

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

**U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)**

Gallerie Artificiali

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

Relazione di calcolo opere provvisionali

SCALA:

-

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

RS3U 40 D 29 CL GA0100 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Gen-2020	M.Arcangeli	Gen-2020	A.Barreca	Gen-2020	F.Arduini Apr-2020
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Apr-2020	M.Arcangeli	Apr-2020	A.Barreca	Apr-2020	ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Dott. Ing. Emilio Arduini Aut. del 12/04/2020 n. 43392/2020

File: RS3U.4.0.D.29.CL.GA.01.0.0.002.B

n. Elab.: 29\_432



	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>												
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3U</td> <td>04</td> <td>D 29 CL</td> <td>GA 01 00002</td> <td>B</td> <td>1 di 179</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	1 di 179
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	1 di 179								

## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO .....	3
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	4
5	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	5
6	FASE CONOSCITIVA.....	13
6.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	13
6.2	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA .....	13
6.2.1	<i>Definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici utilizzati nelle analisi .....</i>	<i>13</i>
6.3	CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA .....	15
7	SOLUZIONI PROGETTUALI .....	17
7.1	GALLERIA ARTIFICIALE GA01.....	17
7.1.1	<i>Opere di sostegno.....</i>	<i>17</i>
7.1.2	<i>Gestione della falda .....</i>	<i>19</i>
8	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI .....	20
9	CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE.....	21
9.1	OPERE DI SOSTEGNO .....	21
9.1.1	<i>Azioni.....</i>	<i>21</i>
9.1.2	<i>Approcci progettuali e metodi di verifica .....</i>	<i>21</i>
9.1.3	<i>Tiranti di ancoraggio.....</i>	<i>23</i>
9.1.4	<i>Stabilità globale.....</i>	<i>24</i>
10	VERIFICA DELLE OPERE.....	25
10.1	OPERE DI SOSTEGNO .....	25
10.1.1	<i>a_Paratia frontale H=29m – 7 tiranti.....</i>	<i>26</i>

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>												
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3U</td> <td>04</td> <td>D 29 CL</td> <td>GA 01 00002</td> <td>B</td> <td>2 di 179</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	2 di 179
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO								
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	2 di 179								

10.1.2	<i>b_Paratia frontale H=29m – 6 tiranti</i> .....	47
10.1.3	<i>c_Paratia frontale H=27 m – 5 tiranti</i> .....	67
10.1.4	<i>d_Paratia frontale H=23m – 4 tiranti</i> .....	86
10.1.5	<i>e_Paratia frontale H=21m – 3 tiranti</i> .....	105
10.1.6	<i>f_Paratia frontale H=21m –2 tiranti</i> .....	122
10.1.7	<i>g_Paratia frontale H=15m – 1 tirante</i> .....	138
10.1.8	<i>h_Paratia frontale H=15m – senza tiranti</i> .....	151
10.1.9	<i>i_Paratia frontale H=26m – senza tiranti</i> .....	162
10.1.9.1	<i>Verifica soletta superiore</i> .....	174
11	CALCOLO INCIDENZE .....	179
12	CONCLUSIONI .....	179

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839  Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA  <b>RS3U</b>	LOTTO  04	CODIFICA  D 29 CL	DOCUMENTO  GA 01 00002	REV.  B	FOGLIO  3 di 179

## 1 PREMESSA

Il presente documento riguarda il dimensionamento delle opere di sostegno provvisionali atte alle costruzioni della Galleria Artificiale GA01, inquadrata all'interno dei lavori di costruzione del nuovo collegamento ferroviario Palermo-Catania, specificamente del Lotto 4 di tale progetto dalla progr. 2+150 km alla progr. 2+887 km circa.

## 2 SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Nella presente relazione si illustrano le soluzioni progettuali relative alle opere di sostegno provvisionali della Galleria Artificiale GA01, facente parte dei lavori di costruzione del nuovo collegamento ferroviario Palermo-Catania (Lotto 4).

Le opere di sostegno in esame consistono in paratie tirantate di pali trivellati con diametro nominale di 1000 mm ed interasse 1.2 m.

In accordo con la Normativa vigente, al fine di valutare i parametri di azione sismica dell'area, si utilizzano le seguenti coordinate lat. = 37530084e long. = 14079472

Si riporta inoltre di seguito in figura la posizione geografica dell'opera in esame.



Figura 1. Posizione Geografica della GA01

Nel seguito si mostrano le principali verifiche strutturali e geotecniche delle opere di sostegno secondo normativa NTC2018.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839  Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA  <b>RS3U</b>	LOTTO  04	CODIFICA  D 29 CL	DOCUMENTO  GA 01 00002	REV.  B	FOGLIO  4 di 179

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

**Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);**

**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;

**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.

**Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2**

**RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18** - Manuale di Progettazione delle Opere Civili

### 4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Si rimanda ai seguenti elaborati grafici:

RS3U.4.0.D.29.PZ.GA.01.0.0.001-2-3-4. Pianta, prospetto e sezioni - Opere di sostegno

RS3T.4.0.D.29.TT.OC.01.0.0.001 Tabella materiali Opere Civili

RS3T.4.0.D.29.TT.OC.01.0.0.002 Tabella incidenze armature Opere Civili

RS3U.4.0.D.29.P9.GA.01.0.0.001 Fasi realizzative

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839  Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B	FOGLIO 5 di 179

## 5 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La galleria artificiale GA01 è ubicata dalla progressiva chilometrica 2+285 alla progressiva 2+839 per uno sviluppo complessivo di 554 m ed è costituita da una struttura scatolare tra paratie di pali.

Di seguito si riporta l'inquadramento dell'opera nel progetto.

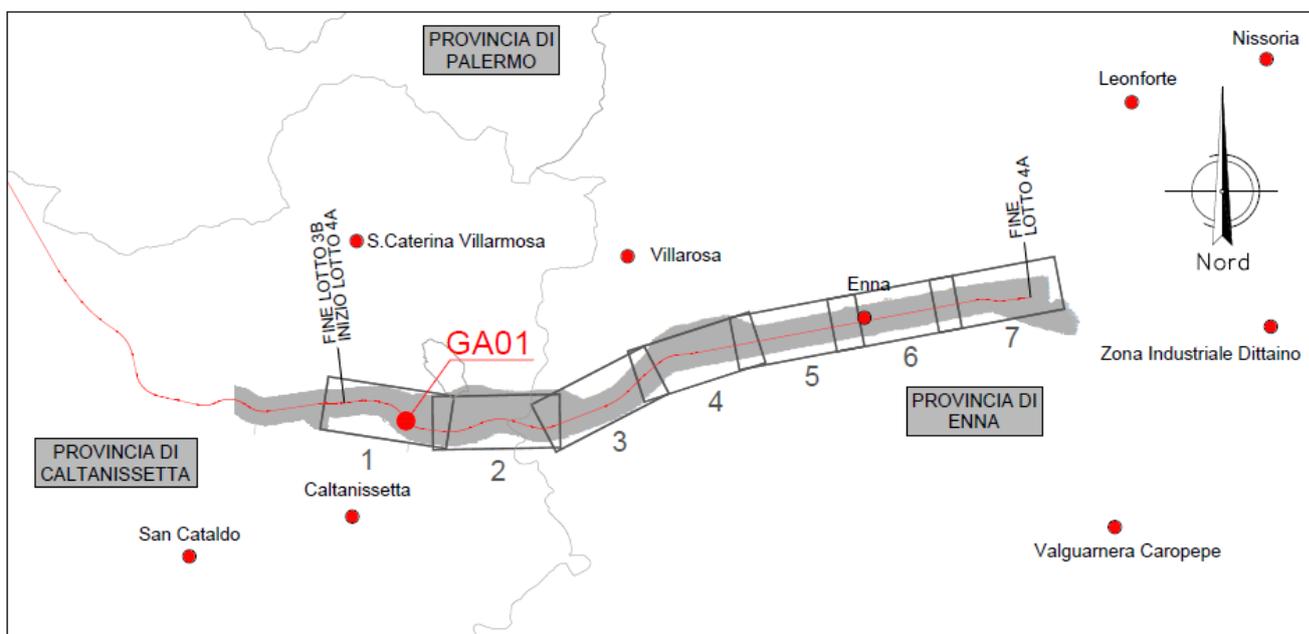


Figura 2 – Inquadramento della GA01 all'interno del lotto di progettazione

La realizzazione della galleria è prevista secondo le seguenti fasi costruttive:

1. Preparazione del piano di lavoro
2. Perforazione pali dal piano di lavoro
3. scavo successivo a seguito della realizzazione dei differenti ordini di tiranti con graduale abbattimento della falda fino a fondo scavo
4. Realizzazione scatolare
5. Ritombamento

Lo scatolare nella zona di scavo massimo presenta doppia altezza poi al diminuire dello scavo diventa a singola altezza.

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	6 di 179

Nelle seguenti figure sono riportate pianta, sviluppata e sezione della paratia di pali pluritirantata.

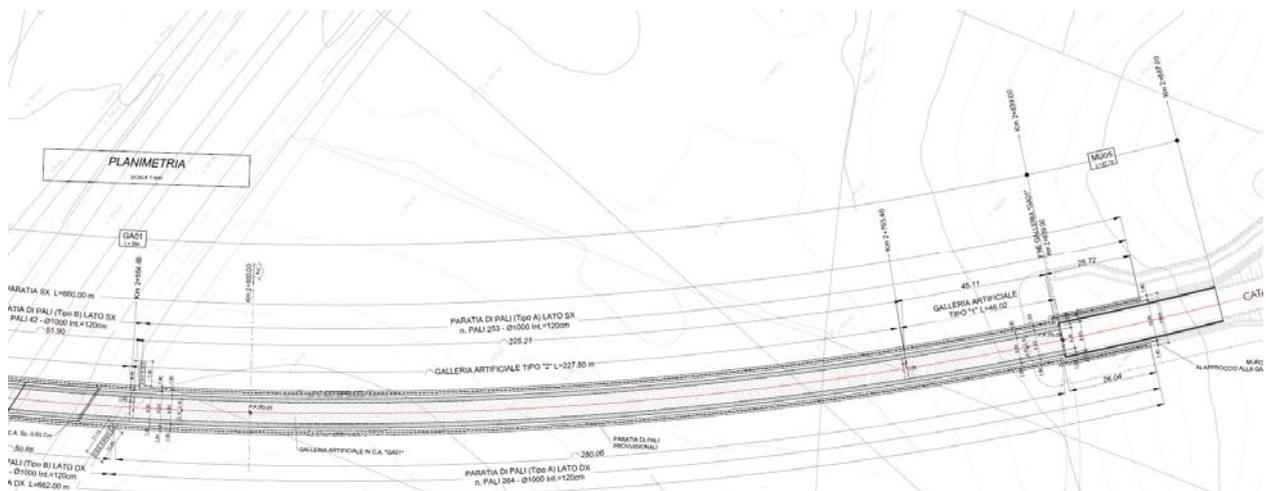
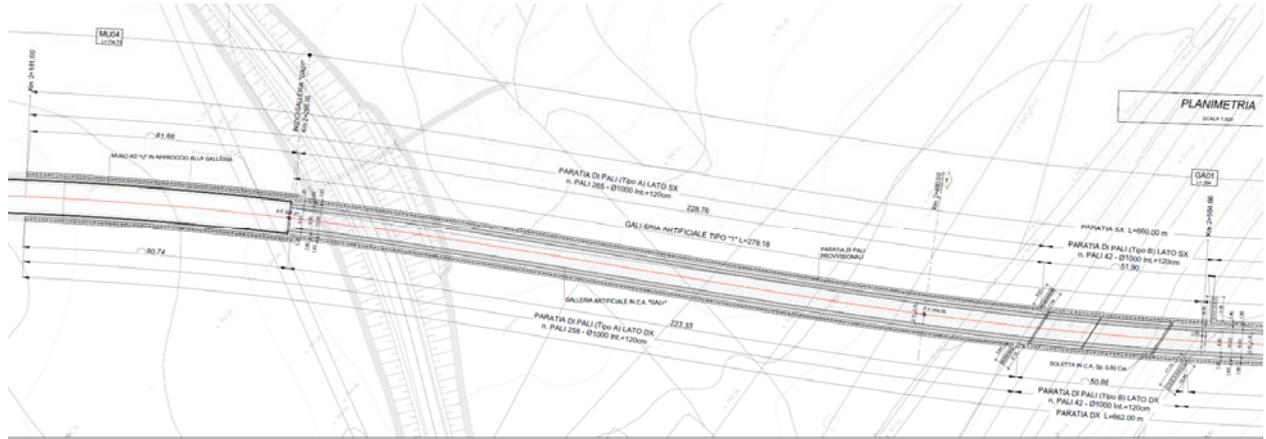
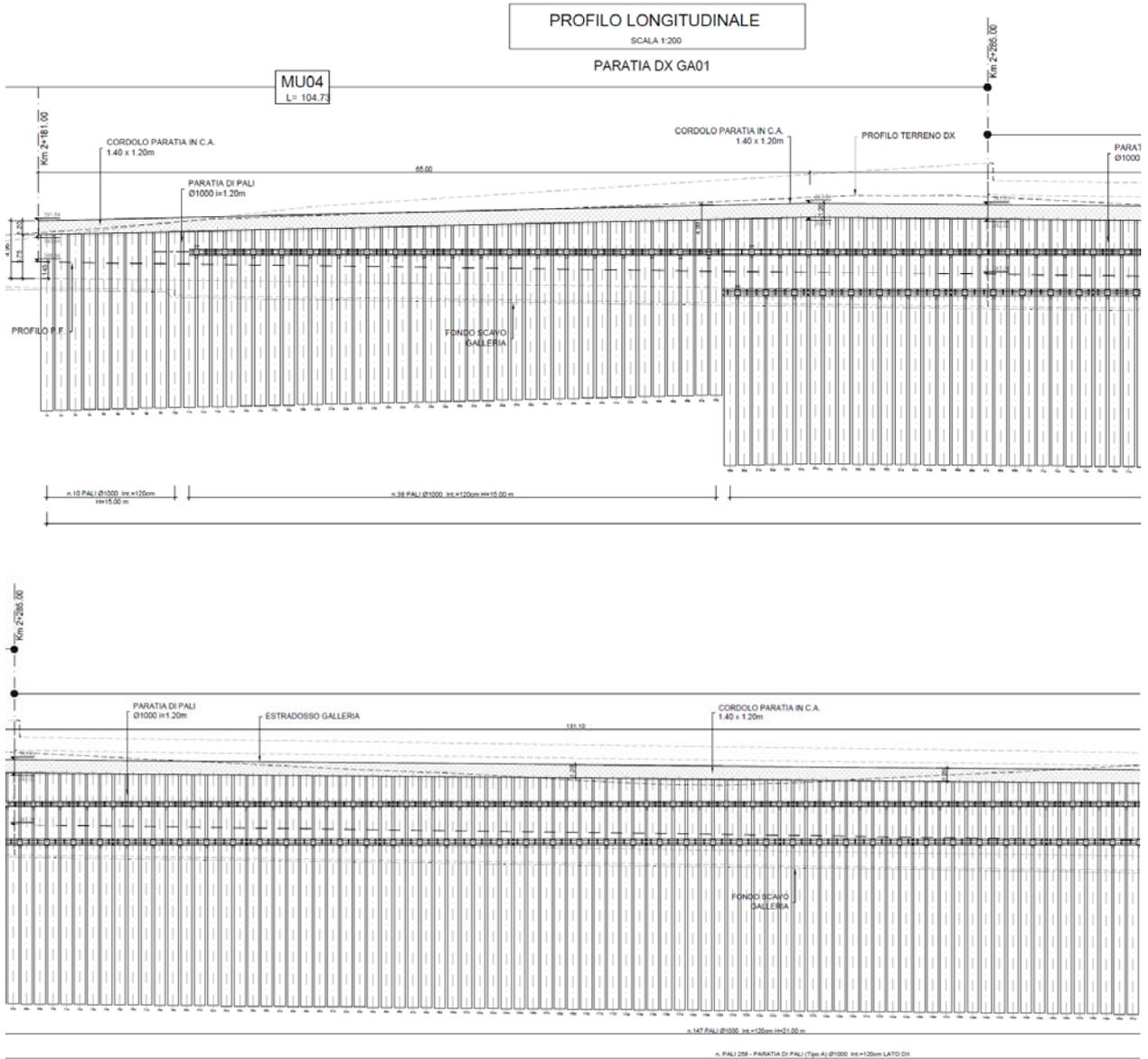


Figura 3 – Pianta della GA01

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

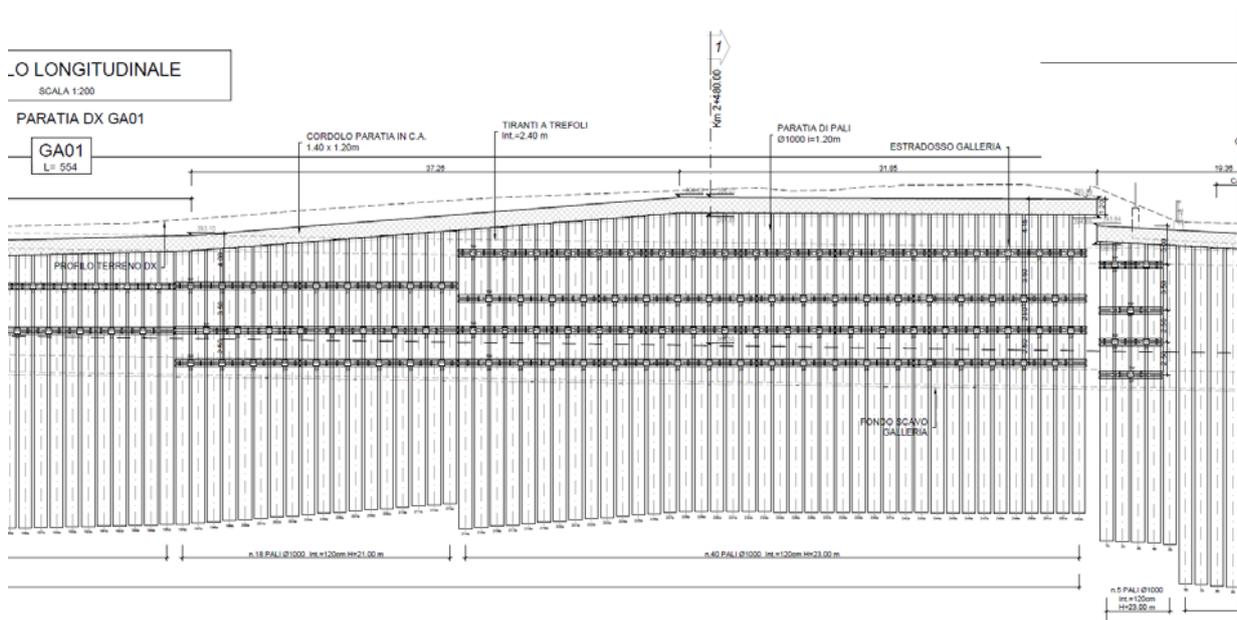
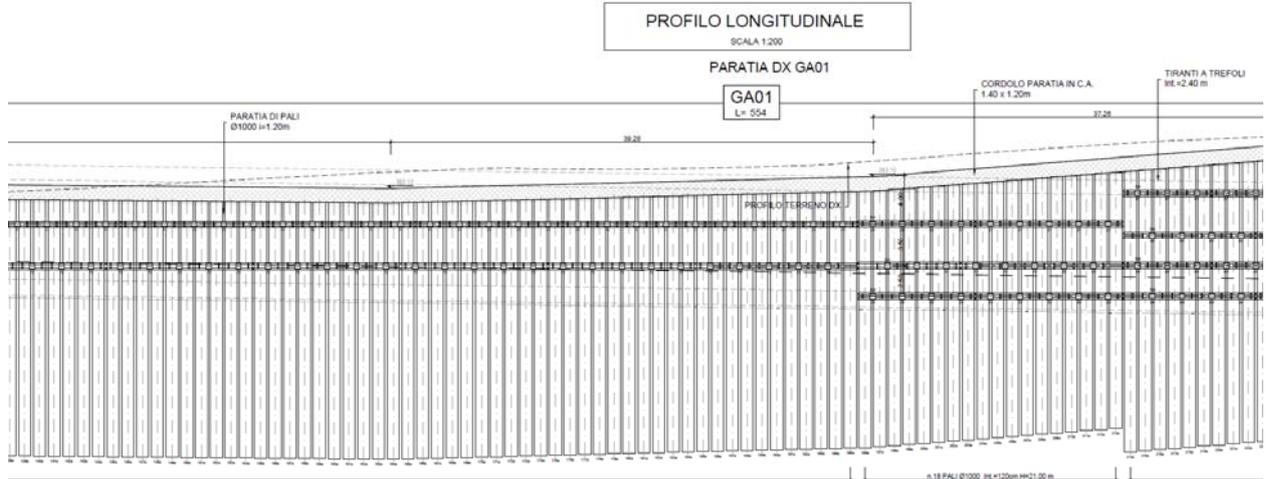
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	7 di 179



GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839  
Relazione di calcolo opere provvisionali

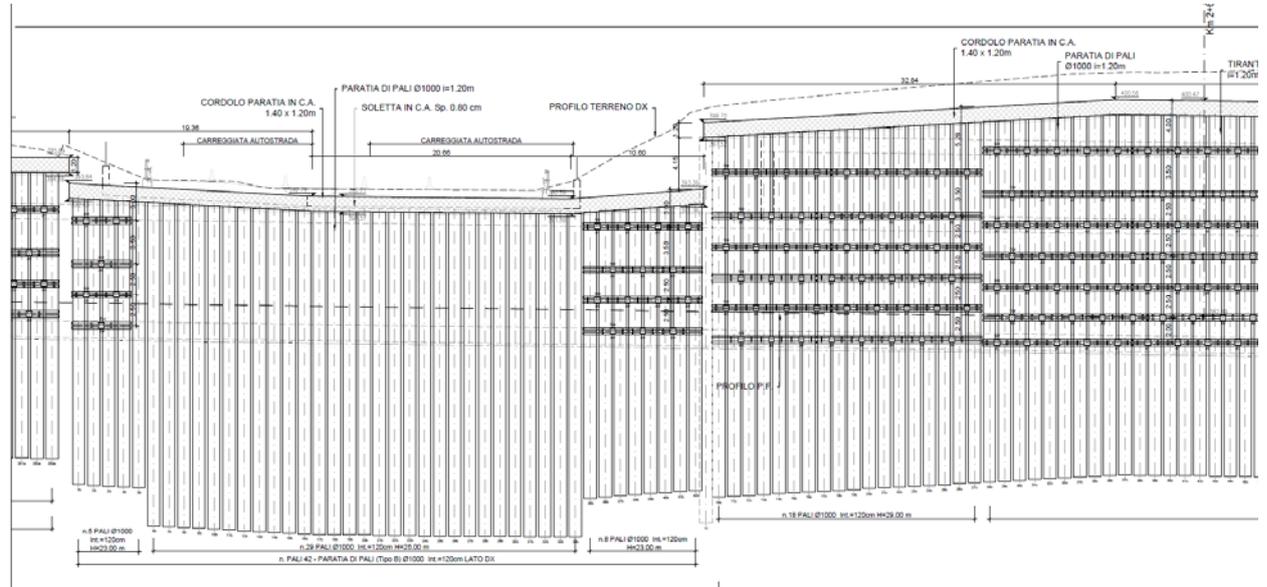
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	8 di 179



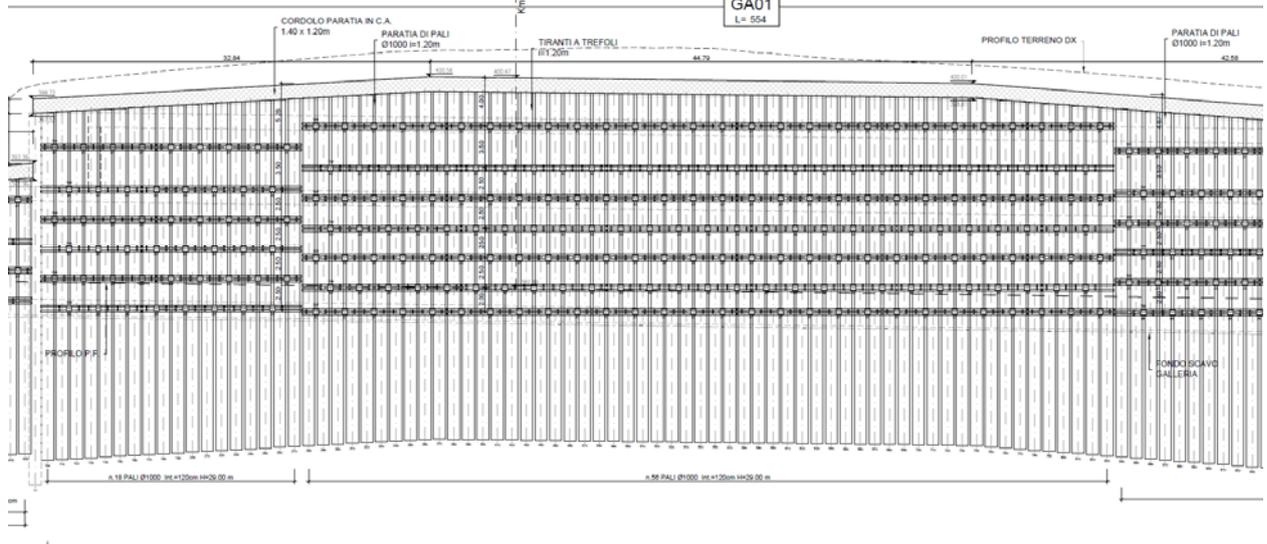
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	9 di 179



SCALA 1:200  
PARATIA DX GA01

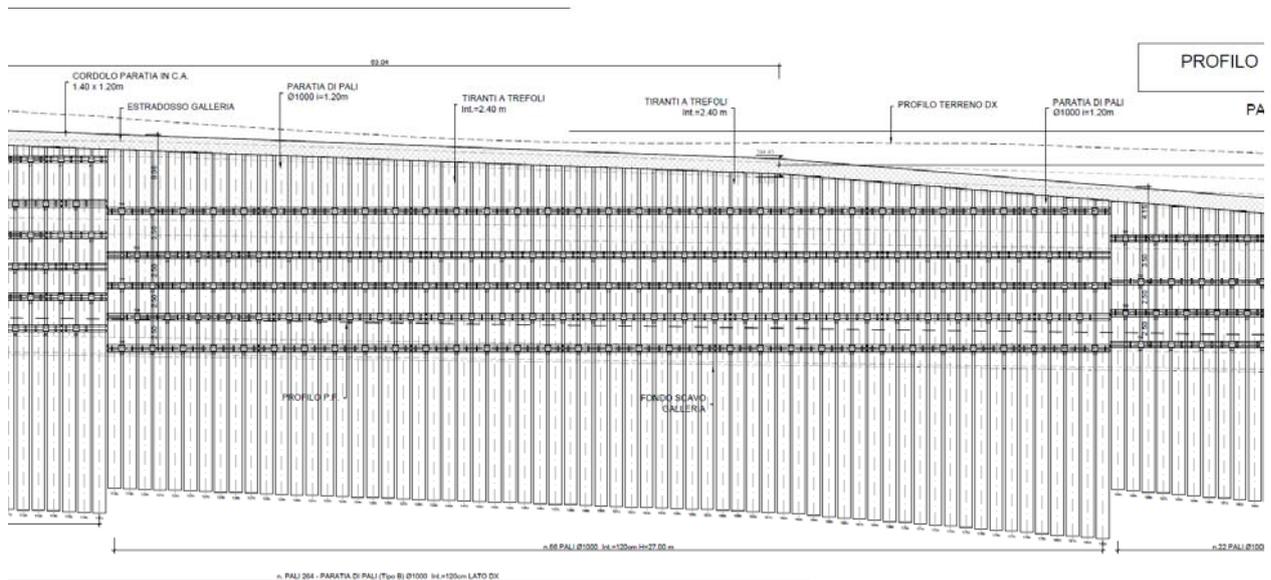
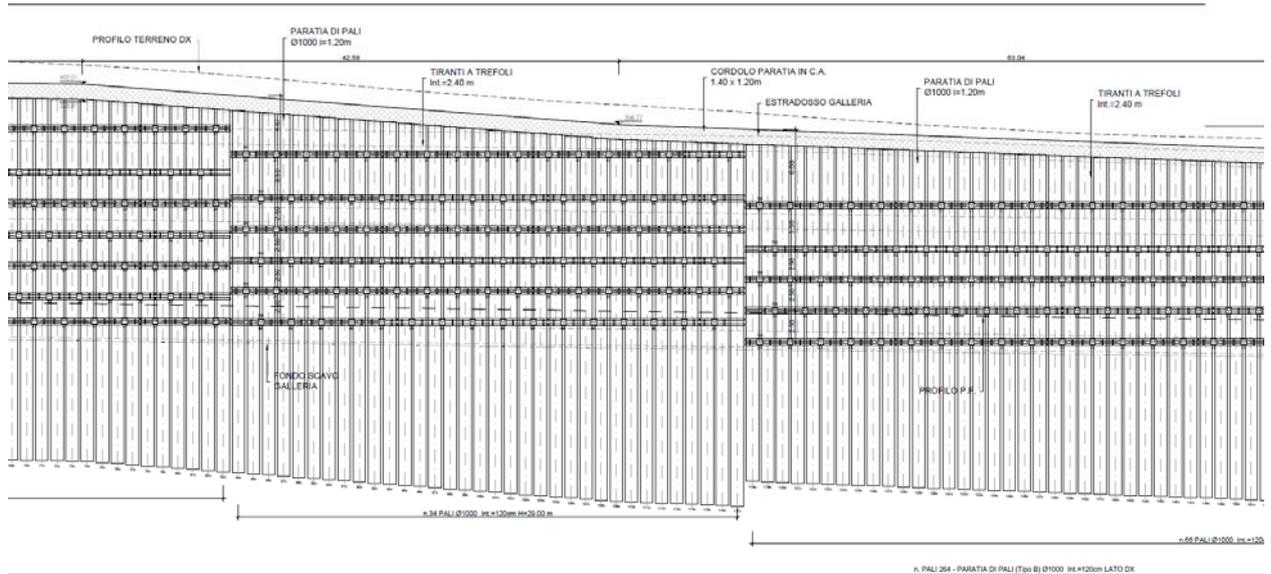


GA01  
L= 554

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	10 di 179



PROFILO

PA

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	11 di 179

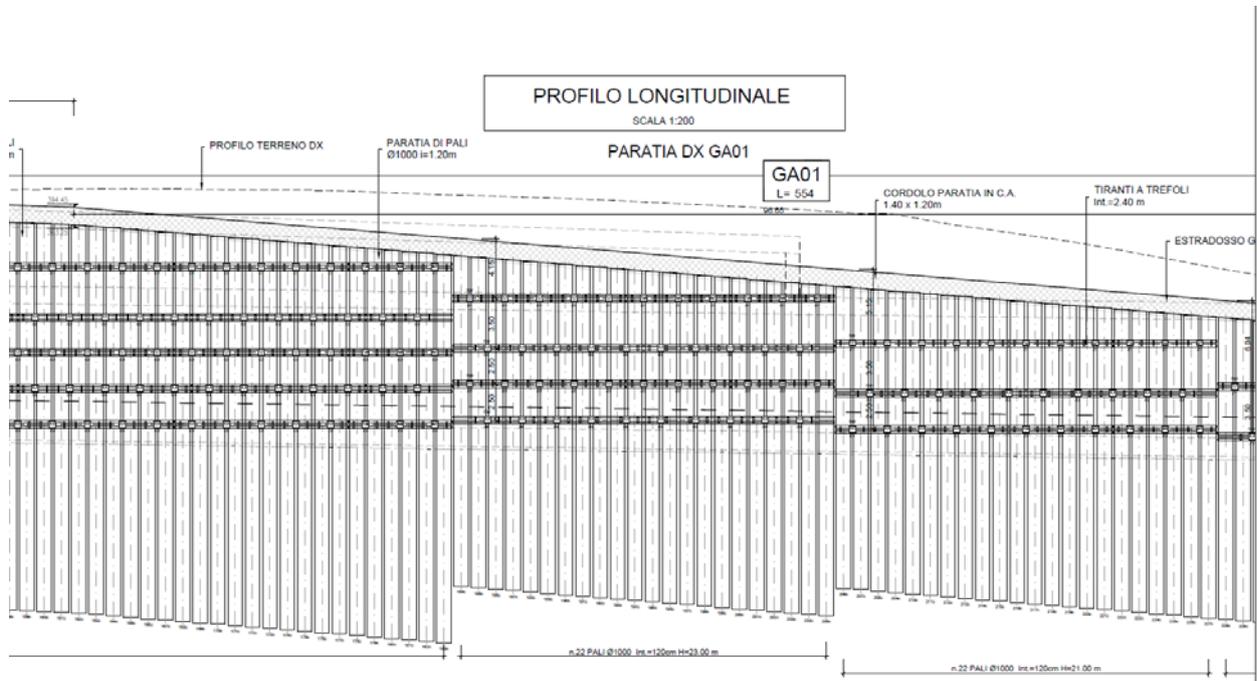


Figura 4 – Sviluppata della paratia di pali GA01

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	12 di 179

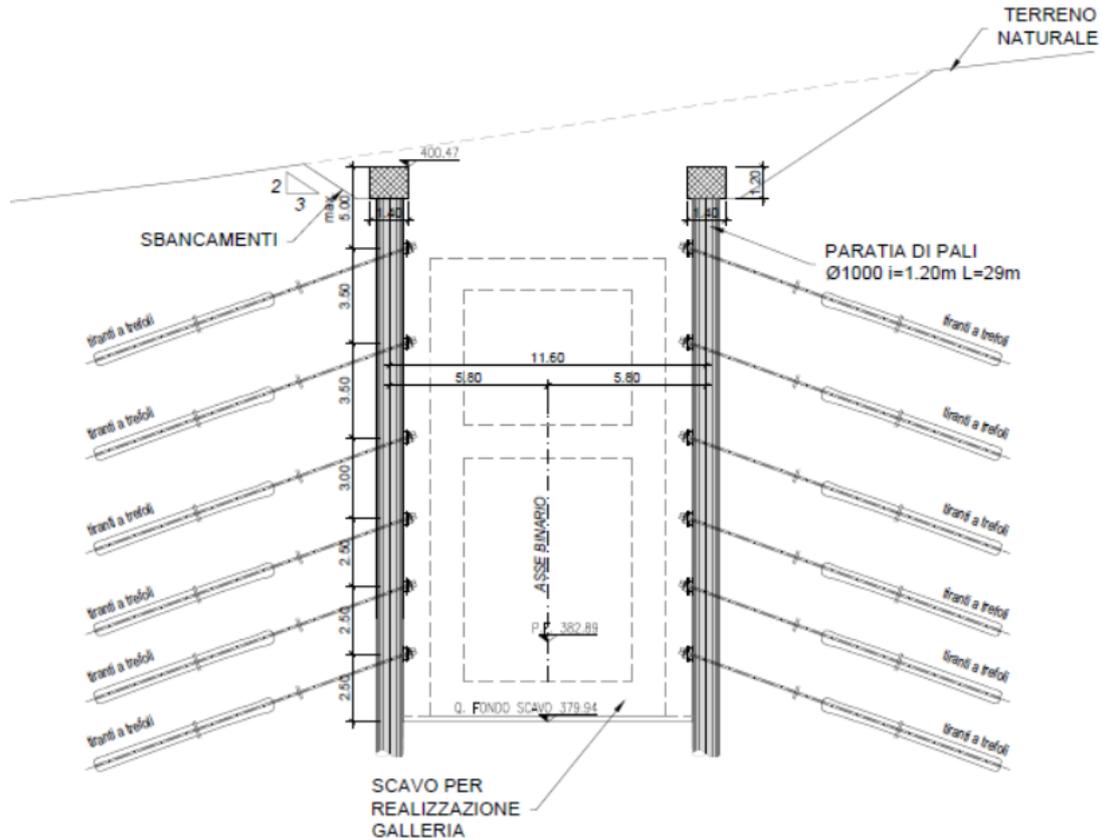


Figura 5 – Sezioni trasversali GA01

Al fine di risolvere l'interferenza con l'autostrada in esercizio sono state studiate delle fasi realizzative che prevedono a seguito della realizzazione dei pali l'esecuzione di una soletta di copertura per fasi in cui viene opportunamente deviato il traffico stradale. Per maggiori dettagli si rimanda all'apposito elaborato progettuale: RS3U.4.0.D.29.P9.GA.01.0.0.001 Fasi realizzative

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## 6 FASE CONOSCITIVA

Nella fase conoscitiva si acquisiscono gli elementi necessari alla caratterizzazione e modellazione geologica del sito e alla caratterizzazione e modellazione geotecnica del volume significativo del mezzo interessato dall'opera. Nel seguito si riporta un breve inquadramento geologico e la sintesi della caratterizzazione e modellazione geotecnica con specifico riferimento al volume significativo interessato dalle opere.

