

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



OPERE D'ARTE MAGGIORI

GALLERIE ARTIFICIALI

Galleria Rovetello:

progr.2+720,00 (Ldx= 280,67 m; Lsx= 277,92 m)

Relazione Tecnica Descrittiva

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 1 0 8 GA 2 0 1 GA 0 1 Z R H 0 0 1 C

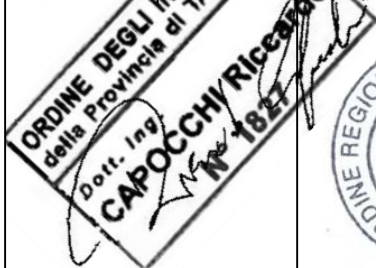
Scala:

F						
E						
D						
C	Ottobre 2011	Rif. Istruttoria prot. CDG-0141142-P del 19/10/11	L.BOCCUNI	R. CAPOCCHI	M. LITI	P. PAGLINI
B	Luglio 2011	Revisione a seguito di incontri con il Committente	L.BOCCUNI	R. CAPOCCHI	M. LITI	P. PAGLINI
A	Aprile 2011	EMISSIONE	L.BOCCUNI	A.TURSO	M. LITI	P. PAGLINI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO
Responsabile del procedimento:			Ing. MAURIZIO ARAMINI			

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:



Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



**S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO
ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19**

PROGETTO ESECUTIVO

OPERE D'ARTE MAGGIORI
GALLERIE ARTIFICIALI
GALLERIA ARTIFICIALE ROVETELLO
RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

INDICE

INDICE.....	2
1. GENERALITÀ	4
2. DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	5
2.1. LE OPERE PROGETTATE PE	5
2.2. LE OPERE PROGETTATE PD.....	7
3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	10
3.1. NORMATIVE DI RIFERIMENTO PE	10
3.2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO PD.....	10
3.3. DIFFERENZE INDOTTE DALLA VARIAZIONE DELLA NORMATIVA.....	11
4. MATERIALI.....	12
4.1. DURABILITÀ E PRESCRIZIONI DEI MATERIALI PE.....	12
4.1.1. CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE.....	12
4.1.2. COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE	16
4.1.3. CARATTERISTICHE DEI COSTITUENTI IL CALCESTRUZZO.....	17
4.1.4. CARATTERISTICHE DELLE MISCELE	17
4.2. PRESCRIZIONE DEI MATERIALI PD	19
4.3. DIFFERENZE TRA PD-PE	20
5. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	21
5.1. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI PE	21
5.1.1. TERRENO DI RICOPRIMENTO	21
5.1.2. TERRENI DI FONDAZIONE	21
5.2. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI PD.....	22
5.3. DIFFERENZE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE PD-PE.....	23

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001 C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO	Pagina 2 di 29
	Relazione Tecnica Descrittiva	

6. DESCRIZIONE DELLE FASI REALIZZATIVE PE	24
7. ANALISI STRUTTURALE PE	27
7.1. GALLERIA	27
7.2. PARATIA PROVVISORIALE.....	28

<i>Cod. elab.:</i> 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina</i> 3 di 29

1. GENERALITÀ

Nella seguente relazione tecnica descrittiva si riportano le informazioni generali circa la Galleria artificiale Rovetello da prevedere nell'ambito dei lavori per la realizzazione della S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE", ammodernamento e adeguamento alla categoria B del D.M. 5/11/2001, dal km 44+000 allo svincolo con la A19.

Si riporta inoltre un confronto tra la soluzione costruttiva prevista nel progetto esecutivo e la soluzione costruttiva presentata per il progetto definitivo, oltre ad evidenziare le differenze tra le prescrizioni relative ad i materiali ed alla normativa tecnica di riferimento adoperata per l'esecuzione dei calcoli strutturali.

<i>Cod. elab.:</i> 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina</i> 4 di 29

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE

2.1. LE OPERE PROGETTATE PE

La galleria artificiale Rovetello si sviluppa tra il km 2+720.00 ed il km 2+999.55 lungo la carreggiata Agrigento – Caltanissetta per una lunghezza di 280.67 metri e tra il km 2+722.05 ed il km 3+001.09 lungo la carreggiata Caltanissetta - Agrigento per una lunghezza di 277.92 metri.

La geometria della galleria risulta del tutto simile a quella prevista nel progetto definitivo, infatti la sezione trasversale di ciascuna carreggiata è del tipo policentrica, composta da un arco superiore, (volta e piedritti) di raggio $R=6.45$ m, angolo di apertura pari a circa $119,49^\circ$ e spessore pari a 110 cm.

La fondazione è costituita da un solettone a spessore costante pari a 160 cm.

Il ritto centrale è a sezione variabile con un minimo di 110 cm.

L'altezza massima interna, posta in corrispondenza dell'asse della galleria, è di 9.70 m, mentre la massima larghezza interna risulta di 12.90 m.

L'imbocco presenta, in senso longitudinale, una conformazione a becco di flauto, in senso trasversale la stessa geometria della sezione corrente.

In corrispondenza dell'imbocco lato Agrigento la paratia MP14 si attesta con una quota della testa del cordolo coincidente con la quota di testa nella sezione di inizio del becco di flauto, pertanto la scarpata a monte della paratia si raccorderà con la scarpata a tergo della struttura di imbocco. In corrispondenza dell'imbocco lato Caltanissetta la paratia MP17 si attesta ad una quota coincidente con quella di testa del muro del becco di flauto dell'imbocco della galleria.

La realizzazione della galleria è prevista con scavo a cielo aperto su entrambi i lati nella parte iniziale e finale, mentre nel tratto centrale è prevista una paratia tipo berlinese con pali $\varnothing 1200$ posti ad interasse $i = 1.40$ m posta a protezione del terreno a monte della galleria per una lunghezza di 178.15 m tra le progressive km 2+772.03 e km 2+951.29 lungo la carreggiate Caltanissetta-Agrigento, mentre sul lato destro della galleria è previsto uno scavo a cielo aperto. Poiché tale opera risulta provvisoria si è trascurata l'azione sismica ed ai fini delle verifiche strutturali sono state trascurate le verifiche SLE.

Le fasi di realizzazione della galleria risultano così schematizzate :

- 1) Prescavo e sistemazione del terreno esistente;
- 2) Scavo a conci fino alla testa della paratia provvisoria;
- 3) Realizzazione pali $\varnothing 1200$;
- 4) Realizzazione cordolo di collegamento;
- 5) Scavo a conci fino alla quota di posizionamento della prima fila di tiranti;
- 6) Realizzazione prima fila di tiranti;
- 7) Posizionamento travi di ripartizione e tesatura dei tiranti;
- 8) Scavo a conci fino alla quota di posizionamento della seconda fila di tiranti;

<i>Cod. elab.:</i> 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina</i> 5 di 29

PROGETTO ESECUTIVO

- 9) Realizzazione seconda fila di tiranti;
- 10) Posizionamento travi di ripartizione e tesatura seconda fila di tiranti;
- 11) Scavo a conci fino alla quota di intradosso della fondazione della galleria;
- 12) Esecuzione del magrone di pulizia;
- 13) Realizzazione galleria artificiale;
- 14) Esecuzione dell'impermeabilizzazione e sistemazione dei tubi di drenaggio delle acque di stillicidio;
- 15) Ritombamento con sistemazione finale del terreno;
- 16) Completamento strada all'interno della galleria.

