

COMUNE DI SAN LAZZARO DI SAVENA

Città Metropolitana di Bologna

III[^] Area - Gestione del Territorio

SETTORE LAVORI PUBBLICI

INTERVENTO DI RICUCITURA TRATTI PISTE CICLO-PEDONALI LUNGO IL PERCORSO VIA FONDE' - VIA REMIGIA COMUNE DI SAN LAZZARO DI SAVENA

CUP: E67H23001070006

INTERVENTO COFINANZIATO: PR FESR 2021-2027 – Azione 2.8.1. Bando per favorire la realizzazione di piste ciclabili e progetti di mobilità dolce e ciclopedonale (D.G.R. 658/2023)

PROGETTO ESECUTIVO

IL DIRIGENTE III[^] AREA
GESTIONE DEL TERRITORIO
Ing. Giuseppe COLAROSSO

PROGETTO GENERALE
INFRASTRUTTURE:
geom. Luca LA GANGA
geom. Aurelio ESPOSITO

PROGETTO STRUTTURE
Ing. Andrea SERENI
PROGETTO IMPIANTI IIPP
Ing. Giovanni STAGNI

IL RESPONSABILE DEL
SETTORE
Ing. Irene CAVINA

SUPPORTO PROGETTO VERDE:
Marco GRILLINI

PROGETTO IDRAULICO
Ing. Michele ANSALONI

IL RESPONSABILE UNICO
DEL PROGETTO
Ing. Irene CAVINA

SUPPORTO PROGETTO:
Ing. Luca MAGI
Ing. Enrico TORTORI
geom. Fabio SASSI

COORDINATORE SICUREZZA
PROGETTAZIONE:
Ing. Claudia PRESTIA

OGGETTO:

RELAZIONE GEOTECNICA

REV.	DATA	OGGETTO REVISIONE	TAVOLA:
00	3/24	EMISSIONE	STR.4
			SCALA:

Comune di San Lazzaro Di Savena

Piazza Bracci n° 1, 40068 San Lazzaro di Savena

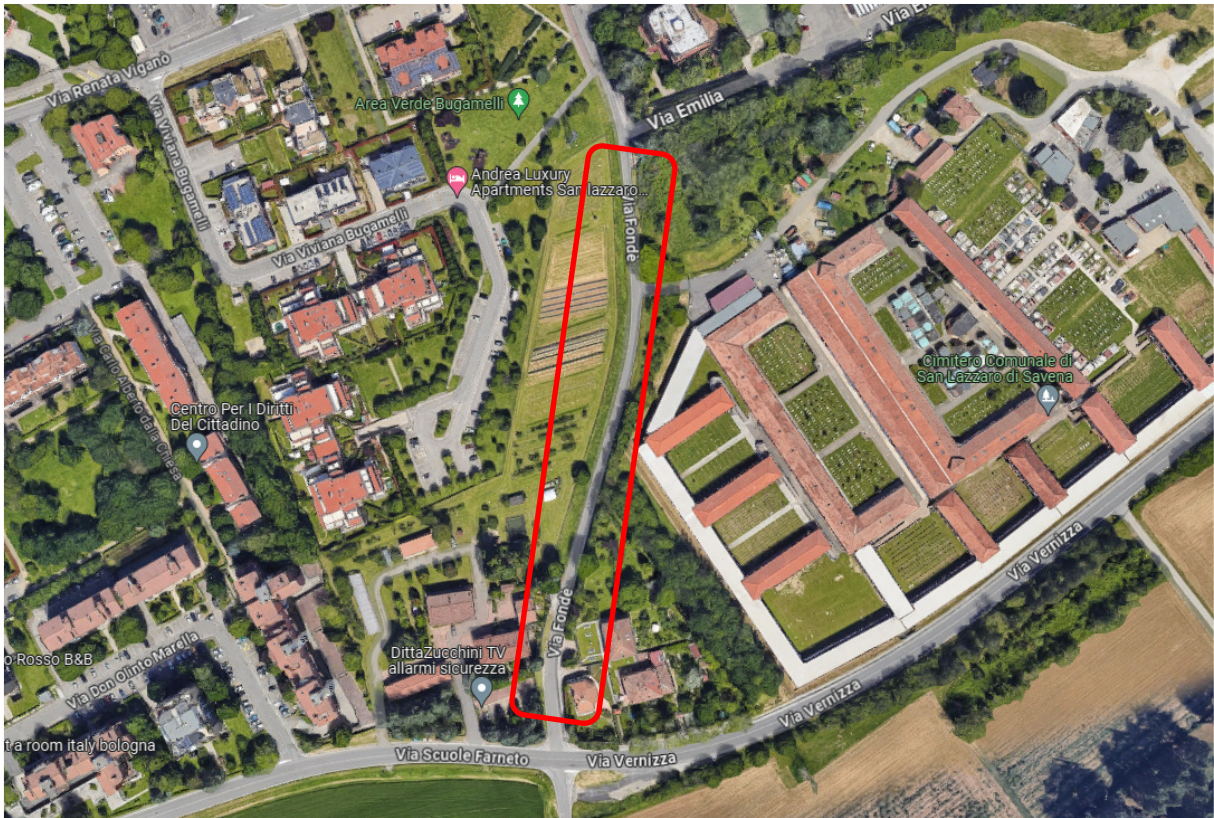
Tel. 051 / 6228111 Fax 051 / 6228014

2. RELAZIONE GEOTECNICA	2
2.1. VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE DEL MURO DI SOTEGNO	3
2.2. VERIFICHE DELLA PORTATA DEL TERRENO	4

2. RELAZIONE GEOTECNICA

Il progetto in esame riguarda l'intervento di ricucitura di tratti di piste ciclo-pedonali lungo il percorso via Fondè - via Remigia" nel comune di San Lazzaro di Savena.

Nello specifico il presente elaborato ha come oggetto gli interventi strutturali necessari alla realizzazione di un tratto di pista ciclabile in via Fondè, tra via Scuole del Farneto/via Vernizza e via Renata Viganò

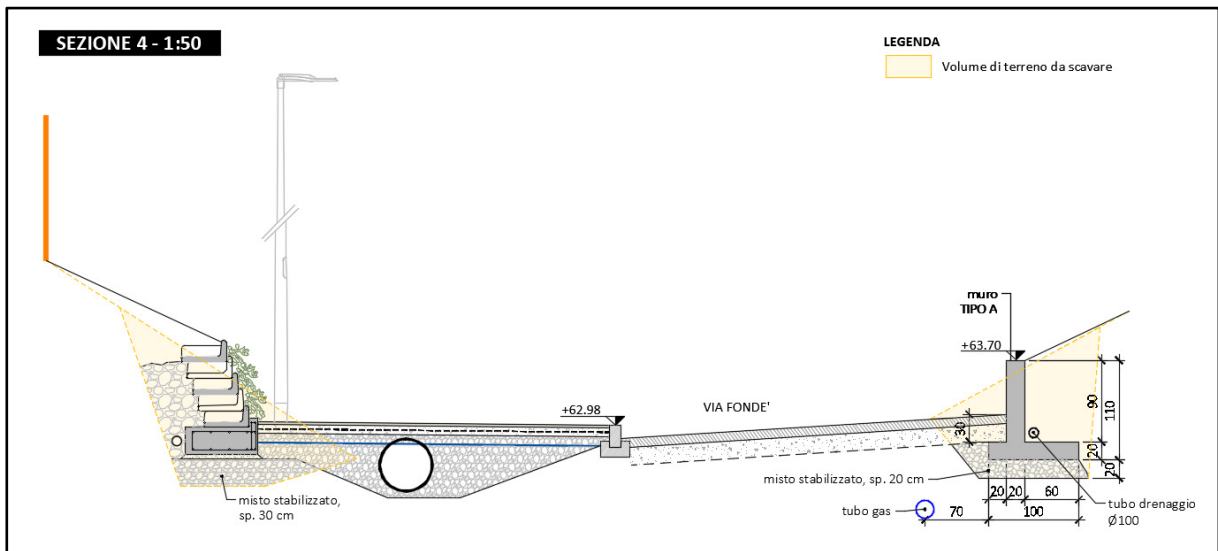


Localizzazione dell'area di intervento

Gli interventi strutturali riguardano la realizzazione di muri di sostegno con lo scopo di garantire una idonea larghezza trasversale di via Fondè che dovrà avere, nella configurazione di progetto, una carreggiata carrabile a senso unico di circolazione + un percorso ciclopedonale.

