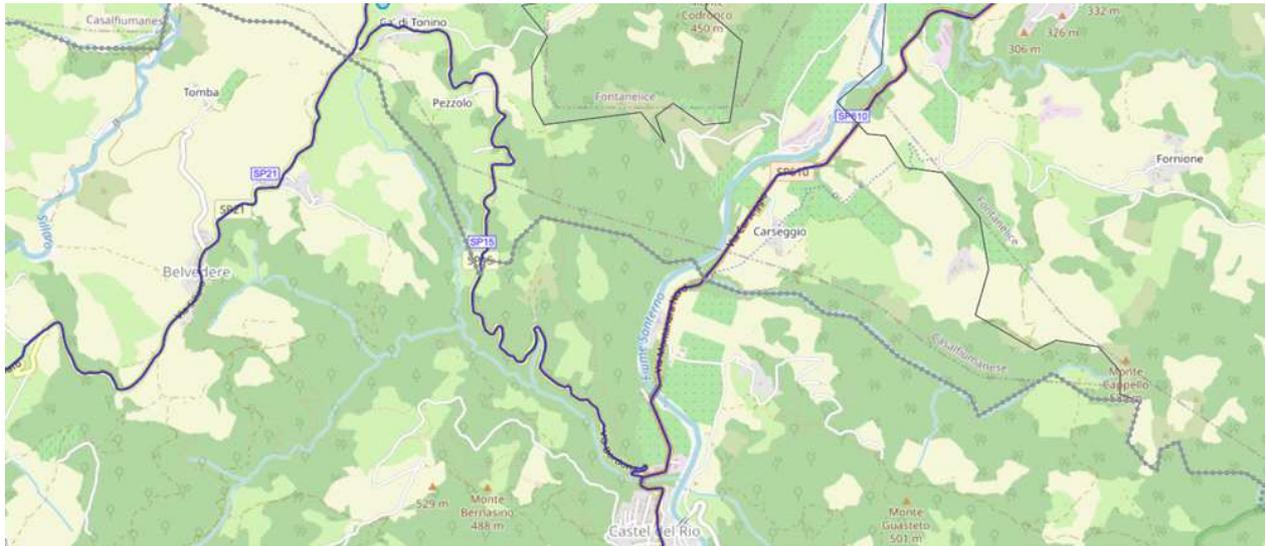




**CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA**  
 Area Sviluppo delle Infrastrutture  
 Settore Strade, Sicurezza e Ciclovie  
 via San. felice, 25 - 40131 BOLOGNA

**LAVORI DI RIPRISTINO DEFINITIVO DELLA SEDE STRADALE E DELLE SCARPATE DI MONTE E DI VALLE DELLA S.P. 15 "BORDONA" NEI COMUNI DI CASALFIUMANESE E CASTEL DEL RIO**  
**CUP C57H24000260001 - CIG B1329839A9**



proprietà e diritti del presente disegno sono riservati - la riproduzione e' vietata  
 ownership and copyright are reserved - reproduction is strictly forbidden

COMMITTENTE:



Area Sviluppo delle Infrastrutture  
 Settore Strade, Sicurezza e Ciclovie  
 via San. felice, 25 - 40131 BOLOGNA

FUNZIONI PROCEDIMENTO:

Responsabile Unico Procedimento:  
**Ing. MAURIZIO MARTELLI**

PROGETTO:



**THESEENGINEERING**  
 Studio Tecnico di Ingegneria  
 40037 Sasso Marconi (BO) - via Castello n.7  
 tel. +39.51.6750312 fax. +39.51.6750370  
 E-mail: thesis@studiothesis.it

