

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO ESECUTIVO**

RELAZIONE SISMICA

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. P.P. Marcheselli	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 2	E	C V	R H	G E 0 0 0 1	0 0 1	B

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Emissione	GDP 	15/07/2013	Rocksoil 	15/07/2013	A. Palomba 	19/07/2013	
B00	Revisione	GDP 	10/12/2014	Rocksoil 	12/12/2014	A. Palomba 	15/12/2014	

n. Elab.:	File: IG51-02-E-CV-RH-GE00-01-001-B00
-----------	---------------------------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-02-E-CV-RH-GE00-01-001-B00</p>	<p>Foglio 3 di 12</p>

INDICE

INDICE.....	3
1. PREMESSA.....	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. ORGANIZZAZIONE DELLO STUDIO.....	4
4. DATI DISPONIBILI.....	5
5. CARTA DELLA SISMICITÀ IN ITALIA.....	5
6. CARATTERI GENERALI DELLA SISMICITÀ REGIONALE	6
7. MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....	8
8. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLE AREE DI PROGETTO	10
9. STIMA DELLE PROPRIETÀ SISMICHE DEI TERRENI INTERESSATI DAL PROGETTO.....	11
9.1. Le categorie di suolo secondo il D.M. 14.01.2008	11
9.2. Le categorie di suolo delle opere in progetto	12

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-02-E-CV-RH-GE00-01-001-B00</p>	<p>Foglio 4 di 12</p>

1. PREMESSA

Il presente rapporto riguarda la caratterizzazione sismica per i settori di territorio in cui andranno ad insistere le WBS del Progetto Esecutivo – Lotto 2. Gli interventi si inseriscono nel quadro delle opere complementari previste dal Progetto Esecutivo del nuovo collegamento AC/AV Milano-Genova “Terzo Valico dei Giovi”.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente rapporto fa riferimento alla seguente documentazione:

- D.M. 14 luglio 1984
- OPCM n° 3274 del 20/03/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”

3. ORGANIZZAZIONE DELLO STUDIO

Lo studio delle caratteristiche sismiche delle parti di territorio interessate dalla realizzazione delle WBS previste per la fase di Progetto Esecutivo – Lotto 2 comprendono una ricerca bibliografica e la revisione critica dei dati a disposizione dal Progetto Preliminare e del Progetto

Il gruppo di lavoro è così costituito:

- coordinamento generale: Dott. Geol. Luca Delle Piane (responsabile di progetto);
- supervisione e controllo elaborati: Dott. Geol. L. Delle Piane, Dott. Geol. Paolo Perello;
- rilevamento geologico-strutturale, sedimentologico-stratigrafico e geomorfologico: Dott. Geol. L. Delle Piane, Dott. Geol. P. Perello, Dott. Geol. Antonio Damiano, Dott.sa Geol. Alessandra Giorza, Dott.sa Geol. Alessia Musso, Dott. Geol. Dario Varrone;
- idrogeologia, modellazione idrogeologica numerica, idrogeochimica: Dott. Geol. Alessandro Baietto, Dott.sa Geol. Laura Citernesì;
- elaborazioni GIS e CAD: Dott.sa Geol. A. Musso, Dott.sa Geol. A. Giorza, I. Zatti.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-02-E-CV-RH-GE00-01-001-B00</p> <p>Foglio 5 di 12</p>

4. DATI DISPONIBILI

L'area studiata si inserisce nel quadro del progetto della nuova linea AV/AC Milano-Genova "Il Valico dei Giovi", il cui tracciato per la parte di valico si sviluppa attraverso il territorio delle regioni Piemonte e Liguria e comprende, da sud a nord, i comuni di Genova, Ceranesi, Campomorone (provincia di GE), Voltaggio, Fraconalto, Gavi, Arquata Scrivia, Serravalle Scrivia, Novi Ligure e Pozzolo Formigaro (provincia di AL).

