



**RACCOMANDAZIONI PER LA REDAZIONE DELLA
“RELAZIONE GEOLOGICA”
AI SENSI DELLE NORME TECNICHE
SULLE COSTRUZIONI**

Collana di studi e ricerche
a cura della Fondazione
“Centro Studi”
del Consiglio Nazionale Geologi

1



Collana di studi e ricerche
a cura della Fondazione
"Centro Studi"
del Consiglio Nazionale Geologi



**RACCOMANDAZIONI PER LA REDAZIONE DELLA "RELAZIONE GEOLOGICA"
AI SENSI DELLE NORME TECNICHE SULLE COSTRUZIONI**

Responsabile scientifico

Geol. Vittorio d'Oriano
Presidente "Centro Studi"

**Coordinatore del comitato di
redazione**

Geol. Raffaele Nardone
Tesoriere "Centro Studi"

Comitato di redazione

Geol. Eros Aiello
Geol. Umberto Borgia
Geol. Francesco Ceccarelli
Geol. Fulvio Iadarola
Geol. Francesco Russo
Geol. Roberto Troncarelli
Geol. Arcangelo Francesco
Violo

**Comitato di revisione a cura
del CNG**

Geol. Pierfederico De Pari
Geol. Domenico Calcaterra

Responsabile editoriale

Geol. Vittorio d'Oriano

**CONSIGLIO NAZIONALE DEI
GEOLOGI**

Presidente

Geol. Gian Vito Graziano

Vice Presidente

Geol. Vittorio d'Oriano

Segretario

Geol. Pierfederico De Pari

Tesoriere

Geol. Giovanni Calcagni

Consiglieri

Geol. Paride Antolini
Geol. Giuliano Antonielli
Geol. Domenico Calcaterra
Geol. Paolo Cappadona
Geol. Corrado Cencetti
Geol. Eugenio Di Loreto
Geol. Piero Farabollini
Geol. Giuseppina Nocera
Geol. Michele Orifici
Geol. Sandro Rota

Sezione B

Geol. Giorgio Di Bartolomeo

**FONDAZIONE
"CENTRO STUDI"
Consiglio Nazionale Geologi**

Presidente

Geol. Vittorio d'Oriano

Vice Presidente

Geol. Giuliano Antonielli

Segretario

Geol. Eugenio Di Loreto

Tesoriere

Geol. Raffaele Nardone

Consiglieri

Geol. Vittorio Silvano Cremasco
Geol. Giorgio Di Bartolomeo
Geol. Giuseppina Nocera
Geol. Francesco Russo
Geol. Paolo Spagna

CONSIGLIO NAZIONALE DEI GEOLOGI

Presidenza e Segreteria

Via Vittoria Colonna, 40 - 00193 Roma - Tel. 06 68807736-7 Fax 06 68807742

ISBN 978-88-95508924

Sommario

Prefazione	5
Presentazione	7
Introduzione	11
Relazione Geologica	17
Conclusioni	39
<i>Appendice 1</i>	42
<i>Appendice 2</i>	46





PREFAZIONE

Sono sempre stato convinto che il valore primario della nostra professione si configuri essenzialmente nella sua funzione sociale e che la sua progressiva affermazione si leghi all'accresciuta capacità di valorizzare questa funzione in nome dell'interesse collettivo, garantendone prima di tutto il miglioramento qualitativo. E' una forma di autorevolezza e forse persino di prestigio, da cui deriva il graduale maggiore riconoscimento della professione da parte della società e dei poteri pubblici.

La nostra è dunque una professione ancora in cammino, entro la quale assumono rilevanza straordinaria lo sviluppo e la diffusione del sapere, l'innalzamento qualitativo delle pratiche professionali e persino una auspicata condivisione di identità e di valori. Ed entro la quale, allo stesso tempo, assumono proporzioni ben maggiori gli errori, soprattutto quando essi sono dovuti ad approcci superficiali o, ancora peggio, ad una inappropriata considerazione del proprio ruolo.

E' per questo che il Consiglio Nazionale dei Geologi ha richiesto alla sua Fondazione Centro Studi di indicare un percorso guidato per giungere alla configurazione di studi geologici specialistici di spessore ed effettivamente utili, dettagliando i contenuti minimi della relazione geologica e degli elaborati grafici da allegare alla stessa.

Non si è trattato di individuare indicatori prescrittivi, ma soltanto di tracciare una mappa cognitiva, che serva ad orientare i professionisti verso una formulazione ben strutturata della relazione geologica e che, in parallelo, aiuti a risolvere sia le disomogeneità delle norme, sia le procedure non uniformi adottate dalle amministrazioni nelle varie parti d'Italia.

Le Raccomandazioni sono il frutto dello sforzo compiuto da tanti geologi, che hanno messo a disposizione della categoria la loro conoscenza e la loro esperienza, ma sono anche l'ennesimo atto di una comunità geologica viva e dinamica, che si impegna a migliorare le cose attraverso il miglioramento di se stessa.

Gian Vito Graziano

Presidente Consiglio Nazionale dei Geologi



PRESENTAZIONE

La Fondazione Centro Studi del Consiglio Nazionale dei Geologi su mandato dello stesso CNG ha redatto queste “RACCOMANDAZIONI PER LA REDAZIONE DELLA “RELAZIONE GEOLOGICA” di cui alle Norme Tecniche sulle Costruzioni.

L'iniziativa non solo è opportuna ma anche indispensabile. Come è noto il CNG si è espresso molto negativamente rispetto all'ultima modifica introdotta nelle NCT. Come ho avuto modo di esplicitare nella mia dichiarazione di voto agli atti del CSLP, la prima riserva è relativa al contenuto della Relazione Geologica, e dicevo: “... se c'è un Ente preposto a rappresentare la categoria dei geologi io credo questo sia il CNG e nessun altro. Credo quindi che le considerazioni da noi espresse sul punto avrebbero potuto essere trattate con maggior attenzione di quanto in effetti è stato. Anche il titolo è rivelatore di un modo di approcciarsi per noi significativamente sbagliato: “caratterizzazione e modellazione geologica”.

