

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI - BARI**  
**RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA**  
**II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA**  
 GN01 - GALLERIA NATURALE HIRPINIA  
 IMBOCCO LATO BARI  
 ELABORATI GENERALI  
 RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio ORSARA - BOVINO AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 22/07/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. M. Tanzini

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF3A	02	E	ZZ	RH	GA0100	001	B	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	E. Molina	10/01/2022	A. Lucia	10/01/2022	M. Tanzini	10/01/2022	Ing. A. Poli   22/07/2022
B	C 08.01 a valle del contraddittorio	E. Molina	22/07/2022	A. Lucia	22/07/2022	M. Tanzini	22/07/2022	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 2 di 217

## Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
1.1	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO.....	5
1.2	DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA - GALLERIA ARTIFICIALE E CONCIO DI ATTACCO .....	5
<b>2</b>	<b>ELABORATI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVE E SPECIFICHE TECNICHE .....</b>	<b>11</b>
3.1	NORMATIVE .....	11
3.2	SPECIFICHE TECNICHE .....	11
<b>4</b>	<b>MATERIALI STRUTTURALI .....</b>	<b>12</b>
4.1	CALCESTRUZZO.....	12
4.2	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO.....	12
4.3	PRESCRIZIONI DI DURABILITÀ.....	13
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....</b>	<b>14</b>
5.1	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO .....	14
<b>6</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA, LIVELLI DI RITOMBAMENTO E LIVELLI DI FALDA .....</b>	<b>15</b>
6.1	PARAMETRI GEOTECNICI.....	15
6.2	MATERIALE PER RINTERRI .....	15
6.3	COEFFICIENTE DI SPINTA A RIPOSO.....	16
6.4	REGIME IDRAULICO .....	16
<b>7</b>	<b>GALLERIA ARTIFICIALE .....</b>	<b>17</b>
7.1	MODULO DI SOTTOFONDO.....	18
7.2	MODELLAZIONE STRUTTURALE.....	20
7.3	ANALISI DEI CARICHI - GALLERIA ARTIFICIALE.....	23
7.3.1	PESO PROPRIO STRUTTURALE .....	23
7.3.2	AZIONE INDIRECTA – RITIRO E VISCOSITÀ.....	23
7.3.3	AZIONI PERMANENTI.....	25
7.3.4	AZIONI DOVUTE AL TERRENO: RICOPRIMENTO E SPINTE STATICHE .....	28
7.3.5	AZIONI VARIABILI.....	33
7.3.6	AZIONI CLIMATICHE .....	37
7.3.7	AZIONE DEL VENTO .....	39
7.3.8	AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO FERROVIARIO .....	39

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA - ORSARA AV	<u>Soci</u> WEBUILD ITALIA	PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u>	<u>Mandanti</u>							
ROCKSOIL S.P.A.	NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI TUNNELCONSULT					GC	
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 3 di 217

7.3.9	AZIONI ECCEZIONALI.....	49
7.3.10	AZIONI SISMICHE .....	51
<b>8</b>	<b>CONCIO D'ATTACCO .....</b>	<b>59</b>
8.1	MODULO DI SOTTOFONDO.....	60
8.2	MODELLAZIONE STRUTTURALE.....	62
8.3	ANALISI DEI CARICHI - CONCIO D'ATTACCO.....	65
8.3.1	PESO PROPRIO STRUTTURALE .....	65
8.3.2	AZIONE INDIRETTA – RITIRO E VISCOSITÀ.....	65
8.3.3	AZIONI PERMANENTI.....	67
8.3.4	AZIONI DOVUTE AL TERRENO: RICOPRIMENTO E SPINTE STATICHE .....	70
8.3.5	AZIONI VARIABILI.....	75
8.3.6	AZIONI CLIMATICHE .....	78
8.3.7	AZIONE DEL VENTO .....	80
8.3.8	AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO FERROVIARIO .....	80
8.3.9	AZIONI ECCEZIONALI.....	90
8.3.10	AZIONI SISMICHE .....	92
<b>9</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>101</b>
9.1	COMBINAZIONI DEI TRENI DI CARICO E DELLE AZIONI DA ESSI DERIVATE PER PIÙ BINARI ..	101
9.2	COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE APPROCCIO A1-STR, DI COMBINAZIONE SISMICA, DI COMBINAZIONE ECCEZIONALE .....	103
9.2.1	COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE APPROCCIO A1-STR .....	103
9.2.2	COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE SISMICHE .....	104
9.2.3	COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE ECCEZIONALI.....	105
9.3	COMBINAZIONI DI CARICO .....	106
<b>10</b>	<b>ANALISI STRUTTURALE E RISULTATI .....</b>	<b>107</b>
10.1	AZIONI INTERNE- GALLERIA ARTIFICIALE.....	107
10.1.1	RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE – ENV_NL_SLU_SLV_ECC.....	107
10.1.2	RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE – ENV_NL_SLE_R .....	109
10.1.3	RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE – ENV_NL_SLE_QP .....	110
10.1.4	AZIONI INTERNE UTILI PER LE VERIFICHE DELLE SEZIONI .....	111
10.2	AZIONI INTERNE - CONCIO D'ATTACCO.....	114
10.2.1	RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE – ENV_NL_SLU_SLV_ECC.....	114
10.2.2	RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE – ENV_NL_SLE_R .....	116
10.2.3	RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE – ENV_NL_SLE_QP .....	117
10.2.4	AZIONI INTERNE UTILI PER LE VERIFICHE DELLE SEZIONI .....	118
<b>11</b>	<b>VERIFICHE DELLE SEZIONI.....</b>	<b>121</b>
11.1	CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI UTILIZZATI PER LE VERIFICHE.....	121

