CITTA' DI TERMINI IMERESE

PROVINCIA DI PALERMO

URBANIZZAZIONE DELLA FASCIA A MARE DEL CENTRO STORICO:
PROGETTAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO PORTO - SS. 113

PROGETTO ESECUTIVO

ataengineering

via Alto Adige, 160 38121 Trento - Italy
tel. +39 0461. 1731000 - fax +39 0461 1731052
www.ataengineeringspa.com - info@ataengineeringspa.com
c.fiscale, p.iva e R.I. Trento 01307610228

Certified Swiss Quality ISO 14001 Certified Swiss Quality ISO 9001

CAPOGRUPPO MANDATARIA

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
dott. ing. ERINO BOMBARDELLI
ISCRIZIONE ALBO N. 1098

SGI Studio Galli Ingegneria S.p.A.

SEDE: Padova - 35030 Sarmeola di Rubano - Via della Provvidenza, 13 - tel. +39 049 8976844 - fax +39 049 8976784
FILIALE: Belluno 32100 - Via degli Agricoltori, 13 - tel. +39 0437 355411 - fax +39 0437 355412
UFFICI IN ITALIA: Milano - Napoli - Ancona - Sassari
UFFICI ALL'ESTERO: Pechino (Cina) - Cairo (Egitto) - Podgorica (Montenegro) - Sulaymaniya (Iraq)
www.sgi-spa.it - info@sgi-spa.it

MANDANTE

ORDINE DEGLI INGEGNERI Dott. Ing. GALLI Francesco 589 della Prov. di Belluno

Dott. Ing. Fiorella Scalia

STUDIO TECNICO
PIAZZA S. ANTONIO N.16
90018 TERMINI IMERESE (PA)
TEL. 091 8115583 FAX 091 8110748
E-Mail: fiorella.scalia@tin.it
P. IVA 04315120826

MANDANTE

ORDINE DEGLI INGEGNERI PROV. DI PALERMO Dott. Ing. FIORELLA SCALIA n. 4774

Dott. Ing. Filippo Carcara

STUDIO TECNICO
VIA SAFFO 2b
90151 PALERMO
TEL. 392 9820063 E-Mail fillcar@libero.it
P.IVA 0052316810

MANDANTE

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PALERMO Ing. CARCARA FILIPPO n. 888 ISCRITTO

Dott. Geol. Giuseppe Franzò

STUDIO
90010 ISNELLO (PA) c.da PONTICELLO
TEL./FAX 0921 662849 E-Mail peppefranzo@libero.it
P.IVA 02948160821

MANDANTE

ORD. REG. DEI GEOLOGI Dott. Giuseppe Franzò N.370

DATA: OTTOBRE 2015

N.ro allegato 1.5.1.1

TAVOLA:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA E SUI MATERIALI

0	G.RIVA	C.PIFFERI	E.BOMBARDELLI			04/11/2015
REV.	DISEGNATO	CONTROLLATO	APPROVATO	AUTORIZZATO	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA

COMUNE DI TERMINI IMERESE
PROVINCIA DI PALERMO

URBANIZZAZIONE DELLA FASCIA A MARE DEL CENTRO STORICO
PROGETTAZIONE STRADA DI COLLEGAMENTO PORTO - S.S. 113

PROGETTO ESECUTIVO

OPERE DI SOSTEGNO TIPO

RELAZIONE ILLUSTRATIVA E SUI MATERIALI

Trento, ottobre 2015

Rev.	Data date		Redatto / Drawn	Verificato / Checked	Approvato / Approved
00	22.10.2015	Emissione	G.Riva	C.Pifferi	E.Bombardelli

Codice commessa / job code	PV.09.03
Nome file / file name	01 05 01 02 Relazione di calcolo

INDICE

1 Generalità 3

2 Norme e riferimenti di progettazione 4

3 Materiali impiegati 5

3.1 Calcestruzzo per getti in opera 5

3.2 Acciaio per armatura B 450 C 5

3.3 Reti elettrosaldate: B 450 A 5

3.4 Acciaio per carpenteria metallica S 275 J0 5

4 Parametri geotecnici 6

5 Parametri sismici 16

6 Carichi considerati sulle strutture 19

6.1 Carico variabile a tergo dei muri di sostegno 19

6.2 Carichi considerati per la struttura dell'impianto idraulico di sollevamento posto in prossimità al sottopasso ferroviario 19

6.2.1 Solaio di copertura del locale fuori terra 19

6.2.2 Solaio di copertura delle vasche interrate posto a quota +4,47 m – zone esterne 20

6.2.3 Solaio di copertura delle vasche interrate posto a quota +4,47 m – zone interne al locale fuori terra 21

6.2.4 Portata del paranco vincolato alla parete del locale fuori terra 21

7 Codici di calcolo utilizzati 21

1 Generalità

Nella presente relazione si illustrano le ipotesi considerate nel calcolo geotecnico e strutturale delle opere di sostegno da realizzarsi nell'ambito delle opere d'arte minori relative al Progetto Esecutivo redatto per la realizzazione della "Strada di collegamento Porto - SS. 113" nella Città di Termini Imerese in provincia di Palermo.

Nello specifico si è affrontato il calcolo di muri di sostegno e di controripa, di muri ad "U" posti all'imbocco del sottopasso ferroviario, e di un impianto idraulico di sollevamento posto a servizio dello stesso sottopasso ferroviario.

Il calcolo dei muri, il cui paramento viene realizzato con "doppia lastra" prefabbricata in c.a. e con rivestimento lapideo, è stato differenziato tenendo in conto delle seguenti variabili:

- tipo di terreno (alluvioni / calcari);
- tipologia dell'opera (muro di sostegno / muro di controripa);
- altezza del muro;

2 Norme e riferimenti di progettazione

- **NTC 2008** D.M. 14 gennaio 2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- **Circolare Applicativa Norme Tecniche per le Costruzioni** 2 febbraio 2009.

Riferimenti di progettazione

Quando non in contrasto con la normativa adottata, si assumono come riferimenti di progettazione le seguenti norme:

- **UNI EN 1992**-1-1 e ss: Eurocodice 2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo;
- **UNI EN 1993**-1-1 e ss: Eurocodice 3: Progettazione delle strutture in acciaio;
- **UNI EN 1997**-1 e ss: Eurocodice 7: Progettazione Geotecnica;
- **UNI EN 1998-1** e ss: Eurocodice 8: Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture;
- **UNI EN 1998-5** e ss : Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- **Ordinanza n°3274** e ss della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 20/03/2003 e successive modifiche "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica";
- **Ordinanza n°3431** e ss della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 03/05/2005;
- **UNI EN 206-1**: Specificazione, prestazione , produzione e conformità;
- **D.M. 9/01/96**: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- **D.M. 4/05/90**: Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali;
- **D.M. 11/03/88**: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- **CNR – 10011/85**: Costruzioni di acciaio: Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione;
- **CNR – 10016**: Strutture composte di acciaio e calcestruzzo: Istruzioni per l’impiego nelle costruzioni.

