ordingfe.it](mailto:info@ordingfe.it), richiedendo che venga sottoposto alla revisione redazionale.

Le norme redazionali per la stesura degli articoli sono scaricabili dal sito dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Ferrara. Gli articoli sono normalmente soggetti alla revisione della Redazione.

Il comitato di redazione ha il compito di leggere l'articolo e di verificare che il testo sia scritto in modo chiaro e comprensibile, e che i contenuti siano adeguati alla filosofia della rivista.

L'autore è responsabile della qualità della nota presentata ed il revisore interviene solo in caso di palesi inesattezze o di contenuti particolarmente insoddisfacenti.

La revisione verificherà anche gli aspetti formali come la qualità tipografica e la proprietà linguistica.

## AVVERTENZE

**Titolo:** deve essere scritto con l'iniziale maiuscola e il resto minuscolo, ad eccezione degli acronimi e di quanto altro l'autore ritenga di dover scrivere in maiuscolo

*Esempio:*

Il Consolidamento delle travi in legno

**Autori:** devono seguire la seguente formattazione

Mario ROSSI

Ing. Libero Professionista

P.zza D'Armi, 3

44100 Ferrara

tel. 070xxxxxxx

fax 070xxxxxxx

e mail [rossi@xxxx.it](mailto:rossi@xxxx.it)

L'articolo dovrà contenere:

**Parole Chiave** (max 5 parole)

**Riassunto** (deve contenere un riassunto in italiano del lavoro)

*Note grafiche:*

L'Articolo deve essere scritto in Times New Romans 11, colore carattere nero; interlinea singola; margini: dall'alto/basso 27 mm, dai lati 37,5 mm.

Il grafico si riserva di cambiare carattere e dimensione secondo il progetto grafico della rivista.

Numero Pagine max pubblicabili 6

All'interno dell'articolo potranno essere presenti immagini, tabelle, formule che dovranno seguire le seguenti regole:

### Immagini

Dimensione minima per la base 14.5 cm

Risoluzione minima 300 dpi.

Tutte le immagini inserite nell'articolo devono essere consegnate anche come file singoli.

Formato di salvataggio TIFF, EPS, PDF in scala di grigio.

### Diagrammi

Nel caso fossero presenti, all'interno dell'articolo, diagrammi eseguiti con altri programmi quali Excel o Access devono essere allegati anche i file nativi del diagramma nel formato del programma.

### Formule

Le formule devono essere scritte con Equation Editor o MathType e devono essere numerate.

### Tabelle

La formattazione è libera, in fase di montaggio dell'articolo verranno riformattate.

### Bibliografia

Rossi M., Bianchi G. (2002). Le reti di stazioni permanenti GPS in Italia. Bollettino SIFET, n. 1 (2002), pp 37 – 45

Rossi M., Bianchi G. (2002). Le reti di stazioni permanenti GPS in Italia. In atti Convegno SIFET vol. I pp 75 – 105. Cagliari 22 -23 settembre 2004 Chia (Cagliari)

L'articolo in formato .doc o .rtf, dovrà essere inviato via e-mail all'indirizzo: [info@ordingfe.it](mailto:info@ordingfe.it) o [fondazione@ordingfe.it](mailto:fondazione@ordingfe.it).

Dovranno inoltre essere inviati via posta ordinaria o consegnati a mano:

- una copia dell'articolo, siglata dall'autore, su supporto cartaceo;
- il file di testo in originale e tutti i singoli files allegati, su idoneo supporto informatico.

L'indirizzo di spedizione è il seguente:

Dott.ssa Silvia Stefani

Segreteria Redazione IF

c/o Fondazione dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Ferrara

C.so Giovecca, 116

44121 Ferrara

Per qualsiasi informazione:

Dott.ssa Silvia Stefani

Segreteria Redazione IF

[info@ordingfe.it](mailto:info@ordingfe.it) o [fondazione@ordingfe.it](mailto:fondazione@ordingfe.it).

<i>Marco Gatti</i>	Quando 3+2 non fa 5	4
<i>Alessio Colombi, Marco Roversi</i>	Alcune considerazioni sulla valutazione degli effetti sismici locali da prove penetrometriche statiche	7
<i>Linda Collina, Mario Sunseri</i>	La disciplina delle terre e rocce da scavo – normativa di riferimento e modalità per una corretta gestione	20
<i>Tarin Gamberini</i>	Privacy, GnuPG e... dati - É personale. É privato. E non è affare di nessun altro se non tuo.	26

**Fondazione dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Ferrara**

*Presidente C.D.A.* Dott. Ing. Silvio Stricchi  
*Vice Presidente* Dott. Ing. Patrizia Carani  
*Tesoriere* Dott. Ing. Mauro Monti  
*Segretario* Dott. Ing. Paolo Osti

*Consiglieri*  
 Dott. Ing. Luca Benini  
 Dott. Ing. Alessandro Buzzoni  
 Dott. Ing. Piero Fiorini  
 Dott. Ing. Franco Mantero  
 Dott. Ing. Francesco Mascellani  
 Dott. Ing. Edi Massarenti  
 Dott. Ing. Rosario Russo

*Editore*  
**Fondazione dell'Ordine  
 degli Ingegneri  
 della Provincia di Ferrara**

*Direttore*  
 Marco Gatti

*Direttore Responsabile*  
 Nicola Bianchi

*Coordinamento  
 Segreteria Editoriale*  
 Silvia Stefani

*Progetto Grafico*  
 Carlo Manzo

*Direzione e Redazione*  
 Corso Giovecca, 116  
 Tel. 0532 207126  
 Fax 0532 248746

*Segreteria Editoriale*  
 Patrizia Tamburini  
  
*Revisori Redazionali*  
 Vincenzo Scida, Piero Fiorini,  
 Alessandro Bucci,  
 Mario Zaniboni

*Stampa*  
 Tipografia SATE - Via Goretti, 88 Ferrara  
 chiuso in tipografia il 08/07/2010  
 Stampato in 1.300 copie

fondazione@ordingfe.it  
 www.ordingfe.it

Registrazione Tribunale di Ferrara  
 5/07 del 13/03/2007

Questa pubblicazione è inviata a tutti gli iscritti dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Ferrara, agli Enti Locali, alle Federazioni Regionali e al Consiglio Nazionale.  
 Gli articoli e le note firmate esprimono solo l'opinione degli autori e non impegnano nè l'editore nè la redazione.

## Quando 3+2 non fa 5

MARCO GATTI \*

Il recente rapporto di 140 pagine della Corte dei Conti<sup>1</sup> sul sistema universitario italiano ha dimostrato, dati alla mano, che il sistema universitario basato sulla formula del 3+2, non è stato in grado, dopo dieci anni, di raggiungere gli scopi che si era proposto, ovvero di migliorare l'offerta formativa ed aumentare il numero di laureati.

Come ben noto, il sistema universitario italiano è stato riformato con il Decreto Ministeriale n. 509 del 1999, noto anche come "regolamento sull'autonomia didattica universitaria".

L'Università fu disegnata in corsi di laurea di base della durata di tre anni, a cui fu aggiunto un ulteriore percorso biennale.

Gli obiettivi erano sostanzialmente due:

- far accrescere il numero di laureati: già a quei tempi l'università italiana rappresentava una sterile fucina per numero di laureati in rapporto al livello di popolazione attiva;
- consentire un accesso più rapido al mondo del lavoro.

In realtà dietro questi virtuosismi si celavano altri interessi. In primo luogo consentire alle imprese di assumere dei tecnici con una formazione intermedia tra quella del laureato, proveniente dai vecchi cicli universitari e quella del diplomato pre riforma scuola media superiore ai costi di un diplomato. In secondo luogo scaricare sulla collettività gli oneri che le imprese sostenevano per formare e quindi portare a livello produttivo i diplomati.

Da quest'ultimo punto di vista non si è mai compreso come mai la riforma abbia coinvolto tutte le facoltà universitarie, senza distinzione tra quelle tecnico-scientifiche ed umanistiche.

Per comprendere questo insuccesso dobbiamo partire dai fruitori dell'offerta: gli studenti. All'indomani della riforma lo studente ha avuto da subito la percezione che il conseguimento del titolo di studio triennale rappresentasse una tappa "obbligatoria" per accedere al percorso biennale, l'unico che potesse effettivamente delimitare il confine tra laureato e diplomato.

Non è casuale che la scelta di interrompere gli studi, dopo il conseguimento della laurea triennale, sia stata inferiore alle attese.

Inoltre, per poter strutturare, anche se solo a livello formale, un corso di studi triennale avente le sembianze di una piccola laurea, ci si è trovati nella necessità di dover mettere sul piatto un'ampia offerta formativa.

Risultato, come denuncia la Corte dei Conti: proliferazione dei corsi di laurea<sup>2</sup> e, conseguentemente aumento del numero di esami da sostenere nell'arco di tempi brevi, esami molti dei quali sono risultati una ripetizione o un marginale approfondimento di contenuti già noti, costringendo lo studente ad una vera e propria corsa ad ostacoli nella quale immagazzinare più nozioni possibili, senza il tempo di metabolizzarle o farle proprie.

E, probabilmente, nella apparente disaffezione o disattenzione che spesso lo stesso docente trova nello studente si cela il risultato di una difficoltà reale, causata da una cattiva organizzazione del sistema stesso.

La laurea triennale è dunque vissuta come un mero e vacuo prosieguo della scuola superiore secondaria. Non solo non forma professionisti competenti (vedi la necessità di terminare i 5 anni per qualificarsi nel mondo del lavoro) ma è un limbo nel quale i ragazzi non hanno possibilità di crescere nemmeno dal punto di vista emotivo e relazionale: tutta l'attenzione è concentrata sulla quantità di esami da sostenere e superare.

\* Direttore della Rivista IF

---

1- Corte dei Conti - Referto sul sistema universitario - Marzo 2010.

2- I corsi di laurea di I° livello, dal 1999-2000 al 2007-2008, si sono incrementati del 27 per cento. Quelli di I° e II° livello sono passati da 4.539 nell'anno accademico 2003-2004 a 5.519 nell'anno accademico 2007-2008 per effetto della "crescita esponenziale dei secondi, passati da 1.204 nell'anno accademico 2003-2004 a 2.416 nell'anno accademico 2007-2008.

Non era quindi necessario attendere il rapporto della Corte dei Conti per comprendere che la laurea breve non avrebbe portato a nessun miglioramento:

- nella qualità formativa (il numero degli iscritti è rimasto sostanzialmente costante negli ultimi cinque anni);
- nel numero di laureati;
- nell'accesso al mondo del lavoro, con quota degli abbandoni dopo il primo anno praticamente inalterata <sup>3</sup>.

Per quanto concerne il mondo delle discipline tecniche la riforma ha poi comportato la nascita dei doppi albi ed innescato, a livello di competenze professionali, una tale ambiguità che il solo definirla così è di per sé un eufemismo.

A tutt'oggi il DPR 328/01 non ha chiarito se il laureato triennale iscritto ad un ordine professionale sia un tecnico intermedio oppure no, un ruolo sul quale il mondo della professione o delle imprese ha smesso di puntare, dopo essersi resi conto che stante la diversa formazione, soprattutto sotto un profilo pratico operativo, i laureati triennali non sono, e non potranno mai essere, per diversa cultura, dei super diplomati; conclusione: la formazione dei tecnici triennali non è adeguata a quella richiesta.

Lo stesso Consiglio Nazionale Ingegneri ha recentemente preso atto che la società non ritiene possibile un'estensione di competenze ai tecnici triennali lanciando un grido alle istituzioni universitarie affinché prendano atto che, per il bene comune, la formazione tecnica ed a maggior ragione quella ingegneristica è e deve rimanere qualitativamente distinta e diversa <sup>4</sup>.

---

3- Nell'anno accademico 2006-2007 la quota di abbandono al primo anno è stata stimata attorno al 20 per cento, valore questo sostanzialmente analogo a quello registrato negli anni precedenti la riforma degli ordinamenti didattici.

4 Estratto del DPR 328/2001 – Estratto da Nota CNI.

**Art. 1**  
**(Ambito di applicazione)**

**1.** Il presente regolamento modifica e integra la disciplina dell'ordinamento, dei connessi albi, ordini o collegi, nonché dei requisiti per l'ammissione all'esame di Stato e delle relative prove, delle professioni di: dottore agronomo e dottore forestale, agrotecnico, architetto, assistente sociale, attuario, biologo, chimico, geologo, geometra, ingegnere, perito agrario, perito industriale, psicologo.

**2.** Le norme contenute nel presente regolamento non modificano l'ambito stabilito dalla normativa vigente in ordine alle attività attribuite o riservate, in via esclusiva o meno, a ciascuna professione.

... Omiss...

**Art. 46**  
**(Attività professionali)**

**1.** Le attività professionali che formano oggetto della professione di ingegnere sono così ripartite tra i settori di cui all'articolo 45, comma 1:

a) per il settore "ingegneria civile e ambientale": la pianificazione, la progettazione, lo sviluppo, la direzione lavori, la stima, il collaudo, la gestione, la valutazione di impatto ambientale di opere edili e strutture, infrastrutture, territoriali e di trasporto, di opere per la difesa del suolo e per il disinquinamento e la depurazione, di opere geotecniche, di sistemi e impianti civili e per l'ambiente e il territorio;

b) per il settore "ingegneria industriale": la pianificazione, la progettazione, lo sviluppo, la direzione lavori, la stima, il collaudo, la gestione, la valutazione di impatto ambientale di macchine, impianti industriali, di impianti per la produzione, trasformazione e la distribuzione dell'energia, di sistemi e processi industriali e tecnologici, di apparati e di strumentazioni per la diagnostica e per la terapia medico-chirurgica;

c) per il settore "ingegneria dell'informazione": la pianificazione, la progettazione, lo sviluppo, la direzione lavori, la stima, il collaudo e la gestione di impianti e sistemi elettronici, di automazione e di generazione, trasmissione ed elaborazione delle informazioni.

**2.** Ferme restando le riserve e le attribuzioni già stabilite dalla vigente normativa e oltre alle attività indicate nel comma 3 formano in particolare oggetto dell'attività professionale degli iscritti alla sezione A, ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 1, comma 2, le attività, ripartite tra i tre settori come previsto dal comma 1, che implicano l'uso di metodologie avanzate, innovative o sperimentali nella progettazione, direzione lavori, stima e collaudo di strutture, sistemi e processi complessi o innovativi.