Prof. Ing. **CLAUDIO COMASTRI**

REVISIONI: AGGIORNAMENTI:	4	CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA	MODIFICA CONSOLIDAMENTO SCARPATA A MONTE E INSERIMENTO NUOVO TRATTO DI FRANA KM 3+100	THS2024005.S04.Qb.III.01_R05	03/07/2025	
	3	CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA	INTEGRAZIONE PROGETTO SU RICHIESTE DA CITTA' METROPOLITANA	THS2024005.S04.Qb.III.01_R05	24/06/2025	
	2	CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA	INTEGRAZIONE PROGETTO SU RICHIESTE DA CITTA' METROPOLITANA	THS2024005.S04.Qb.III.01_R05	24/04/2025	
	1	CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA	INSERIMENTO NUOVO TRATTO DI FRANA KM 2+700	THS2024005.S04.Qb.III.01_R05	15/01/2025	
	1^ EMISS.	CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA	CONSEGNA	THS2024005.S04.Qb.III.01_R05	24/12/2024	
RICHIEDENTE/APPLICANT:			OGGETTO:	FILE:	DATA:	
ELABORATO/DRAWN BY:		Geom. C. Lamma	CONTROLLATO/ CHECKED BY:	Ing. E. Comastri	APPROVATO/APPROVED BY:	Ing. Claudio Comastri
FIRMA/SIGNATURE			DATA/DATE	FIRMA/SIGNATURE	DATA/DATE	FIRMA/SIGNATURE

PROGETTO:	UBICAZ:	<b>STRADA PROVINCIALE N. 15 "BORDONA"</b>							
	OPERA:	<b>COMUNI DI CASALFIUMANESE E CASTEL DEL RIO</b>							
ELAB.	Titolo	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		SCALA:	<b>[-]</b>	REVISIONE:	<b>Rev.4</b>	DATA:	<b>03/07/2025</b>
	Titolo 2	<b>[-]</b>		TAVOLA N.:	<b>R05</b>				

## 1 CODICI E TITOLI

### 1.1 Codice e titolo

**Codice Commessa:** THS2024005.S04

**Committente:** Città Metropolitana di Bologna, via San Felice 24 – 40100 Bologna

**Responsabile Unico Procedimento:** ing. Maurizio MARTELLI (Città Metropolitana di Bologna)

**Opera:** Strada Provinciale n.15 "Bordona" Comuni di Castel del Rio e Casalfiumanese

**Incarico:** Contratto per il servizio di architettura e ingegneria per la progettazione esecutiva e coordinamento sicurezza in fase di progettazione relativo ai lavori di ripristino definitivo della sede stradale e delle scarpate di monte e di valle della S.P.15 "Bordona", nei Comuni di Casalfiumanese e Castel del Rio. CUP C57H24000260001, CIG B1329839A9

### 1.2 Progettazione

prof. ing. Claudio Comastri (Titolare studio ThesisEngineering): Responsabile Progettazione

### 1.3 Redazione del documento:

Codice: THS2024.005.S04 QIII.01-R05

Titolo: Relazione Geotecnica

Pagine numerate, n.:10

Fogli A4, n.:11

Fogli A3, n.:0

Redazione: ing. Claudio Comastri

Controllo: ing. Claudio Comastri

Approvazione per emissione: ing. Claudio Comastri

Rev.:[-]

Data di approvazione:03 Luglio 2025

### 1.4 Trasmissione progetto:

Indirizzo: Città Metropolitana di Bologna, via San Felice 25 Bologna

c.a., ing. Maurizio Martelli,

n. copie del progetto: 1 formato digitale.

THS2024005-S04.QbIII.01_R05	4	03.07.2025	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	<b>Pag. 2 di 11</b>
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	