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 4 di 217

<b>11.2</b>	<b>VERIFICHE AGLI SLU ED AGLI SLE – GALLERIA ARTIFICIALE .....</b>	<b>122</b>
<b>11.3</b>	<b>VERIFICHE AGLI SLU ED AGLI SLE – CONCIO D’ATTACCO .....</b>	<b>155</b>
<b>12</b>	<b>MURO PORTALE.....</b>	<b>188</b>
<b>12.1</b>	<b>VERIFICHE AGLI SLU ED AGLI SLE – MURO PORTALE.....</b>	<b>189</b>
<b>13</b>	<b>PLATEA TBM.....</b>	<b>199</b>
<b>13.1</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI – PLATEA TBM.....</b>	<b>201</b>
<b>13.1.1</b>	<b>PESO PROPRIO STRUTTURALE .....</b>	<b>201</b>
<b>13.1.2</b>	<b>PERMANENTI NON STRUTTURALI .....</b>	<b>201</b>
<b>13.1.3</b>	<b>CARICO DELLA TBM .....</b>	<b>202</b>
<b>13.2</b>	<b>COMBINAZIONI DEI CARICHI E DIAGRAMMI DELLE AZIONI INTERNE .....</b>	<b>203</b>
<b>13.3</b>	<b>VERIFICHE AGLI SLU ED AGLI SLE – PLATEA TBM .....</b>	<b>207</b>
<b>14</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>217</b>

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 5 di 217

## 1 INTRODUZIONE

Il presente documento è emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto esecutivo del raddoppio ferroviario della Linea Napoli - Bari nella tratta Hirpinia - Orsara.

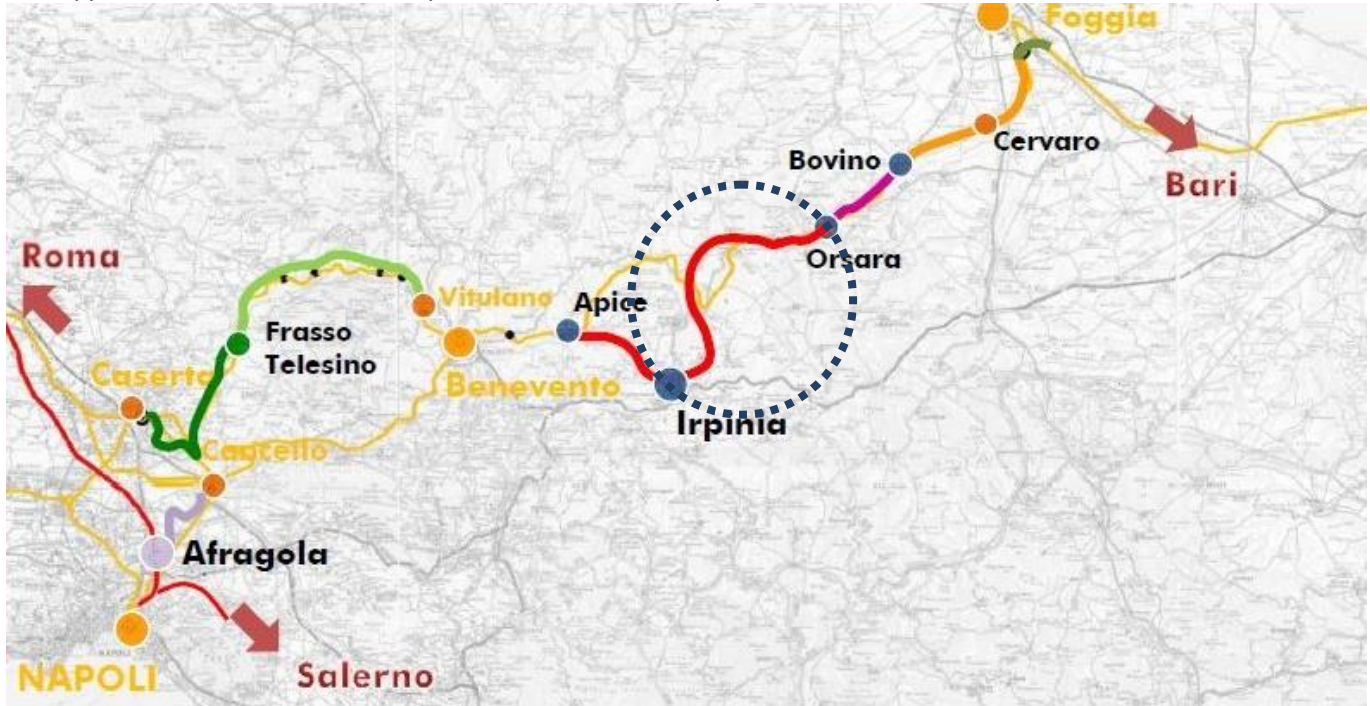


Figura 1-1. Corografia dell'intera tratta Napoli Bari, con dettaglio della tratta Hirpinia-Orsara

### 1.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Il tracciato della tratta Hirpinia-Orsara, di lunghezza complessiva pari a circa 28 km, si sviluppa prevalentemente in sotterraneo con la Galleria "Hirpinia".