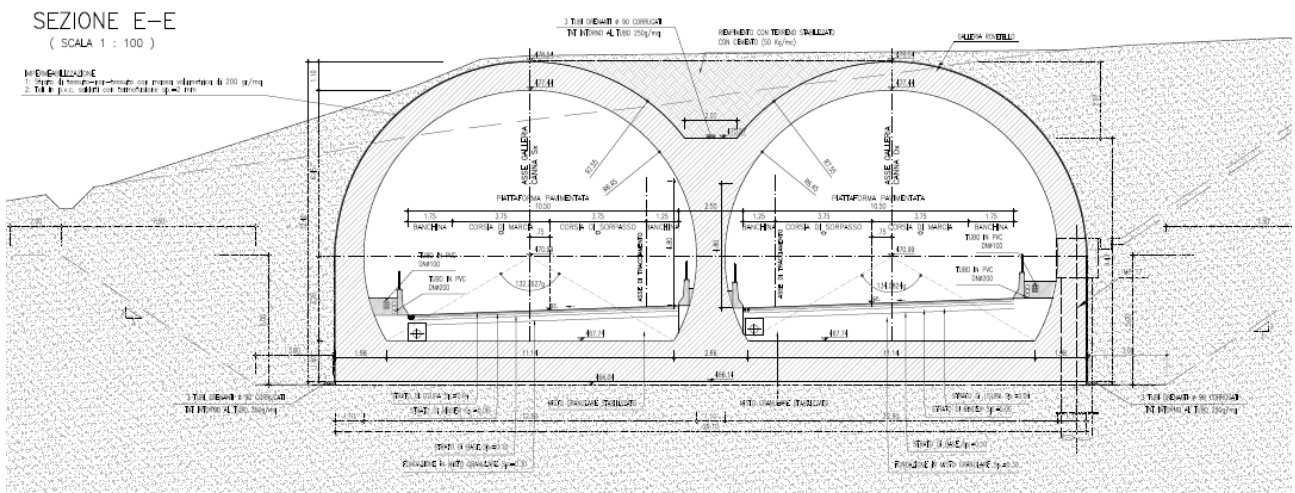


Figura 2.1: Soluzione costruttiva PE – Conci di estremità

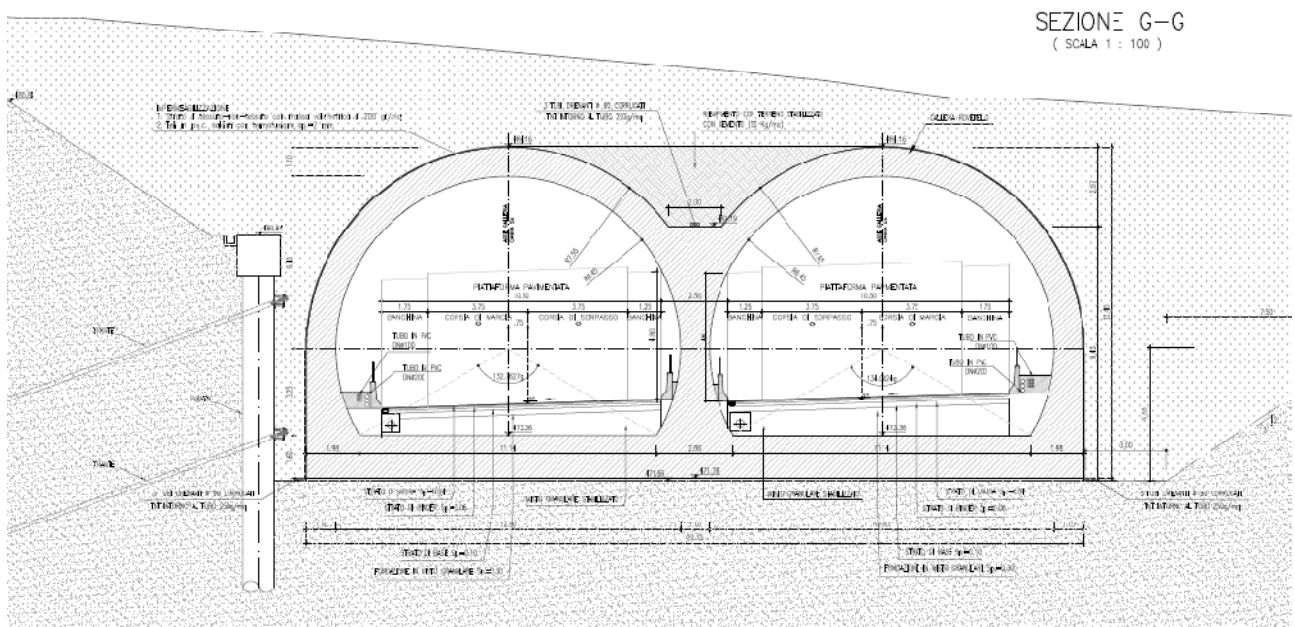


Figura 2.2: Soluzione costruttiva PE – Conci intermedi

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001 C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH-001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO	Pagina 6 di 29
Relazione Tecnica Descrittiva		

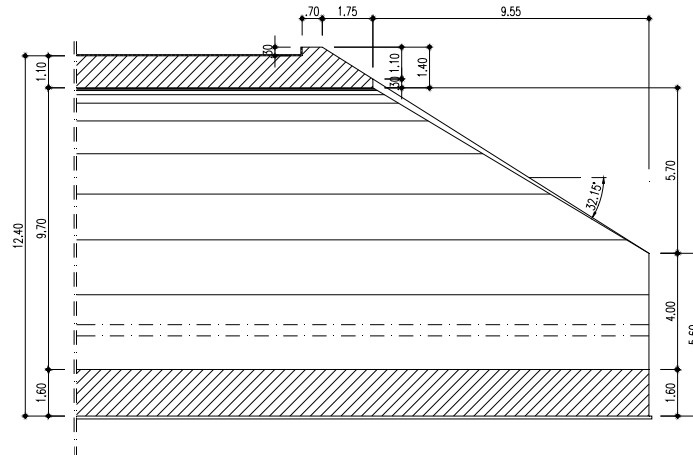


Figura 2.3: Soluzione costruttiva PE - Imbocco

2.2. LE OPERE PROGETTATE PD

La galleria artificiale Rovetello si sviluppa tra il km 2+690.000 ed il km 2+995.000 lungo la carreggiata Agrigento – Caltanissetta, per una lunghezza di 305 metri e tra il km 2+691.020 ed il km 2+995.580 lungo la carreggiata Caltanissetta - Agrigento per una lunghezza di 304,56 metri.

La sezione trasversale di ciascuna carreggiata è del tipo policentrica, composta da un arco superiore, (volta e piedritti) di raggio $R=6.45$ m, angolo di apertura pari a circa $119,49^\circ$ e spessore pari a 110 cm.

La fondazione è costituita da un solettone a spessore costante pari a 160 cm.

Il ritto centrale è a sezione variabile con un minimo di 110 cm.

L'altezza massima interna, posta in corrispondenza dell'asse della galleria, è di 9.70 m, mentre la massima larghezza interna risulta di 12.90 m.

L'imbocco presenta, in senso longitudinale, una conformazione a becco di flauto, in senso trasversale la stessa geometria della sezione corrente.

L'altezza di ricoprimento del terreno è variabile da 0 a circa 4 metri.

Nelle figure che seguono si riporta la sezione strutturale corrente e la sezione longitudinale in corrispondenza dell'imbocco.