La verità è che sui contenuti della cosiddetta Relazione Geologica ci hanno messo le mani soprattutto gli ingegneri geotecnici molti dei quali, come è noto, hanno non poche difficoltà a comprendere i fenomeni geologici e la realtà geologica nella sua eterogeneità e complessità. Giocoforza danno una definizione che prima che essere esauriente nei principi tende, piuttosto, a salvaguardare ciò che essi ritengono essere di competenza del geotecnico ingegnere. E quei pochi geologi che avrebbero potuto nobilitare l'articolo o non sono stati in grado di farlo o non hanno voluto farlo.

La seconda riserva invece era relativa al *“permanere della doppia indagine geognostica: una per la relazione geologica e l'altra per la relazione geotecnica ed al perdurare, per quest'ultimo aspetto, della sola responsabilità del cosiddetto Progettista nella scelta del tipo, del numero e della relativa ubicazione delle indagini”*.

Stante così le cose, queste raccomandazioni, come già detto, sono opportune ed indispensabili. E lo sono indubbiamente per tutti coloro che operano nel campo, sia come progettisti sia come controllori.

I primi perché almeno sapranno cosa fare esattamente, i secondi perché potranno discriminare i buoni lavori da quelli raffazzonati e discutibili che stanno tanto a cuore a tanta parte della burocrazia Italiana.

Negli ultimi mesi in Italia sono accaduti disastri dove appaiono in tutta la loro evidenza i danni di una impostazione concettuale che vuole relegata la geologia ad un ruolo marginale e secondario rispetto a tutta la filiera della progettazione.

Noi siamo qui a fare non già una battaglia corporativa sulle competenze che non ci interessa ma una battaglia sulla qualità dei lavori che si deve perseguire anche quando la norma è imperfetta o insufficiente come in questo caso.

Mi auguro che i colleghi sapranno apprezzare questo contributo e lo vorranno utilizzare in tutte le occasioni di lavoro che incontreranno in futuro, trattandosi in particolare di **Raccomandazioni e non di Linee Guida**. E il futuro, potete starne certi, è nelle mani di chi saprà bene operare.

Vittorio d'Oriano
Presidente Fondazione Centro Studi del CNG





INTRODUZIONE

La Fondazione “Centro Studi” del Consiglio Nazionale dei Geologi e il Consiglio Nazionale dei Geologi

VISTA la legge 3 febbraio 1963, n. 112, recante disposizioni per la tutela del titolo e della professione di geologo;

VISTA la legge 2 febbraio 1974, n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

VISTO il decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, recante conferimento di funzioni e compiti amministrativi allo Stato, alle Regioni e agli Enti locali in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59;

VISTO il decreto del Presidente della Repubblica 5 giugno 2001, n. 328, recante la disciplina dei requisiti per l'ammissione all'esame di Stato e delle relative prove per l'esercizio della professione di geologo, nonché la disciplina del relativo ordinamento;

VISTO il decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;

VISTO il decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante il Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE;

VISTO il decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante le norme in materia ambientale;

VISTO il decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010 n. 207, recante il Regolamento di esecuzione e attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163;

VISTO il decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, di concerto con il Ministro dell'Interno ed il Capo del Dipartimento della Protezione Civile, 28 gennaio 2008, con il quale sono state approvate le "Norme tecniche per le costruzioni";

VISTA la Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 2 febbraio 2009, n. 617, contenente le Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

VISTA la deliberazione del Consiglio Nazionale dei Geologi n. 209/2010 del 22/09/2010, con cui sono stati approvati gli standard di lavoro, da utilizzare come

riferimento metodologico per gli studi specialistici e per la redazione della relazione geologica, nonché per la definizione dei criteri per la programmazione delle indagini di supporto all'esecuzione degli studi in questione;

PRESO ATTO della disomogeneità di comportamenti nelle varie Regioni d'Italia circa le autorizzazioni sismiche e con esse sui contenuti della relazione geologica allegata ai progetti esecutivi delle opere;

CONSIDERATO che le norme sopra citate rappresentano la più avanzata espressione normativa italiana a tutela della pubblica incolumità nel settore delle costruzioni, con riguardo alla valutazione della pericolosità sismica del territorio nazionale e quindi alle esigenze di una moderna progettazione sismo-resistente delle opere di ingegneria civile;

ATTESO che la Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 2 febbraio 2009, n. 617, pur avendo fornito istruzioni di maggior dettaglio con riguardo agli aspetti geologici, non ha dettagliato i contenuti minimi della relazione geologica né ha definito gli elaborati grafici minimi da allegare alla stessa, generando disomogeneità delle norme e procedure non uniformi adottate dalle diverse amministrazioni regionali e, talvolta, all'interno della stessa Regione.

CONSIDERATO che le Norme Tecniche per le Costruzioni, riguardano, sotto il profilo tecnico, unicamente

gli aspetti connessi alla sicurezza strutturale e che, quindi, il “progetto strutturale” ottempera ai requisiti richiesti dalle NTC;

ATTESO che il progetto complessivo è il “progetto dell’opera”, il quale contiene al suo interno il progetto strutturale, e che, pertanto, deve soddisfare tutti i requisiti essenziali applicabili e deve tenere conto anche degli altri adempimenti prescritti da altre norme di carattere nazionale e locale vigenti;

CONSIDERATO che la relazione geologica, facente parte del detto progetto complessivo, deve rispettare le Norme Tecniche per le Costruzioni per gli aspetti connessi alla sicurezza strutturale, ma deve contenere anche quanto previsto e/o prescritto da altre norme vigenti;

RITENUTO necessario fornire all’attività amministrativa delle Regioni italiane un supporto autorevole a cui far riferimento per gli aspetti geologici ed, in particolare, con riguardo al contenuto minimo della relazione geologica facente parte dei progetti redatti nel settore delle opere regolate dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, affinché abbia caratteri innovativi e contenuti all’avanguardia, cioè in linea con la più avanzata espressione normativa italiana e, al contempo, garantisca un’interpretazione il più possibile univoca e omogenea sull’intero territorio nazionale;

