REGIONE LOMBARDIA
Provincia di Brescia

COMUNE DI CIVIDATE CAMUNO | COMUNE DI ESINE | COMUNE DI PIANCOGNO

REALIZZAZIONE ARGINE LUNGO IL FIUME OGLIO A PROTEZIONE DELLE AREE ABITATE E INDUSTRIALI IN COMUNE DI CIVIDATE CAMUNO, ESINE E PIANCOGNO

PROGETTO ESECUTIVO

A T I

STUDIO DI INGEGNERIA E DI ARCHITETTURA
Ing. BENEDETTO DEL SIMONE
Ing. DAVIDE DEL SIMONE
Arch. LIDIA DESTI
Via S.Carlo n°12 - 23037 TIRANO (So) - Tel. 0342-702578 - Fax 0342-711427
e_mail: info@delsimone.it - www.delsimone.it

STUDIO DI INGEGNERIA
Ing. PIETRO FORTI
Via Paganora n°2 - 25080 MAZZANO (BS) - Tel. 030-8080060 - Cell. 3346938663
e_mail: forti.pietro@gmail.com

	NOME
REDAZIONE	B. Del Simone
VERIFICA	D. Del Simone
APPROVAZIONE	B. Del Simone

ELABORATO

RELAZIONE SISMICA E RELAZIONE GEOTECNICA

ARGOMENTO	DOCUMENTO	REV.	FASE
OI	A.01.40	1	3

DATA: Agosto 2015

ARCHIVIO: 697

REVISIONI	N°	DESCRIZIONE	DATA
	0	EMESSO PER PROGETTO DEFINITIVO	Maggio 2015
	1	EMESSO PER PROGETTO ESECUTIVO	Agosto 2015
	2		
	3		

E' VIETATA LA RIPRODUZIONE AI SENSI DELLA LEGGE N.633 DEL 22.04.1941 E SUCCESSIVE MODIFICAZIONI

Regione LOMBARDIA

COMUNI DI CIVIDATE CAMUNO – ESINE – PIANCOGNO

Provincia di Brescia

REALIZZAZIONE DI ARGINE LUNGO IL FIUME OGLIO A PROTEZIONE DELLE AREE ABITATE E INDUSTRIALI IN COMUNE DI CIVIDATE CAMUNO, ESINE E PIANCOGNO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SISMICA E RELAZIONE GEOTECNICA

INDICE:

1. Premesse 3

2. Interventi previsti in progetto 3

3. RELAZIONE GEOLOGICA E SONDAGGI GEOGNOSTICI 5

4. RELAZIONE SISMICA 6

4.1 Normativa 6

4.2 Caratterizzazione sismica del sottosuolo 7

4.3 Azione sismica 7

4.3.1 CIVIDATE CAMUNO 9

4.3.2 ESINE - PIANCOGNO 11

5. RELAZIONE GEOTECNICA 13

5.1 Sondaggi a carotaggio continuo e prove SPT 13

5.2 Prove penetrometriche dinamiche 13

5.3 Modelli geologici di riferimento 13

5.4 Caratteristiche del terreno di imposta delle fondazioni 13

6. murl in c.a. 14

6.1 Dimensionamento fondazioni 14

6.2 Formazione di micropali 14

6.3 Dimensionamento dei micropali muro H=3,50 m. 15

7. Scogliere in grossi massi 17

8. Rilevato arginale 17

9. Conclusioni 18

1. PREMESSE

La presente relazione sismica e geotecnica è relativa al progetto per la REALIZZAZIONE DI ARGINE LUNGO IL FIUME OGLIO A PROTEZIONE DELLE AREE ABITATE E INDUSTRIALI IN COMUNE DI CIVIDATE CAMUNO,ESINE E PIANCOGNO.
Il progetto Definitivo è stato approvato con la 2^ Seduta della Conferenza dei servizi in data 31.07.2015.

2. INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO

Gli interventi previsti in progetto prevedono la realizzazione delle seguenti opere:

- Tratto dalla sez. 032C sino alla sez. 031.02P - ponte di accesso alla SS.42 (Cividate centro):
  - Sovralzo di una parte del muro di sostegno della ferrovia Brescia - Edolo per una lunghezza di 18,00 m per portarsi in quota con la muratura posta a monte.
  - Realizzazione di un pancone di protezione, in alluminio e acciaio, a valle della sez.032C, da posizionarsi sulla carreggiata della SP. BS. n. 345 "delle TRE VALLI" e della pista ciclabile.
  - Formazione di tratti di rilevato arginale, con materiale recuperato dagli scavi rivestito con mantellata intasata in terra, a protezione Q200 con franco 1.00 m.
  - Realizzazione di nuovo muro in c.a. H variabile, da valle sez.032B sino alla sez.032, per una lunghezza complessiva di 167.00 m. Nei tratti dove le murature attuali dei fabbricati sono presenti sino ad oltre 1,50 m. sotto la quota del terreno attuale, è prevista la posa di micropali DN 159x10 mm spinti sino ad una profondità di 7 m per scaricare i pesi della nuova muratura in progetto senza interferire con le strutture esistenti.
  - Fornitura e posa in opera di lamiera in acciaio Corten sulla ringhiera esistente a valle della passerella detta “dei Marinai”.
  - Modifica della livelletta di un tratto di pista ciclabile, a valle della sez. 031.02 con sovralzo del terreno sino al rilevato della SS.42.
- Tratto dalla sez.027.03M - traversa di Paraviso alla sez. 030D (Esine, Piancogno, Cividate Camuno):
  - Miglioramento della funzionalità idraulica del ponte di Esine con apertura delle bocche di deflusso ostruite, realizzazione di scogliera intasata in cls con dado

di fondazione in c.a e riprofilatura da valle del ponte di Esine (sez. 028P) fino alla sez.028C.

- Formazione di muratura ciclopica in pietrame e calcestruzzo dal ponte di Esine (sez.028P) al tratto tombinato dello scarico della centrale di Cogno.
- Formazione di muri in c.a. dallo scarico della centrale di Cogno a monte della sez.029.
- Realizzazione di un pancone di protezione, in alluminio e acciaio, a valle della sez.028Q, da posizionarsi sull'ingresso dell'area silos e lavorazioni inerti.
- Realizzazione di scogliera in pietrame sotto sagoma in Sx orografica, a valle della confluenza del canale di scarico della centrale Edison di Cividate, in corrispondenza della sez.028M e della sez.028N.
- Formazione di rilevato arginale con mantellata sp.50 cm a protezione Q200 con franco 1.00 m e rinforzo della scogliera esistente in grossi massi alla rinfusa, tra la sez.029A e la sez.029B.
- Realizzazione di scogliera in pietrame sotto sagoma in Dx orografica (a valle ed a monte del Torrente Trobiolo) dalla sez. 029B alla sez. 029E.
- Realizzazione di n.2 soglie di fondo per la stabilizzazione dell'alveo alla sez.029B e alla sez. 029M.
- Formazione di banchettone a protezione del piede della scogliera esistente in corrispondenza della sez. 029M.
- Riprofilatura dell'alveo per il miglioramento della funzionalità idraulica da valle della sez.029I fino alla sez.029P.
- Sagomatura di rilevato arginale con materiale recuperato dagli scavi e rivestimento con mantellata intasata in terra dello spessore di 50 cm., in sponda destra orografica, nel tratto a monte del torrente Trobiolo fino alla sez.030D, in corrispondenza della scogliera esistente, eseguita nell'anno 2006.
- Consolidamento con formazione di berma della scogliera esistente in sponda sinistra, attualmente in parte sifonata e rovinata in alveo, dalla sez. 029P alla sez.030C.