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 7 di 29

PROGETTO ESECUTIVO

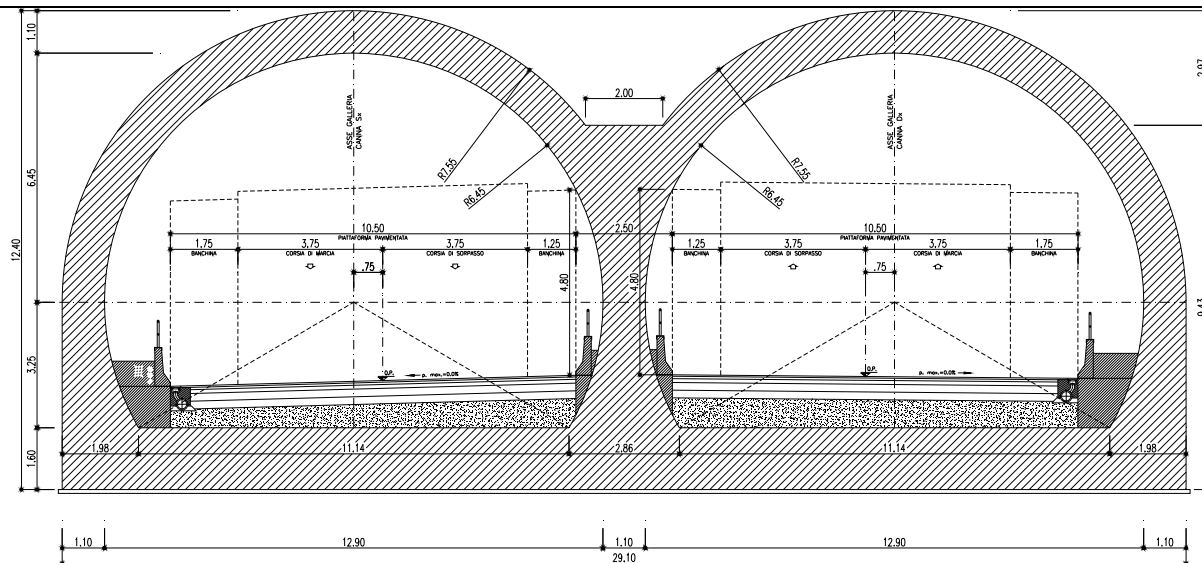


Figura 2.4: Soluzione costruttiva PD

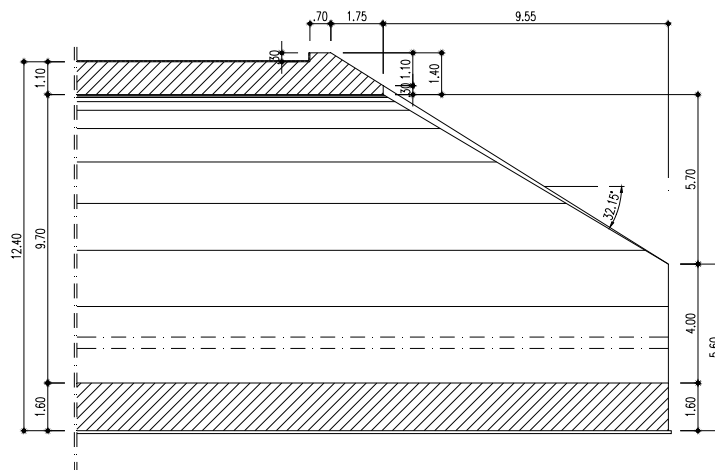


Figura 2.5: Soluzione costruttiva PD

La realizzazione della galleria è prevista con scavo a cielo aperto in corrispondenza dei tratti iniziale e finale.

Per il sostegno delle pareti di scavo in fase provvisoria è prevista la realizzazione, per 221.20 metri, in adiacenza della carreggiata Caltanissetta – Agrigento, di una paratia tirantata realizzata tramite pali di grande diametro.

I pali del diametro Φ 1200 hanno una lunghezza di 19,0 metri e sono posti ad interasse $i= 1,3$ metri.

Superiormente è prevista la realizzazione di un cordolo in c.a. della dimensioni 160 x 140 cm.

A quota -5,40 m e - 8,90 m dalla testa cordolo sono disposte due file di tiranti posti ad interasse $i = 2,6$ metri.

Le strutture di ripartizione orizzontali sono costituite da doppi profilati tipo UPN 240, in acciaio Fe510.

Le fasi esecutive sono le seguenti :

- 1) Esecuzione prescavo fino a quota testa palo;
- 2) Realizzazione pali Φ 1200:

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001 C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO	Pagina 8 di 29
Relazione Tecnica Descrittiva		

PROGETTO ESECUTIVO

- 3) Realizzazione cordolo di collegamento superiore;
- 4) Scavo fino a quota – 6.0 metri da testa cordolo;
- 5) Realizzazione prima fila di tiranti;
- 6) Posizionamento travi di ripartizione e tesatura dei tiranti;
- 7) Scavo fino a quota -10.50 metri da testa cordolo;
- 8) Realizzazione seconda fila di tiranti;
- 9) Posizionamento travi di ripartizione e tesatura seconda fila di tiranti;
- 10) Sbancamento fino alla quota di progetto;
- 11) Realizzazione galleria artificiale;
- 12) Ritombamento con sistemazione finale del terreno.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva circa le differenze fra le soluzioni proposte tra il progetto definitivo ed il progetto esecutivo.

PD		PE	
Sezione trasversale	Policentrica	Sezione trasversale	Policentrica
Lunghezza	305 m	Lunghezza	280 m
Spess. Calotta	110 cm	Spess. Calotta	110 cm
Spess. Piedritti	110 cm	Spess. Piedritti	110 cm
Spess. Fondazione	160 cm	Spess. Fondazione	160 cm
Sistema costruttivo	A cielo aperto - per conci di estremità Opere provvisorie - per conci intermedi	Sistema costruttivo	A cielo aperto - per conci di estremità Opere provvisorie - per conci intermedi
Opere provvisorie	Paratia tirantata Ø1200 i=1.30 m L=221.20 m	Opere provvisorie	Paratia tirantata Ø1200 i=1.40 m L=178.15 m
Imbocchi	Becco di flauto galleria	Imbocchi	Becco di flauto galleria

Tabella 2.1: Comparazione tra PD e PE

<i>Cod. elab.:</i> 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina</i> 9 di 29

3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

3.1. NORMATIVE DI RIFERIMENTO PE

La progettazione degli elementi strutturali è stata condotta in conformità al quadro legislativo attualmente vigente in merito al dimensionamento delle strutture e per quanto riguarda la classificazione sismica del territorio nazionale. Le norme di riferimento adottate sono riportate nel seguito:

- [1] Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- [2] Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- [3] D.M. LL.PP. del 11/03/1988.
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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- [4] O.P.C\ e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica » e s.m.i
- [5] UNI EN 206-1:2006 « Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità »;
- [6] UNI EN 1992-1-1:2005 « Eurocodice 2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo ».
- [7] D.M. 14 Gennaio 2008
Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (di seguito richiamata DM 2008)
- [8] Circolare 617 del 02/02/2009
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

3.2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO PD

La progettazione è conforme alle seguenti normative:

- [1] D.M. 14 Gennaio 2008
Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (di seguito richiamata DM 2008)
- [2] Circolare 617 del 02/02/2009
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

<i>Cod. elab.:</i> 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina</i> 10 di 29

3.3. DIFFERENZE INDOTTE DALLA VARIAZIONE DELLA NORMATIVA

Le differenze che nascono tra il progetto definitivo e quello esecutivo sono dovute ad una più affinata applicazione delle norme DM2008. Infatti nella progettazione geotecnica il D.M. 2008 introduce un nuovo approccio. Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione $E_d \leq R_d$, dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e dove R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici dei terreni (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Per il dimensionamento delle opere geotecniche nel secondo approccio progettuale (Approccio 1) è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare nelle verifiche di stabilità globale. Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti: la prima combinazione è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno, mentre la seconda combinazione è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico.

<i>Cod. elab.:</i> 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina</i> 11 di 29

4. MATERIALI

4.1. DURABILITÀ E PRESCRIZIONI DEI MATERIALI PE

La forte importanza che riveste la durabilità dell'opera in funzione dell'ambiente nel quale è inserita, ha comportato una notevole attenzione alle tipologie dei materiali da utilizzarsi per le strutture da realizzare. Si consideri, infatti, che il manufatto deve garantire adeguati livelli di sicurezza anche dopo l'inevitabile degrado dei materiali dovuto al tempo ed all'azione degli agenti atmosferici.

Tutti questi elementi ambientali costituiscono dei fattori importantissimi dai quali non è possibile esulare quando si stabilisce la tipologia dei materiali che saranno impiegati per la realizzazione dell'opera, pensando questo nell'ottica di garantire alla stessa una vita media compatibile con l'investimento che si sta realizzando.

4.1.1. Classi di esposizione ambientale

Ai fini di una corretta prescrizione del calcestruzzo, occorre classificare l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale sarà inserito. Per "ambiente", in questo contesto, si intende l'insieme delle azioni chimico-fisiche alle quali si presume che potrà essere esposto il calcestruzzo durante il periodo di vita delle opere e che causa effetti che non possono essere classificati come dovuti a carichi o ad azioni indirette quali deformazioni impresse, cedimenti e variazioni termiche.