3 Materiali impiegati

Caratteristiche dei materiali e modalità esecutive devono essere conformi al D.M. 14/01/2008, alle norme europee EN206, alla C.P.R. 20/03/2003 n°3274 e s.s., alle norme CNR-UNI 10011/85 e alle istruzioni n°I/SC/PS-OM/2298.

Salvo diversa indicazione sugli elaborati grafici, i materiali utilizzati sono i seguenti:

3.1 Calcestruzzo per getti in opera

classi di resistenza calcestruzzo:

magrone:	C12/R_{ck}15
fondazioni:	C32/R_{ck}40
elevazioni:	C32/R_{ck}40

classe di esposizione:

fondazioni:	XS1
elevazioni:	XS1

classe di consistenza:

fondazioni:	S3
elevazioni:	S3

3.2 Acciaio per armatura B 450 C

Acciaio tipo B450C controllato in stabilimento

3.3 Reti elettrosaldate: B 450 A

Acciaio tipo B450A controllato in stabilimento

3.4 Acciaio per carpenteria metallica S 275 J0

Acciaio per carpenteria metallica S 275 J0

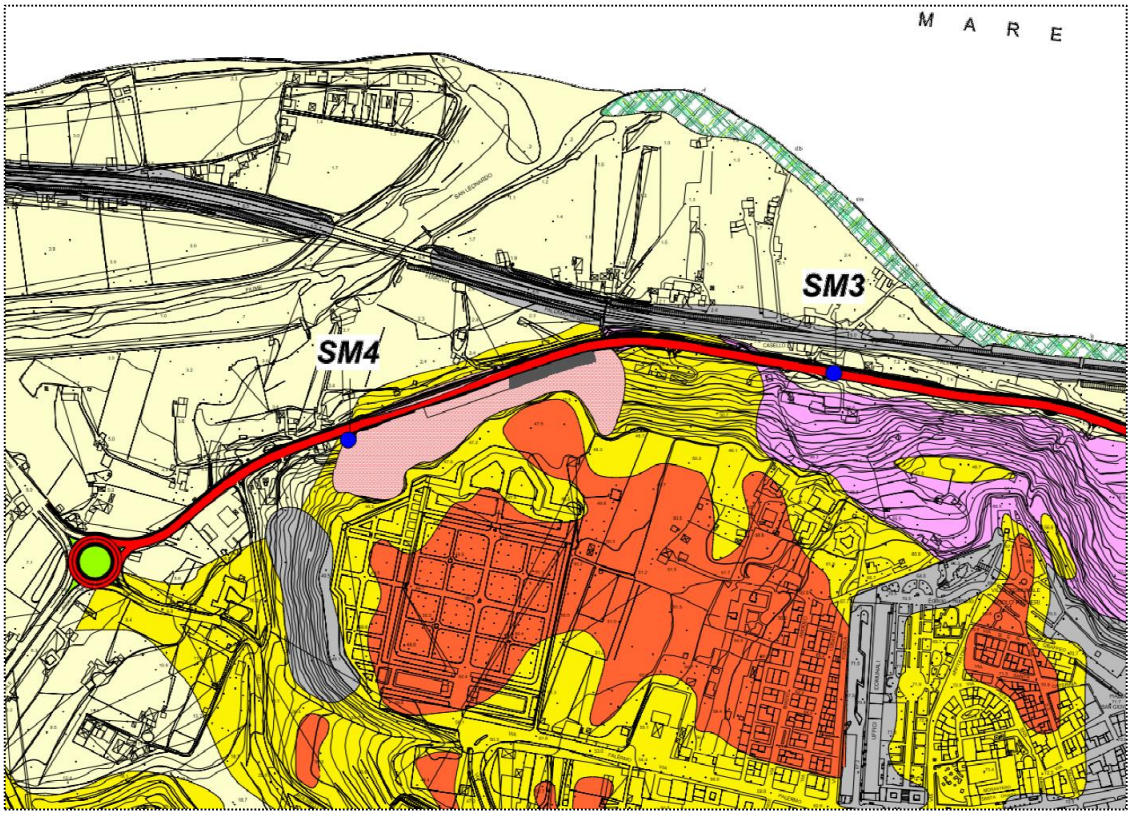
4 Parametri geotecnici

Per la parametrizzazione del terreno si fa riferimento alla “Relazione geologica ed idrogeologica” ed alla “Relazione geotecnica”, facenti parte del progetto esecutivo:

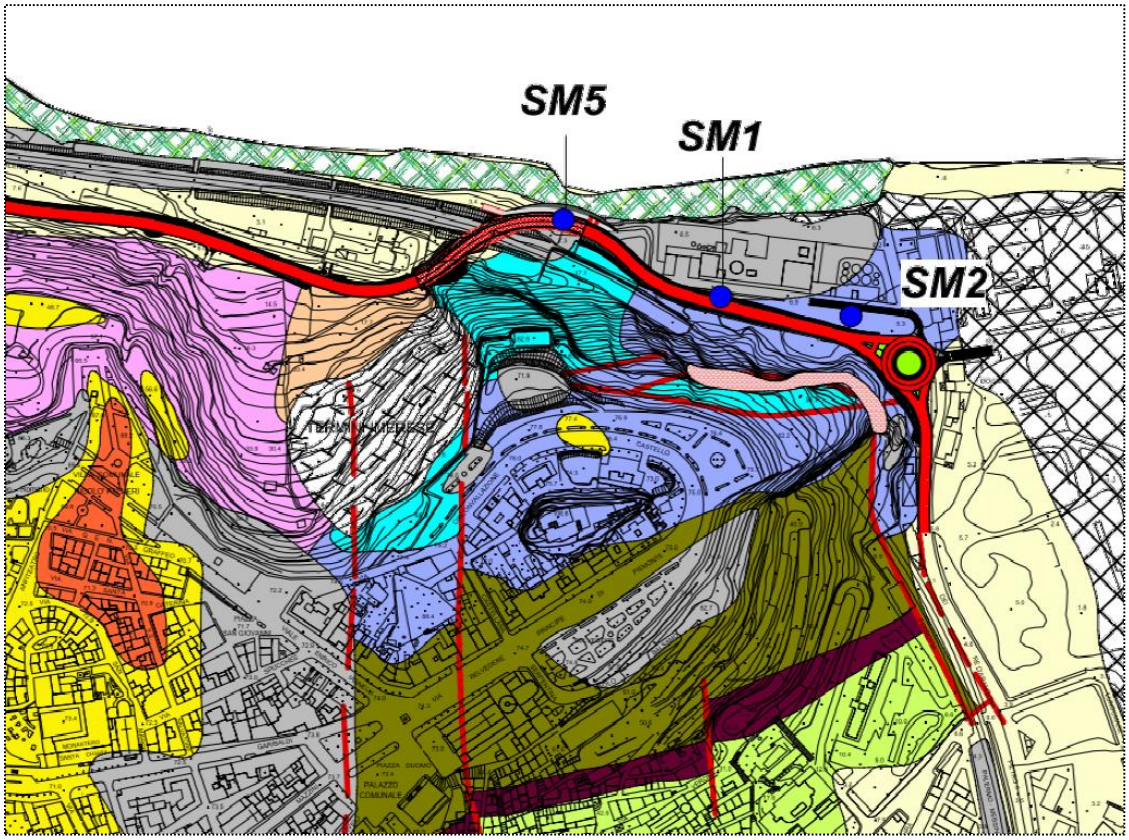
Si richiama quanto riportato nella documentazione del Progetto Esecutivo:

> L’esame delle stratigrafie dei sondaggi, di scavi e sbancamenti, confortati da un attento rilievo di superficie, hanno evidenziato che il tracciato stradale poggia per quasi la sua interezza su un substrato alluvionale sabbioso - ghiaioso ricoperto a tratti da terreno vegetale o di riporto. Questa situazione la si può riscontrare già nell’area dell’innesto con la S.S. 113 e fino al contatto con la Rocca del Castello, in prossimità della vecchia galleria ferroviaria.

