

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO  
NODO DI CATANIA**

**U.O. INFRASTRUTTURE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA  
DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL  
TRATTO DI LINEA INTERESSATO.**

**MACROFASE FUNZIONALE 1**

**LOTTO 2**

**Interramento Linea PA-CT - OPERE CIVILI**

**GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837 - Relazione Opere Provvisionali**

SCALA:

-

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.

RS3H    02    D    78    CL    GA0100    001    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L.Nani	Marzo 2020	C.Toraldo <i>Catino Toraldo</i>	Marzo 2020	S.Vanfiori <i>S. Vanfiori</i>	Marzo 2020	D.Tiberti Marzo 2020 <i>D. Tiberti</i>

File: RS3H.0.2.D.78.CL.GA.01.0.0.001.A

n. Elab.:

Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10876



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

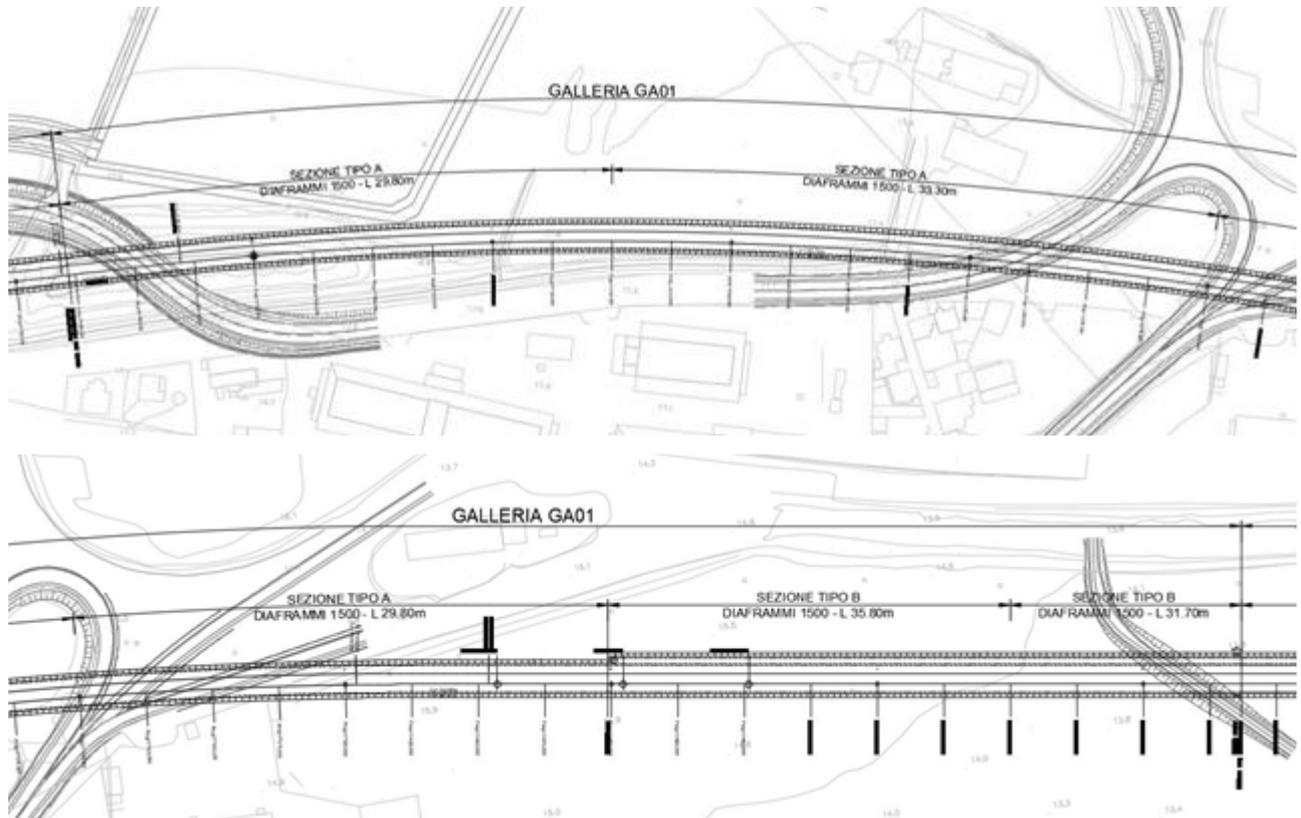
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	1 di 25

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>3</b>
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	3
<b>3</b>	<b>DIMENSIONAMENTO WELLPOINT</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>VERIFICHE TAPPO DI FONDO</b> .....	<b>8</b>
4.1	VERIFICA TRA PK 0+700 E PK 0+750 .....	10
4.2	VERIFICA TRA PK 0+750 E PK 0+800 .....	11
4.3	VERIFICA TRA PK 0+800 E PK 0+922 .....	12
4.4	VERIFICA TRA PK 0+922 E PK 1+025 .....	13
4.5	VERIFICA TRA PK 1+025 E PK 1+150 .....	14
4.6	VERIFICA TRA PK 1+150 E PK 1+230 .....	15
4.7	VERIFICA TRA PK 1+230 E PK 1+330 .....	16
4.8	VERIFICA TRA PK 1+330 E PK 1+599 .....	17
4.9	VERIFICA TRA PK 1+599 E PK 1+675 .....	18
4.10	VERIFICA TRA PK 1+675 E PK 1+880 .....	19
4.11	VERIFICA TRA PK 1+880 E PK 1+975 .....	20
4.12	VERIFICA TRA PK 1+975 E PK 2+050 .....	21
4.13	VERIFICA TRA PK 2+050 E PK 2+100 .....	22
4.14	VERIFICA TRA PK 2+100 E PK 2+200 .....	23
4.15	VERIFICA VASCHE.....	25

## 1 PREMESSA

Nel presente documento si riportano le verifiche e il dimensionamento delle opere provvisorie relative alla GA01 e la TR03, necessarie alla fase di scavo delle opere. In particolare è stato dimensionato il sistema di aggotamento della falda attraverso un sistema continuo con wellpoint e le verifiche di tipo idraulico al sollevamento del piano di fondo, necessario all'esecuzione dello scavo all'asciutto.



**Figura 1. Planimetria GA01.**



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	3 di 25

## 2 NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

### 2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'interpretazione dei risultati e la redazione della presente relazione sono stati effettuati nel rispetto della Normativa in vigore e di alcune Raccomandazioni.

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

[N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);

[N.2]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;

[N.3]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.

[N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2

[N.5]. RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili

### 2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Inoltre si fa riferimento ai seguenti documenti:

Piano-Profilo geotecnico INTERRAMENTO PA-CT tav 1	RS3H.0.2.D.78.F6.GE.00.0.5.001
Piano-Profilo geotecnico INTERRAMENTO PA-CT tav 2	RS3H.0.2.D.78.F6.GE.00.0.5.002
TRINCEA Carpenteria - Sezione tipo A1	RS3H.0.2.D.78.BB.TR.00.0.0.001
TRINCEA Carpenteria Canaletta H65 - Sezione tipo A	RS3H.0.2.D.78.BB.TR.00.0.0.002
TRINCEA Carpenteria Canaletta H50 - Sezione tipo A	RS3H.0.2.D.78.BB.TR.00.0.0.004
TRINCEA Carpenteria Canaletta H50 - Sezione tipo B	RS3H.0.2.D.78.BB.TR.00.0.0.005
MURI AD U Carpenteria Muri di imbocco	RS3H.0.2.D.78.BB.TR.00.0.0.006
TR03 Planimetria generale – Profilo generale	RS3H.0.2.D.78.L8.TR.03.0.0.001
TR03 Pianta profilo sezioni - Tav. 1/3	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.03.0.0.001
TR03 Pianta profilo sezioni - Tav. 2/3	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.03.0.0.002
TR03 Pianta profilo sezioni - Tav. 3/3	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.03.0.0.003
TR03 Pianta scavi ed opere provvisoriali	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.03.0.0.004
GA01 Planimetria generale - Tav. 1/2	RS3H.0.2.D.78.P8.GA.01.0.0.001