**3.** Restando immutate le riserve e le attribuzioni già stabilite dalla vigente normativa, formano oggetto dell'attività professionale degli iscritti alla sezione B, ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 1, comma 2:

a) per il settore "ingegneria civile e ambientale":

1) le attività basate sull'applicazione delle scienze, volte al concorso e alla collaborazione alle attività di progettazione, direzione dei lavori, stima e collaudo di opere edilizie comprese le opere pubbliche;

2) la progettazione, la direzione dei lavori, la vigilanza, la contabilità e la liquidazione relative a costruzioni civili semplici, con l'uso di metodologie standardizzate;

A questo punto si tratta di mettere in chiaro e con urgenza alcune regole.

La prima è che l'autonomia universitaria è un valore aggiunto che funziona bene solo se accompagnato da criteri di qualità accademica e regole sugli ordinamenti didattici ben precise; la seconda è che l'università per essere valutata e finanziata, non deve solo elaborare programmi formativi e progetti didattici ma anche realizzarli.

Quasi trecento sedi, più di duemila corsi di laurea, sono dati che fotografano una deriva bulimica e non una vera espansione organica del sistema.

Pretendere che l'ampliamento dell'offerta formativa e didattica sia ripensato nello spirito di standard qualitativi elevati significa prima di tutto impedire che agli studenti si contrabbandino come università, esperienze di tutt'altra natura.

Premiare i più capaci è lo strumento per selezionare l'offerta e anche la domanda: l'egualitarismo regge solo nella scuola dell'obbligo <sup>5</sup>.

A tutti buona lettura.

---

3) i rilievi diretti e strumentali sull'edilizia attuale e storica e i rilievi geometrici di qualunque natura;

b) per il settore "ingegneria industriale":

1) le attività basate sull'applicazione delle scienze, volte al concorso e alla collaborazione alle attività di progettazione, direzione lavori, stima e collaudo di macchine e impianti, comprese le opere pubbliche;

2) i rilievi diretti e strumentali di parametri tecnici afferenti macchine e impianti;

3) le attività che implicano l'uso di metodologie standardizzate, quali la progettazione, direzione lavori e collaudo di singoli organi o di singoli componenti di macchine, di impianti e di sistemi, nonché di sistemi e processi di tipologia semplice o ripetitiva;

c) per il settore "ingegneria dell'informazione":

1) le attività basate sull'applicazione delle scienze, volte al concorso e alla collaborazione alle attività di progettazione, direzione lavori, stima e collaudo di impianti e di sistemi elettronici, di automazioni e di generazione, trasmissione ed elaborazione delle informazioni;

2) i rilievi diretti e strumentali di parametri tecnici afferenti impianti e sistemi elettronici;

3) le attività che implicano l'uso di metodologie standardizzate, quali la progettazione, direzione lavori e collaudo di singoli organi o componenti di impianti e di sistemi elettronici, di automazione e di generazione, trasmissione ed elaborazione delle informazioni, nonché di sistemi e processi di tipologia semplice o ripetitiva.

#### *Estratto da NOTA CNI*

*Dall'esame attento del DPR 328/2001, si evidenzia come il legislatore detti le regole della professione di "Ingegnere", distinguendo tra le due sezioni dell'Albo A e B. Alla sez. A, amplia logicamente le attività che citerà al comma 3 precisando che alla sez. A, sono attribuiti in modo particolare tutte le attività di ingegnere che implicano l'uso di metodi avanzati, in pratica tutte le opere civili la cui progettazione risulta complessa, innovativa o sperimentale. Alle sez. B offre la possibilità di lavorare in collaborazione o in concorso, quindi a parità di condizioni, con altre figure che sono abilitate a svolgere attività di progettazione anche nell'ambito delle opere pubbliche. Inoltre consente la possibilità di svolgere attività di progettazione autonoma, senza vincoli di collaborazione o quant'altro, alle costruzioni civili semplici, quindi tutte quelle non complesse, innovative e sperimentali, utilizzando metodologie standardizzate, cioè conformi ad un insieme di regole pratiche, scientifiche e metodologiche, quindi non avanzate, innovative o sperimentali. L'ambito di distinzione è ben chiaro dalla normativa:*

- L'ingegnere sez. B può progettare sistemi e opere che non risultano complesse, innovative e sperimentali, al loro grado di complessità logicamente è legata anche la metodologia di progettazione.
- L'ingegnere sez. A può progettare sistemi e strutture anche complesse, innovative o sperimentali.

*Si ricorda che una sentenza del Tribunale ha stabilito che le norme dettate nel DPR 328/2001 non possono limitare la libertà di lavoro del professionista se non ben chiarite dalla normativa e essa non deve essere interpretata in maniera riduttiva. Quindi potrebbe concludere che:*

- Tutto ciò che non è complesso o innovativo è SEMPLICE;
- Se una metodologia non è avanzata, innovativa o sperimentale è STANDARDIZZATA.

5 Il Sole 24 Ore n. 128 - Martedì 11 Maggio 2010.

# Alcune considerazioni sulla valutazione degli effetti sismici locali da prove penetrometriche statiche

ALESSIO COLOMBI, MARCO ROVERSI \*

*Il contributo vuole presentare un esempio di valutazione di effetti sismici locali a partire da risultati di prove penetrometriche statiche (CPT); in particolare sarà illustrato un esempio di valutazione dell'amplificazione litologica, di verifica della suscettibilità a liquefare dei terreni e di calcolo del cedimento post-sismico atteso sulla base delle misure ottenute da una prova CPTu eseguita nel Comune di Ferrara.*

**Parole chiave** sismica, normativa, geotecnica, indagini in sito, fondazioni

## I. DEFINIZIONE DEL PROBLEMA

Le normative nazionali (D.M. 14.01.2008 [1]; Circolare C.S.LL.PP. n.617/2009 [2]) e regionali (D.A.L. Regione Emilia Romagna n.112/2007 [3]) impongono la valutazione dei cosiddetti effetti di sito ovvero di quei fenomeni di risposta locale e di stabilità del sito nei confronti di azioni sismiche che devono essere valutati preliminarmente alle successive scelte progettuali. Nella Provincia di Ferrara, stante l'assenza in generale di significative irregolarità topografiche, gli effetti sismici locali che devono essere valutati riguardano essenzialmente la definizione dell'amplificazione stratigrafica attesa (i.e. classificazione sismica del sito, ovvero la modifica in termini di ampiezza durata e contenuto in frequenza che l'azione sismica subisce trasmettendosi dal substrato rigido), la valutazione della suscettibilità a liquefare dei terreni granulari saturi presenti (ovvero la perdita di resistenza o l'accumulo di deformazioni plastiche in seguito a sollecitazioni cicliche o dinamiche), e la determinazione dei cedimenti indotti da sisma (addensamenti per i terreni a matrice granulare e cedimenti di riconsolidazione o dovuti al raggiungimento di deformazioni cicliche da taglio per quelli a matrice fine). Le analisi volte alla valutazione dei possibili effetti sismici in un sito necessitano, come base di partenza, una adeguata conoscenza delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche dei terreni presenti. La caratterizzazione geotecnica dei terreni, ai fini delle analisi di vulnerabilità sismica, deve riguardare almeno i primi 30 m di profondità dal piano campagna. Per costruzioni di ordinaria importanza il requisito di avere a disposizione indagini geotecniche in numero e qualità adeguata per una valutazione precisa ed esaustiva dei fenomeni di risposta sismica locale risulta spesso disatteso. Le indagini in sito che in questi casi più spesso, per non dire quasi esclusivamente, sono disponibili e sulle quali si deve basare tutta la progettazione, risultano essere prevalentemente le prove penetrometriche statiche (CPT). Nell'articolo vengono brevemente descritte le metodologie applicabili per la valutazione di effetti di sito a partire dai risultati di verticali CPT utilizzando alcune procedure semiempiriche, elaborate di recente e riconosciute in letteratura geotecnica.

\* Ingegneri, liberi professionisti  
Colombi & Roversi Associati Studio  
di Ingegneria

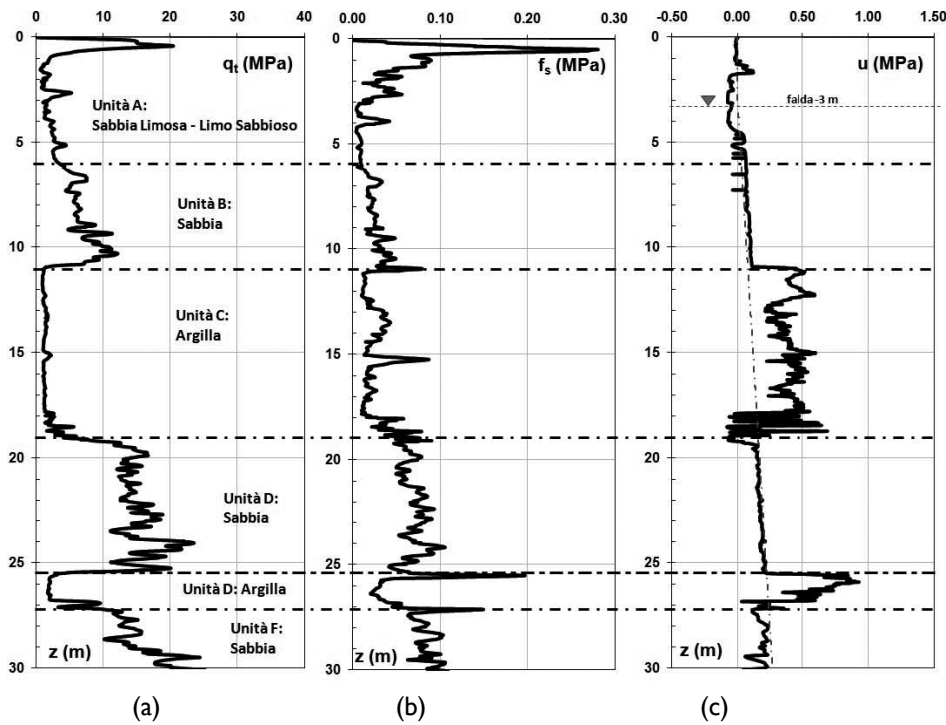


Figura 1. Risultati della verticale penetrometrica: andamento con la profondità di (a)  $q_t$ ; (b)  $f_s$  e (c)  $u$ .

Il sito che sarà analizzato nell'articolo è stato caratterizzato con l'esecuzione di una prova penetrometrica con punta elettrica e piezocono (CPTu) spinta fino alla profondità di 30 m dal piano campagna. Nella figura 1 sono mostrati i risultati della prova che sarà utilizzata nell'articolo in termini di resistenza alla punta  $q_t$  (corretta con la misura delle sovrappressioni neutre), resistenza per attrito laterale  $f_s$  e variazione della pressione dell'acqua  $u$ . La falda è stata rilevata a circa 3 m dal piano campagna. Nella figura sono riportate le principali unità litologiche (determinate nel caso specifico mediante la correlazione di Robertson del 1990 [4]) che sono così definite: dal piano campagna a 6 m di profondità sabbia limosa- limo sabbioso (unità A), da 6 m a 11 m sabbia (unità B), da 11 m a 19 m argilla (unità C), da 19 m a 25.3 m sabbia (unità D), da 25.3 m a 27.3 m argilla (unità E), da 27.3 m a 30 m sabbia (unità F). Nell'articolo per questioni di spazio non viene riportata la caratterizzazione geotecnica effettuata che comunque rappresenta un aspetto fondamentale per poter procedere con le valutazioni di qualsivoglia problematica di interazione con il terreno. Le verifiche saranno condotte nelle ipotesi che nel sito debba essere realizzata un'opera ordinaria per la quale la vita nominale è posta pari a  $V_N=50$  anni (Tipo di costruzione 2, Tab. 2.4.I in [1]) con classe d'uso è II per cui si assume un coefficiente d'uso pari a  $C_U=1$  (Tab. 2.4.II in [1]). Il periodo di riferimento  $V_R$  per la definizione delle azioni sismiche risulta pertanto pari a 50 anni. Il sito analizzato è ubicato nel comune di Ferrara ed in base alle coordinate geografiche e ai parametri appena definiti è caratterizzato da una accelerazione massima orizzontale attesa su sito di riferimento rigido per lo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV) pari ad  $a_g=0.136$  g. Il sito non presenta irregolarità altimetriche e si è assunto un coefficiente topografico pari a  $S_T=1$ .