A livello bibliografico, per caratterizzare dal punto di vista generale la sismicità regionale, sono facilmente reperibili le seguenti informazioni di base:

- carta della sismicità in Italia, prodotta dal Centro Nazionale Terremoti dell'INGV;
- mappa della pericolosità sismica di riferimento, prodotta dall'INGV per l'intero territorio nazionale e relativa alla nuova classificazione sismica dei comuni italiani;
- nuova mappa della classificazione sismica dei comuni italiani aggiornata al 2010.

A livello normativo, l'OPCM n° 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" ("nuova classificazione sismica") ha ridefinito la classificazione sismica del territorio italiano proposta dal D.M. 14 luglio 1984 e s.m.i ("vecchia classificazione sismica").

5. CARTA DELLA SISMICITÀ IN ITALIA

La Carta della sismicità in Italia (Figura 1) riporta 45.000 terremoti avvenuti tra il 1981 e il 2002 selezionati in base alla qualità della localizzazione, secondo parametri diversificati per a) terremoti crostali, b) terremoti sub-crostaali o profondi (Chiarabba et al., 2005). Come si può osservare dalla figura, nell'intorno dell'area studiata la maggior parte dei sismi registrati presenta magnitudo inferiore a 4 e profondità ipocentrale compresa entro i primi 18 km, con un massimo di concentrazione intorno ai 12 km. I sismi registrati nell'area di interesse hanno quindi in generale un carattere prevalentemente superficiale.