Per la realizzazione dell'imbocco lato Bari sono previsti scavi sostenuti da una paratia di micropali multi-tirantata, mentre per l'imbocco lato Napoli gli scavi sono sostenuti da una paratia di pali, anch'essa vincolata da più livelli di tiranti. A completamento degli imbocchi, è prevista la realizzazione di due tratte in galleria artificiale policentrica di lunghezza pari a 9 m e 27 m rispettivamente per l'imbocco lato Bari (in cui la galleria artificiale sarà a doppia canna singolo binario) e lato Napoli (configurazione singola canna doppio binario).

### 1.2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA - GALLERIA ARTIFICIALE E CONCIO DI ATTACCO

Preventivamente all'attacco del tratto in naturale, a contrasto della paratia frontale, è prevista l'esecuzione di una dima in calcestruzzo, di lunghezza pari a 5.0 m, armata all'intradosso con centine in profilati d'acciaio e all'estradosso con una doppia rete elettrosaldata successivamente gettata con calcestruzzo. Il collegamento della dima con il terreno a tergo della paratia viene garantito da un ombrello di infilaggi metallici, realizzati partendo dal fronte esterno della paratia.

Il tratto in artificiale della galleria di linea ha una lunghezza complessiva di 12,5 m, di cui 5 m sotto dima e 7,5 m di galleria artificiale, e termina con un muro portale.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 6 di 217

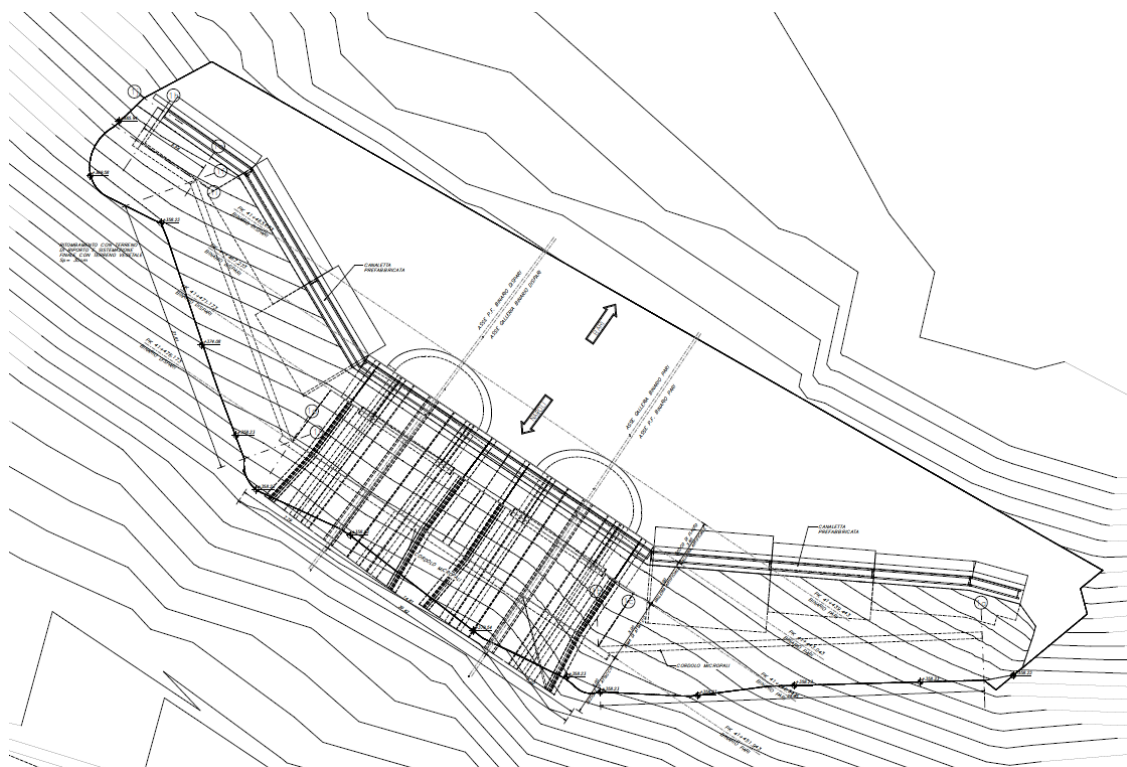
La galleria artificiale ha geometria policentrica di larghezza 10.48 m al piano dei centri e altezza 9.90 m da estradosso calotta ad estradosso arco rovescio; calotta ed arco rovescio hanno spessore di 0.70m mentre i piedritti presentano spessore variabile, con minimo di 1.30m.

Il ritombamento della galleria, nel piano trasversale, è massimo in corrispondenza della sezione di imbocco e pari a circa 3.3 m.

Il concio d'attacco, poggiante sulla sottostante platea provvisoria necessaria per il passaggio della TBM, ha geometria policentrica di altezza 10.37m da estradosso calotta ad estradosso arco rovescio; calotta ed arco rovescio hanno spessore variabile, con valore minimo rispettivamente pari a 0.81m ed 1.06m.