## 2. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO

La classificazione sismica del sito, in base a quanto previsto da [1] e [2], deve essere preferibilmente condotta sulla base di misure della velocità di propagazione nei terreni delle onde di taglio ( $V_s$ ) attraverso la determinazione del valore di  $V_{s,30}$  ovvero della velocità equivalente nei primi 30 m di profondità. Avendo a disposizione solo misure derivanti da una CPTu, la norma consente di caratterizzare sismicamente il sito ricorrendo alla definizione dei due parametri  $c_{u,30}$  (ovvero resistenza a taglio non drenata equivalente dei terreni fini compresi nei primi 30 m di profondità) e  $N_{SPT,30}$  (ovvero resistenza penetrometrica dinamica equivalente dei terreni granulari compresi nei primi 30 m di profondità). Come

prima cosa è stato valutato il contenuto di fine (FC) con la profondità sulla base della correlazione proposta da Robertson e Wride (1998) [5]; si è quindi ricavato il profilo di  $N_{SPT}$  con la profondità utilizzando la correlazione proposta da Kulhawy e Mayne (1990) [6] che lega  $N_{SPT}$  al valore di resistenza alla punta  $q_c$  ed al contenuto di fine (FC) per terreni a matrice prevalentemente granulare. La figura 2(a) riporta l'andamento con la profondità del contenuto di fine dei terreni granulari; la figura 2(b) mostra il profilo di  $N_{SPT}$  con la profondità ricavato a partire dalle misure della CPTu mediante la correlazione citata. Noto l'andamento di  $N_{SPT}$  per i terreni granulari è stato ricavato il valore di  $N_{SPT,30}$  in accordo a quanto riportato nel D.M. 14.01.08 [1] ed è risultato pari a 15.11. L'andamento della resistenza a taglio non drenata con la profondità per i terreni fini è stata ricavata applicando la classica espressione  $q_c = N_k c_u + \sigma_{v0}$ , con  $N_k$  fattore di cono assunto pari a 15 in base alle indicazioni riportate da Jamiolkowski et Al. (1982) [7]. Nella figura 2(c) è riportato il profilo della resistenza non drenata con la profondità per i terreni fini. Noto l'andamento di  $c_u$  è stato ricavato il valore di  $c_{u,30}$  in accordo a quanto riportato nel D.M. 14.01.08 [1] ed è risultato pari a 77.57 kPa. A conferma delle valutazioni effettuate è stata utilizzata la correlazione di Andrus et Al. (2001) [8], calibrata sui terreni alluvionali della provincia di Ferrara [9] [10], che lega la velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  nei terreni al valore di resistenza alla punta  $q_c$  misurato nella verticale penetrometrica, secondo la seguente espressione:

$$V_s = A \cdot \frac{1}{\left(\frac{p_a}{\sigma'_{v0}}\right)^{0.25}} \left[ \left(\frac{q_c}{p_a}\right) \cdot \left(\frac{p_a}{\sigma'_{v0}}\right)^n \right]^\alpha \quad (1)$$

dove:

$q_c$  : valore di resistenza alla punta nella verticale CPTu

$p_a$ : pressione atmosferica (pari a 101 kPa)

$\sigma'_{v0}$ : stato tensionale efficace geostatico

$n$ : coefficiente determinato con la procedura iterativa di Robertson e Wride (1998) [5]

$A$  e  $\alpha$ : coefficienti empirici calibrati specificatamente sui terreni alluvionali della provincia di Ferrara (Giretti et Al., 2007 [9]; Colombi et Al., 2007 [10])

La figura 2(d) riporta l'andamento con la profondità di  $V_s$  ottenuto dalla correlazione con le misure della resistenza penetrometrica sopra definita; per confronto, nella stessa figura sono sovrapposte anche le misure di  $V_s$  effettuate mediante l'impiego di un penetrometro con modulo sismico, e da un esame degli andamenti si vede una buona corrispondenza con i risultati della correlazione (con un errore medio inferiore a circa il 20%). Noto l'andamento di  $V_s$  è stato ricavato il valore di  $V_{s,30}$  in accordo a quanto riportato nel D.M. 14.01.08 [1] ed è risultato pari a 205 m/s. Essendo  $70 \text{ kPa} < c_{u,30} < 250 \text{ kPa}$ ,  $15 < N_{SPT,30} < 50$  e  $180 \text{ m/s} < V_{s,30} < 360 \text{ m/s}$ , il suolo dell'area in oggetto può essere classificato di tipo C (depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, Tab. 3.2.11 in [1]). Il coefficiente di amplificazione stratigrafica risultante per il sito in esame (funzione della categoria di sottosuolo appena valutato, dell'accelerazione su suolo rigido e del fattore di amplificazione spettrale massima determinati in base alle coordinate geografiche) è risultato pari a  $S_s=1.49$ . Pertanto l'accelerazione massima attesa sul sito in esame (per lo stato limite ultimo SLV considerato) è pari a:

$$a_{g,max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g = 1.49 \cdot 1 \cdot 0.136 \text{ g} = 0.20264 \text{ g} \quad (2)$$

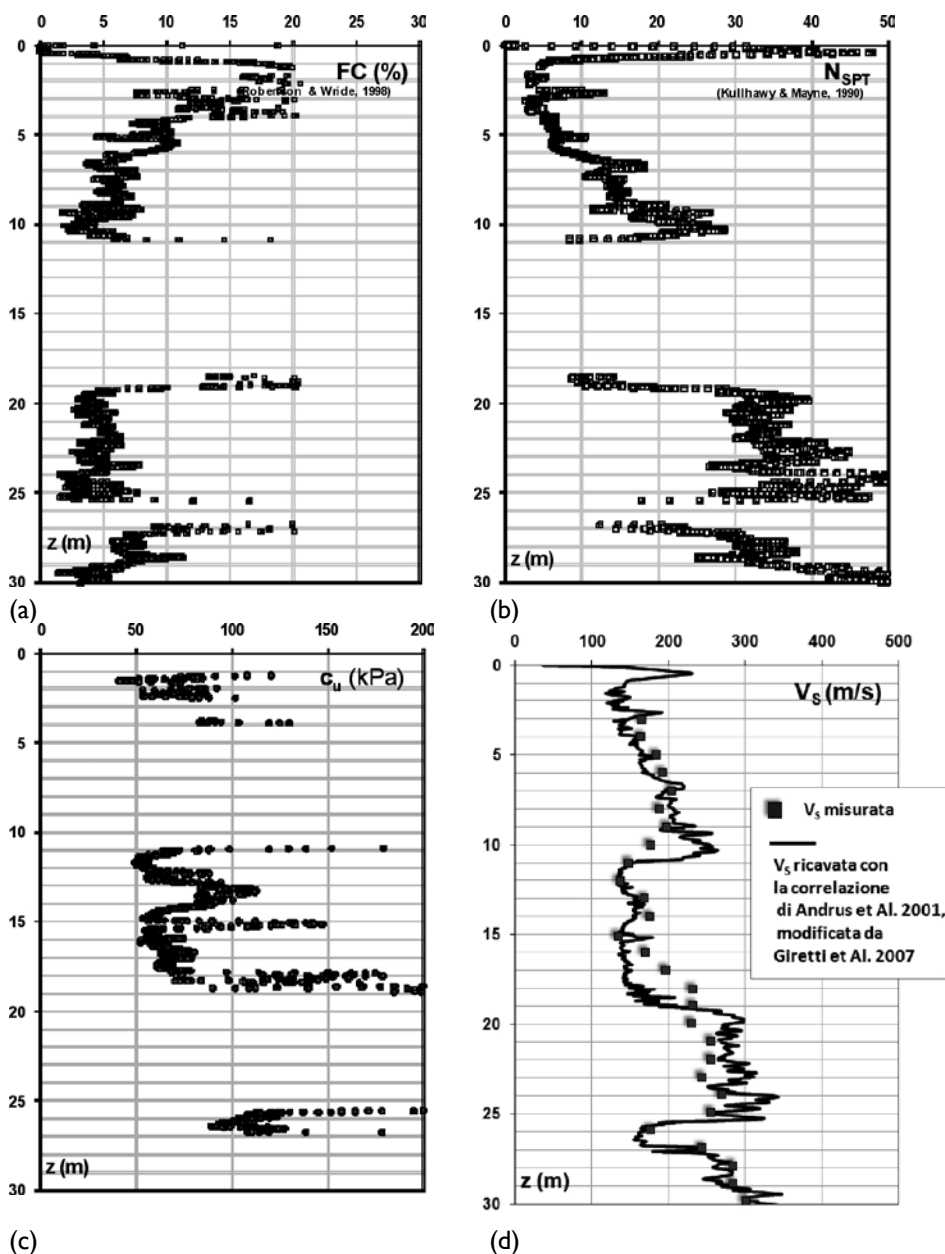


Figura 2. Elaborazioni per la classificazione sismica del sito a partire dai risultati di una prova CPTu: (a) profilo del contenuto di fine per i terreni granulari; (b) profilo di  $N_{SPT}$  per i terreni granulari; (c) profilo della resistenza a taglio non drenata per i terreni fini; (d) profilo della velocità di propagazione delle onde di taglio.

### 3. VERIFICA A LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

La verifica della suscettibilità a liquefazione dei terreni è stata condotta con un metodo che utilizza le misure di resistenza alla punta e laterale effettuate dalla prova penetrometrica condotta (Robertson, 2009 [13]). La liquefazione di un terreno granulare saturo consiste nella perdita di resistenza o nell'accumulo di deformazioni plastiche in seguito a sollecitazioni cicliche o dinamiche; in occorrenza di una sollecitazione sismica si può infatti raggiungere nei terreni granulari saturi una condizione di incremento della pressione dell'acqua contenuta nei vuoti intergranulari tale da ridurre, fino al limite annullare, lo stato tensionale efficace ed i contatti tra i grani costituenti lo scheletro solido del terreno. In questi casi il terreno perde quasi completamente le sue caratteristiche di resistenza e di rigidità originarie tendendo ad un comportamento proprio di un fluido viscoso. La procedura semplificata, inizialmente proposta da Seed e Idriss (1971) [11] per valutare la resistenza a liquefazione, fondamentalmente implica il calcolo di due parametri: il livello di sollecitazione ciclica del suolo causato dal sisma, espresso come indice o rapporto di sollecitazione ciclica CSR (Cyclic Stress Ratio) e la resistenza del terreno alla liquefazione espressa come indice o rapporto di resistenza ciclica CRR (Cyclic Resistance Ratio).

Il rapporto di sforzo ciclico CSR è stato determinato con l'espressione proposta da Seed e

Idriss (1971) basata sul modello di colonna di terreno saturo di sezione unitaria che oscilla come un corpo rigido sotto l'azione di un terremoto:

$$CSR = 0.65 \cdot (a_{g,max}/g) \cdot (\sigma_{v0}/\sigma'_{v0}) \cdot r_d \quad (3)$$

Dove:

$a_{g,max}$  = accelerazione orizzontale massima in superficie (comprensiva del fattore di amplificazione stratigrafica e se presente di quello topografico)

$g$  = accelerazione di gravità

$\sigma_{v0}$ ,  $\sigma'_{v0}$  = tensioni totale ed efficace alla profondità considerata

$r_d$  = coefficiente di riduzione degli sforzi di taglio con la profondità per tenere conto della deformabilità del terreno calcolato con le espressioni proposte da Youd et Al. (2001) [12].

La verifica a liquefazione è condotta in condizione di free-field ovvero di piano di campagna orizzontale ed in assenza di sforzi di taglio antecedenti il sisma (fattori  $K_\alpha$  e  $K_\sigma$  del metodo di Robertson assunti pari ad 1). Il fattore di resistenza ciclica CRR è stato determinato con l'espressione ricavata originariamente per un terremoto di riferimento avente magnitudo  $M=7.5$ . Per terremoti con magnitudo attesa differente occorre correggere il rapporto CRR (o analogamente il fattore di sicurezza) con un opportuno fattore di scala MSF (Magnitude Scaling Factor) che è funzione della magnitudo di progetto del terremoto, per il quale, nelle verifiche a liquefazione condotte, è stata adottata l'espressione proposta da Robertson (2009) [13].

Si definisce quindi un fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione come segue:

$$F_{SL} = \frac{CRR_{M=7.5}}{CSR} \cdot MSF \quad (4)$$

L'area in oggetto all'interno della la zona sismogenetica denominata ZS912 (Dorsale Ferrarese) della zonazione ZS9 dell'INGV [14]. Una zona sismogenetica è una area di territorio definita da uniformi caratteristiche sismologiche, tettoniche e geologiche, per la quale è possibile assegnare un'unica relazione di ricorrenza tra magnitudo e frequenza di occorrenza alle sorgenti di sismicità. La zona sismogenetica ZS912 è caratterizzata da un meccanismo focale prevalente del tipo a fagliazione inversa e da un intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti compreso tra 5 e 8 km. Sulla base dei terremoti riportati nel catalogo parametrico CPT104 [15], coerente con la zonazione ZS9, è stata applicata la legge di regressione di Gutenberg e Richter (1944) [16] in accordo alle indicazioni riportate nelle recenti Linee Guida AGI (2005) [17] per ottenere informazioni in merito alla magnitudo da considerare nelle successive valutazioni. Tale approccio ha lo scopo di definire una legge che legghi la frequenza media annuale di occorrenza di un terremoto al corrispondente valore di magnitudo  $M$  per la zona sismogenetica considerata. Ai fini della progettazione allo stato limite ultimo (SLV), il tempo di ritorno considerato per gli eventi naturali è stato riferito ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (vita utile dell'opera) che corrisponde ad un tempo di ritorno  $T_R = 475$  anni. Sulla base dei parametri ottenuti dalla legge di regressione la magnitudo di riferimento risulta pari a  $M_{gr}=5.81$ . Poiché però i cataloghi sismici ottenuti a partire da analisi storiche possono essere influenzati da errori dovuti alla non completezza delle informazioni contenute negli archivi utilizzati per la compilazione del catalogo stesso, il rapporto dell'INGV [14] definisce una magnitudo massima attesa per ogni zona sismogenetica stabilita sulla base di analisi di completezza effettuate sia su base storica che statistica. Per la zona ZS912 la magnitudo massima attesa ottenuta dalle analisi di completezza risulta pari a  $M_{max} = 6.14$ . Le valutazioni sono state condotte per entrambe le magnitudo appena definite.

Per condurre la verifica a liquefazione dei terreni granulari saturi presenti nel sito si applicherà la procedura proposta originariamente da Robertson e Wride (1998) [5], nella sua versione recentemente aggiornata e modificata (Robertson, 2009 [13]).

Per la verticale penetrometrica indagata sono stati determinati: 1) il profilo con la profondità della resistenza a liquefazione espressa in termini di indice di resistenza ciclica (CRR); 2) Il profilo con la profondità del fattore di sicurezza a liquefazione  $F_{SL}$  per terremoti con magnitudo 5.81 e 6.14 assunti come terremoti di progetto.

La procedura da applicare viene sinteticamente riassunta di seguito:

- Determinazione del rapporto di sollecitazione sismica CSR con l'equazione (3).
- Normalizzazione della resistenza alla punta e laterale con lo stato tensionale mediante un metodo iterativo di calcolo ( $Q_{tn}$ ).
- Determinazione dell'indice di classificazione del terreno  $I_C$  che è funzione delle resistenze normalizzate determinate al passo precedente; il valore di  $I_C$  rappresenta, nel metodo proposto da Robertson (2009) [13], il criterio fondamentale per distinguere i diversi comportamenti del terreno alle sollecitazioni sismiche:  $I_C < 2.5$  terreni granulari;  $I_C > 2.7$  terreni argillosi (non soggetti a liquefazione);  $2.5 \leq I_C \leq 2.7$  zona di transizione tra sabbie e argille.
- Stima del contenuto di fine (FC) a partire dal valore di  $I_C$ .
- Definizione di una resistenza alla punta normalizzata per tenere in conto del contenuto di fine ( $Q_{tn,cs}$ ).
- Determinazione con la profondità del rapporto  $CRR_{7.5}$  ovvero corrispondente alla magnitudo di riferimento pari a 7.5
- Determinazione di un profilo del fattore di sicurezza  $F_{SL}$  con la profondità scalato con il corrispondente fattore di scala della magnitudo.

Nella figura 3 è mostrato il diagramma di flusso che illustra il metodo per la valutazione del rapporto di resistenza ciclica  $CRR_{7.5}$  secondo la procedura proposta da Robertson (2009) [13] adottata per le valutazioni condotte in questo articolo.