Estratto della carta Geologica-Geomorfologica 1/2



Estratto della carta Geologica-Geomorfologica 2/2



LEGENDA

18. Strutture antropiche; aree intensamente urbanizzate

17. Suoli antropici brunastri con frammenti fittili, clasti spigolosi ed ossami; strati archeologici; riporti e riempimenti medievali e cinquecenteschi; riporti e rilevati stradali e ferroviari

16. corpi di frana in evoluzione

15. corpi di frana senza indizio di evoluzione in atto

Depositi marini e continentali olocenici
14. Prodotti eluviali e depositi colluviali. Spessori medi attorno al metro

13. Sabbie siltose, silts sabbiosi e ghiaie (spiagge attuali; depositi di aggradazione-progradazione); alluvioni fluviali, depositi di rotta fluviale (*crevasse*), fanglomerati clinostratificati (depositi di conoide). Spessori variabili tra 1-2 m ed oltre i 30 m

12. Alluvioni fluviali terrazzate, costituite da ciottoli prevalentemente carbonatici, ben arrotondati, in abbondante matrice sabbioso-siltosa, che raggiungono spessori sino ad oltre 10 m ed orlano le sponde di corsi dacqua attuali

Depositi pleistocenici
11. Alluvioni fluviali prevalentemente ciottolose, fanglomerati clinostratificati, suoli rubefatti e colluvi. Depositi di "alluvial fan". Pleistocene medio e superiore (?)

10. Conglomerati, areniti quarzose, sabbie siltose e/o silts sabbiosi giallastri e ghiaie (depositi marini litoranei e di spiaggia sommersa che ricoprono spianate di abrasione distribuite a più quote tra 100-110 m ed il livello del mare). In subordine, depositi alluvionali fluviali sabbioso-ciottolosi, passanti lateralmente a fanglomerati, in matrice siltoso-argillosa giallo ocra, ritagliati superiormente da superfici di abrasione. Spessori variabili tra 2 m ed oltre 30 m Pleistocene medio e superiore (?)

Terreni derivanti dalla deformazione del Dominio Sicilide

9. Alternanze di calcari marnosi e/o calcilutiti bianco crema, con frattura da concoide a scheggiosa, e di marne calcaree biancastre con intercalazioni di biocalcareniti grigie a Nummulitidi, Alveolinidi e Discociclinidi. Nelle marne abbondante fauna a foraminiferi planctonici. Spessore massimo in affioramento circa 50 m. Fm. di Polizzi, Eocene inferiore - Oligocene inferiore

8. Argille Varicolori, spesso tettonizzate, con intercalazioni di calcari marnosi verdastri e di diaspri variegati. Spessori in affioramento di circa 10-20 m. Cretaceo inferiore e superiore

Terreni derivanti dalla deformazione del Bacino Numidico (s.l.)

7. Arenarie quarzose grigio verdastre, gradate e laminate, spesso ricche di miche e di glauconite, in strati centi-decimetrici alternate a marne siltose giallastre o verdastre. Spessori in affioramento di circa 15-20 m. Facies arenacea del Flysch Numidico. Miocene inferiore

6. Argilliti tabacco con intercalazioni lenticolari di quarzareniti (a), di biocalcareniti a macroforaminiferi (Nummulitidi e Lepidociclinidi), nonché di megaruditi, megaconglomerati ed olistoliti (b). Spessori in perforazione superiore ad un centinaio di m. Facies pelitica del Flysch Numidico. Oligocene superiore

Terreni derivanti dalla deformazione del Dominio Imerese

5. Ruditi e calcareniti a Rudistidi ed Orbitolinidi alternate a marne verdastre. Cretaceo inf. p. p. Cretaceo sup. p.p. (Cenomaniano), potenti nel complesso 38 m; ruditi e calcareniti a Rudistidi ed Orbitoididi. Spessore in affioramento 20 m. Cretaceo superiore p.p. (Campaniano-Maastrictiano).

4. Conglomerati e brecce ad *Ellipsactinia*, alghe calcaree, coralli, lamellibranchi, gasteropodi etc. Nella scarsa matrice dei livelli basali Tintinnidi. Spessore circa 50-55 m. Titonico-Cretaceo inferiore p. p.

3. Radiolariti variegate ed argilliti silicee. Spessore 60-65 m. Fm. Crisanti. Lias superiore - Dogger (?)

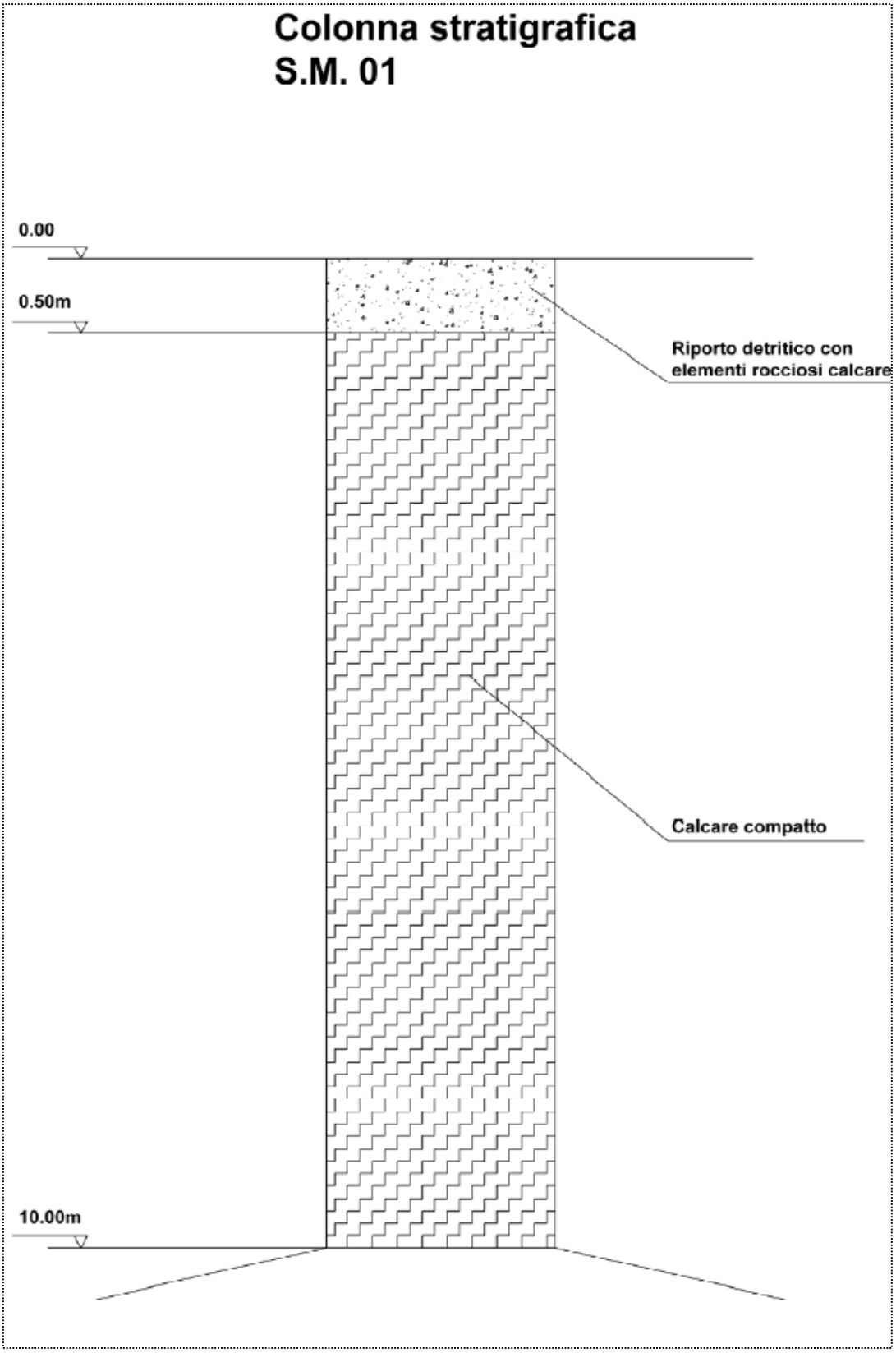
2. Encriniti grigie alternate a marne verdastre, rosso mattone al top. Spessore 20 m. Fm. Crisanti. Lias medio