A completamento dell'imbocco viene realizzato il rivestimento definitivo del tratto in artificiale e la chiusura con un portale a becco di flauto inverso e dei muri di contenimento ai lati delle gallerie che chiudono sulla paratia di imbocco. Quindi l'opera può essere ultimata con il ritombamento e la sistemazione definitiva.

La configurazione definitiva, il profilo longitudinale e la sezione trasversale sono riportati nelle figure seguenti:



**Figura 1-2. Planimetria delle opere di imbocco della galleria Hirpinia lato Bari – Configurazione definitiva**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER TUNNELCONSULT</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>		<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 7 di 217

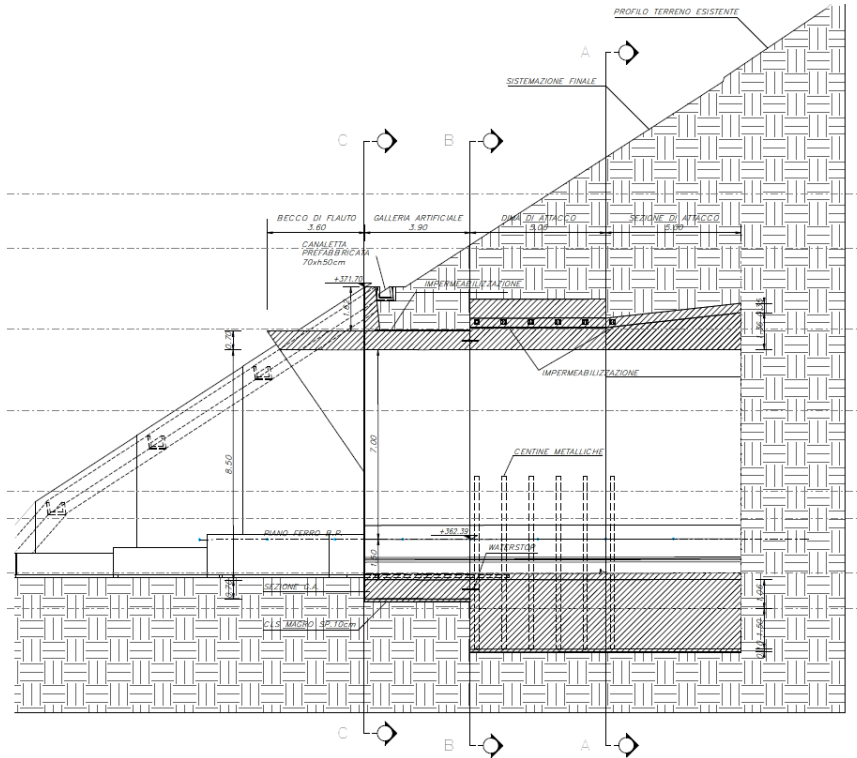


Figura 1-3. Profilo longitudinale delle opere di imbocco della galleria Hirpinia lato Bari – Configurazione definitiva