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

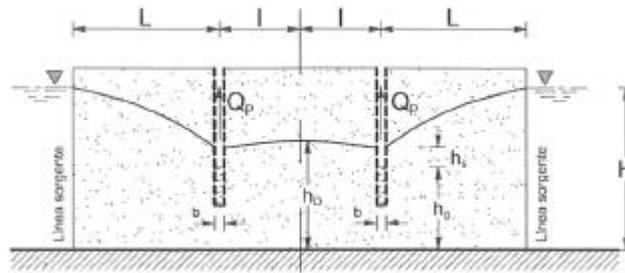
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	4 di 25

GA01 Planimetria generale - Tav. 2/2	RS3H.0.2.D.78.P8.GA.01.0.0.002
GA01 Profilo generale	RS3H.0.2.D.78.F8.GA.01.0.0.001
GA01 Pianta profilo e sezioni - Tav. 1/7	RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.001
GA01 Pianta profilo e sezioni - Tav. 2/7	RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.002
GA01 Pianta profilo e sezioni - Tav. 3/7	RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.003
GA01 Pianta profilo e sezioni - Tav. 4/7	RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.004
GA01 Pianta profilo e sezioni - Tav. 5/7	RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.005
GA01 Pianta profilo e sezioni - Tav. 6/7	RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.006
GA01 Pianta profilo e sezioni - Tav. 7/7	RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.007
GA01 Carpenteria - Sezione tipo A	RS3H.0.2.D.78.BB.GA.01.A.0.001
GA01 Carpenteria in corrispondenza di bypass - Sezione tipo A	RS3H.0.2.D.78.BB.GA.01.A.0.002
GA01 Carpenteria - Sezione tipo B	RS3H.0.2.D.78.BB.GA.01.B.0.001
GA01 Carpenteria in corrispondenza di bypass - Sezione tipo B	RS3H.0.2.D.78.BB.GA.01.B.0.002
GA01 Pianta scavi ed opere provvisoriali - Tav. 1/3	RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.008
GA01 Pianta scavi ed opere provvisoriali - Tav. 2/3	RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.009
GA01 Pianta scavi ed opere provvisoriali - Tav. 3/3	RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.010
GA01 Sezioni fasi realizzative	RS3H.0.2.D.78.BA.GA.01.0.0.001
GA01 Particolari impermeabilizzazioni e stradelli variabili	RS3H.0.2.D.78.BZ.GA.01.0.0.001
Carpenteria vasca - sezione - Lato Palermo	RS3H.0.2.D.78.BB.PT.02.0.0.001
Carpenteria vasca - sezione - Lato Catania	RS3H.0.2.D.78.BB.PT.03.0.0.001
Carpenteria vasca - pianta - Lato Palermo e Lato Catania	RS3H.0.2.D.78.BB.PT.00.0.0.001

### 3 DIMENSIONAMENTO WELLPOINT

Il dimensionamento dei wellpoints è stato fatto considerando la teoria relativa a due trincee drenanti alimentate da due linee sorgenti simmetriche, che meglio approssima la condizione di drenaggio imposta da una doppia fila di wellpoint installati a distanza reciproca sufficientemente breve (1.5m).

La soluzione del problema idraulico del drenaggio nel caso di acquifero freatico, mediante due fessure parzialmente penetranti e in condizioni di linee sorgenti equidistanti è mostrato nella figura seguente.



**Figura 2. Drenaggio freatico mediante due trincee parzialmente penetranti. Linee sorgenti simmetriche.**

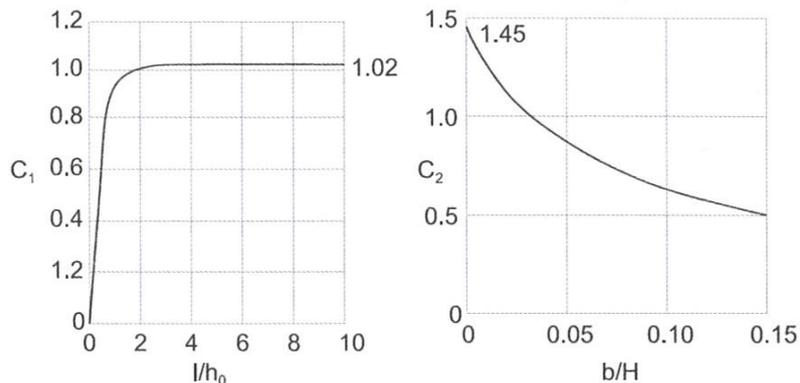
La portata emunta  $Q$  in corrispondenza di ciascuna fessura e l'altezza  $h_0$  sono approssimativamente pari ai corrispondenti valori calcolati per singola trincea e singola linea sorgente.

$$Q = [0.73 + 0.27 * (H-h_0)/H] * k * x/L * (H^2 - h_0^2)$$

L'equazione della superficie freatica tra le due fessure viene influenzata da entrambe e l'altezza residua viene calcolata come segue:

$$h_D = h_0 * [C_1 * C_2 / L * (H-h_0) + 1]$$

dove  $C_1$  e  $C_2$  sono ricavati dai nomogrammi riportati di seguito (Chapman, 1952).



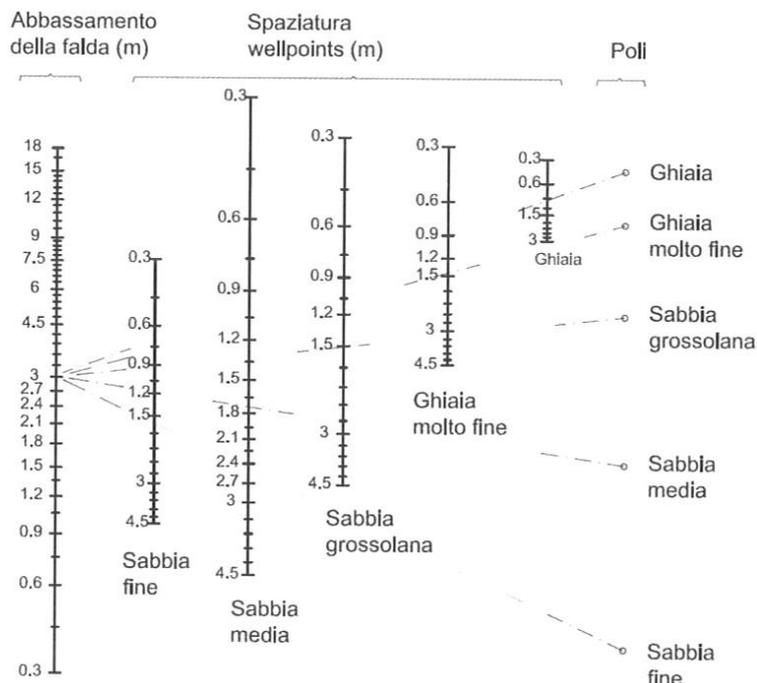
**Figura 3. Nomogrammi per il calcolo dei coefficienti  $C_1$  e  $C_2$ .**

Nel caso di acquiferi freatici il raggio di influenza può essere assunto come segue:

$$L = 1500 \div 2000 * (H-h_0) * \sqrt{k}$$

Per il dimensionamento dei wellpoints si assume un coefficiente di permeabilità  $k$  pari a  $2.0E-06$  m/s.