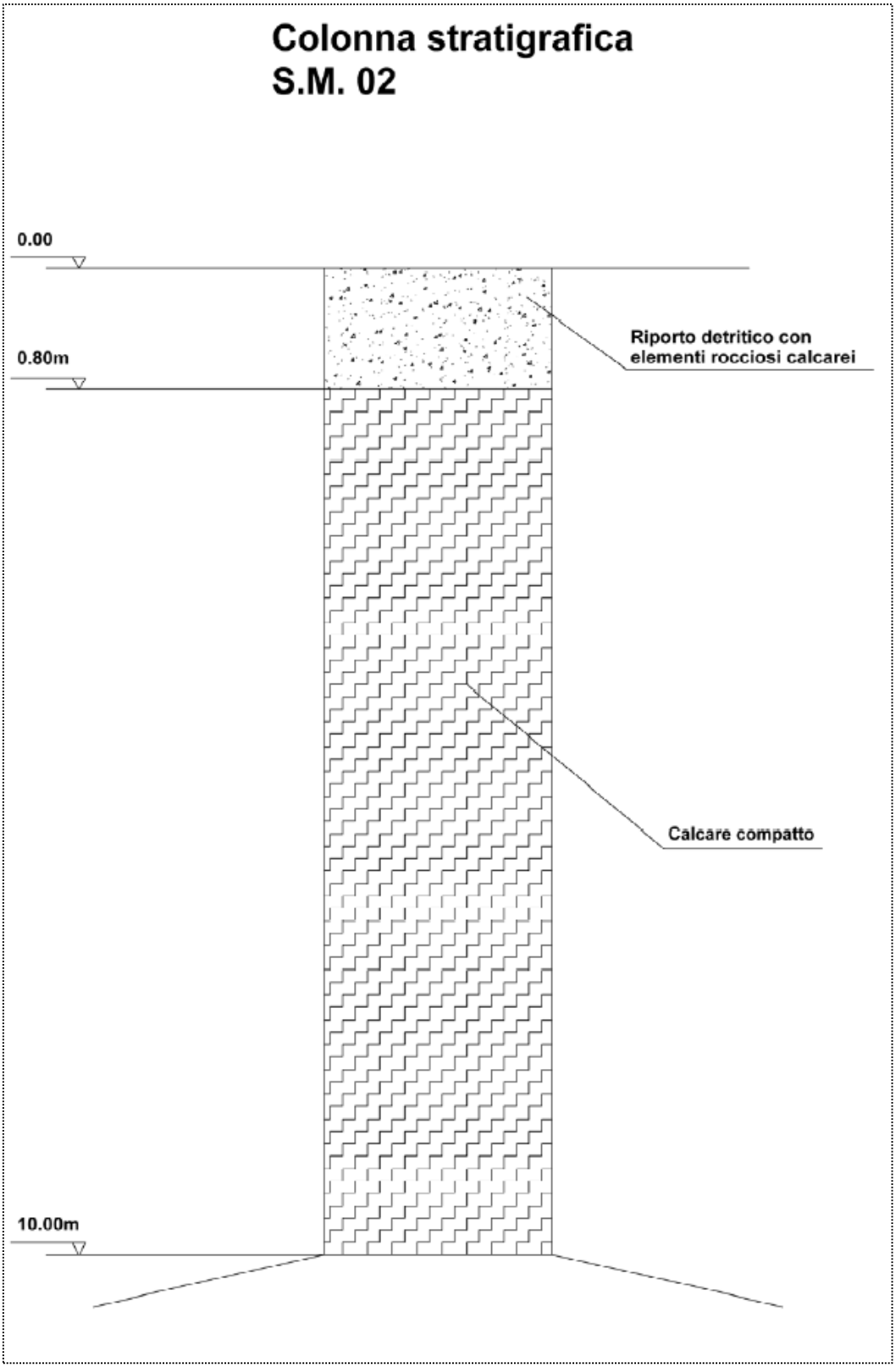
1. Doloareniti, dolosiltiti e doloruditi grigiastre, alternate a marne dolomitiche verdastre. Spessore in affioramento 80 m Fm. Fanusi, Lias inferiore