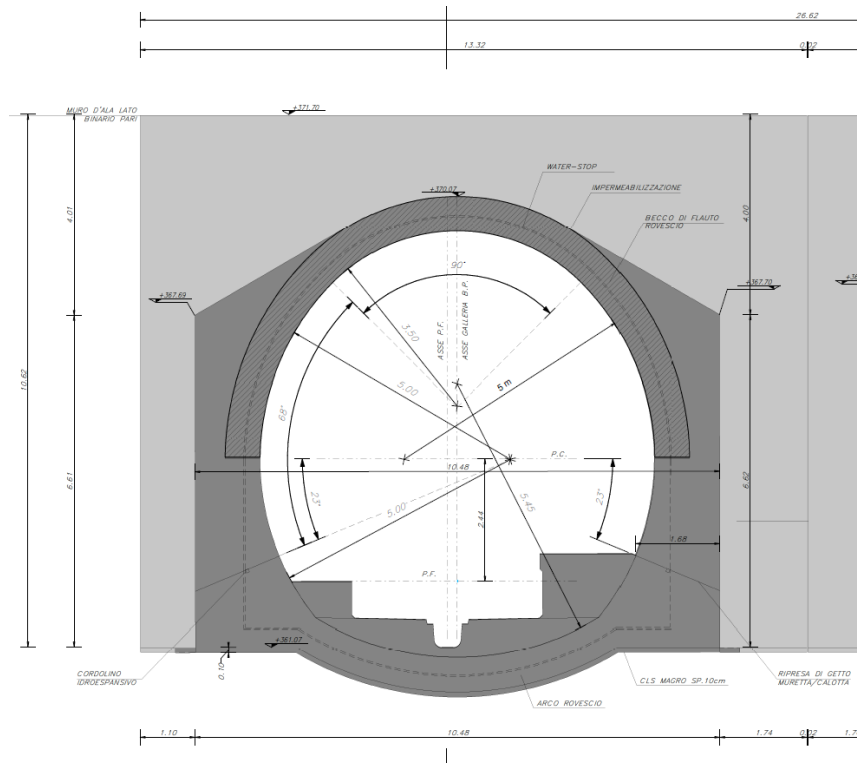


Figura 1-4. Sezione tipo galleria artificiale

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 8 di 217

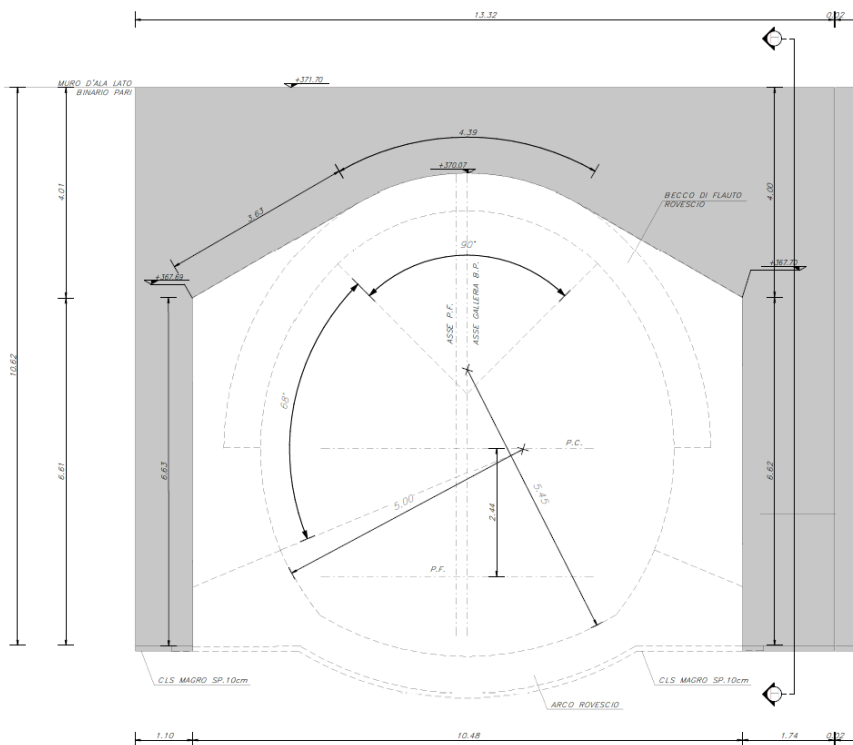


Figura 1-5. Sezione Muro portale

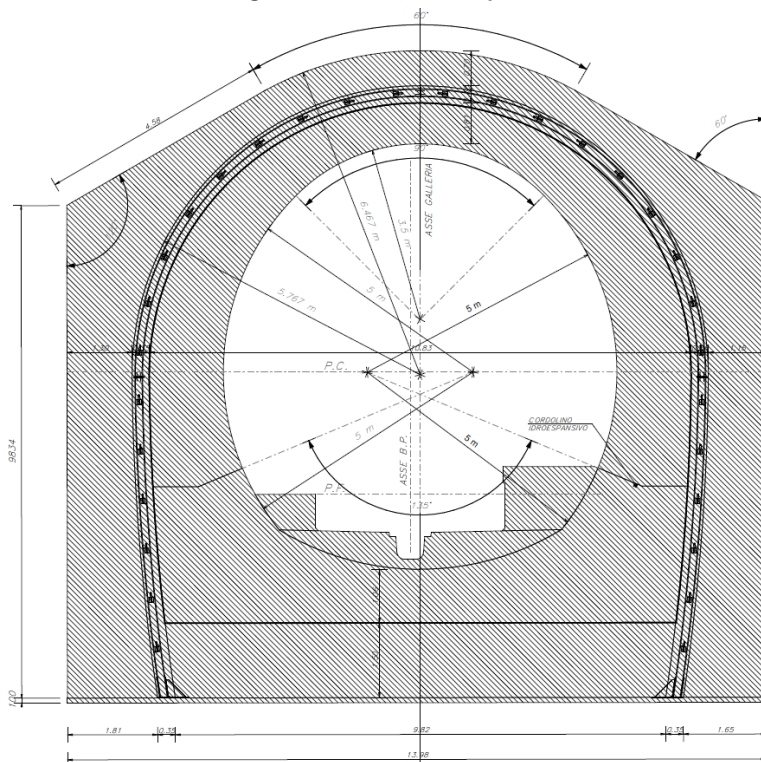
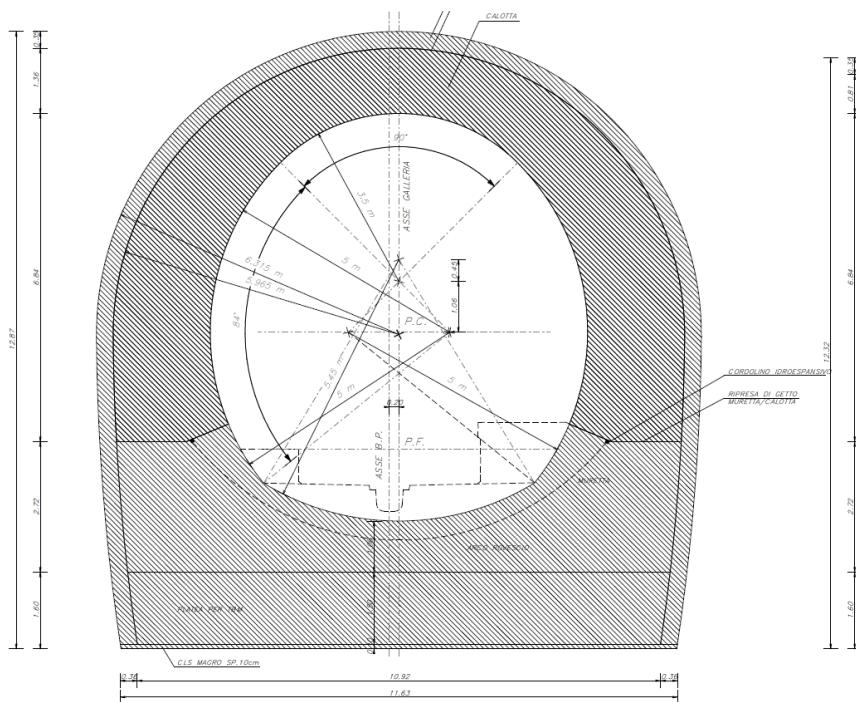