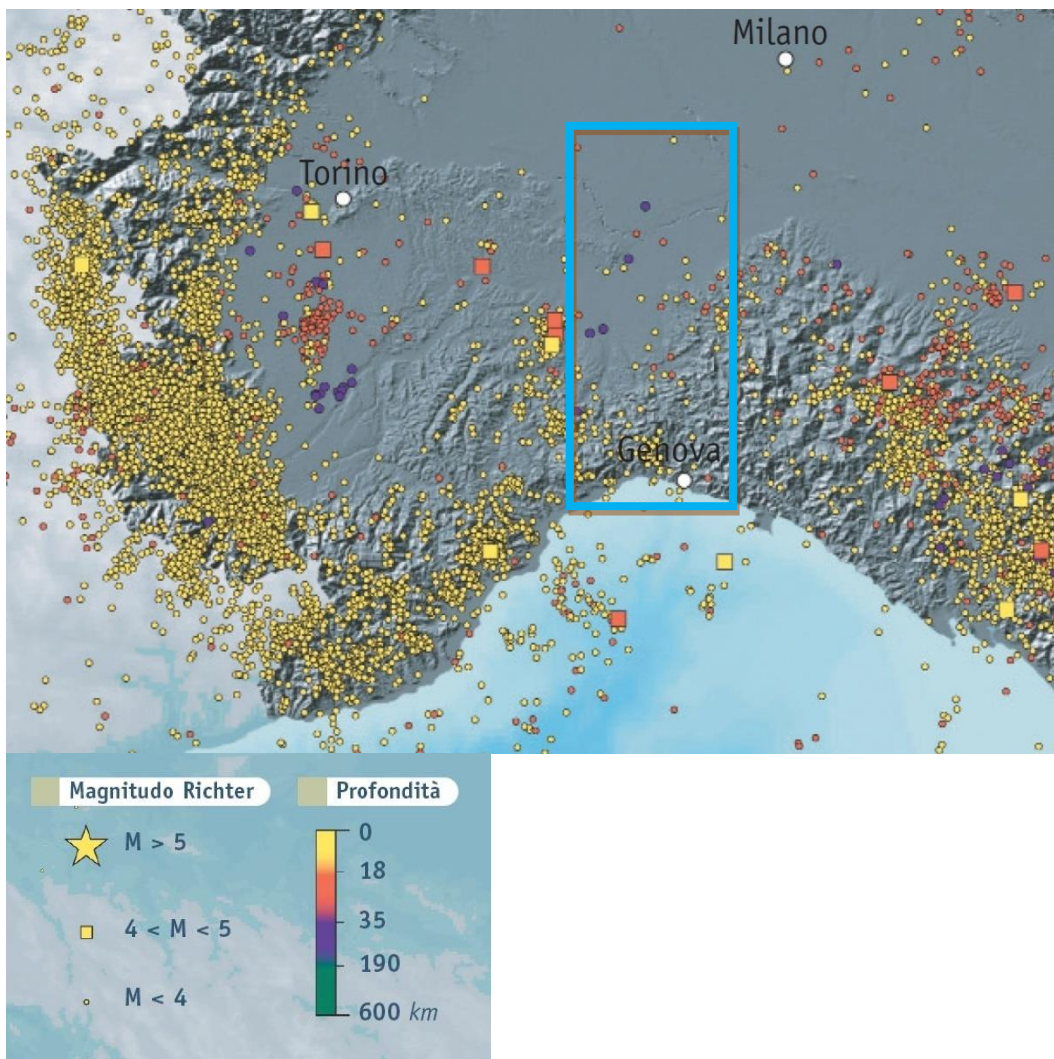


Figura 1 – Stralcio della Carta della sismicità in Italia (Chiabba et al, 2005)

Il rettangolo azzurro individua l'area di progetto.

6. CARATTERI GENERALI DELLA SISMICITÀ REGIONALE

Il regime geodinamico attuale della catena alpina occidentale determina un'attività sismica generalmente modesta come intensità e rilevabile in gran parte solo a livello strumentale, ma legata a eventi ricorrenti con una frequenza piuttosto significativa.

Gli epicentri si concentrano lungo l'arco alpino seguendo due direttrici principali, corrispondenti rispettivamente al margine interno della catena (limite fra le unità penniniche e la pianura padana) e all'allineamento dei massicci cristallini esterni (fronte penninico).

Le due direttrici convergono in corrispondenza del Cuneese per riaprirsi a ventaglio verso la costa interessando il settore compreso tra Nizza e Imperia. Verso est, un'altra area di attività sismica è rappresentata dall'estremità settentrionale degli Appennini e la porzione di catena collisionale sepolta al di sotto della Pianura Padana.

Fra queste due zone e, in particolare, nel settore compreso tra Savona e La Spezia, è presente una fascia di più bassa frequenza dei sismi, che appaiono notevolmente dispersi e isolati rispetto ai sismi che caratterizzano le principali direttrici sopra descritte. Alcuni allineamenti di sismi immediatamente a E della città di Genova sembrano ricalcare l'andamento strutturale dei contatti tra le principali unità tettonometamorfiche di questo settore di catena, che hanno in generale un andamento nord-sud. Il settore direttamente interessato dal progetto della linea AV/AC Milano-Genova appare invece caratterizzato da una bassa frequenza di sismi. A scala regionale, questo canale di bassa frequenza dei sismi si traduce in una corrispondente fascia a più bassa pericolosità sismica, sempre con direzione approssimativamente N-S, delineata nella Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale (Figura 2).