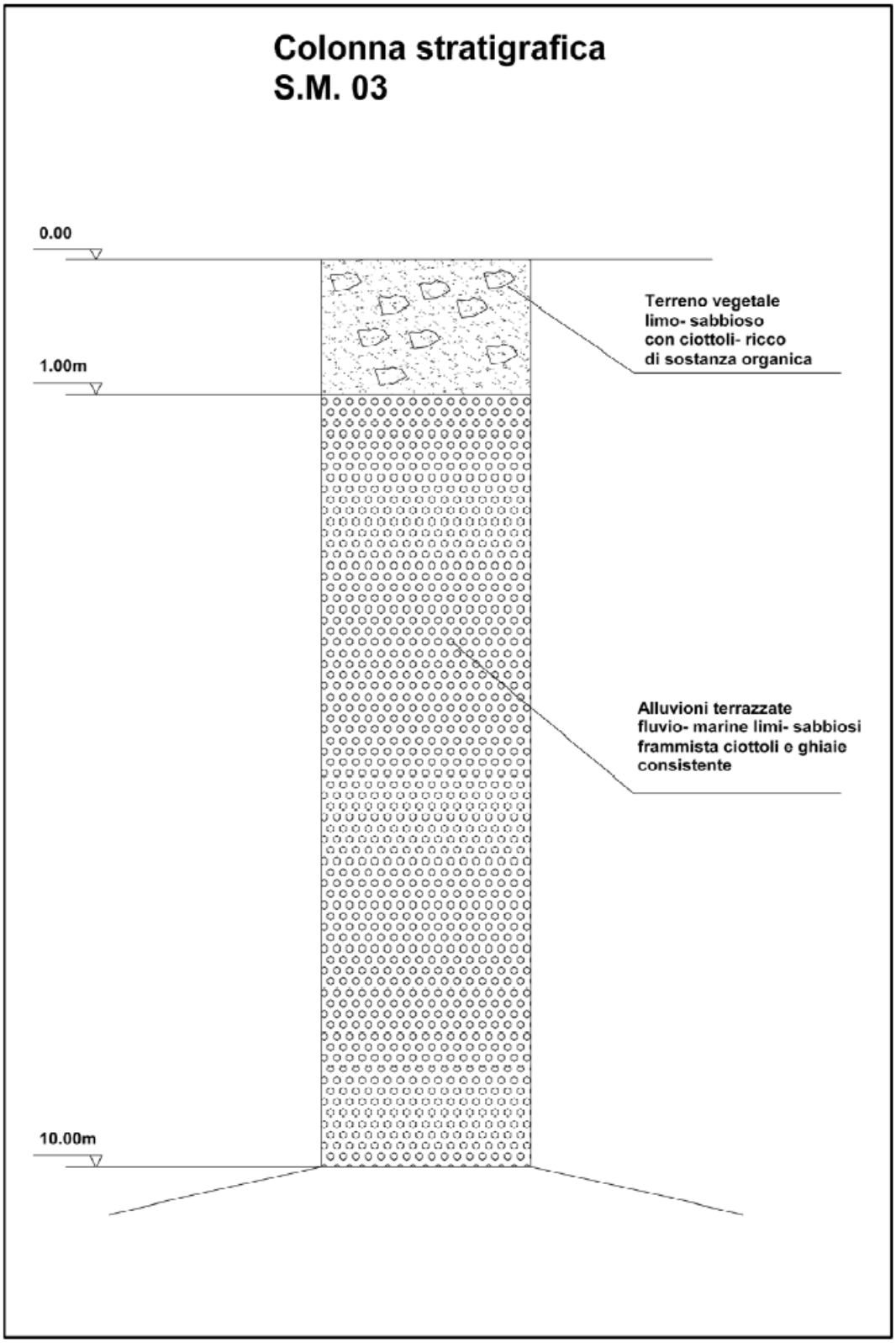
Sondaggi geognostici eseguiti

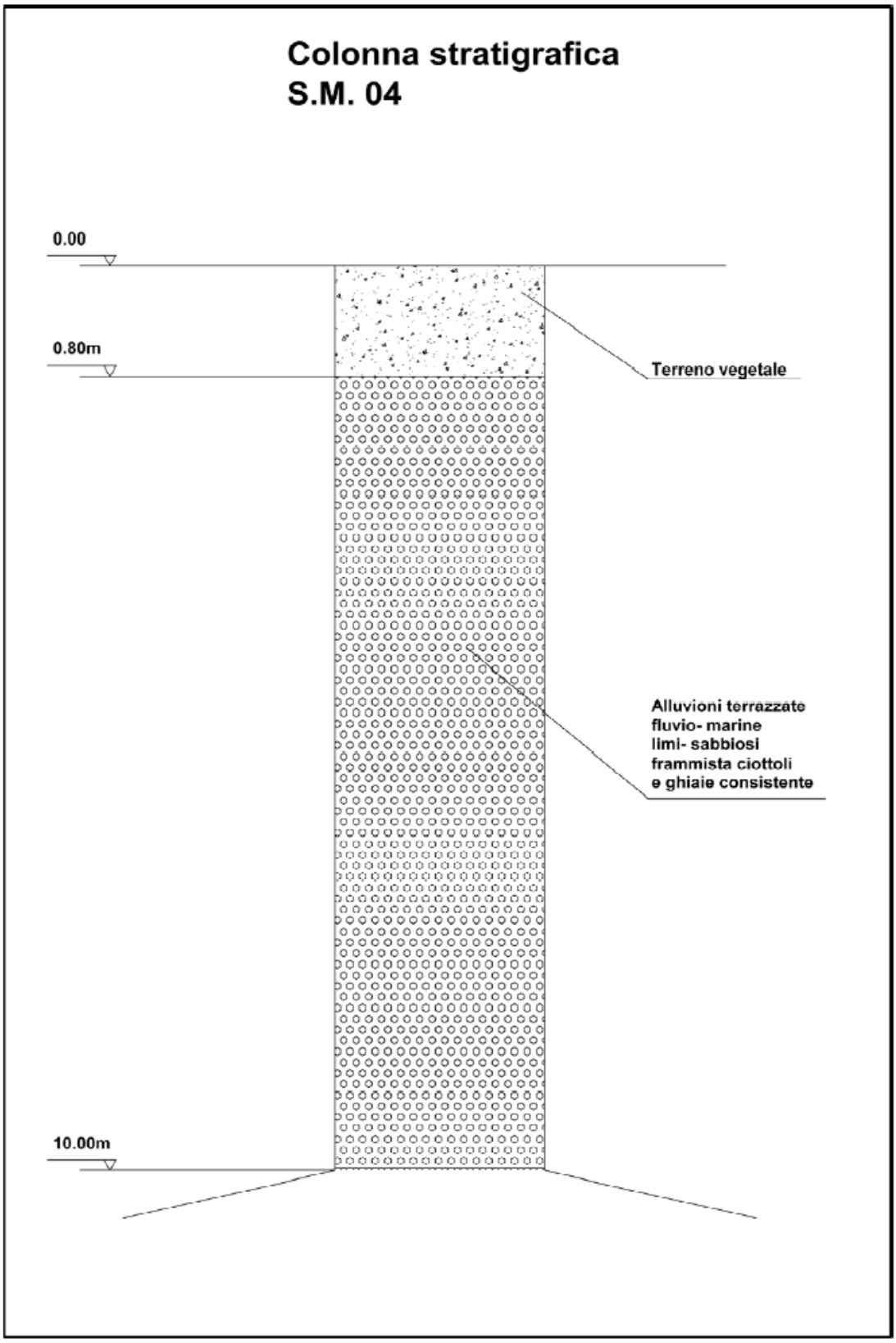
Frane di crollo

Erosione diffusa causata dal moto ondoso

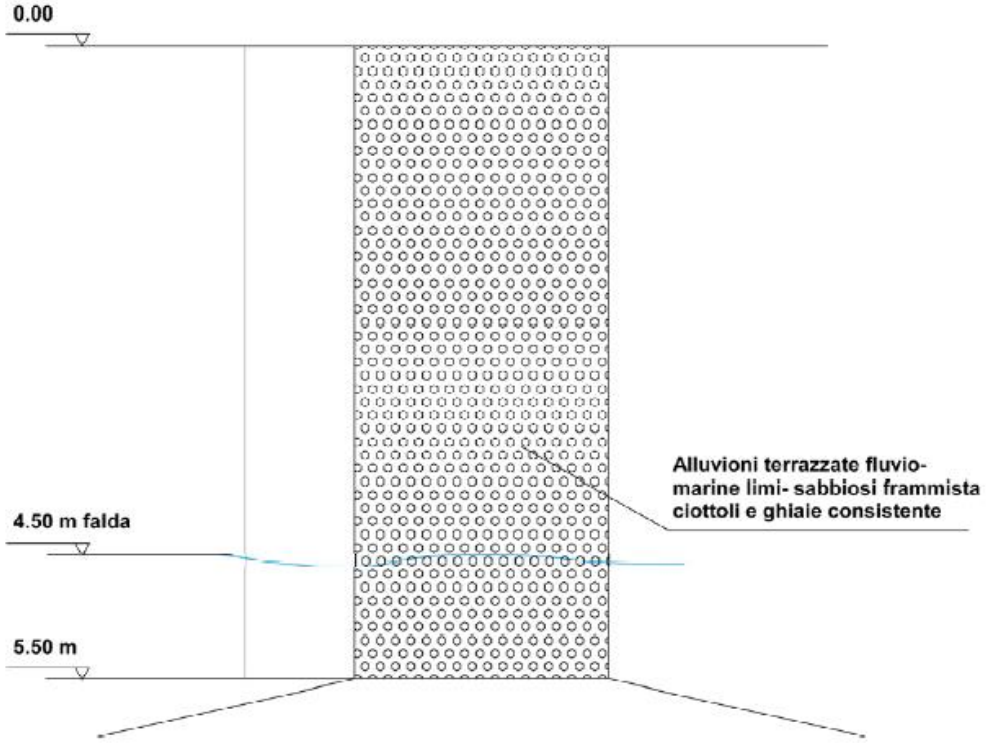

Colonna stratigrafica
S.M. 01
0.00
0.50m
Riporto detritico con
elementi rocciosi calcare
Calcare compatto
10.00m


Colonna stratigrafica
S.M. 02
0.00
0.80m
10.00m
Riporto detritico con
elementi rocciosi calcarei
Calcare compatto


Colonna stratigrafica
S.M. 03
0.00
1.00m
10.00m
Terreno vegetale
limo- sabbioso
con ciottoli- ricco
di sostanza organica
Alluvioni terrazzate
fluvio- marine limi- sabbiosi