Figura 1-6. Sezione dima di attacco



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"><b>COMMESSA</b></td> <td style="width: 15%;"><b>LOTTO</b></td> <td style="width: 15%;"><b>CODIFICA</b></td> <td style="width: 15%;"><b>DOCUMENTO</b></td> <td style="width: 15%;"><b>REV.</b></td> <td style="width: 15%;"><b>FOGLIO</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GA0100 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">9 di 217</td> </tr> </table>						<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>	IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	9 di 217
<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>													
IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	9 di 217													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>																		



**Figura 1-7. Sezione tipo concio di attacco**

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>											
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="738 322 836 367"><b>COMMESSA</b> IF3A</td> <td data-bbox="874 322 932 367"><b>LOTTO</b> 02</td> <td data-bbox="976 322 1058 367"><b>CODIFICA</b> E ZZ RH</td> <td data-bbox="1126 322 1235 367"><b>DOCUMENTO</b> GA0100 001</td> <td data-bbox="1315 322 1358 367"><b>REV.</b> B</td> <td data-bbox="1410 322 1477 367"><b>FOGLIO</b> 10 di 217</td> </tr> </table>						<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 10 di 217
<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 10 di 217							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE</b>												

## 2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Sono stati utilizzati come input per il presente documento i seguenti documenti:

- Rif. [1] IF3A02EZZP9GA0100001B Schema generale delle fasi esecutive
- Rif. [2] IF3A02EZZWBGA0100002B Sezione di intradosso galleria artificiale
- Rif. [3] IF3A02EZZBBGA0100001B Fasi esecutive, scavi e consolidamenti
- Rif. [4] IF3A02EZZBBGA0100002B Carpenteria Dima e concio d'attacco
- Rif. [5] IF3A02EZZBBGA0100003B Carpenteria centine dima
- Rif. [6] IF3A02EZZBZGA0100001B Particolari costruttivi e impermeabilizzazione
- Rif. [7] IF3A02EZZBBGA0100004B Carpenteria galleria artificiale
- Rif. [8] IF3A02EZZBBGA0100005B Carpenteria portale
- Rif. [9] IF3A02EZZPAGA0100001B Planimetria
- Rif. [10] IF3A02EZZFAGA0100002B Profilo longitudinale
- Rif. [11] IF3A02EZZWAGA0100001B Sezioni trasversali - Tav 1/2
- Rif. [12] IF3A02EZZWAGA0100002B Sezioni trasversali - Tav 2/2
- Rif. [13] IF3A02EZZRGGA0100001B - Relazione tecnica generale
- Rif. [14] IF3A02EZZSPGA0100001B - Tabella materiali

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                              PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                              NET ENGINEERING                              PINI                              GCF ELETTRI-FER                              TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 11 di 217

### 3 NORMATIVE E SPECIFICHE TECNICHE

#### 3.1 NORMATIVE

- **Legge 05.11.1971 n. 1086** "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- **D.P.R. n. 380/2001** e s.m.i. "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"
- **D. M. Infrastrutture 17/01/2018 (NTC 2018)** "Nuove Norme tecniche per le costruzioni"
- **CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7** "Istruzione per l'applicazione delle «Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"
- **UNI EN 1992-1-1:2015 (EC2)** "Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1: Regole generali e regole per edifici"
- **UNI EN 1998-5:2005 (EC8)** "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica– Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici"
- **Regolamento U.E. nr. 1303/2014 della commissione del 18 novembre 2014** relativo alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell'Unione europea (*norma STI*)

#### 3.2 SPECIFICHE TECNICHE

- RFI, doc RFI DTC SI MA IFS 001 D "Manuale di Progettazione delle opere civili" (20/04/2019)
- RFI, doc RFI DTC SI SP IFS 001 C "Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili" (21/12/2018)

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 12 di 217

## 4 MATERIALI STRUTTURALI

### 4.1 CALCESTRUZZO

<b>Classe di resistenza per piedritti, calotta ed arco rovescio</b>		<b>C32/40</b>			
Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)	fck	$0.83 \times R_{ck} =$	33.20	N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza media a compressione	fcm	$f_{ck} + 8 =$	41.20	N/mm <sup>2</sup>	
Modulo elastico	Ecm	$22\,000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} =$	33\,642	N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza a trazione media	fctm	$0.30 \times f_{ck}^{2/3} =$	3.10	N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza a trazione caratteristica	fctk	$0.7 \times f_{ctm} =$	2.17	N/mm <sup>2</sup>	

<b>Classe di resistenza per platea TBM</b>		<b>C25/30</b>			
Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)	fck	$0.83 \times R_{ck} =$	24.90	N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza media a compressione	fcm	$f_{ck} + 8 =$	32.90	N/mm <sup>2</sup>	
Modulo elastico	Ecm	$22\,000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} =$	31\,447	N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza a trazione media	fctm	$0.30 \times f_{ck}^{2/3} =$	2.56	N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza a trazione caratteristica	fctk	$0.7 \times f_{ctm} =$	1.79	N/mm <sup>2</sup>	