3. RELAZIONE GEOLOGICA E SONDAGGI GEOGNOSTICI

Per quanto riguarda la definizione dei caratteri geologici, geomorfologici e idrogeologici delle aree interessate dalle opere in progetto si rimanda alla Relazione Geologica redatta dal geologo dott. Albertelli. E' stata effettuata una campagna di indagine con l'esecuzione di n.4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, n.7 prove penetrometriche dinamiche, prove geofisiche con tecnica MASW per definizione delle velocità sismiche.

4. RELAZIONE SISMICA

4.1 *Normativa*

Lo Stato, con Dlgs n. 112 del 31.03.1998 ha delegato alle Regioni le funzioni relative all'individuazione delle zone sismiche, alla formazione e all'aggiornamento degli elenchi delle medesime.

La Regione Lombardia con Legge del 05.01.2001 - Riordino del sistema delle autonomie in Lombardia ha recepito quanto previsto dal D.lgs n. 112/1998.

Con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 venivano dettati i principi generali sulla base dei quali le Regioni dovevano provvedere alla classificazione sismica del territorio.

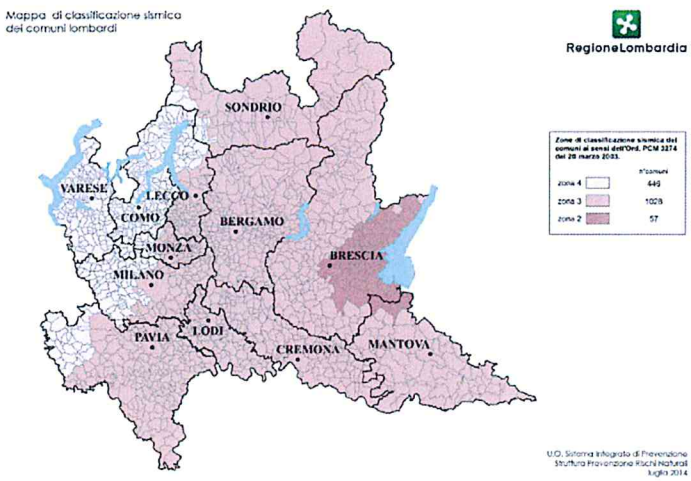
Le Regioni hanno provveduto a compilare l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione a una delle quattro zone sismiche, a pericolosità decrescente da 1 a 4, nelle quali è stato riclassificato tutto il territorio.

La Regione Lombardia ha percepito l'Ordinanza del PCM con la DGR n. 14964 del 07.11.2003.

Con Ordinanza n. 3519 del 28.04.2006 è stato adottato il nuovo studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di lavoro, 2004) previsto dall'OPCM 3274 del 20.03.2003.

Il D.M. del 14.01.2008, NTC Norme Tecniche per le Costruzioni, ha modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali attraverso la definizione di un reticolo di oltre 10.000 punti per ognuno dei quali viene fornita una intensità di accelerazione sismica, prodotto e messo in rete dall'INGV.

La Regione ha provveduto ad una nuova classificazione sismica del territorio approvata con il DGR n. 2129 del 21.07.2014.



I comuni di Cividate, Esine e Piancogno sono stati classificati nella zona sismica n. 3.

4.2 *Caratterizzazione sismica del sottosuolo*

La stima della risposta sismica locale è stata valutata nella relazione geologica allegata al progetto, alla quale si fa riferimento.

E' stato determinato il valore del fattore di Amplificazione Fa di soglia.

E' stata effettuata una campagna di indagine sismica MASW con la definizione della velocità delle onde di taglio VS30 necessaria per determinare i parametri di riferimento per la classificazione della categoria del sottosuolo.

Sono stati determinati i valori di Vs30 che sono risultati pari a:

- MASW1 384 m/sec.
- MASW2 369 m/sec.
- MASW3 380 m/sec.

I valori dei fattori di amplificazione Fa di soglia per il comune di Cividate, divisi per categoria di suolo e per gli intervalli di 0,1-0,5 sec. e 0,5-0,15 sec., con riferimento ai valori VS30, determinano la classificazione del suolo al limite inferiore della categoria C.