In funzione di tali azioni, sono individuate le classi e sottoclassi di esposizione ambientale del calcestruzzo elencate nella tabella che segue.

<i>Cod. elab.:</i> 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina</i> 12 di 29

PROGETTO ESECUTIVO

Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali secondo norma UNI 11104:2004 e UNI EN 206-1:2006

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206 -1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
2 Corrosione indotta da carbonatazione						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi su può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenete cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO	Pagina 13 di 29
Relazione Tecnica Descrittiva		

PROGETTO ESECUTIVO

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206 -1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare .	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersi in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle marea.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
6 Attacco chimico**						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	
*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: - moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione; - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione. **) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.						

Tabella 4.1: Classi di esposizione e requisiti minimi del calcestruzzo in funzione della classe d'esposizione

Le resistenze caratteristiche R_{ck} della tabella precedente sono da considerarsi quelle minime in relazione agli usi indicati in funzione della classe di esposizione. Le miscele non presenteranno un contenuto di cemento minore di 280 kg/m^3 . La definizione di una soglia minima per il dosaggio di cemento, risponde all'esigenza di garantire in ogni caso una sufficiente quantità di pasta di cemento, condizione essenziale per ottenere un calcestruzzo indurito a struttura chiusa e poco permeabile. Nelle normali condizioni operative, il rispetto dei valori di R_{ck} e a/c della tabella precedente può comportare dosaggi di cemento anche sensibilmente più elevati del valore minimo indicato.

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001 C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO	Pagina 14 di 29
Relazione Tecnica Descrittiva		

PROGETTO ESECUTIVO

Facendo riferimento alla tabella precedente ed a seguito delle analisi cliniche sulle acque, la classe di esposizione attribuita ai vari elementi strutturali costituenti le opere è così riassunta:

- Elementi galleria: XA2;
- Pali paratie: XA2;

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

- Elementi galleria: C 35/45 N/mm² ;
- Pali paratie: C 32/40 N/mm²;
- Miscele per iniezioni tiranti: C 20/25 N/mm².

Acciaio per armature ordinarie: Tipo B450C

- Modulo di elasticità di Joung (E) 210.000 N/mm²;
- Tensione caratteristica di snervamento $f_{y\ nom}$ 450 N/mm²;
- Tensione caratteristica di rottura $f_{t\ nom}$ 540 N/mm².

Acciaio per trefoli:

- Tensione caratteristica all'1% della deformazione totale $f_{p(1)k}$ 1670 N/mm²;
- Tensione caratteristica di rottura f_{ptk} 1860 N/mm²;
- Diametro trefoli 0.6''.

Acciaio per carpenterie metalliche: Tipo S355J0

- Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} 355 N/mm² (per spessori ≤ 40 mm);
- Tensione caratteristica di rottura f_{tk} 510 N/mm² (per spessori ≤ 40 mm).
- Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} 335 N/mm² (per spessori > 40 mm);
- Tensione caratteristica di rottura f_{tk} 470 N/mm² (per spessori > 40 mm).

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 15 di 29

4.1.2. Copriferro minimo e copriferro nominale

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale" c_{nom} , che vale:

$$c_{nom} = c_{min} + h.$$

dove:

c_{min} è il copriferro minimo derivante da esigenze di durabilità,

h è la tolleranza di posizionamento.

I valori di copriferro minimo sono indicati nella tabella seguente in funzione di:

- classe di esposizione ambientale,
- resistenza caratteristica del calcestruzzo a 28 gg,
- tipo di elemento strutturale

La tolleranza di posizionamento delle armature h viene assunta pari a 10 mm.

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 4.2: Descrizione delle condizioni ambientali

C_{min}	C_o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Tabella 4.3: Copriferri minimi in mm

Considerando la classe di esposizione ambientale delle diverse sottostrutture, si dovranno adoperare dei copriferri adeguati come prescritti nella tavola delle prescrizioni dei materiali allegata al progetto. Nel caso specifico si avrà:

- Copriferro elementi galleria: 6 cm;
- Copriferro pali paratia: 5 cm.

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx		Pagina 16 di 29

4.1.3. Caratteristiche dei costituenti il calcestruzzo

Cemento

Si utilizzeranno unicamente i cementi previsti nella Legge 26 Maggio 1965 n° 595 che soddisfino i requisiti di accettazione elencati nella norma UNI ENV 197/1, con esclusione del cemento alluminoso e dei cementi per sbarramenti di ritenuta.

Acqua d'impasto

L'acqua d'impasto, di provenienza nota, dovrà avere caratteristiche costanti nel tempo, conformi a quelle della norma UNI EN 1008.

Aggregati

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste nella parte 1^a della norma UNI 8520. Le caratteristiche dovranno essere verificate in fase di qualifica delle miscele. In caso di fornitura di aggregati da parte di azienda dotata di Sistema Qualità certificato secondo norme UNI EN ISO 9000, saranno ritenuti validi i risultati delle prove effettuate dall'Azienda.

4.1.4. Caratteristiche delle miscele

Granulometria degli aggregati

Per la realizzazione di calcestruzzi con classi di resistenza maggiori di C 12/15 gli aggregati dovranno appartenere ad almeno tre classi granulometriche diverse. Nella composizione della curva granulometrica nessuna frazione sarà dosata in percentuale maggiore del 55%, salvo preventiva autorizzazione del Direttore dei Lavori.

Le classi granulometriche saranno mescolate tra loro in percentuali tali da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche di riferimento, teoriche o sperimentali, scelte in modo che l'impasto fresco e indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro e acqua essudata. Si dovrà adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo.

Dimensione massima nominale dell'aggregato

La massima dimensione nominale dell'aggregato è scelta in funzione dei valori di copriferro ed interferro, delle dimensioni minime dei getti, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera utilizzati per la compattazione dei getti; come previsto nel punto 5.4. della norma UNI 9858, la dimensione massima nominale dell'aggregato non dovrà essere maggiore:

- di un quarto della dimensione minima dell'elemento strutturale;
- della distanza tra le singole barre di armatura o tra gruppi di barre d'armatura (interferro) diminuita di 5 mm;

<i>Cod. elab.:</i> 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina</i> 17 di 29

- di 1,3 volte lo spessore del copriferro che vale 30 mm.

Dalla analisi dei dati citati si evince che la massima dimensione dell'inerte non potrà superare i 40 mm di diametro.

Rapporto acqua/cemento

La quantità d'acqua totale da impiegare per il confezionamento dell'impasto dovrà essere calcolata tenendo conto dell'acqua libera contenuta negli aggregati. Si dovrà fare riferimento alla norma UNI 8520 parti 13^a e 16^a per la condizione "satura a superficie asciutta", nella quale l'aggregato non assorbe né cede acqua all'impasto. Facendo riferimento inoltre alla classe di esposizione ambientale, il rapporto acqua cemento non potrà superare il valore a/c = 0,60.

<i>Cod. elab.:</i> 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina</i> 18 di 29

4.2. PRESCRIZIONE DEI MATERIALI PD

Per la realizzazione delle opere in oggetto è previsto l'impiego dei materiali aventi le caratteristiche nel seguito riportate. Per quanto concerne i requisiti richiesti ai materiali si fa riferimento alle prescrizioni normative ed alle specifiche certificazioni di qualità:

È previsto l'impiego dei seguenti materiali:

- | | |
|--|-------------------------|
| 1) Acciaio per profilati | Fe510 |
| 2) Acciaio armonico per tiranti in trefoli da 0.6" | $f_{ptk} \geq 1800$ MPa |
| 3) Acciaio per armatura | FeB44K c.s. |
| 4) Calcestruzzo strutturale | $R_{ck} \geq 30$ MPa |

Le verifiche strutturali vengono svolte secondo il metodo alle tensioni ammissibili facendo riferimento alle tensioni di progetto di seguito riportate.