### 4.2 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

<b>Acciaio per cemento armato tipo</b>		<b>B450C</b>		
Tensione di snervamento caratteristica	fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
Tensione caratteristica a rottura	ftk	540	N/mm <sup>2</sup>	

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 13 di 217

### 4.3 PRESCRIZIONI DI DURABILITÀ

La classe di esposizione ambientale è XA2 + XF1 + XC4.  
 Il Rapporto acqua/cemento = 0.50 (UNI 11104)  
 Quantitativo minimo di cemento = 340 Kg/m3 (UNI 11104)  
 Tipo di cemento: III, IV, V ad alta resistenza ai solfati (11417-1)  
 Classe di resistenza C32/40  
 Diametro massimo degli aggregati = 30 mm  
 Classe di resistenza S3 (capitolato)  
 Classe di contenuti in cloruri Cl04 (UNI EN 206 + Capitolato)

Secondo quanto riportato nelle NTC2018

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 1. NTC Tabella 4.1.III

Ci si trova in condizioni Aggressive. Ai sensi della Circolare n7 - 2019 § C4.1.6.1.3 il valore del copriferro minimo è dunque il seguente:

Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Riduzione per controllo di qualità dei copriferri:	5	[mm]	
Tolleranza di posa:	10.00	[mm]	

#### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	50	[mm]
<b>Copriferro nominale:</b>	<b>50</b>	<b>[mm]</b>

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 14 di 217

## 5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

### 5.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Il sito in esame presenta le seguenti coordinate geografiche: Latitudine 41,2402° e Longitudine 15,2800°.

Si considera per la galleria artificiale una vita nominale VN pari a 75 anni e una classe d'uso II a cui corrisponde il coefficiente Cu pari a 1.5 (§ 2.4.2, DM 17/01/2018). Di conseguenza il periodo di riferimento per la definizione dell'azione sismica risulta pari a VR = VN x Cu = 112.5.

Con riferimento alla probabilità di superamento dell'azione sismica, PVR, attribuita allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), nel periodo VR dell'opera in progetto, si determina il periodo di ritorno TR del sisma di progetto. Sulla base delle coordinate geografiche del sito e del tempo di ritorno del sisma di progetto, TR, sopra definito, si ricavano i parametri che caratterizzano il sisma di progetto relativo al sito di riferimento, rigido ed orizzontale:

- ag: accelerazione orizzontale massima

- Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T\*C: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per le opere provvisorie di imbocco il periodo di ritorno si determina con l'espressione:

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

Per tenere conto dei fattori locali del sito, l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito è valutata con la relazione (DM 17/01/2018):

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

dove:

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

SS è il fattore di amplificazione stratigrafica del terreno, funzione della categoria del sottosuolo di fondazione e dei parametri sismici F0 e ag/g (Tabella 3.2.IV del D.M. 17/01/2018);

ST 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 d'imbocco sono riassunti nella seguente tabella:

	Imbocco Lato Napoli
	Galleria artificiale
Coordinate geografiche	Latitudine 41,08583°; Longitudine 15,09416°
TR	1068
ag/g	0.27
F0	2.291
Categoria sottosuolo	B
Ss	1.136
Categoria topografica	T3
ST	1.2
a <sub>max</sub> /g	0.369

Tabella 2. Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 15 di 217

## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA, LIVELLI DI RITOMBAMENTO E LIVELLI DI FALDA

### 6.1 PARAMETRI GEOTECNICI

I parametri geotecnici costitutivi dei terreni che interessano le opere in oggetto, utilizzati nelle analisi svolte, sono stati desunti dalla relazione geotecnica. La tabella seguente riporta i parametri di progetto utilizzati nei calcoli.

Unità	Descrizione	Profondità da piano campagna (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'_k$ (kPa)	$\phi_k$ (°)	$k_0$ (-)	E (MPa)
Coltre eluvio-colluviale	Limo ghiaioso, ghiaia	10	20.0	0	35	0.43	50
FAE	Calcareniti e calcari marnosi	>10	24.0	100	40	0.50	>200

**Tabella 3.** Valori caratteristici dei parametri **geotecnici utilizzati** nelle analisi per l'imbocco

Dove:

- $\gamma$  = peso di volume naturale;
- $\phi'$  = angolo di resistenza al taglio;
- $c'$  = coesione drenata;
- $k_0$  = coefficiente di spinta a riposo;
- E = modulo di deformazione.