DATO ATTO **che le presenti raccomandazioni**, pur non avendo natura normativa e non costituendo fonte di diritto, **sono un atto destinato ad indirizzare in via generale le attività di riferimento in modo uniforme ed in particolare ad integrare norme legislative e/o regolamentari nelle ipotesi in cui risultino carenti**, nonché un atto costituente valido ed utile riferimento per l'interpretazione di tali disposizioni nel rispetto dei principi generali dell'ordinamento giuridico;

ATTESO quanto detto, **in assenza di specifiche norme relative alla redazione della Relazione Geologica, le Raccomandazioni assumono valore cogente anche nella giurisprudenza in relazione alle responsabilità professionali del geologo.**

Con delibera n. 1 del 16 aprile 2015 del Consiglio di Amministrazione della Fondazione "Centro Studi" del Consiglio Nazionale dei Geologi e con delibera n. 111/2015 del 28 aprile 2015 del Consiglio Nazionale dei Geologi;

APPROVANO QUANTO SEGUE:





RELAZIONE GEOLOGICA

- DEFINIZIONE

La relazione geologica comprende, sulla base di specifiche indagini geologiche, geognostiche, geotecniche e geofisiche nonché specifici rilevamenti geologico-strutturali e geomorfologici di dettaglio, la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, geomorfologici ed idrogeologici di un ampio settore di territorio, interferente direttamente o indirettamente con le opere di progetto e con le operazioni propedeutiche alla loro realizzazione.

In funzione del tipo di opera o di intervento e della complessità del contesto geologico, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici e fisici, l'azione sismica con riferimento alla caratterizzazione sismica del sito nonché il conseguente livello di pericolosità geologica e il comportamento del terreno in assenza ed in presenza delle opere.

Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, dal momento della messa in posto delle formazioni geologiche

fino al momento dello studio. Esso consente di comprendere l'evoluzione del territorio fisico attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche di messa in posto dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici e morfodinamici. Il modello geologico deve consentire la definizione degli elementi di criticità che possono manifestarsi in relazione con le caratteristiche delle opere di progetto. Completa il modello geologico la definizione dei livelli di pericolosità naturale presenti nell'area di intervento: sismica, da frana/valanga, da esondazione, vulcanica, da emissione di gas/fluidi dal sottosuolo, da sinkhole/cedimento e subsidenza.

La caratterizzazione geologica si basa sugli esiti delle attività di rilevamento in campo, di fotointerpretazione ed analisi multiscalare e multitemporale, di approfondimento geognostico e geofisico, di monitoraggio dei principali parametri rilevabili in situ.

Il piano delle indagini geognostiche, geofisiche e delle prove geotecniche è condiviso tra il progettista geologo e il progettista delle strutture.

Il modello geologico e le sue caratteristiche sono descritti nella relazione geologica. Questa si compone di un articolato testo descrittivo, di immagini e cartografie tematiche a corredo. La relazione geologica, redatta in conformità a quanto previsto all'art. 26 del DPR 207/2010, è parte integrante del progetto. Il modello geologico e le sue caratteristiche devono costituire un imprescindibile elemento di

riferimento affinché si possano inquadrare i problemi connessi con la scelta, la progettazione e il dimensionamento degli interventi.

Metodi e risultati delle indagini dovranno essere esaurientemente esposti e commentati nella relazione geologica alla quale saranno allegati almeno i seguenti elaborati grafici e descrittivi:

- a) **Corografia** in scala non inferiore a 1:10.000 con indicazione dell'area di intervento;
- b) **Carta dei vincoli** ordinati e sovraordinati in scala adeguata ma comunque non inferiore a 1:10.000 e con indicazione dell'opera (stralcio della cartografia del PAI, stralcio del livello 1 di microzonazione sismica validato, ecc....);
- c) **Carta Geolitologica** di dettaglio in scala non inferiore a 1:2.000 con ubicazione delle indagini e le tracce delle sezioni;
- d) **Sezioni geolitologiche** nella stessa scala della carta geolitologica;
- e) **Carta Geomorfologica** in scala non inferiore a 1:2.000;
- f) **Rapporto tecnico sulle indagini geologiche, geotecniche e geofisiche;**
- g) **Modello Geologico-Tecnico** di sintesi del sottosuo-

lo con inserimento dell'opera o intervento in scala non inferiore a 1:500;

La relazione geologica dovrà contenere, inoltre:

- ◊ il nominativo del committente;
- ◊ l'inquadramento catastale dell'area;
- ◊ lo specifico riferimento alle classi di pericolosità/fattibilità degli strumenti o atti di governo del territorio comunali e sovra-comunali (ad esempio Piani di Assetto Idrogeologico) in stretta connessione con gli elaborati di cui al precedente punto b);
- ◊ la normativa in forza della quale viene redatta;
- ◊ l'indicazione bibliografica di studi e indagini precedenti eseguiti nell'area.



CONTENUTI DELLA RELAZIONE GEOLOGICA

1. PREMessa SULL'OPERA

Ubicazione e caratteristiche generali dell'intervento

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Quadro normativo di riferimento (nazionale e regionale)

3. VINCOLISTICA

3.1 Descrizione del sito d'intervento (vincolistica paesistica e/o ambientale da strumento di pianificazione integrato a scala sovra comunale)

3.2 Individuazione e/o definizione delle problematiche ambientali

3.3 Analisi documenti e cartografia da Piani Urbanistici (generale o esecutivo), Piani Operativi/Attuativi, con estratti cartografici

3.4 Analisi Cartografia Piano di Bacino e altri piani di settore (ad esempio: PTA, Piano Cave, Piani forestali, ecc.)

3.4.1. PAI rischio da frana (o pericolosità da frana)

3.4.2. *PAI rischio idraulico* (o pericolosità da esondazione/alluvionamento)

3.5 *Pericolosità geomorfologica, sismica ed idraulica*
(da normativa PAI, da PTCP, dagli strumenti di governo del territorio)

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Inquadramento geologico regionale

4.1 *Analisi e descrizione dei nuovi dati derivanti dal CARG, al 50.000 o al 25.000*

4.2 *Formazioni Geologiche*

4.3 *Depositi di copertura*

dovrà contenere un'attenta e corretta descrizione dei sedimenti su base geometrica e sedimentologica

4.4 *Analisi tettonica dell'area*

dovrà contenere la caratterizzazione geo-strutturale delle formazioni affioranti

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

5.1 *Morfologia dell'area e processi morfogenetici e morfoevolutivi*

- a. definizione dell'ambito morfologico significativo
- b. analisi e descrizione delle eventuali forme o processi legati alla dinamica fluviale e/o dei versanti;
- c. analisi e ricostruzione degli aspetti e dei processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva.