4.3 *Azione sismica*

La valutazione dell'azione sismica è stata eseguita in base alle indicazioni del D.M. 14.01.2008 Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui si riportano le seguenti tabelle:

2.4.2 CLASSI D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina 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 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina 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 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15°$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15° \leq i \leq 30°$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30°$

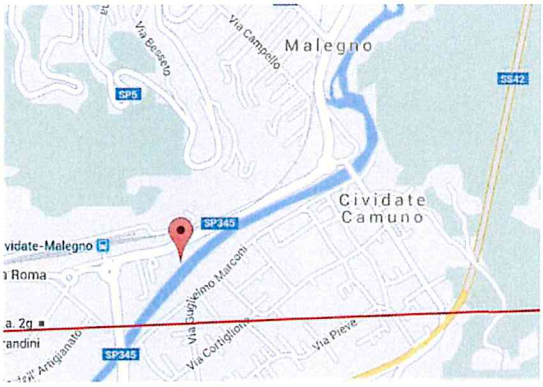
Il valore dell'accelerazione orizzontale massima attesa ag è definito dal reticolo individuato sulla mappa sismica per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno TR considerati dalla pericolosità sismica; i tre parametri si ricavano con riferimento ai valori corrispondenti al 50esimo percentile attribuendo a:

- ag il valore della pericolosità sismica.
- Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale.
- Tc* periodo di inizio del tratto con velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le coordinate geografiche sono riferite al sistema ED50.

Di seguito sono riportate le azioni sismiche considerando il tratto a monte del ponte della S.S. n.42 (Cividate Camuno) e di quello tra il ponte di Esine e la sez. 030D (Esine e Piancogno).

4.3.1 CIVIDATE CAMUNO



Sito in esame

	comune:	CIVIDATE CAMUNO
	latitudine:	45,944867
	longitudine:	10,273722
	Classe d'uso:	II
	Vita nominale:	50 anni
	Tipo di interpolazione:	Media ponderata

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 10278	Lat: 45,9420	Lon: 10,2596	Distanza: 1135,605
Sito 2	ID: 10279	Lat: 45,9439	Lon: 10,3314	Distanza: 4464,139
Sito 3	ID: 10057	Lat: 45,9938	Lon: 10,3287	Distanza: 6907,091
Sito 4	ID: 10056	Lat: 45,9920	Lon: 10,2569	Distanza: 5393,847
	Categoria sottosuolo:		C	
	Categoria topografica:		T1	
	Periodo di riferimento:		50 anni	
	Coefficiente Cu:		1	

Parametri sismici

Stato limite	Prob. superamento (%)	Tr (anni)	Ag (g)	Fo (-)	Tc* (s)
Operatività (SLO)	81	30	0,029	2,503	0,194
Danno (SLD)	63	50	0,036	2,555	0,211
Salvaguardia vita (SLV)	10	475	0,077	2,607	0,290
Prevenzione Collasso (SLC)	5	975	0,098	2,587	0,305

Coefficenti sismici

	Ss (-)	Cc (-)	St (-)	Kh (-)	Kv (-)	Amax (m/s²)	Beta (-)
SLO	1,500	1,800	1,000	0,008	0,004	0,431	0,180
SLD	1,500	1,750	1,000	0,010	0,005	0,526	0,180
SLV	1,500	1,580	1,000	0,021	0,010	1,136	0,180
SLC	1,500	1,550	1,000	0,027	0,013	1,446	0,180

4.3.2 ESINE - PIANCOGNO



Sito in esame

	comune:	ESINE - PIANCOGNO
	latitudine:	45,932076
	longitudine:	10,246164
	Classe d'uso:	II
	Vita nominale:	50 anni
	Tipo di interpolazione:	Media ponderata

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 10277	Lat: 45,9401Lon: 10,1880	Distanza: 4587,731
Sito 2	ID: 10278	Lat: 45,9420Lon: 10,2596	Distanza: 1516,451
Sito 3	ID: 10500	Lat: 45,8920Lon: 10,2624	Distanza: 4627,965
Sito 4	ID: 10499	Lat: 45,8901Lon: 10,1908	Distanza: 6336,072