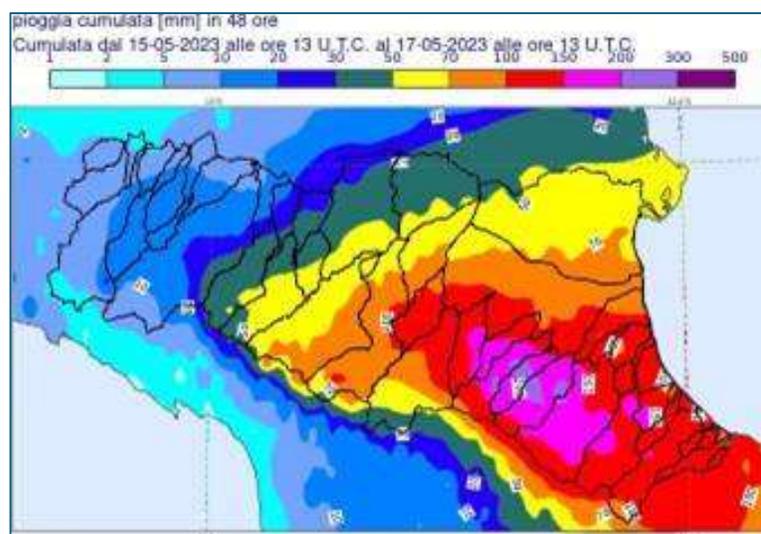
## SOMMARIO

1	CODICI E TITOLI .....	2
1.1	Codice e titolo.....	2
1.2	Progettazione.....	2
1.3	Redazione del documento: .....	2
1.4	Trasmissione progetto:.....	2
2	PREMESSA.....	4
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
4	LEGGI E NORME TECNICHE .....	6
4.1	Nazionali.....	6
4.2	Regione Emilia-Romagna.....	6
4.3	Eurocodici .....	6
4.4	Codici e Raccomandazioni .....	6
5	PRINCIPALI FONTI BIBLIOGRAFICHE .....	7
6	INTRODUZIONE .....	10
6.1	Modelli Geotecnici di progetto .....	10
6.1.1	Componente arenacea.....	10
6.1.2	Componente marnosa.....	10
6.1.3	Terre di alterazione superficiale e coltri superficiali .....	11

## 2 PREMESSA

L'alluvione del maggio 2023 ha colpito la regione Emilia Romagna, ed in parte le Regioni Marche, Toscana, provocando movimenti franosi, dissesti delle reti viarie, allagamenti e danni agli edifici, alle abitazioni, alle strutture, alle coltivazioni: sono stati stimati in diversi milioni di euro i danni provocati da questo evento estremo. Molte Persone hanno dovuto lasciare la propria casa o la propria attività lavorativa, per impossibilità di abitare e utilizzare gli stessi edifici inondati da acqua e fango, e per la impossibilità di collegamento con il territorio per i crolli e le interruzioni delle strade e dei percorsi alternativi franati in diversi punti.

La rete viaria della Città Metropolitana di Bologna ha subito una serie di frane che hanno determinato in molti casi la necessità di interrompere temporaneamente l'agibilità del traffico veicolare e, in antri casi, la necessità di ridurre la larghezza della piattaforma stradale al tratto non collassato. Volumi importanti di terreno sono scivolati da monte a valle, coinvolgendo tratti di strade di lunghezza anche superiori al kilometro: in questi casi sono state semaforizzati i tratti agibili per consentire il mantenimento del collegamento. In tempi brevi sono state aperte tutte le strade ancorché con riduzione della carreggiata, con semaforizzazioni, con segnaletica e barriere di sicurezza.



La figura sopra riportata, tratta da cartografia Regione Emilia – Romagna, mostra la pioggia cumulata (mm) in 48 ore nel territorio della Regione Emilia-Romagna

I lavori di consolidamento delle aree interessate dalle frane, delle scarpate di monte e di valle delle strade e delle strade stesse sono stati pianificati dalla Città Metropolitana di Bologna e sono state individuati i tratti di lavori con i relativi impegni economici di previsione.

THS2024005-S04.QbIII.01_R05	4	03.07.2025	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	<b>Pag. 4 di 11</b>
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	

La Città Metropolitana ha incaricato Studi e Società di Professionisti per elaborare i progetti esecutivi degli interventi di consolidamento.

Lo Studio ThesisEngineering è stato incaricato per la progettazione esecutiva di tratti stradali dell'alto Imolese:

SP15 (via Bordona) Comune di Castel del Rio e Comune di Casalfiumanese

SP33 (via Casolana) Comune di Fontanelice

SP34 (via Gesso ) Comune di Fontanelice e Comune di Casalfiumanese

SP21 (via Sillaro) Comune di Castel del Rio

In questa relazione si tratta dell'inquadramento generale degli interventi di consolidamento/ri-facimento dei tratti stradali della SP15 "Bordona" colpiti dalle frane, e del consolidamento delle scarpate a monte ed a valle dei tratti stradali.

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per il progetto esecutivo del consolidamento del versante a monte e a valle dei tratti di strada interessati dalle frane si è fatto riferimento ai risultati delle indagini condotte immediatamente dopo l'evento alluvionale, alle informazioni ottenute dagli Abitanti dei luoghi, alle informazioni acquisite dalle cartografie regionali sulle condizioni geomorfologiche dei territori, dalle carte geologiche, dalla storia e dallo sviluppo del territorio negli ultimi anni.