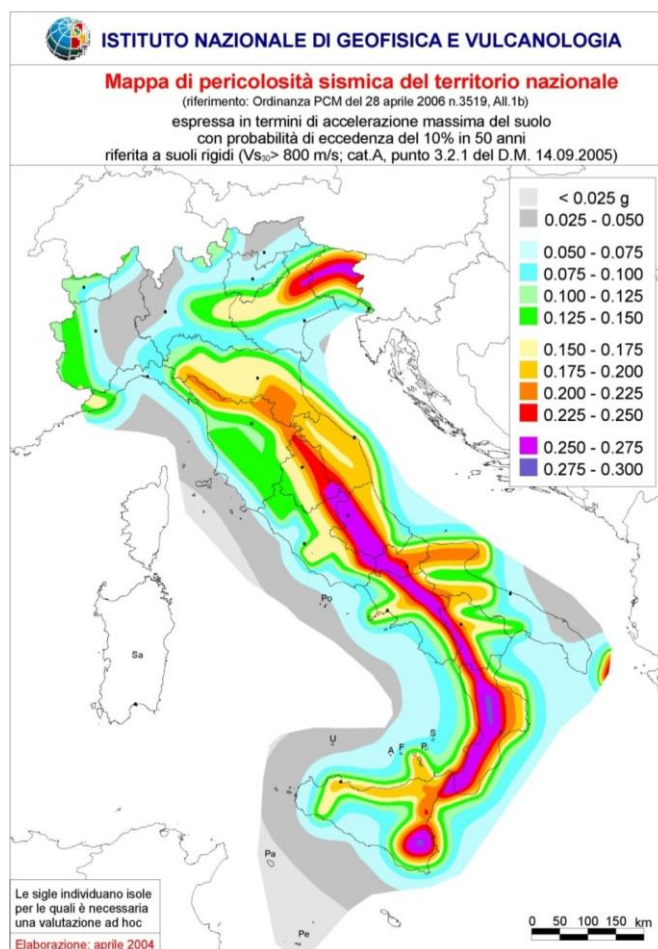


Figura 2 - Mappa di pericolosità sismica dell'intero territorio nazionale redatta dall'INGV. La figura è stata tratta dal sito dell'INGV: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RH-GE00-01-001-B00
	Foglio 8 di 12

7. MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), recependo i suggerimenti della Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile, ha coordinato la redazione della mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche, richiesta dall'ordinanza del P.C.M. datata 20 marzo 2003 n. 3274, All. 1.

La pericolosità sismica rappresenta una stima quantitativa dello scuotimento del terreno dovuto a un evento sismico, in una determinata area. Tale valutazione può essere effettuata con metodi deterministici, assumendo un determinato terremoto di riferimento, oppure con metodi probabilistici, nei quali le incertezze dovute alla grandezza, alla localizzazione e al tempo di occorrenza del terremoto sono esplicitamente considerati.

In dettaglio, la pericolosità sismica di base rappresenta una componente della pericolosità sismica precedentemente descritta, dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti). La pericolosità sismica di base calcolata (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (terremoto di riferimento)

A scala nazionale l'INGV ha quindi provveduto a stimare l'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante $a(g)$, corrispondente a quella che in ambito internazionale viene chiamata PGA, che costituisce il principale parametro descrittivo della pericolosità di base.

Tale parametro, la cui unità di misura è l'accelerazione di gravità $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, utilizzato anche per la definizione dell'azione sismica di riferimento per opere ordinarie (Classe II delle Norme Tecniche per le Costruzioni), convenzionalmente rappresenta l'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante che, in un intervallo di tempo di 50 anni, ha una probabilità del 10% di superare il valore indicato (cfr. scala colore), per effetto di sismi di intensità maggiore rispetto a quelli considerati per la classificazione del territorio.

A livello locale è disponibile una mappa più dettagliata dell' $a(g)$ prodotta sempre dall'INGV e consultabile sul sito dell'istituto all'indirizzo "<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>", riportata in Figura 3.

Dall'analisi delle due mappe si può osservare che l'area di progetto presenta valori di $a(g)$ compresi tra 0,050 nel settore genovese e 0,100 g nel settore di spartiacque e piemontese.