### 6.1 Inquadramento geologico

La galleria viene realizzata all'interno della formazione della TRV, ovvero formazione di Terravecchia- membro pelitico.

Per una dettagliata descrizione del modello geologico del sito si rimanda al documento "Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica".

### 6.2 Caratterizzazione e modellazione geotecnica

I risultati delle indagini geotecniche, in sito e di laboratorio, hanno permesso di definire il modello geotecnico, rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni/rocce interessati dalle opere.

#### 6.2.1 Definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici utilizzati nelle analisi

A partire dal piano campagna si incontra la litologia delle C (Coltri), a2 (Argilla e argilla limosa) del TRV (Formazione di Terravecchia- membro pelitico).

Lo strato di coltre e l'unità geotecnica a2 vengono trascurati.

U.G.	Distanza da p.c.	$\gamma$	$c'$	$\phi'$	$E_{op}$
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[MPa]
TRV	2.0-40	21	12	25	165
falda a -2.15 m					

Tabella 1. Parametri geotecnici caratteristici

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839  
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	14 di 179

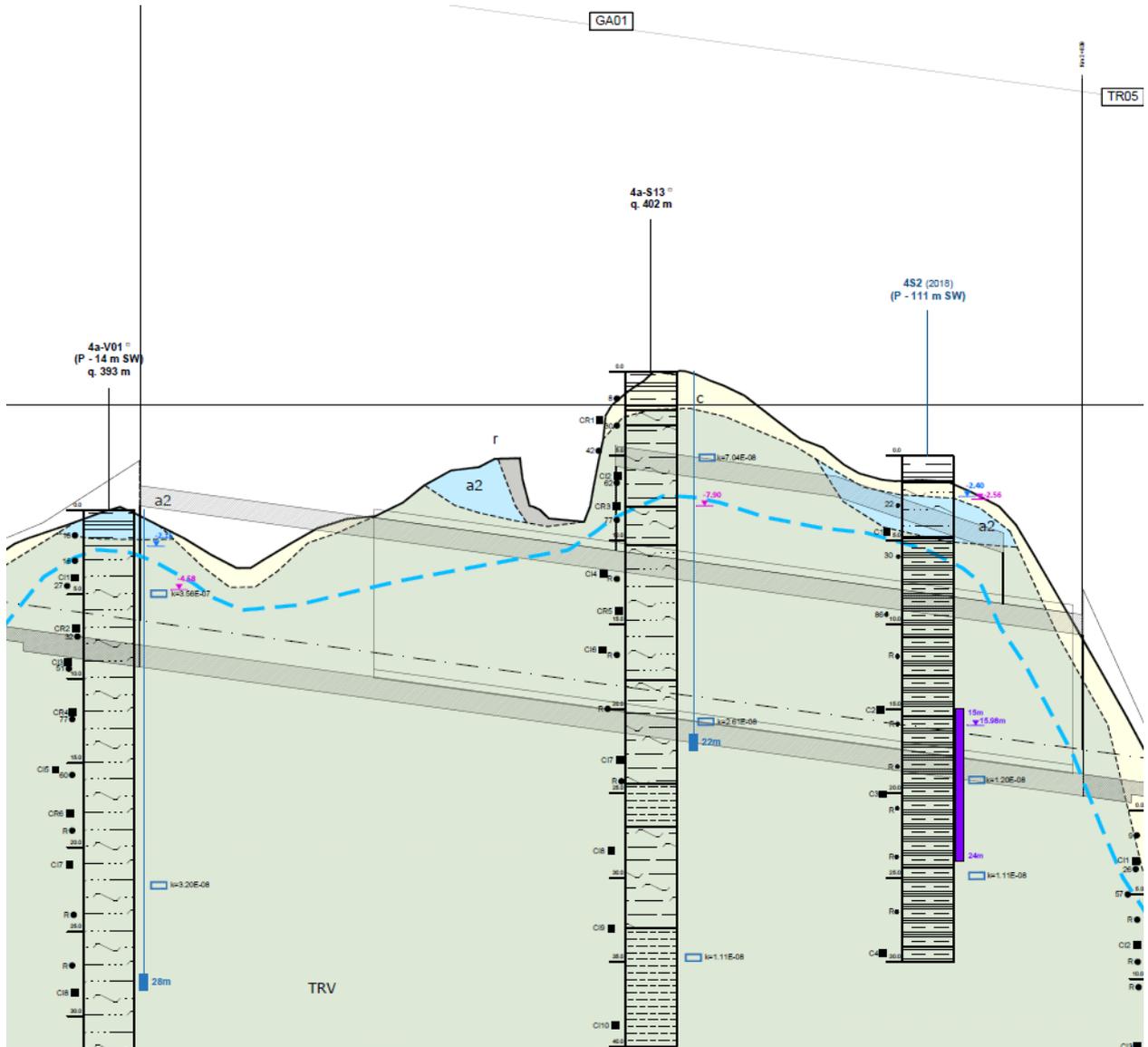


Figura 6. Profilo geologico della Galleria Artificiale GA01

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839  Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B	FOGLIO 15 di 179

### 6.3 Caratteristiche del sito e definizione dell'azione sismica

Le opere in progetto della Galleria GA01 interessano un sito con le seguenti coordinate geografiche: lat. = 37530084e long. = 14079472

Alle strutture di sostegno, trattandosi di opere provvisionali, si attribuisce un periodo di riferimento  $V_R = 35$  anni (cfr. tab. C2.4.I della Circolare 7/19).

Con riferimento alla probabilità di superamento dell'azione sismica,  $P_{V_R}$ , attribuita allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), nel periodo  $V_R$  dell'opera in progetto, si determina il periodo di ritorno  $T_R$  del sisma di progetto:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale è stato valutato con approccio semplificato (cfr. § 3.2.2 del DM 17/01/2018) basato sulla classificazione del sottosuolo sulla base dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, poiché le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni sono chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.3.II del DM 17/01/2018.

La categoria di suolo di riferimento è la categoria di suolo C.

Pertanto, tenendo conto dei fattori locali del sito, l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito è valutata con la relazione (cfr. cap. 7 DM 17/01/2018):

$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)$$

dove:

$a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido;

$S_s$  è il fattore di amplificazione stratigrafica del terreno, funzione della categoria del sottosuolo di fondazione e dei parametri sismici  $F_0$  e  $a_g/g$  (Tabella 3.2.IV del D.M. 17/01/2018);

$S_T$  è il fattore di amplificazione che tiene conto delle condizioni topografiche, il cui valore dipende dalla categoria topografica e dall'ubicazione dell'opera (Tabella 3.2.V del D.M. 17/01/2018).

I valori delle grandezze necessarie per la definizione dell'azione sismica per le opere sono riportati nella seguente tabella:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A) GALLERIE ARTIFICIALI</p>												
<p>GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOLIO</td> </tr> <tr> <td>RS3U</td> <td>04</td> <td>D 29 CL</td> <td>GA 01 00002</td> <td>B</td> <td>16 di 179</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	16 di 179
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO								
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	16 di 179								

**Tabella 1 – Parametri per la definizione dell’azione sismica di progetto**

	Galleria Artificiale GA01	
	Strutture di sostegno	
Coord. geografiche	Latitudine:37530084	Longitudine:14079472
$T_R$	332 (SLV)	
$a_g/g$	0.0069	
$F_0$	2.581	
Categoria sottosuolo	C	
$S_s$	1.50	
Categoria topografica	1	
$S_T$	1.00	
$a_{max}/g$	0.101	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839  Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA  <b>RS3U</b>	LOTTO  04	CODIFICA  D 29 CL	DOCUMENTO  GA 01 00002	REV.  B	FOGLIO  17 di 179

## 7 SOLUZIONI PROGETTUALI

### 7.1 Galleria artificiale GA01

#### 7.1.1 Opere di sostegno

L'opera di sostegno GA01 comprende

a) Una paratia tirantata su sette ordini realizzata con pali di diametro 1000 mm e interasse pari a 1.20 m. L'altezza massima di scavo è di circa 21.00m, mentre l'altra altezza valutata dimensionante al fine del calcolo è un'altezza media di circa 21.15 m.

I tiranti saranno disposti su più ordini a passo variabile (al fine di rispettare il passo dei pali della paratia). Tali tiranti si comporranno di più trefoli (da 4 e da 5) con un diametro del bulbo di 18 cm. La lunghezza massima del bulbo sarà di circa 11m. La lunghezza libera è valutata in base all'inclinazione del tirante di 20°, alla sua distanza dal piede della paratia e al valore di accelerazione massima in situ.

b) Una paratia tirantata su cinque ordini realizzata con pali di diametro 1000 mm e interasse pari a 1.20 m. L'altezza massima di scavo è di circa 20.10 m, mentre l'altra altezza valutata dimensionante al fine del calcolo è un'altezza media di circa 20.00 m. E' previsto un puntone in testa alla paratia.

I tiranti saranno disposti su più ordini a passo variabile (al fine di rispettare il passo dei pali della paratia). Tali tiranti si comporranno di più trefoli (da 4 e da 5) con un diametro del bulbo di 18 cm. La lunghezza massima del bulbo sarà di circa 10m. La lunghezza libera è valutata in base all'inclinazione del tirante di 20°, alla sua distanza dal piede della paratia e al valore di accelerazione massima in situ.

c) Una paratia tirantata su cinque ordini realizzata con pali di diametro 1000 mm e interasse pari a 1.20 m. L'altezza massima di scavo è di circa 18.10 m, mentre l'altra altezza valutata dimensionante al fine del calcolo è un'altezza media di circa 18.40 m.

I tiranti saranno disposti su più ordini a passo variabile (al fine di rispettare il passo dei pali della paratia). Tali tiranti si comporranno di più trefoli (da 4 e da 5) con un diametro del bulbo di 18 cm. La lunghezza massima del bulbo sarà di circa 10m. La lunghezza libera è valutata in base all'inclinazione del tirante di 20°, alla sua distanza dal piede della paratia e al valore di accelerazione massima in situ.

d) Una paratia tirantata su quattro ordini realizzata con pali di diametro 1000 mm e interasse pari a 1.20 m. L'altezza massima di scavo è di circa 16.20 m, mentre l'altra altezza valutata dimensionante al fine del calcolo è un'altezza media di circa 16.57 m.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839  Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA  <b>RS3U</b>	LOTTO  04	CODIFICA  D 29 CL	DOCUMENTO  GA 01 00002	REV.  B	FOGLIO  18 di 179

I tiranti saranno disposti su più ordini a passo variabile (al fine di rispettare il passo dei pali della paratia). Tali tiranti si comporranno di più trefoli (da 4 e da 5) con un diametro del bulbo di 18 cm. La lunghezza massima del bulbo sarà di circa 7m. La lunghezza libera è valutata in base all'inclinazione del tirante di 20°, alla sua distanza dal piede della paratia e al valore di accelerazione massima in situ.

e) Una paratia tirantata su tre ordini realizzata con pali di diametro 1000 mm e interasse pari a 1.20 m. L'altezza massima di scavo è di circa 13.30 m, mentre l'altra altezza valutata dimensionante al fine del calcolo è un'altezza media di circa 13.63 m.

I tiranti saranno disposti su più ordini a passo variabile (al fine di rispettare il passo dei pali della paratia). Tali tiranti si comporranno di più trefoli (da 4 e da 5) con un diametro del bulbo di 18 cm. La lunghezza massima del bulbo sarà di circa 5m. La lunghezza libera è valutata in base all'inclinazione del tirante di 20°, alla sua distanza dal piede della paratia e al valore di accelerazione massima in situ.

f) Una paratia tirantata su due ordini realizzata con pali di diametro 1000 mm e interasse pari a 1.20 m. L'altezza massima di scavo è di circa 11.20 m, mentre l'altra altezza valutata dimensionante al fine del calcolo è un'altezza media di circa 11.57 m.

I tiranti saranno disposti su più ordini a passo variabile (al fine di rispettare il passo dei pali della paratia). Tali tiranti si comporranno di 4 trefoli ciascuno con un diametro del bulbo di 18 cm. La lunghezza massima del bulbo sarà di circa 5m. La lunghezza libera è valutata in base all'inclinazione del tirante di 20°, alla sua distanza dal piede della paratia e al valore di accelerazione massima in situ.

g) Una paratia tirantata su un ordine realizzata con pali di diametro 1000 mm e interasse pari a 1.20 m. L'altezza massima di scavo è di circa 9.30 m, mentre l'altra altezza valutata dimensionante al fine del calcolo è un'altezza media di circa 9.80 m.

Il tirante si compone di 4 trefoli con un diametro del bulbo di 18 cm. La lunghezza massima del bulbo sarà di circa 5m. La lunghezza libera è valutata in base all'inclinazione del tirante di 20°, alla sua distanza dal piede della paratia e al valore di accelerazione massima in situ.

f) Una paratia non tiranta, con pali di diametro 1000 mm e interasse pari a 1.20 m. L'altezza massima di scavo è di circa 9.00m, mentre l'altra altezza valutata dimensionante al fine del calcolo è un'altezza media di circa 9.50m.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B	FOGLIO 19 di 179

### 7.1.2 Gestione della falda

La falda si trova a una profondità variabile lungo l'itinerario della paratia come è possibile osservare nel profilo geologico di Figura 6, la profondità minima della falda è pari a 2.15 m come misurata in sito in corrispondenza della verticale di indagine 4S2. Nei calcoli a favore di sicurezza per tenere conto di oscillazioni stagionali di falda si è assunta una profondità di falda pari a 1.15 m.

Prima dell'esecuzione dello scavo si sono installati wellpoints di lunghezza 21.5 m su due allineamenti posti a quinconce ad interasse 3.6 m inoltre si sono installati dreni con tubi in PVC rivestiti con geosintetico di lunghezza 6 m disposti su maglia quadrata di dimensione 2.4m.

Tali scelte progettuali permettono il drenaggio della falda in condizioni provvisorie che si abbassa fino a fondo scavo con il procedere dello scavo. Per tenere conto dell'eventuale intasamento dei sistemi di drenaggio messi in opera le ultime due fasi statica e sismica di progetto sono state valutate con un livello lato di falda lato monte posto a 2 m da fondo scavo.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## 8 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei diversi materiali impiegati nelle opere in progetto, con l'indicazione dei valori adottati nelle verifiche, nel rispetto delle indicazioni del DM 17/01/2018 e del "Manuale di progettazione delle opere civili" RFI DTC SI MA IFS 001 C .

### Strutture di sostegno provvisionali

<b>Calcestruzzo per pali</b>	
Classe di resistenza	C25/30
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0.85 f_{ck}/1.5 = 14.17 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3} = 29962 \text{ MPa}$

<b>Acciaio per tubi e profilati</b>	
Tipo	S 355 JR / S 275 JR
Tensione di rottura caratteristica	$f_{tk} \geq 510 / 430 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento di calcolo	cfr. 4.2.4 a 4.2.8 del D.M. 17/01/18

<b>Acciaio armonico per tiranti</b>	
Tipo	Trefoli da 0,6"
Tensione di rottura caratteristica	$f_{ptk} \geq 1860 \text{ MPa}$
Tensione elastica all'1% di deformazione	$f_{p(1)k} \geq 1670 \text{ MPa}$

<b>Acciaio per barre di armatura</b>	
Tipo	B450C
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391.3 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio	$\sigma_{lim} = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A) GALLERIE ARTIFICIALI					
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B	FOGLIO 21 di 179

## 9 CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE

Le verifiche sono state condotte in accordo con le prescrizioni e le indicazioni del DM 17/01/2018 e della Circolare n.7/19.

### 9.1 Opere di sostegno

#### 9.1.1 Azioni

Le azioni considerate per la verifica delle strutture di sostegno sono le seguenti:

- **azioni permanenti:** peso proprio degli elementi strutturali, spinta del terreno a monte e a valle dell'opera, carico fittizio simulante l'inclinazione del pendio a monte dell'opera opportunamente discretizzato in modo da simulare fedelmente il reale andamento del profilo topografico del pendio.
- **azioni variabili:** carico variabile sul piano campagna a monte della struttura di sostegno,  $Q_{1M}$ , atto a schematizzare nella fase costruttiva l'eventuale presenza di sovraccarichi di varia natura connessi alla realizzazione delle opere.
- **azione sismica:** l'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo è definita nel paragrafo 8.4.

#### 9.1.2 Approcci progettuali e metodi di verifica

Le verifiche delle strutture di sostegno sono state condotte nei riguardi dei seguenti stati limite ultimi (SLU):

- collasso del complesso opera-terreno;
- instabilità globale dell'insieme terreno-opera;
- sfilamento di uno o più ancoraggi;
- raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi,
- raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

Per le strutture di sostegno flessibili si adotta l'Approccio Progettuale 1 con le due combinazioni di coefficienti parziali (tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I del DM 17/01/2018):

- combinazione 1:  $A1 + M1 + R1$
- combinazione 2:  $A2 + M2 + R1$ .

Il dimensionamento geotecnico dell'opera è stato condotto con la verifica di stati limite ultimi GEO, applicando la Combinazione 2 ( $A2+M2+R1$ ). Per le verifiche di stati limite ultimi STR

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839  Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA  <b>RS3U</b>	LOTTO  04	CODIFICA  D 29 CL	DOCUMENTO  GA 01 00002	REV.  B	FOGLIO  22 di 179

l'analisi è stata condotta con la combinazione 1 (A1+M1+R1), applicando i coefficienti parziali A1 ( $\gamma = 1,3$ ) all'effetto delle azioni. A tale scopo, nelle analisi, i valori caratteristici dei carichi variabili sfavorevoli sono stati amplificati di un coefficiente pari a  $1,5/1,3 = 1,15$ .

Al fine di rispettare le richieste della Normativa in merito al modello geometrico di riferimento (§6.5.2.2 DM 17/01/2018) nel caso di opere in cui la funzione di sostegno è affidata alla resistenza del volume di terreno a valle dell'opera, la quota di valle è diminuita della quantità prevista, per opere vincolate:

$$\Delta h = \min (0.5; 10\% \Delta t)$$

in cui  $\Delta t$  è la differenza di quota tra il livello inferiore di vincolo e il fondo scavo.

Il corretto dimensionamento nei confronti degli SLU assicura che gli spostamenti dell'opera siano compatibili con le esigenze di funzionalità della stessa; pertanto, trattandosi di opere provvisionali, in assenza di fabbricati o altre opere da salvaguardare a ridosso delle stesse, non si ritengono necessarie ulteriori valutazioni di verifica nei confronti degli SLE.

Per le verifiche di stabilità globale è stato applicato l'Approccio 1- Combinazione 2 (A2+M2+R2 – tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I del DM 17/01/2018).

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), con riferimento alla configurazione finale dell'opera di sostegno. Per le verifiche in condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici sono pari all'unità. Si adotta il metodo pseudostatico, calcolando il coefficiente sismico orizzontale secondo le prescrizioni della normativa (DM 17/01/2018):

$$k_h = \alpha \cdot \beta \cdot \left( \frac{a_{max}}{g} \right)$$

dove:

- $a_{max}$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito,
- $\alpha$  è il coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 del DM 17/01/2018);
- $\beta$  è il coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 17/01/2018).

Per la definizione dell'azione sismica si rimanda al paragrafo 7.4. L'effetto del sisma sulle strutture di sostegno è ottenuto applicando un incremento di spinta (cfr § 7.11.6.3.1 del D.M. 17/01/2018 e § C7.11.6.3 della Circolare 7/19) del terreno valutato secondo la teoria di Mononobe-Okabe, agente direttamente sulla paratia secondo una distribuzione uniforme sull'intera altezza dell'opera.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839  Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA  <b>RS3U</b>	LOTTO  04	CODIFICA  D 29 CL	DOCUMENTO  GA 01 00002	REV.  B	FOGLIO  23 di 179

$$\Delta S_E = \left[ \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot (K_{aE} - K_a) \right] / H,$$

dove:  $\gamma$  rappresenta il peso dell'unità di volume della formazione con la quale l'opera interagisce,  $H$  rappresenta l'altezza totale dell'opera (comprensiva del tratto infisso),  $K_{aE}$  e  $K_a$  rappresentano i coefficienti di spinta attiva in condizioni sismiche e statiche rispettivamente.

Per la valutazione della spinta passiva si assume  $\alpha=1$  (§7.11.6.3 del DM 17/01/2018). Il coefficiente sismico verticale,  $k_v$ , si assume pari a 0 (§7.11.6.3 del DM 17/01/2018).

I coefficienti di spinta attiva sono determinati attraverso la relazione di Mononobe (1929) e Okabe (1926). I coefficienti di spinta passiva sono determinati attraverso la relazione di Lancellotta (2007). L'angolo di attrito terreno/struttura,  $\delta$ , si assume pari a 2/3 della resistenza al taglio del terreno naturale.

Le verifiche sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo PARATIE (Paratie Plus 2014.1).

Le verifiche di stabilità globale sono state condotte con il codice di calcolo SLOPE/W (GEO-SLOPE/W 2007).

### 9.1.3 Tiranti di ancoraggio

Gli Stati Limite Ultimi per questa tipologia di opere si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e del raggiungimento della resistenza dei materiali strutturali da cui sono composti.

Per il dimensionamento geotecnico, deve risultare verificata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

con specifico riferimento allo stato limite di sfilamento della fondazione dell'ancoraggio. La verifica di tale condizione è da effettuarsi con riferimento alla combinazione A1+M1+R3, utilizzando per i coefficienti A1 ed M1 i valori riportati nelle Tab. 6.2.I e Tab 6.2.II del DM 17/01/2018 e per le resistenze i valori riportati in Tab. 6.6.I del DM17/01/2018.

La verifica a sfilamento della fondazione dell'ancoraggio si esegue confrontando la massima azione di progetto ( $E_d$ ) con la resistenza di progetto  $R_{ad}$ , determinata applicando alla resistenza caratteristica  $R_{sk}$  i coefficienti parziali  $Y_R$  riportati nella tabella precedente, in funzione del tipo di ancoraggio.

Il valore caratteristico della resistenza allo sfilamento dell'ancoraggio è stato determinato utilizzando metodi analitici, pertanto il valore di questa deve essere assunto come il minore dei valori derivanti dall'applicazione dei fattori di correlazione  $\xi_{a3}$  e  $\xi_{a4}$  riportati in Tab. 6.6.II del DM 17/01/2018, in funzione del numero di verticali di indagine che consentono la completa

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B	FOGLIO 24 di 179

identificazione del modello geotecnico del sottosuolo per il terreno interessato dalle fondazioni degli ancoraggi.

Nella valutazione analitica della resistenza allo sfilamento degli ancoraggi, inoltre, si fa riferimento ai coefficienti parziali di sicurezza del terreno M1 (pertanto non vengono ridotte le caratteristiche dei terreni in cui le fondazioni degli ancoraggi verranno realizzate).

La lunghezza libera del tirante, in assenza di evento sismico è definita dall'intersezione con un piano inclinato di  $(45^\circ - \varphi/2)$  sulla verticale, parallelo al piano passante per il piede della paratia e da esso distante 0.20 h.

In presenza di evento sismico, con i tiranti attivi, secondo quanto proposto dal DM 17/01/2018 al § 7.11.6.4, la lunghezza libera da considerare è:

$$L_E = L_L \times (1 + 1.5 \times a_{\max}/g)$$

dove:

$L_E$ : lunghezza libera in condizioni sismiche

$L_L$ : lunghezza libera in condizioni statiche

#### 9.1.4 Stabilità globale

In accordo con le indicazioni del DM 17/01/2018 § 6.8.2, le verifiche di sicurezza SLU sono state condotte secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2), in cui A2 sono i coefficienti moltiplicativi delle azioni e M2 e R2 sono i coefficienti riduttivi dei parametri di resistenza dei materiali e della resistenza globale del sistema. Il rapporto tra  $R_d$  ed  $E_d$  dovrà risultare sempre maggiore o uguale a  $\gamma_R = 1.1$  in condizioni statiche per assicurare che la verifica di sicurezza richiesta da normativa sia rispettata.

Per le verifiche sismiche si applicano gli stessi criteri ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§7.11.1 e § 7.11.4 del DM 17/01/2018) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a  $\alpha_R = 1.2$ . (§ 7.11.4 del DM 17/01/2018).

Per la valutazione della superficie di scorrimento critica (ed in generale di tutte le superfici di scorrimento) è stato utilizzato il metodo di Morgenstern & Price.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi SLV, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_h = k_h \cdot W \quad \text{ed} \quad F_v = k_v \cdot W$$

con  $k_h$  e  $k_v$  pari rispettivamente ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{\max}/g \quad \text{e} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B	FOGLIO 25 di 179

in cui:

- $\beta_s$ : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- $a_{max}$ : accelerazione orizzontale massima attesa al sito (cfr. §7.4).
- g: accelerazione di gravità.

Il valore di  $\beta_s$  è assunto pari a 0.38 coerentemente con le indicazioni del §7.11.4 delle DM 17/01/2018.

## 10 VERIFICA DELLE OPERE

### 10.1 Opere di sostegno

Sono state verificate le seguenti sezioni:

- a: paratia frontale H= 29 m: 7 tiranti
- b: paratia frontale H= 29 m: 6 tiranti
- c: paratia frontale H= 27 m: 5 tiranti
- d: paratia frontale H= 23 m: 4 tiranti
- e: paratia frontale H= 21m: 3 tiranti
- f: paratia frontale H= 21m: 2 tiranti
- g: paratia frontale H= 15m: 1 tirante
- h: paratia frontale H= 15m;
- i: paratia frontale (interferenza autostrada) H= 26m.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	26 di 179

### 10.1.1 a\_Paratia frontale H=29m – 7 tiranti

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell'opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

Terroni	c [kPa]	$\phi$ [°]
TRV_rev Limo	12	25

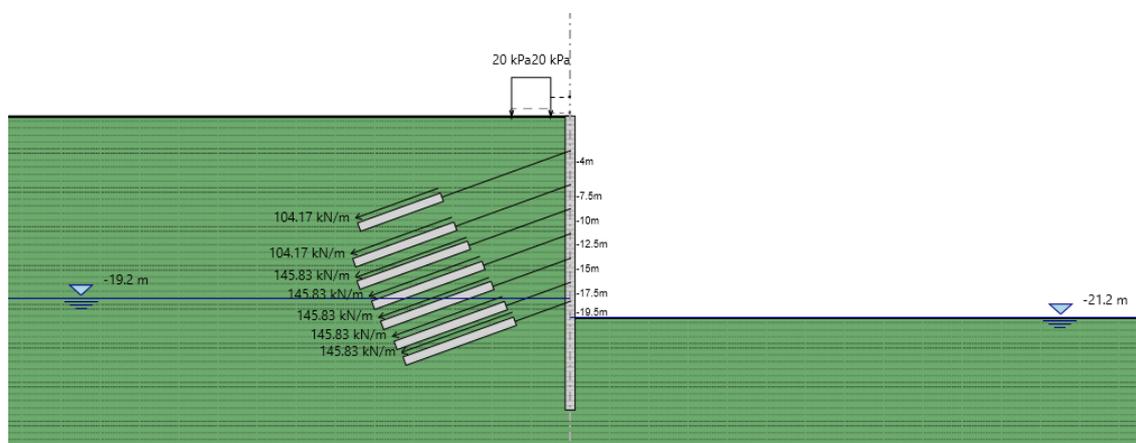


Figura 7. Schema di calcolo paratia

Tabella 2. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali $\phi$ 1000 ad interasse 1.20 m
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 29.00\text{m}$
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 21.00\text{ m}$
Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2) (da estradosso cordolo)	$H_1 = H + \min [0.5; 10\%\Delta t] = 21.20\text{ m}$
Ordini di tiranti (n°)	7
Passo orizzontale tiranti	da 2.40 m
Passo verticale dei tiranti	da 2.00 a 3.50 m
Inclinazione del piano campagna a monte	0°
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi permanenti a monte	$g = 0\text{ kPa}$
Sovraccarichi permanenti a valle	$g = 0\text{ kPa}$
Sovraccarichi accidentali a monte	$q = 20\text{ kPa}$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Sovraccarichi variabili a valle	q = 0 kPa
---------------------------------	-----------

Tabella 3. Parametri geotecnici di calcolo

Terreno	$z_f$	$\gamma$	$c'$	$\phi$	$c_u$
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]
TRV	-	21	12	25	200

Tabella 4. Parametri per l'analisi sismica

Terreno	Condizione	Categoria sottosuolo	Categoria topografica	$a_g/g$	$S$	$a_{max}/g$	$u_s$	$\beta$
		[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
TRV	SLV	C	T1	0.0069	1.5	0.101	0.1	0.52

### Fasi di calcolo

- 1) Gelostatico e carico permanente del versante a monte della paratia di pali, quota di falda a 1.15 m da p.c.;
- 2) Prescavo fino a quota testa palo;
- 3) Realizzazione dei pali della paratia;
- 4) Primo scavo a quota 4.50 m da estradosso cordolo;
- 5) Posa del primo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 6) Secondo scavo a quota 8.00m da estradosso cordolo;
- 7) Posa del secondo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 8) Terzo scavo a quota 10.50 m da estradosso cordolo;
- 9) Posa del terzo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 10) Quarto scavo a quota 13.00 m da estradosso cordolo;
- 11) Posa del quarto ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 12) Quinto scavo a quota 15.50 m da estradosso cordolo;
- 13) Posa del quinto ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 14) Sesto scavo a quota 18.00 m da estradosso cordolo;
- 15) Posa del sesto ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 16) Settimo scavo a quota 20.00 m da estradosso cordolo;
- 17) Posa del settimo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 18) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la "Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)";
- 19) Innalzamento della falda fino a due metri sopra il fondo scavo, dovuto a un ipotetico intasamento dei dreni.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## Risultati delle analisi e verifiche

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente.

### Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno – deformata dell'opera di sostegno

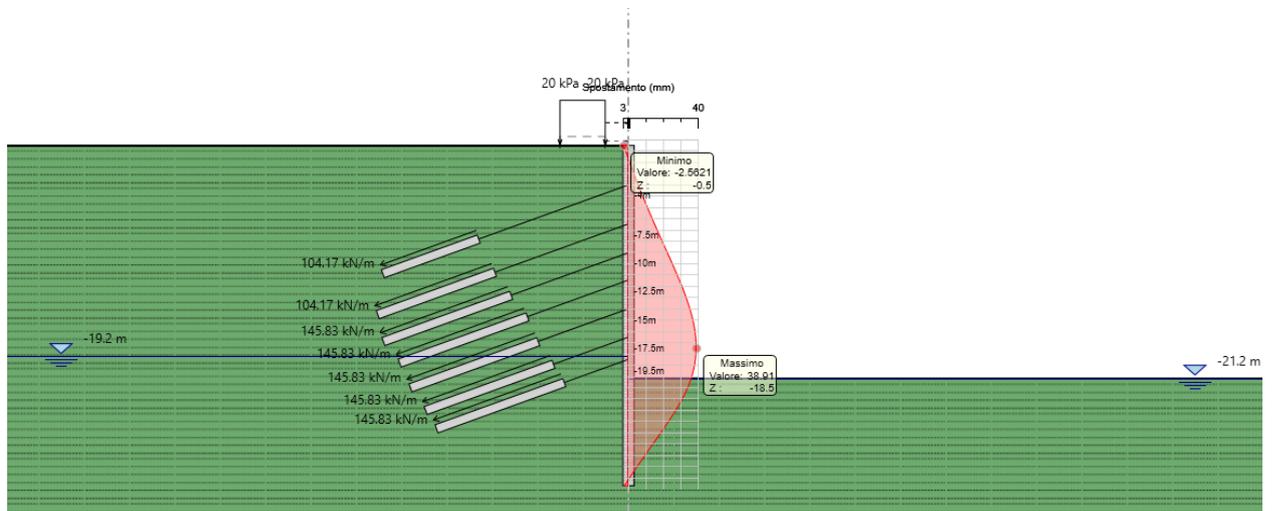


Figura 8. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

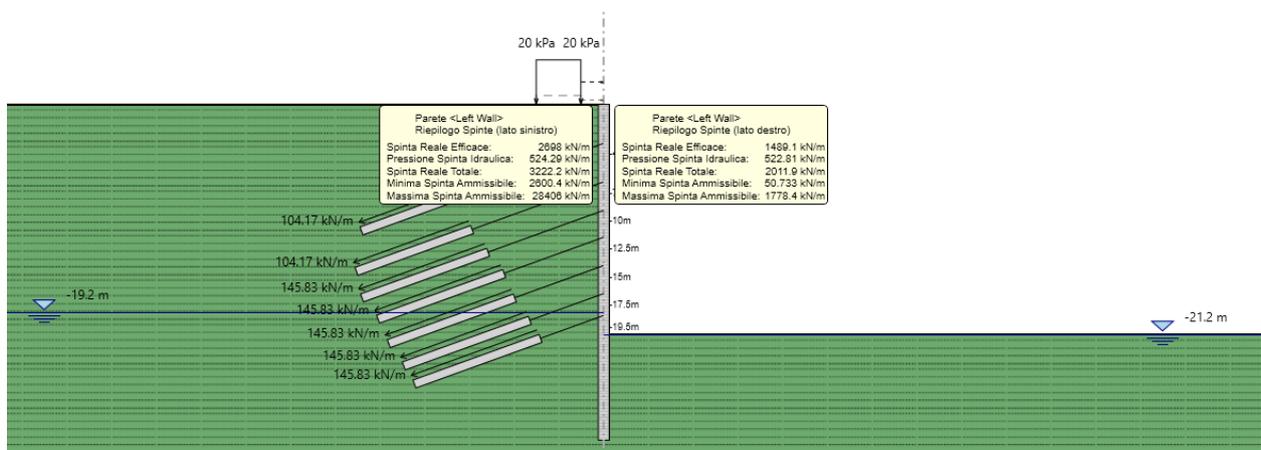


Figura 9. Riepilogo spinte SLU

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

– Verifica tiranti

*Tabella 5. Geometrie ordini tiranti a trefoli*

Ordine tirante	i	Quota da testa cordolo	L <sub>libera statica</sub>	L <sub>libera sismica</sub>	n° trefoli	L <sub>libera di progetto</sub>	L <sub>fondazione bulbo</sub>	L <sub>totale</sub>
[-]	[°]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
I	20	4	12.12	13.96	4	14	7	23
II	20	7.5	10.73	12.40	4	12.5	11	23.5
III	20	10	9.35	10.77	5	11	12	23
IV	20	12.5	8.19	9.43	5	9.5	12	21.5
V	20	15	7.03	8.10	5	8.5	12	20.5
VI	20	17.5	5.88	6.77	5	7	12	19
VII	20	19.5	4.95	5.70	5	6	12	18

*Tabella 6. Tensioni di aderenza bulbi di ancoraggio*

ordine	Diam.Perf. [cm]	coeff. sbulbam.	T-ader. [kPa]	ξ
I	18	1.2	83	1.8
II	18	1.2	83	1.8
III	18	1.2	111	1.8
IV	18	1.2	111	1.8
V	18	1.2	111	1.8
VI	18	1.2	111	1.8
VII	18	1.2	111	1.8

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	30 di 179

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE STATICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	$\tau$ terr-fond.	Diametro perf.	$\gamma_R$	$\alpha D$	$\gamma_{azioni}$	$\alpha$	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	2.4	149.94	9	83	18	1.15	21.6	1.3	1.2	442.6	359.9	1.230	sì	sì
2	2.4	172.1	11	83	18	1.15	21.6	1.3	1.2	540.9	413.0	1.310	sì	sì
3	2.4	257.04	12	111	18	1.15	21.6	1.3	1.2	786.8	616.9	1.275	sì	sì
4	2.4	280.65	12	111	18	1.15	21.6	1.3	1.2	786.8	673.6	1.168	sì	sì
5	2.4	290.73	12	111	18	1.15	21.6	1.3	1.2	786.8	697.8	1.128	sì	sì
6	2.4	279.92	12	111	18	1.15	21.6	1.3	1.2	786.8	671.8	1.171	sì	sì
7	2.4	243.93	12	111	18	1.15	21.6	1.3	1.2	786.8	585.4	1.344	sì	sì

Figura 10. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni statiche

Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	$\tau$ terr-fond.	Diametro perf.	$\gamma_R$	$\alpha D$	$\gamma_{azioni}$	$\alpha$	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	2.4	125.6	9	83	18	1.15	21.6	1	1.2	440.8	301.4	1.462	sì	sì
2	2.4	149	11	83	18	1.15	21.6	1	1.2	538.7	358.5	1.503	sì	sì
3	2.4	224.45	12	111	18	1.15	21.6	1	1.2	786.0	538.7	1.459	sì	sì
4	2.4	248.84	12	111	18	1.15	21.6	1	1.2	786.0	597.2	1.316	sì	sì
5	2.4	261.84	12	111	18	1.15	21.6	1	1.2	786.0	628.4	1.251	sì	sì
6	2.4	259.16	12	111	18	1.15	21.6	1	1.2	786.0	622.0	1.264	sì	sì
7	2.4	234.87	12	111	18	1.15	21.6	1	1.2	786.0	563.7	1.394	sì	sì

Figura 11. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni sismiche

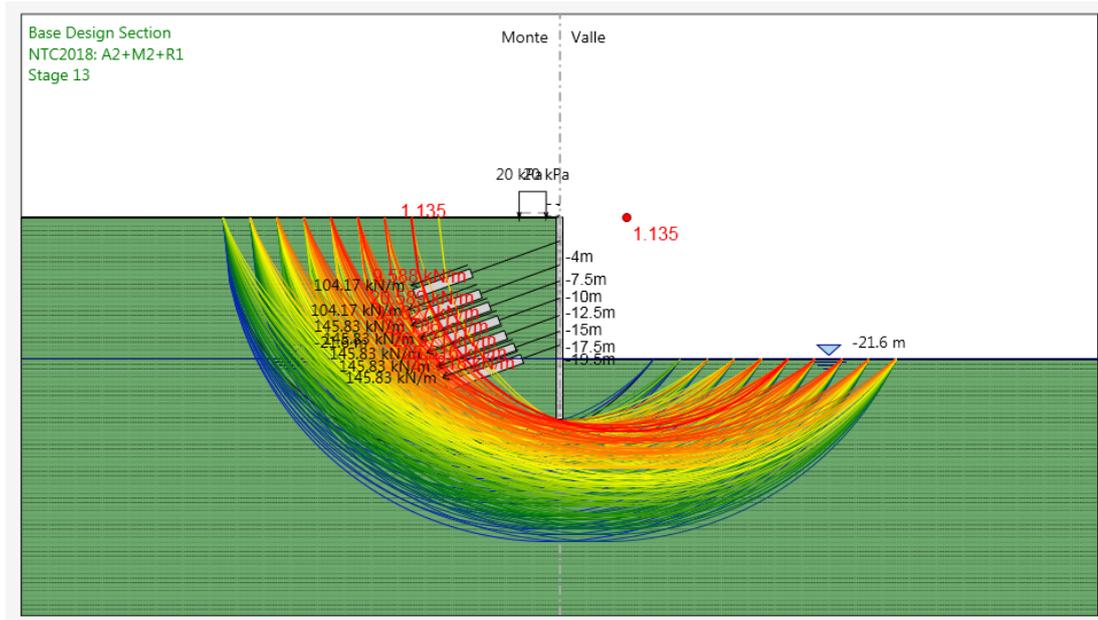
Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni sismiche sono soddisfatte.

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	31 di 179

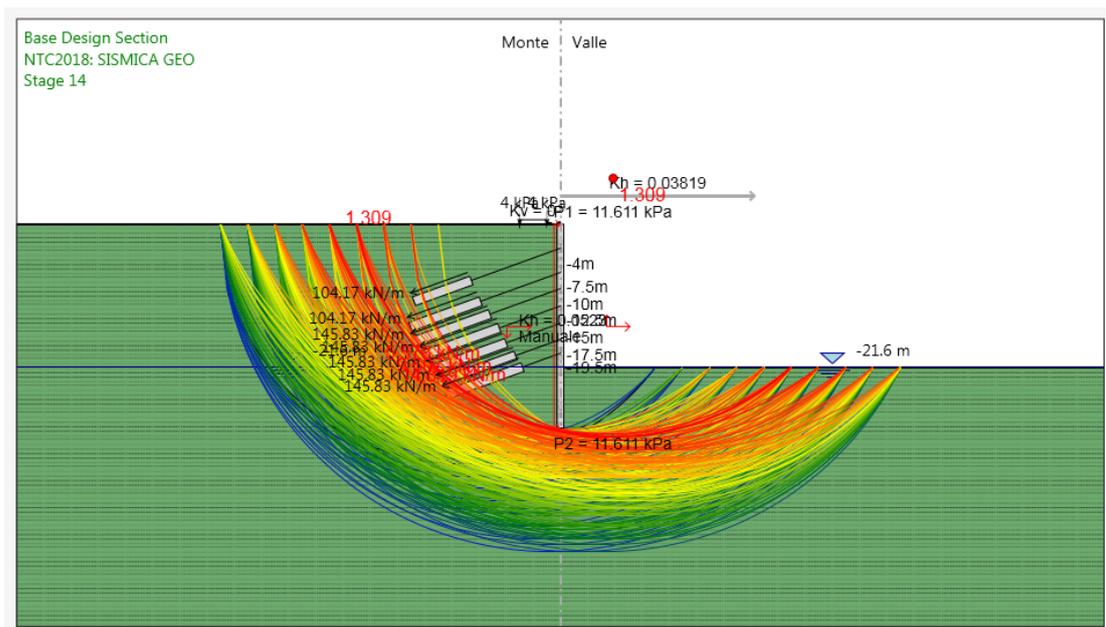
Relazione di calcolo opere provvisionali

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni statiche



FS=1.135

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni simiche GEO



FS=1.309

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## 1) Verifiche SLU STR

- Verifica del palo in c.a.

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a., avente diametro 1000 mm, passo 1.20 m, armato con 2 ordini di barre di diametro 26 mm (28 esterne + 20 interne, 48 complessive) con copriferro di 85 mm.

Tabella 7. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a.

COMBINAZIONI GABBIA 1 (a palo)			
	Mmax	Tmax	Nmax
	KN	KN	KN
SLU	1628.5	330.2	382.9
SLU	1423.4	384.0	414.3
SLV	1576.7	20.3	390.7
SLV	697.7	293.6	271.0

Tabella 8. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	644028	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	22	$\phi$	26.0
Asl	11680	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.018					
$\rho_1$	0.018		Vrd	416.0	kN	
vmin	0.325		Ved	384	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	1.08	-	
Vrd	416008	N				
Non necessita di armatura a taglio						

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Tabella 9. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	644028	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	22	$\phi$	26.0
Asl	11680	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.018					
$\rho_1$	0.018		Vrd	416.0	kN	
vmin	0.325		Ved	294	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	1.42	-	
Vrd	416008	N				
Non necessita di armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio. Le verifiche risultano essere soddisfatte in entrambe le condizioni, tuttavia si predispone un'armatura a taglio avente diametro 12mm, passo 20 cm.

### Condizioni statiche

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	26.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30
Raggio circ.:	50.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

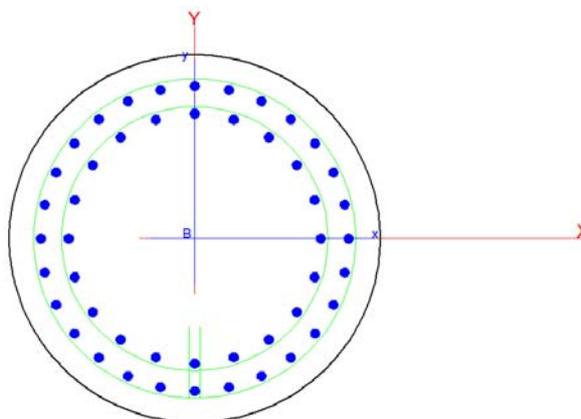
N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	28	26
2	0.0	0.0	34.0	20	26

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	38288	162852	0	0	0
2	41430	142344	0	0	0

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B



## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm<sup>2</sup>]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	38288	162852	0	38266	302424	0	1.86	254.8(23.6)
2	S	41430	142344	0	41460	302910	0	2.13	254.8(23.6)

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Xc max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Yc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	50.0	0.00269	0.0	41.5	-0.00517	0.0	-41.5

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	36 di 179

2      0.00350                      0.0      50.0      0.00270                      0.0      41.5      -0.00514                      0.0      -41.5

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c      Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d      Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid.      Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000094730	-0.001236505	----	----
2	0.000000000	0.000094442	-0.001222090	----	----

#### Condizioni sismiche

##### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza:      Resistenze in campo sostanzialmente elastico  
Tipologia sezione:      Sezione generica di Pilastro  
Normativa di riferimento:      N.T.C.  
Percorso sollecitazione:      A Sforzo Norm. costante  
Riferimento Sforzi assegnati:      Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicità:      Zona non sismica

##### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	26.00	daN/cm <sup>2</sup>	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>	
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

##### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:      Circolare  
Classe Conglomerato:      C25/30

Raggio circ.:      50.0 cm  
X centro circ.:      0.0 cm  
Y centro circ.:      0.0 cm

##### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	37 di 179

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre  
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate  
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate  
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza  
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	28	26
2	0.0	0.0	34.0	20	26

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	39074	157668	0	0	0
2	27096	69772	0	0	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	39074	157668	0	39074	216085	0	1.37	254.8(23.6)
2	S	27096	69772	0	27113	213577	0	3.06	254.8(23.6)

#### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
Xc max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b></p>												
<p>GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839</p> <p>Relazione di calcolo opere provvisionali</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOLIO</td> </tr> <tr> <td><b>RS3U</b></td> <td>04</td> <td>D 29 CL</td> <td>GA 01 00002</td> <td>B</td> <td>38 di 179</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	38 di 179
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO								
<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	38 di 179								

Yc max      Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min      Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min      Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min      Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max      Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max      Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max      Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00158	0.0	50.0	0.00125	0.0	41.5	-0.00196	0.0	-41.5
2	0.00156	0.0	50.0	0.00123	0.0	41.5	-0.00196	0.0	-41.5

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c      Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d          Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid.      Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000038683	-0.000351174	----	----
2	0.000000000	0.000038380	-0.000363714	----	----

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

– Verifica dei trefoli in acciaio dei tiranti

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE STATICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	$\gamma_{azioni}$	$\gamma_s$	$\gamma_R$	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	2.4	149.94	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	467.8	1.726	si
2	4	2.4	172.1	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	537.0	1.504	si
3	5	2.4	257.04	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	802.0	1.258	si
4	5	2.4	280.65	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	875.6	1.153	si
5	5	2.4	290.73	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	907.1	1.113	si
6	5	2.4	279.92	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	873.4	1.156	si
7	5	2.4	243.93	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	761.1	1.326	si

Figura 12. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni statiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	$\gamma_{azioni}$	$\gamma_s$	$\gamma_R$	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	2.4	125.6	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	301.4	2.679	si
2	4	2.4	149.36	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	358.5	2.252	si
3	5	2.4	224.45	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	538.7	1.874	si
4	5	2.4	248.84	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	597.2	1.690	si
5	5	2.4	261.84	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	628.4	1.606	si
6	5	2.4	259.16	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	622.0	1.623	si
7	5	2.4	234.87	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	563.7	1.790	si

Figura 13. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni sismiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni sismiche sono soddisfatte.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	40 di 179

– Verifica travi di ripartizione

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 1 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	149.94	2.4	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160 2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	125.6															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti					Verifiche		controllo classe sezione (*)		
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	M <sub>el,Rd</sub>	M <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub>	V <sub>pl,rd</sub>	M <sub>rd/Med</sub>	V <sub>rd/Ved</sub>	X	Y		
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/τ <sub>f</sub>	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>		
STATICO	43.18272	89.964	1.3	56.13754	116.9532	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.13	>1	2.937508	>1	4.69	7.322548621
SISMICO	36.1728	75.36	1	36.1728	75.36	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	3.31	>1	4.558796	>1		

**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE**

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 14. Verifica della trave di ripartizione del primo ordine di tiranti

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>												
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td><b>RS3U</b></td> <td>04</td> <td>D 29 CL</td> <td>GA 01 00002</td> <td>B</td> <td>41 di 179</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	41 di 179
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	41 di 179								

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 2 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	172	2.4	S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	149															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,Rd	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	49.5648	103.26	1.3	64.43424	134.238	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.86	>1	2.559267	>1
SISMICO	43.01568	89.616	1	43.01568	89.616	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.78	>1	3.833589	>1

**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE**

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 15. Verifica della trave di ripartizione del secondo ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	42 di 179

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 3 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	257.04		S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	224.45	2.4														

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)			
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,r	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y		
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/τf	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>		
STATICO	74.02752	154.224	1.3	96.23578	200.4912	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.24	>1	1.713546	>1	4.69	7.322548621
SISMICO	64.6416	134.67	1	64.6416	134.67	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.85	>1	2.551057	>1		

### CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 16. Verifica della trave di ripartizione del terzo ordine di tiranti

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>												
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td><b>RS3U</b></td> <td>04</td> <td>D 29 CL</td> <td>GA 01 00002</td> <td>B</td> <td>43 di 179</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	43 di 179
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	43 di 179								

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 4 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	280.65	2.4	S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	248.84															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,r	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	80.8272	168.39	1.3	105.0754	218.907	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.14	>1	1.569392	>1
SISMICO	71.66592	149.304	1	71.66592	149.304	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.67	>1	2.301016	>1

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE	
Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub> 355 [MPa]
Coefficiente ε	ε 0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>	
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c 104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub> 8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub> 13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione	<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione	<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>	
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c 61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub> 13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub> 4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione	<b>CLASSE 1</b>

Figura 17. Verifica della trave di ripartizione del quarto ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	44 di 179

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 5 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	fyk	$\gamma_{M0}$	fyd	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	Wel	Wpl	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	290.73		S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	261.84	2.4														

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	$\gamma_A$	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,Rd	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/fy) <sup>0.5</sup>
STATICO	83.73024	174.438	1.3	108.8493	226.7694	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.10	>1	1.514979	>1
SISMICO	75.40992	157.104	1	75.40992	157.104	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.59	>1	2.186774	>1

### CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	$f_y$	355 [MPa]
Coefficiente $\epsilon$	$\epsilon$	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	$t_w$	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	$c/t_w$	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	$t_f$	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	$c/t_f$	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 18. Verifica della trave di ripartizione del quinto ordine di tiranti

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>												
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td><b>RS3U</b></td> <td>04</td> <td>D 29 CL</td> <td>GA 01 00002</td> <td>B</td> <td>45 di 179</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	45 di 179
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	45 di 179								

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 6 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	279.92		S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	259.16	2.4														

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,r	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	80.61696	167.952	1.3	104.802	218.3376	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.14	>1	1.573485	>1
SISMICO	74.63808	155.496	1	74.63808	155.496	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.60	>1	2.209387	>1

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE	
Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub> 355 [MPa]
Coefficiente ε	ε 0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>	
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c 104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub> 8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub> 13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione	<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione	<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>	
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c 61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub> 13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub> 4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione	<b>CLASSE 1</b>

Figura 19. Verifica della trave di ripartizione del sesto ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	46 di 179

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 7 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	243.93					338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	234.87	2.4	S355	355	1.05											

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)			
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,r	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y		
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>		
STATICO	70.25184	146.358	1.3	91.32739	190.2654	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.31	>1	1.80564	>1	4.69	7.322548621
SISMICO	67.64256	140.922	1	67.64256	140.922	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.77	>1	2.43788	>1		

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE		
Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>r</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>r</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 20. Verifica della trave di ripartizione del settimo ordine di tiranti

Le verifiche delle travi di ripartizione in condizioni statiche e sismiche sono soddisfatte.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

### 10.1.2 b\_Paratia frontale H=29m – 6 tiranti

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell'opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

Terroni	c [kPa]	φ [°]
TRV_rev Limo	12	25

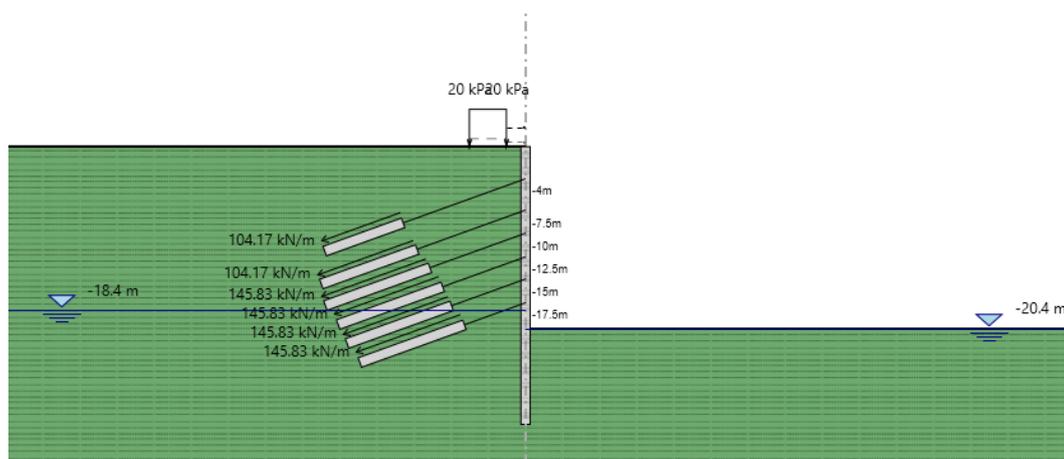


Figura 21. Schema di calcolo paratia

Tabella 10. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali $\phi 1000$ ad interasse 1.2 m
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 29.00\text{m}$
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 20.10\text{ m}$
Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2) (da estradosso cordolo)	$H_1 = H + \min [0.5; 10\% \Delta t] = 20.40\text{ m}$
Ordini di tiranti (n°)	6
Passo orizzontale tiranti	da 2.40 m
Passo verticale dei tiranti	da 2.50 a 3.50 m
Inclinazione del piano campagna a monte	0°
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi permanenti a monte	$g = 0\text{ kPa}$
Sovraccarichi permanenti a valle	$g = 0\text{ kPa}$
Sovraccarichi accidentali a monte	$q = 20\text{ kPa}$

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3U	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Sovraccarichi variabili a valle	q = 0 kPa
---------------------------------	-----------

Tabella 11. Parametri geotecnici di calcolo

Terreno	zf	$\gamma$	c'	$\phi$	cu
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]
TRV	-	21	12	25	200

Tabella 12. Parametri per l'analisi sismica

Terreno	Condizione	Categoria sottosuolo	Categoria topografica	ag/g	S	amax/g	us	$\beta$
		[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
TRV	SLV	C	T1	0.0069	1.5	0.101	0.1	0.52

### Fasi di calcolo

- 1) Geostatico e carico permanente del versante a monte della paratia di pali, quota di falda a 1.15 m da p.c.;
- 2) Prescavo fino a quota testa palo;
- 3) Realizzazione dei pali della paratia;
- 4) Primo scavo a quota 4.50 m da estradosso cordolo;
- 5) Posa del primo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 6) Secondo scavo a quota 8.00m da estradosso cordolo;
- 7) Posa del secondo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 8) Terzo scavo a quota 10.50 m da estradosso cordolo;
- 9) Posa del terzo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 10) Quarto scavo a quota 13.00 m da estradosso cordolo;
- 11) Posa del quarto ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 12) Quinto scavo a quota 15.50 m da estradosso cordolo;
- 13) Posa del quinto ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 14) Sesto scavo a quota 18.00 m da estradosso cordolo;
- 15) Posa del sesto ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 16) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la "Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)";
- 17) Innalzamento della falda fino a due metri sopra il fondo scavo, dovuto a un ipotetico intasamento dei dreni.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## Risultati delle analisi e verifiche

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente.

### Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno – deformata dell'opera di sostegno

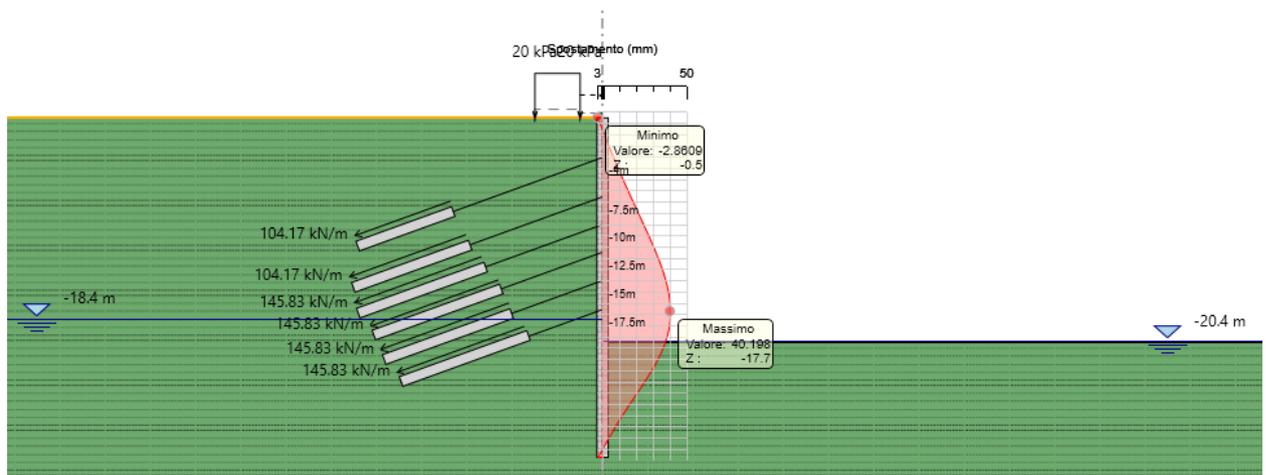


Figura 22. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

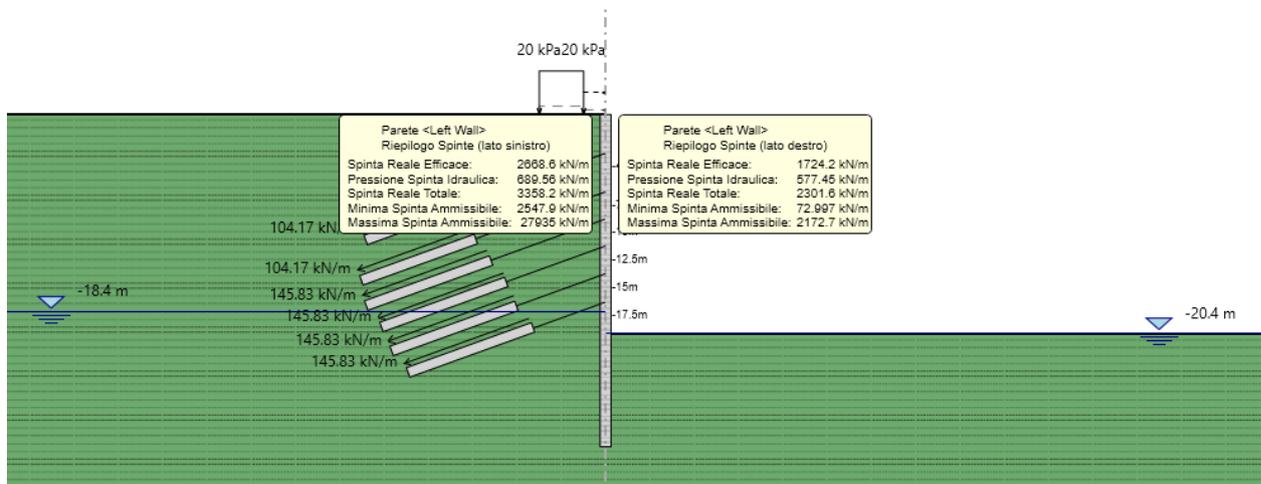


Figura 23. Riepilogo spinte SLU

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

– Verifica tiranti

*Tabella 13. Geometrie ordini tiranti a trefoli*

Ordine tirante	i	Quota da testa cordolo	L <sub>libera statica</sub>	L <sub>libera sismica</sub>	n° trefoli	L <sub>libera di progetto</sub>	L <sub>fondazione bulbo</sub>	L <sub>totale</sub>
[-]	[°]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
I	20	4	12.12	13.96	4	14	9	23
II	20	7.5	10.73	12.36	4	12.5	11	23.5
III	20	10	9.35	10.77	5	11	12	23
IV	20	12.5	8.19	9.43	5	9.5	12	21.5
V	20	15	7.03	8.10	5	8.5	12	20.5
VI	20	17.5	5.88	6.77	5	7	12	19

*Tabella 14. Tensioni di aderenza bulbi di ancoraggio*

ordine	Diam.Perf. [cm]	coeff. sbulbam.	T-ader. [kPa]	ξ
I	18	1.2	83	1.8
II	18	1.2	83	1.8
III	18	1.2	111	1.8
IV	18	1.2	111	1.8
V	18	12	111	1.8
VI	18	12	111	1.8

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839  Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE STATICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	$\tau$ terr-fond.	Diametro perf.	$\gamma_R$	$\alpha D$	$\gamma_{azioni}$	$\alpha$	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	1.2	151.49	9	83	18	1.2	21.6	1.3	1.2	424.1	181.8	2.333	sì	sì
2	1.2	176	11	83	18	1.2	21.6	1.3	1.2	518.4	210.7	2.460	sì	sì
3	1.2	262.96	12	111	18	1.2	21.6	1.3	1.2	754.0	315.6	2.389	sì	sì
4	1.2	287.87	12	111	18	1.2	21.6	1.3	1.2	754.0	345.4	2.183	sì	sì
5	1.2	298.08	12	111	18	1.2	21.6	1.3	1.2	754.0	357.7	2.108	sì	sì
6	1.2	285.63	12	111	18	1.2	21.6	1.3	1.2	754.0	342.8	2.200	sì	sì

Figura 24. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni statiche

Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	$\tau$ terr-fond.	Diametro perf.	$\gamma_R$	$\alpha D$	$\gamma_{azioni}$	$\alpha$	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	1.2	132.34	9	83	18	1.2	21.6	1	1.2	422.4	158.8	2.660	sì	sì
2	1.2	159.08	11	83	18	1.2	21.6	1	1.2	516.3	190.9	2.705	sì	sì
3	1.2	239.69	12	111	18	1.2	21.6	1	1.2	753.2	287.6	2.619	sì	sì
4	1.2	267.9	12	111	18	1.2	21.6	1	1.2	753.2	321.5	2.343	sì	sì
5	1.2	283.86	12	111	18	1.2	21.6	1	1.2	753.2	340.6	2.211	sì	sì
6	1.2	283.01	12	111	18	1.2	21.6	1	1.2	753.2	339.6	2.218	sì	sì

Figura 25. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni sismiche

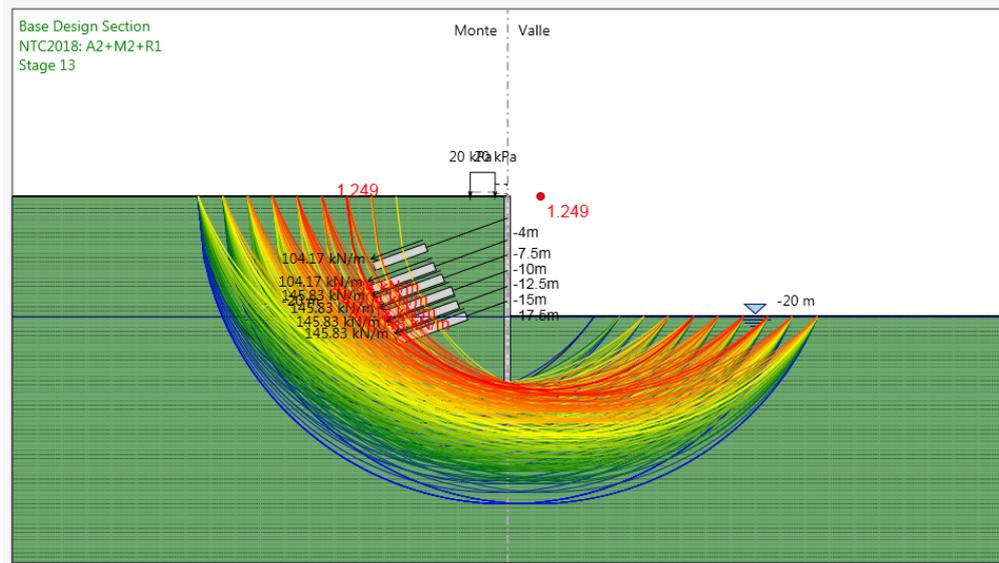
Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni sismiche sono soddisfatte.

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	52 di 179

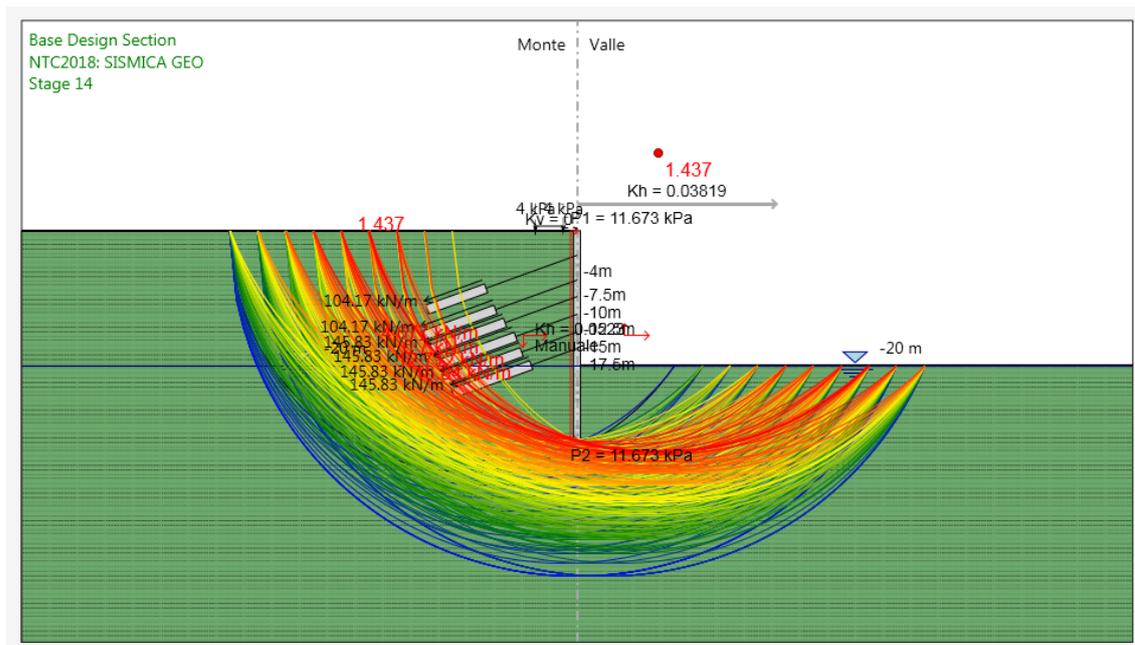
Relazione di calcolo opere provvisionali

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni statiche



FS=1.249

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni simiche GEO



FS=1.437

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## 2) Verifiche SLU STR

- Verifica del palo in c.a.

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a., avente diametro 1000 mm, passo 1.20 m, armato con 2 ordini di barre di diametro 26 mm (28 esterne + 20 interne, 48 complessive) con copriferro di 85 mm.

Tabella 15. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a.

COMBINAZIONI GABBIA 1 (a palo)			
	Mmax	Tmax	Nmax
	KN	KN	KN
SLU	1813.8	329.6	359.3
SLU	755.3	413.1	432.6
SLV	1866.7	23.6	367.2
SLV	868.6	355.7	271.0

Tabella 16. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	644028	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	20	$\phi$	26.0
Asl	10619	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.016					
$\rho_1$	0.016		Vrd	403.0	kN	
vmin	0.325		Ved	413	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.98	-	
Vrd	402999	N				
Occorre armatura a taglio						

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Tabella 17. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	644028	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	20	$\phi$	26.0
Asl	10619	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.016					
$\rho_1$	0.016		Vrd	403.0	kN	
vmin	0.325		Ved	356	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	1.13	-	
Vrd	402999	N				
Non necessita di armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio. Le verifiche risultano essere non soddisfatte per le condizioni statiche, pertanto si predispone un'armatura a taglio avente diametro 12mm, passo 15 cm.

### Condizioni statiche

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	70.80 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	26.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 50.0 cm  
 X centro circ.: 0.0 cm  
 Y centro circ.: 0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre  
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate  
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate  
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza  
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	28	26
2	0.0	0.0	34.0	20	26

#### ARMATURE A TAGLIO

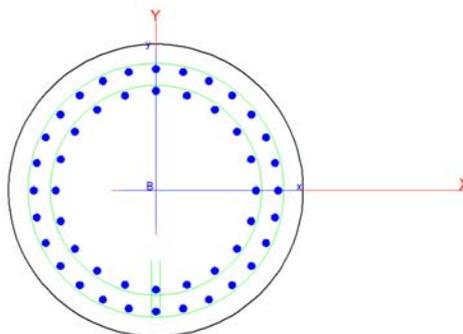
Diametro staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 15.0 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	35932	181380	0	32958	0
2	43256	75527	0	41310	0

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B



## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.9 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	35932	181380	0	35944	302071	0	1.67	254.8(23.6)
2	S	43256	75527	0	43272	303185	0	4.01	254.8(23.6)

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	50.0	0.00269	0.0	41.5	-0.00519	0.0	-41.5
2	0.00350	0.0	50.0	0.00270	0.0	41.5	-0.00513	0.0	-41.5

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	57 di 179

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000094939	-0.001246963	----	----
2	0.000000000	0.000094278	-0.001213893	----	----

### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm  
Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	32958	216047	70140	77.0  65.3	90.5	1.000	1.032	12.9	27.4(0.0)
2	S	41310	217060	70036	77.0  65.2	90.5	1.000	1.039	16.2	27.4(0.0)

### Condizioni sismiche

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico  
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30  
Resis. compr. di progetto fcd: 141.60 daN/cm²  
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020  
Def.unit. ultima ecu: 0.0035  
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo  
Modulo Elastico Normale Ec: 314750 daN/cm²



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)  
 GALLERIE ARTIFICIALI**

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	58 di 179

	Resis. media a trazione fctm:	26.00 daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 50.0 cm  
 X centro circ.: 0.0 cm  
 Y centro circ.: 0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre  
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate  
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate  
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza  
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	28	26
2	0.0	0.0	34.0	20	26

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	36717	186672	0	0	0
2	27096	86858	0	0	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	36717	186672	0	36719	215593	0	1.15	254.8(23.6)
2	S	27096	86858	0	27113	213577	0	2.46	254.8(23.6)

### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00158	0.0	50.0	0.00125	0.0	41.5	-0.00196	0.0	-41.5
2	0.00156	0.0	50.0	0.00123	0.0	41.5	-0.00196	0.0	-41.5

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000038623	-0.000353638	----	----
2	0.000000000	0.000038380	-0.000363714	----	----

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

– Verifica dei trefoli in acciaio dei tiranti

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE STATICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	$\gamma_{azioni}$	$\gamma_s$	$\gamma_R$	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	1.2	151.49	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	236.3	3.417	si
2	4	1.2	175.59	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	273.9	2.948	si
3	5	1.2	262.96	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	410.2	2.460	si
4	5	1.2	287.87	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	449.1	2.247	si
5	5	1.2	298.08	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	465.0	2.170	si
6	5	1.2	285.63	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	445.6	2.265	si

Figura 26. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni statiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	$\gamma_{azioni}$	$\gamma_s$	$\gamma_R$	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	1.2	132.34	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	158.8	5.084	si
2	4	1.2	159.08	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	190.9	4.230	si
3	5	1.2	239.69	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	287.6	3.509	si
4	5	1.2	267.9	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	321.5	3.139	si
5	5	1.2	283.86	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	340.6	2.963	si
6	5	1.2	283.01	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	339.6	2.972	si

Figura 27. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni sismiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni sismiche sono soddisfatte.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	61 di 179

– Verifica travi di ripartizione

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 1 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	151.49		S355	355	1.05	338.0952	HEB 160 2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	132.34	1.2														

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	M <sub>el,Rd</sub>	M <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub>	V <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub> /M <sub>ed</sub>	V <sub>rd</sub> /V <sub>ed</sub>	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	10.90728	45.447	1.3	14.17946	59.0811	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	8.44	>1	5.814904	>1
SISMICO	9.52848	39.702	1	9.52848	39.702	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	12.56	>1	8.653239	>1

**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE**

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 28. Verifica della trave di ripartizione del primo ordine di tiranti

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>												
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td><b>RS3U</b></td> <td>04</td> <td>D 29 CL</td> <td>GA 01 00002</td> <td>B</td> <td>62 di 179</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	62 di 179
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	62 di 179								

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 2 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	176	1.2	S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	159.08															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,Rd	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	12.64248	52.677	1.3	16.43522	68.4801	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	7.28	>1	5.016799	>1
SISMICO	11.45376	47.724	1	11.45376	47.724	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	10.45	>1	7.198703	>1

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE	
Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub> 355 [MPa]
Coefficiente ε	ε 0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>	
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c 104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub> 8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub> 13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione	<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione	<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>	
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c 61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub> 13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub> 4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione	<b>CLASSE 1</b>

Figura 29. Verifica della trave di ripartizione del secondo ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	63 di 179

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 3 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	fyk	γ <sub>M0</sub>	fyd	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	Wel	Wpl	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	262.96	1.2	S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	239.69															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,r	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/fy) <sup>0.5</sup>
STATICO	18.93312	78.888	1.3	24.61306	102.5544	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	4.86	>1	3.349938	>1
SISMICO	17.25768	71.907	1	17.25768	71.907	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	6.94	>1	4.777712	>1

### CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	fy	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 30. Verifica della trave di ripartizione del terzo ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	64 di 179

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 4 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	287.87	1.2	S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	267.9															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,r	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/τ <sub>f</sub>	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	20.72664	86.361	1.3	26.94463	112.2693	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	4.44	>1	3.060061	>1
SISMICO	19.2888	80.37	1	19.2888	80.37	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	6.20	>1	4.274616	>1

**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE**

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 31. Verifica della trave di ripartizione del quarto ordine di tiranti

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>												
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td><b>RS3U</b></td> <td>04</td> <td>D 29 CL</td> <td>GA 01 00002</td> <td>B</td> <td>65 di 179</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	65 di 179
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	65 di 179								

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 5 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	298.08		S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	283.86	1.2														

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,r	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/τ <sub>f</sub>	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	21.46176	89.424	1.3	27.90029	116.2512	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	4.29	>1	2.955246	>1
SISMICO	20.43792	85.158	1	20.43792	85.158	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	5.86	>1	4.034276	>1

### CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 32. Verifica della trave di ripartizione del quinto ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	66 di 179

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 6 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	fyk	$\gamma_{M0}$	fyd	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	Wel	Wpl	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	285.63	1.2	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160 2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	283.01															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	$\gamma_A$	Msd	Vsd	MeI,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,r	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/xf	(235/fy) <sup>0.5</sup>
STATICO	20.56536	85.689	1.3	26.73497	111.3957	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	4.48	>1	3.084059	>1
SISMICO	20.37672	84.903	1	20.37672	84.903	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	5.87	>1	4.046393	>1

### CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	$f_y$	355 [MPa]
Coefficiente $\epsilon$	$\epsilon$	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	$t_w$	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	$c/t_w$	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	$t_f$	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	$c/t_f$	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 33. Verifica della trave di ripartizione del sesto ordine di tiranti

Le verifiche delle travi di ripartizione in condizioni statiche e sismiche sono soddisfatte.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

### 10.1.3 c\_Paratia frontale H=27 m – 5 tiranti

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell'opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

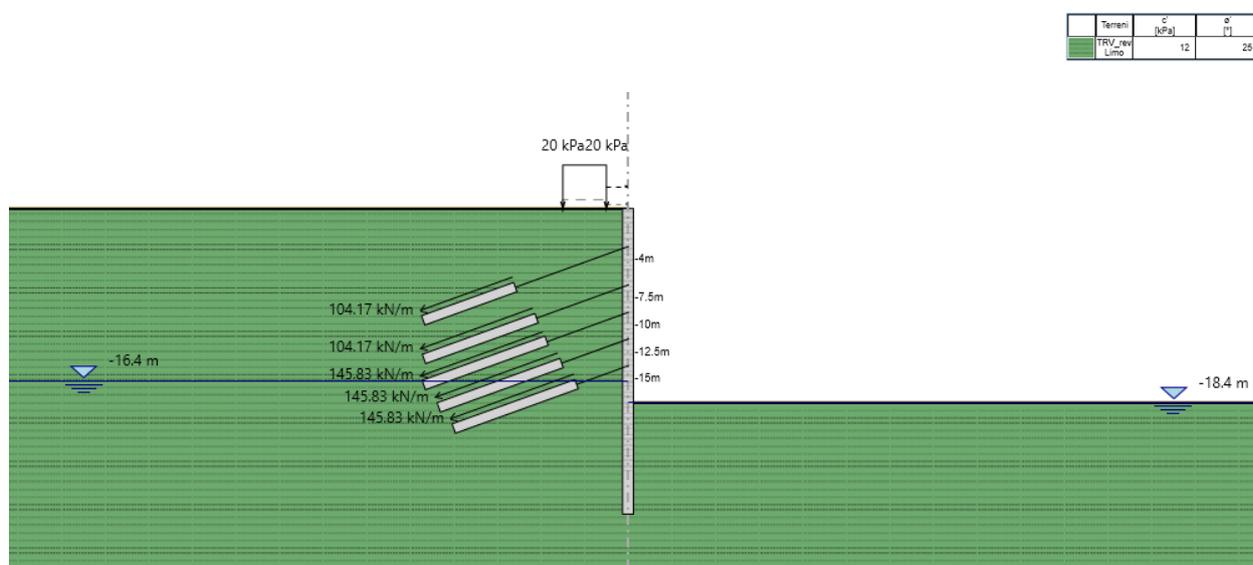


Figura 34. Schema di calcolo paratia

Tabella 18. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali $\phi 1000$ ad interasse 1.20 m
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 28.20$ m
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 18.10$ m
Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2) (da estradosso cordolo)	$H_1 = H + \min [0.5; 10\% \Delta t] = 18.40$ m
Ordini di tiranti ( $n^\circ$ )	5
Passo orizzontale tiranti	da 2.40 m
Passo verticale dei tiranti	da 2.50 a 3.50 m
Inclinazione del piano campagna a monte	$0^\circ$
Inclinazione del piano campagna a valle	$0^\circ$
Sovraccarichi permanenti a monte	$g = 0$ kPa
Sovraccarichi permanenti a valle	$g = 0$ kPa
Sovraccarichi accidentali a monte	$q = 20$ kPa

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Sovraccarichi variabili a valle	q = 0 kPa
---------------------------------	-----------

Tabella 19. Parametri geotecnici di calcolo

<b>Terreno</b>	<b>z<sub>f</sub></b>	<b>γ</b>	<b>c'</b>	<b>φ</b>	<b>cu</b>
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]
TRV	-	21	12	25	200

Tabella 20. Parametri per l'analisi sismica

<b>Terreno</b>	<b>Condizione</b>	<b>Categoria sottosuolo</b>	<b>Categoria topografica</b>	<b>ag/g</b>	<b>S</b>	<b>amax/g</b>	<b>us</b>	<b>β</b>
		[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
TRV	SLV	C	T1	0.0069	1.5	0.101	0.1	0.52

## Fasi di calcolo

- 1) Geostatico e carico permanente del versante a monte della paratia di pali, quota di falda a 1.15 m da p.c.;
- 2) Prescavo fino a quota testa palo;
- 3) Realizzazione dei pali della paratia;
- 4) Primo scavo a quota 4.50 m da estradosso cordolo;
- 5) Posa del primo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 6) Secondo scavo a quota 8.00m da estradosso cordolo;
- 7) Posa del secondo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 8) Terzo scavo a quota 10.50 m da estradosso cordolo;
- 9) Posa del terzo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 10) Quarto scavo a quota 13.00 m da estradosso cordolo;
- 11) Posa del quarto ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 12) Quinto scavo a quota 15.50 m da estradosso cordolo;
- 13) Posa del quinto ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 14) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la "Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)";
- 15) Innalzamento della falda fino a due metri sopra il fondo scavo, dovuto a un ipotetico intasamento dei dreni.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## Risultati delle analisi e verifiche

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente.

### Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno – deformata dell'opera di sostegno

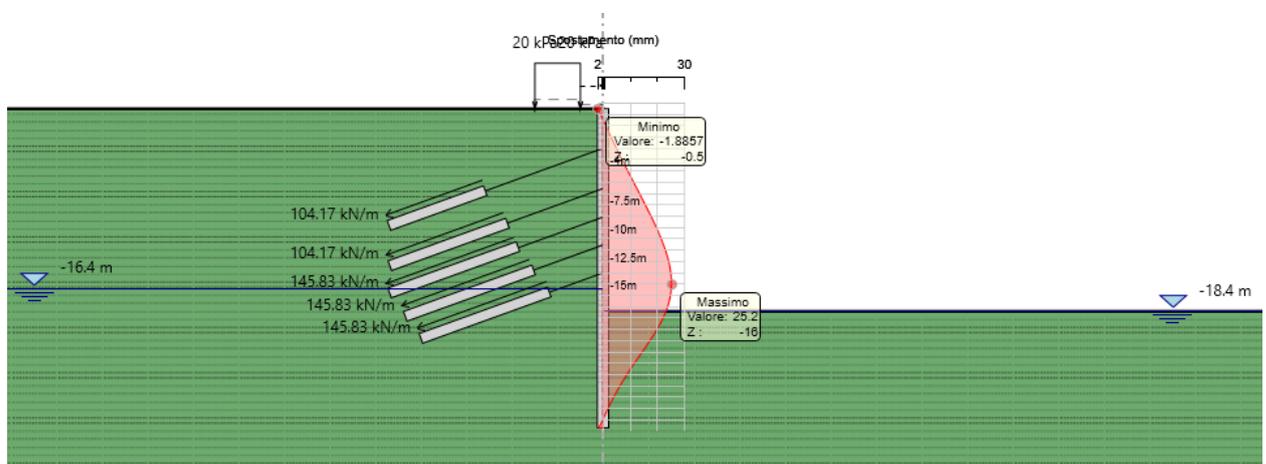


Figura 35. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

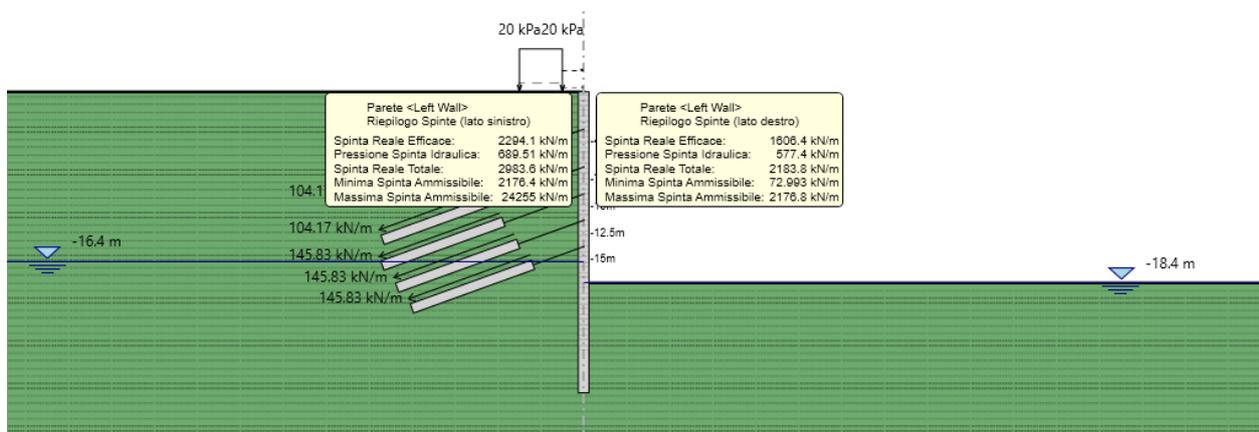


Figura 36. Riepiogo spinte SLU

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

– Verifica tiranti

*Tabella 21. Geometrie ordini tiranti a trefoli*

Ordine tirante	i	Quota da testa cordolo	L <sub>libera statica</sub>	L <sub>libera sismica</sub>	n° trefoli	L <sub>libera di progetto</sub>	L <sub>fondazione bulbo</sub>	L <sub>totale</sub>
[-]	[°]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
I	20	4	11.2	12.90	4	13	9	22
II	20	7.5	9.76	11.24	4	11.5	11	22.5
III	20	10	8.42	9.70	5	10	12	22
IV	20	12.5	7.27	8.37	5	8.5	12	20.5
V	20	15	6.11	7.04	5	7	12	19

*Tabella 22. Tensioni di aderenza bulbi di ancoraggio*

ordine	Diam.Perf. [cm]	coeff. sbulbam.	T-ader. [kPa]	ξ
I	18	1.2	83	1.8
II	18	1.2	83	1.8
III	18	1.2	111	1.8
IV	18	1.2	111	1.8
V	18	1.2	111	1.8

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839  
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	71 di 179

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE STATICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	$\tau$ terr-fond.	Diametro perf.	$\gamma_R$	$\alpha D$	$\gamma_{azioni}$	$\alpha$	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	2.4	149.5	9	83	18	1.15	21.6	1.3	1.2	442.6	358.8	1.233	sì	sì
2	2.4	170.28	11	83	18	1.15	21.6	1.3	1.2	540.9	408.7	1.324	sì	sì
3	2.4	250.13	12	111	18	1.15	21.6	1.3	1.2	786.8	600.3	1.311	sì	sì
4	2.4	267.53	12	111	18	1.15	21.6	1.3	1.2	786.8	642.1	1.225	sì	sì
5	2.4	269.14	12	111	18	1.15	21.6	1.3	1.2	786.8	645.9	1.218	sì	sì

Figura 37. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni statiche

Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	$\tau$ terr-fond.	Diametro perf.	$\gamma_R$	$\alpha D$	$\gamma_{azioni}$	$\alpha$	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	2.4	137.98	9	83	18	1.15	21.6	1	1.2	440.8	331.2	1.331	sì	sì
2	2.4	160	11	83	18	1.15	21.6	1	1.2	538.7	384.4	1.401	sì	sì
3	2.4	233.74	12	111	18	1.15	21.6	1	1.2	786.0	561.0	1.401	sì	sì
4	2.4	255	12	111	18	1.15	21.6	1	1.2	786.0	612.0	1.284	sì	sì
5	2.4	264.17	12	111	18	1.15	21.6	1	1.2	786.0	634.0	1.240	sì	sì

Figura 38. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni sismiche

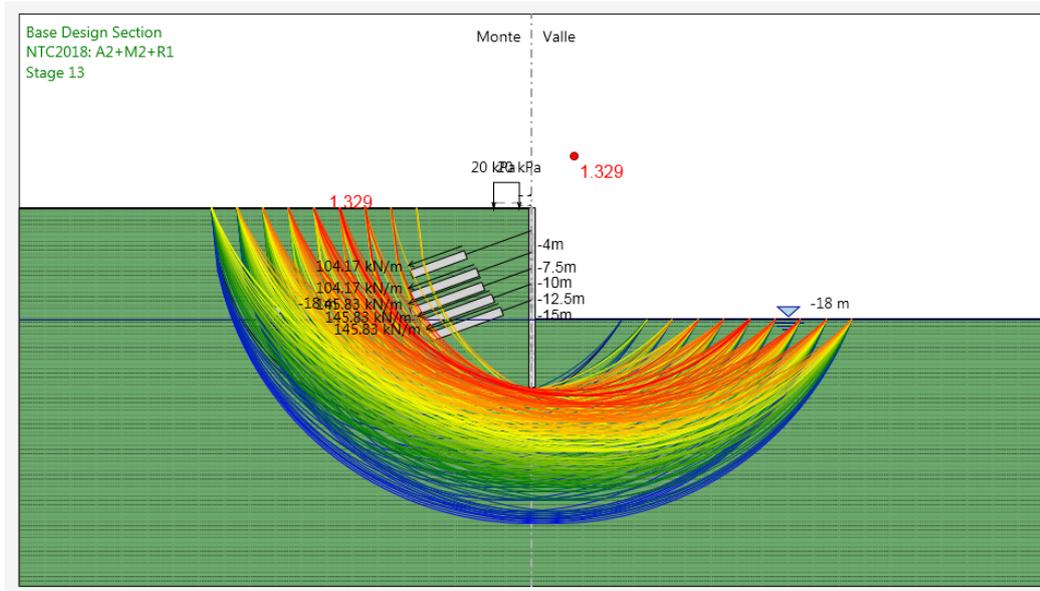
Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni sismiche sono soddisfatte.

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

Relazione di calcolo opere provvisionali

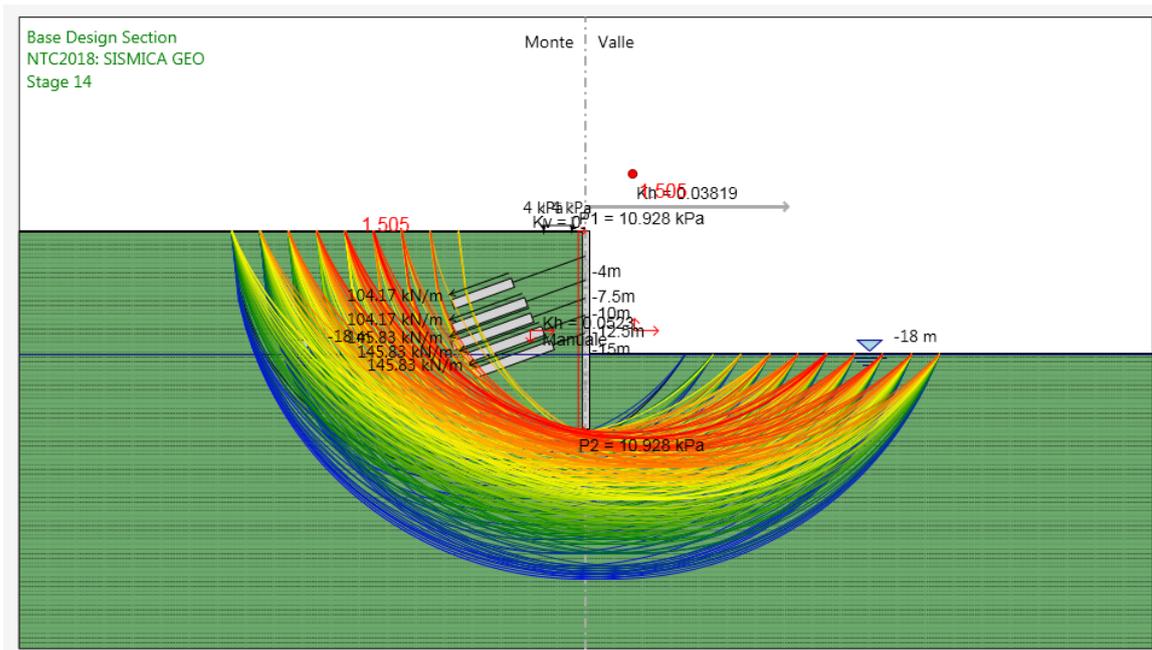
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	72 di 179

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni statiche



FS=1.329

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni simiche GEO



FS=1.505

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

### 3) Verifiche SLU STR

- Verifica del palo in c.a.

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a., avente diametro 1000 mm, passo 1.20 m, armato con 1 ordine di 28 barre di diametro 26 mm con copriferro di 85 mm.

Tabella 23. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a.

COMBINAZIONI GABBIA 1 (a palo)			
	Mmax	Tmax	Nmax
	KN	KN	KN
<b>SLU</b>	1378.3	229.2	314.2
<b>SLU</b>	445.9	366.6	388.8
<b>SLV</b>	1448.4	24.0	322.0
<b>SLV</b>	971.3	332.7	271.0

Tabella 24. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	644028	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	12	$\phi$	26.0
Asl	6371	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.010					
$\rho_1$	0.010		Vrd	339.9	kN	
vmin	0.325		Ved	367	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.93	-	
Vrd	339902	N				
Occorre armatura a taglio						

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Tabella 25. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	644028	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	12	$\phi$	26.0
Asl	6371	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.010					
$\rho_1$	0.010		Vrd	339.9	kN	
vmin	0.325		Ved	333	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	1.02	-	
Vrd	339902	N				
Non necessita di armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio. Le verifiche non risultano essere soddisfatte per le condizioni statiche, pertanto si predispone un'armatura a taglio avente diametro 12mm, passo 15 cm.