6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Definirà, qualora strettamente interferenti con l'opera in progetto:

6.1 Unità idrogeologiche

6.2 Circolazione idrica superficiale e sotterranea;

6.3 Analisi della vulnerabilità dell'acquifero in riferimento all'intervento per cui è redatto lo studio

L'inquadramento idrogeologico potrà contenere, inoltre, anche l'individuazione di pozzi per acque destinate al consumo umano (art. 94 D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) e individuazioni di risorgive e sorgenti oltre agli estratti di eventuali carte idrogeologiche pubblicate.

7. INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE

Le indagini geologiche, geotecniche e sismiche dovranno essere finalizzate alla ricostruzione del modello geologico e geologico-tecnico del sottosuolo oltre a verificare la pericolosità del territorio sotto il profilo geolitologico sulla base delle caratteristiche dei terreni, delle rocce e della stabilità dei pendii, nonché sotto il profilo idraulico ed, infine, per la valutazione degli effetti locali e di sito in relazione alla valutazione del rischio sismico.

L'estensione delle stesse, in numero e tipo, deve essere rapportata all'importanza dell'opera, alle sue dimensioni nonché alla complessità geologica e alla vulnerabilità ambientale del sito.

Qualora il professionista incaricato ritenga sufficienti le informazioni tratte da indagini pregresse, dovrà dichiararne la congruità con apposita attestazione indicandone la fonte.

7.1 Illustrazione del programma d'indagine in funzione degli obiettivi del progetto

7.1.1 Descrizione delle indagini eseguite, delle eventuali difficoltà incontrate e delle indagini pregresse ritenute valide dal geologo

7.1.2 Esposizione ed interpretazione dei dati risultanti dalle indagini e dalle prove eseguite e consultate

7.1.3 Interpretazione di eventuali rilievi geo-strutturali

7.1.4 Ampia e chiara documentazione fotografica attestante l'esecuzione delle indagini e delle prove

7.1.5 Rapporti di prova grafici e numerici chiaramente leggibili e a colori

8. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Analisi opportunamente estesa ad un ambito significativo (UTR) in relazione al tipo di opera ed al contesto geologico in cui questa si colloca.

Verifica di interferenze con manufatti al contorno con produzione di cartografia originale a scala di dettaglio e comunque idonea a rendere chiare le descrizioni e le analisi realizzate.

Lo studio geologico deve pervenire alla definizione, con preciso riferimento al progetto, di un **modello geologico tridimensionale**, comprendente il volume significativo, basato sulla conoscenza dei caratteri litostratigrafici, strutturali, geomorfologici, idrogeologici e sismici del sito d'interesse, acquisiti attraverso specifici rilevamenti di superficie e sulla scorta di indagini dirette ed indirette. Dovranno essere definite le eventuali condizioni di instabilità, in atto e/o potenziali, e la loro tendenza evolutiva.

Saranno definite:

- le Unità Litologiche di riferimento;
- l'assetto stratigrafico locale;
- l'assetto idrogeologico locale e schema di circolazione idrica sotterranea e superficiale;
- il grado di affidabilità del modello geologico di riferimento

9. MODELLAZIONE SISMO-STRATIGRAFICA E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO

Dopo aver definito il “**modello geologico di riferimento**”, in modo chiaro ed esaustivo, soltanto il geologo potrà decidere, in relazione sia alle condizioni geologico-stratigrafiche e strutturali, sia in funzione dell'importanza del progetto, se è correttamente percorribile ed utilizzabile l'approccio semplificato (basato sull'individuazione della categorie di sottosuolo) o, viceversa, se è più opportuna o, addirittura, necessaria l'analisi di risposta sismica locale (definizione degli specifici spettri di risposta di sito e di progetto).

E', pertanto, compito specifico del geologo escludere l'approccio semplificato quando le condizioni stratigrafiche e la morfologia sepolta del bedrock indicano la possibilità che si verifichino effetti di sito bidimensionali (ovvero zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse); lo stesso quando le conoscenze geologiche fanno presumere la presenza di elevati contrasti di velocità nelle unità di copertura e/o tra le unità di copertura e il bedrock anche a profondità superiori a 30 mt. ovvero zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra le unità di copertura e il substrato rigido entro alcune decine di metri.

9.1 Analisi di risposta sismica locale (parte comune)

Quest'analisi dovrà essere eseguita a prescindere se si scelga l'approccio semplificato o la R.S.L.

9.1.1 Definizione dell'azione sismica di base da mappe di pericolosità di legge

9.1.2 Stima sperimentale delle frequenze di amplificazione del suolo

9.1.3 Determinazione sperimentale del profilo di V_s fino alla profondità del bedrock sismico di riferimento (analisi congiunta con risultanze del punto 9.1.2)

9.2 Approccio semplificato

(non per classi d'uso III e IV)

9.2.1 Classificazione del sito in categorie semplificate

Come da Norme Tecniche sulle Costruzioni di riferimento

9.2.2 Definizione dello spettro di risposta semplificato in superficie

In assenza di analisi di risposta sismica locale, la forma spettrale su sottosuolo rigido di categoria A viene modificata in funzione dei coefficienti S_s (Coefficiente di amplificazione stratigrafica) C_c (Coefficiente di amplificazione funzione della categoria del sottosuolo) e S_t (Coefficiente di amplificazione topografica) che intervengono nel calcolo dei diversi rami dello spettro e che variano in dipendenza della categoria di sottosuolo.