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------|
| 1) Acciaio per tubi e profilati Fe510 | $\sigma_{amm} = 240$ MPa |
| 2) Acciaio per profilati Fe430 | $\sigma_{amm} = 190$ MPa |
| 3) Acciaio trefoli 0.6" | $\sigma_{amm} = 972$ MPa |
| 4) Acciaio per armatura ordinaria | $\sigma_{amm} = 255$ MPa |
| 5) Calcestruzzo strutturale armato | $\sigma_{amm} = 9.75$ MPa |

Il dimensionamento dell'armatura dei tiranti viene effettuato adottando un tasso di lavoro pari al 90% di quello ammesso per gli acciai dello stesso tipo dalla Normativa sul c.a.p. vigente.

Dovranno essere inoltre rispettati i seguenti valori minimi di copriferro:

- copriferro minimo per fondazioni 5 cm
- copriferro minimo per superfici a vista 3.5 cm
- copriferro min. per superfici interrato non ispezionabili 5 cm

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 19 di 29

4.3. DIFFERENZE TRA PD-PE

Nella tabella seguente si riporta sinteticamente le differenze relative ai materiali adoperati per la Galleria Rovetello tra il PD ed il PE.

MATERIALI PD		MATERIALI PE	
CLS	C 25/30	GALLERIA	
ACCIAIO	Fe B 44K	CLS	C 35/45
CL. ESPOSIZIONE	XC2	ACCIAIO	B 450 C
COPRIFERRO PD		CL. ESPOSIZIONE	XA2
FONDAZIONI	5 cm	PARATIA	
SUP. A VISTA	3.5 cm	CLS	C 32/40
SUP. NON ISP.	5 cm	ACCIAIO	B 450 C
		CL. ESPOSIZIONE	XA2
		COPRIFERRO PE	
		GALLERIA	6 cm
		PARATIE	5 cm

Tabella 4.4: Confronto tra i materiali

La differenza relativamente al tipo di calcestruzzo adoperato nasce fondamentalmente dalla definizione della nuova classe di esposizione derivante dalle recenti analisi cliniche effettuate sulle acque presenti nella zona in corrispondenza della quale è prevista la costruzione di tale opera. Pertanto indicata la nuova classe di esposizione resta definita la classe minima di resistenza del calcestruzzo e quindi, dalle indicazioni delle Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008, resta definito il copriferro minimo da prevedere per la struttura in oggetto.

<i>Cod. elab.:</i> 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina</i> 20 di 29

5. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

5.1. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI PE

In questo paragrafo, sono indicate le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni in sito e di riporto per la realizzazione del rilevato stradale (utilizzati per la determinazione della spinta agente sulle strutture).

5.1.1. Terreno di ricoprimento

► Peso di volume del terreno.....	19,00	kN/m ³
► Peso di volume saturo del terreno.....	20,00	kN/m ³
► Angolo di attrito interno.....	35°	
► Angolo di attrito terra- muro.....	23.33°	
► Coesione	0.00	Mpa

5.1.2. Terreni di fondazione

I terreni di fondazione interessanti l'opera possono essere caratterizzati con i parametri seguenti:

Profondità (m)	Litotipo	Parametri Geotecnici
0.00 ÷ 7.00	<u>Complesso argilloso sommitale – AL1:</u> argilla limo - sabbiosa alterata, plastica	$\gamma = 1.80$ T/mc
		$C_u = 0.4$ Kg/cmq
		$c' = 0.1$ Kg/cmq
		$\phi' = 17.4^\circ$
7.0 ÷ 15.00	<u>Complesso argilloso intermedio – AL2:</u> argilla limo- sabbiosa di colore grigio az- zuro consistente a tratti scagliosa.	$\gamma = 1.88$ T/mc
		$C_u = 1.10$ Kg/cmq
		$c' = 0.24$ Kg/cmq
		$\phi' = 21^\circ$
15.00 ÷ in prof.	<u>Complesso argilloso profondo – AL3:</u> argilla limo- sabbiosa di colore grigio az- zuro consistente a tratti scagliosa.	$\gamma = 1.92$ T/mc
		$C_u = 1.19$ Kg/cmq
		$c' = 0.34$ Kg/cmq
		$\phi' = 16.9^\circ$

Per il calcolo della resistenza caratteristica dei pali di fondazioni profonde, occorre utilizzare i fattori di correlazione desumibili dalla tabella 6.4.IV allegata al D.M. 14/01/2008 di seguito riportata, in funzione dei sondaggi eseguiti.

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	>=10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Tab. 6.4.IV

(n.10 sondaggi utilizzati per il calcolo dei parametri AL1-AL2-AL3, n.1 sondaggio per il calcolo dei parametri CL2)

Così come indicato nella relazione geologica, si ha che in corrispondenza di tale opera non sussistono le condizioni per la formazione di acquiferi e relativa falda.

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO	Pagina 21 di 29
Relazione Tecnica Descrittiva		

5.2. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI PD

Per quanto riguarda le caratteristiche geologico- geotecniche dei terreni interessati dalle opere si rimanda alle specifiche relazioni allegato al progetto.

Nel seguito si riporta una sintesi della caratterizzazione geotecnica dei terreni.

- Unità litostratigrafica R/TV

Per una profondità di un metro, materiale di riporto di vario genere.

Peso di volume γ (t/m ³)	Coesione c' (kg/cmq)	Angolo d'attrito φ' (°)	Coesione non drenata c_u (kg/cmq)
1.7	-	-	-

- Unità litostratigrafica LA

Dalla quota -1.00 a -7.00 si rinviene limo argilloso, poco plastico, alterato, colore giallastro ed inclusi gesosi.

Peso di volume γ (t/m ³)	Coesione c' (kg/cmq)	Angolo d'attrito φ' (°)	Coesione non drenata c_u (kg/cmq)
1.87	0.2	16.3	0.5

- Unità litostratigrafia FB

Per una profondità da -7.00 a -16.00 si rinviene formazione di base, ovvero argilla marnosa tortoniana, parte superiore.

Per una profondità di un metro, si rinviene terreno di copertura vegetale.

Peso di volume γ (t/m ³)	Coesione c' (kg/cmq)	Angolo d'attrito φ' (°)	Coesione non drenata c_u (kg/cmq)
1.9	0.3	19.6	1

<i>Cod. elab.:</i> 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina</i> 22 di 29

PROGETTO ESECUTIVO

• Unità litostratigrafia FB

Per una profondità da -16.00 si rinviene formazione di base, ovvero argilla marnosa tortoniana, parte profonda.

Per una profondità di un metro, si rinviene terreno di copertura vegetale.

Peso di volume γ (t/m ³)	Coesione c' (kg/cmq)	Angolo d'attrito ϕ' (°)	Coesione non drenata c_u (kg/cmq)
1.95	06	21.5	1.7

Non vi è presenza di falda.

5.3. DIFFERENZE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE PD-PE

Nella tabella seguente si riporta sinteticamente le differenze tra il PD ed il PE relative ai parametri geotecnici dei terreni prospicienti la Galleria Rovetello.