Il passo dei wellpoint e l'abbassamento della falda calcolati sono stati anche confrontati con nomogrammi in acquifero stratificato e sabbie fini come quello riportato nella figura seguente.



**Figura 4. Dimensionamento dei sistemi wellpoints in depositi di sabbie e ghiaie in ambiente deposizionale stratificato.**

L'abbassamento della falda di 3.0m si ottiene quindi con una disposizione dei wellpoint installati ad un passo pari a 1.5m.

Il tratto di gallerie e di trincea interessato dall'installazione dei wellpoint è compreso tra le pk 1+330 e la pk 1+975.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	7 di 25

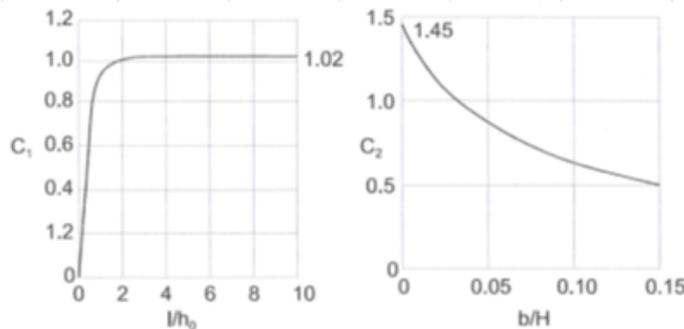
Hp: Trincee incomplete in falda freatica alimentate da entrambi i lati dello scavo

$$Q = \left[ 0.73 + 0.27 \left( \frac{P}{H} \right) \right] \cdot \frac{k \cdot x \cdot (H^2 - hw^2)}{L_0}$$

H =	20 m	Profondità della base impermeabile dell'acquifero
ho=hw =	12.6 m	Altezza dell'acquifero drenato
Lo =	18.314 m	Raggio influenza del pozzo
x =	100 m	lunghezza dello scavo
k =	2.000E-06 m/s	Coefficiente di permeabilità orizzontale
a =	1.5 m	Interasse longitudinale pozzi compresi tra 1.0m e 2.0m Si ipotizza che l'impianto wellpoint funzioni come una sommatoria di pozzi che formano una trincea drenante
P = H-hw =	7.4 m	penetrazione delle aste filtranti dell'impianto wellpoint rispetto alla falda iniziale
B =	20 m	larghezza dello scavo
l = B/2 =	10 m	Distanza dalla trincea al centro dello scavo
Q =	0.002 m <sup>3</sup> /s =	2.19 l/s

L'equazione della superficie freatica tra due fessure e l'altezza residua hD viene calcolata come segue:

$$hD = hw * ( C1 * C2 / L0 * P + 1)$$



l/hw = 0.79      b/H = 0 per wellpoint b è circa 0

C1 = 0.6 funzione del rapporto l/hw vari tra 0-1 per l/hw <2 ed è pari a 1.02 per l/hw > 2  
 C2 = 1.45 funzione del rapporto tra larghezza trincea e altezza dell'acquifero, per wellpoint pari a 1.45

hD = 17.0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	8 di 25

## 4 VERIFICHE TAPPO DI FONDO

Lo stato limite ultimo di tipo idraulico, riconducibile ad una perdita di equilibrio della struttura o del terreno a causa della sottospinta dell'acqua, viene definito nelle nuove norme tecniche (NTC2018) come **UPL** (da Uplift) e deve essere rispettata la seguente condizione:

“Per la stabilità al sollevamento deve risultare che il valore di progetto dell'azione insta-bilizzante  $V_{inst,d}$ , combinazione di azioni permanenti ( $G_{inst,d}$ ) e variabili ( $Q_{inst,d}$ ), sia non maggiore della combinazione dei valori di progetto delle azioni stabilizzanti ( $G_{stb,d}$ ) e delle resistenze ( $R_d$ ):

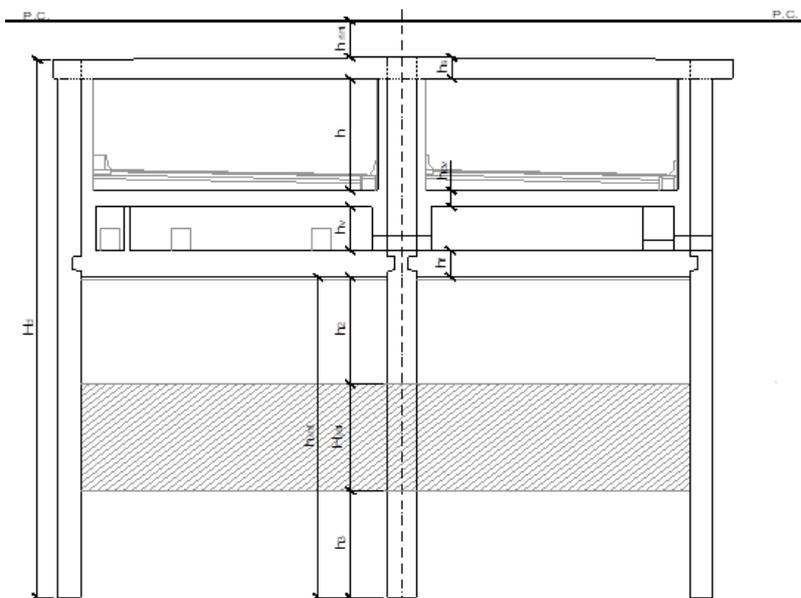
$$V_{inst,d} \leq G_{stb,d} + R_d$$

$$V_{inst,d} = G_{inst,d} + Q_{inst,d}$$

I coefficienti parziali da utilizzare per le verifiche nei confronti di stati limite di sollevamento sono riportati nella tabella seguente:

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	SOLLEVAMENTO (UPL)
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0.9
	Sfavorevole		1.1
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0.0
	Sfavorevole		1.5
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0.0
	Sfavorevole		1.5

Lo schema di calcolo per la verifica del tappo di fondo è riportato di seguito.



A favore di sicurezza, è stato trascurato il contributo dell'adesione, mentre si è tenuto conto del contributo dell'attrito fra paratia e tappo di fondo, considerando  $\delta d = 2/3 \varphi$  e come coefficiente di spinta il  $K_a$ . Inoltre per evitare errori di verticalità è stata limitata la profondità del tatto di perforazione a vuoto al di sotto del fondo scavo.

Da pk 0+600 a pk 0+700 non è necessario il tappo di fondo e nella zona in cui la falda interferisce con la realizzazione del solettone di fondo della trincea tra muri si prevede l'aggottamento delle acque con sistema di pompe centrifughe autoadescanti.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	10 di 25