frammista ciottoli e ghiaie
consistente

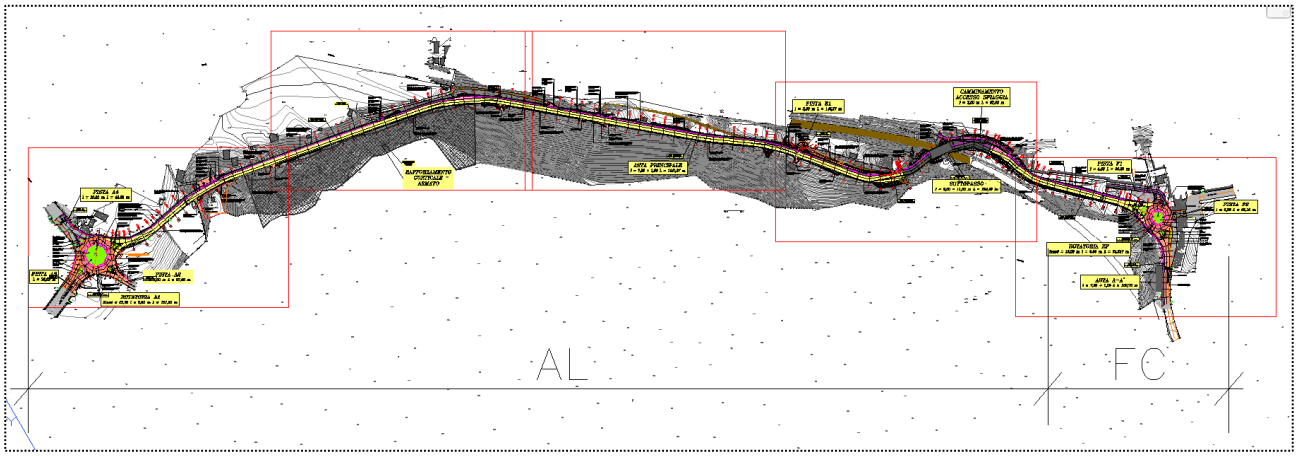

Colonna stratigrafica
S.M. 04
0.00
0.80m
10.00m
Terreno vegetale
Alluvioni terrazzate
fluvio- marine
limi- sabbiosi
frammista ciottoli
e ghiaie consistente

Colonna stratigrafica
S.M. 05



Riassumendo, sulla base di quanto indicato nella relazione geotecnica, di seguito si riporta la **parametrizzazione geotecnica dei terreni** e la suddivisione del tracciato in base al terreno di appartenenza:

	Alluvioni	Calcari	Terreni di riempimento
γ	20 kN/m³	24 kN/m³	19 kN/m³
c’	26 kPa	50 kPa	0
ø’	30°	45°	30°