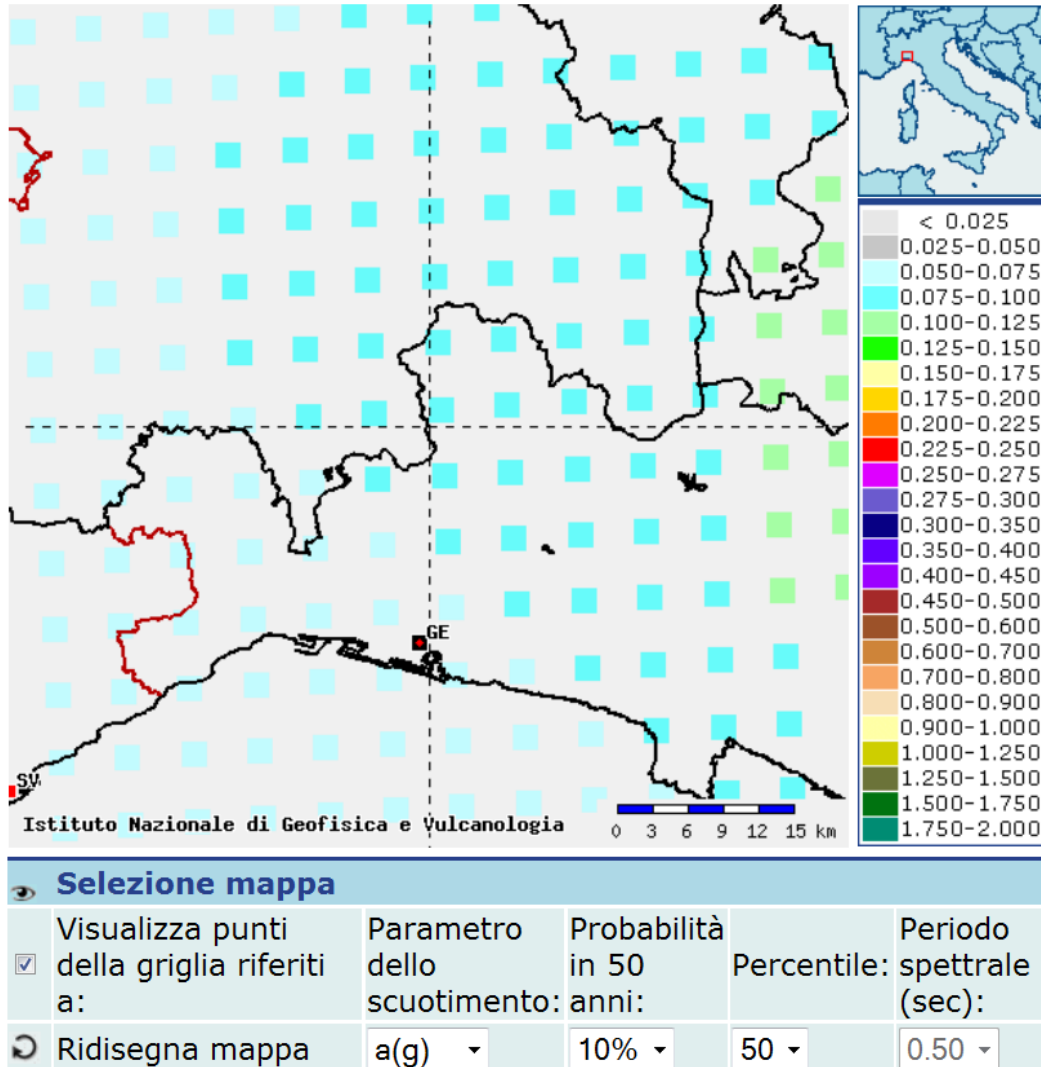


Figura 3 - Mappa di pericolosità sismica dell'area studiata redatta dall'INGV. La figura è stata tratta dal sito dell'INGV: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

8. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLE AREE DI PROGETTO

Contestualmente alla redazione della mappa della pericolosità di base, l'ordinanza del P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 ha delineato i criteri per la nuova classificazione sismica di tutto il territorio nazionale basandosi proprio sui valori di $a(g)$ espressi.

La nuova classificazione sismica del territorio nazionale prevede quindi le seguenti tipologie di zone:

- Zona 1 - è la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.
- Zona 2 - nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
- Zona 3 - i comuni inclusi in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti.
- Zona 4 - è la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.