Profondità (m)	Litotipo	PE	PD	Variazione PD/PE	%
		Parametri Geotecnici	Parametri Geotecnici		
0.00 + 7.00	Complesso argilloso sommitale – TRV1: argilla limo- sabbiosa alterata, plastica	$\gamma = 1.80$ T/mc	$\gamma = 1.87$ T/mc	$\gamma = -0.07$ T/mc	-3.74%
		$Cu = 0.4$ Kg/cmq	$Cu = 0.5$ Kg/cmq	$Cu = -0.1$ Kg/cmq	-2.00%
		$c' = 0.1$ Kg/cmq	$c' = 0.2$ Kg/cmq	$c' = -0.1$ Kg/cmq	-5.00%
		$\phi' = 17.4^\circ$	$\phi' = 16.3^\circ$	$\phi' = 1.1^\circ$	6.75%
7.0 + 15.00	Complesso argilloso intermedio – TRV2a: argilla limo- sabbiosa di colore grigio azzurro consistente a tratti scagliosa.	$\gamma = 1.88$ T/mc	$\gamma = 1.9$ T/mc	$\gamma = -0.02$ T/mc	-1.05%
		$Cu = 1.10$ Kg/cmq	$Cu = 1.00$ Kg/cmq	$Cu = +0.10$ Kg/cmq	10.00%
		$c' = 0.24$ Kg/cmq	$c' = 0.30$ Kg/cmq	$c' = -0.06$ Kg/cmq	-20.00%
		$\phi' = 21^\circ$	$\phi' = 19.8^\circ$	$\phi' = 1.4^\circ$	7.14%
15.00 + in prof.	Complesso argilloso profondo – TRV2b: argilla limo- sabbiosa di colore grigio azzurro consistente a tratti scagliosa.	$\gamma = 1.92$ T/mc	$\gamma = 1.9$ T/mc	$\gamma = 0.02$ T/mc	1.05%
		$Cu = 1.19$ Kg/cmq	$Cu = 1.00$ Kg/cmq	$Cu = 0.02$ Kg/cmq	2.00%
		$c' = 0.34$ Kg/cmq	$c' = 0.30$ Kg/cmq	$c' = 0.04$ Kg/cmq	13.33%
		$\phi' = 16.9^\circ$	$\phi' = 19.6^\circ$	$\phi' = -3.3^\circ$	-16.84%

	Variazioni negative di valori dal PD al PE tra lo 0% e il -20%
	Variazioni negative di valori dal PD al PE tra il -20% e il -50%
	Variazioni negative di valori dal PD al PE oltre il -50%

Tabella 5.1: Confronto tra i parametri geotecnici dei terreni

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO	Pagina 23 di 29
Relazione Tecnica Descrittiva		

6. DESCRIZIONE DELLE FASI REALIZZATIVE PE

La realizzazione della galleria in si articola fundamentalmente quattro fasi costruttive:

- Fase 1

Durante questa fase si effettua il prescavo e la sistemazione del terreno esistente.

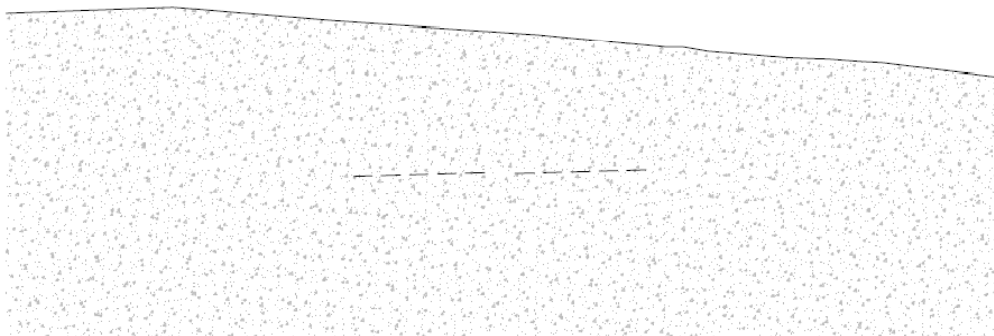


Figura 6.1: Fase 1

- Fase 2

Durante questa fase vengono eseguiti gli scavi necessari per eseguire la paratia provvisoria a monte della galleria. In particolare verrà eseguito un primo scavo fino ad arrivare alla quota di testa della paratia, successivamente si procede a scavare fino alla quota di posizionamento della prima fila di tiranti e quindi fino a raggiungere la quota di posizionamento della seconda fila di tiranti. Si arriva infine alla quota di imposta della fondazione della galleria e si esegue il magrone di pulizia. La paratia è disposta solo sul lato di monte in corrispondenza del tratto centrale, pertanto sul lato di valle si procede con lo scavo a cielo aperto.

Nel tratto iniziale e finale della galleria invece viene eseguito lo scavo a cielo aperto per la realizzazione della galleria sia sul lato di monte che sul lato di valle.

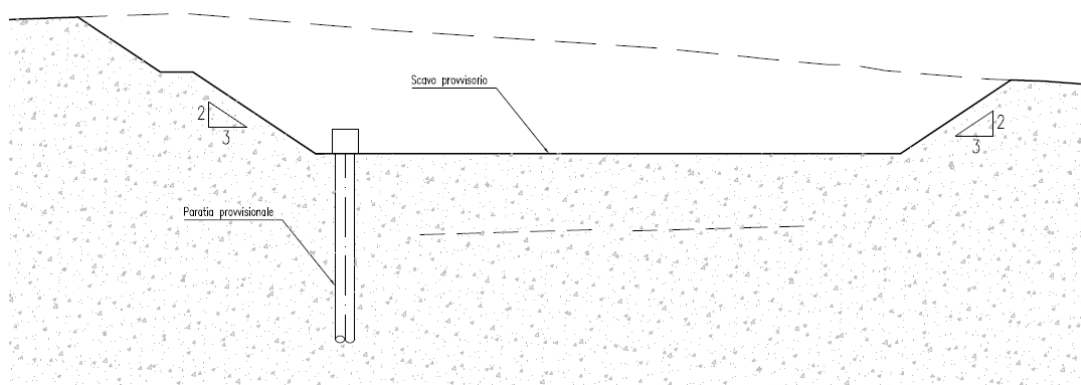


Figura 6.2: Fase 2 – Primo scavo

<i>Cod. elab.:</i> 108GA201-GA01-Z-RH-001 C	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	Relazione Tecnica Descrittiva	<i>Pagina</i> 24 di 29