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo (inteso come la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso), ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla **testa dei pali**.

Nel caso di **opere di sostegno di terreni naturali**, la profondità è riferita alla **testa dell'opera**. Per **muri di sostegno di terrapieni**, la profondità è riferita al **piano di imposta della fondazione**.

E' fortemente raccomandata la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio.

9.3 Analisi di Risposta Sismica Locale (Approccio non semplificato)

Specifiche analisi di risposta sismica locale sono fortemente raccomandate per costruzioni in classe d'uso III e IV, per determinati sistemi geotecnici, per condizioni topografiche complesse o se si intende aumentare il grado di accuratezza nella previsione del moto sismico in un dato sito. Utilizzando programmi di analisi bidimensionali (Quad etc.) si può tener conto sia dell'amplificazione stratigrafica sia di quella morfologica (superficiale e/o profonda) del sito, con programmi mono-dimensionali (tipo Shake, Proshake, EERA etc.), invece, si tiene conto soltanto degli effetti stratigrafici.

9.3.1 Selezione di minimo 5 moti di input (accelerogrammi) caratteristici relativi al bedrock sismico

Le analisi della risposta sismica locale sono effettuate utilizzando procedure di calcolo numerico in cui viene simulata la propagazione delle onde sismiche entro gli strati di terreno compresi tra il sottostante substrato rigido e il piano campagna. In generale, queste analisi richiedono le seguenti operazioni: scelta della schematizzazione geome-

trica del problema; definizione del modello geotecnico di sottosuolo; definizione delle azioni sismiche al substrato rigido; scelta della procedura di analisi.

Le azioni sismiche di ingresso sono costituite da accelerogrammi rappresentativi del moto sismico atteso su sito di riferimento rigido affiorante (sottosuolo di categoria A – affioramento roccioso o terreni molto rigidi), sia accelerogrammi artificiali, sia naturali, sia sintetici

Per le analisi di risposta sismica locale e per le analisi dinamiche di opere e sistemi geotecnici, in luogo degli accelerogrammi artificiali è ammesso l'uso di accelerogrammi registrati (naturali) o di accelerogrammi sintetici, generati mediante simulazione del meccanismo di sorgente. La scelta di accelerogrammi registrati può essere effettuata da archivi nazionali o internazionali disponibili in rete, ad esempio la banca dati accelerometrica italiana ITACA o l'European Strong-motion Database ESD, entrambe consultabili, ad esempio, attraverso il software REXEL (Iervolino ed Altri 2009), a condizione che la loro scelta sia rappresentativa della sismicità del sito e sia adeguatamente giustificata in base alle caratteristiche sismogenetiche della sorgente, alle condizioni del sito di registrazione, alla magnitudo, alla distanza dalla sorgente e alla massima accelerazione orizzontale attesa al sito.

Si noti tuttavia che l'uso di accelerogrammi artificiali non è consentito sia per le analisi di risposta sismica locale, sia per le analisi dinamiche di opere e sistemi geotecnici, in quanto gli accelerogrammi artificiali spettro-compatibili sono caratterizzati da contenuti in

frequenza irrealistici, ovvero da una banda di frequenze irrealisticamente ampia.

9.3.2 Determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche della successione stratigrafica rappresentativa del modello sismo-stratigrafico compresa la determinazione delle curve di smorzamento

Le analisi di risposta sismica locale richiedono anche un'adeguata conoscenza delle proprietà meccaniche dei terreni in condizioni cicliche, da determinare mediante specifiche indagini in sito e prove di laboratorio funzione del tipo di opera e/o intervento e della procedura di analisi adottata. In particolare, è necessaria l'esecuzione di prove in sito per la determinazione dei profili di velocità di propagazione delle onde di taglio (particolarmente prove Downhole o Crosshole), ai fini della valutazione della rigidità a bassi livelli di deformazione, mentre le prove di laboratorio sono raccomandate per la valutazione della dipendenza della rigidità e dello smorzamento dal livello deformativo, e per la determinazione, in dipendenza del legame costitutivo adottato per i terreni, dei parametri di ingresso necessari alle analisi. Un approccio intermedio, utilizzabile per casi semplici, essenzialmente riconducibili alla Classe d'uso II delle NTC, può prevedere l'adozione di parametri di letteratura (Seed & Idriss etc.).

9.3.3 Calcolo della funzione di amplificazione bedrock-superficie

9.3.4 Calcolo degli spettri di risposta in superficie

9.4 Identificazione e descrizione di eventuali fattori di criticità e/o pericolosità indotti dall'azione sismica

Descrivere gli effetti del sisma nell'ambiente circostante l'opera da realizzare e le relazioni con questa.

9.5 Analisi della suscettibilità a liquefazione

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi.

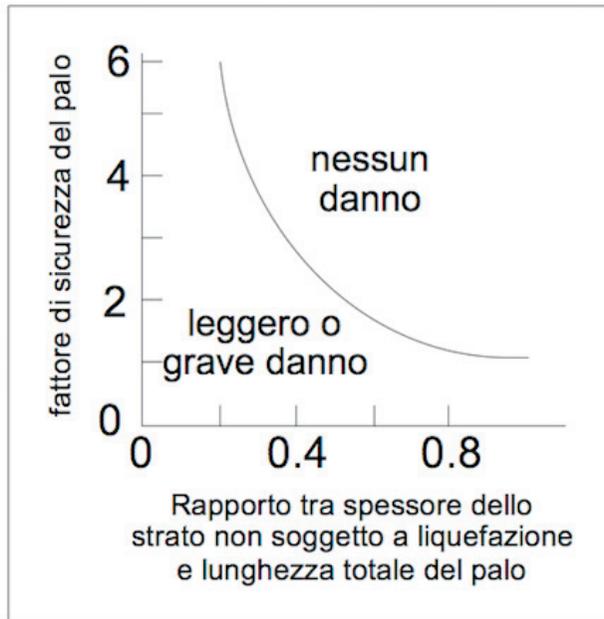
I fenomeni di liquefazione interessano in genere depositi non coesivi saturi e dipendono principalmente da: proprietà geotecniche dei terreni, caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata, genesi, storia geologica dei terreni e profondità della falda.