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50 anni
Coefficiente Cu:	1

Parametri sismici

Stato limite	Prob. superamento (%)	Tr (anni)	Ag (g)	Fo (-)	Tc* (s)
Operatività (SLO)	81	30	0,030	2,497	0,195
Danno (SLD)	63	50	0,037	2,549	0,212
Salvaguardia vita (SLV)	10	475	0,083	2,581	0,287
Prevenzione Collasso (SLC)	5	975	0,106	2,554	0,300

Coefficenti sismici

	Ss (-)	Cc (-)	St (-)	Kh (-)	Kv (-)	Amax (m/s²)	Beta (-)
SLO	1,500	1,800	1,000	0,008	0,004	0,443	0,180
SLD	1,500	1,750	1,000	0,010	0,005	0,542	0,180
SLV	1,500	1,590	1,000	0,022	0,011	1,214	0,180
SLC	1,500	1,560	1,000	0,038	0,019	1,556	0,240

5. RELAZIONE GEOTECNICA

Per la caratterizzazione dei terreni interessati dall'esecuzione delle opere è stata effettuata una campagna di sondaggi geognostici. I risultati delle indagini sono riportate nella Relazione Geologica redatta dal geologo dott. Albertelli, a cui si rimanda.

5.1 *Sondaggi a carotaggio continuo e prove SPT*

Nel mese di novembre 2014, lungo l'argine del fiume Oglio, sono stati realizzati n. 4 carotaggi continui a rotazione con l'esecuzione di prove penetrometriche in foro SPT (Standard Penetration Test) e campionamento terreni.
La posizione dei sondaggi è stata individuata nella cartografia, allegata alla Relazione Geologica, con S1-S2-S3-S4.

5.2 *Prove penetrometriche dinamiche*

Inoltre per la caratterizzazione del suolo sono state eseguite n.7 prove penetrometriche dinamiche. E' stata utilizzata una sonda tipo DPSH TG 63-200 PAGANI.
Le prove penetrometriche dinamiche sono state indicate nella cartografia, allegata alla Relazione Geologica, con P1-P2-P3-P4-P5-P6-P7.

5.3 *Modelli geologici di riferimento*

Nella relazione geologica redatta dal geologo dott. Albertelli sono riportati i modelli geologici di riferimento, in particolare:

- Modello geologico di riferimento MGR1: tra la sez. 028M e la sez. 029A.
- Modello geologico di riferimento MGR2: tra la sez. 029N e la sez. 030.
- Modello geologico di riferimento MGR3: tra sez. 031.02 e la sez. 032B.

5.4 *Caratteristiche del terreno di imposta delle fondazioni*

I litotipi interessati dall'esecuzione delle opere sono caratterizzati dalla presenza di strati diversificati come definito nelle tabelle dei modelli geologici di riferimento.
Vi sono degli elementi di criticità che potranno essere valutati solo in fase di esecuzione degli scavi.
Nei casi di presenza di depositi di origine antropica, o locali lenti di materiale fine limoso, sarà necessario provvedere all'abbassamento della quota di imposta delle fondazioni. Si potrà anche procedere con la rimozione dei depositi di origine antropica e delle lenti di materiale fine, e con il riporto di materiale arido continuando con i lavori di consolidamento mediante rullatura per aumentare la resistenza del piano di appoggio delle opere in progetto.

6. MURI IN C.A.

Dati assunti a base di calcolo

γt = 1.900,0 daN/m³

γm=2.500 daN/m³

γw = 1.000,0 daN/m³

φ = 34°angolo di attrito

c= 0 coesione.