I risultati delle analisi sono mostrati in figura 4. La figura 4(a) mostra gli andamenti della resistenza alla punta normalizzata con lo stato tensionale ( $Q_{tn}$ ) e quello corretto con il contenuto di fine ( $Q_{tn,cs}$ ); quest'ultimo, ricavato solo per i terreni a matrice granulare, viene utilizzato dal metodo per considerare l'influenza positiva (ovvero di diminuzione della suscettibilità a liquefare) che le particelle fini hanno nella risposta sismica di un terreno granulare. Nella figura 4(b) sono riportati gli andamenti con la profondità del rapporto di sollecitazione ciclica CSR e di resistenza ciclica dei terreni granulari  $CRR_{7.5}$  riferito alla magnitudo di riferimento pari a 7.5. Tali rapporti sono valutati per i terreni sottostanti il livello di falda di progetto in quanto solo i terreni granulari saturi sono soggetti al fenomeno di liquefazione. Il confronto tra  $CRR_{7.5}$  e CSR fornisce una misura della tendenza di un terreno a resistere adeguatamente alla sollecitazione sismica di progetto ovvero di non andare incontro al manifestarsi del fenomeno della liquefazione. Le figure 4(c) e 4(d) riportano gli andamenti con la profondità del fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione dei terreni granulari saturi riferiti ad una magnitudo di progetto pari a 6.14 e 5.81 rispettivamente.

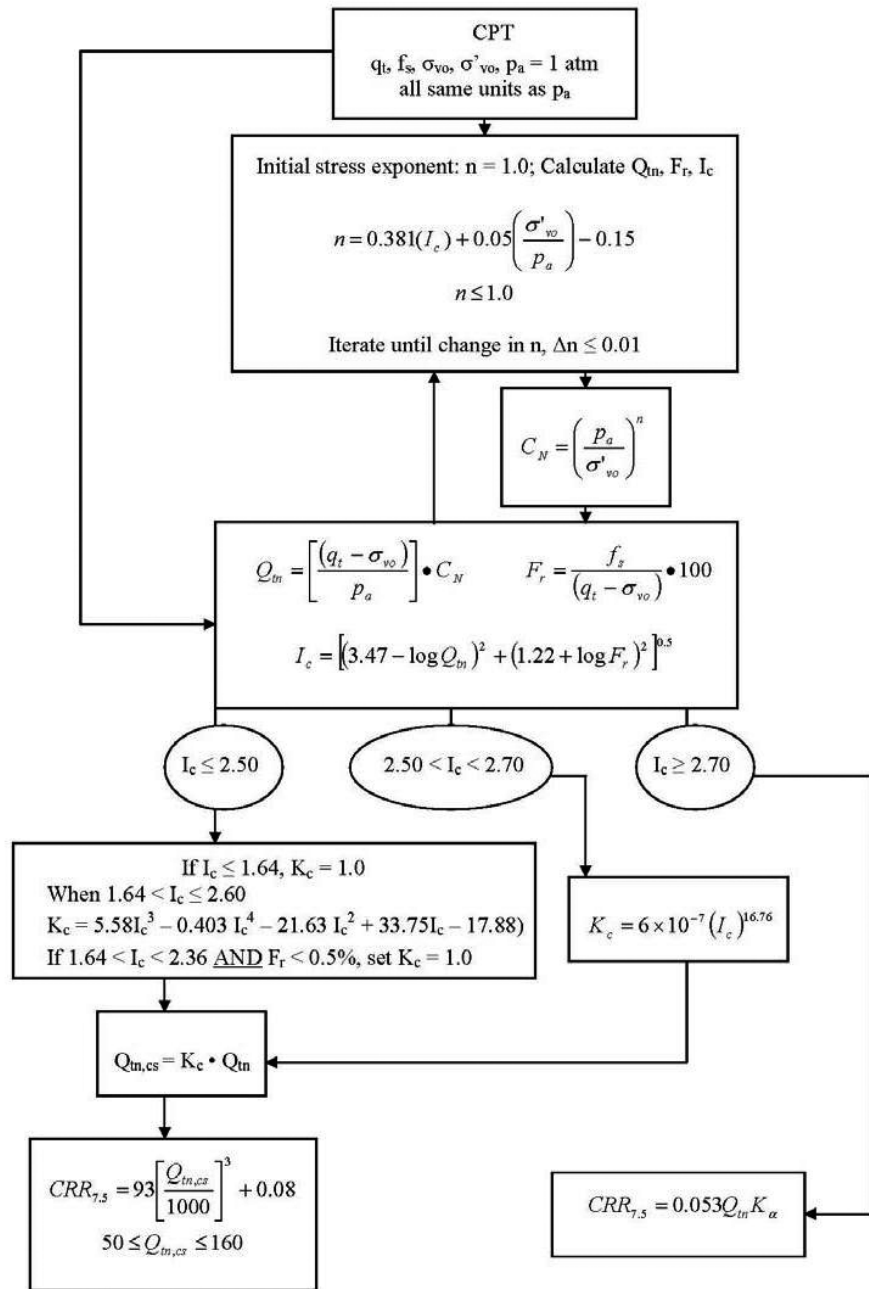
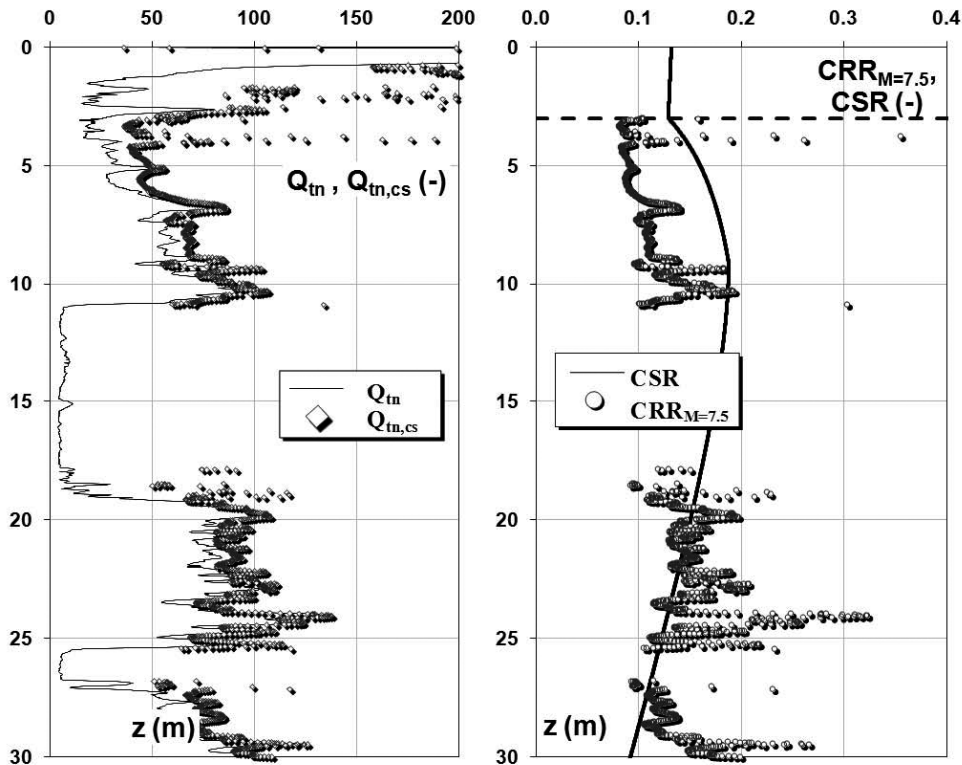


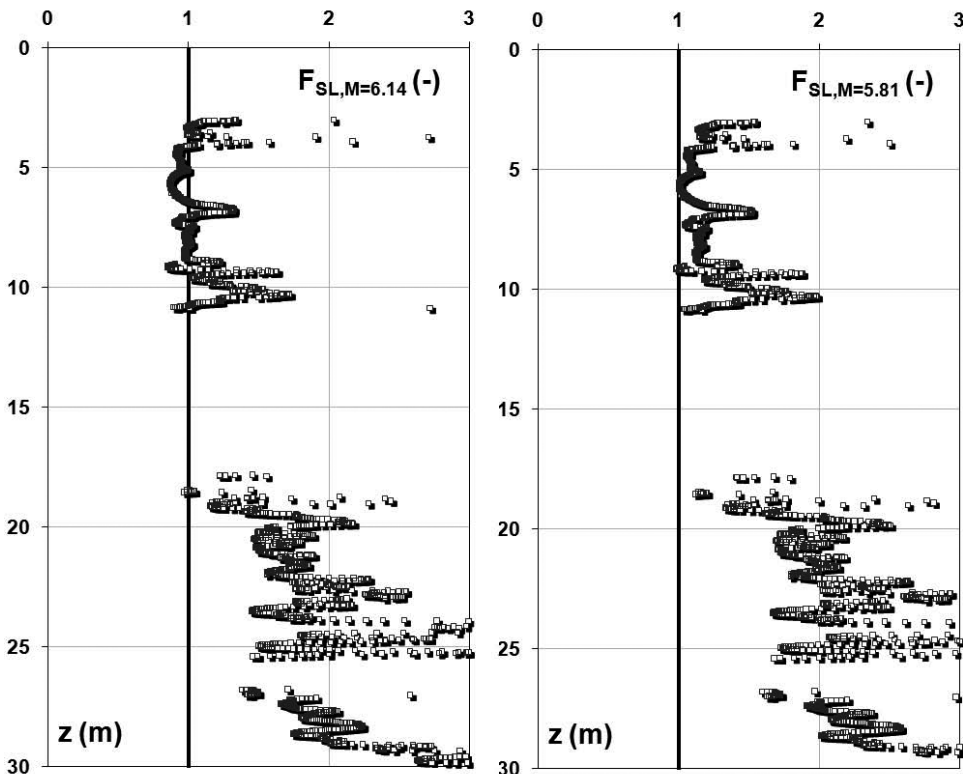
Figura 3. Diagramma di flusso per la valutazione del rapporto di resistenza ciclica CRR7.5 (tratta da Robertson & Cabal, 2009 [18])

La Circolare n. 617/2009 [2] indica che la sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista; a differenza della precedente O.P.C.M. n.3274/2003 [19], in cui veniva espressamente indicato un fattore di sicurezza pari a 1.25 per i fenomeni di liquefazione, la normativa vigente non obbliga all'assunzione di un determinato coefficiente di sicurezza. Nelle valutazioni riportate nell'articolo, dato lo scopo di semplice descrizione del metodo di verifica, si è scelto un valore limite del fattore di sicurezza pari ad 1, che costituisce la soglia al di sotto del quale il fenomeno accade, senza applicare ulteriori margini di sicurezza, senz'altro giustificabili in casi reali in funzione del tipo di opera che si intende costruire e in base al numero e qualità delle indagini disponibili.



(a)

(b)



(c)

(d)

Figura 4. Risultati delle analisi di liquefazione dei terreni (a) andamento delle resistenze alla punta normalizzata e corretta con il contenuto di fine; (b) profilo di CSR e  $CRR_{7.5}$ ; (c) profilo del fattore di sicurezza con la profondità per una magnitudo pari a 6.14; (d) profilo del fattore di sicurezza con la profondità per una magnitudo pari a 5.81.

La figura 4(c) mostra che da circa 3 m a circa 8 m di profondità, i terreni granulari sotto falda presenti manifestano un fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione inferiore all'unità e pertanto sono potenzialmente soggetti al fenomeno se sollecitati dal terremoto di progetto con  $M=6.14$ . Gli altri terreni granulari presenti, a parte qualche strato di spessore da centimetrico a decimetrico, hanno fattori di sicurezza maggiori di 1. Nella

figura 4(d) l'andamento di  $F_{SL}$  è ovviamente identico in termini di distribuzione con la profondità a quello precedente, ma è semplicemente traslato di un diverso fattore di scala dovuto alla magnitudo più bassa ( $M=5.81$ ). In questo caso la variazione della magnitudo di progetto implica che il fattore di sicurezza risulta praticamente sempre maggiore all'unità, sebbene di poco per i terreni compresi tra circa 3 m e circa 8 m di profondità. L'adozione di un fattore di sicurezza minimo maggiore di 1 (per es. 1.25 come nell'O.P.C.M. 3274 [19]) renderebbe classificabili come liquefacibili strati maggiori di terreno per entrambe le magnitudo considerate. Dai risultati mostrati appare evidente come le valutazioni di liquefacibilità dei terreni siano fortemente dipendenti dalla accelerazione di progetto, dalla magnitudo di riferimento e dalla misura di sicurezza adottata.

#### 4. CALCOLO DEI CEDIMENTI POST-SISMICI

Il calcolo dei cedimenti post-sismici è stato effettuato in base al metodo proposto da Robertson (2009) [13]. Il metodo consiste nella valutazione dei cedimenti attesi in base a correlazioni con i risultati di prove penetrometriche statiche. Il calcolo proposto nel metodo è condotto in maniera distinta per terreni granulari e per terreni fini.

##### 4.1 CEDIMENTO POST-SISMICO DEI TERRENI GRANULARI

Il calcolo del cedimento post-sismico riguarda la valutazione delle deformazioni volumetriche indotte a seguito dell'addensamento dei terreni granulari. I cedimenti sono stati valutati in accordo a Robertson (2009) [13] attraverso la metodologia elaborata da Zhang et Al. (2002) [20]. Sulla base della verticale penetrometrica è stato definito il valore alla punta normalizzata e corretta per il contenuto di fine  $Q_{tn,cs}$  (indicata in figura 5 come  $(q_{c1N})_{cs}$ ), il valore del fattore di sicurezza a liquefazione FS, e, attraverso le funzioni riportate da Zhang et Al. (2002) [20] (vedi figura 5), si sono valutate le deformazioni volumetriche post sismiche indotte ( $\varepsilon_v$ ). Noto lo spessore di partenza dello strato, il cedimento corrispondente (s) è stato ricavato applicando la seguente formula (Robertson, 2009 [13]):

$$s = \varepsilon_v \cdot \Delta H \quad (5)$$

Dove:

$\varepsilon_v$  : deformazione post sismica indotta calcolata in funzione della resistenza penetrometrica normalizzata e del fattore di sicurezza a liquefazione calcolato alla quota corrispondente utilizzando le espressioni riportate graficamente in figura 5.