PROGETTO ESECUTIVO

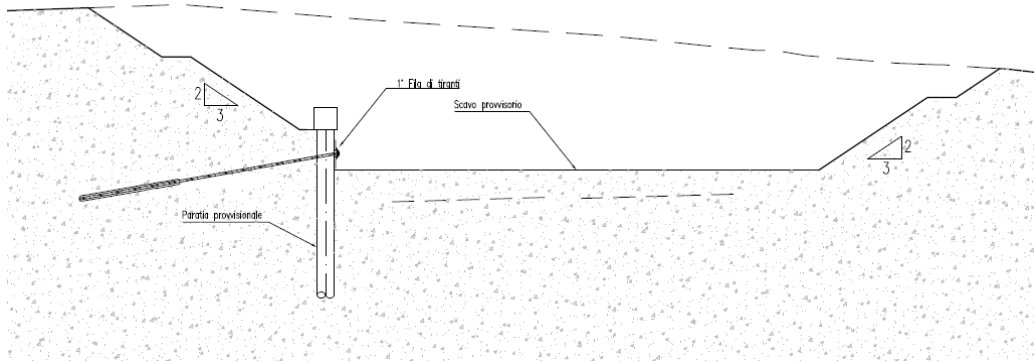


Figura 6.3: Fase 2 – Secondo scavo

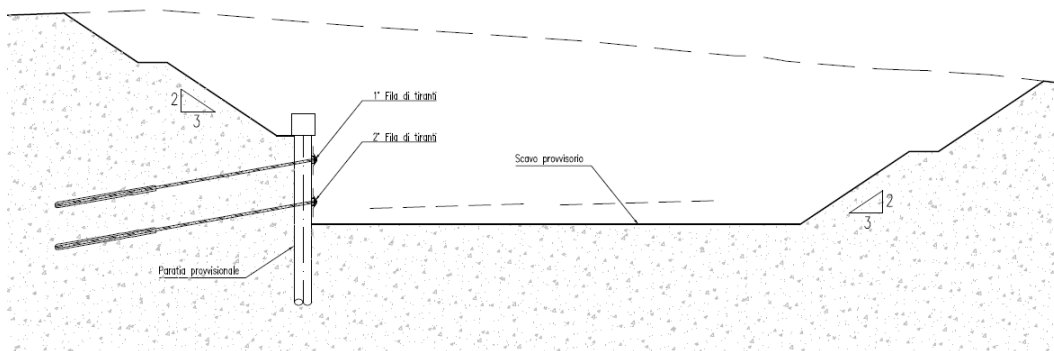


Figura 6.4: Fase 2 – Terzo scavo

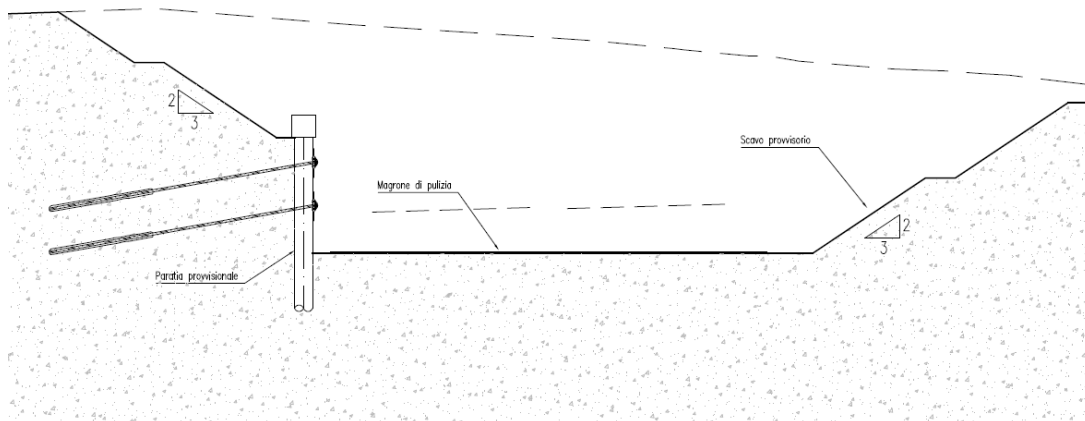


Figura 6.5: Fase 2 – Scavo finale

● Fase 3

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001 C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 25 di 29

PROGETTO ESECUTIVO

Durante questa fase viene realizzata la galleria artificiale e si esegue l'impermeabilizzazione della stessa, avendo cura di disporre dei tubi di drenaggio delle acque di stillicidio.

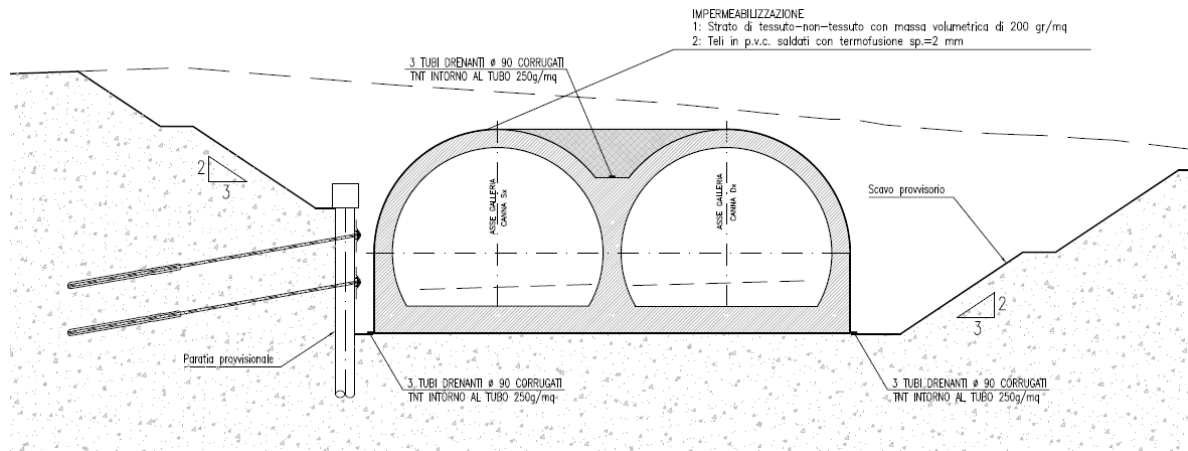


Figura 6.6: Fase 3

- Fase 4

In questa fase viene eseguito il ritombamento della galleria e quindi si procede con il completamento della strada all'interno della stessa.

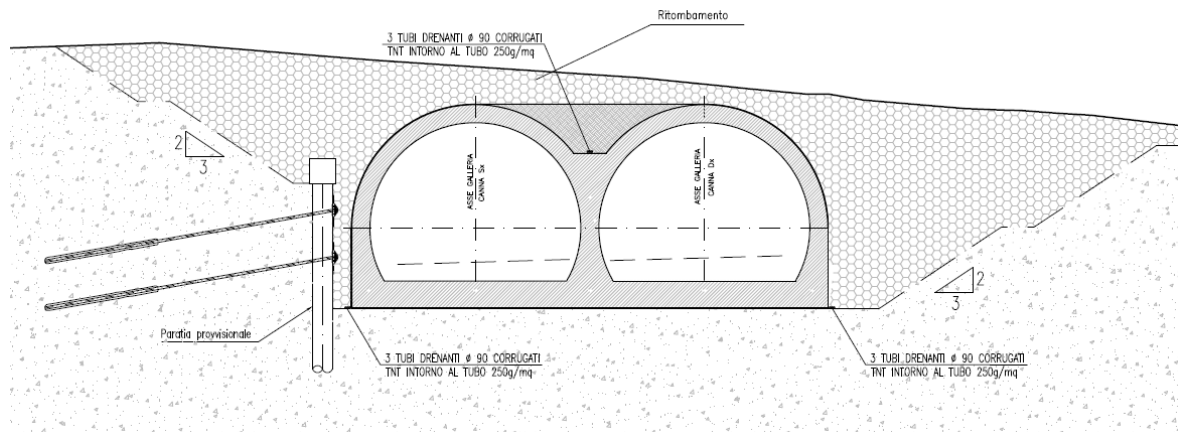


Figura 6.7: Fase 4

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001 C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO	Pagina 26 di 29
Relazione Tecnica Descrittiva		

7. ANALISI STRUTTURALE PE

7.1. GALLERIA

L'analisi strutturale per la galleria è stata eseguita considerando la fase definitiva, quando cioè il ritombamento della galleria risulta già avvenuto. Pertanto, oltre ai pesi propri ed alle spinte dei terreni, si considera agente sulla galleria nella fase finale anche i sovraccarichi stradali e le azioni sismiche opportunamente combinate come indicato dalla normativa vigente.

Il calcolo delle sollecitazioni agenti nell'elemento strutturale viene eseguito mediante l'ausilio di un software di calcolo dedicato: SAP 2000 V10.

Per le verifiche strutturali si utilizza un modello tridimensionale f.e.m., schematizzando tutti gli elementi della galleria con elementi di tipo "frame" posizionati in corrispondenza dell'asse del relativo elemento strutturale e dotati ciascuno della corrispondente area ed inerzia, secondo il metodo degli elementi finiti. Il terreno viene modellato mediante molle alla Winkler con proprietà variabili in funzione della quota dal piano compagna.

Nella configurazione iniziale indeformata si suppongono agenti sui piedritti le spinte del terreno esistente sia nella combinazione A1-M1 che nella combinazione A2-M2 per le varie fasi definite. Nelle figure seguenti si riporta una vista 3d del modello e la corrispondente vista piana. Il sistema di riferimento presenta l'asse Z verticale, l'asse X è l'asse orizzontale nel piano che contiene il modello che schematizza la galleria artificiale e l'asse Y è ortogonale al piano XZ.