Sono stati presi a riferimento:

- ♦ *Piani Regionali e Comunali tratti dagli archivi del Comune e della Regione;*
- ♦ *Informazioni e cartografie disponibili presso i Servizi della Città Metropolitana di Bologna.*
- ♦ *Piano Territoriale Metropolitan: Pubblicazione ai sensi dell'articolo 17 del D.lgs. 152/2006 e dell'articolo 46 comma 7 della L.R. 24/2017;*
- ♦ *ISPRA Quadro di sintesi dissesto frane Emilia-Romagna, Italia (aggiornamento 19/05/2023)*
- ♦ *Regione Emilia-Romagna: Carta inventario delle frane ed Archivio Storico delle frane*
- ♦ *Emilia Romagna "Carta della Stabilità dei versanti 1:25.000 - Prima edizione"*

THS2024005-S04.QbIII.01_R05	4	03.07.2025	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	<b>Pag. 5 di 11</b>
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	

## 4 LEGGI E NORME TECNICHE

### 4.1 Nazionali

- [1]. Legge 5 novembre 1971 n. 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- [2]. Circ.Min.LL.PP.14/02/1974,n.11951–Applicazione della L.5 novembre1971, n. 1086;
- [3]. Legge 2 febbraio 1974 n. 64, “Recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- [4]. D.M. Infrastrutture e Trasporti del 14/01/2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”
- [5]. Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – “Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14/01/2008;
- [6]. D.M. Infrastrutture e Trasporti del 17/01/2018 – “Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;

### 4.2 Regione Emilia-Romagna

- ♦ L.R. Emilia-Romagna del 30 ottobre 2008, n. 19 “Norme per la riduzione del rischio sismico”.
- ♦ L.R. Emilia Romagna del 28 dicembre 2023, N.17 “Disposizioni collegate alla Legge Regionale di Stabilità per il 2024”

### 4.3 Eurocodici

- ♦ Eurocodice EC1: Basi della progettazione ed azioni sulle strutture
- ♦ Eurocodice EC2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo
- ♦ Eurocodice EC3: Progettazione delle strutture in acciaio
- ♦ Eurocodice EC4: Progettazione delle strutture composte acciaio/calcestruzzo
- ♦ Eurocodice EC5: Progettazione delle strutture di legno
- ♦ Eurocodice EC6: Progettazione delle strutture in muratura
- ♦ Eurocodice EC7: Progettazione geotecnica (parti 1,2,3)
- ♦ Eurocodice EC8: Regole progettuali per strutture antisismiche (parte 5).

### 4.4 Codici e Raccomandazioni

- ♦ Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Central.
- ♦ ASTM D4253 “Standard test methods for maximum index density and unit weight of soils using a vibratory table”.
- ♦ ASTM D4254 “Standard test method for minimum index density and unit weight of soils and

THS2024005-S04.QbIII.01_R05	4	03.07.2025	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	<b>Pag. 6 di</b>
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	<b>11</b>

calculation of relative density”.

- ♦ ASTM D1557 “Test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort”.
- ♦ CNR B.U., anno XXVI, n° 146 “Determinazione dei moduli di deformabilità  $M_d$  e  $M_d'$  mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.