Materiali impiegati e caratteristiche delle strutture in progetto:

Fondazioni	calcestruzzo C 25/30 N/mm²
Elevazioni	calcestruzzo C 25/30 N/mm²
Acciaio	B 450C (ex Feb 44 K)

6.1 *Dimensionamento fondazioni*

Il dimensionamento delle fondazioni è stato effettuato in relazione alla caratterizzazione geotecnica dei litotipi, alla profondità del piano di posa e alla dimensione della fondazione.
I principali studi teorici sono stati condotti da Pandtl e da Terzaghi 1943 utilizzando il metodo dell'equilibrio limite.
Per la verifica della capacità portante della fondazione è stata applicata la formula di Vesic:

qlim= cNc·sc·dc·ic·bc·gc·+ qNq·sq·dq·iq·bq·gq+ ½·y·B'·Ny sy·dy·iy by·gy

dove sono indicati con:

sc,sq,sy, i fattori di forma

dc,dq,dy , i fattori di profondità

ic,iq,iy , i fattori di inclinazione del carico

bc,bq,by ,i fattori di inclinazione della base

gc,gq,gy, i fattori di inclinazione del piano di campagna

B' la larghezza equivalente per carico eccentrico.

6.2 *Formazione di micropali*

In alcuni tratti le murature in di protezione Q200 sono poste a ridosso di murature esistenti, e pertanto la loro fondazione è di tipo zoppo, senza mensola esterna verso le strutture esistenti.
Dove questi muri sono accostati a spazi seminterrati, tratto la sez. 032 e la sez. 032B, le fondazioni vengono spinte in profondità per evitare il cedimento delle strutture esistenti. Nei

tratti dove la altezze sono maggiori (da 3,80 m. a 4.30 m.), si rende necessario provvedere alla messa in opera dei micropali DN 159x10 mm. per contrastare gli sforzi sul terreno che risultano superiori alle tensioni ammissibili, al fine di non gravare sulle murature dei fabbricati e delle strutture esistenti.

6.3 *Dimensionamento dei micropali muro H=3,50 m.*

Si riporta il dimensionamento dei micropali relativi al muro in c.a. di altezza complessiva paria a 4,30 m.

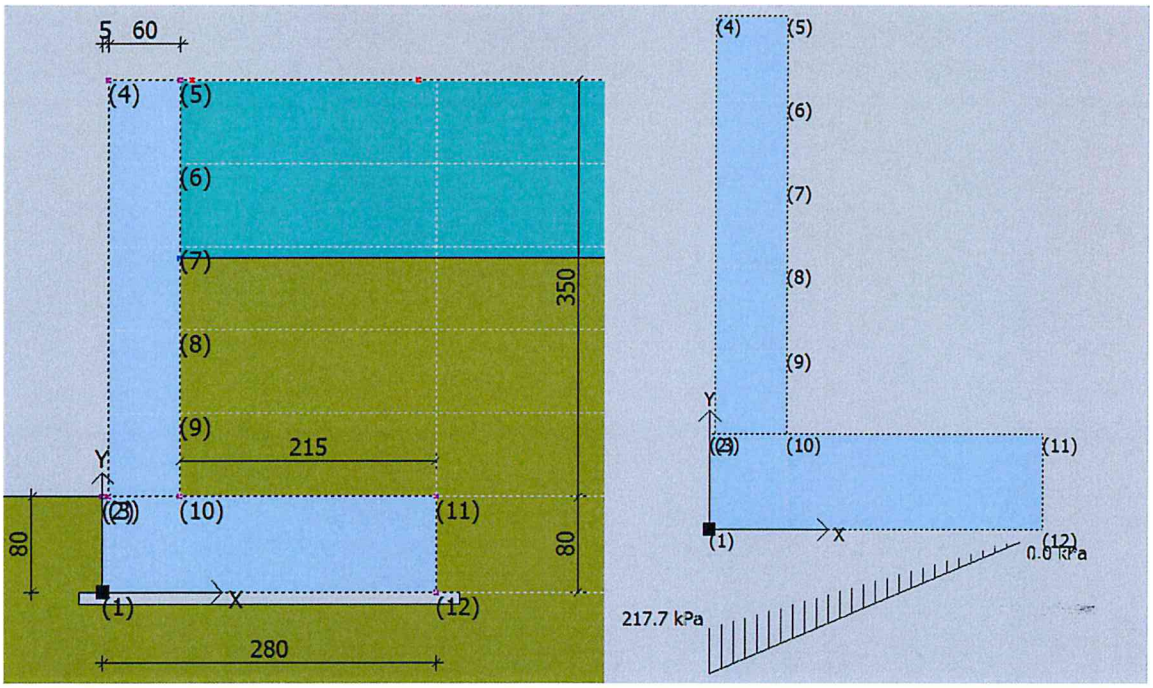
Il muro risulta verificato alla combinazione di carico A1+M1+R1 con i seguenti coefficienti di sicurezza:

- Ribaltamento 2,77 > 1
- Scorrimento 2,19 > 1
- Carico limite 2,50 > 1

Le tensioni sul terreno sono pari a:

- x=0 cm. 217,70 kPa
- x=262 cm. 0,00 kPa

e pertano risultano superiori alla tensione ammissibile.



Per ridurre la tensione sul terreno si prevede la posa di micropali in acciaio DN 159,3 x 10 mm., spinti sino ad una profondità di 6 m. rispetto alle quote della fondazione, ad un interasse di 1 m.

Si considera di ridurre la tensione massima sul terreno ad un valore di 1,20 daN/cm² e di applicare la parte residua delle tensioni, da 1,20 a 2,18 daN/cm³, al palo che lavora a carico di punta.
Il carico totale sul palo è:
Ctot = (2,18 - 1,20) x 118 x100 / 2 = 5782 daN

Pertanto la sollecitazione massima sul terreno alla base del palo risulta essere pari a :
$\sigma t = Ctot / A = 5782 / (\pi \times 35^2 / 4) = 6,01$ daN/cm²

La tensione massima sul terreno, alla profondità della punta del palo, risulta accettabile, anche in considerazione che si tratta di una condizione temporanea e non permanente.

7. SCOGLIERE IN GROSSI MASSI

Dati assunti a base di calcolo-parametri geotecnici:

H = 6-8 m. variabile in relazione alle sezioni.

γt = 1.900 daN/m³

γm=2.500 daN/m³

γw = 1.000,0 daN/m³

φ = 34°angolo di attrito

c= 0 coesione.

Materiali impiegati e caratteristiche delle strutture in progetto:

Grossi massi di pietra intasati con calcestruzzo o terra.

Metodologia di scavo:

Gli scavi per la formazione del piano di imposta delle scogliere vengono realizzati con l'ausilio di escavatore previo formazione di trincea sino a raggiungere la profondità del piano di imposta.

8. RILEVATO ARGINALE

I rilevati arginali vengono realizzati per la formazione di protezione spondale in alcuni tratti a quota sommità scogliere e/o arginature.

Sono realizzati con il materiale provenienti dalle escavazioni con formazione di una scarpa variabile in relazione allo stato dei luoghi da 3/2 a 1/1.

Sono protetti sulla sponda lato alveo da una mantellata in pietrame dello spessore di cm. 50 a protezione dalla erosione delle onde di piena della corrente.

9. CONCLUSIONI

Come già indicato nella relazione in fase di esecuzione degli scavi sarà necessario verificare la natura del terreno nei singoli interventi per verificare la consistenza ed eventualmente provvedere ad eseguire opere di consolidamento con compattazione.
Nel caso risultassero presenti delle lenti di argilla o materiale poco portante occorre aumentare la profondità di scavo sino a raggiungere gli strati più profondi aventi migliori caratteristiche geotecniche in termini di portanza al fine di garantire la stabilità dei manufatti e contenere i cedimenti differenziali nei limiti di ammissibilità.

Tirano, lì agosto 2015.

I PROGETTISTI

Ing.Benedetto Del Simone

Ing. Davide Del Simone

Arch. Lidia Desti

Ing. Pietro Forti