Le NTC richiedono una verifica alla suscettibilità di liquefazione dei terreni del sito sul quale insiste la progettazione di un manufatto. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

E' inoltre importante, al di là dei risultati della verifica, valutare le conseguenze della eventuale liquefazione degli strati sabbiosi, tenendo sempre presente che:

1. lo strato liquefacibile deve avere spessore maggiore di 3 m oppure due contorni impermeabili;

2. la liquefazione può avere effetti sulle fondazioni superficiali solo se lo strato superficiale non soggetto a liquefazione è più sottile di 3 m;
3. la liquefazione può avere effetti sulle fondazioni profonde in dipendenza del criterio desumibile dal seguente schema:



9.5.1 Dati di base per valutare la suscettibilità alla liquefazione

Gli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica - Gruppo di lavoro MS 2008" riportano i seguenti suggerimenti:

Per le valutazioni della suscettibilità alla liquefazione sono indispensabili dati su:

- magnitudo degli eventi attesi;
- scuotimento in superficie (in genere, in termini di accelerazione massima del suolo, PGA);
- litostratigrafia;
- granulometria;
- profondità della falda;
- resistenza dei terreni sotto carico ciclico.

La suscettibilità del terreno alla liquefazione deve essere valutata sulla base di prove in sito (SPT e/o CPT e/o prove geofisiche in foro del tipo DH, CH e/o SCPT) e/o di laboratorio, esplorando un numero di verticali adeguato all'importanza dell'opera e all'estensione dell'area di indagine e sufficiente ad accertare la variabilità spaziale delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche del deposito. **E' obbligo determinare**, con appropriate rilevazioni, **l'entità delle fluttuazioni dei livelli di falda** e nelle analisi dovrà considerarsi la condizione più cautelativa.

10. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SOTTOSUOLO

La caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni e geomeccanica delle rocce dovrà determinare:

10.1 Unità Litotecniche di riferimento

10.2 Regime delle pressioni neutre

Il tutto ben rappresentato in un modello schematico grafico di dettaglio.

11. ANALISI DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA CON RIFERIMENTO AL PROGETTO E PRESCRIZIONI GEOLOGICHE DI INDIRIZZO

Inquadramento del sito d'intervento e delle eventuali opere preesistenti, analisi delle interferenze con manufatti circostanti.

11.1 Pericolosità geomorfologica

11.1.1 Definizione del modello concettuale di dissesto ed individuazione delle possibili tipologie di evento potenzialmente atteso (caratteristiche geometriche ed evolutive del versante) anche sulla base di deduzioni relative alla franosità pregressa (IFFI ; PAI; ecc.)

11.1.2 Verifiche analitiche di stabilità in presenza e assenza di opere

11.1.3 Individuazione della necessità di eventuali interventi a favore della stabilità e giudizio sulla compatibilità dell'intervento anche in riferimento alla normativa del PAI

11.2 Problematiche idrogeologiche (solo se il sito richiede tali attenzioni)

11.2.1. Valutazioni sulla vulnerabilità della falda

11.2.2. Previsione, ipotesi di mitigazione degli effetti indesiderati degli abbattimenti temporali locali della falda

11.3. Problematiche legate a Subsidenza

Solo se il sito richiede tali attenzioni

11.4 Prescrizioni di indirizzo

Indicare gli accorgimenti tecnici che il progettista dell'opera deve assumere nel progettare un corretto e responsabile intervento.

12. DEPOSITO SISMICO/ AUTORIZZAZIONE SISMICA

La relazione geologica allegata al progetto esecutivo, di cui costituisce parte integrante e sostanziale, **timbrata e firmata dal geologo** abilitato a norma di legge ed iscritto all'albo professionale, dovrà comprendere tra l'altro:

- Dichiarazione attestante la conformità degli studi e delle indagini geologiche effettuati in accordo alla presente disposizione regolamentare, nonché alle norme vigenti in attuazione della Legge 64/74 e smi. Come da schema allegato (**Appendice 2**).

13. PRESCRIZIONI E AVVERTENZE

- ◇ **La relazione geologica contiene, per sua definizione, la modellazione sismica e caratterizzazione geotecnica dei terreni; qualora ci si dovesse attenere a diverse e specifiche disposizioni derivanti da NTC o norme Regionali in materia, la modellazione sismica può essere distinta dalla relazione geologica.**

- ◇ Nei casi di **situazioni geologiche particolari** quali presenza di fenomeni di emanazione di gas endogeni, subsidenza, liquefazione, cavità antropiche o naturali, effetti dell'emungimento della falda, interfaccia acqua dolce/acqua salata, ecc..., la Relazione Geologica dovrà contenere uno specifico capitolo che tratti l'argomento in modo dettagliato e in funzione dell'operada realizzare, richiamando anche eventuali normative vigenti nazionali e regionali. Il geologo dovrà indicare in modo univoco e chiaro l'eventuale interazione con l'opera di progetto.

- ◇ I parametri geofisici e geotecnici definiti nella relazione geologica e quelli caratteristici utilizzati dal progettista strutturale per il calcolo delle strutture e la verifica delle fondazioni devono essere coerenti tra loro. La loro eventuale difformità dovrà essere giustificata e adeguatamente motivata dal Progettista strutturale, che se ne assume la responsabilità, e dovrà essere verificata ovvero valutata dall'area Genio Civile o ufficio regionale di competenza.

- ◊ Nel caso di opere minori definite da apposite norme regionali o di modesta entità, le indagini e le prove di supporto alla relazione geologica potranno essere surrogate in analogia con quanto previsto al punto 6.2.2 del D.M. 14.01.2008, da studi e dati significativi pregressi opportunamente documentati corredati da apposita dichiarazione del geologo sulla loro congruità con l'opera in progetto. Dette indagini dovranno comunque consentire di definire in modo univoco, preciso, dettagliato e reale il modello geologico-sismico-geotecnico del sottosuolo dimostrando, anche, che il sottosuolo precedentemente studiato sia geologicamente omogeneo a quello interessato dall'intervento.