## 5 PRINCIPALI FONTI BIBLIOGRAFICHE

- ♦ Pozzati P., Ceccoli C, (1977) “Teoria e Tecnica delle strutture” Ed. Utet.
- ♦ Capurso M. (1970) “Scienza delle Costruzioni” Ed.Pitagora.
- ♦ Skempton A.W. (1986) “Standard Penetration Test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation” Geotechnique 36, n° 3.
- ♦ Bolton (1986) “The strength and dilatancy of sands” Geotechnique 36 , n° 1.
- ♦ Jamiolkowski M., Ghionna V.N., Lancellotta R., Pasqualini E. (1988) “New correlations of penetration tests for design practice” Proceedings of International Symposium on Penetration Testing, ISOPT I, Orlando.
- ♦ Youd T.D. (1972) “Factors controlling maximum and minimum density of sands” Proceedings of Symposium on Eval. Dens., ASTM STP 523.
- ♦ Stroud M.A. (1988) “The Standard Penetration Test – Its application and interpretation” Penetration Testing in UK, Proceedings of the Geotechnical Conference organized by ICE, Birmingham.
- ♦ Ohta Y., Goto N. (1978) “Empirical shear wave velocity equations in terms of characteristic soil indexes” Earthquake Engineering and Structural Dynamics, vol.6.
- ♦ Robertson P.K. (1986) “In situ testing and its application to foundation engineering” Can.Geot.Journ. vol.23, n.4, pp 573-594
- ♦ Poulos H.G. (1968) “Analysis of the settlement of pile group” Geotechnique, vol.18 pp 449-471.
- ♦ Poulos H.G., Davis E.H. (1980) “Pile foundation analysis and design” – J.Wiley & Sons, 397pp.
- ♦ Burland J.B.,(1971), “A method of estimating the pore pressure and displacements beneath embankments on soft natural clay deposits.” Proc.Roscoe Memorial Symp. Pp. 505-536.
- ♦ Bromhead E.N. (1986) “Stabilità dei pendii” – Ed. Flaccovio.
- ♦ Anderson M.G. ,Richards L.S. (1987) “Slope stability” - Ed .J.Wiley&Sons
- ♦ Andrus R.D., Youd T.L. (1989) “Penetration tests in liquefiable gravels” Technical Papers, Proceedings XII ICSMFE, vol.1, Rio de Janeiro.
- ♦ Baldi G., Bellotti R., Ghionna V.N., Jamiolkowski M., Pasqualini E. (1983) “Cone penetration test and relative density in sand” 14th National Conference on S.M.F.E., Spoleto, Italy, (in italian).
- ♦ Baldi G., Bellotti R., Ghionna V.N., Jamiolkowski M., Pasqualini E. (1986) “Interpretation of CPTs and CPTUs: 2nd part, Drained penetration of sands” 4th International Geotechnical Seminar, Singapore.
- ♦ Baldi G., Jamiolkowski M., Lo Presti D.C.F., Manfredini G., Rix G.J. (1989) “Italian experiences in assessing shear wave velocity from CPT and SPT” Earthquake Geotechnical Engineering, Proc. of

THS2024005-S04.QbIII.01_R05	4	03.07.2025	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	<b>Pag. 7 di 11</b>
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	

Discussion Session on Influence of Local Conditions on Seismic Response, 12th Int. Conf. on S.M.F.E., Rio de Janeiro, Brasil, pp. 157-168.

- ♦ Berardi R. (1999) "Non linear elastic approaches in foundation design" Pre-failure Deformation Characteristics of Geomaterials, Torino, Balkema.
- ♦ Bjerrum, L. (1967). "Engineering geology of Norwegian normally consolidated marine clays as related to settlements of buildings". Géotechnique 17, n° 2, 81-118.
- ♦ Bjerrum L. (1972) "Embankments on soft ground" Proc. of Spec. Conf. on Performance of Earth and Earth-Supported Structures, Lafayette.
- ♦ Bolton (1986) "The strength and dilatancy of sands" Geotechnique 36 , n° 1.
- ♦ Burland J.B. (1990) "On the compressibility and shear strength of natural clays" Géotechnique 40, n° 3, pag. 329.
- ♦ Cestari F. (1996) "Prove geotecniche in sito" , II edizione, ed. GEO-GRAPH s.n.c., SEGRATE;
- ♦ Chandler R.J., de Freitas M.H., Marinos P. (2004) "Geotechnical characterisation of soils and rocks: a geological perspective" Advances in Geotechnical Engineering, The Skempton Conference, 2004, Thomas Telford, London.
- ♦ Charles J.A. (1989) "Geotechnical properties of coarse grained soils" General Report, Discussion Session 8, Proceedings XII ICSMFE, vol.4, Rio de Janeiro.
- ♦ Clayton C.R.I. (1995) "The Standard Penetration Test (SPT): Methods and use" CIRIA Report n° 143, 1995.
- ♦ Cubrinowski M., Ishihara K. (1999) "Empirical correlation between SPT N-value and relative density for sandy soils" Soils and Foundations, vol. 39, n° 5, pp. 61-71.
- ♦ Durgunoglu H.T., Mitchell J.K. (1975) "Static penetration resistance of soils, I -Analyses, II - Evaluation of the theory and interpretation for practice" aSCE Specialty Conference on in Situ Measurements of Soil Properties, Raleigh NC, V.I..
- ♦ Elson W.K. (1984) "Design of laterally-loaded piles" CIRIA Report 103.
- ♦ Holtz R.D., Jamiolkowski M., Lancellotta R., Pedroni R. (1991) "Prefabricated vertical drains: design and performance" CIRIA Ground Engineering Report: Ground Improvement.
- ♦ Ishihara K., Tsukamoto Y., Shimizu Y. (2001) "Estimate of relative density from in-situ penetration tests" Proceedings In-situ 2001, Bali.
- ♦ Jamiolkowski M., Ghionna V.N., Lancellotta R., Pasqualini E. (1988) "New correlations of penetration tests for design practice" Proceedings of I International Symposium on Penetration Testing, ISOPT I, Orlando.
- ♦ Jamiolkowski, M., Lo Presti, D.C.F. and Garizio, G.M. (2001). "Correlation between Relative Density and Cone Resistance for Silica Sands". Jubilee Volume 75th Anniversary of K. Terzaghi's. Erdbau-mechanik Wien, Edit. H. Brandl.
- ♦ Ladd C.C., Foot R. (1974) "A new design procedure for stability of soft clays" Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, vol.100, n° 7.
- ♦ Lo Presti D.C.F. (1989) "Proprietà dinamiche dei terreni" Atti delle Conferenze di Geotecnica di Torino, 14th Ciclo, Comportamento dei terreni e delle fondazioni in campo dinamico.
- ♦ Matlock, H., Reese, L.C. (1960). "Generalized Solutions for Laterally Loaded Piles". Journal of Soil