### Condizioni statiche

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	70.80 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	75 di 179

	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	26.00 daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30

Raggio circ.:	50.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre				
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate				
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza				
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata				

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	28	26

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	15.0 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

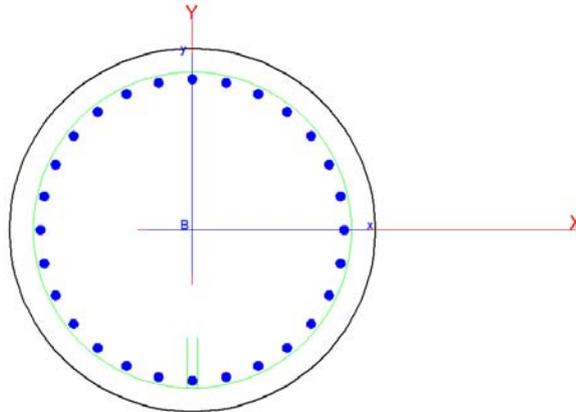
#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	31416	137832	0	22915	0
2	38877	44590	0	36658	0

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	76 di 179



## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.7 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	31416	137832	0	31430	206243	0	1.50	148.7(23.6)
2	S	38877	44590	0	38878	207808	0	4.66	148.7(23.6)

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	50.0	0.00254	0.0	41.5	-0.00686	0.0	-41.5

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	77 di 179

2      0.00350                      0.0      50.0      0.00255                      0.0      41.5      -0.00673                      0.0      -41.5

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c      Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d      Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid.      Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000113261	-0.002163040	----	----
2	0.000000000	0.000111836	-0.002091811	----	----

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:                      12 mm  
Passo staffe:                      15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver      S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved      Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
Vcd      Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd      Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
d | z      Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw      Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg      Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw      Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast      Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]  
A.Eff      Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proiettata sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	22915	219699	40302	77.9   68.3	88.4	1.000	1.028	8.6	15.1(0.0)
2	S	36658	220602	40213	77.9   68.1	88.4	1.000	1.035	13.7	15.1(0.0)

#### Condizioni sismiche

##### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza:      Resistenze in campo sostanzialmente elastico  
Tipologia sezione:      Sezione generica di Pilastro  
Normativa di riferimento:      N.T.C.  
Percorso sollecitazione:      A Sforzo Norm. costante  
Riferimento Sforzi assegnati:      Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicità:      Zona non sismica

##### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -      Classe:      C25/30  
Resis. compr. di progetto fcd:      141.60 daN/cm²  
Def.unit. max resistenza ec2:      0.0020

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	78 di 179

	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	26.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30

Raggio circ.:	50.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	28	26

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	32201	144840	0	0	0
2	27096	97130	0	0	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	79 di 179

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.7 cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	32201	144840	0	32209	149280	0	1.03	148.7(23.6)
2	S	27096	97130	0	27086	148018	0	1.52	148.7(23.6)

#### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00134	0.0	50.0	0.00103	0.0	41.5	-0.00196	0.0	-41.5
2	0.00133	0.0	50.0	0.00102	0.0	41.5	-0.00196	0.0	-41.5

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000036035	-0.000461029	----	----
2	0.000000000	0.000035868	-0.000467983	----	----

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

– Verifica dei trefoli in acciaio dei tiranti

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE STATICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	$\gamma_{azioni}$	$\gamma_s$	$\gamma_R$	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	2.4	149.5	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	466.4	1.731	si
2	4	2.4	170.28	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	531.3	1.520	si
3	5	2.4	250.13	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	780.4	1.293	si
4	5	2.4	267.53	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	834.7	1.209	si
5	5	2.4	322	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	1004.6	1.005	si

Figura 39. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni statiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	$\gamma_{azioni}$	$\gamma_s$	$\gamma_R$	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	2.4	137.98	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	331.2	2.438	si
2	4	2.4	160.18	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	384.4	2.100	si
3	5	2.4	233.74	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	561.0	1.799	si
4	5	2.4	255	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	612.0	1.649	si
5	5	2.4	264.17	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	634.0	1.592	si

Figura 40. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni sismiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni sismiche sono soddisfatte.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	81 di 179

– Verifica travi di ripartizione

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 1 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie			Tipo di acciaio			Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	149.5		acciaio	355	1.05	338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
STATICO	149.5	2.4	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	137.98						2									

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	M <sub>el,Rd</sub>	M <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub>	V <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub> /M <sub>ed</sub>	V <sub>rd</sub> /V <sub>ed</sub>	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/t <sub>f</sub>	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	43.056	89.7	1.3	55.9728	116.61	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.14	>1	2.946153	>1
SISMICO	39.73824	82.788	1	39.73824	82.788	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	3.01	>1	4.149767	>1

**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE**

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 41. Verifica della trave di ripartizione del primo ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	82 di 179

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 2 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	170	2.4	S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	160															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	M <sub>el,Rd</sub>	M <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub>	V <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub> /M <sub>ed</sub>	V <sub>rd</sub> /V <sub>ed</sub>	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	49.04064	102.168	1.3	63.75283	132.8184	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.88	>1	2.586621	>1
SISMICO	46.13184	96.108	1	46.13184	96.108	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.59	>1	3.574634	>1

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE	
Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub> 355 [MPa]
Coefficiente ε	ε 0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>	
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c 104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub> 8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub> 13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione	<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione	<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>	
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c 61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub> 13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub> 4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione	<b>CLASSE 1</b>

Figura 42. Verifica della trave di ripartizione del secondo ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	83 di 179

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 3 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	fyk	γ <sub>M0</sub>	fyd	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	250.13		S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	233.74	2.4														

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	M <sub>el,Rd</sub>	M <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub>	V <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub> /M <sub>ed</sub>	V <sub>rd</sub> /V <sub>ed</sub>	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/fy) <sup>0.5</sup>
STATICO	72.03744	150.078	1.3	93.64867	195.1014	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.28	>1	1.760884	>1
SISMICO	67.31712	140.244	1	67.31712	140.244	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.78	>1	2.449666	>1

### CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 43. Verifica della trave di ripartizione del terzo ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	84 di 179

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 4 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	267.53	2.4	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	255						2									

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,r	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/τf	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	77.04864	160.518	1.3	100.1632	208.6734	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.19	>1	1.646357	>1
SISMICO	73.44	153	1	73.44	153	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.63	>1	2.245431	>1

**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE**

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 44. Verifica della trave di ripartizione del quarto ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	85 di 179

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 5 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	fyk	γ <sub>M0</sub>	fyd	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	269.14		S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	264.17	2.4														

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	M <sub>el,Rd</sub>	M <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub>	V <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub> /M <sub>ed</sub>	V <sub>rd</sub> /V <sub>ed</sub>	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/fy) <sup>0.5</sup>
STATICO	77.51232	161.484	1.3	100.766	209.9292	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.19	>1	1.636508	>1
SISMICO	76.08096	158.502	1	76.08096	158.502	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.57	>1	2.167486	>1

#### CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	fy	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 45. Verifica della trave di ripartizione del quinto ordine di tiranti

Le verifiche delle travi di ripartizione in condizioni statiche e sismiche sono soddisfatte.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	86 di 179

#### 10.1.4 d\_Paratia frontale H=23m – 4 tiranti

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell'opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

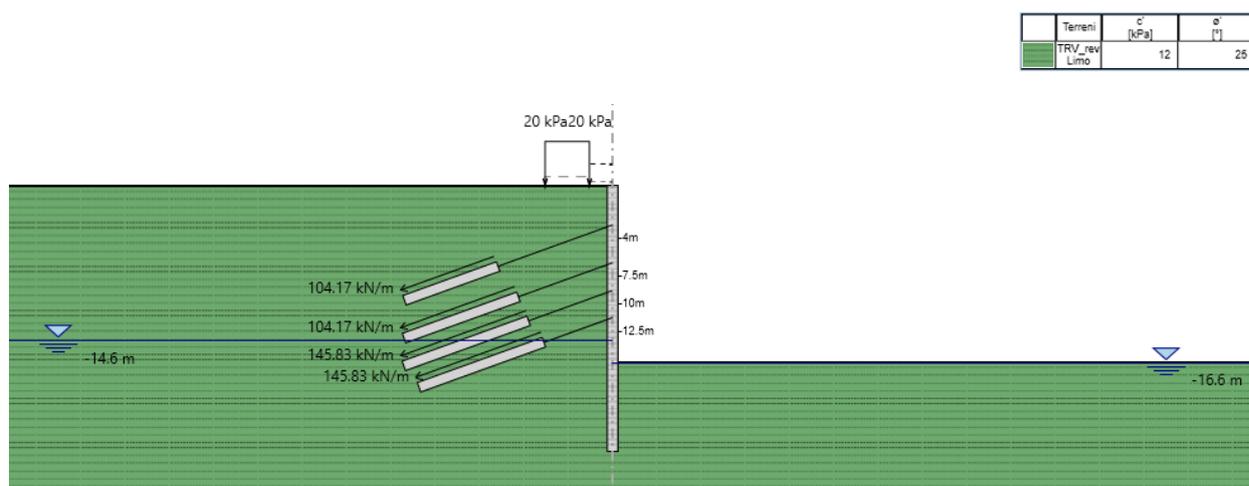


Figura 46. Schema di calcolo paratia

Tabella 26. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali $\phi 1000$ ad interasse 1.20 m
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 24.20$ m
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 16.20$ m
Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2) (da estradosso cordolo)	$H_1 = H + \min [0.5; 10\% \Delta t] = 16.60$ m
Ordini di tiranti (n°)	4
Passo orizzontale tiranti	da 2.40 m
Passo verticale dei tiranti	da 2.50 a 3.50 m
Inclinazione del piano campagna a monte	0°
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi permanenti a monte	$g = 0$ kPa
Sovraccarichi permanenti a valle	$g = 0$ kPa
Sovraccarichi accidentali a monte	$q = 20$ kPa
Sovraccarichi variabili a valle	$q = 0$ kPa

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Tabella 27. Parametri geotecnici di calcolo

<b>Terreno</b>	<b><math>z_f</math></b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>c'</math></b>	<b><math>\varphi</math></b>	<b><math>cu</math></b>
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]
TRV	-	21	12	25	200

Tabella 28. Parametri per l'analisi sismica

<b>Terreno</b>	<b>Condizione</b>	<b>Categoria sottosuolo</b>	<b>Categoria topografica</b>	<b><math>ag/g</math></b>	<b><math>S</math></b>	<b><math>amax/g</math></b>	<b><math>us</math></b>	<b><math>\beta</math></b>
		[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
TRV	SLV	C	T1	0.0069	1.5	0.101	0.1	0.52

### Fasi di calcolo

- 1) Geostatico e carico permanente del versante a monte della paratia di pali, quota di falda a 1.15 m da p.c.;
- 2) Prescavo fino a quota testa palo;
- 3) Realizzazione dei pali della paratia;
- 4) Primo scavo a quota 4.50 m da estradosso cordolo;
- 5) Posa del primo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 6) Secondo scavo a quota 8.00m da estradosso cordolo;
- 7) Posa del secondo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 8) Terzo scavo a quota 10.50 m da estradosso cordolo;
- 9) Posa del terzo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 10) Quarto scavo a quota 13.00 m da estradosso cordolo;
- 11) Posa del quarto ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 12) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la "Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)";
- 13) Innalzamento della falda fino a due metri sopra il fondo scavo, dovuto a un ipotetico intasamento dei dreni.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## Risultati delle analisi e verifiche

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente.

### Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno – deformata dell'opera di sostegno

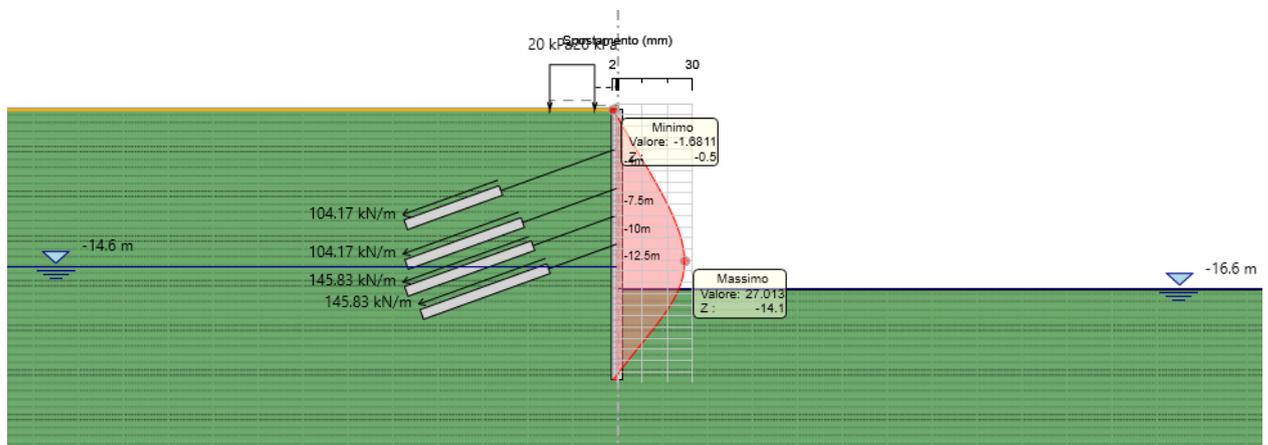


Figura 47. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

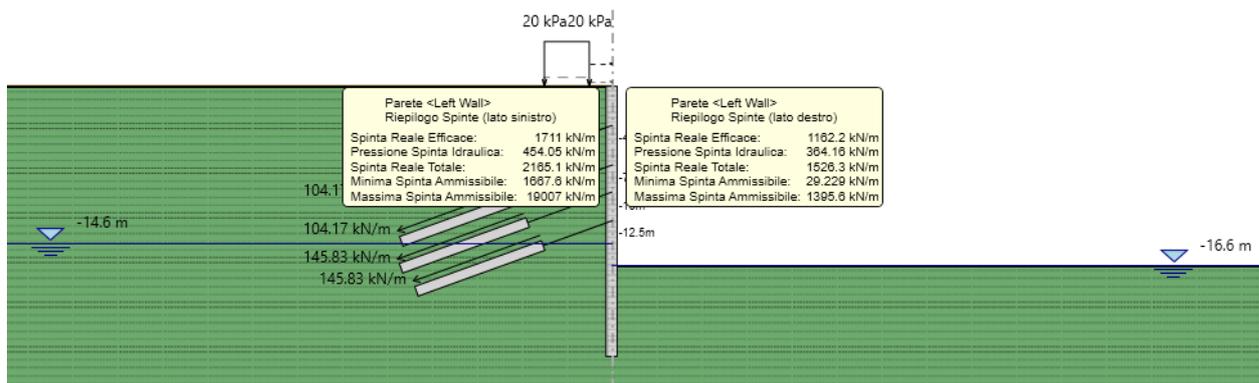


Figura 48. Riepiogo spinte SLU

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A) GALLERIE ARTIFICIALI</p>												
<p>GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RS3U</td> <td>04</td> <td>D 29 CL</td> <td>GA 01 00002</td> <td>B</td> <td>89 di 179</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	89 di 179
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	89 di 179								

– Verifica tiranti

Tabella 29. Geometrie ordini tiranti a trefoli

Ordine tirante	i	Quota da testa cordolo	L <sub>libera statica</sub>	L <sub>libera sismica</sub>	n° trefoli	L <sub>libera di progetto</sub>	L <sub>fondazione bulbo</sub>	L <sub>totale</sub>
[-]	[°]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
I	20	4	9.35	10.77	4	11	9	20
II	20	7.5	7.73	8.90	4	9	11	20
III	20	10	6.57	7.57	5	8	12	20
IV	20	12.5	5.41	6.23	5	6.5	12	18.5

Tabella 30. Tensioni di aderenza bulbi di ancoraggio

ordine	Diam.Perf. [cm]	coeff. sbulbam.	T-ader. [kPa]	ξ
I	18	1.2	83	1.8
II	18	1.2	83	1.8
III	18	1.2	111	1.8
IV	18	1.2	111	1.8

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE STATICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	$\tau$ terr-fond.	Diametro perf.	$\gamma_R$	$\alpha D$	$\gamma_{azioni}$	$\alpha$	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	2.4	156.84	9	83	18	1.2	21.6	1.3	1.2	424.1	376.4	1.127	sì	sì
2	2.4	182.28	11	83	18	1.2	21.6	1.3	1.2	518.4	437.5	1.185	sì	sì
3	2.4	265.54	12	111	18	1.2	21.6	1.3	1.2	754.0	637.3	1.183	sì	sì
4	2.4	278.99	12	111	18	1.2	21.6	1.3	1.2	754.0	669.6	1.126	sì	sì

Figura 49. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni statiche

Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	$\tau$ terr-fond.	Diametro perf.	$\gamma_R$	$\alpha D$	$\gamma_{azioni}$	$\alpha$	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	2.4	159.47	9	83	18	1.2	21.6	1	1.2	422.4	382.7	1.104	sì	sì
2	2.4	177.80	11	83	18	1.2	21.6	1	1.2	516.3	426.7	1.210	sì	sì
3	2.4	250.43	12	111	18	1.2	21.6	1	1.2	753.2	601.0	1.253	sì	sì
4	2.4	263.55	12	111	18	1.2	21.6	1	1.2	753.2	632.5	1.191	sì	sì

Figura 50. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni sismiche

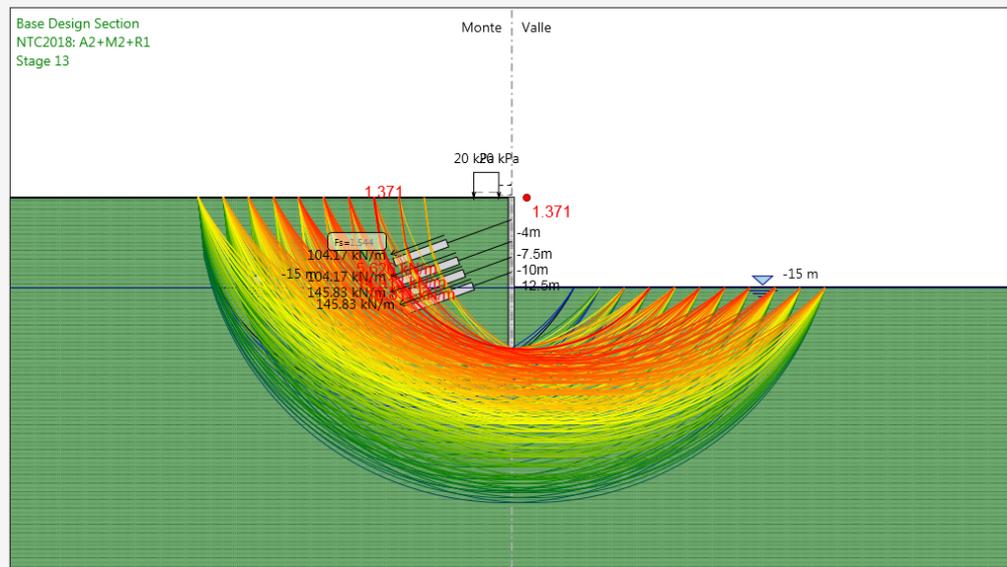
Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni sismiche sono soddisfatte.

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

Relazione di calcolo opere provvisionali

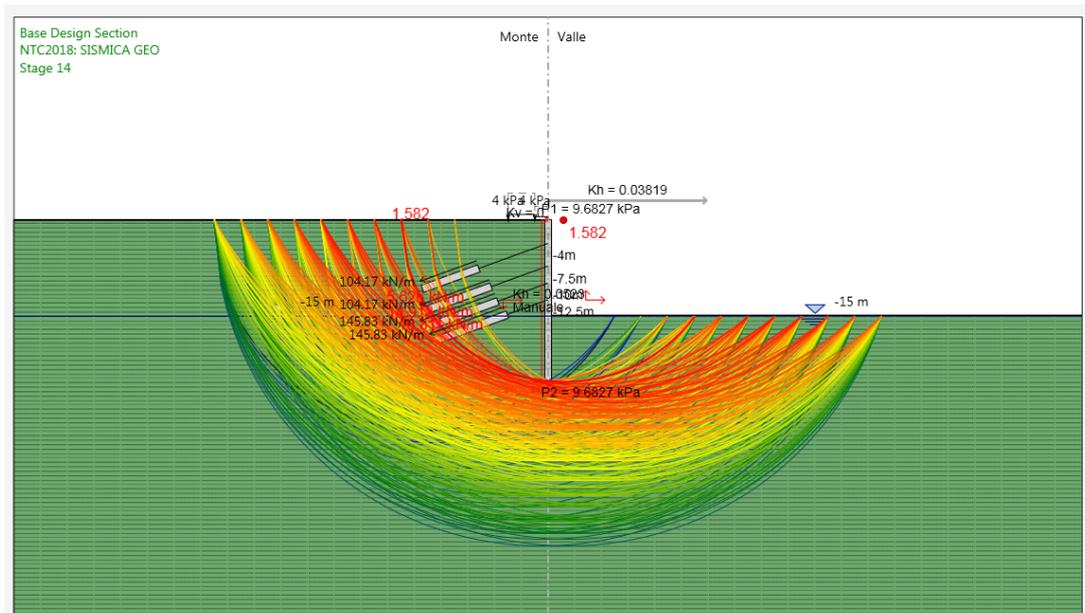
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	91 di 179

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni statiche



FS=1.371

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni simiche GEO



FS=1.582

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

#### 4) Verifiche SLU STR

- Verifica del palo in c.a.

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a., avente diametro 1000 mm, passo 1.20 m, armato con 1 ordine di 30 barre di diametro 26 mm con copriferro di 85 mm.

Tabella 31. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a.

COMBINAZIONI GABBIA 1 (a palo)			
	Mmax	Tmax	Nmax
	KN	KN	KN
SLU	1567.2	139.1	276.9
SLU	999.4	367.1	221.9
SLV	1501.8	19.8	284.7
SLV	866.7	362.4	221.9

Tabella 32. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	644028	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	14	$\phi$	26.0
Asl	7433	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.012					
$\rho_1$	0.012		Vrd	357.8	kN	
vmin	0.325		Ved	367	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.97	-	
Vrd	357824	N				
Occorre armatura a taglio						

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Tabella 33. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	644028	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	14	$\phi$	26.0
Asl	7433	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.012					
$\rho_1$	0.012		Vrd	357.8	kN	
vmin	0.325		Ved	362	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.99	-	
Vrd	357824	N				
Occorre armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio. Le verifiche non risultano essere soddisfatte in entrambe le condizioni, pertanto si predispone un'armatura a taglio avente diametro 12mm, passo 15 cm.

### Condizioni statiche

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	70.80 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	26.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30
Raggio circ.:	50.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	30	26

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	15.0 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

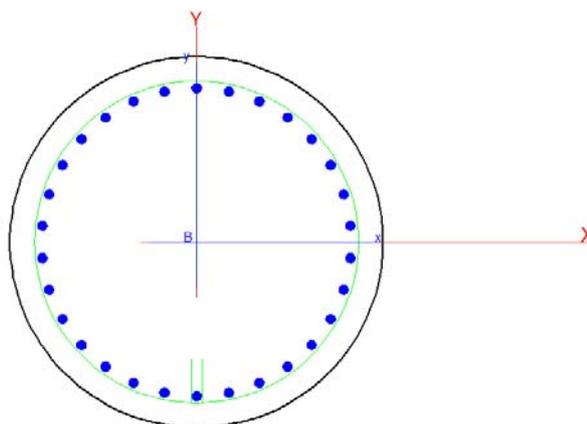
#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	27685	156720	0	13910	0
2	22187	99941	0	36706	0

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	95 di 179



## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.1 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	27685	156720	0	27665	217206	0	1.39	159.3(23.6)
2	S	22187	99941	0	22217	216153	0	2.16	159.3(23.6)

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	50.0	0.00255	0.0	41.5	-0.00672	0.0	-41.5



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)  
 GALLERIE ARTIFICIALI**

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	96 di 179

2      0.00350                      0.0      50.0      0.00254                      0.0      41.5      -0.00680                      0.0      -41.5

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c      Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d      Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
 C.Rid.      Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000111701	-0.002085028	----	----
2	0.000000000	0.000112605	-0.002130252	----	----

**VERIFICHE A TAGLIO**

Diam. Staffe:                      12 mm  
 Passo staffe:                      15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver      S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved      Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
 Vcd      Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd      Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
 d | z      Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
             Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
             I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
 bw      Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
             E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
 Ctg      Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw      Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast      Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]  
 A.Eff      Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]  
             Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
             L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
             sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	13910	218406	40204	77.9   68.1	88.4	1.000	1.025	5.2	15.1(0.0)
2	S	36706	217687	40261	77.9   68.2	88.4	1.000	1.020	13.7	15.1(0.0)

**Condizioni sismiche**

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.**

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza:      Resistenze in campo sostanzialmente elastico  
 Tipologia sezione:                  Sezione generica di Pilastro  
 Normativa di riferimento:          N.T.C.  
 Percorso sollecitazione:              A Sforzo Norm. costante  
 Riferimento Sforzi assegnati:      Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicità:          Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -      Classe:                                      C25/30  
                                  Resis. compr. di progetto fcd:          141.60 daN/cm²  
                                  Resis. compr. ridotta fcd':              70.80 daN/cm²  
                                  Def.unit. max resistenza ec2:          0.0020

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Def.unit. ultima ecu: 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale Ec: 314750 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resis. media a trazione fctm: 26.00 daN/cm<sup>2</sup>

ACCIAIO - Tipo: B450C  
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di progetto fyd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di progetto ftd: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di progetto Epu: 0.068  
 Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 50.0 cm  
 X centro circ.: 0.0 cm  
 Y centro circ.: 0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre  
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate  
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate  
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza  
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	30	26

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 15.0 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	28471	150180	0	1985	0
2	22187	86674	0	36241	0

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	98 di 179

## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.1 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	28471	150180	0	28465	157344	0	1.05	159.3(23.6)
2	S	22187	86674	0	22170	155810	0	1.80	159.3(23.6)

## METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00136	0.0	50.0	0.00105	0.0	41.5	-0.00196	0.0	-41.5
2	0.00134	0.0	50.0	0.00103	0.0	41.5	-0.00196	0.0	-41.5

## POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000036227	-0.000453088	----	----
2	0.000000000	0.000036028	-0.000461357	----	----

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
 ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1985	213769	38415	77.0  65.1	90.4	1.000	1.026	0.8	15.1(0.0)
2	S	36241	213005	38481	77.0  65.2	90.5	1.000	1.020	14.2	15.1(0.0)

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

– Verifica dei trefoli in acciaio dei tiranti

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE STATICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	$\gamma_{azioni}$	$\gamma_s$	$\gamma_R$	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	2.4	156.84	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	489.3	1.650	si
2	4	2.4	182.28	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	568.7	1.420	si
3	5	2.4	265.54	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	828.5	1.218	si
4	5	2.4	278.99	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	870.4	1.159	si

Figura 51. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni statiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	$\gamma_{azioni}$	$\gamma_s$	$\gamma_R$	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	2.4	159.47	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	382.7	2.110	si
2	4	2.4	177.8	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	426.7	1.892	si
3	5	2.4	250.43	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	601.0	1.679	si
4	5	2.4	263.55	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	632.5	1.596	si

Figura 52. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni sismiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni sismiche sono soddisfatte.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	101 di 179

– Verifica travi di ripartizione

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 1 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie			Tipo di acciaio			Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	156.84			355	1.05	338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	159.47	2.4	S355				2									

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	M <sub>el,Rd</sub>	M <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub>	V <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub> /M <sub>ed</sub>	V <sub>rd</sub> /V <sub>ed</sub>	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/t <sub>f</sub>	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	45.16992	94.104	1.3	58.7209	122.3352	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.04	>1	2.808275	>1
SISMICO	45.92736	95.682	1	45.92736	95.682	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.61	>1	3.590549	>1

**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE**

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 53. Verifica della trave di ripartizione del primo ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	102 di 179

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 2 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	182	2.4	S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	178															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,Rd	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	52.49664	109.368	1.3	68.24563	142.1784	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.75	>1	2.416337	>1
SISMICO	51.2064	106.68	1	51.2064	106.68	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.34	>1	3.220387	>1

**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE**

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 54. Verifica della trave di ripartizione del secondo ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	103 di 179

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 3 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	265.54					338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	250.43	2.4	S355	355	1.05											

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	M <sub>el,Rd</sub>	M <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub>	V <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub> /M <sub>ed</sub>	V <sub>rd</sub> /V <sub>ed</sub>	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	76.47552	159.324	1.3	99.41818	207.1212	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.20	>1	1.658695	>1
SISMICO	72.12384	150.258	1	72.12384	150.258	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.66	>1	2.286407	>1

### CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 55. Verifica della trave di ripartizione del terzo ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	104 di 179

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 4 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	278.99	2.4	S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	263.55															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)			
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,r	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y		
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/τ <sub>f</sub>	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>		
STATICO	80.34912	167.394	1.3	104.4539	217.6122	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.15	>1	1.57873	>1	4.69	7.322548621
SISMICO	75.9024	158.13	1	75.9024	158.13	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.58	>1	2.172585	>1		

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE	
Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub> 355 [MPa]
Coefficiente ε	ε 0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>	
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c 104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub> 8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub> 13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione	<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione	<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>	
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c 61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub> 13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub> 4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione	<b>CLASSE 1</b>

Figura 56. Verifica della trave di ripartizione del quarto ordine di tiranti

Le verifiche delle travi di ripartizione in condizioni statiche e sismiche sono soddisfatte.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

### 10.1.5 e\_Paratia frontale H=21m – 3 tiranti

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell'opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

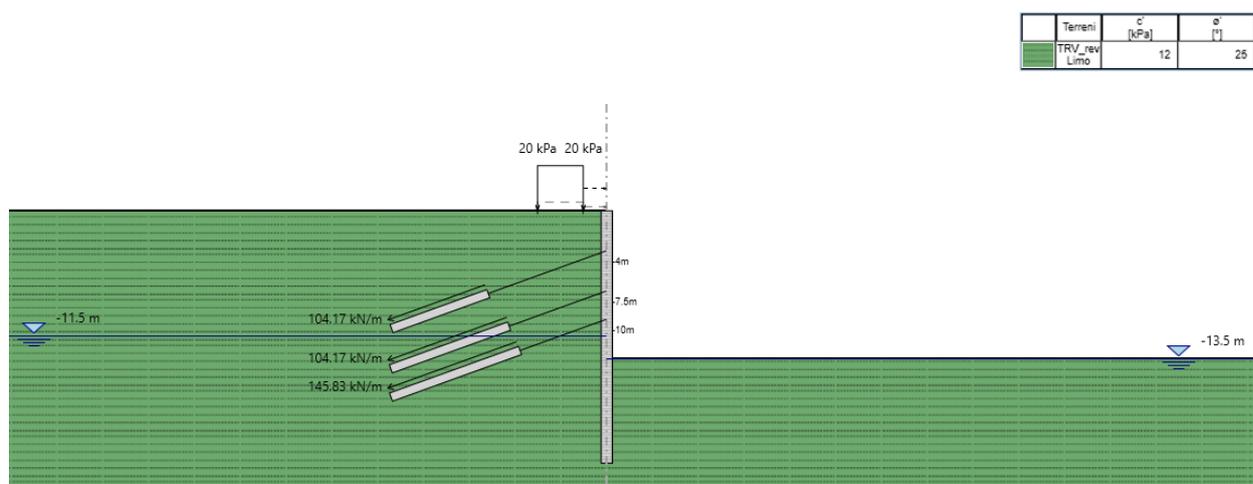


Figura 57. Schema di calcolo paratia

Tabella 34. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali $\phi 1000$ ad interasse 120 m
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 22.20\text{m}$
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 13.30\text{ m}$
Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2) (da estradosso cordolo)	$H_1 = H + \min [0.5; 10\% \Delta t] = 13.50\text{m}$
Ordini di tiranti (n°)	3
Passo orizzontale tiranti	da 2.4 m
Passo verticale dei tiranti	da 2.50 a 3.50 m
Inclinazione del piano campagna a monte	0°
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi permanenti a monte	$g = 0\text{ kPa}$
Sovraccarichi permanenti a valle	$g = 0\text{ kPa}$
Sovraccarichi accidentali a monte	$q = 20\text{ kPa}$
Sovraccarichi variabili a valle	$q = 0\text{ kPa}$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Tabella 35. Parametri geotecnici di calcolo

<i>Terreno</i>	<i>zf</i>	<i>γ</i>	<i>c'</i>	<i>φ</i>	<i>cu</i>
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]
TRV	-	21	12	25	200

Tabella 36. Parametri per l'analisi sismica

<i>Terreno</i>	<i>Condizione</i>	<i>Categoria sottosuolo</i>	<i>Categoria topografica</i>	<i>ag/g</i>	<i>S</i>	<i>amax/g</i>	<i>us</i>	<i>β</i>
		[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
TRV	SLV	C	T1	0.0069	1.5	0.101	0.1	0.52

### Fasi di calcolo

- 1) Geostatico e carico permanente del versante a monte della paratia di pali, quota di falda a 1.15 m da p.c.;
- 2) Prescavo fino a quota testa palo;
- 3) Realizzazione dei pali della paratia;
- 4) Primo scavo a quota 4.50 m da estradosso cordolo;
- 5) Posa del primo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 6) Secondo scavo a quota 8.00m da estradosso cordolo;
- 7) Posa del secondo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 8) Terzo scavo a quota 10.50 m da estradosso cordolo;
- 9) Posa del terzo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 10) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la "Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)";
- 11) Innalzamento della falda fino a due metri sopra il fondo scavo, dovuto a un ipotetico intasamento dei dreni.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## Risultati delle analisi e verifiche

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente.

### Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno – deformata dell'opera di sostegno

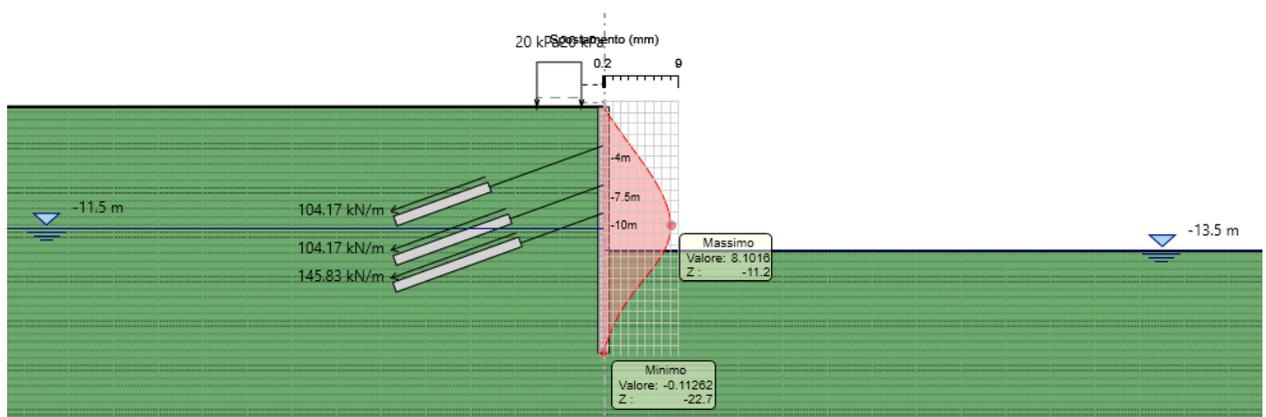


Figura 58. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

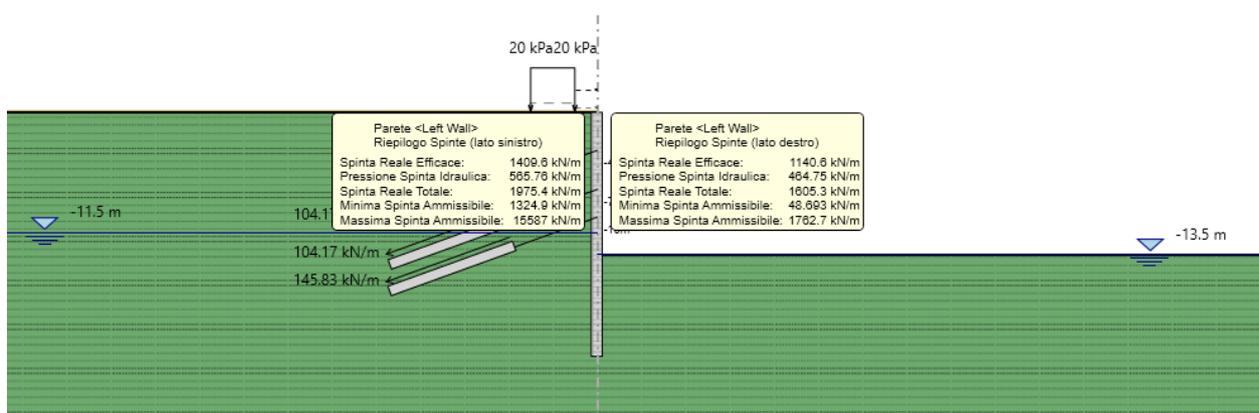


Figura 59. Riepilogo spinte SLU

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

– Verifica tiranti

*Tabella 37. Geometrie ordini tiranti a trefoli*

Ordine tirante	i	Quota da testa cordolo	L <sub>libera statica</sub>	L <sub>libera sismica</sub>	n° trefoli	L <sub>libera di progetto</sub>	L <sub>fondazione bulbo</sub>	L <sub>totale</sub>
[-]	[°]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
I	20	4	8.42	9.70	4	10	8	18
II	20	7.5	6.8	7.83	4	8	8	16
III	20	10	5.65	6.51	5	7	8	15

*Tabella 38. Tensioni di aderenza bulbi di ancoraggio*

ordine	Diam.Perf. [cm]	coeff. sbulbam.	T-ader. [kPa]	ξ
I	18	1.2	83	1.8
II	18	1.2	83	1.8
III	18	1.2	111	1.8

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE STATICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	$\tau$ terr-fond.	Diametro perf.	$\gamma_R$	$\alpha D$	$\gamma_{azioni}$	$\alpha$	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	1.2	144.72	5	83	18	1.2	21.6	1.3	1.2	235.6	173.7	1.357	sì	sì
2	1.2	153.2	5	83	18	1.2	21.6	1.3	1.2	235.6	183.8	1.282	sì	sì
3	1.2	209.05	4	111	18	1.2	21.6	1.3	1.2	251.3	250.9	1.002	sì	sì

Figura 60. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni statiche

Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	$\tau$ terr-fond.	Diametro perf.	$\gamma_R$	$\alpha D$	$\gamma_{azioni}$	$\alpha$	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	1.2	154.28	5	83	18	1.2	21.6	1	1.2	234.7	185.1	1.268	sì	sì
2	1.2	153	5	83	18	1.2	21.6	1	1.2	234.7	183.9	1.276	sì	sì
3	1.2	202.51	4	111	18	1.2	21.6	1	1.2	251.1	243.0	1.033	sì	sì

Figura 61. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni sismiche

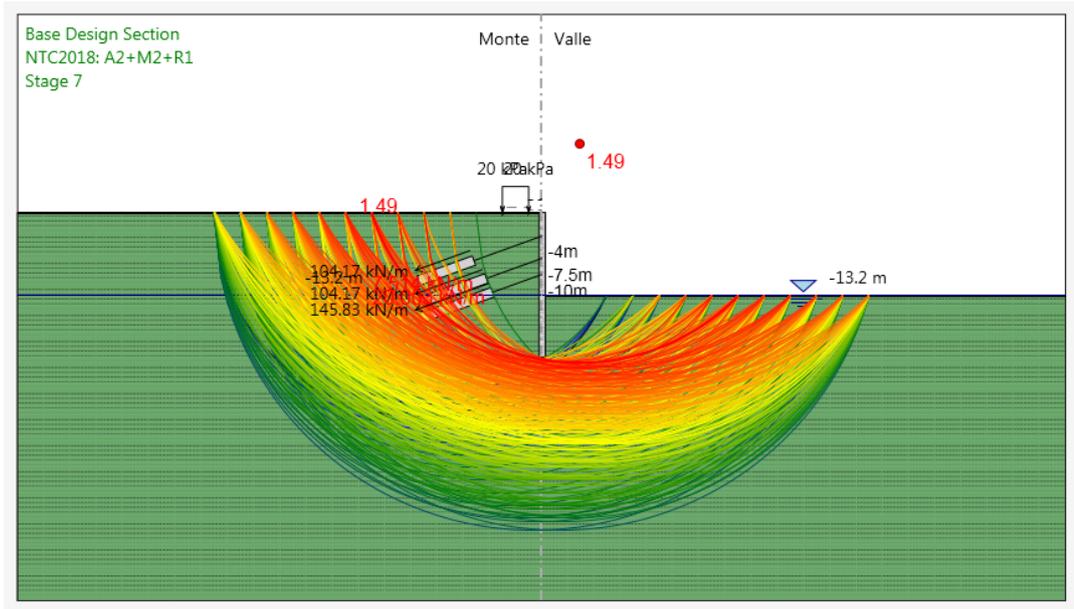
Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni sismiche sono soddisfatte.

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

Relazione di calcolo opere provvisionali

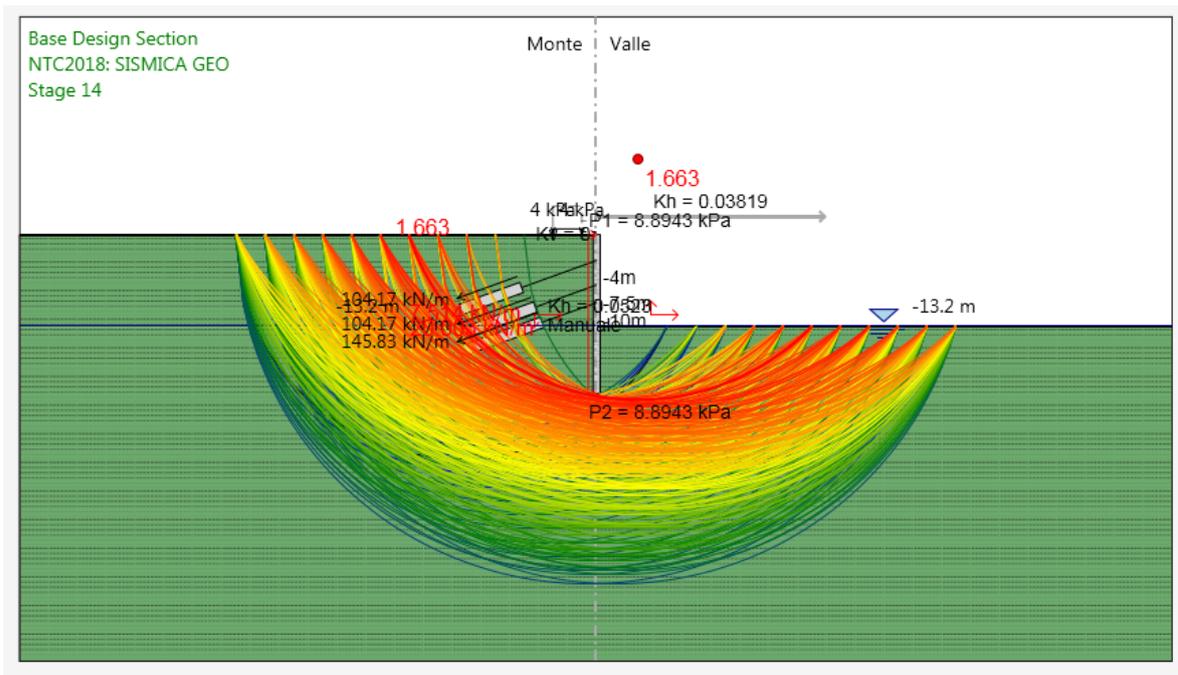
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	110 di 179

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni statiche



FS=1.49

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni simiche GEO



FS=1.663

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	111 di 179

## 5) Verifiche SLU STR

- Verifica del palo in c.a.

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a., avente diametro 1000 mm, passo 1.20 m, armato con 1 ordine di 20 barre di diametro 20 mm con copriferro di 83 mm.

Tabella 39. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a.

COMBINAZIONI GABBIA 1 (a palo)			
	Mmax	Tmax	Nmax
	KN	KN	KN
SLU	676.1	83.9	216.0
SLU	248.1	237.0	271.0
SLV	608.1	15.7	219.9
SLV	328.0	209.8	172.8

Tabella 40. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	83	mm				
rs	417	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	645108	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	765.5	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.511			N.ro		area_ferro
k	1.511		As	10	$\phi$	20.0
Asl	3142	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.005					
$\rho_1$	0.005		Vrd	268.8	kN	
vmin	0.324		Ved	237	KN	
vmin·bw·d	209297	N	Vrd/Ved	1.13	-	
Vrd	268758	N				
Non necessita di armatura a taglio						

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	112 di 179

Tabella 41. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	83	mm				
rs	417	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	645108	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	765.5	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.511			N.ro		area_ferro
k	1.511		As	10	$\phi$	20.0
Asl	3142	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.005					
$\rho_1$	0.005		Vrd	268.8	kN	
vmin	0.324		Ved	210	KN	
vmin·bw·d	209297	N	Vrd/Ved	1.28	-	
Vrd	268758	N				
Non necessita di armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio. Le verifiche risultano essere soddisfatte in entrambe le condizioni, tuttavia si predispone un'armatura a taglio avente diametro 12mm, passo 20 cm.

### Condizioni statiche

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm <sup>2</sup>

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	113 di 179

	Resis. media a trazione fctm:	26.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30

Raggio circ.:	50.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

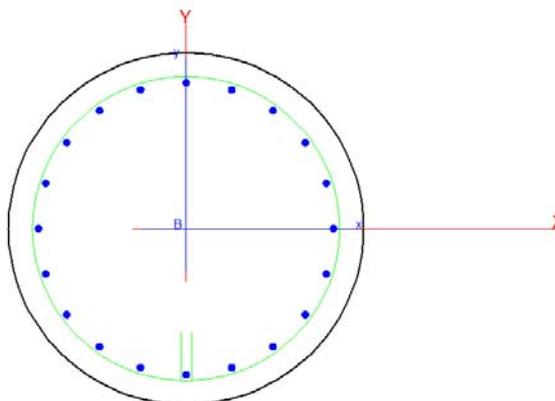
N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.8	20	20

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	21598	67613	0	0	0
2	27096	24814	0	0	0

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B



## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.1 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm<sup>2</sup>]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	21598	67613	0	21612	101668	0	1.50	62.8(23.6)
2	S	27096	24814	0	27113	103321	0	4.16	62.8(23.6)

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Xc max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	50.0	0.00223	0.0	41.8	-0.01074	0.0	-41.8

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

2      0.00350                      0.0      50.0      0.00225                      0.0      41.8      -0.01049                      0.0      -41.8

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c      Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d      Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
 C.Rid.      Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000155156	-0.004257779	----	----
2	0.000000000	0.000152406	-0.004120317	----	----

#### Condizioni sismiche

##### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza:      Resistenze in campo sostanzialmente elastico  
 Tipologia sezione:      Sezione generica di Pilastro  
 Normativa di riferimento:      N.T.C.  
 Percorso sollecitazione:      A Sforzo Norm. costante  
 Riferimento Sforzi assegnati:      Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicità:      Zona non sismica

##### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	26.00 daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

##### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:      Circolare  
 Classe Conglomerato:      C25/30

Raggio circ.:      50.0 cm  
 X centro circ.:      0.0 cm  
 Y centro circ.:      0.0 cm

##### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	116 di 179

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre  
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate  
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate  
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza  
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.8	20	20

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	21991	60814	0	0	0
2	17279	32800	0	0	0

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.1 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	21991	60814	0	21973	71785	0	1.18	62.8(23.6)
2	S	17279	32800	0	17251	70411	0	2.15	62.8(23.6)

### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b></p>												
<p>GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839</p> <p>Relazione di calcolo opere provvisionali</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOLIO</td> </tr> <tr> <td><b>RS3U</b></td> <td>04</td> <td>D 29 CL</td> <td>GA 01 00002</td> <td>B</td> <td>117 di 179</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	117 di 179
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO								
<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	117 di 179								

es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00098	0.0	50.0	0.00072	0.0	41.8	-0.00196	0.0	-41.8
2	0.00096	0.0	50.0	0.00070	0.0	41.8	-0.00196	0.0	-41.8

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000031967	-0.000620297	----	----
2	0.000000000	0.000031751	-0.000629313	----	----

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

– Verifica dei trefoli in acciaio dei tiranti

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE STATICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	$\gamma_{azioni}$	$\gamma_s$	$\gamma_R$	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	1.2	144.72	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	225.8	3.576	si
2	4	1.2	153.2	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	239.0	3.378	si
3	5	1.2	209.05	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	326.1	3.095	si

Figura 62. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni statiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE STATICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	$\gamma_{azioni}$	$\gamma_s$	$\gamma_R$	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	1.2	154.28	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	185.1	4.361	si
2	4	1.2	153.23	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	183.9	4.391	si
3	5	1.2	202.51	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	243.0	4.153	si

Figura 63. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni sismiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni sismiche sono soddisfatte.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	119 di 179

– Verifica travi di ripartizione

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 1 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie			Tipo di acciaio			Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	109.74	1.2	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
STATICO	82.53						2									
SISMICO																

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	M <sub>el,Rd</sub>	M <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub>	V <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub> /M <sub>ed</sub>	V <sub>rd</sub> /V <sub>ed</sub>	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/t <sub>f</sub>	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	7.90128	32.922	1.3	10.27166	42.7986	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	11.65	>1	8.027153	>1
SISMICO	5.94216	24.759	1	5.94216	24.759	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	20.14	>1	13.8758	>1

**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE**

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 64. Verifica della trave di ripartizione del primo ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	120 di 179

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 2 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	[MPa]	[MPa]	[-]	[MPa]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	142	1.2	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160 2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	109.13															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)			
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,r	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y		
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>		
STATICO	10.19952	42.498	1.3	13.25938	55.2474	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	9.03	>1	6.218409	>1	4.69	7.322548621
SISMICO	7.85736	32.739	1	7.85736	32.739	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	15.23	>1	10.49363	>1		

**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE**

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 65. Verifica della trave di ripartizione del secondo ordine di tiranti

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>												
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RS3U</td> <td>04</td> <td>D 29 CL</td> <td>GA 01 00002</td> <td>B</td> <td>121 di 179</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	121 di 179
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	121 di 179								

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 3 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	117.96	1.2	S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	91.26															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	M <sub>el,Rd</sub>	M <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub>	V <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub> /M <sub>ed</sub>	V <sub>rd</sub> /V <sub>ed</sub>	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	8.49312	35.388	1.3	11.04106	46.0044	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	10.84	>1	7.467784	>1
SISMICO	6.57072	27.378	1	6.57072	27.378	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	18.22	>1	12.54843	>1

### CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 66. Verifica della trave di ripartizione del terzo ordine di tiranti

Le verifiche delle travi di ripartizione in condizioni statiche e sismiche sono soddisfatte.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

### 10.1.6 f\_Paratia frontale H=21m –2 tiranti

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell'opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

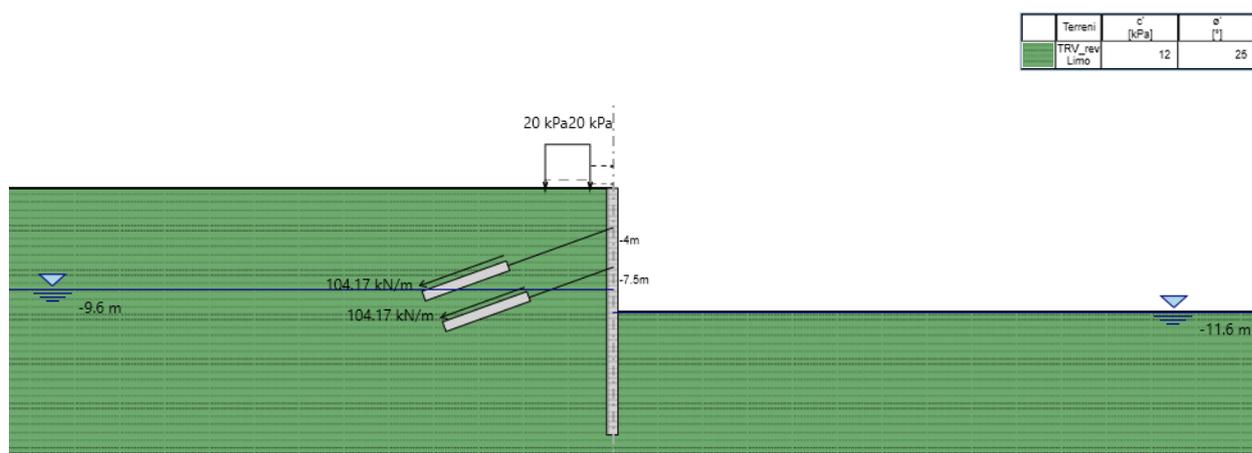


Figura 67. Schema di calcolo paratia

Tabella 42. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali $\phi 1000$ ad interasse 1.2 m
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 22.20$ m
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 11.30$ m
Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2) (da estradosso cordolo)	$H_1 = H + \min [0.5; 10\% \Delta t] = 11.60$ m
Ordini di tiranti (n°)	2
Passo orizzontale tiranti	da 2.40 m
Passo verticale dei tiranti	da 3.50 m
Inclinazione del piano campagna a monte	0°
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi permanenti a monte	$g = 0$ kPa
Sovraccarichi permanenti a valle	$g = 0$ kPa
Sovraccarichi accidentali a monte	$q = 20$ kPa
Sovraccarichi variabili a valle	$q = 0$ kPa

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Tabella 43. Parametri geotecnici di calcolo

<i>Terreno</i>	<i>zf</i>	<i>γ</i>	<i>c'</i>	<i>φ</i>	<i>cu</i>
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]
TRV	-	21	12	25	200

Tabella 44. Parametri per l'analisi sismica

<i>Terreno</i>	<i>Condizione</i>	<i>Categoria sottosuolo</i>	<i>Categoria topografica</i>	<i>ag/g</i>	<i>S</i>	<i>amax/g</i>	<i>us</i>	<i>β</i>
		[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
TRV	SLV	C	T1	0.0069	1.5	0.101	0.1	0.52

### Fasi di calcolo

- 1) Geostatico e carico permanente del versante a monte della paratia di pali, quota di falda a 1.15 m da p.c.;
- 2) Prescavo fino a quota testa palo;
- 3) Realizzazione dei pali della paratia;
- 4) Primo scavo a quota 4.50 m da estradosso cordolo;
- 5) Posa del primo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 6) Secondo scavo a quota 8.00m da estradosso cordolo;
- 7) Posa del secondo ordine di tiranti a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 8) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la "Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)";
- 9) Innalzamento della falda fino a due metri sopra il fondo scavo, dovuto a un ipotetico intasamento dei dreni.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## Risultati delle analisi e verifiche

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente.

### Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno – deformata dell'opera di sostegno

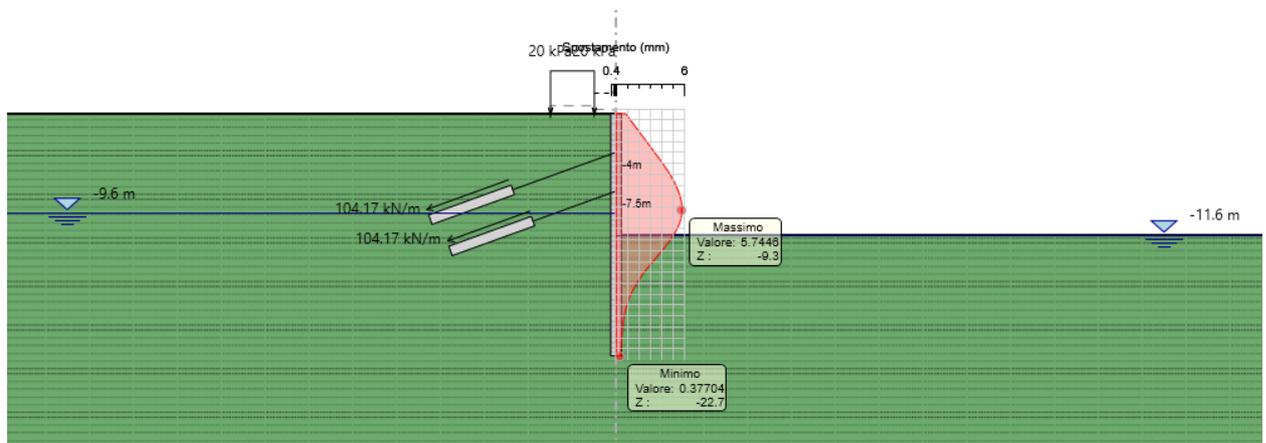


Figura 68. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

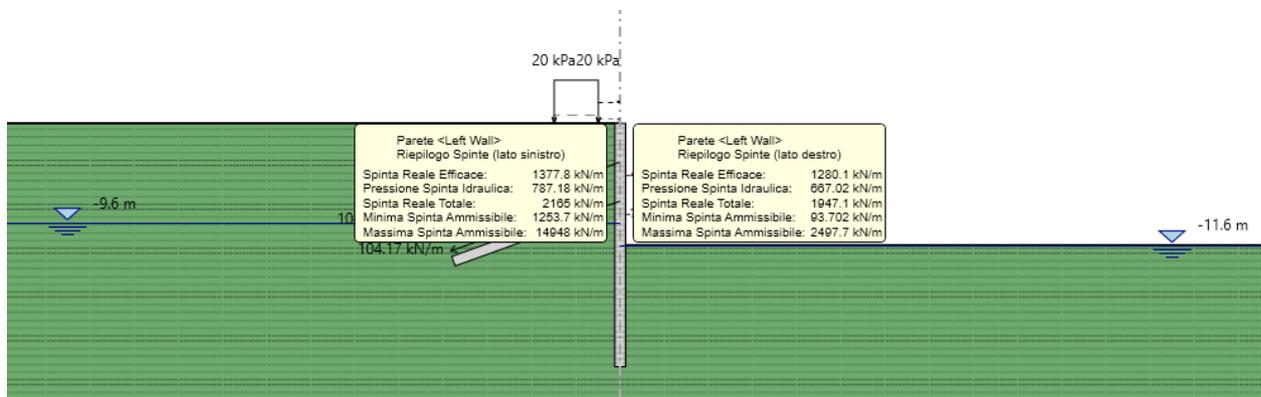


Figura 69. Riepilogo spinte SLU

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

- Verifica tiranti

Tabella 45. Geometrie ordini tiranti a trefoli

Ordine tirante	i	Quota da testa cordolo	L libera statica	L libera sismica	n° trefoli	L libera di progetto	L fondazione bulbo	L totale
[-]	[°]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
I	20	4	8.42	9.70	4	10	8	18
II	20	7.5	6.8	7.83	4	8	8	16

Tabella 46. Tensioni di aderenza bulbi di ancoraggio

ordine	Diam.Perf. [cm]	coeff. sbulbam.	T-ader. [kPa]	$\xi$
I	18	1.2	83	1.8
II	18	1.2	83	1.8

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE STATICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	$\tau$ terr-fond.	Diametro perf.	$\gamma_R$	$\alpha D$	$\gamma_{azioni}$	$\alpha$	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	2.4	147.01	8	83	18	1.15	21.6	1.3	1.2	393.4	352.8	1.115	sì	sì
2	2.4	154.36	8	83	18	1.15	21.6	1.3	1.2	393.4	370.5	1.062	sì	sì

Figura 70. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni statiche

Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	$\tau$ terr-fond.	Diametro perf.	$\gamma_R$	$\alpha D$	$\gamma_{azioni}$	$\alpha$	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	2.4	160.81	8	83	18	1.15	21.6	1	1.2	391.8	385.9	1.015	sì	sì
2	2.4	158	8	83	18	1.15	21.6	1	1.2	391.8	378.6	1.035	sì	sì

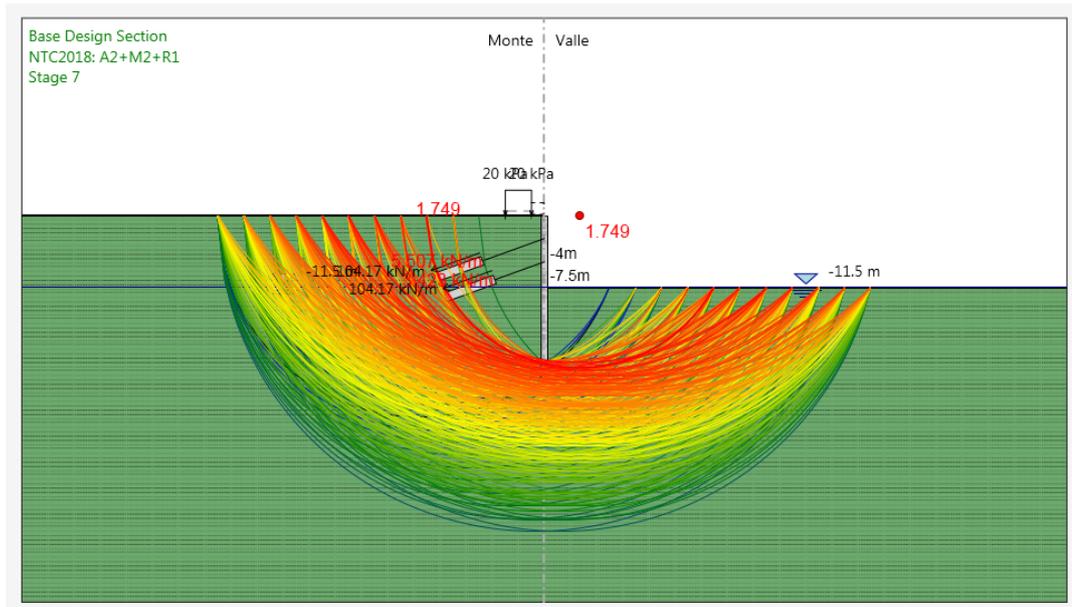
Figura 71. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni sismiche

Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni sismiche sono soddisfatte.

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839  
Relazione di calcolo opere provvisionali

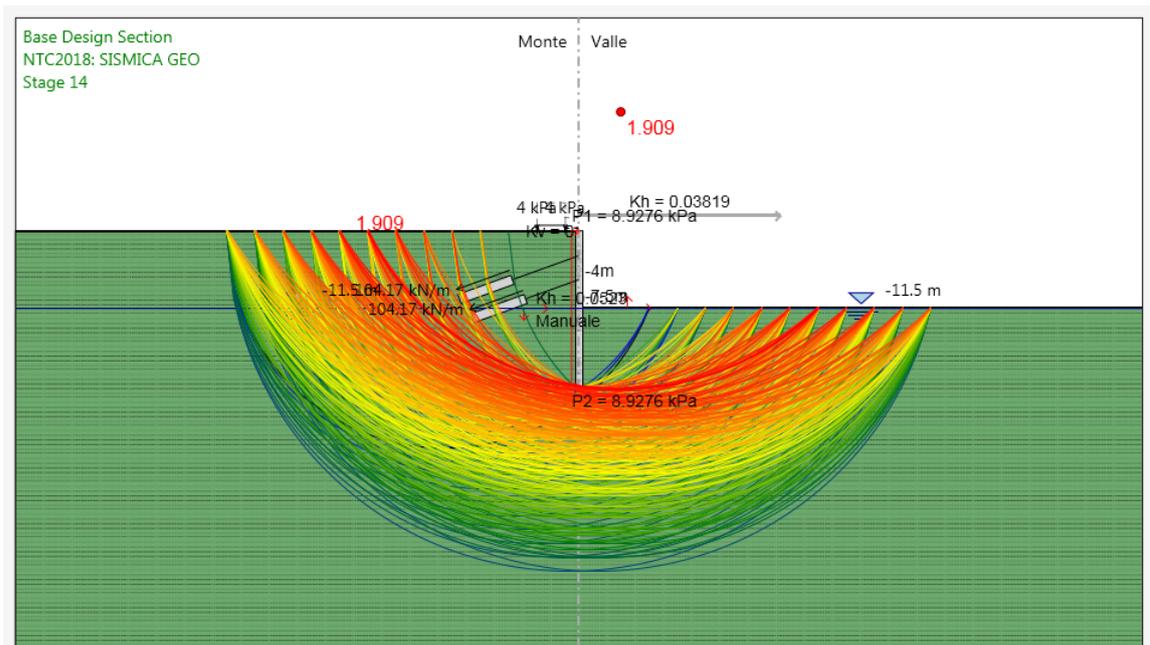
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	126 di 179

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni statiche



FS=1.749

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni simiche GEO



FS=1.909

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## 6) Verifiche SLU STR

- Verifica del palo in c.a.