$\Delta H$  : spessore iniziale dello strato

Nelle elaborazioni condotte il calcolo del cedimento viene effettuato in corrispondenza di ciascuna lettura della prova penetrometrica e pertanto lo spessore iniziale di ciascuno strato  $\Delta H$  è pari all'intervallo di terreno compreso tra due letture consecutive della prova (che nel caso di una prova con punta elettrica risulta essere pari a circa 2 cm).

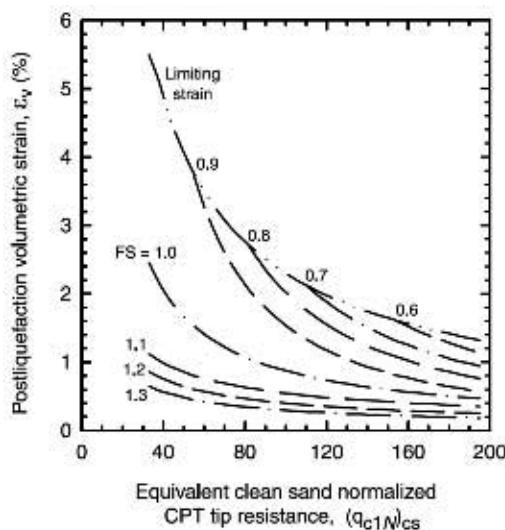


Figura 5. Valutazione delle deformazioni post-sismiche indotte negli strati granulari (tratta da Zhang et Al., 2002 [20])

#### 4.2 CEDIMENTO POST-SISMICO DEI TERRENI FINI

In base alle indicazioni riportate nelle in [3] e [17], il cedimento dei terreni fini è dovuto principalmente a fenomeni di riconsolidazione conseguenti alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulate durante il terremoto e al manifestarsi di deformazioni da taglio indotte dalle sollecitazioni cicliche.

Il metodo proposto da Robertson (2009) [13] prevede la definizione di un Rapporto di Resistenza ciclica ( $CRR_{\gamma=3\%}$ ) che valuta la resistenza dei terreni fini a manifestare deformazioni se soggetti a sollecitazioni sismiche, in base alla seguente espressione:

$$CRR_{\gamma=3\%,M=7.5} = 0.053 \cdot Q_{tn} \cdot K_{\alpha} \quad (6)$$

Con:

$CRR_{\gamma=3\%,M=7.5}$  = rapporto di resistenza ciclica del terreno corrispondente al raggiungimento di una deformazione di taglio pari al 3% per un terremoto avente magnitudo di riferimento pari a 7.5.

$Q_{tn}$  = resistenza alla punta penetrometrica normalizzata e corretta in base alla procedura di Robertson (2009) [13]

$K_{\alpha}$  = fattore che considera l'inclinazione del piano campagna (pari ad 1 per piano di campagna orizzontale)

Si definisce quindi un fattore di sicurezza nei confronti della deformazione post-sismica dei terreni fini come segue:

$$F_{S,\gamma=3\%} = \frac{CRR_{\gamma=3\%,M=7.5}}{CSR} \cdot MSF \quad (7)$$

Con

MSF = fattore di scala della magnitudo calcolato per i due valori di Magnitudo pari a 5.81 e 6.14 (MSF=1 per M=7.5) in base all'espressione di Boulanger & Idriss (2005) [21] valida per terreni fini e differente dal fattore di scala della magnitudo valevole per i terreni granulari adottata per la valutazione dei fenomeni di liquefazione.

CSR = rapporto di sollecitazione ciclica definito dall'espressione (3)

Il cedimento corrispondente è poi ricavato analogamente ai terreni granulari applicando l'equazione (4) con la deformazione  $\varepsilon_v$  definita dalle seguenti espressioni (Robertson, 2009) in funzione della resistenza alla punta normalizzata  $Q_{tn}$  e del fattore di sicurezza nei confronti del manifestarsi di deformazioni cicliche:

$$\begin{aligned} \text{se } FS_{\gamma=3\%} > 0.84 \Rightarrow \varepsilon_{vol} &= \frac{[0.8 - 2.66 \log(FS_{\gamma=3\%})]}{[0.33 \cdot (10 - 9 \log(0.33 \cdot Q_{tn})) \cdot (Q_{tn})^3]} \\ \text{se } FS_{\gamma=3\%} \leq 0.84 \Rightarrow \varepsilon_{vol} &= \frac{1}{Q_{tn}^2} \leq 1\% \end{aligned} \quad (8)$$

Nella figura 6 sono mostrati i risultati delle elaborazioni condotte nella verticale CPTu analizzata per i terreni fini. La figura 6(a) riporta i profili di CSR e  $CRR_{\gamma=3\%,M=7.5}$  con la profondità per i terreni fini presenti. Le figure 6(b) e 6(c) riportano gli andamenti del fattore di sicurezza nei confronti del manifestarsi di deformazioni cicliche indotte nei terreni fini scalati per le due magnitudo considerate (pari a 6.14 e 5.81).

#### 4.3 RISULTATI DEL CALCOLO

La figura 7 illustra il risultato complessivo in termini di cedimenti post sismici indotti nei terreni presenti nel sito (sia granulari sia fini). La figura 7(a) riporta i cedimenti corrispondenti per ciascun strato in cui è stata suddivisa la stratigrafia (per entrambe le magnitudo di progetto); dall'immagine si nota la preponderanza dei contributi dovuti ai terreni granulari più superficiali causati dal fenomeno della liquefazione. La figura 7(b) riporta i profili con la profondità dei cedimenti calcolati per le due magnitudo di progetto; per M=5.81 il cedimento post sismico atteso al piano campagna è pari a 5.2 cm mentre per M=6.14

è risultato pari a 11.1 cm. L'entità dei cedimenti risultanti dipende dagli strati granulari saturi più superficiali che hanno bassi fattori di sicurezza nei confronti della liquefazione (vedi figura 5) e la differenza tra i due terremoti di progetto considerati evidenzia ancora una volta la dipendenza dei risultati dall'energia attesa del terremoto e della conseguente sollecitazione ciclica indotta sui terreni.

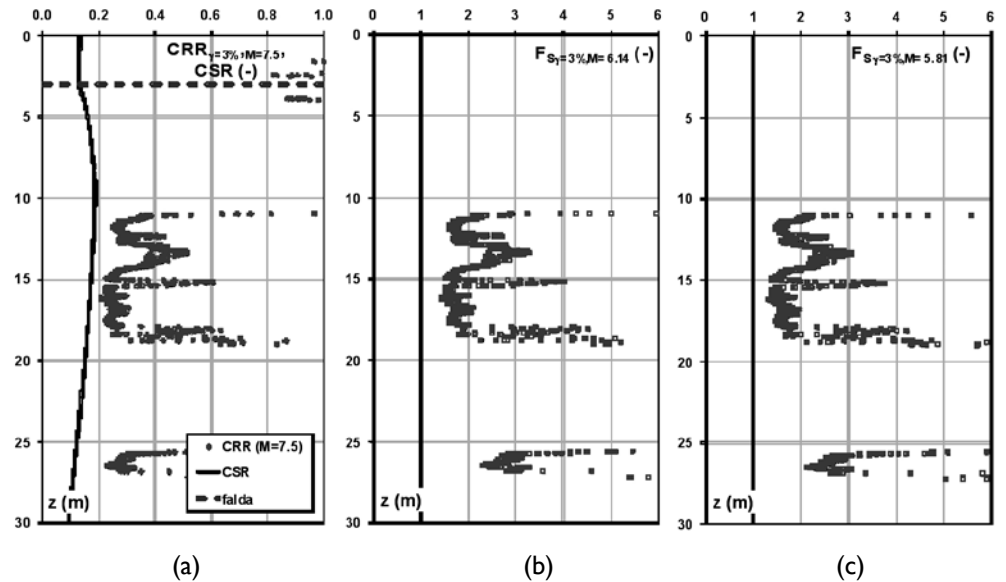


Figura 6. Risultati delle analisi del cedimento post-sismico dei terreni fini: (a) profilo di CSR e  $CRR_{\gamma=3\%,M=7.5}$ ; (b) profilo del fattore di sicurezza con la profondità per una magnitudo pari a 6.14; (c) profilo del fattore di sicurezza con la profondità per una magnitudo pari a 5.81.

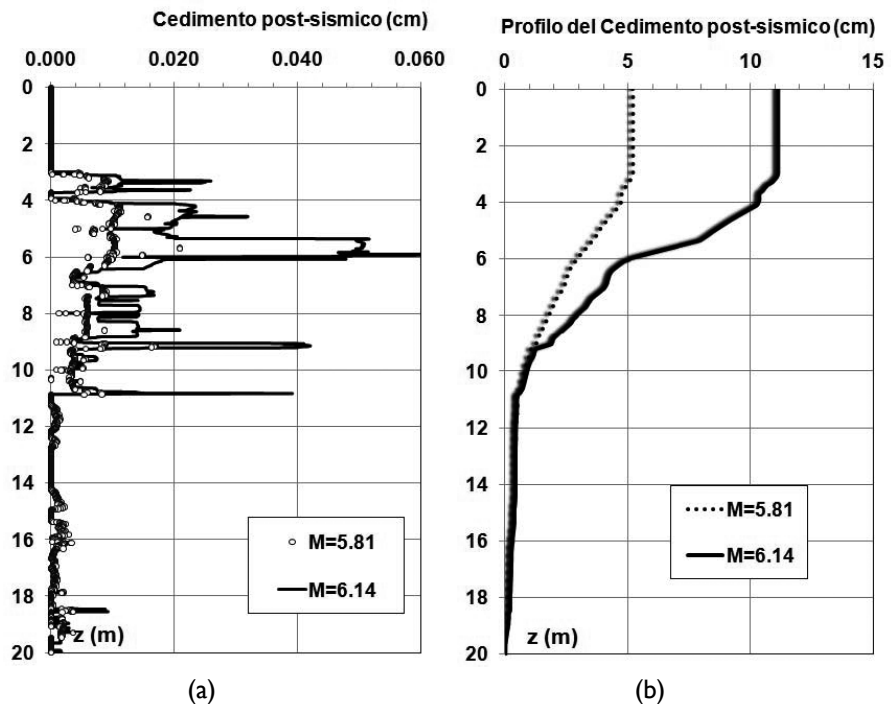


Figura 7. Risultati del calcolo del cedimento post sismico per una magnitudo pari a 6.14 e 5.81: (a) valori del cedimento dei terreni granulari e fini; (b) profilo del cedimento post-sismico con la profondità.

## 5. CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE

Nella nota è stato illustrato sinteticamente un esempio di valutazione di effetti sismici locali a partire dalle misure di una verticale penetrometrica (CPTu), in quanto costituisce la tipologia di prova più diffusa per la progettazione di opere di ordinaria importanza. In particolare è stata effettuata la valutazione dell'amplificazione stratigrafica attesa sulla base delle indicazioni contenute in [1] ricavando i valori di  $c_u$ ,  $N_{SPT}$  e  $V_S$  da correlazioni reperibili in letteratura geotecnica con le misure della prova CPT. La verifica a liquefazione dei terreni granulari saturi è stata condotta applicando il metodo recentemente aggiornato da Robertson (2009) [13] basato sui risultati di penetrometrie statiche. Il calcolo dei

cedimenti post-sismici attesi è stato effettuato per i terreni granulari con l'approccio proposto da Zhang et Al. (2002) [20] che lega il cedimento al valore del fattore di sicurezza a liquefazione, e per i terreni fini con il metodo sviluppato da Robertson (2009) [13] che correla la deformazione ciclica indotta ai risultati della resistenza alla punta penetrometrica. Le metodologie illustrate non costituiscono naturalmente gli unici approcci di calcolo possibili, che possono essere effettuati in maniera più accurata ricorrendo per esempio a simulazioni numeriche di propagazione dell'onda nei terreni, ed utilizzando i risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni indisturbati prelevati in sito.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la Provincia di Ferrara nella persona della Dott.ssa Alceste Zecchi per aver messo a disposizione i dati delle indagini utilizzate.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni. (NTC08)
- 2 Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009 n. 617. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- 3 Delibera della Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna progr. n. 112 oggetto n. 3121 del 2 maggio 2007. Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16 comma 1, della L.R. 20/2000 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio", in merito a "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale ed urbanistica".
- 4 Robertson, P.K. (1990). Soil classification using CPT. Canadian Geotechnical Journal. 27(1), 151-158.
- 5 Robertson, P.K. & Wride, C.E. (1998). Evaluating Cyclic liquefaction potential using the CPT. Canadian Geotechnical Journal. 35(3), 442-459.
- 6 Kulhawy, F.H. & Mayne, P.W. (1990). Manual on estimating soil properties for foundations design. Report EPRI EL-6800. Palo Alto, California.
- 7 Jamiolkowski M., Lancellotta R., Tordella L., Battaglio M. (1982). Undrained strength from CPT. Proc. 2nd Eur. Symp. on Penetration Testing. Amsterdam, 599-606.
- 8 Andrus R.D., Piratheepan P., Hsein Juang C. (2001). Shear wave velocity-penetration resistance correlation for ground shaking and liquefaction hazards assessment. USGS-Grant-01HQGR0007.
- 9 Giretti D., Colombi A., Fioravante V. (2007). Sulla velocità di propagazione delle onde di taglio da prove penetrometriche statiche per i terreni alluvionali ferraresi. Rivista Italiana di Geotecnica, n.3.
- 10 Colombi A., Fioravante V., Giretti D., Andrighetti G., Zecchi A. (2007). Una metodologia per la valutazione di effetti sismici locali da prove geotecniche in sito per l'aggiornamento degli strumenti urbanistici, Atti del XII Convegno Nazionale « L'Ingegneria Sismica in Italia - ANIDIS 2007 », giugno 2007, Pisa.
- 11 Seed, H.B., and Idriss, I.M., (1971). Simplified Procedure for evaluating soil liquefaction potential. Journal Soil Mechanics and Foundations Div., ASCE 97(SM9), 1249-273.
- 12 Youd, T.L., Idriss, I.M., Andrus, R.D., Arango, I., Castro, G., Christian, J. T., Dobry, R., Finn, W.D.L., Harder, L. F., Hynes, M.E., Ishihara, K., Koester, J.P., Liao, S.S.C., Marcuson, W.F., Martin, G.R., Mitchell, J.K., Moriwaki, Y., Power, M.S., Robertson, P.K., Seed, R.B., and Stokoe, K.H., (2001). Liquefaction Resistance of soils: summary report from 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF workshop on evaluation of liquefaction resistance of soils. J. Geotechnical and Geoenvironmental Eng., ASCE 127(10), 817-33.