THS2024005-S04.QbIII.01_R05	4	03.07.2025	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	<b>Pag. 8 di 11</b>
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	

Mechanics and Foundations Division, ASCE, V.86, No.SM5, pp.63-91.

- ♦ Mayne P.W., Rix G.J. (1993) "Gmax - Qc relationship for clays" Geotechnical Testing Journal, GTJODJ, vol.16, n°1, pp. 54-60
- ♦ Mitchell J.K. (1976) "Fundamentals of soil behavior" John Wiley & Sons.
- ♦ Nagaraj T.S., Miura N. (2001) "Soft clay behaviour – Analysis and assessment" Balkema, Rotterdam.
- ♦ NAVFAC (1971) "Design Manual DM7" U.S. Naval Publication and Formations Center, Philadelphia.
- ♦ Olsen R.S., Farr J.V. (1986) "Site characterization using the cone penetration test" Proc. Intern. Symposium In-Situ '86, Blacksburg (USA).
- ♦ Randolph M.F., Wroth C.P.T. (1981) "Application of the failure state in undrained simple shear to the shaft capacity of driven piles" Géotechnique.
- ♦ Reese L.C., Cox W.R., Koop F.D. (1974) "Analysis of laterally loaded piles in sand" Proc. VI Offshore Technology Conference, OTC 2080, Houston, Texas.
- ♦ Rix, G.J. and Stokoe, K.H. (1992). "Correlation of initial tangent modulus and cone resistance". Proc. of the International Symposium on Calibration Chamber Testing, Potsdam, N.Y. Edit. Elsevier.
- ♦ Robertson P.K., Campanella R.G., Wightman A. (1983) "SPT-CPT Correlations" Journal of the Geotechnical Eng. Division, ASCE, Vol. 109.
- ♦ Robertson P.K., Campanella R.G. (1984) "Guidelines for use and interpretation of the electric cone penetration tests" Soil Mech. Series n° 69, Department of Civil Engineering, University of British Columbia.
- ♦ Robertson P.K., Campanella R.C. (1986) "Guidelines for use, interpretation and application of the CPT and CPTU" Soil Mechanics Series 105, Department of Civil Eng., Univ. Of British Columbia, Vancouver.
- ♦ Robertson P.K., Campanella R.G., Gillespie D., Greig J. (1986) "The interpretation of Begemann friction jacket cone results to give soil types and design parameters" Proc. VII ECSMFE, Brighton (U.K.).
- ♦ Rocchi G.F. (2003) "Interpretazione delle prove penetrometriche statiche e dinamiche in termini di densità relativa" Documento interno Studio Geotecnico Italiano.
- ♦ Rocchi G.F. (2003) "Correlazione empirica tra coefficiente di permeabilità, indice dei vuoti e caratteristiche di plasticità in argille e limi" Documento interno Studio Geotecnico Italiano.
- ♦ Schofield A.N. & Wroth C.P. (1968) "Critical state soil mechanics" Mc Graw-Hill.
- ♦ Seed H.B., De Alba P. (1986) "Use of SPT and CPT tests for evaluating the liquefaction resistance of sands" Proceedings of In-Situ '86, Virginia Tech., Blacksburg, Geotechnical Special Publication n° 6, ASCE.
- ♦ Simpson B., Calabresi G., Sommer H., Wallays M. (1979) "Design parameters for stiff clays" General Report, Proc. 7th ECSMFE, Brighton.