CONCLUSIONI

Per l'esecuzione dei lavori in zona sismica non è sufficiente il solo titolo abilitativo edilizio, ma è indispensabile il rilascio della specifica autorizzazione, come previsto dagli articoli 93 e 94 del DPR n. 380/2001. Alle Regioni spetta comunque la competenza autorizzatoria che, talvolta è stata delegata alle Province o ai Comuni. Questo, se da un lato costituisce un passo in avanti nella direzione della prevenzione dei rischi, dall'altro ha generato una **forte disomogeneità di comportamenti tra le varie Regioni** e, talvolta, all'interno di una stessa Regione. Ancora una volta si registra che l'attuazione delle norme, spesso non contestualizzate nell'impalcato normativo esistente, crea ripercussioni pesanti in termini di burocrazia e appesantimento di procedure tanto da far inneggiare alla semplificazione, che non deve essere intesa come deregolamentazione, causando un abbassamento della qualità dei progetti, bensì come ammodernamento e snellimento di procedure ben definite, omogenee e con univoca interpretazione.

Muovendo da queste basi, Il Centro Studi del Consiglio Nazionale Geologi ha costituito una commissione di lavoro coordinata dallo scrivente e composta dai colleghi: Umber-

to Borgia (O.R.G. Campania), Francesco Ceccarelli (O.R.G. Toscana), Fulvio Iadarola (O.R.G. Friuli Venezia Giulia), Francesco Russo (fondazione Centro Studi), Roberto Troncarelli (O.R.G. Lazio), Francesco Violo (O.R.G. Calabria), con il supporto tecnico scientifico del prof. Eros Aiello (CGT) e di Vittorio D'Oriano (presidente Centro Studi) allo scopo di ricostruire lo stato dell'arte sulle autorizzazioni sismiche nelle varie Regioni d'Italia ed elaborare le presenti raccomandazioni.

Atteso che i progetti destinati ad ottenere l'autorizzazione sismica vengono redatti in ottemperanza alle norme tecniche sulle costruzioni e relativa circolare e, accertata la forte disomogeneità di comportamento degli uffici pubblici generata anche dallo scarso approfondimento dei contenuti della relazione geologica sia nel D.M. 14 gennaio 2008 che nella circolare del C.S.LL.PP., la commissione ha ritenuto, l'elaborazione delle ***raccomandazioni per la redazione della relazione geologica che supporta i progetti destinati alle autorizzazioni sismiche***, condicio sine qua non per le successive politiche di semplificazione e di standardizzazione delle procedure sul territorio nazionale. Tali raccomandazioni hanno l'ambizioso obiettivo di essere riferimento tecnico-normativo nelle varie Regioni nella valutazione dei contenuti minimi delle relazioni geologiche; di uniformare i comportamenti/interpretazioni sul territorio nazionale e di supportare il gruppo di lavoro in seno al C.S.LL.PP che dovrà redigere l'aggiornamento della circolare n. 617 del 2/2/2009.

Un'ultima considerazione, a proposito dell'apparente dico-

tomia tra autorizzazioni sismiche e semplificazione, ritengo che il dibattito non si debba sviluppare su autorizzazione sì/no ma, su come renderle possibili nel minor tempo attraverso procedure telematiche realmente efficienti, elaborando linee guida per standardizzare le procedure e i controlli da parte degli uffici pubblici e mettendo a sistema il principio della sussidiarietà rivalutando il ruolo degli ordini professionali in tale chiave. Quindi, le raccomandazioni vogliono anche essere un contributo che uno standard applicato offre alla **semplificazione** e alle **responsabilità** personali sia del **professionista**, sia del **controllore**.

In quest'ottica, la procedura delle autorizzazioni sismiche non andrebbe a costituire un appesantimento burocratico e un rallentamento delle attività, ma anche un valido e utile contributo alla prevenzione e sicurezza del territorio, atteso che il buon costruire e/o il buon progettare minimizza il rischio idrogeologico, attraverso uno strumento normativo e procedurale avanzato e moderno.

Le presenti raccomandazioni saranno oggetto di future revisioni ed aggiornamenti.

Raffaele Nardone

Coordinatore del Comitato di redazione

Elaborati grafici e descrittivi da allegare alla Relazione Geologica

Gli elaborati grafici e descrittivi dovranno rappresentare le principali caratteristiche geologico-strutturali, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche in relazione all'intervento da realizzare.

In particolare, alla **RELAZIONE GEOLOGICA dovranno essere allegati ALMENO** i seguenti elaborati:

- 1) Corografia in scala non inferiore a 1:10.000 con indicazione dell'area di intervento;
- 2) Carta dei vincoli ordinati e sovraordinati in scala adeguata e con indicazione dell'opera (stralcio della cartografia del PAI, stralcio del livello 1 di microzonazione sismica di livello 1 validato, ecc....);
- 3) Carta Geolitologica di dettaglio in scala non inferiore a 1:2.000 con ubicazione delle indagini geognostiche eseguite e/o consultate e la traccia della sezione;
- 4) Sezioni Geolitologiche nella stessa scala della carta geolitologica;
- 5) Carta Geomorfologica in scala non inferiore a 1:2.000;
- 6) Rapporto tecnico sulle indagini geologiche, geotecniche e sismiche eseguite e/o consultate;

- 7) Modello Geologico-Tecnico di sintesi del sottosuolo in scala non inferiore a 1:500;
- 8) Verifiche di stabilità del versante in assenza e presenza delle opere su versanti in categoria topografica T2 e T3

DESCRIZIONE DEI CONTENUTI DEGLI ELABORATI GRAFICI:

- COROGRAFIA

La carta corografica redatta in scala non inferiore a 1:10.000 dovrà contenere le informazioni utili all'individuazione dell'area oggetto di studio in un contesto geografico sufficientemente ampio

- CARTA GEOLITOLOGICA

La carta geolitológica, alla scala non inferiore a 1:2.000, oltre alle informazioni geologiche (litologia, giaciture, limiti stratigrafici, lineamenti tettonici, etc.), dovrà contenere anche le tracce delle sezioni geologiche e i depositi di copertura aventi spessori > 3 mt..