La nuova pista ciclopedonale sorgerà nel lato ovest di via Fondè grazie anche al tombamento di un fosso esistente. Per ricavare lo spazio necessario alla nuova pista è necessario:

- occupare una porzione di carreggiata di via Fondè. Per tale motivo, al fine di non ridurre la larghezza della carreggiata nella condizione post-intervento verrà realizzato un muro in c.a. nel lato est che consentirà di allargarsi su tale lato.
- Prendere una porzione della scapata ovest (attualmente al lato del fosso) previa realizzazione di un muro di sostegno a secco mediante blocchi LOFFEL idoneamente dimensionato.



Stralcio della tavola strutturale con evidenziata una sezione lungo il tracciato

Si dovranno realizzare quindi, in entrambi i lati di via Fondè, dei muri di sostegno controterra ma nel lato est verranno eseguiti muri in c.a. mentre nel lato ovest verrà impiegata la tecnologia dei muri a secco mediante blocchi LOFFEL.

Le caratteristiche del terreno di fondazione sono state dedotte sulla base delle indagini geologiche effettuate sull'area interessata dall'intervento. I risultati di dette indagini sono riportati nella relazione riguardante il "modello geologico, sismico e geotecnico", redatta dal Dott. Geol. Paolo Trenti e dal Dott. Geol. Maria Cristina Verrecchia nel marzo 2024.

Dalla relazione citata viene definito il sottosuolo il quale è "formato da una copertura di spessore mediamente di c.a. 3.5 m di terreni limoso sabbiosi debolmente argillosi con sottostanti ghiaie. I fori, indagati con freaticometro, hanno evidenziato l'assenza della prima falda superficiale. ... Le Unità Stratigrafiche esaminate, in assenza di falda, non appartengono a categorie di terreni potenzialmente liquefacibili."

Dalla relazione citata si evince che sulla base delle indagini eseguite e dell'elaborazione dei dati non emergono vincoli ostativi alla realizzazione del progetto.

2.1. VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE DEL MURO DI SOTEGNO

Nella relazione redatta dal Geologo sono state riportate le verifiche di stabilità globale (paragrafo 8). Per il caso maggiormente gravoso, sono state eseguite verifiche sia nella configurazione di progetto che allo stato di fatto. Inoltre è stata analizzata anche una fase intermedia (a scavi già eseguiti e muro non ancora realizzato) in modo di poter verificare le necessarie condizioni di sicurezza anche durante la fase di cantiere.

Nelle verifiche di stabilità, cautelativamente è stata considerata la condizione in cui l'altezza del muro è di poco superiore a 130 cm (n.7 file di blocchi) mentre nella realtà il muro non supera i 100 cm di altezza.

2.2. VERIFICHE DELLA PORTATA DEL TERRENO

- Verifiche muro a secco con blocchi "LOFFEL" lato ovest

Di seguito si riporta la verifica della portata del terreno nel caso del muro a secco realizzato con blocchi "LOFFEL". Anche per la verifica della portata del terreno sottostante la fondazione, cautelativamente si considera il caso con muro di n. 7 file. La verifica riporta anche il calcolo dei cedimenti.