THS2024005-S04.QbIII.01_R05	4	03.07.2025	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	<b>Pag. 9 di</b>
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	<b>11</b>

## 6 INTRODUZIONE

Le caratteristiche geotecniche del sistema che costituisce l'ambiente geostrutturale dei siti interessati dalle frane sono variabili. In questo ambito territoriale si trovano formazioni marnoso arenacee con diverse declinazioni. Il modello geotecnico di riferimento per la progettazione è articolato per singole unità lito tecniche. In fase di studio e di progettazione è stato modellato uno schema geotecnico rappresentativo della struttura litotecnica degli ammassi presenti lungo il tracciato della Sp15.

Gli affioramenti che si trovano lungo la strada hanno consentito di fare delle prove sui litotipi direttamente in sito acquisendo i dati necessari ad elaborare il modello geotecnico in cui ai litotipi sono assegnati i valori dei parametri geotecnici.

### 6.1 Modelli Geotecnici di progetto

#### 6.1.1 Componente arenacea

Si tratta di una roccia, talora molto compatta se nella parte interna dell'ammasso, meno compatta se in affioramento ma comunque di elevate caratteristiche di resistenza meccanica.

Litotipo: arenaria

Peso di volume:  $\gamma = 22,0-23,0 \text{ kN/m}^3$

Angolo di resistenza a taglio:  $\phi' = 36^\circ \div 40^\circ$

Coesione (vera):  $c' = 40,0-80,0 \text{ kPa}$

Modulo deformazione elastica:  $E = 1000,0 \div 3000,0 \text{ MPa}$

Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0,30 \div 0,20$

#### 6.1.2 Componente marnosa

Si tratta di un materiale che, se contenuto all'interno dell'ammasso, presenta una elevata resistenza in direzione ortogonale alla eventuale stratificazione. In affioramento è altamente degradabile per effetti di agenti esogeni (sole, acqua vento neve). La componente argillosa della marna la rende particolarmente alterabile in presenza con acqua.

Litotipo: marna argillosa

Peso di volume:  $\gamma = 20,0-22,0 \text{ kN/m}^3$

Angolo di resistenza a taglio:  $\phi' = 33^\circ \div 35^\circ$

Coesione (vera):  $c' = 0,0 \text{ kPa}$

Modulo deformazione elastica:  $E = 100,0 \div 3000,0 \text{ MPa}$

Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0,30 \div 0,20$

THS2024005-S04.QbIII.01_R05	4	03.07.2025	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	<b>Pag. 10 di 11</b>
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	

### 6.1.3 Terre di alterazione superficiale e coltri superficiali

Si tratta del terreno che ricopre il marnoso arenaceo di formazione. Parte di tale terreno è frutto della decomposizione ed alterazione superficiale della formazione, parte è frutto di scorrimenti superficiali. E' un materiale entro il quale si sviluppano le radici di apparati vegetali, dai cespugli agli alberi spontanei che in alcune zone hanno raggiunto altezze di diversi metri. E' un materiale che ha deboli caratteristiche geotecniche, ridotte ai minimi termini dall'acqua che lo appesantisce e ne fa perdere le minime caratteristiche meccaniche.

Litotipo: terra costituita da percentuali variabili di limo, sabbia, argilla, generalmente interessata da apparati radicali.

Peso di volume:  $\gamma = 16,0-19,0 \text{ kN/m}^3$

Angolo di resistenza a taglio:  $\phi' = 20^\circ \div 22^\circ$

Angolo di resistenza a taglio residuo:  $\phi' = 4^\circ \div 8^\circ$

Coesione (vera):  $c' = 0,0 \text{ kPa}$

Modulo deformazione edometrica:  $E = 3 \div 5 \text{ MPa}$

Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0,45$

-----  
Ing. Claudio Comastri

THS2024005-S04.QbIII.01_R05	4	03.07.2025	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	<b>Pag. 11 di 11</b>
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approvazione	