Falda di progetto

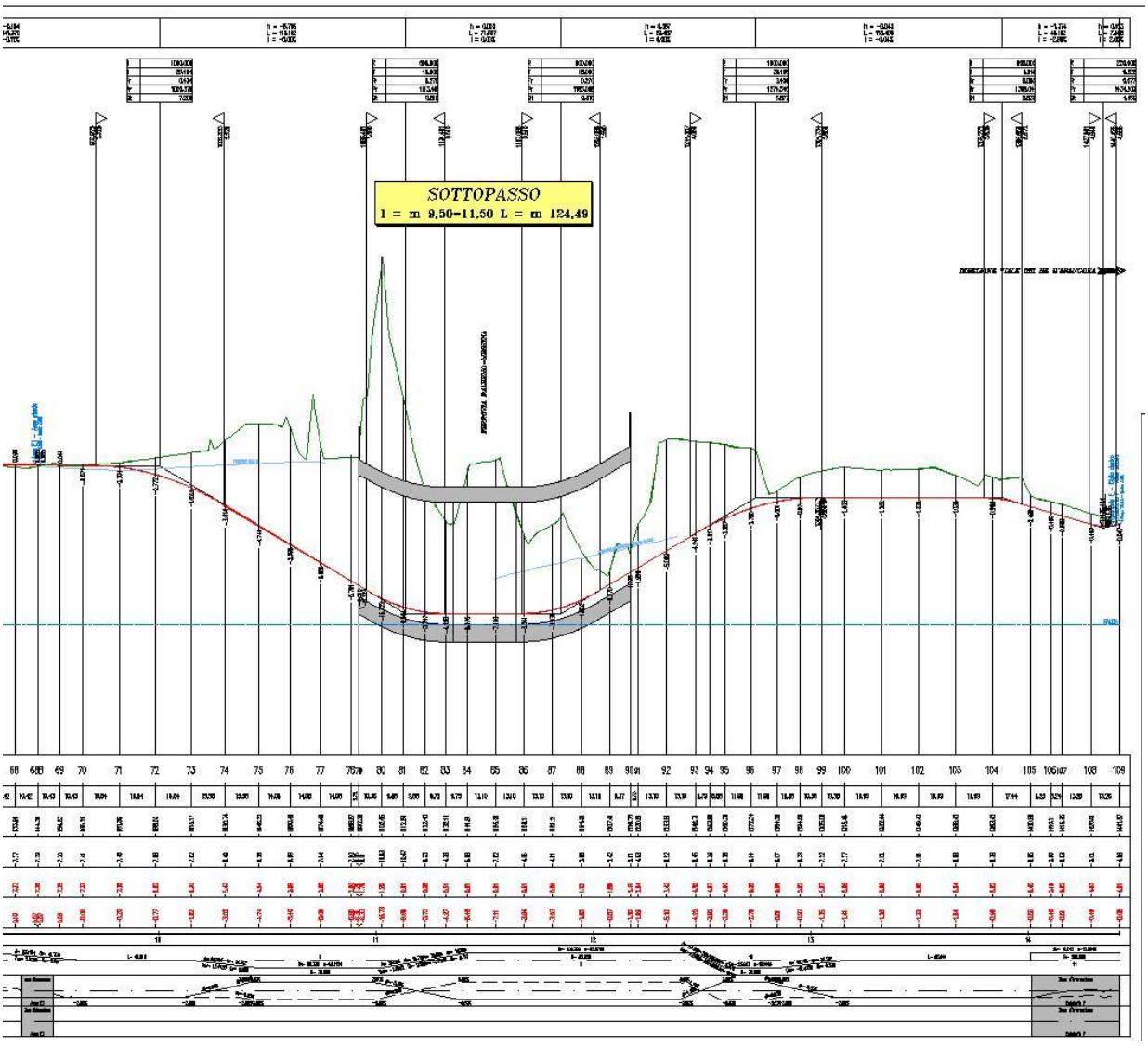
In base a quanto indicato nella relazione geologica, la quota assoluta della falda ricavabile dalle infagini condotte risulta pertanto pari a:

quota assoluta **0,00 m s.l.m.m.**

Ai fini della determinazione del livello della falda relativo alle opere di seguito studiate, dato il carattere tipologico di ciascun caso studiato, ci si riferisce alla situazione più gravosa, ovvero alla quota più bassa della livelletta di progetto, che, secondo quanto riportato di seguito, fatta eccezione per il tratto di approfondimento del sottopasso ferroviario, nella parte terminale del tracciato risulta pari a circa:

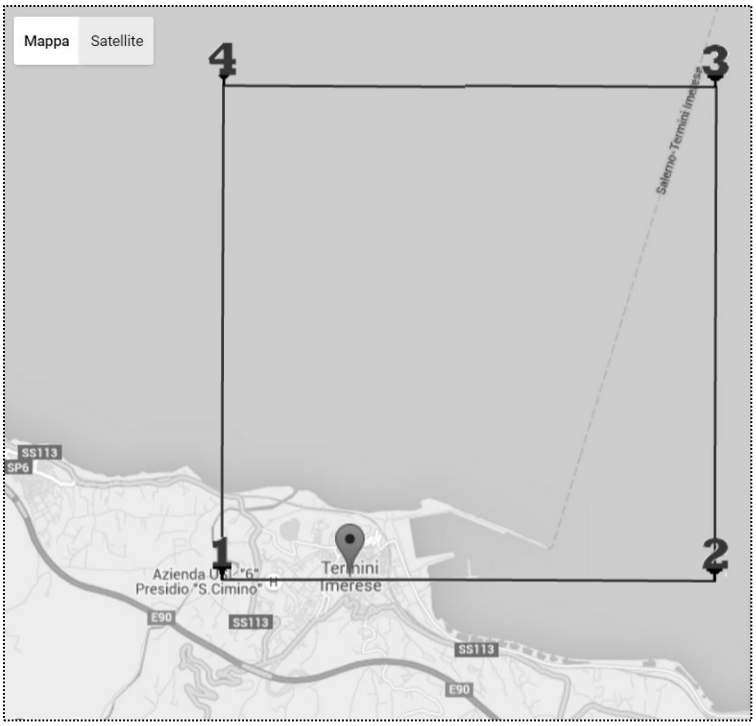
+ 5,80 m s.l.m.m..

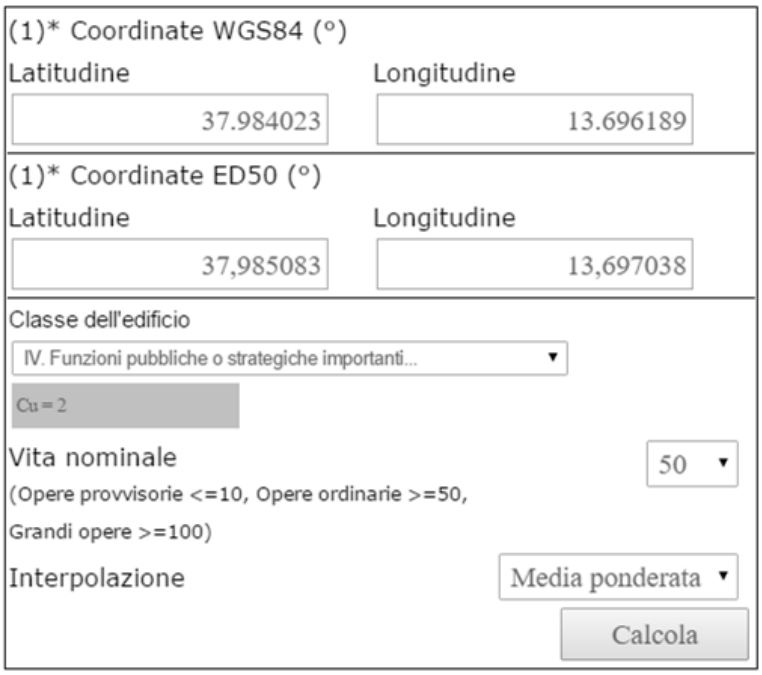
Estratto del profilo in corrispondenza al tratto finale del tracciato:



5 Parametri sismici

Si riportano di seguito i parametri sismici di progetto:





Vita nominale = opere ordinarie >= 50 anni

Classe dell'opera: IV Funzioni pubbliche e strategiche

Vita di riferimento: 100 anni

Si considera poi:

Categoria topografica **T1**

Categoria del sottosuolo:

Sulla base delle risultanze delle indagini geognostiche condotte, è possibile ricavare che la categoria del sottosuolo risulta pari ad “A” in prossimità del sottopasso ferroviario dove affiorano i calcari, e pari a “B” nelle zone rimanenti.