#### 4.1 VERIFICA TRA PK 0+700 E PK 0+750

Geometria sezione					
h rint =	0,00 m	Rinterro ad estradosso solaio di copertura			
h s =	0,00 m	Spessore solaio di copertura			
h =	6,70 m	Altezza interna galleria			
h cv =	0,00 m	Spessore solaio di copertura vasca			
h v =	0,00 m	Altezza interna vasca			
h f =	1,70 m	Spessore soletta di fondazione			
Hscavo =	8,40 m	Altezza scavo da P.C.			
Hd =	25,00 m	Altezza diaframma			
L =	11,20 m	Larghezza sezione			
Falda da P.C. =	5,10 m	Profondità della falda da P.C.		$\gamma_w =$	10,0 kN/m <sup>3</sup>
hw =	7,30 m	Battente ad intradosso jetting		$\gamma_{jet} =$	19,5 kN/m <sup>3</sup>
h infi =	16,60 m	Infissione diaframma		$\gamma_2 =$	19,0 kN/m <sup>3</sup>
h2 =	1,00 m	Distanza jetting da fondo scavo		$\gamma_3 =$	19,0 kN/m <sup>3</sup>
h3 =	12,60 m	Distanza jetting da fondo diaframma		$\gamma_{inf} =$	0,9
h Jet =	3,00 m	Spessore Jetting		$\gamma_{sup} =$	1,1
$G_{stb,d} = \gamma_{inf} * \gamma_{Jet} * h_{jet} + \gamma_{inf} (h_2 * \gamma_2) =$		69,75	$\geq V_{inst,d} = \gamma_{sup} * h_w * \gamma_w =$	80,3 kN/m <sup>2</sup>	
Parametri del terreno trattato con getting					
$\gamma =$	19,5 kN/m <sup>3</sup>		$\gamma' =$	9,5 kN/m <sup>3</sup>	
$\phi' =$	23 °	M1	$\tan \phi' =$	0,424475	
$\phi' =$	18,76 °	M2	$\tan \phi'/1.25 =$	0,33958	
C =	100 kN/m <sup>2</sup>		C/1.4 =	71,42857	
kd =	0,513				
$\delta d =$	12,50 °		$\tan \delta d' =$	0,221773	
sv =	207,1 kN/m <sup>2</sup>				
Rd =	141,5 kN/m				
Gstb,d =	781,2 kN/m				
	922,7 kN/m	$\geq$	Vinst,d =	899,4 kN/m	
$FS = (Gstb,d + Rd) / Vinst,d =$		1,03	$\geq$	1,00	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	11 di 25

## 4.2 VERIFICA TRA PK 0+750 E PK 0+800

Geometria sezione					
h rint =	0,00	m	Rinterro ad estradosso solaio di copertura		
h s =	0,00	m	Spessore solaio di copertura		
h =	7,30	m	Altezza interna galleria		
h cv =	0,00	m	Spessore solaio di copertura vasca		
h v =	0,00	m	Altezza interna vasca		
h f =	1,70	m	Spessore soletta di fondazione		
Hscavo =	9,00	m	Altezza scavo da P.C.		
Hd =	25,00	m	Altezza diaframma		
L =	11,20	m	Larghezza sezione		
Falda da P.C. =	4,80	m	Profondità della falda da P.C.	$\gamma_w =$	10,0 kN/m <sup>3</sup>
hw =	9,20	m	Battente ad intradosso jetting	$\gamma_{jet} =$	19,5 kN/m <sup>3</sup>
h infi =	16,00	m	Infissione diaframma	$\gamma_2 =$	19,0 kN/m <sup>3</sup>
h2 =	1,00	m	Distanza jetting da fondo scavo	$\gamma_3 =$	19,0 kN/m <sup>3</sup>
h3 =	11,00	m	Distanza jetting da fondo diaframma	$\gamma_{inf} =$	0,9
h Jet =	4,00	m	Spessore Jetting	$\gamma_{sup} =$	1,1
$G_{stb,d} = \gamma_{inf} * \gamma_{Jet} * h_{jet} + \gamma_{inf} (h_2 * \gamma_2) =$		87,3	$\geq V_{inst,d} = \gamma_{sup} * h_w * \gamma_w =$	101,2 kN/m <sup>2</sup>	
Parametri del terreno trattato con getting					
$\gamma =$	19,5	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma' =$	9,5	kN/m <sup>3</sup>
$\phi' =$	23	°	M1	$\tan \phi' =$	0,424475
$\phi' =$	18,76	°	M2	$\tan \phi' / 1.25 =$	0,33958
C =	100	kN/m <sup>2</sup>		C/1.4 =	71,42857
kd =	0,513				
$\delta d =$	12,50	°		$\tan \delta d' =$	0,221773
sv =	228	kN/m <sup>2</sup>			
Rd =	207,7	kN/m			
Gstb,d =	977,76	kN/m			
	1185,43	kN/m	$\geq$	Vinst,d =	1133,4 kN/m
$FS = (Gstb,d + Rd) / Vinst,d =$		1,05	$\geq$	1,00	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	12 di 25

### 4.3 VERIFICA TRA PK 0+800 E PK 0+922

Geometria sezione			
h rint =	0,00 m	Rinterro ad estradosso solaio di copertura	
h s =	0,00 m	Spessore solaio di copertura	
h =	8,95 m	Altezza interna galleria	
h cv =	0,00 m	Spessore solaio di copertura vasca	
h v =	0,00 m	Altezza interna vasca	
h f =	1,70 m	Spessore soletta di fondazione	
Hscavo =	10,65 m	Altezza scavo da P.C.	
Hd =	25,00 m	Altezza diaframma	
L =	11,20 m	Larghezza sezione	
Falda da P.C. =	6,30 m	Profondità della falda da P.C.	$\gamma_w = 10,0 \text{ kN/m}^3$
hw =	9,35 m	Battente ad intradosso jetting	$\gamma_{jet} = 19,5 \text{ kN/m}^3$
h infi =	14,35 m	Infissione diaframma	$\gamma_2 = 19,0 \text{ kN/m}^3$
h2 =	1,00 m	Distanza jetting da fondo scavo	$\gamma_3 = 19,0 \text{ kN/m}^3$
h3 =	9,35 m	Distanza jetting da fondo diaframma	$\gamma_{inf} = 0,9$
h Jet =	4,00 m	Spessore Jetting	$\gamma_{sup} = 1,1$
$G_{stb,d} = \gamma_{inf} * \gamma_{Jet} * h_{jet} + \gamma_{inf} (h_2 * \gamma_2) =$		87	$\geq V_{inst,d} = \gamma_{sup} * h_w * \gamma_w =$
			103 $\text{kN/m}^2$
Parametri del terreno trattato con getting			
$\gamma =$	19,5 $\text{kN/m}^3$	$\gamma' =$	9,5 $\text{kN/m}^3$
$\phi' =$	28 °	M1	$\tan \phi' = 0,531709$
$\phi' =$	23,04 °	M2	$\tan \phi' / 1.25 = 0,425368$
C =	100 $\text{kN/m}^2$		$C / 1.4 = 71,42857$
kd =	0,437		
$\delta d =$	15,36 °		$\tan \delta d' = 0,274737$
sv =	259,35 $\text{kN/m}^2$		
Rd =	249,3 $\text{kN/m}$		
Gstb,d =	977,76 $\text{kN/m}$		
	1227,07 $\text{kN/m}$	$\geq$	Vinst,d = 1151,9 $\text{kN/m}$
<b>FS = (Gstb,d+Rd)/Vinst,d =</b>		<b>1,07</b>	<b><math>\geq</math> 1,00</b>