Nella carta dovrà essere ubicato l'intervento e le specifiche indagini eseguite e/o consultate

- SEZIONI GEOLITOLOGICHE

Le sezioni geologiche redatte almeno nella stessa scala della relativa carta dovranno essere prodotte in numero sufficiente al fine di rappresentare la distribuzione dei corpi geologici nello spazio

Se necessario potrà essere aumentata la scala delle altezze per far meglio comprendere l'andamento dei terreni e delle strutture in profondità.

- CARTA GEOMORFOLOGICA

La carta geomorfologica in scala non inferiore a 1:2.000 dovrà riportare la distribuzione areale dei tematismi descritti nella relazione con particolare riferimento a tutti i processi naturali e antropici in atto e/o potenziali che contribuiscono alla definizione delle pericolosità presenti. E' fatto obbligo, per quanto riguarda i movimenti franosi e gli elementi morfologici, indicare lo stato di attività o di quiescenza al momento del rilevamento. Nella carta geomorfologica dovranno essere riportate le tracce delle eventuali sezioni di verifica della stabilità del versante passante per l'area in studio e dovranno coincidere in tutto o in parte con le sezioni geologiche presenti sulla carta geologica. Nel caso in cui il sito non presenta particolari elementi morfologici da rilevare, il geologo potrà valutare di inserire gli elementi morfologici nella carta geolitologica.

- CARTA IDROGEOLOGICA

Ove possibile la ricostruzione delle linee isofreatiche con indicazione delle linee di deflusso sotterranee. Inoltre, ove ricostruibile, dovrà riportare gli elementi sito-specifici in relazione all'opera a farsi.

- VERIFICHE DI STABILITÀ DEL VERSANTE

Nel caso di opere situate su pendii o in prossimità di versanti naturali o artificiali con pendenze maggiori di 15° , dovrà esserne verificata la stabilità globale in assenza ed in presenza dell'opera e di eventuali scavi, riporti o interventi di altra natura, necessari alla sua realizzazione.

L'analisi di stabilità dovrà essere eseguita lungo superfici di scorrimento individuate o presunte e lungo linee di massima pendenza, utilizzando la minima profondità della falda ipotizzabile e anche in condizioni dinamiche. Le tracce delle sezioni analizzate dovranno essere riportate sulla carta geomorfologica, carta geologica e carta dell'ubicazione delle indagini e coincidere con il modello geologico-tecnico del sottosuolo.

Gli elaborati delle analisi di stabilità dovranno contenere: la sezione analizzata con l'indicazione delle superfici di scorrimento con il fattore di sicurezza minore tra quelle analizzate, i parametri geotecnici utilizzati, la rappresentazione della falda e i tabulati per concio delle superfici di scivolamento analizzate.



DICHIARAZIONE DI RESPONSABILITA' del Progettista **GEOLOGO**

COMUNE DI

Oggetto dei lavori: _____

Comune: _____ c.a.p.: _____

Ubicazione: _____

Riferimenti catastali:

N.C.T. Foglio n. ____ Particelle n. _____

N.C.E.U. Foglio n. ____ Particelle n. _sub_ ____

Il/La sottoscritto/a (*cognome e nome*) _____

nato/a a _____ il _____ codice fiscale _____

residente a _____ in via _____ c.a.p. _____

tel. _____ cell. _____ fax _____

e-mail (PEC) _____

in qualità di *Geologo*, consapevole delle sanzioni penali previste dall'art. 76 del D.P.R. 445/00 per le ipotesi di falsità in atti e dichiarazioni mendaci ivi indicate, ai sensi degli artt. 46 e 47 del D.P.R. 445/00

DICHIARA

1) di essere abilitato/a all'esercizio della professione di **GEOLOGO** e di:

essere iscritto/a all'Ordine dei Geologi della Regione _____ al n. ____

essere dipendente della seguente pubblica amministrazione _____
 _____ e che non sussistano cause ostative all'espletamento dell'incarico

2) che la relazione geologica è stata redatta in conformità alle Norme Tecniche di cui al D.M. 14.01.2008 e nel rispetto dei capi I, II e IV della parte II del D.P.R. 380/01 e del vigente PAI dell'Autorità di Bacino _____ e delle norme comunali e/o regionali in materia;

3) che quanto rappresentato negli elaborati relativamente allo stato dei luoghi, preesistente all'esecuzione delle opere, è rispondente alla realtà, avendo effettuato tutti i preventivi e necessari riscontri, rilievi ed accertamenti in sito per la redazione della relazione geologica e degli allegati grafici;

4) che La relazione geologica è stata redatta da professionista abilitato non coincidente con il legale rappresentante, con il direttore responsabile (o suo sostituto), con il responsabile di sito o con gli sperimentatori del "Laboratorio geotecnico" che ha redatto le prove sui terreni del volume significativo.

5) che la relazione geologica allegata al progetto comprende:

- Relazione geologica
- Relazione geologica e modellazione sismica
- Relazione geologica, caratterizzazione geotecnica del volume significativo e modellazione sismica

ed è composta dai seguenti allegati:

- 1 - Corografia
- 2 - Carta Geolitologica
- 3 - Carta Geomorfológica
- 4 - Sezioni Geolitologiche
- 5 - Modello Geologico-Tecnico
- 6 - Rapporto Tecnico sulle indagini eseguite

.....

.....

Allega alla presente copia del documento di riconoscimento in corso di validità.

(data) _____

(timbro e firma) _____

Data, _____

IL GEOLOGO
(timbro e firma)



**RACCOMANDAZIONI PER LA REDAZIONE DELLA
“RELAZIONE GEOLOGICA”
AI SENSI DELLE NORME TECNICHE
SULLE COSTRUZIONI**

Collana di studi e ricerche
a cura della Fondazione
“Centro Studi”
del Consiglio Nazionale Geologi