In considerazione della variabilità della tipologia di terreno lungo lo sviluppo del tracciato ed in considerazione della presenza di rimaneggiamenti del terreno, in sede di progettazione, a titolo cautelativo si è poi assunta una suddivisione in categorie come di seguito riportato:

Muri tipo “CC” di controripa su calcari, muri tipo “CM” di controripa lato mare, muri tipo”U” di imbocco al sottopasso ferroviario,
Sezioni stradali di riferimento:

tipo “CC”	90-92 ss, RF13-RF15
tipo “CM”	90-91 dx
tipo ”U”	73-79

Cat. Sottosuolo A

Muri tipo “C” di controripa lato monte e tipo “S” di sostegno posti nelle tratte rimanenti **Cat. Sottosuolo D**

Parametri di confronto forniti dal sito:

http://www.geostru.com/geoapp/parametri-sismici.aspx

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	60	0,070	2,321	0,264
Danno (SLD)	101	0,092	2,313	0,272
Salvaguardia vita (SLV)	949	0,229	2,415	0,307
Prevenzione collasso (SLC)	1950	0,289	2,482	0,318
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	100			

Parametri considerati nel programma di calcolo Aztec Informatica Max10 con riferimento allo SLV:

N.T.C. 2008

Analisi SLU

Accelerazione al suolo ag [m/s^2]	ag/g = 0,23	2,246
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F0		2,414
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*		0,307

6 Carichi considerati sulle strutture

6.1 Carico variabile a tergo dei muri di sostegno

Quale carico variabile a tergo dei muri di sostegno si è considerato un carico distribuito pari a:

q = 2 000 daN /m2 = **20 kN/m2**

6.2 Carichi considerati per la struttura dell'impianto idraulico di sollevamento posto in prossimità al sottopasso ferroviario

6.2.1 Solaio di copertura del locale fuori terra

PERMANENTI PORTATI **G2**

G2 = 20*0,15 = **3,00 kN /m2**

VARIABILI **Q**

Carico neve; zona III

q sk = 0,60 kN/m2

$\mu 1$ = 0,8

qs = $\mu 1$ * q sk * C_E * C_t = 0,8 * 0,6 * 1 * 1 = 0,48 kN/m2

si assume:

Q = **1,00 kN /m2**

6.2.2 Solaio di copertura delle vasche interrate posto a quota +4,47 m – zone esterne

PERMANENTI PORTATI

Pavimentazioni:

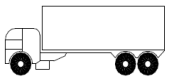
G2 = **3,00 kN /m2**

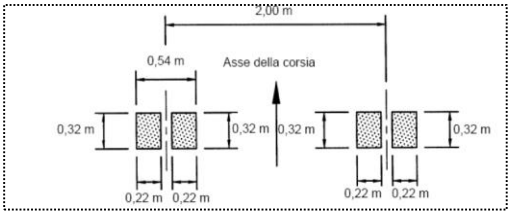
VARIABILI

Carico variabile uniformemente distribuito:

q dis = **5,00 kN /m2**

Carico concentrato dovuto ad un'impronta di carcio da automezzo determinata secondo NTC 14.01.2008 § 5.1.4.3:

Sagoma del veicolo	Tipo di pneumatico (Tab.5.1-IX)	Interassi [m]	Valori equivalenti dei carichi asse [kN]
	A B B	 4,20 1,30	70 120 120



In considerazione della geometria del solaio si è poi considerato, quale possibile carico massimo gravante su di esso, 1 ruota di 1 asse posteriore:

Q conc = **60,00 kN**

Su impronta 54 x 32 cm

6.2.3 Solaio di copertura delle vasche interrate posto a quota +4,47 m – zone interne al locale fuori terra

PERMANENTI PORTATI

Pavimentazioni

G2 = **3,00 kN /m2**

VARIABILI

Carico variabile uniformemente distribuito:

q dis = **5,00 kN /m2**

6.2.4 Portata del paranco vincolato alla parete del locale fuori terra

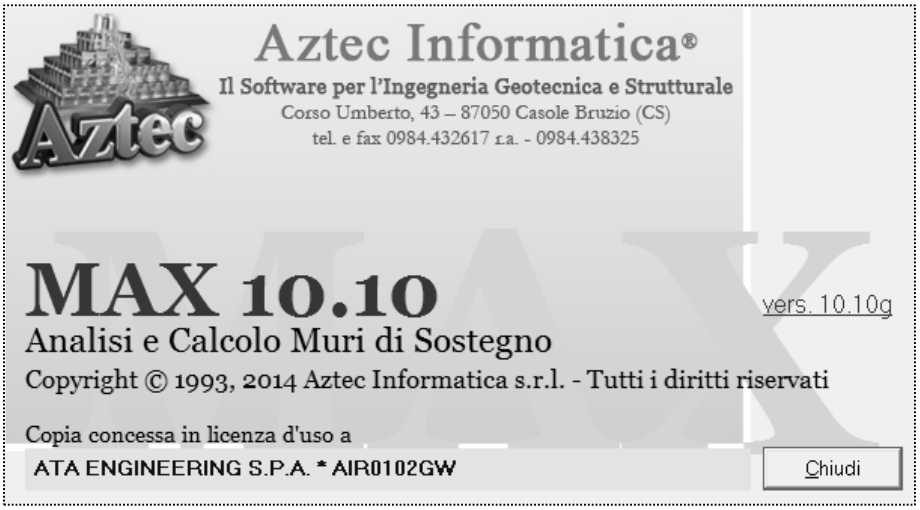
Per il paranco posto sulla struttura metallica vincolata alla parete in c.a. del locale fuori terra si è considerata la seguente portata:

q = 500 daN = 5,0 kN

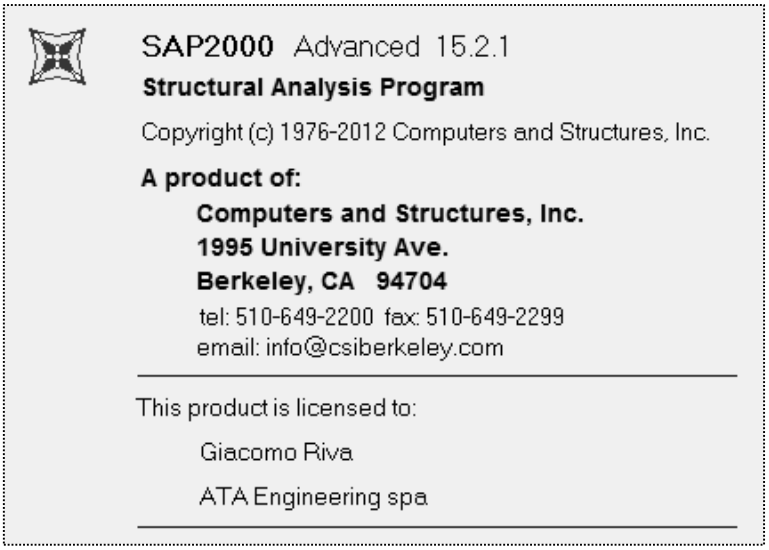
7 Codici di calcolo utilizzati

Nell'ambito della presente relazione di calcolo si sono utilizzati i seguenti codici di calcolo:

Software per l'analisi ed il calcolo dei muri di sostegno:



Software di calcolo agli elementi finiti utilizzato per la determinazione delle sollecitazioni di verifica dei muri ad “U”:



Codice di calcolo agli elementi finiti utilizzato per la determinazione delle sollecitazioni e la verifica di travi in c.a.:

IL DIRETTORE DIE LAVORI **IL PROGETTISTA** **L’IMPRESA**

CALCOLATORE