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	13 di 25

#### 4.4 VERIFICA TRA PK 0+922 E PK 1+025

Geometria sezione			
h rint =	0,00 m	Rinterro ad estradosso solaio di copertura	
h s =	0,00 m	Spessore solaio di copertura	
h =	7,30 m	Altezza interna galleria	
h cv =	0,00 m	Spessore solaio di copertura vasca	
h v =	0,00 m	Altezza interna vasca	
h f =	1,70 m	Spessore soletta di fondazione	
Hscavo =	9,00 m	Altezza scavo da P.C.	
Hd =	30,00 m	Altezza diaframma	
L =	11,20 m	Larghezza sezione	
Falda da P.C. =	3,50 m	Profondità della falda da P.C.	$\gamma_w = 10,0 \text{ kN/m}^3$
hw =	12,50 m	Battente ad intradosso jetting	$\gamma_{jet} = 19,5 \text{ kN/m}^3$
h infi =	21,00 m	Infissione diaframma	$\gamma_2 = 19,0 \text{ kN/m}^3$
h2 =	2,00 m	Distanza jetting da fondo scavo	$\gamma_3 = 19,0 \text{ kN/m}^3$
h3 =	14,00 m	Distanza jetting da fondo diaframma	$\gamma_{inf} = 0,9$
h Jet =	5,00 m	Spessore Jetting	$\gamma_{sup} = 1,1$
$G_{stb,d} = \gamma_{inf} * \gamma_{Jet} * h_{jet} + \gamma_{inf} (h_2 * \gamma_2) =$		121,95	$\geq V_{inst,d} = \gamma_{sup} * h_w * \gamma_w =$
			137,5 kN/m <sup>2</sup>
Parametri del terreno trattato con getting			
$\gamma =$	19,5 kN/m <sup>3</sup>	$\gamma' =$	9,5 kN/m <sup>3</sup>
$\phi' =$	28 °	M1	$\tan \phi' = 0,531709$
$\phi' =$	23,04 °	M2	$\tan \phi' / 1.25 = 0,425368$
C =	100 kN/m <sup>2</sup>		$C / 1.4 = 71,42857$
kd =	0,437		
$\delta d =$	15,36 °		$\tan \delta d' = 0,274737$
sv =	256,5 kN/m <sup>2</sup>		
Rd =	308,2 kN/m		
Gstb,d =	1365,84 kN/m		
	1674,1 kN/m	$\geq$	Vinst,d = 1540,0 kN/m
$FS = (Gstb,d + Rd) / Vinst,d =$		1,09	$\geq$
			1,00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	14 di 25

#### 4.5 VERIFICA TRA PK 1+025 E PK 1+150

Geometria sezione			
h rint =	0,90 m	Rinterro ad estradosso solaio di copertura	
h s =	1,50 m	Spessore solaio di copertura	
h =	8,30 m	Altezza interna galleria	
h cv =	0,00 m	Spessore solaio di copertura vasca	
h v =	0,00 m	Altezza interna vasca	
h f =	1,70 m	Spessore soletta di fondazione	
Hscavo =	12,40 m	Altezza scavo da P.C.	
Hd =	30,00 m	Altezza diaframma	
L =	11,20 m	Larghezza sezione	
Falda da P.C. =	5,50 m	Profondità della falda da P.C.	$\gamma_w = 10,0 \text{ kN/m}^3$
hw =	14,90 m	Battente ad intradosso jetting	$\gamma_{jet} = 19,5 \text{ kN/m}^3$
h infi =	18,50 m	Infissione diaframma	$\gamma_2 = 19,0 \text{ kN/m}^3$
h2 =	3,00 m	Distanza jetting da fondo scavo	$\gamma_3 = 19,0 \text{ kN/m}^3$
h3 =	10,50 m	Distanza jetting da fondo diaframma	$\gamma_{inf} = 0,9$
h Jet =	5,00 m	Spessore Jetting	$\gamma_{sup} = 1,1$
$G_{stb,d} = \gamma_{inf} * \gamma_{Jet} * h_{jet} + \gamma_{inf} (h_2 * \gamma_2) =$		139,05	$\geq V_{inst,d} = \gamma_{sup} * h_w * \gamma_w =$
			163,9 $\text{kN/m}^2$
Parametri del terreno trattato con getting			
$\gamma =$	19,5 $\text{kN/m}^3$	$\gamma' =$	9,5 $\text{kN/m}^3$
$\phi' =$	26 °	M1	$\tan \phi' = 0,487733$
$\phi' =$	21,32 °	M2	$\tan \phi'/1.25 = 0,390186$
C =	100 $\text{kN/m}^2$		$C/1.4 = 71,42857$
kd =	0,467		
$\delta d =$	14,21 °		$\tan \delta d' = 0,253225$
sv =	294,5 $\text{kN/m}^2$		
Rd =	348,1 $\text{kN/m}$		
Gstb,d =	1557,36 $\text{kN/m}$		
	1905,5 $\text{kN/m}$	$\geq$	Vinst,d = 1835,7 $\text{kN/m}$
$FS = (Gstb,d + Rd) / Vinst,d =$		1,04	$\geq$
			1,00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	15 di 25

#### 4.6 VERIFICA TRA PK 1+150 E PK 1+230

Geometria sezione					
h rint =	1,35	m	Rinterro ad estradosso solaio di copertura		
h s =	1,50	m	Spessore solaio di copertura		
h =	8,30	m	Altezza interna galleria		
h cv =	0,00	m	Spessore solaio di copertura vasca		
h v =	0,00	m	Altezza interna vasca		
h f =	1,70	m	Spessore soletta di fondazione		
Hscavo =	12,85	m	Altezza scavo da P.C.		
Hd =	30,00	m	Altezza diaframma		
L =	11,20	m	Larghezza sezione		
Falda da P.C. =	5,00	m	Profondità della falda da P.C.	$\gamma_w =$	10,0 kN/m <sup>3</sup>
hw =	16,85	m	Battente ad intradosso jetting	$\gamma_{jet} =$	19,5 kN/m <sup>3</sup>
h infi =	18,50	m	Infissione diaframma	$\gamma_2 =$	19,0 kN/m <sup>3</sup>
h2 =	3,00	m	Distanza jetting da fondo scavo	$\gamma_3 =$	19,0 kN/m <sup>3</sup>
h3 =	9,50	m	Distanza jetting da fondo diaframma	$\gamma_{inf} =$	0,9
h Jet =	6,00	m	Spessore Jetting	$\gamma_{sup} =$	1,1
$G_{stb,d} = \gamma_{inf} * \gamma_{Jet} * h_{jet} + \gamma_{inf} (h_2 * \gamma_2) =$			157	$\geq V_{inst,d} = \gamma_{sup} * h_w * \gamma_w =$	
				185 kN/m <sup>2</sup>	
Parametri del terreno trattato con getting					
$\gamma =$	19,5	kN/m <sup>3</sup>		$\gamma' =$	9,5 kN/m <sup>3</sup>
$\phi' =$	23	°	M1	$\tan \phi' =$	0,424475
$\phi' =$	18,76	°	M2	$\tan \phi'/1.25 =$	0,33958
C =	100	kN/m <sup>2</sup>		C/1.4 =	71,42857
kd =	0,513				
$\delta d =$	12,50	°		$\tan \delta d' =$	0,221773
sv =	304	kN/m <sup>2</sup>			
Rd =	415,3	kN/m			
Gstb,d =	1753,92	kN/m			
	2169,26	kN/m	$\geq$	Vinst,d =	2075,9 kN/m
$FS = (Gstb,d + Rd) / Vinst,d =$			1,04	$\geq$	
				1,00	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	16 di 25