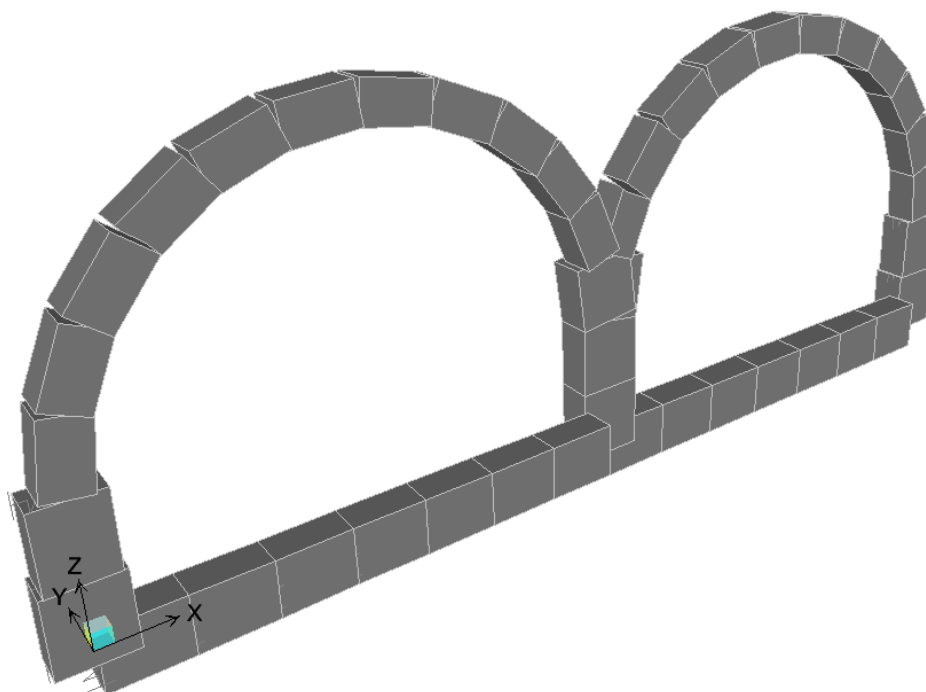


Figura 7.1: Vista 3D del modello di calcolo della galleria

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 27 di 29

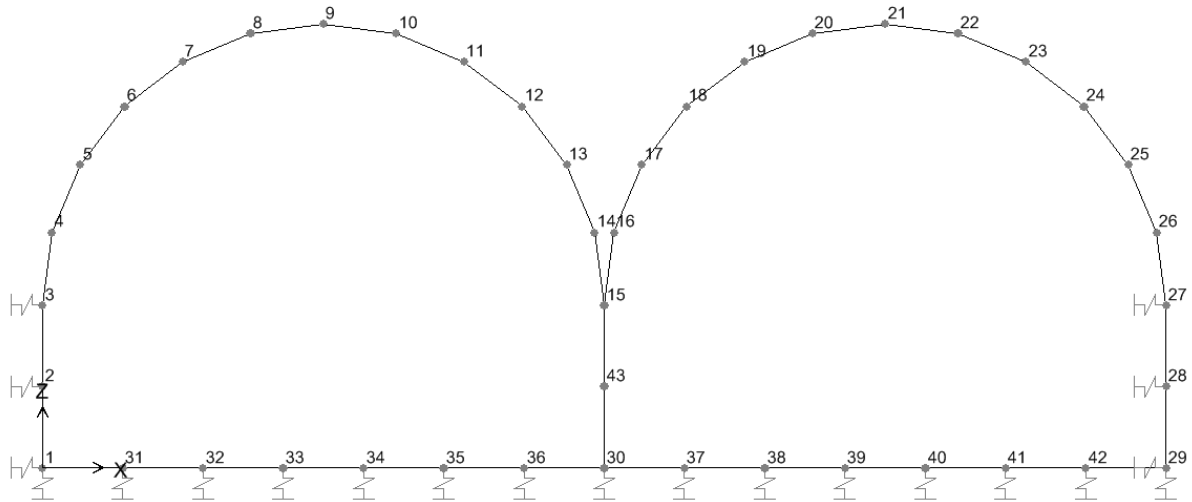


Figura 7.2: Vista frontale del modello di calcolo della galleria

7.2. PARATIA PROVVISORIALE

Per la verifica della paratia è stato utilizzato un software di calcolo dedicato.

Il programma **PACIO.0**[®] è dedicato all'analisi e al calcolo di paratie. La versione del programma utilizzata è la Rel. 10.07a del 2010, distribuita dalla società AZTEC, nella forma originale commercializzata senza alcuna modifica apportata da parte dell'utente.

Partendo dalle caratteristiche meccaniche del terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti, il programma esegue le verifiche dei diaframmi considerando tratti di lunghezza unitaria, restituendo le armature necessarie per metro lineare di opera.

Il calcolo della spinta attiva esercitata dal terrapieno a ridosso del muro, è stato condotto utilizzando il metodo di Culmann, noto anche come "metodo del cuneo di tentativo".

Il metodo in questione considera una superficie di rottura del terrapieno di tipo piano. Il valore della spinta viene determinato per iterazioni successive come segue:

- si impone una superficie di rottura inclinata di un angolo arbitrario ρ rispetto all'orizzontale e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta, e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio W , carichi agenti sulla superficie del terreno, siano essi concentrati che distribuiti, resistenza per attrito R e per coesione c lungo la superficie di rottura e resistenza per coesione lungo la parete di contatto terra muro A ;
- dalle equazioni di equilibrio si ricava quindi il valore della spinta S sulla parete, inclinata dell'angolo d'attrito terreno-muro δ rispetto alla normale alla parete.

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 28 di 29

PROGETTO ESECUTIVO

Per determinare il punto di applicazione della spinta, i passi elementari su esposti vengono applicati discretizzando l'altezza del muro in tanti tratti di ampiezza dz . In corrispondenza di ogni ordinata z_i , si determina il cuneo di rottura e la spinta elementare S_i , ottenendo quindi la distribuzione della spina $S(z)$ lungo l'altezza della parete. Sulla base della distribuzione delle spinte lungo l'altezza della parete, è possibile determinare la pressione ad una generica profondità z , rispetto alla sommità della parete ponendo:

$$\sigma(z) = \frac{dS}{dz}$$

Noto quindi il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta. Inoltre dal diagramma delle pressioni è facile ricavare anche l'andamento delle sollecitazioni lungo la parete.

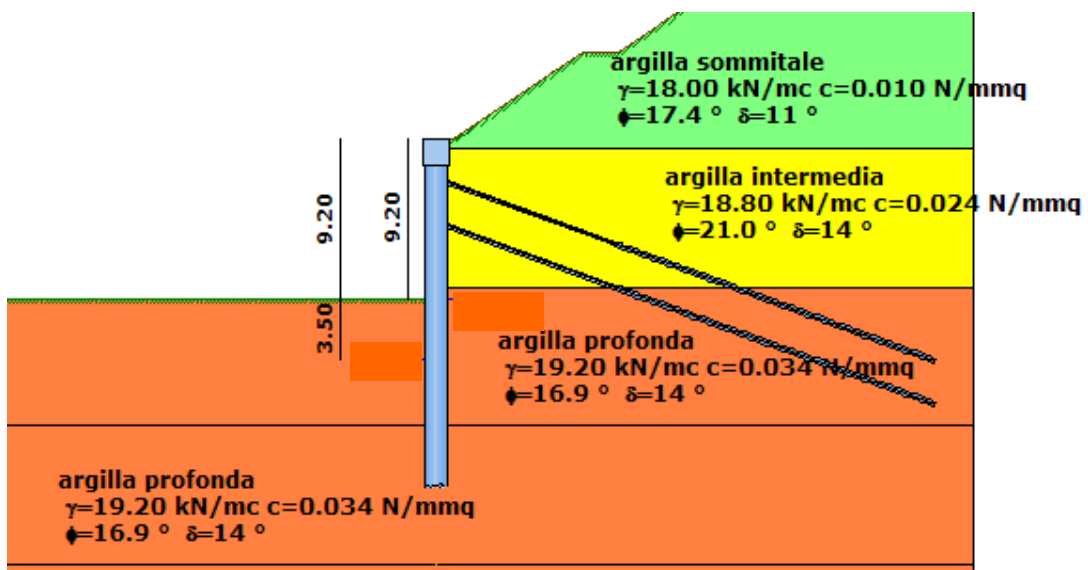


Figura 7.3: Modello paratia in fase di scavo

Cod. elab.: 108GA201-GA01-Z-RH-001_C	Titolo: OPERE D'ARTI MAGGIORI- GALLERIE	Data: Ottobre 2011
Nome file: 108GA201-GA01-Z-RH -001_C.docx	ARTIFICIALI – GALLERIA ROVETELLO Relazione Tecnica Descrittiva	Pagina 29 di 29