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a., avente diametro 1000 mm, passo 1.2 m, armato con 1 ordine di 20 barre di diametro 26 mm con copriferro di 85 mm.

Tabella 47. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a.

COMBINAZIONI GABBIA 1 (a palo)			
	Mmax	Tmax	Nmax
	KN	KN	KN
SLU	1087.3	55.1	170.8
SLU	365.0	427.1	225.8
SLV	1002.8	25.9	312.2
SLV	70.9	392.1	237.6

Tabella 48. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	644028	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	10	$\phi$	26.0
Asl	5309	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.008					
$\rho_1$	0.008		Vrd	319.9	kN	
vmin	0.325		Ved	427	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.75	-	
Vrd	319860	N				
Occorre armatura a taglio						

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Tabella 49. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	644028	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	10	$\phi$	26.0
Asl	5309	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw · d)	0.008					
$\rho_1$	0.008		Vrd	319.9	kN	
vmin	0.325		Ved	392	KN	
vmin · bw · d	209035	N	Vrd/Ved	0.82	-	
Vrd	319860	N				
Occorre armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio. Le verifiche non risultano essere soddisfatte in entrambe le condizioni, pertanto si predispone un'armatura a taglio avente diametro 12mm, passo 10 cm.

### Condizioni statiche

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	70.80 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	129 di 179

	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	26.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30

Raggio circ.:	50.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	20	26

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

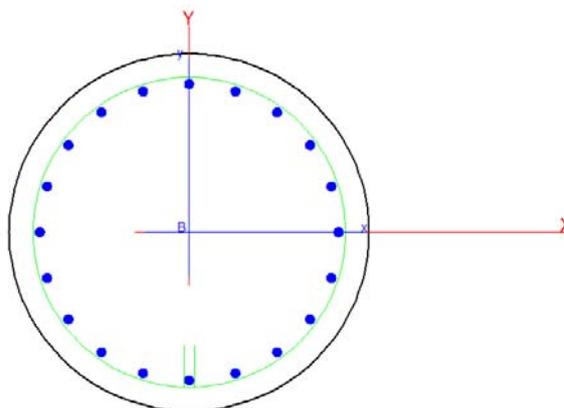
#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	17082	108732	0	5513	0
2	22580	36502	0	42713	0

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	130 di 179



## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	10.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	17082	108732	0	17081	153377	0	1.41	106.2(23.6)
2	S	22580	36502	0	22601	154692	0	4.24	106.2(23.6)

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

1	0.00350	0.0	50.0	0.00240	0.0	41.5	-0.00838	0.0	-41.5
2	0.00350	0.0	50.0	0.00241	0.0	41.5	-0.00824	0.0	-41.5

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c      Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d          Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
 C.Rid.        Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000129813	-0.002990646	----	----
2	0.000000000	0.000128321	-0.002916026	----	----

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:                    12 mm  
 Passo staffe:                    10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver                    S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved                    Taglio di progetto [daN] = proiez. di  $V_x$  e  $V_y$  sulla normale all'asse neutro  
 Vcd                    Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd                    Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
 d | z                    Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
                           Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
                           I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
 bw                    Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
                           E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
 Ctg                    Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw                    Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast                    Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
 A.Eff                    Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
                           Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
                           L'area della legatura è ridotta col fattore  $L/d_{max}$  con  $L$ =lungh.legat.proietta-  
                           ta sulla direz. del taglio e  $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	5513	217048	62504	79.1  70.6	85.5	1.000	1.015	2.0	22.6(0.0)
2	S	42713	220384	62037	78.6  70.1	87.1	1.000	1.020	15.6	22.6(0.0)

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	132 di 179

## Condizioni sismiche

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	70.80 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	26.00 daN/cm <sup>2</sup>	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30

Raggio circ.:	50.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre				
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate				
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza				
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata				

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	20	26

### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
------------------	-------

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	133 di 179

Passo staffe: 10.0 cm  
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	31220	100279	0	2587	0
2	23758	7090	0	39214	0

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.4 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	31220	100279	0	31207	112643	0	1.12	106.2(23.6)
2	S	23758	7090	0	23750	110688	0	15.61	106.2(23.6)

### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
Xc max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

1	0.00120	0.0	50.0	0.00091	0.0	41.5	-0.00196	0.0	-41.5
2	0.00118	0.0	50.0	0.00089	0.0	41.5	-0.00196	0.0	-41.5

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c      Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d          Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
 C.Rid.        Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000034544	-0.000522911	----	----
2	0.000000000	0.000034265	-0.000534521	----	----

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:                    12 mm  
 Passo staffe:                    10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver            S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved          Taglio di progetto [daN] = proiez. di  $V_x$  e  $V_y$  sulla normale all'asse neutro  
 Vcd          Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd          Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
 d | z         Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
               Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
               I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
 bw          Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
               E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
 Ctg          Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw          Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast          Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
 A.Eff        Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
               Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
               L'area della legatura è ridotta col fattore  $L/d_{max}$  con  $L$ =lungh.legat.proietta-  
               ta sulla direz. del taglio e  $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	2587	217960	58497	77.0  66.1	90.6	1.000	1.028	1.0	22.6(0.0)
2	S	39214	217180	58651	77.0  66.3	90.6	1.000	1.021	15.1	22.6(0.0)

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

– Verifica dei trefoli in acciaio dei tiranti

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE STATICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	$\gamma_{azioni}$	$\gamma_s$	$\gamma_R$	Rd	Ed	Rsd/Eds	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	2.4	147.01	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	458.7	1.760	si
2	4	2.4	154.36	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	481.6	1.677	si

Figura 72. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni statiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	$\gamma_{azioni}$	$\gamma_s$	$\gamma_R$	Rd	Ed	Rsd/Eds	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	2.4	160.81	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	385.9	2.092	si
2	4	2.4	157.73	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	378.6	2.133	si

Figura 73. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni sismiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni sismiche sono soddisfatte.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	136 di 179

## Verifica travi di ripartizione

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 1 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie			Tipo di acciaio			Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	147.01	2.4	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	160.81						2									

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	M <sub>el,Rd</sub>	M <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub>	V <sub>pl,Rd</sub>	M <sub>rd</sub> /M <sub>ed</sub>	V <sub>rd</sub> /V <sub>ed</sub>	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/t <sub>f</sub>	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>
STATICO	42.33888	88.206	1.3	55.04054	114.6678	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.17	>1	2.996054	>1
SISMICO	46.31328	96.486	1	46.31328	96.486	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.58	>1	3.56063	>1

### CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 74. Verifica della trave di ripartizione del primo ordine di tiranti

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>												
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td><b>RS3U</b></td> <td>04</td> <td>D 29 CL</td> <td>GA 01 00002</td> <td>B</td> <td>137 di 179</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	137 di 179
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	137 di 179								

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 2 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	154	2.4	S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	158															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)			
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,r	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y		
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>		
STATICO	44.45568	92.616	1.3	57.79238	120.4008	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.07	>1	2.853394	>1	4.69	7.322548621
SISMICO	45.42624	94.638	1	45.42624	94.638	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.63	>1	3.630158	>1		

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE	
Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub> 355 [MPa]
Coefficiente ε	ε 0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>	
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c 104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub> 8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub> 13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione	<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione	<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>	
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c 61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>f</sub> 13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>f</sub> 4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione	<b>CLASSE 1</b>

Figura 75. Verifica della trave di ripartizione del secondo ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

### 10.1.7 g\_Paratia frontale H=15m – 1 tirante

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell'opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

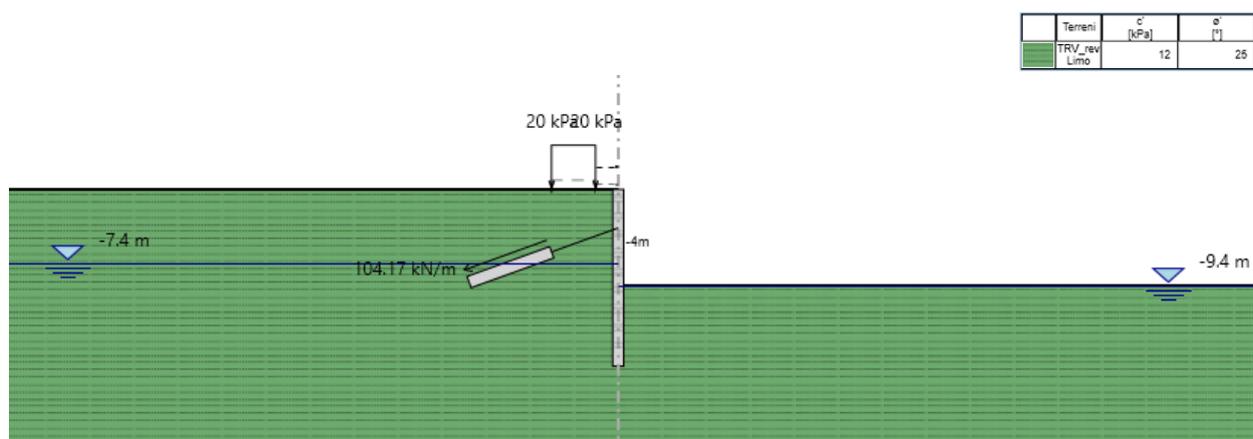


Figura 76. Schema di calcolo paratia

Tabella 50. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali $\phi 1000$ ad interasse 1.2 m
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 16.20\text{m}$
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 9.00\text{ m}$
Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2) (da estradosso cordolo)	$H_1 = H + \min [0.5; 10\% \Delta t] = 9.40\text{m}$
Ordini di tiranti ( $n^\circ$ )	1
Passo orizzontale tiranti	2.4
Passo verticale dei tiranti	-
Inclinazione del piano campagna a monte	$0^\circ$
Inclinazione del piano campagna a valle	$0^\circ$
Sovraccarichi permanenti a monte	$g = 0\text{ kPa}$
Sovraccarichi permanenti a valle	$g = 0\text{ kPa}$
Sovraccarichi accidentali a monte	$q = 20\text{ kPa}$
Sovraccarichi variabili a valle	$q = 0\text{ kPa}$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Tabella 51. Parametri geotecnici di calcolo

<i>Terreno</i>	<i>zf</i>	<i>γ</i>	<i>c'</i>	<i>φ</i>	<i>cu</i>
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]
TRV	-	21	12	25	200

Tabella 52. Parametri per l'analisi sismica

<i>Terreno</i>	<i>Condizione</i>	<i>Categoria sottosuolo</i>	<i>Categoria topografica</i>	<i>ag/g</i>	<i>S</i>	<i>amax/g</i>	<i>us</i>	<i>β</i>
		[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
TRV	SLV	C	T1	0.0069	1.5	0.101	0.1	0.52

### Fasi di calcolo

- 1) Geostatico e carico permanente del versante a monte della paratia di pali, quota di falda a 1.15 m da p.c.;
- 2) Prescavo fino a quota testa palo;
- 3) Realizzazione dei pali della paratia;
- 4) Scavo a quota 4.50 m da estradosso cordolo;
- 5) Posa del tirante a 0.50 m di distanza dal piano di scavo;
- 6) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la "Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)";
- 7) Innalzamento della falda fino a due metri sopra il fondo scavo, dovuto a un ipotetico intasamento dei dreni.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## Risultati delle analisi e verifiche

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente.

### Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno – deformata dell'opera di sostegno

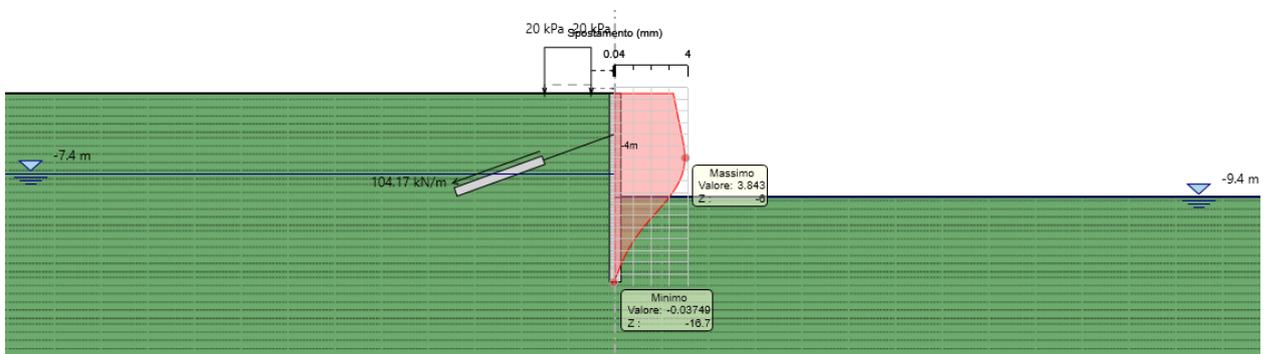


Figura 77. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

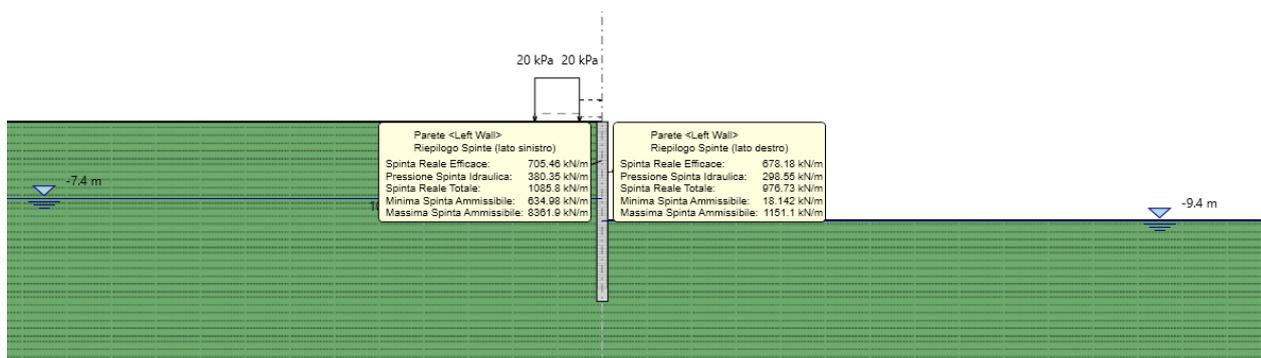


Figura 78. Riepilogo spinte SLU

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

- Verifica tiranti

Tabella 53. Geometrie ordini tiranti a trefoli

Ordine tirante	i	Quota da testa cordolo	L libera statica	L libera sismica	n° trefoli	L libera di progetto	L fondazione bulbo	L totale
[-]	[°]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
I	20	4	5.65	6.51	4	6.5	8	14.5

Tabella 54. Tensioni di aderenza bulbi di ancoraggio

ordine	Diam.Perf. [cm]	coeff. sbulbam.	T-ader. [kPa]	ξ
I	18	1.2	83	1.8

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE STATICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	τ terr-fond.	Diametro perf.	γ <sub>R</sub>	αD	γ <sub>azioni</sub>	α	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V.g.resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	2.4	150.87	8	83	18	1.15	21.6	1.3	1.2	393.4	362.1	1.086	si	si

Figura 79. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni statiche

Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	τ terr-fond.	Diametro perf.	γ <sub>R</sub>	αD	γ <sub>azioni</sub>	α	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V.g.resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	2.4	162.06	8	83	18	1.15	21.6	1	1.2	391.8	388.9	1.007	si	si

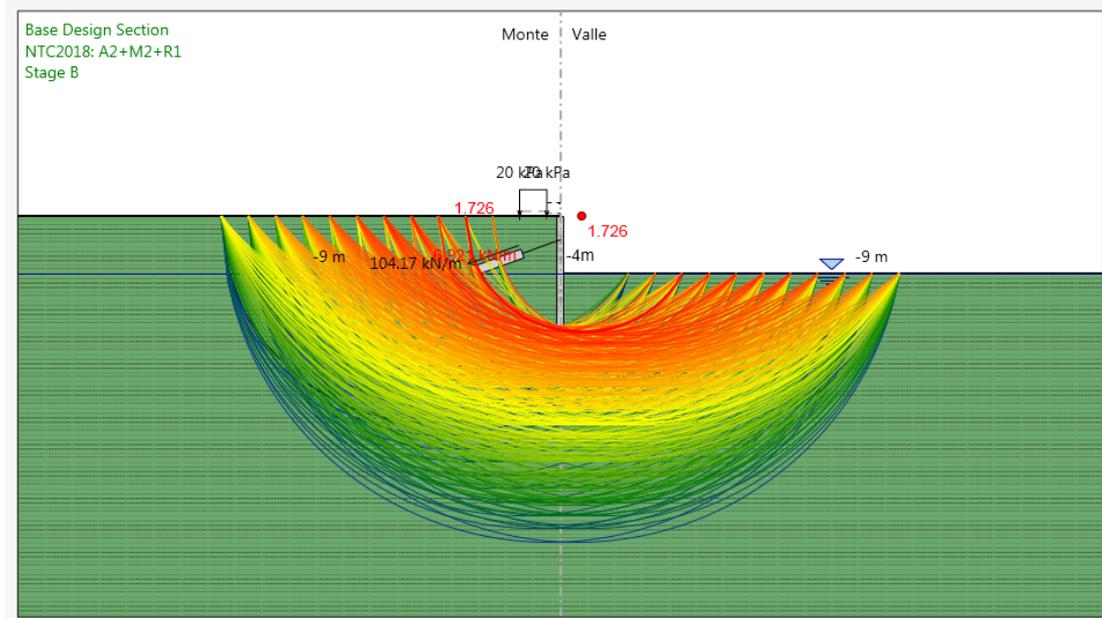
Figura 80. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni sismiche

Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni sismiche sono soddisfatte.

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839  
Relazione di calcolo opere provvisionali

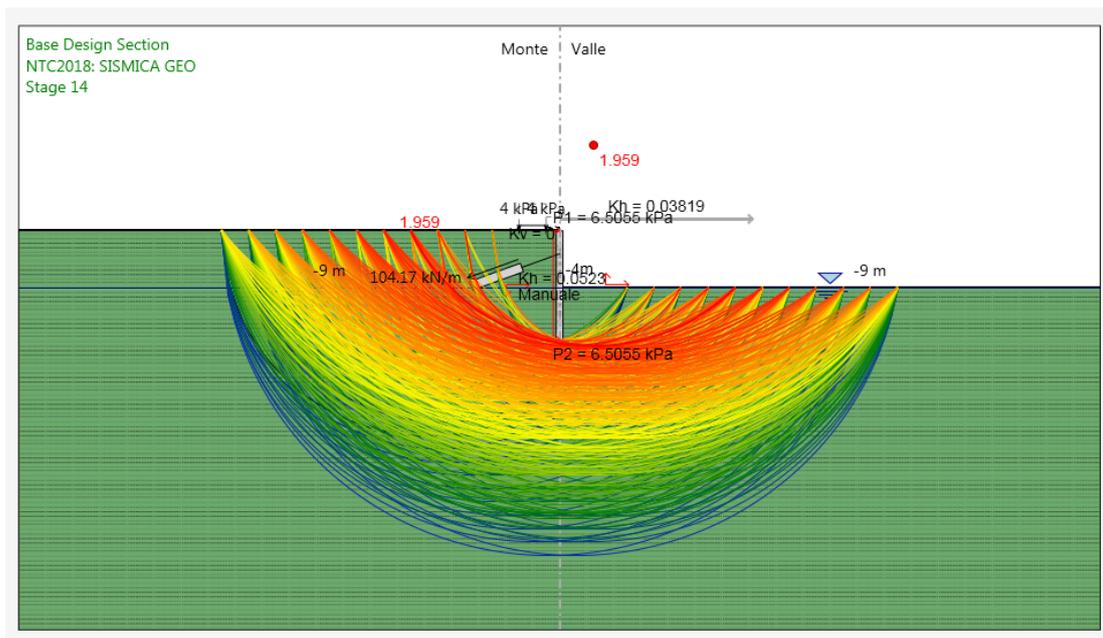
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	142 di 179

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni statiche



FS=1.726

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni simiche GEO



FS=1.959

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## 7) Verifiche SLU STR

- Verifica del palo in c.a.

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a., avente diametro 1000 mm, passo 1.2 m, armato con 1 ordine di 18 barre di diametro 26mm con copriferro di 85 mm.

Tabella 55. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a.

COMBINAZIONI GABBIA 1 (a palo)			
	Mmax	Tmax	Nmax
	KN	KN	KN
SLU	324.9	11.4	125.7
SLU	117.6	160.8	172.8
SLV	274.0	11.2	243.5
SLV	72.0	153.0	55.0

Tabella 56. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	644028	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	8	$\phi$	26.0
Asl	4247	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.007					
$\rho_1$	0.007		Vrd	296.9	kN	
vmin	0.325		Ved	161	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	1.85	-	
Vrd	296932	N				
Non necessita di armatura a taglio						

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Tabella 57. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	644028	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	8	$\phi$	26.0
Asl	4247	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.007					
$\rho_1$	0.007		Vrd	296.9	kN	
vmin	0.325		Ved	153	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	1.94	-	
Vrd	296932	N				
Non necessita di armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio. Le verifiche risultano essere soddisfatte in entrambe le condizioni, tuttavia si predispone un'armatura a taglio avente diametro 12mm, passo 20 cm.

### Condizioni statiche

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	26.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30
Raggio circ.:	50.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

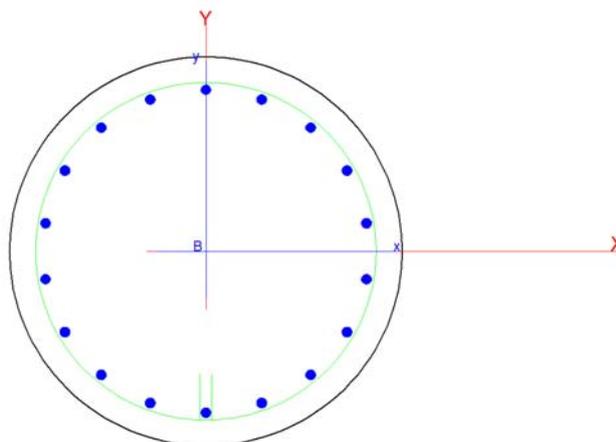
N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre				
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate				
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza				
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata				

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	18	26

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	12566	32489	0	0	0
2	17279	11756	0	0	0

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B



## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.8 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm<sup>2</sup>]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	12566	32489	0	12574	139944	0	4.31	95.6(23.6)
2	S	17279	11756	0	17252	141179	0	12.01	95.6(23.6)

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Xc max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	50.0	0.00234	0.0	41.5	-0.00894	0.0	-41.5

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	147 di 179

2      0.00350                      0.0      50.0      0.00236                      0.0      41.5      -0.00879                      0.0      -41.5

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c      Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d      Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
 C.Rid.      Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000135941	-0.003297041	----	----
2	0.000000000	0.000134313	-0.003215637	----	----

#### Condizioni sismiche

##### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza:      Resistenze in campo sostanzialmente elastico  
 Tipologia sezione:      Sezione generica di Pilastro  
 Normativa di riferimento:      N.T.C.  
 Percorso sollecitazione:      A Sforzo Norm. costante  
 Riferimento Sforzi assegnati:      Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicità:      Zona non sismica

##### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

**CALCESTRUZZO -**

Classe:	C25/30
Resis. compr. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	26.00 daN/cm <sup>2</sup>

**ACCIAIO -**

Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

##### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:      Circolare  
 Classe Conglomerato:      C25/30

Raggio circ.:      50.0 cm  
 X centro circ.:      0.0 cm  
 Y centro circ.:      0.0 cm

##### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre  
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate  
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate  
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza  
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	18	26

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	24347	27400	0	0	0
2	5498	7200	0	0	0

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.8 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	24347	27400	0	24337	101552	0	3.71	95.6(23.6)
2	S	5498	7200	0	5469	96441	0	13.39	95.6(23.6)

### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	149 di 179

es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00114	0.0	50.0	0.00085	0.0	41.5	-0.00196	0.0	-41.5
2	0.00107	0.0	50.0	0.00079	0.0	41.5	-0.00196	0.0	-41.5

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000033845	-0.00051935	----	----
2	0.000000000	0.000033101	-0.000582822	----	----

#### – Verifica dei trefoli in acciaio dei tiranti

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE STATICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	$\gamma_{azioni}$	$\gamma_s$	$\gamma_R$	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	2.4	150.87	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	470.7	1.715	si

Figura 81. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni statiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	$\gamma_{azioni}$	$\gamma_s$	$\gamma_R$	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	2.4	162.06	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	388.9	2.076	si

Figura 82. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni sismiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni sismiche sono soddisfatte.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>												
GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td><b>RS3U</b></td> <td>04</td> <td>D 29 CL</td> <td>GA 01 00002</td> <td>B</td> <td>150 di 179</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	150 di 179
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	150 di 179								

– Verifica travi di ripartizione

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 1 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f <sub>yk</sub>	γ <sub>M0</sub>	f <sub>yd</sub>	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W <sub>el</sub>	W <sub>pl</sub>	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
STATICO	150.87	2.4	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	162.06						2									

CASO	Azioni sollecitanti				Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)				
	Msk	Vsk	γ <sub>A</sub>	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,rđ	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y		
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f <sub>y</sub> ) <sup>0.5</sup>		
STATICO	43.45056	90.522	1.3	56.48573	117.6786	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.12	>1	2.9194	>1	4.69	7.322548621
SISMICO	46.67328	97.236	1	46.67328	97.236	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.56	>1	3.533166	>1		

**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE**

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>y</sub>	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
<b>Classificazione dell'anima</b>		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t <sub>w</sub>	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		<b>CLASSE 1</b>
Classificazione dell'anima per compressione		<b>CLASSE 1</b>
<b>Classificazione delle ali</b>		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t <sub>r</sub>	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t <sub>r</sub>	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		<b>CLASSE 1</b>

Figura 83. Verifica della trave di ripartizione del primo ordine di tiranti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

### 10.1.8 h\_Paratia frontale H=15m – senza tiranti

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell'opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

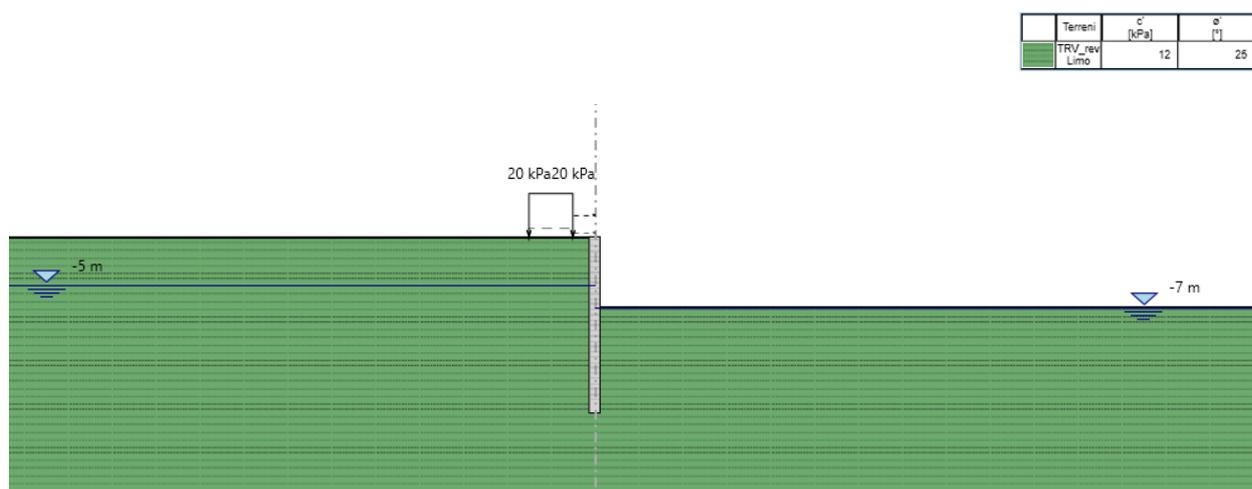


Figura 84. Schema di calcolo paratia

Tabella 58. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali $\phi 1000$ ad interasse 1.2 m
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 16.20\text{m}$
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 6.50\text{ m}$
Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2) (da estradosso cordolo)	$H_1 = H + \min [0.5; 10\%\Delta t] = 7.00\text{m}$
Ordini di tiranti (n°)	-
Passo orizzontale tiranti	-
Passo verticale dei tiranti	-
Inclinazione del piano campagna a monte	0°
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi permanenti a monte	$g = 0\text{ kPa}$
Sovraccarichi permanenti a valle	$g = 0\text{ kPa}$
Sovraccarichi accidentali a monte	$q = 20\text{ kPa}$
Sovraccarichi variabili a valle	$q = 0\text{ kPa}$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Tabella 59. Parametri geotecnici di calcolo

<i>Terreno</i>	<i>z<sub>f</sub></i>	<i>γ</i>	<i>c'</i>	<i>φ</i>	<i>c<sub>u</sub></i>
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]
TRV	-	21	12	25	200

Tabella 60. Parametri per l'analisi sismica

<i>Terreno</i>	<i>Condizione</i>	<i>Categoria sottosuolo</i>	<i>Categoria topografica</i>	<i>a<sub>g</sub>/g</i>	<i>S</i>	<i>a<sub>max</sub>/g</i>	<i>u<sub>s</sub></i>	<i>β</i>
		[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
TRV	SLV	C	T1	0.0069	1.5	0.101	0.1	0.52

### Fasi di calcolo

- 1) Geostatico e carico permanente del versante a monte della paratia di pali, quota di falda a 1.15 m da p.c.;
- 2) Prescavo fino a quota testa palo;
- 3) Realizzazione dei pali della paratia;
- 4) Scavo a quota scavo;
- 5) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la "Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)";
- 6) Innalzamento della falda fino a due metri sopra il fondo scavo, dovuto a un ipotetico intasamento dei dreni.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## Risultati delle analisi e verifiche

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente.

### Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno – deformata dell'opera di sostegno

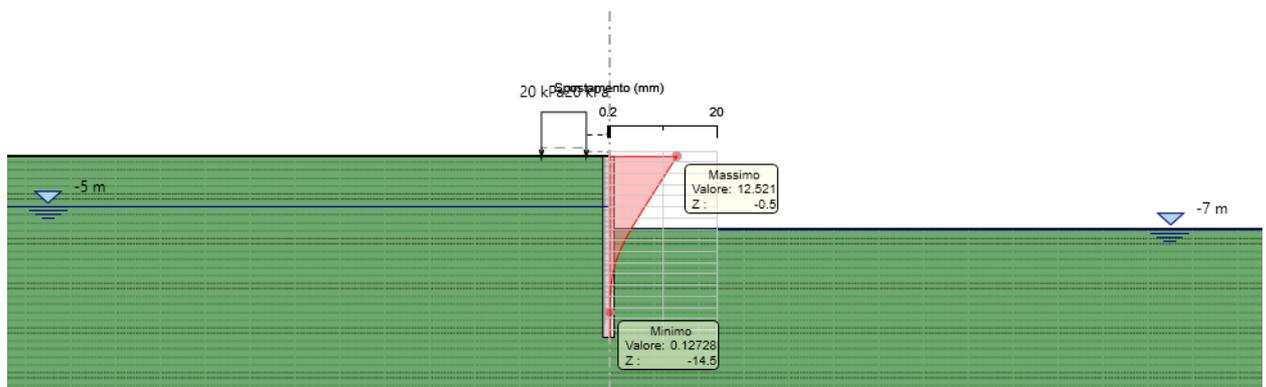


Figura 85. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

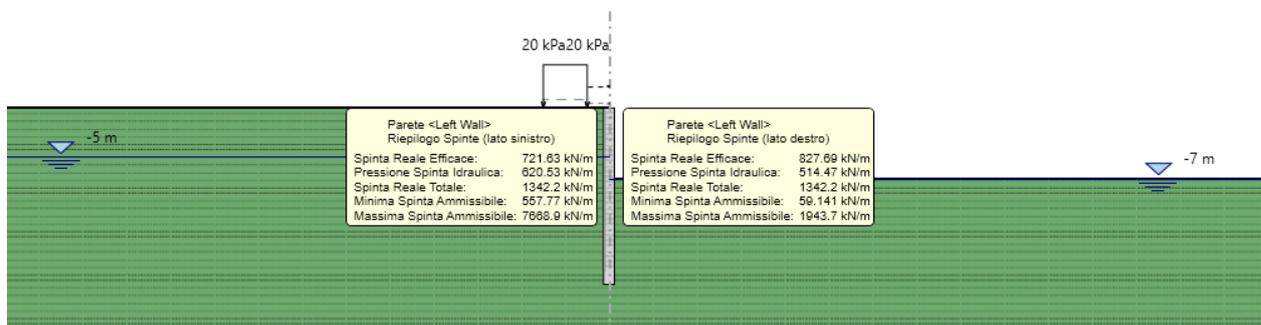
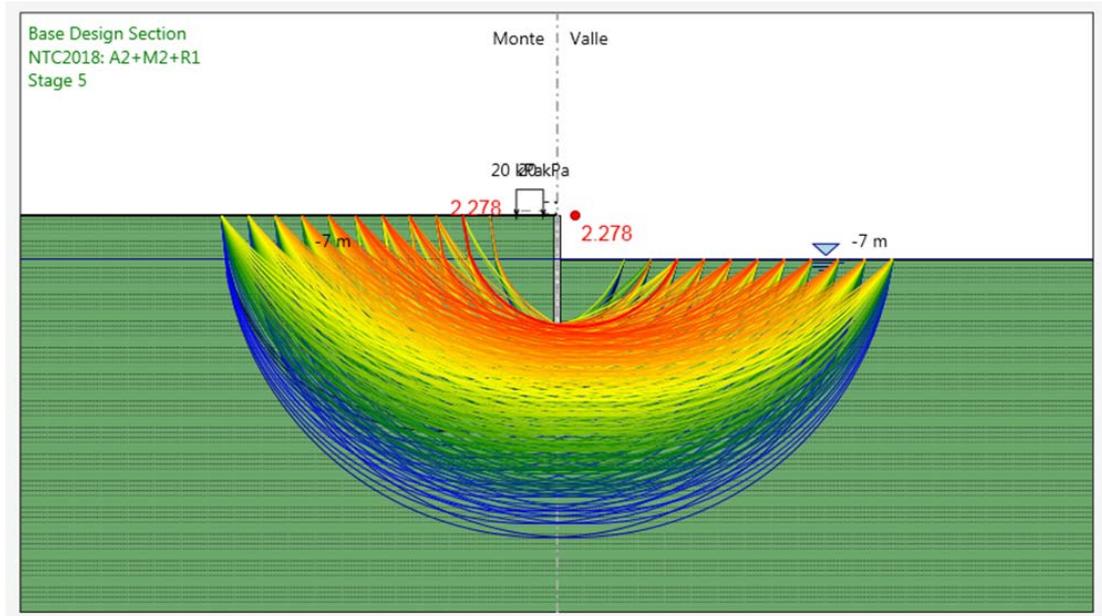


Figura 86. Riepilogo spinte SLU

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839  
Relazione di calcolo opere provvisionali

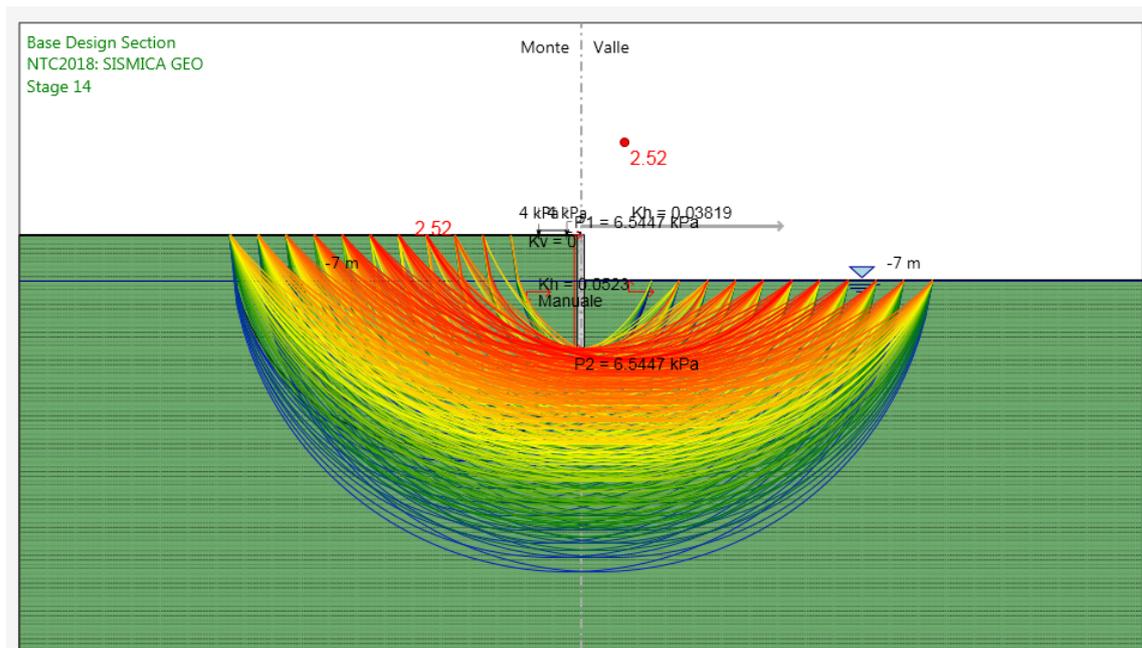
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	154 di 179

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni statiche



FS=2.278

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni simiche GEO



FS=4.280

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## 8) Verifiche SLU STR

- Verifica del palo in c.a.

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a., avente diametro 1000 mm, passo 1.2 m, armato con 1 ordine di 18 barre di diametro 26mm con copriferro di 85 mm.

Tabella 61. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a.

COMBINAZIONI GABBIA 1 (a palo)			
	Mmax	Tmax	Nmax
	KN	KN	KN
SLU	488.5	41.1	166.9
SLU	227.3	149.5	115.8
SLV	488.5	41.1	166.9
SLV	227.3	149.5	115.8

Tabella 62. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	83	mm				
rs	417	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	645108	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	765.5	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.511			N.ro		area_ferro
k	1.511		As	8	$\phi$	20.0
Asl	2513	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.004					
$\rho_1$	0.004		Vrd	249.5	kN	
vmin	0.324		Ved	149	kN	
vmin·bw·d	209297	N	Vrd/Ved	1.67	-	
Vrd	249493	N				
Non necessita di armatura a taglio						

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Tabella 63. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	83	mm				
rs	417	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	645108	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	765.5	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.511			N.ro		area_ferro
k	1.511		As	8	$\phi$	20.0
Asl	2513	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.004					
$\rho_1$	0.004		Vrd	249.5	kN	
vmin	0.324		Ved	149	KN	
vmin·bw·d	209297	N	Vrd/Ved	1.67	-	
Vrd	249493	N				
Non necessita di armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio. Le verifiche risultano essere soddisfatte in entrambe le condizioni, tuttavia si predispone un'armatura a taglio avente diametro 12mm, passo 20 cm.

### Condizioni statiche

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	26.00 daN/cm <sup>2</sup>

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	157 di 179

Relazione di calcolo opere provvisionali

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 50.0 cm  
X centro circ.: 0.0 cm  
Y centro circ.: 0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

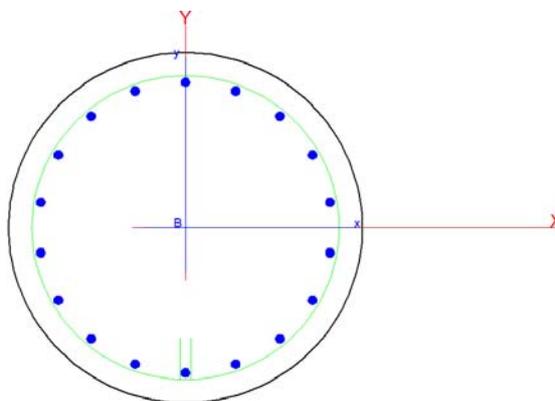
N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	18	20

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	16690	48854	0	0	0
2	11585	22729	0	0	0

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B



## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.5 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.4 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	16690	48854	0	16680	91353	0	1.87	56.5(23.6)
2	S	11585	22729	0	11564	89831	0	3.95	56.5(23.6)

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	50.0	0.00211	0.0	41.5	-0.01148	0.0	-41.5
2	0.00350	0.0	50.0	0.00209	0.0	41.5	-0.01173	0.0	-41.5

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	159 di 179

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c      Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d          Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid.        Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000163686	-0.004684299	----	----
2	0.000000000	0.000166422	-0.004821103	----	----

### Condizioni sismiche

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICIA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza:      Resistenze in campo sostanzialmente elastico  
Tipologia sezione:                  Sezione generica di Pilastro  
Normativa di riferimento:          N.T.C.  
Percorso sollecitazione:            A Sforzo Norm. costante  
Riferimento Sforzi assegnati:      Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicità:        Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

**CALCESTRUZZO -**

Classe:	C25/30
Resis. compr. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	26.00 daN/cm <sup>2</sup>

**ACCIAIO -**

Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:                  Circolare  
Classe Conglomerato:              C25/30

Raggio circ.:      50.0 cm  
X centro circ.:    0.0 cm  
Y centro circ.:    0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.                                  Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre  
Xcentro                                Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	160 di 179

Ycentro                      Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate  
Raggio                        Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
N°Barre                      Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza  
Ø                                Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	18	26

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N                                Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx                              Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My                              Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy                              Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx                              Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	16690	48854	0	0	0
2	11585	22729	0	0	0

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:                      7.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali:                      11.8 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver                              S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn                             Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
Mx Sn                            Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn                            Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res                            Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
Mx Res                           Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My res                           Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic.                        Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Totale                      Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	16690	48854	0	16675	99489	0	2.04	95.6(23.6)
2	S	11585	22729	0	11590	98111	0	4.32	95.6(23.6)

### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max                        Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
Xc max                        Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
Xc max                        Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max                        Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min                        Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min                        Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min                        Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)  
 GALLERIE ARTIFICIALI**

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	161 di 179

es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00111	0.0	50.0	0.00083	0.0	41.5	-0.00196	0.0	-41.5
2	0.00109	0.0	50.0	0.00081	0.0	41.5	-0.00196	0.0	-41.5

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000033544	-0.000564421	----	----
2	0.000000000	0.000033343	-0.000572745	----	----

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

### 10.1.9 i\_Paratia frontale H=26m – senza tiranti

In corrispondenza della paratia “tipo i” la galleria interferisce con l’autostrada sovrastante.

Per garantire la continuità del traffico stradale viene realizzata tale opera (per maggiori dettagli si rimanda all’elaborato “GA01 – Galleria artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 – Fasi realizzative\_RS3U.4.0.D.29.P9.GA.01.0.0.001”).

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell’opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

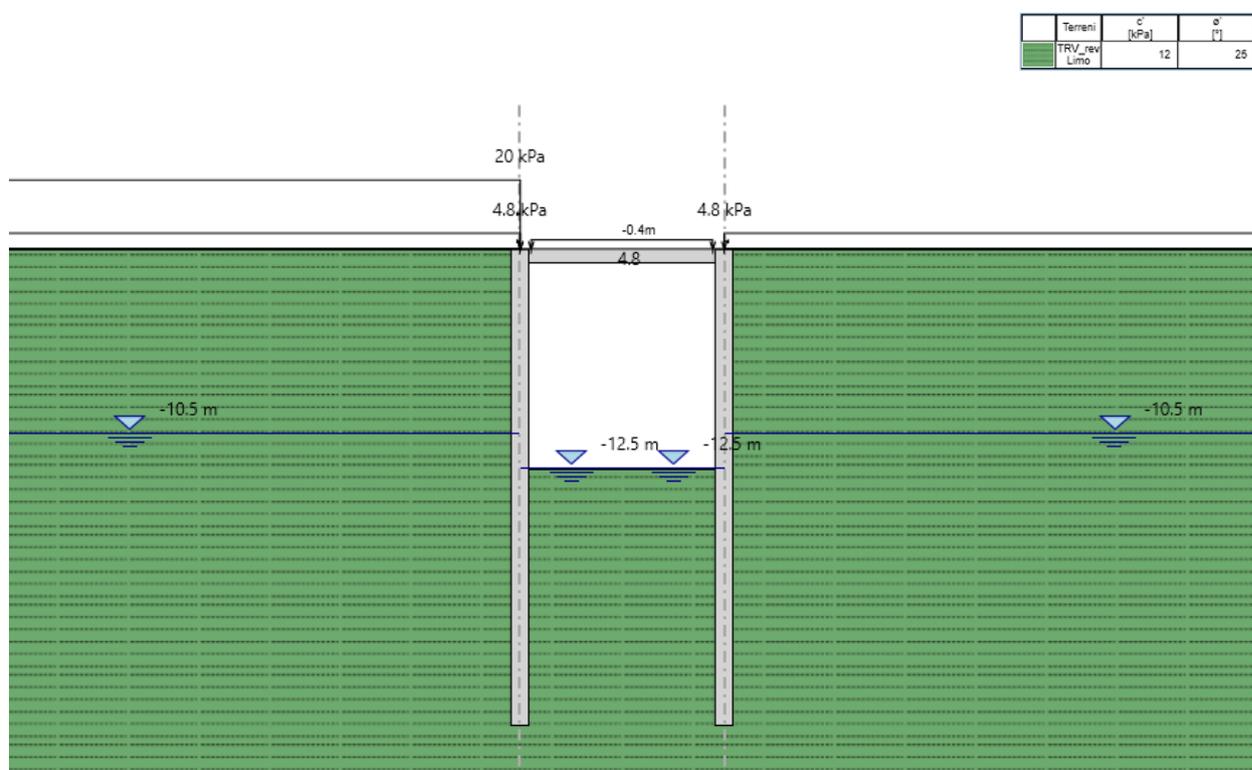


Figura 87. Schema di calcolo paratia

Tabella 64. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali $\phi$ 1000 ad interasse 1.2 m
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 27.20\text{m}$
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 12.00\text{ m}$
Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2) (da estradosso cordolo)	$H_1 = H + \min [0.5; 10\%\Delta t] = 12.50\text{ m}$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Ordini di tiranti (n°)	-
Passo orizzontale tiranti	-
Passo verticale dei tiranti	-
Inclinazione del piano campagna a monte	0°
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi permanenti	g = 4.8 kPa
Sovraccarichi accidentali	q = 20 kPa

Tabella 65. Parametri geotecnici di calcolo

<i>Terreno</i>	<i>z<sub>f</sub></i>	<i>γ</i>	<i>c'</i>	<i>φ</i>	<i>c<sub>u</sub></i>
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]
TRV	-	21	12	25	200

Tabella 66. Parametri per l'analisi sismica

<i>Terreno</i>	<i>Condizione</i>	<i>Categoria sottosuolo</i>	<i>Categoria topografica</i>	<i>ag/g</i>	<i>S</i>	<i>amax/g</i>	<i>us</i>	<i>β</i>
		[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
TRV	SLV	C	T1	0.0069	1.5	0.101	0.1	0.52

### Fasi di calcolo

- 1) Geostatico, quota di falda a 1.15 m da p.c.;
- 2) Prescavo fino a testa palo;
- 3) Realizzazione dei pali della paratia;
- 4) Realizzazione soletta in C.A.;
- 5) Reinterro fino a quota strada;
- 6) Applicazione carico permanente (pacchetto stradale);
- 7) Scavo a quota scavo tra le due paratie;
- 8) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la "Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)", posizione della falda a monte e a valle sotto quota piano di scavo.
- 9) Applicazione carico variabile (traffico stradale);
- 10) Innalzamento della falda fino a due metri sopra il fondo scavo, dovuto a un ipotetico intasamento dei dreni;
- 11) Applicazione dell'azione sismica.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)          GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## Risultati delle analisi e verifiche

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente.

### Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno – deformata dell'opera di sostegno

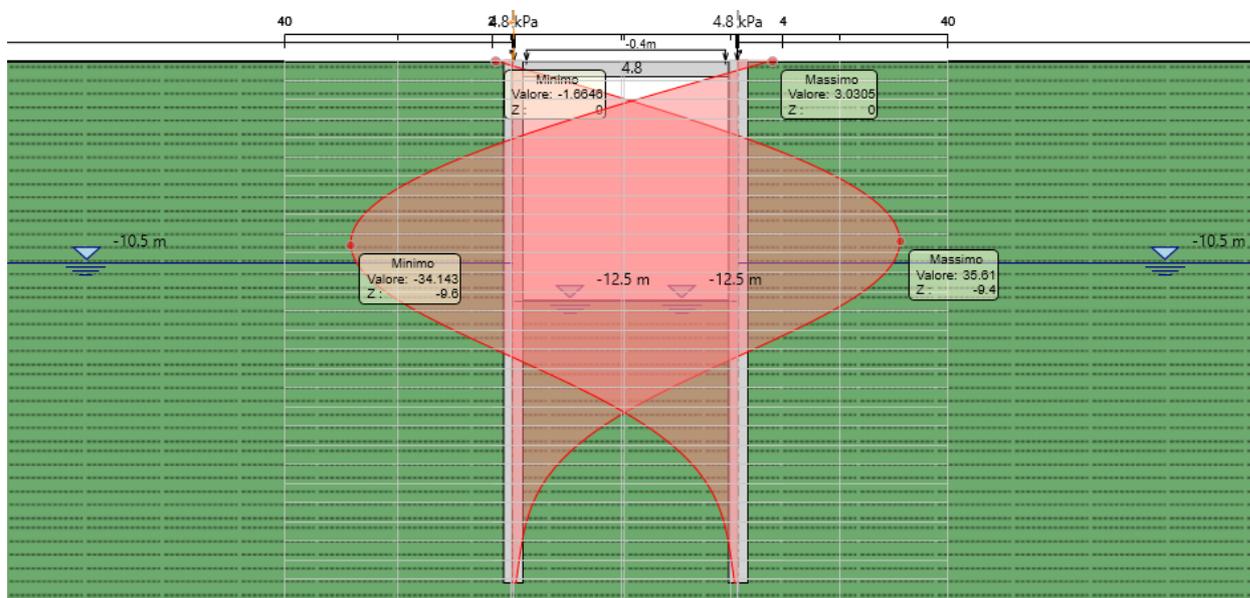


Figura 88. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	165 di 179

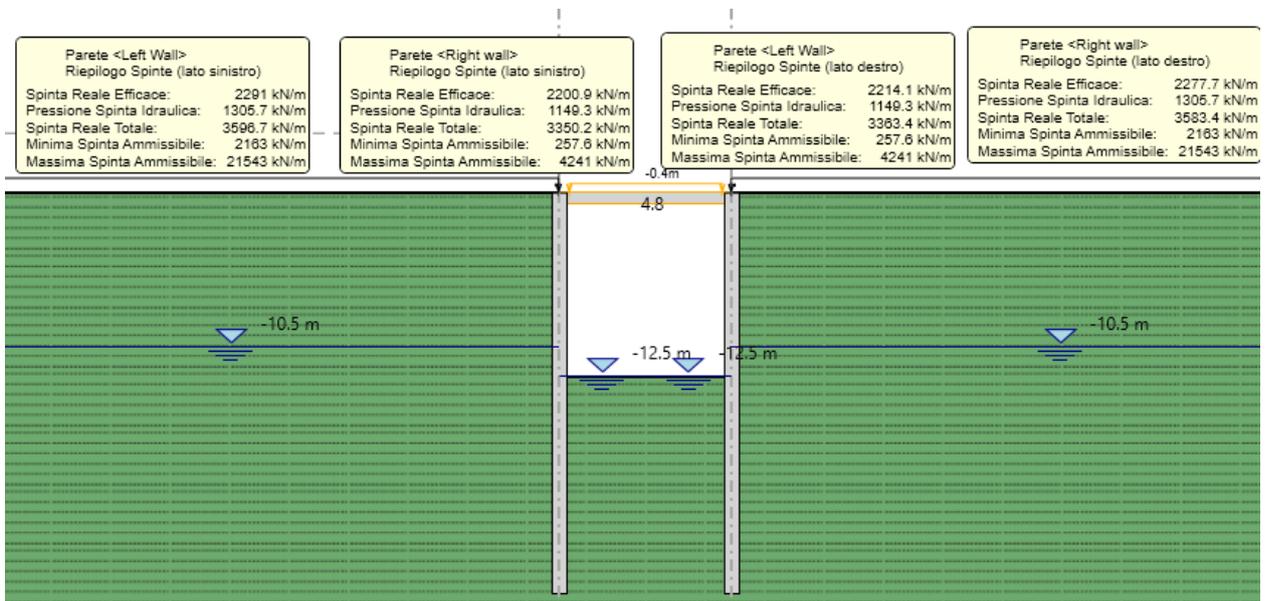


Figura 89. Riepiogo spinte SLU

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## 9) Verifiche SLU STR

- Verifica del palo in c.a.

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a., avente diametro 1000 mm, passo 1.2 m, armato con 1 ordine di 18 barre di diametro 26mm con copriferro di 85 mm.

Tabella 67. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a.

COMBINAZIONI GABBIA 1 (a palo)			
	Mmax	Tmax	Nmax
	KN	KN	KN
SLU	2271.6	1.7	288.4
SLU	639.0	547.5	390.5
SLV	2315.4	7.1	300.2
SLV	688.9	451.5	414.1

Tabella 68. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	644028	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	10	$\phi$	26.0
Asl	5309	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.008					
$\rho_1$	0.008		Vrd	319.9	kN	
vmin	0.325		Ved	534	kN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.60	-	
Vrd	319860	N				
Occorre armatura a taglio						

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

Tabella 69. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
$\alpha$	0.56	rad				
Atot	785398	mm <sup>2</sup>				
A	644028	mm <sup>2</sup>				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	$\gamma_c$	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	10	$\phi$	26.0
Asl	5309	mm <sup>2</sup>				
Asl/(bw·d)	0.008					
$\rho_1$	0.008		Vrd	319.9	kN	
vmin	0.325		Ved	451	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.71	-	
Vrd	319860	N				
Occorre armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio. Le verifiche non risultano essere soddisfatte in entrambe le condizioni, pertanto si predispone un'armatura a taglio costituita da una doppia spirale di diametro 12mm, passo 15 cm.

### Condizioni statiche

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	70.80 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	26.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 50.0 cm  
 X centro circ.: 0.0 cm  
 Y centro circ.: 0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre  
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate  
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate  
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza  
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	40.5	32	26
2	0.0	0.0	33.0	24	26

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 15.0 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

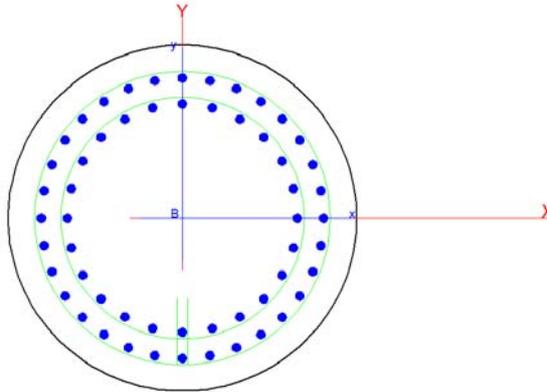
N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	28843	221724	0	1606	0
2	39445	62620	0	53360	0

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	169 di 179



## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.9 cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.0 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	28843	221724	0	28847	333502	0	1.50	297.3(23.6)
2	S	39445	62620	0	39467	334674	0	5.34	297.3(23.6)

## METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	170 di 179

1	0.00350	0.0	50.0	0.00263	0.0	40.5	-0.00479	0.0	-40.5
2	0.00350	0.0	50.0	0.00264	0.0	40.5	-0.00472	0.0	-40.5

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c      Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d          Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid.        Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000091564	-0.001078209	----	----
2	0.000000000	0.000090858	-0.001042897	----	----

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:                    12 mm  
Passo staffe:                    15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver                    S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved                    Taglio di progetto [daN] = proiez. di  $V_x$  e  $V_y$  sulla normale all'asse neutro  
Vcd                    Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd                    Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
d | z                    Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw                    Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg                    Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw                    Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast                    Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff                    Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore  $L/d_{max}$  con  $L$ =lungh.legat.proiettata sulla direz. del taglio e  $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1606	210396	68152	75.6   63.6	91.0	1.000	1.026	0.6	27.4(0.0)
2	S	53360	211925	68034	75.6   63.5	91.0	1.000	1.035	21.5	27.4(0.0)

#### Condizioni sismiche

##### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza:      Resistenze in campo sostanzialmente elastico  
Tipologia sezione:                  Sezione generica di Pilastro  
Normativa di riferimento:          N.T.C.  
Percorso sollecitazione:              A Sforzo Norm. costante  
Riferimento Sforzi assegnati:       Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicità:          Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b>  <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b>  <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b>  <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b></p>					
	<p>GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839</p> <p>Relazione di calcolo opere provvisionali</p>	<p>COMMESSA</p> <p><b>RS3U</b></p>	<p>LOTTO</p> <p>04</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D 29 CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>GA 01 00002</p>	<p>REV.</p> <p>B</p>

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	70.80	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	26.00	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30

Raggio circ.:	50.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	40.5	32	26
2	0.0	0.0	33.0	28	26

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	15.0 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	172 di 179

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	30021	222120	0	1288	0
2	41409	64843	0	45098	0

## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.8 cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.0 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	30021	222120	0	30011	251691	0	1.13	318.6(23.6)
2	S	41409	64843	0	41394	253921	0	3.92	318.6(23.6)

## METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00169	0.0	50.0	0.00131	0.0	40.5	-0.00196	0.0	-40.5
2	0.00172	0.0	50.0	0.00133	0.0	40.5	-0.00196	0.0	-40.5

## POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[S 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000040313	-0.000323807	----	----



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)  
 GALLERIE ARTIFICIALI**

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	173 di 179

2      0.000000000      0.000040575      -0.000313216      ----      ----

**VERIFICHE A TAGLIO**

Diam. Staffe:                      12 mm  
 Passo staffe:                      15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver                      S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved                      Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
 Vcd                      Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd                      Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
 d | z                      Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
                                  Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
                                  I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
 bw                      Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
                                  E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
 Ctg                      Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw                      Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast                      Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]  
 A.Eff                      Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]  
                                  Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
                                  L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
                                  ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1288	205279	66674	75.6   62.3	90.7	1.000	1.027	0.5	27.4(0.0)
2	S	45098	206876	66551	75.6   62.1	90.7	1.000	1.037	18.5	27.4(0.0)

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	174 di 179

### 10.1.9.1 Verifica soletta superiore

Nel seguito si mostrano le sollecitazioni con cui sono state eseguite le verifiche della soletta in C.A. al di sopra dello scavo, avente uno spessore di 80 cm e una larghezza unitaria, armato con armatura simmetrica di barre di diametro 26mm passo 10 cm.

Tabella 70. Sollecitazioni agenti sulla soletta.

SOLETTA			
	Nmax	Mmax	Tmax
	KN	KN	KN
<b>SLU</b>	336	1076.1	372.43
<b>SLE</b>	244	750.79	
<b>SLV</b>	330	413.43	143.84

### Condizioni statiche

#### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	Sezione predefinita di Trave
Tipologia sezione:	Rettangolare
Forma della sezione:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicità:	

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	158.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Resistenza compress. ridotta fcd':	79.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	28.80	daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	5400.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLIO
<b>RS3U</b>	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	175 di 179

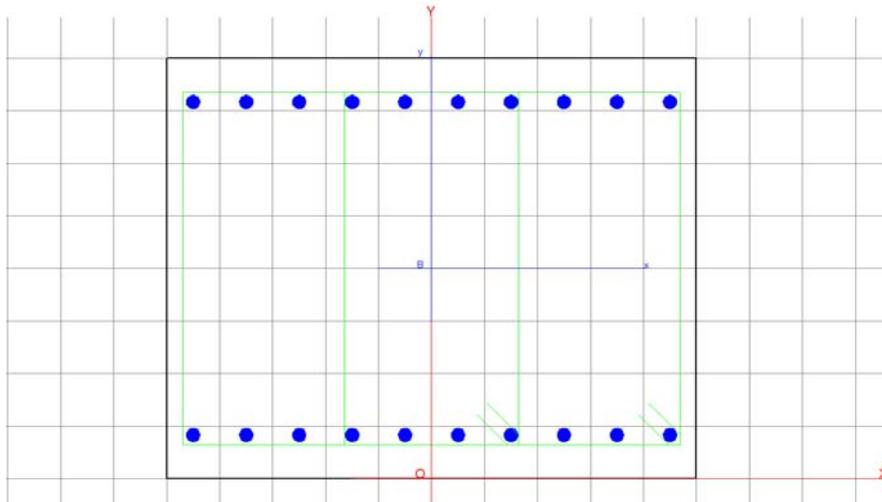
Relazione di calcolo opere provvisionali

Base:	100.0	cm
Altezza:	80.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	33600	107610	37243	0



### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.5	cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	<b>GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839</b> <b>Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	<b>COMMESSA</b> <b>RS3U</b>	<b>LOTTO</b> <b>04</b>	<b>CODIFICA</b> <b>D 29 CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GA 01 00002</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>

x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]; deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	33600	107610	33598	152527	1.417	68.6	0.16	0.70	53.1 (11.9)

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	80.0	0.00096	71.7	-0.01842	8.3

#### ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm  
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 30.2 cm]  
N.Bracci staffe: 4  
Area staffe/m : 22.6 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm<sup>2</sup>/m]

#### VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata  
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.  
Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]  
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]  
bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm<sup>2</sup>/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	AST
1	S	37243	40638	262638	57115	100.0 71.7	1.000	1.026	14.7

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	177 di 179

## Condizioni sismiche

### DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35
	Resistenza compress. di progetto fcd:	158.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Resistenza compress. ridotta fcd:	79.30 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	323080 daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	28.80 daN/cm <sup>2</sup>	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. a rottura ftk:	5400.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	80.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	33000	41343	14384	0

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo opere provvisionali	RS3U	04	D 29 CL	GA 01 00002	B	178 di 179

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 2.5 cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico  
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)  
 Mx re Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]  
 As Tesa Area armature long. trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	33000	41343	32978	141525	3.423	55.2	0.35	0.87	53.1 (11.9)

#### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00103	80.0	0.00069	71.7	-0.00196	8.3

#### ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 30.2 cm]  
 N.Bracci staffe: 4  
 Area staffe/m : 22.6 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm<sup>2</sup>/m]

#### VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata  
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.  
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]  
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]  
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione  
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm<sup>2</sup>/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	14384	40557	262517	57115	100.0  71.7	1.000	1.026	5.7

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4/A)</b> <b>GALLERIE ARTIFICIALI</b>					
	GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839 Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA <b>RS3U</b>	LOTTO 04	CODIFICA D 29 CL	DOCUMENTO GA 01 00002	REV. B

## 11 CALCOLO INCIDENZE

INCIDENZE PARATIA PROVVISORIALE GALLERIA ARTIFICIALE GA01		
PARTE D'OPERA	INCIDENZA LINEARE (Kg/m)	INCIDENZA (Kg/mc)
Palo L=29 m - (7 tiranti)	225	290
Palo L=29 m - (6 tiranti)	225	290
Palo L=27 m - (5 tiranti)	140	180
Palo L=23 m - (4 tiranti)	150	190
Palo L=21m - (3 tiranti)	70	90
Palo L=21m - (2 tiranti)	110	135
Palo L=15m - (1 tirante)	60	80
Palo L=15m - (no tiranti)	60	80
Palo L=26m - (no tiranti)	280	355
Soletta s=80 cm	-	165

PARTE D'OPERA	INCIDENZA (Kg/mc)
Soletta s=0.80 m	165

## 12 CONCLUSIONI

Nella presente relazione di calcolo, sono state analizzate le problematiche progettuali connesse alla realizzazione delle opere di sostegno della Galleria Artificiale GA01

Le verifiche strutturali e geotecniche delle opere di sostegno, eseguite in accordo con la vigente Normativa NTC2018, hanno confermato la validità della soluzione tecnica progettuale proposta in tale sede per quanto riguarda le opere.