I valori di accelerazione $a(g)$ con probabilità di superamento del 10% in 50 anni corrispondenti alle 4 diverse zone, stabiliti dalle ordinanze ministeriali sono i seguenti:

- Zona sismica 1: $a(g) > 0.25 g$
- Zona sismica 2: $0.15 g < a(g) \leq 0.25 g$
- Zona sismica 3: $0.05 g < a(g) \leq 0.15 g$
- Zona sismica 4: $a(g) \leq 0.05 g$

Sulla base della classificazione sismica dei comuni italiani contenuta entro l'Allegato 1 dell'OPCM n°3274 del 20/3/2003, le aree d'intervento sono caratterizzate dai valori presentati in Tabella 1.

Regione	Comune	vecchia classificazione sismica	nuova classificazione sismica
Piemonte	Arquata Scrivia	4	3
	Fraconalto	4	3
	Gavi	4	3
	Novi Ligure	4	4
	Pozzolo Formigaro	4	3
	Serravalle Scrivia	4	3
	Voltaggio	4	3
Liguria	Campomorone	4	4
	Ceranesi	4	4
	Genova	4	4
	Mignanego	4	4
	Ronco Scrivia	4	3

Tabella 1 - Elenco dei comuni interessati dal tracciato con indicazione del rischio sismico secondo la normativa nazionale e regionale.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RH-GE00-01-001-B00
	Foglio 11 di 12

9. STIMA DELLE PROPRIETÀ SISMICHE DEI TERRENI INTERESSATI DAL PROGETTO

NOTA

Sebbene il progetto sia in deroga alle normative relative alla caratterizzazione sismica dei terreni, successive al 2005, viene tuttavia riportata una indicazione generale delle categorie in cui ricadono i terreni su cui andranno ad insistere le opere in progetto.

9.1. Le categorie di suolo secondo il D.M. 14.01.2008

Le categorie di suolo di fondazione individuate dal D.M. 14.01.2008, in base alla prevedibile azione sismica di progetto stimata sulla base del parametro $V_{s,30}$, ossia della velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità, sono di seguito riportate:

Cat. A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ maggiori di 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;

Cat. B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 e 800 m/s;

Cat. C: Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 e 360 m/s;

Cat. D: Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ minori di 180 m/s;

Cat. E: Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s,30} > 800$ m/s) in cui $V_{s,30}$ è la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Per quanto riguarda le condizioni topografiche esiste si fa riferimento alla seguente classificazione in categorie topografiche in funzione delle caratteristiche della superficie topografica, a ciascuna delle quali corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica ST che concorre alla determinazione dello spettro di risposta:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-02-E-CV-RH-GE00-01-001-B00 <table border="1" style="float: right; margin-left: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Foglio 12 di 12</td> </tr> </table>	Foglio 12 di 12
Foglio 12 di 12		

Cat. T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$;

per tale categoria ST = 1.0.

Cat. T2: Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$; per tale categoria ST = 1.2 in corrispondenza della sommità del pendio.

Cat. T3: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$; per tale categoria ST = 1.2 in corrispondenza della cresta del rilievo.

Cat. T4: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$; per tale categoria ST = 1.4 in corrispondenza della cresta del rilievo.

9.2. Le categorie di suolo delle opere in progetto

Sulla base delle caratteristiche geografiche, geologiche e geomorfologiche dell'intero settore, le aree oggetto d'intervento possono essere distinte in tre tipologie:

- **Settori di pianura**, caratterizzati da una significativa coltre di depositi alluvionali, che possono essere riferite alle categorie di suolo di fondazione B, C e D.
- **Settori di raccordo** tra le aree di pianura ed i rilievi collinari e montuosi, comprese le aree intravallive, che possono essere riferiti alle categorie di suolo di fondazione E, e localmente alla categoria B.
- **Settori collinari e montuosi**, riferibili alle categorie di suolo di fondazione A e localmente alla categoria B.