- 13 Robertson, P.K. (2009). Performance based earthquake design using the CPT. Proc. International Conference on Performance-Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering — from case history to practice. Tokyo.
- 14 INGV Gruppo di Lavoro (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto conclusivo per il dipartimento della Protezione Civile. INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.
- 15 Gruppo di lavoro CPTI (2004). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), INGV, Bologna.
- 16 Gutenberg B., Richter C.F. (1944). Frequency of earthquakes in California. Bulletin of the Seismological Society of America, 34(4), 1985-1988.
- 17 Associazione Geotecnica Italiana AGI (2005). Linee Guida “Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica”, Patron, Bologna.
- 18 Robertson, P.K., Cabal (Robertson), K.L. (2009). Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering. Gregg Drilling & Testing Inc.
- 19 O.P.C.M. 3274/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e successive modifiche ed integrazioni.
- 20 Zhang, G., Robertson, P.K. and Brachman, R.W.I., (2002), Estimating Liquefaction induced Ground Settlements From CPT for Level Ground, Canadian Geotechnical Journal, 39(5): 1168-1180.
- 21 Boulanger, R.W., and Idris, I.M., (2007). Evaluation of cyclic softening in silts and clays. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 133(6): 641-52.

# La disciplina delle terre e rocce da scavo – normativa di riferimento e modalità per una corretta gestione

LINDA COLLINA \*, MARIO SUNSERI \*\*

*Le attività di tipo edilizio usualmente comprendono una fase di esecuzione degli scavi con la conseguente produzione di terra e rocce. La corretta gestione di questo flusso di materiali influenza quindi un importante elemento economico e ambientale del settore. La normativa ambientale regola le modalità di gestione considerando il terreno da scavo, se non riutilizzato nel sito di provenienza, nella categoria dei rifiuti implicando quindi una particolare complessità ambientale e gestionale e un sensibile onere economico. La normativa indica allo stesso tempo gli strumenti e i metodi per gestire lo stesso come “sottoprodotto” ovvero come materiale da destinare al riutilizzo. Questo permette un minore onere economico, una maggiore attenzione ambientale (preferenza del recupero rispetto lo smaltimento/trattamento). Tale gestione non è comunque esente da una particolare attenzione ambientale, gestionale e procedurale.*

**Parole chiave** terra e rocce, scavi, reinterri, rifiuti, edilizia

## LA DISCIPLINA DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il riferimento normativo di base è il Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, pubblicato nel Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale 14 aprile 2006, n. 88, e il Decreto Legislativo 16 gennaio 2008 n. 4, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale 29 gennaio 2008, n. 24.

L'elemento innovativo principale consiste nella possibilità che le terre e rocce da scavo possano essere ricondotte alla casistica dei sottoprodotti (art. 186 - T.U.A.) nel rispetto di specifiche condizioni e a seguito dell'esecuzione e presentazione di una specifica documentazione con due possibili destinazioni:

- “Le terre e rocce da scavo, anche di gallerie, ottenute quali sottoprodotti, possono essere utilizzate per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati purché: ...”
- “L'impiego di terre da scavo nei processi industriali come sottoprodotti, in sostituzione dei materiali di cava, è consentito nel rispetto delle condizioni fissate all'art. 183, comma 1, lettera p) [definizione di sottoprodotto]”;

Si sottolinea inoltre che a seguito della Legge 28 gennaio 2009, n. 2, i materiali naturali da scavo prodotti nel corso di attività di costruzione - ai sensi dell'art. 185, comma 1, lettera c bis, del D. Lgs. n. 152 del 03/04/2006 e s.m.i. - non rientrano nel campo di applicazione del Titolo I “Gestione dei rifiuti” della Parte IV del suddetto decreto solo nel caso in cui non siano contaminati e siano utilizzati allo stato naturale, a fini di costruzione, esclusivamente presso lo stesso sito di produzione; non hanno quindi necessità delle misure utili a ricondurli ai sottoprodotti.

La presentazione della documentazione prevista per l'utilizzo come *sottoprodotti* è facoltativa in quanto necessaria esclusivamente al fine di qualificare i materiali di scavo quali sottoprodotti, in caso di mancanza della documentazione prescritta il materiale dovrà essere gestito come rifiuto.

Per la destinazione a reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati (al di fuori del sito di produzione), le condizioni sono:

- a) impiego diretto nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti;
- b) certezza dell'integrale utilizzo sin dalla fase della produzione;
- c) l'utilizzo integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, più in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;
- d) garanzia di un elevato livello di tutela ambientale;

\* Geologa Libero Professionista

\*\* Ingegnere Libero Professionista  
SGM Ingegneria SrL

e) accertamento che non provengano da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte quarta del T.U.A.;

f) le caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che l'impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate. In particolare deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non è contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità di detto materiale con il sito di destinazione;

g) sia dimostrata la certezza del loro integrale utilizzo.

L'art. 186, ai commi 2, 3 e 4 prevede che la sussistenza dei requisiti stabiliti al comma 1 debba essere dimostrata in modo diverso a seconda del tipo di intervento dal quale deriva la produzione di terre e rocce da scavo, e quindi per:

- opere sottoposte a V.I.A. (valutazione di impatto ambientale) e/o ad A.I.A. (autorizzazione integrata ambientale),
- opere soggette a permesso a costruire o a D.I.A. (denuncia di inizio attività),
- lavori pubblici non soggetti né a V.I.A., né a permesso a costruire, né a denuncia di inizio attività.

In sintesi, ai sensi della normativa citata, i materiali naturali da scavo possono quindi essere riutilizzati purché si verifichino contemporaneamente le seguenti condizioni:

- il riutilizzo avvenga senza necessità di alcun trattamento preventivo e/o trasformazione preliminare;
- sia verificata l'idoneità qualitativa in relazione alla destinazione d'uso del sito in cui è previsto il riutilizzo;
- sin dalla fase di produzione vi sia certezza dell'utilizzo in opere o interventi preventivamente individuati e definiti.

Al fine di dimostrare il rispetto dei requisiti necessari per la corretta gestione dei materiali naturali da scavo all'interno della documentazione progettuale presentata per il rilascio dell'autorizzazione o per l'ottenimento dei titoli abilitativi necessari all'esecuzione dell'opera o intervento nell'ambito del quale sono previste attività che originano o riutilizzano detti materiali (permessi di costruire, dichiarazioni di inizio attività, progetti di opere pubbliche realizzati dagli Enti competenti, etc.), anche eventualmente contenuti nell'esito della procedura di valutazione di impatto ambientale e/o di autorizzazione ambientale integrata, deve essere incluso uno specifico Progetto di gestione delle terre e rocce da scavo.

## GLI ELEMENTI OPERATIVI PER L'UTILIZZO COME SOTTOPRODOTTO

Il titolare/legale rappresentante della Società produttrice di terre e rocce da scavo dovrà presentare, ai sensi dell'art. 186 (commi 2, 3, 4, 7) apposita domanda di approvazione del progetto da cui si originano tali materiali (valutazione di impatto ambientale, autorizzazione integrale ambientale, permesso di costruire, denuncia di inizio attività, lavori pubblici e altri interventi), all'autorità titolare del relativo procedimento di autorizzazione allo scavo (Provincia, Regione, Ministero e/o Comune) a cui allegnerà il progetto di riutilizzo.

Il progetto è una relazione tecnica, firmata dal Tecnico Responsabile del Progetto (professionista con competenze ingegneristiche, geologiche e chimiche), che deve descrivere accuratamente tutte le fasi di progetto.

La relazione tecnica deve riportare in generale:

- l'inquadramento generale del sito di produzione e di quello di riutilizzo dei materiali naturali da scavo, completo di cartografia ed elaborati grafici;
- la descrizione dell'opera/intervento di produzione dei materiali naturali da scavo;
- la descrizione delle opere e del sito in cui è previsto il riutilizzo dei materiali naturali da scavo, con riferimenti amministrativi che dimostrino l'autorizzazione/previsione del riutilizzo stesso;
- l'entità volumetrica di materiali naturali da scavo prodotta e quella destinata a successivo riutilizzo;
- le modalità e i tempi dell'eventuale deposito dei materiali naturali da scavo;
- i cronogrammi delle attività di produzione e riutilizzo;
- i metodi attivati per garantire la rintracciabilità del materiale;
- la descrizione delle indagini effettuate e dei metodi analitici utilizzati per accertare l'idoneità qualitativa dei materiali naturali da scavo in relazione alla destinazione

d'uso del sito in cui è previsto lo scavo e il sito in cui è previsto il successivo riutilizzo;

- l'attestazione dell'idoneità qualitativa dei materiali naturali da scavo basata sulle risultanze dell'analisi storica del sito di produzione, delle verifiche analitiche eseguite e allegate e della destinazione d'uso del sito in cui è previsto il riutilizzo;
- la dichiarazione sostitutiva di atto notorio per il riutilizzo dei materiali naturali da scavo (come da indicazioni/modulistica generalmente fornita dagli uffici competenti).

Al termine dei lavori, con la documentazione di collaudo e la comunicazione di fine lavori gli interessati devono dichiarare e dimostrare, attraverso idonee documentazioni (p.e. copie dei DDT – documenti di trasporto – con allegati copie dei moduli di accettazione dei materiali da scavo compilati dalla società che utilizza i materiali), l'effettivo e l'integrale riutilizzo di tali materiali ai sensi dell'art. 186 (comma I, lettera g), svincolando definitivamente le terre e rocce da scavo prodotte dal regime dei rifiuti, e/o dichiarare e dimostrare che i materiali di scavo non trattati come sottoprodotti sono stati gestiti come rifiuti, attraverso idonee documentazioni (p.e. copia dei FIR – formulario identificazione rifiuti – e copia del Registro di Carico/Scarico).

### LA PROCEDURA DI RIUTILIZZO

Qualsiasi produttore di terre e rocce da scavo, comprese quelle derivanti da gallerie, che intenda trattare i materiali di scavo come sottoprodotti (per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e/o rilevati) e non come rifiuti (da smaltire in discarica), deve svolgere la seguente procedura per il riutilizzo:

1. Individuazione dell'intervento (art. 186, c. I, lett. a, b): il produttore deve preventivamente trovare uno o più interventi che utilizzino integralmente e con certezza i sottoprodotti per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati;

2. Caratterizzazione del sito di scavo (art. 186, c. I, lett. c, e, f; art. 186, c. 6): il produttore, per poter utilizzare i materiali di scavo come sottoprodotti, deve preventivamente caratterizzarli, al fine di soddisfare i requisiti merceologici e ambientali e di garantire che tali materiali siano stati sottoposti a bonifica o non provengono da siti contaminati;

3. Valutazione sull'effettivo riutilizzo (art. 186, c. I, lett. c, d, e, f): il produttore, avendo stretto rapporti commerciali con chi deve riutilizzare i materiali di scavo, sapendo la destinazione d'uso del sito di riutilizzo e con i dati risultanti dalla caratterizzazione, valuta se effettivamente vi siano tutte le condizioni per definire tali materiali come sottoprodotti;

Scavi in cantieri edili



4. Progetto di riutilizzo dei sottoprodotti di scavo (art. 186): il produttore deve preventivamente predisporre un progetto di riutilizzo dei sottoprodotti di scavo che dimostri che siano soddisfatte tutte le condizioni dell'art. 186. Non necessariamente tutto il materiale scavato deve essere riutilizzato: la parte indicata nel progetto di riutilizzo, se ha tutte le caratteristiche necessarie, sarà un sottoprodotto mentre la frazione non preventivamente predisposta come tale sarà un rifiuto che deriva dalle attività di scavo e trattato come tale<sup>1</sup>. È possibile, quando le litologie lo consentono, riutilizzare i materiali scavati in processi industriali di produzione di inerti, ottenendo materiale con pezzature commercialmente idonee e rifiuti recuperabili (D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i.);

5. Presentazione/Approvazione della domanda (art. 186, c. 2, 3, 4, 7): il produttore deve presentare apposita domanda (V.I.A., A.I.A., permesso di costruire, denuncia di inizio attività, lavori di pubblica utilità), all'autorità titolare del relativo procedimento di scavo (Provincia, Regione, Ministero e/o Comune) a cui allegnerà il progetto di riutilizzo. La domanda dovrà essere approvata dall'autorità competente, che potrà disporre indicazioni o prescrizioni senza che ciò comporti necessità di ripetere il procedimento.

### LA PROCEDURA DI CARATTERIZZAZIONE – ACCERTAMENTO QUALITATIVO DEI MATERIALI.

La procedura di caratterizzazione serve a verificare che il materiale da utilizzare non sia contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità di detto materiale con il sito di destinazione.

Le principali fasi per la caratterizzazione sono:

1. Scelta dei parametri di analisi: fase estremamente delicata in cui si devono scegliere tutti i parametri necessari per soddisfare i requisiti merceologici e ambientali;
2. Campionamento: fase in cui si creano una serie di campioni rappresentativi dell'area in cui avverrà lo scavo che saranno sottoposti alle successive analisi;
3. Analisi: fase in cui i campioni effettuati sono sottoposti ad analisi chimico-fisiche e merceologiche, secondo i parametri di analisi scelti, al fine di determinare i valori ricercati in essi.

I parametri di analisi da utilizzare per la caratterizzazione del sito in cui si produrranno i materiali da scavo sono suddivisi in:

- parametri merceologici: sono usualmente definiti all'interno degli accordi commerciali che si hanno tra il produttore e la società che dovrà riutilizzare i materiali di scavo;
- parametri ambientali: sono i parametri che consentono di garantire che le terre e rocce da scavo non diano luogo ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli consentiti ed autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate. La scelta dei parametri ambientali dipende da quello che c'è stato e c'è nel sito che sarà sottoposto allo scavo (aree residenziali, agricole, artigianali o industriali, e aree di stoccaggio rifiuti e/o materie prime) e dai potenziali contaminanti diffusi presenti nelle aree limitrofe (es: Idrocarburi, IPA, Solventi Clorurati, PCB, Metalli), derivanti dalle attività antropiche. Per la definizione dei parametri, in mancanza di specifici risultati dell'analisi storica e indicazioni degli enti locali (normative regionali, regolamenti comunali, etc.), è possibile seguire esempi e casi di regolamenti/protocolli<sup>2</sup> locali o riferimenti a normative regionali (es. Veneto, Umbria, Liguria, etc.).