Tutte le verifiche risultano soddisfatte

DATI GENERALI

Larghezza fondazione	0.8 m
Lunghezza fondazione	1.0 m
Profondità piano di posa	2.2 m
Altezza di incastro	0.36 m

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m ³]	Peso unità di volume saturo [kN/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m ²]	Coesione non drenata [kN/m ²]	Modulo Elastico [kN/m ²]	Modulo Edometrico [kN/m ²]	Descrizione
3.5	17.2	19.16	21.9	4.6	89.3	0.0	3969.0	Limo sabbioso deb. argilloso
6.5	16.26	19.55	41.3	0.1	0.1	0.0	10947.0	Ghiaia sabbiosa

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazioni e	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	Carico limite	50.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Cedimenti	31.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	No	1	1	1	1	1	1	1

Carico limite verticale

Carico limite	Autore	Carico Limite [Qult] (kPa)	Resistenza di progetto [Rd] (kPa)	Tensione [Ed] (kPa)	Fattore di sicurezza [Fs=Qult/Rd]	Condizione di verifica	Costante di sottofondo (kN/m ³)
*	HANSEN (1970)	763.70	332.05	50.70	15.06	Verificata	30548.19

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Carico limite

Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult]	763.7 kN/m ²
Resistenza di progetto [Rd]	332.05 kN/m ²
Tensione [Ed]	50.7 kN/m ²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	15.06
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 30548.19 kN/m³

Carico limite

Autore: HANSEN (1970) (Condizione non drenata)

=====

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	17.2 kN/m ³
Peso unità di volume saturo	19.16 kN/m ³
Angolo di attrito	0.0 °
Coesione	89.3 kN/m ²
Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	0.16
Fattore profondità [Dc]	0.49
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
Carico limite	763.7 kN/m ²
Resistenza di progetto	332.05 kN/m ²
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Pressione normale di progetto	31.7 kN/m ²
Cedimento dopo T anni	10.0
Cedimento totale	0 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
1	2.85	49.02	0	Edometrico	0	--	0
2	6.75	113.045	0	Edometrico	0	--	0

- Verifiche muro in c.a. lato est

Di seguito si riporta la verifica della portata del terreno nel caso del muro in c.a. da realizzarsi nel lato est di via Fondè.

Il valore del carico limite è assunto lo stesso valutato per il muro a secco cioè:

$$q_{lim} = 763,7 \text{ kN/m}^2 = 7,637 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{Ed} = q_{lim} / \gamma_R = 7,637 / 2,3 = \mathbf{3,32 \text{ kg/cm}^2}$$

Di seguito si riportano le verifiche della portata del terreno sottostante il muro in c.a. lato est, nelle condizioni maggiormente gravose valutando prima le combinazioni statiche allo SLU e poi le sismiche allo SLV.

**COMBINAZIONE MAGGIORMENTE GRAVOSA IN CONDIZIONI STATICHE ALLO STATO
LIMITE ULTIMO**

DATI

altezza muro fuori terra	110 cm
altezza massima terreno imbarcato	132 cm
spessore muro	20 cm
spessore soletta di base	20 cm
lunghezza sbalzo anteriore	20 cm
lunghezza totale soletta (B)	100 cm
peso specifico terreno	1722 kg/mc
peso specifico c.a.	2500 kg/mc
inclinazione terreno i	20 °
inclinazione muro β	0 °
angolo di attrito interno terreno ϕ	21,9 °
coefficiente di spinta attiva λ_a	0,46
spinta statica F (calcolata per i e β)	907 kg/m
sovraccarico	500,00 kg/mq

FORZE PER UN METRO DI MURO

		BRACCIO RISPETTO ADA	γ_{A1}
peso parete verticale (P1)	550 kg	20 cm	1
peso soletta (P2)	500 kg	0 cm	1
peso terreno imbarcato (P3)	1249 kg	-20 cm	1
risultante sovraccarico (P4)	300 kg	-20 cm	0
totale carichi verticali W	2599 kg		
			γ_{A1}
spinta dovuta al terreno (S1)	907 kg	50,61 cm	1,3
spinta dovuta al sovraccarico (S2)	297 kg	65 cm	1,5