#### 4.7 VERIFICA TRA PK 1+230 E PK 1+330

Geometria sezione					
h rint =	1,20	m	Rinterro ad estradosso solaio di copertura		
h s =	1,50	m	Spessore solaio di copertura		
h =	8,30	m	Altezza interna galleria		
h cv =	0,00	m	Spessore solaio di copertura vasca		
h v =	0,00	m	Altezza interna vasca		
h f =	1,70	m	Spessore soletta di fondazione		
Hscavo =	12,70	m	Altezza scavo da P.C.		
Hd =	30,00	m	Altezza diaframma		
L =	11,20	m	Larghezza sezione		
Falda da P.C. =	3,80	m	Profondità della falda da P.C.	$\gamma_w =$	10,0 kN/m <sup>3</sup>
hw =	18,90	m	Battente ad intradosso jetting	$\gamma_{jet} =$	19,5 kN/m <sup>3</sup>
h infi =	18,50	m	Infissione diaframma	$\gamma_2 =$	19,0 kN/m <sup>3</sup>
h2 =	4,00	m	Distanza jetting da fondo scavo	$\gamma_3 =$	19,0 kN/m <sup>3</sup>
h3 =	8,50	m	Distanza jetting da fondo diaframma	$\gamma_{inf} =$	0,9
h Jet =	6,00	m	Spessore Jetting	$\gamma_{sup} =$	1,1
$G_{stb,d} = \gamma_{inf} * \gamma_{Jet} * h_{jet} + \gamma_{inf} (h_2 * \gamma_2) =$		174	$\geq V_{inst,d} = \gamma_{sup} * h_w * \gamma_w =$	208	kN/m <sup>2</sup>
Parametri del terreno trattato con getting					
$\gamma =$	19,5	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma' =$	9,5	kN/m <sup>3</sup>
$\phi' =$	23	°	M1	$\tan \phi' =$	0,424475
$\phi' =$	18,76	°	M2	$\tan \phi' / 1.25 =$	0,33958
C =	100	kN/m <sup>2</sup>		C/1.4 =	71,42857
kd =	0,513				
$\delta d =$	12,50	°		$\tan \delta d' =$	0,221773
sv =	323	kN/m <sup>2</sup>			
Rd =	441,3	kN/m			
Gstb,d =	1945,44	kN/m			
	2386,74	kN/m	$\geq$	Vinst,d =	2328,5 kN/m
$FS = (Gstb,d + Rd) / Vinst,d =$		1,03	$\geq$	1,00	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	17 di 25

#### 4.8 VERIFICA TRA PK 1+330 E PK 1+599

Geometria sezione					
h rint =	2,56 m	Rinterro ad estradosso solaio di copertura			
h s =	1,50 m	Spessore solaio di copertura			
h =	8,30 m	Altezza interna galleria			
h cv =	0,00 m	Spessore solaio di copertura vasca			
h v =	0,00 m	Altezza interna vasca			
h f =	1,70 m	Spessore soletta di fondazione			
Hscavo =	14,06 m	Altezza scavo da P.C.			
Hd =	30,00 m	Altezza diaframma			
L =	11,20 m	Larghezza sezione			
Falda da P.C. =	6,00 m	Profondità della falda da P.C.	$\gamma_w =$	10,0 kN/m <sup>3</sup>	
hw =	18,06 m	Battente ad intradosso jetting	$\gamma_{jet} =$	19,5 kN/m <sup>3</sup>	
h infi =	18,50 m	Infissione diaframma	$\gamma_2 =$	19,0 kN/m <sup>3</sup>	
h2 =	4,00 m	Distanza jetting da fondo scavo	$\gamma_3 =$	19,0 kN/m <sup>3</sup>	
h3 =	8,50 m	Distanza jetting da fondo diaframma	$\gamma_{inf} =$	0,9	
h Jet =	6,00 m	Spessore Jetting	$\gamma_{sup} =$	1,1	
$G_{stb,d} = \gamma_{inf} * \gamma_{Jet} * h_{jet} + \gamma_{inf} (h_2 * \gamma_2) =$		174	$\geq V_{inst,d} = \gamma_{sup} * h_w * \gamma_w =$	199 kN/m <sup>2</sup>	
Parametri del terreno trattato con getting					
$\gamma =$	19,5 kN/m <sup>3</sup>		$\gamma' =$	9,5 kN/m <sup>3</sup>	
$\phi' =$	24 °	M1	$\tan \phi' =$	0,445229	
$\phi' =$	19,61 °	M2	$\tan \phi' / 1.25 =$	0,356183	
C =	100 kN/m <sup>2</sup>		C/1.4 =	71,42857	
kd =	0,498				
$\delta d =$	13,07 °		$\tan \delta d' =$	0,232156	
sv =	323 kN/m <sup>2</sup>				
Rd =	447,7 kN/m				
Gstb,d =	1945,44 kN/m				
	2393,13 kN/m	$\geq$	Vinst,d =	2225,0 kN/m	
$FS = (Gstb,d + Rd) / Vinst,d =$		1,08	$\geq$	1,00	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	18 di 25

#### 4.9 VERIFICA TRA PK 1+599 E PK 1+675

Geometria sezione			
h rint =	2,25 m	Rinterro ad estradosso solaio di copertura	
h s =	1,80 m	Spessore solaio di copertura	
h =	8,30 m	Altezza interna galleria	
h cv =	0,00 m	Spessore solaio di copertura vasca	
h v =	0,00 m	Altezza interna vasca	
h f =	1,95 m	Spessore soletta di fondazione	
Hscavo =	14,30 m	Altezza scavo da P.C.	
Hd =	30,00 m	Altezza diaframma	
L =	14,00 m	Larghezza sezione	
Falda da P.C. =	6,00 m	Profondità della falda da P.C.	$\gamma_w = 10,0 \text{ kN/m}^3$
hw =	18,30 m	Battente ad intradosso jetting	$\gamma_{jet} = 19,5 \text{ kN/m}^3$
h infi =	17,95 m	Infissione diaframma	$\gamma_2 = 19,0 \text{ kN/m}^3$
h2 =	4,00 m	Distanza jetting da fondo scavo	$\gamma_3 = 19,0 \text{ kN/m}^3$
h3 =	7,95 m	Distanza jetting da fondo diaframma	$\gamma_{inf} = 0,9$
h Jet =	6,00 m	Spessore Jetting	$\gamma_{sup} = 1,1$
$G_{stb,d} = \gamma_{inf} * \gamma_{Jet} * h_{jet} + \gamma_{inf} (h_2 * \gamma_2) =$		174	$\geq V_{inst,d} = \gamma_{sup} * h_w * \gamma_w =$
			201 $\text{kN/m}^2$
Parametri del terreno trattato con getting			
$\gamma =$	19,5 $\text{kN/m}^3$	$\gamma' =$	9,5 $\text{kN/m}^3$
$\phi' =$	23 °	M1	$\tan \phi' = 0,424475$
$\phi' =$	18,76 °	M2	$\tan \phi'/1.25 = 0,33958$
C =	100 $\text{kN/m}^2$		$C/1.4 = 71,42857$
kd =	0,513		
$\delta d =$	12,50 °		$\tan \delta d' = 0,221773$
sv =	327,75 $\text{kN/m}^2$		
Rd =	447,8 $\text{kN/m}$		
Gstb,d =	2431,8 $\text{kN/m}$		
	<u>2879,59 <math>\text{kN/m}</math></u>	$\geq$	Vinst,d = 2818,2 $\text{kN/m}$
$FS = (Gstb,d + Rd) / Vinst,d =$		1,02	$\geq$
			1,00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	19 di 25