La ricerca di eventuali parametri aggiuntivi può dipendere dalla ricostruzione storica effettuata (individuazioni di passività ambientali presenti nel sito di scavo quali ad esempio cisterne interrato utilizzate per lo stoccaggio di prodotti petroliferi, vasche interrato, attività industriali, etc.) e da prescrizioni presenti nell'autorizzazione del sito di utilizzo.

La scelta del numero dei campionamenti necessari può essere fatta seguendo i "Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati" descritti nell'Allegato 2 - Parte IV -

<sup>1</sup> Tale aspetto potrà essere verificato con gli Enti competenti in quanto risulta essere legato all'interpretazione di "riutilizzo integrale" se connesso al sito di origine o di destino.

<sup>2</sup> Ad esempio: il protocollo di analisi di ARPA Rimini (ex parere art 186) definisce gli inquinanti diffusi (As, Cd, Cr Totale e Cr VI, Cu, Pb, Zn, Cianuri, Idrocarburi C>12, IPA e PCB) - l'allegato al regolamento comunale per la gestione dei materiali naturali derivanti da attività di scavo del Comune di Bologna riporta "In ogni caso, il profilo chimico minimo richiesto deve prevedere delle analisi sui seguenti parametri Piombo, Nichel, Rame, Cromo totale, Zinco, Idrocarburi C > 12, Idrocarburi C < 12".

Titolo V del D.Lgs. 152/2006.

Il campionamento deve essere svolto con metodiche tali da ottenere campioni rappresentativi dell'intero scavo. In ogni caso le fasi sono:

- Ubicazione dei punti di campionamento, può seguire 2 strategie:

- Ubicazione ragionata: si basa sull'esame dei dati storici del sito (potenziale diffusione di contaminazione, possibili fonti di inquinamento, punti di criticità).
- Ubicazione sistematica: si basa su metodologie statistiche griglia di campionamento geometrica (quadrata o triangolare etc.)

L'ubicazione ed il numero dei punti di campionamento deve essere effettuata in funzione dell'assetto litostratigrafico dell'area oggetto di indagine e della presenza di eventuali passività ambientali (cisterne, impianti, etc.). La profondità dei punti di campionamento deve essere pari ad almeno la profondità massima di scavo.

Per i requisiti ambientali, la valutazione viene svolta attraverso il confronto con i "Valori di concentrazione limite accettabile nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare" presenti nell'Allegato 5 - Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/2006 ed, eventualmente per i test di cessione, per confronto con i limiti tabellari dell'allegato 3 "Criteri per la determinazione del test di cessione" del D.M. 5 febbraio 1998 (funzione delle regole per il sito di destinazione).

Si noti che:

- qualora non si dimostri il rispetto dei requisiti previsti dagli artt. 185 e 186 del D. Lgs. n. 152 del 03/04/2006 e s.m.i., i materiali derivanti dagli interventi di scavo dovranno essere sottoposti alle disposizioni in materia di gestione rifiuti di cui alla Parte IV del medesimo decreto;
- nel caso si individui una contaminazione, intesa come superamento o pericolo concreto e attuale di superamento della concentrazione soglia di contaminazione (CSC) come definite nell'Allegato 5 alla Parte IV del D. Lgs. n. 152 del 03/04/2006 e s.m.i., il responsabile dell'inquinamento o il proprietario o il gestore dell'area deve darne comunicazione alla Regione, alla Provincia ed al Comune territorialmente competenti e attuare le misure di prevenzione e di messa in sicurezza di emergenza secondo la procedura di cui all'articolo 242 del suddetto decreto.

## NOTE CONCLUSIVE

Relativamente all'utilizzo nello stesso sito le terre e rocce non sono rifiuti quando:

- non sono contaminate. Sul punto si osserva che l'unico riferimento legislativo relativo alla contaminazione del suolo e del sottosuolo risiede nell'allegato 5, tabella I, parte IV, D. lgs. 152/2006;
- sono impiegate "allo stato naturale". Impiegate "tali quali", cioè senza alcun trattamento<sup>3</sup>;

Tale utilizzo non necessita quindi di specifico progetto di gestione. È bene ricordare che i suddetti elementi però devono essere provati, da parte di chi esegue lo scavo e il reinterro, in applicazione delle regole sul regime di favore e dell'onere della prova. Pertanto, chi vuole fruire di tale regime dovrà dotarsi della "prova negativa", acquisendo e tenendo a disposizione delle Autorità di controllo tutto quanto dimostri i precedenti requisiti, primo tra tutti la valutazione di non contaminazione che generalmente deriva dalle analisi relative al non superamento dei limiti di cui all'allegato 5, tabella I, parte IV, D. lgs. 152/2006.

---

<sup>3</sup> La Deliberazione della Giunta Veneto n. 2424 del 8/8/2008 precisa che le eventuali lavorazioni effettuate sui materiali di scavo finalizzate ad ottimizzarne l'utilizzo (quali, ad esempio: la vagliatura, il lavaggio, la riduzione volumetrica, l'essiccazione mediante stendimento al suolo ed evaporazione e la stabilizzazione geotecnica mediante trattamento a calce o cemento) non incidono sulla classificazione come sottoprodotto degli stessi in quanto non costituiscono "trattamenti o trasformazioni preliminari" indicati all'art. 186, comma 1, lett. c), bensì lavorazioni che consentono di rendere maggiormente produttivo e tecnicamente efficace l'utilizzo di tali materiali (in sostanza si tratta delle stesse lavorazioni che si praticano sui materiali di cava proprio per ottimizzarne l'utilizzo), ferma restando la compatibilità delle frazioni ottenute con i siti di destinazione e l'integrale utilizzo della parte dei materiali destinati a riutilizzo.

Si richiama inoltre la definizione riportata nella Direttiva Europea che indica che i sottoprodotti possono essere utilizzati/o direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale.



Scavi in cantieri edili

Nel caso in cui le Terre e Rocce da scavo siano utilizzate al di fuori del sito:

- La presentazione della documentazione prevista dall'articolo 186 è facoltativa in quanto necessaria esclusivamente al fine di qualificare i materiali di scavo quali sottoprodotti;
- In caso di mancanza della documentazione prescritta il materiale dovrà essere gestito come rifiuto (art. 186, comma 5);
- La presentazione della documentazione non interferisce in alcun modo con le procedure di rilascio dei provvedimenti autorizzativi in materia edilizio/urbanistica relativi a opere o interventi dai quali deriva la produzione di terre e rocce di scavo, che tendono alla verifica di tali aspetti;
- In caso di superamento dei valori riportati alla tabella I, All. 5, Parte IV – Titolo V, del D.Lgs. n. 152/2006 devono essere attivate le procedure previste nel medesimo Titolo V (relativa alle procedure per i siti potenzialmente contaminati – riferimento art. 242 T.U.A.);
- Le disposizioni relative alle terre e rocce da scavo si applicano ai materiali di scavo naturali e non ai materiali di origine antropica quali ad esempio: detriti da demolizione, residui di scarifica stradale, calcestruzzi, etc..

In ultimo si sottolinea che per la realizzazione di reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, anche con l'utilizzo di terre e rocce provenienti da altri siti, deve essere comunque acquisito il provvedimento amministrativo specifico che la legge, a seconda della tipologia di intervento, prevede per consentirne la realizzazione.

#### **BIBLIOGRAFIA**

Collina L., Sunseri M. (2010) *“La Disciplina delle Terre e Rocce da Scavo – le modalità per una corretta gestione – raccolta principale normativa regionale”* Ed. Inrerio

# Privacy, GnuPG e... dati - È personale. È privato. E non è affare di nessun altro se non tuo.

TARIN GAMBERINI \*

*La percezione del nostro bisogno di privacy è funzione di quanto conosciamo le odierne tecnologie informatiche ed, in particolare, di come esse elaborino, comunichino e diffondano i nostri dati ed i nostri affari. Dal 1990 esistono tecnologie per rispondere alle esigenze di comunicazioni private e sicure attraverso i mezzi digitali. Fra tanta modernità un oggetto antico, un comunissimo dado da gioco, aiuta a garantire il livello di sicurezza che desideriamo per vivere più sereni.*

**Parole chiave** privacy, sicurezza, firma digitale, GPG, Diceware.

## PRIVACY, NE HAI BISOGNO?

Quando la maggior parte delle gente sente parlare di privacy e cifratura, spesso pensa che le uniche persone che ne abbiano bisogno stiano facendo qualcosa di scorretto, illegale, o siano implicate in faccende di spionaggio governativo. Vengono alla mente spie e contrabbandieri mentre voi, onesti cittadini rispettosi della legge, non avrete certamente bisogno di essere implicati con questo genere di cose, giusto?

Chi di voi utilizzi i più recenti ed aggiornati sistemi operativi<sup>1</sup>, insieme ai più comuni software di sicurezza<sup>2</sup>, potrebbe pensare che i propri dati privati (anche quella lista di importanti numeri di conto o quella indispensabile lista di password) siano al sicuro. Forse... almeno finché la vostra fortezza non verrà espugnata. Allora i vostri dati privati potrebbero essere stati compromessi, lasciandovi immaginare a quali precauzioni aggiuntive avreste potuto prendere per proteggerli.

<sup>1</sup> Windows è un sistema operativo molto diffuso, ma ne esistono anche altri come Gnu Linux con avanzate caratteristiche di sicurezza sia per la gestione ed accesso ai file memorizzati su disco, sia per l'accesso alla memoria.

<sup>2</sup> Tipici software di sicurezza sono: antivirus, firewall e gli Intrusion Detection System (IDS).



Illustrazione 1: Privacy e sicurezza.  
(fonte: abtechno.org)

\* Ingegnere dipendente c/o Regione Emilia-Romagna  
Servizio Informativo-Informatico Agricolo Regionale

Forse siete fra coloro che conducono buona parte dei propri affari via e-mail, inviando contratti, fatture, documenti contabili, progetti tecnici, ecc... al vostro capo, ai vostri collaboratori o ai vostri clienti. Se lavorate da molto tempo con Internet sicuramente saprete che le e-mail seguono molteplici percorsi ed eseguono numerose fermate nei vari server prima di giungere a destinazione. Siete sicuri che durante queste fermate i vostri documenti non siano scansionati, o perfino inoltrati alla concorrenza disposta anche a pagare per tali informazioni?

Chi di voi utilizzi un servizio gratuito di posta elettronica forse non sa che, in alcuni casi, le vostre e-mail sono scansionate al fine di estrarne informazioni utili a selezionare annunci pubblicitari appositamente preparati per voi. Di solito tali annunci compaiono a lato della pagina web mentre state consultando la vostra casella di posta. Avete veramente bisogno di una pubblicità così mirata?

Forse i vostri dati non sono così confidenziali, ma vorreste comunque assicurarvi che la comunicazione o il documento che inviate arrivi inalterato a destinazione, senza alcuna aggiunta, riduzione o modifica da parte di qualsiasi intermediario. Siete sicuri che ciò accada inviandolo via e-mail?

Supponete di non aver alcun segreto, e che non ci sia alcun motivo per cui qualcuno volesse modificare le vostre comunicazioni. Vorreste comunque che un tecnico del vostro fornitore di accesso ad Internet<sup>3</sup> (ISP), che non ha nulla di meglio da fare che sbirciare le e-mail, scopra i dettagli della vostra vita? Anche se il vostro ISP è una grande azienda con precisi regolamenti sulla privacy<sup>4</sup>, potreste essere assolutamente certi che tali direttive siano osservate a qualsiasi livello? Si sono verificati casi di tecnici colti in flagrante mentre curiosavano nelle caselle di posta degli utenti, all'insaputa di questi ultimi, semplicemente perché lo consideravano un intrattenimento divertente.

Come affermò Philip Zimmermann nella guida originale di Pretty Good Privacy<sup>5</sup> (PGP): "É personale. É privato. E non è affare di nessun altro se non tuo." [1].

## GNU PRIVACY GUARD

Un diffuso metodo di cifratura è quello basato su chiave simmetrica. Una chiave è approssimabile ad un file contenente dei codici sotto forma di bit. Si parla di cifratura a chiave simmetrica quando la chiave utilizzata per cifrare un messaggio è la stessa utilizzata per decifrarlo. Il principio di funzionamento di tale metodo può essere intuito con la metafora della diligenza portavalori.

La chiave di cifratura/decifratura può essere vista come la chiave che chiude/apre l'unica porta di una diligenza adibita al trasporto di beni preziosi. Tale chiave deve esistere in due copie: una in possesso del mittente che chiude il messaggio segreto nella diligenza, l'altra in possesso del destinatario che apre la diligenza inviata dal mittente per recuperare il messaggio segreto.

La crittografia simmetrica soffre di un problema logistico di distribuzione delle chiavi. Innanzi tutto il mittente deve consegnare al destinatario una copia della propria chiave, e la modalità di consegna deve avvenire attraverso un canale sicuro, altrimenti un eventuale uomo nel mezzo potrebbe intercettare la chiave; l'uomo nel mezzo sarebbe pertanto in grado sia di leggere i messaggi segreti scambiati che di inviare messaggi segreti spacciandosi per il mittente o per il destinatario. Inoltre, per ogni coppia mittente-destinatario, deve esistere una chiave (posseduta da entrambi), quindi il numero di chiavi cresce rapidamente al crescere degli interlocutori.

La crittografia *asimmetrica* tenta di risolvere le problematiche di quella simmetrica. Essa si basa sull'esistenza di due chiavi: una pubblica da diffondere in vari modi, una privata da custodire gelosamente. Il principio di funzionamento di tali sistemi può essere intuito con la metafora del lucchetto e della chiave (Illustrazione 2).

3 Un Internet Service Provider (ISP) offre, in genere, vari servizi: accesso ad Internet, e-mail, spazio web, ecc...

4 Provvedimento del 27 novembre 2008 del Garante Privacy: Misure e accorgimenti prescritti ai titolari dei trattamenti effettuati con strumenti elettronici relativamente alle attribuzioni delle funzioni di amministratore di sistema. ([www.garanteprivacy.it/garante/doc.jsp?ID=1577499](http://www.garanteprivacy.it/garante/doc.jsp?ID=1577499)).