VERIFICA DELLA PORTANZA DEL TERRENO

Sforzo Normale (N)	2299 kg	
Momento flettente (M)	74601 kgcm	
$e = M/N =$	32,44 cm	sezione parzializzata
$\sigma_{max} =$	0,87 kg/cmq	VERIFICA SODDISFATTA

COMBINAZIONE DI CARICO SISMICA (CASO + k_v)

DATI

altezza muro fuori terra	110 cm
altezza massima terreno imbarcato	132 cm
spessore muro	20 cm
spessore soletta di base	20 cm
lunghezza sbalzo anteriore	20 cm
lunghezza totale soletta (B)	100 cm
peso specifico terreno	1722 kg/mc
peso specifico c.a.	2500 kg/mc
inclinazione terreno i	20 °
inclinazione muro β	0 °
angolo di attrito interno terreno ϕ	21,9 °
coefficiente di spinta attiva λ_a	0,46
k_h coefficiente sismico orizzontale	0,080
k_v coefficiente sismico verticale	0,040
totale carichi verticali W	2703 kg
spinta statica F (calcolata per i e β)	907 kg/m
spinta sismica F'	216 kg/m
sovraccarico	500,00 kg/mq

FORZE PER UN METRO DI MURO

		BRACCIO RISPETTO AD A	γ_{A1}
peso parete verticale (P1)	571,945 kg	30 cm	1
peso soletta (P2)	519,95 kg	50 cm	1
peso terreno imbarcato (P3)	1299 kg	70 cm	1
risultante sovraccarico (P4)	311,97 kg	70 cm	1
totale carichi verticali W	2703 kg		
			γ_{A1}
spinta dovuta al terreno (S1)	907 kg	50,61 cm	1
spinta dovuta al sovraccarico (S2)	297 kg	65 cm	0,6
spinta dovuta al sisma	216 kg	50,61 cm	1

VERIFICA DELLA PORTANZA DEL TERRENO

Sforzo Normale (N)	2703 kg	
Momento flettente (M)	47591 kgcm	
$e = M/N =$	17,61 cm	sezione parzializzata
$\sigma_{max} =$	0,56 kg/cm ²	VERIFICA SODDISFATTA

COMBINAZIONE DI CARICO SISMICA (CASO - k_v)

DATI

altezza muro fuori terra	110 cm
altezza massima terreno imbarcato	132 cm
spessore muro	20 cm
spessore soletta di base	20 cm
lunghezza sbalzo anteriore	20 cm
lunghezza totale soletta (B)	100 cm
peso specifico terreno	1722 kg/mc
peso specifico c.a.	2500 kg/mc
inclinazione terreno i	20 °
inclinazione muro β	0 °
angolo di attrito interno terreno ϕ	21,9 °
coefficiente di spinta attiva λ_a	0,46
k_h coefficiente sismico orizzontale	0,080
k_v coefficiente sismico verticale	-0,040
totale carichi verticali W	2380 kg
spinta statica F (calcolata per i e β)	906,51 kg/m
spinta sismica F'	189,96 kg/m
tensione SLU terreno (GEO)	1,00 kg/cm ²
sovraccarico	500,00 kg/m ²

FORZE PER UN METRO DI MURO

		BRACCIO RISPETTO AD A	γ_{A1}
peso parete verticale (P1)	528,055 kg	30 cm	1
peso soletta (P2)	480,05 kg	50 cm	1
peso terreno imbarcato (P3)	1199 kg	70 cm	1
risultante sovraccarico (P4)	172,818 kg	70 cm	0,6
totale carichi verticali W	2380 kg		
			γ_{A1}
spinta dovuta al terreno (S1)	907 kg	50,61 cm	1
spinta dovuta al sovraccarico (S2)	297 kg	65 cm	0,6
spinta dovuta al sisma	190 kg	50,61 cm	1

VERIFICA DELLA PORTANZA DEL TERRENO

Sforzo Normale (N)	2311 kg	
Momento flettente (M)	51570 kgcm	
$e = M/N =$	22,31 cm	sezione parzializzata
$\sigma_{max} =$	0,56 kg/cm ²	VERIFICA SODDISFATTA