#### 4.10 VERIFICA TRA PK 1+675 E PK 1+880

Geometria sezione					
h rint =	0,00	m	Rinterro ad estradosso solaio di copertura		
h s =	1,80	m	Spessore solaio di copertura		
h =	8,30	m	Altezza interna galleria		
h cv =	0,00	m	Spessore solaio di copertura vasca		
h v =	0,00	m	Altezza interna vasca		
h f =	2,75	m	Spessore soletta di fondazione		
Hscavo =	12,85	m	Altezza scavo da P.C.		
Hd =	30,00	m	Altezza diaframma		
L =	14,00	m	Larghezza sezione		
Falda da P.C. =	6,00	m	Profondità della falda da P.C.	$\gamma_w =$	10,0 kN/m <sup>3</sup>
hw =	14,85	m	Battente ad intradosso jetting	$\gamma_{jet} =$	19,5 kN/m <sup>3</sup>
h infi =	17,15	m	Infissione diaframma	$\gamma_2 =$	19,0 kN/m <sup>3</sup>
h2 =	3,00	m	Distanza jetting da fondo scavo	$\gamma_3 =$	19,0 kN/m <sup>3</sup>
h3 =	9,15	m	Distanza jetting da fondo diaframma	$\gamma_{inf} =$	0,9
h Jet =	5,00	m	Spessore Jetting	$\gamma_{sup} =$	1,1
$G_{stb,d} = \gamma_{inf} * \gamma_{jet} * h_{jet} + \gamma_{inf} (h_2 * \gamma_2) =$		139,05	$\geq V_{inst,d} = \gamma_{sup} * h_w * \gamma_w =$	163,35 kN/m <sup>2</sup>	
Parametri del terreno trattato con getting					
$\gamma =$	19,5	kN/m <sup>3</sup>	$\gamma' =$	9,5 kN/m <sup>3</sup>	
$\phi' =$	23	°	M1	$\tan \phi' = 0,424475$	
$\phi' =$	18,76	°	M2	$\tan \phi'/1.25 = 0,33958$	
C =	100	kN/m <sup>2</sup>		C/1.4 = 71,42857	
kd =	0,513				
$\delta d =$	12,50	°		$\tan \delta d' = 0,221773$	
sv =	314,45	kN/m <sup>2</sup>			
Rd =	358,0	kN/m			
Gstb,d =	1946,7	kN/m			
	2304,71	kN/m	$\geq$	Vinst,d =	2286,9 kN/m
$FS = (Gstb,d+Rd)/Vinst,d =$		1,01	$\geq$	1,00	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	20 di 25

#### 4.11 VERIFICA TRA PK 1+880 E PK 1+975

Geometria sezione			
h rint =	0,00 m	Rinterro ad estradosso solaio di copertura	
h s =	0,00 m	Spessore solaio di copertura	
h =	7,00 m	Altezza interna galleria	
h cv =	0,00 m	Spessore solaio di copertura vasca	
h v =	0,00 m	Altezza interna vasca	
h f =	1,70 m	Spessore soletta di fondazione	
Hscavo =	8,70 m	Altezza scavo da P.C.	
Hd =	30,00 m	Altezza diaframma	
L =	11,20 m	Larghezza sezione	
Falda da P.C. =	5,00 m	Profondità della falda da P.C.	$\gamma_w = 10,0 \text{ kN/m}^3$
hw =	9,70 m	Battente ad intradosso jetting	$\gamma_{jet} = 19,5 \text{ kN/m}^3$
h infi =	21,30 m	Infissione diaframma	$\gamma_2 = 19,0 \text{ kN/m}^3$
h2 =	2,00 m	Distanza jetting da fondo scavo	$\gamma_3 = 19,0 \text{ kN/m}^3$
h3 =	15,30 m	Distanza jetting da fondo diaframma	$\gamma_{inf} = 0,9$
h Jet =	4,00 m	Spessore Jetting	$\gamma_{sup} = 1,1$
$G_{stb,d} = \gamma_{inf} * \gamma_{Jet} * h_{jet} + \gamma_{inf} (h_2 * \gamma_2) =$		104,4	$\geq V_{inst,d} = \gamma_{sup} * h_w * \gamma_w = 106,7 \text{ kN/m}^2$
Parametri del terreno trattato con getting			
$\gamma =$	19,5 kN/m <sup>3</sup>	$\gamma' =$	9,5 kN/m <sup>3</sup>
$\phi' =$	27 °	M1	$\tan \phi' = 0,509525$
$\phi' =$	22,18 °	M2	$\tan \phi' / 1.25 = 0,40762$
C =	100 kN/m <sup>2</sup>		C/1.4 = 71,42857
kd =	0,452		
$\delta d =$	14,78 °		$\tan \delta d' = 0,263923$
sv =	241,3 kN/m <sup>2</sup>		
Rd =	230,3 kN/m		
Gstb,d =	1169,28 kN/m		
	1399,53 kN/m	$\geq$	Vinst,d = 1195,0 kN/m
<b>FS = (Gstb,d+Rd)/Vinst,d =</b>		<b>1,17</b>	<b><math>\geq</math> 1,00</b>



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	21 di 25

#### 4.12 VERIFICA TRA PK 1+975 E PK 2+050

Geometria sezione							
h rint =	0,00 m	Rinterro ad estradosso solaio di copertura					
h s =	0,00 m	Spessore solaio di copertura					
h =	6,20 m	Altezza interna galleria					
h cv =	0,00 m	Spessore solaio di copertura vasca					
h v =	0,00 m	Altezza interna vasca					
h f =	1,70 m	Spessore soletta di fondazione					
Hscavo =	7,90 m	Altezza scavo da P.C.					
Hd =	30,00 m	Altezza diaframma					
L =	11,20 m	Larghezza sezione					
Falda da P.C. =	1,30 m	Profondità della falda da P.C.			$\gamma_w =$	10,0 kN/m <sup>3</sup>	
hw =	14,60 m	Battente ad intradosso jetting			$\gamma_{jet} =$	19,5 kN/m <sup>3</sup>	
h infi =	22,10 m	Infissione diaframma			$\gamma_2 =$	19,0 kN/m <sup>3</sup>	
h2 =	3,00 m	Distanza jetting da fondo scavo			$\gamma_3 =$	19,0 kN/m <sup>3</sup>	
h3 =	14,10 m	Distanza jetting da fondo diaframma			$\gamma_{inf} =$	0,9	
h Jet =	5,00 m	Spessore Jetting			$\gamma_{sup} =$	1,1	
$G_{stb,d} = \gamma_{inf} * \gamma_{Jet} * h_{jet} + \gamma_{inf} (h_2 * \gamma_2) =$		139,05	$\geq V_{inst,d} = \gamma_{sup} * h_w * \gamma_w =$		160,6	kN/m <sup>2</sup>	
Parametri del terreno trattato con getting							
$\gamma =$	19,5 kN/m <sup>3</sup>		$\gamma' =$	9,5 kN/m <sup>3</sup>			
$\phi' =$	26 °	M1	$\tan \phi' =$	0,487733			
$\phi' =$	21,32 °	M2	$\tan \phi' / 1.25 =$	0,390186			
C =	100 kN/m <sup>2</sup>		C/1.4 =	71,42857			
kd =	0,467						
$\delta d =$	14,21 °		$\tan \delta d' =$	0,253225			
sv =	254,6 kN/m <sup>2</sup>						
Rd =	301,0 kN/m						
Gstb,d =	1557,36 kN/m						
	1858,32 kN/m	$\geq$	Vinst,d =	1798,7 kN/m			
$FS = (Gstb,d + Rd) / Vinst,d =$		1,03	$\geq$	1,00			