5 Pretty Good Privacy (PGP) è uno dei più diffusi software di cifratura/autenticazione.

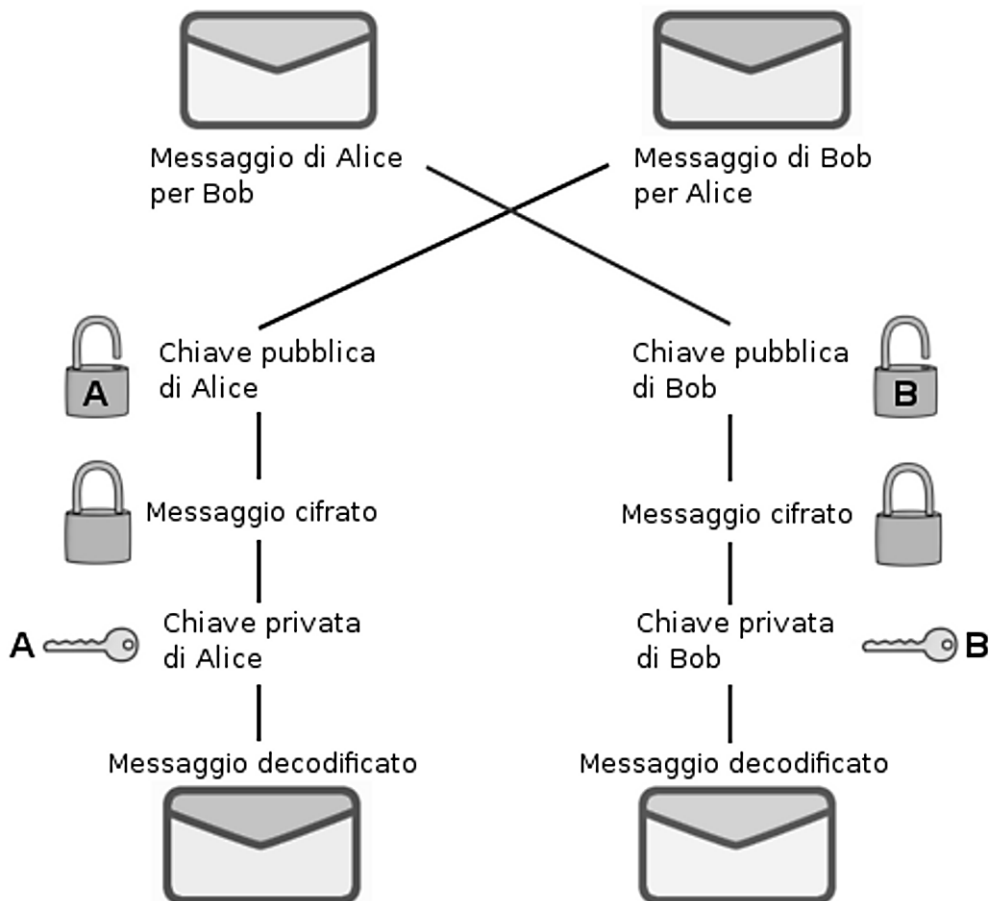


Illustrazione 2: Schema di una comunicazione basata su crittografia asimmetrica. (fonte: wikipedia - autore: Paolo Di Febbo)

Una chiave pubblica può essere vista come un lucchetto aperto. Quando un mittente cripta un documento utilizzando la chiave pubblica del destinatario, è come se il mittente chiudesse con il lucchetto del destinatario il documento in un pacco. La chiave privata, corrispondente alla chiave pubblica, può essere pensata come alla chiave che riapre il relativo lucchetto. In altre parole, solo il destinatario che detiene la corrispondente chiave privata può recuperare un documento cifrato per lui con la sua chiave pubblica.

Due famosi software basati su crittografia asimmetrica sono Pretty Good Privacy (PGP) e GNU Privacy Guard (GnuPG).

Zimmermann, ed altri, svilupparono PGP nel 1990 per rispondere alle esigenze di comunicazioni private e sicure attraverso i mezzi digitali. Dopo il rilascio al pubblico nel 1991 PGP si diffuse rapidamente diventando lo standard mondiale de facto per comunicazioni sicure basate su chiave pubblica. Oggi esso è disponibile per tutti i più diffusi sistemi operativi.

Sebbene PGP sia disponibile da quasi venti anni ben pochi utenti adottano i vantaggi che esso mette a disposizione. Io stesso iniziai ad usare tali software solamente due anni fa per firmare digitalmente alcuni documenti che pubblicai sul mio sito, come la lista italiana di parole Diceware. Oggi lo impiego per cifrare alcuni documenti sul mio portatile, ed anche semplicemente per firmare digitalmente le e-mail che invio.

GnuPG è l'equivalente open source<sup>6</sup> di PGP. Esso è uno strumento complesso ma allo stesso tempo estremamente flessibile, in grado di adattarsi alle varie esigenze di privacy: dalle più rilassate alle più severe. Per questo è facile iniziare ad usarlo soprattutto grazie alla disponibilità in Internet di ottime guide e manuali [2], nonché la possibilità di chiedere aiuto ad una vasta comunità internazionale [3] ed italiana [4].

<sup>6</sup> Open source (termine inglese che significa sorgente aperto) indica un software i cui autori (più precisamente i detentori dei diritti) ne permettono, anzi ne favoriscono il libero studio e l'apporto di modifiche da parte di altri programmatori indipendenti. Questo è realizzato mediante l'applicazione di apposite licenze d'uso.



Illustrazione 3: GnuPG logo. (fonte: www.gnupg.org - autore Thomas Wittek)



## DICEWARE

Nei sistemi a crittografia asimmetrica il segreto più importante da custodire è la propria chiave privata. Chi riuscisse ad entrarne in possesso non solo riuscirebbe a decifrare i messaggi cifrati che ci vengono inviati, ma riuscirebbe anche a spacciarsi per noi apponendo la nostra firma digitale ai suoi documenti e comunicazioni.

Data l'importanza della chiave privata GnuPG la conserva, non così com'è, ma cifrata con una passphrase (frase d'ordine). Una passphrase è simile ad una password ma decisamente più lunga: non meno di venti o trenta caratteri. Una buona passphrase è cruciale per un uso sicuro di GnuPG. Idealmente essa non dovrebbe essere formata da parole prese da un dizionario, e dovrebbe usare tanto caratteri minuscoli e maiuscoli quanto caratteri non alfabetici [5], purtroppo essa è di difficile memorizzazione.

Diceware™ [6] è un metodo per escogitare passphrase che siano un buon compromesso fra sicurezza offerta e semplicità di memorizzazione (*dice* in inglese significa *dado*).

Diceware si basa sul lancio di dadi per selezionare a caso parole da una lista speciale chiamata *lista di parole Diceware*. Ogni parola nella lista è preceduta da cinque cifre numeriche, ognuna compresa fra uno e sei, permettendovi di utilizzare i risultati dei lanci di cinque dadi per selezionare un'unica parola dalla lista.

Poiché è più facile ricordare una passphrase scritta nella propria lingua, piuttosto che in altre, sono disponibili liste di parole Diceware in varie lingue ed anche italiano [10].

Per esempio lanciamo i dadi e cerchiamo le relative parole sulla lista italiana di parole Diceware. Dopo venticinque lanci potremmo ottenere: 51425 reti, 51546 rigidi, 33525 indice, 44222 pasqua, 45142 pilota, e la passphrase sarebbe: *retirigidiindicepasquapilota*.

Omettere gli spazi fra le cinque parole incrementa la resistenza della passphrase agli *attacchi di forza bruta* basati su dizionari. Un attacco di forza bruta, in breve, consiste nel provare tutte le combinazioni possibili finché si trova quella corretta. Fortunatamente tali attacchi sono lenti e per renderli più veloci occorrono computer (o reti di computer) molto costosi.

Illustrazione 4: Diceware è un metodo per generare variabili crittografiche basato sul lancio di comuni dadi. (fonte: wikipedia - autore: Bawolff)

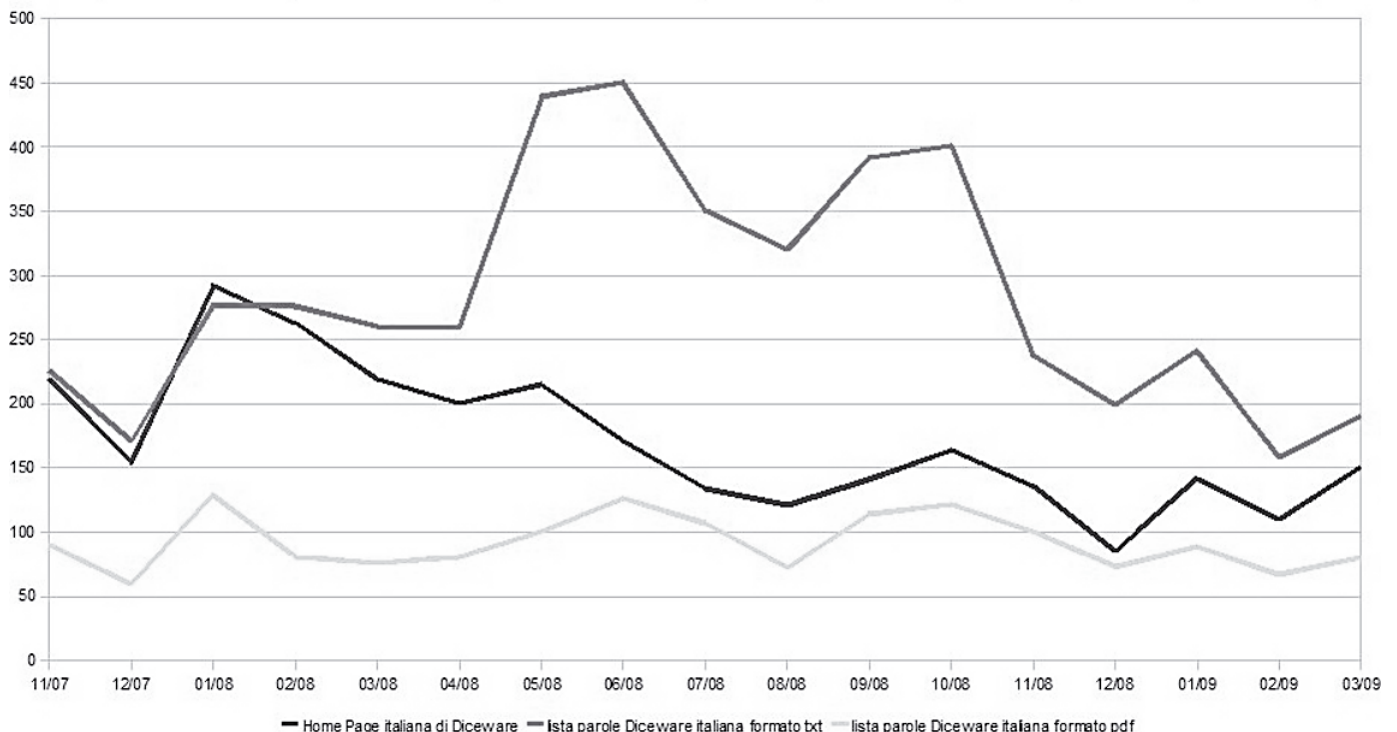


Illustrazione 5: Accessi alla lista italiana di parole Diceware. Oltre 10 download giornalieri fra maggio e settembre 2008.

Relativamente a Diceware si consideri che ogni lista di parole contiene  $6^5 = 7776$  parole uniche, ed ogni parola aggiunge alla passphrase 12.9 bit di entropia<sup>7</sup>, calcolabile come il  $\log_2 6^5$ . Si stima che una passphrase con circa 64 bit di entropia, ossia formata da almeno cinque parole, sia attaccabile solo da grandi organizzazioni con notevoli disponibilità finanziarie.

La comunità che utilizza sistemi di crittografia ha risposto in modo interessante (Illustrazione 5), alla pubblicazione della lista italiana di parole Diceware, con oltre 10 download giornalieri fra maggio e settembre 2008. Inoltre cominciano ad essere presenti riferimenti alla lista italiana di parole Diceware anche in alcuni testi di recente pubblicazione, come il libro “Linux for Intelligent People” [8].

Per chi desiderasse ulteriori informazioni o avesse ulteriori domande su Diceware consiglio di partire con la consultazione della home page italiana [9] e della pagina delle domande poste frequentemente [7].

## CONCLUSIONE

In un mondo sempre più digitale, che si sta accorgendo del valore delle *informazioni* e della necessità di maneggiarle e proteggerle adeguatamente, trovo stranamente affascinante sapere che l'uso di semplici dadi ci aiuta a garantire il livello di sicurezza che desideriamo per vivere più sereni.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Scribner D. D. (2002). *An Introduction to GNU Privacy Guard (Part 1)*. <http://www.desktoplinux.com/articles/AT3341468184.html>
- 2 Ashley J. M. (1999). *Guide utente – GnuPG.org*. <http://www.gnupg.org/documentation/guides.it.html>
- 3 Slegers W. (1996). *The comp.security.pgp FAQ*. <http://www.uk.pgp.net/pgpnet/pgp-faq/>
- 4 Manifesto. *Il programma di crittografia a chiave pubblica PGP*. <http://www.news.nic.it/manif/it.comp.sicurezza.pgp.html>
- 5 Cappelletti L. (1999). *Manuale GNU sulla privacy*. <http://www.gnupg.org/gph/it/index.html>
- 6 Reinhold A. G. (1995). *Diceware Passphrase Home*. <http://world.std.com/~reinhold/diceware.html>
- 7 Reinhold A. G. (1996). *Diceware Passphrase FAQ*. <http://world.std.com/~reinhold/dicewarefaq.html>
- 8 Cocola L. (2009). *Linux for Intelligent People*. <http://www.lulu.com/content/libro-a-copertina-morbida/linux-for-intelligent-people/6631515>
- 9 Gamberini T. (2007). *Home page italiana di Diceware*. [http://www.taringamberini.com/italiano/diceware\\_it\\_IT.shtml](http://www.taringamberini.com/italiano/diceware_it_IT.shtml)
- 10 Gamberini T. (2007). *Lista italiana di parole Diceware*. [http://www.taringamberini.com/italiano/diceware\\_it\\_IT.shtml#Lista\\_di\\_parole\\_Diceware\\_in\\_Italiano](http://www.taringamberini.com/italiano/diceware_it_IT.shtml#Lista_di_parole_Diceware_in_Italiano)

---

<sup>7</sup> Nella teoria dell'informazione, e in rapporto alla teoria dei segnali, l'entropia misura la quantità di incertezza o informazione presente in un segnale aleatorio.





ingegneri **ferraresi**