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	22 di 25

#### 4.13 VERIFICA TRA PK 2+050 E PK 2+100

Geometria sezione				
h rint =	0,00 m	Rinterro ad estradosso solaio di copertura		
h s =	0,00 m	Spessore solaio di copertura		
h =	3,70 m	Altezza interna galleria		
h cv =	0,00 m	Spessore solaio di copertura vasca		
h v =	0,00 m	Altezza interna vasca		
h f =	1,40 m	Spessore soletta di fondazione		
Hscavo =	5,10 m	Altezza scavo da P.C.		
Hd =	30,00 m	Altezza diaframma		
L =	11,20 m	Larghezza sezione		
Falda da P.C. =	1,35 m	Profondità della falda da P.C.	$\gamma_w = 10,0 \text{ kN/m}^3$	
hw =	8,75 m	Battente ad intradosso jetting	$\gamma_{jet} = 19,5 \text{ kN/m}^3$	
h infi =	24,90 m	Infissione diaframma	$\gamma_2 = 19,0 \text{ kN/m}^3$	
h2 =	1,00 m	Distanza jetting da fondo scavo	$\gamma_3 = 19,0 \text{ kN/m}^3$	
h3 =	19,90 m	Distanza jetting da fondo diaframma	$\gamma_{inf} = 0,9$	
h Jet =	4,00 m	Spessore Jetting	$\gamma_{sup} = 1,1$	
$G_{stb,d} = \gamma_{inf} * \gamma_{Jet} * h_{jet} + \gamma_{inf} (h2 * \gamma_2) =$		87,3	$\geq V_{inst,d} = \gamma_{sup} * h_w * \gamma_w =$	96,25 $\text{kN/m}^2$
Parametri del terreno trattato con getting				
$\gamma =$	19,5 $\text{kN/m}^3$		$\gamma' =$	9,5 $\text{kN/m}^3$
$\phi' =$	24 °	M1	$\tan \phi' =$	0,445229
$\phi' =$	19,61 °	M2	$\tan \phi'/1.25 =$	0,356183
C =	100 $\text{kN/m}^2$		$C/1.4 =$	71,42857
kd =	0,498			
$\delta d =$	13,07 °		$\tan \delta d' =$	0,232156
sv =	153,9 $\text{kN/m}^2$			
Rd =	142,2 $\text{kN/m}$			
Gstb,d =	977,76 $\text{kN/m}$			
	1119,97 $\text{kN/m}$	$\geq$	Vinst,d =	1078,0 $\text{kN/m}$
$FS = (Gstb,d + Rd) / Vinst,d =$		1,04 $\geq$		1,00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	23 di 25

#### 4.14 VERIFICA TRA PK 2+100 E PK 2+200

Geometria sezione			
h rint =	0,00 m	Rinterro ad estradosso solaio di copertura	
h s =	0,00 m	Spessore solaio di copertura	
h =	2,90 m	Altezza interna galleria	
h cv =	0,00 m	Spessore solaio di copertura vasca	
h v =	0,00 m	Altezza interna vasca	
h f =	1,10 m	Spessore soletta di fondazione	
Hscavo =	4,00 m	Altezza scavo da P.C.	
Hd =	30,00 m	Altezza diaframma	
L =	17,00 m	Larghezza sezione	
Falda da P.C. =	1,30 m	Profondità della falda da P.C.	$\gamma_w = 10,0 \text{ kN/m}^3$
hw =	7,70 m	Battente ad intradosso jetting	$\gamma_{jet} = 19,5 \text{ kN/m}^3$
h infi =	26,00 m	Infissione diaframma	$\gamma_2 = 19,0 \text{ kN/m}^3$
h2 =	1,00 m	Distanza jetting da fondo scavo	$\gamma_3 = 19,0 \text{ kN/m}^3$
h3 =	21,00 m	Distanza jetting da fondo diaframma	$\gamma_{inf} = 0,9$
h Jet =	4,00 m	Spessore Jetting	$\gamma_{sup} = 1,1$
$G_{stb,d} = \gamma_{inf} * \gamma_{jet} * h_{jet} + \gamma_{inf} (h_2 * \gamma_2) =$		87,3	$\geq V_{inst,d} = \gamma_{sup} * h_w * \gamma_w = 84,7 \text{ kN/m}^2$
Parametri del terreno trattato con getting			
$\gamma =$	19,5 kN/m <sup>3</sup>	$\gamma' =$	9,5 kN/m <sup>3</sup>
$\phi' =$	24 °	M1	$\tan \phi' = 0,445229$
$\phi' =$	19,61 °	M2	$\tan \phi'/1.25 = 0,356183$
C =	100 kN/m <sup>2</sup>	C/1.4 =	71,42857
kd =	0,498		
$\delta d =$	9,80 °	$\tan \delta d' =$	0,172775
sv =	133 kN/m <sup>2</sup>		
Rd =	91,5 kN/m		
Gstb,d =	1484,1 kN/m		
	1575,56 kN/m	$\geq$	Vinst,d = 1439,9 kN/m
$FS = (Gstb,d + Rd) / Vinst,d =$		1,09	$\geq 1,00$

Di seguito uno schema riassuntivo con gli spessori di tappo di fondo utilizzato per la realizzazione di GA01 e TR03



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	24 di 25

	PK	PK	LUNG	LARG	Hjet	scavo a vuoto sotto il solettone	Well point
			m	m	m	m	
TR02	700	750	50	11,2	3	1	NO
	750	800	50	11,2	4	1	NO
	800	922	122	11,2	4	1	NO
GA01	922	1025	103	11,2	5	2	NO
	1025	1150	125	11,2	5	3	NO
	1150	1230	80	11,2	6	3	NO
	1230	1330	100	11,2	6	4	NO
	1330	1599	269	11,2	6	4	SI
	1599	1675	76	14	6	4	SI
TR03	1675	1837	162	14	5	3	SI
	1837	1880	43	14	5	3	SI
	1880	1975	95	11,2	5	3	SI
	1975	2050	75	11,2	5	3	NO
Muro U	2050	2100	50	11,2	4	1	NO
	2100	2200	100	17	4	1	NO



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI -  
 GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA0100 001	A	25 di 25

#### 4.15 VERIFICA VASCHE

La verifica è effettuata nella condizione più sfavorevole ed è stato considerato il contributo dell'attrito laterale essendo un'opera confinata su tutti i lati.

Geometria sezione				
h rint =	0,00 m	Rinterro ad estradosso solaio di copertura		
h s =	1,50 m	Spessore solaio di copertura		
h =	11,35 m	Altezza interna galleria		
h cv =	0,00 m	Spessore solaio di copertura vasca		
h v =	0,00 m	Altezza interna vasca		
h f =	1,70 m	Spessore soletta di fondazione		
Hscavo =	14,55 m	Altezza scavo da P.C.		
Hd =	40,00 m	Altezza diaframma		
L =	11,00 m	Larghezza sezione		
Falda da P.C. =	6,00 m	Profondità della falda da P.C.	$\gamma_w = 10,0 \text{ kN/m}^3$	
hw =	15,55 m	Battente ad intradosso jetting	$\gamma_{jet} = 19,5 \text{ kN/m}^3$	
h infi =	25,45 m	Infissione diaframma	$\gamma_2 = 19,5 \text{ kN/m}^3$	
h2 =	2,00 m	Distanza jetting da fondo scavo	$\gamma_3 = 19,0 \text{ kN/m}^3$	
h3 =	18,45 m	Distanza jetting da fondo diaframma	$\gamma_{inf} = 0,9$	
h Jet =	5,00 m	Spessore Jetting	$\gamma_{sup} = 1,1$	
$G_{stb,d} = \gamma_{inf} * \gamma_{jet} * h_{jet} + \gamma_{inf} (h_2 * \gamma_2) =$		122,85	$\geq V_{inst,d} = \gamma_{sup} * h_w * \gamma_w =$	171,05 $\text{kN/m}^2$
Parametri del terreno trattato con getting				
$\gamma =$	19,5 $\text{kN/m}^3$	$\gamma' =$	9,5 $\text{kN/m}^3$	
$\phi' =$	23 °	M1	$\tan \phi' = 0,424475$	
$\phi' =$	18,76 °	M2	$\tan \phi'/1.25 = 0,33958$	
C =	100 $\text{kN/m}^2$		$C/1.4 = 71,42857$	
kd =	0,513			
$\delta d =$	12,50 °		$\tan \delta d' = 0,221773$	
sv =	342,225 $\text{kN/m}^2$			
Rd =	779,3 $\text{kN/m}$			
Gstb,d =	1351,35 $\text{kN/m}$			
	2130,62 $\text{kN/m}$	$\geq$	Vinst,d = 1881,6 $\text{kN/m}$	
<b>FS = (Gstb,d+Rd)/Vinst,d =</b>		<b>1,13</b>	$\geq$	<b>1,00</b>