### 6.2 MATERIALE PER RINTERRI

I parametri geotecnici caratteristici inerenti i materiali per i rinterrati, come indicato nella Relazione geotecnica sono i seguenti:

angolo di attrito interno caratteristico	$\phi'_k$	35-36	°
Peso specifico	$\gamma_d$	20	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico immerso	$\gamma'$	10	kN/m <sup>3</sup>
Modulo di Young	EVC	50	MPa
Modulo di Poisson	$\nu$	0.30	-

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GA0100 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">16 di 217</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	16 di 217
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	16 di 217													
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE</b>																		

### 6.3 COEFFICIENTE DI SPINTA A RIPOSO

La spinta del terreno di ritombamento viene valutata utilizzando il coefficiente di spinta a riposo, in accordo al documento "Criteri per il dimensionamento e verifiche delle gallerie artificiali D.M. 2018"

Per il materiale di rinterro si ottiene:

$$K_0 = (1 - \text{sen } \phi'_k) = (1 - \text{sen } 35^\circ) = \mathbf{0.426}$$

### 6.4 REGIME IDRAULICO

Il livello piezometrico utilizzato nei calcoli è posto a 3 m da piano campagna per tenere in conto possibili fenomeni di oscillazione stagionale della falda



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER TUNNELCONSULT</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 17 di 217
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>						

## 7 GALLERIA ARTIFICIALE

La galleria artificiale è stata verificata nelle condizioni di massima altezza di ritombamento, pari a circa 3.30m. La sezione ritombata ha una geometria di rinterro pressoché simmetrica.

Di seguito è fornita una descrizione delle principali caratteristiche geometriche della sezione di analisi e uno schema del modello di calcolo.

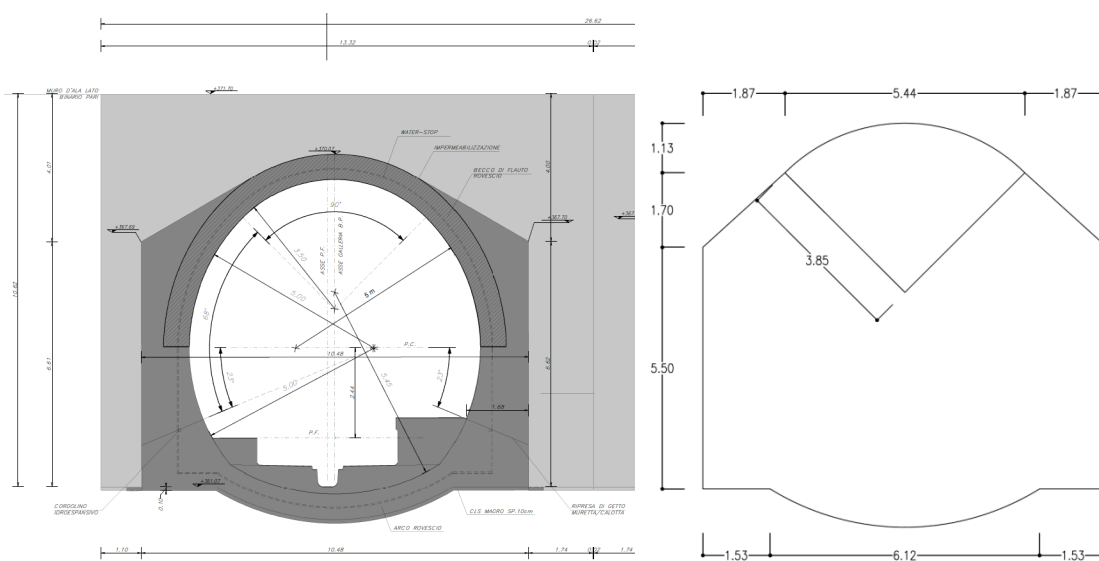


Figura 7-1.: Sezione di calcolo

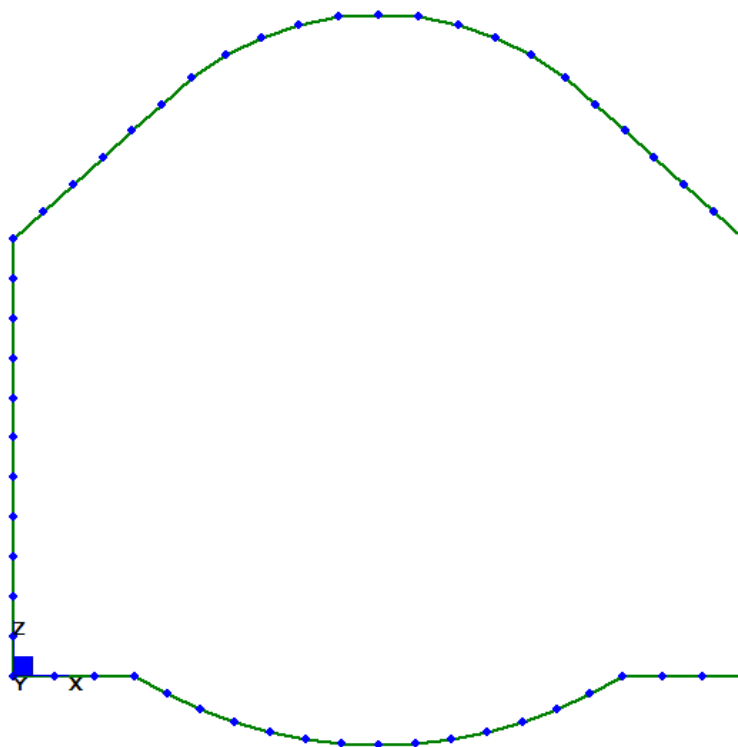


Figura 7-2.: Schema del modello di calcolo agli elementi finiti: in evidenza nodi ed elementi beam

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 18 di 217

In corrispondenza degli elementi di intersezione tra ritti e arco rovescio, ai quali è stata assegnata una sezione con maggiore rigidezza, non si leggeranno le sollecitazioni in quanto non significative.

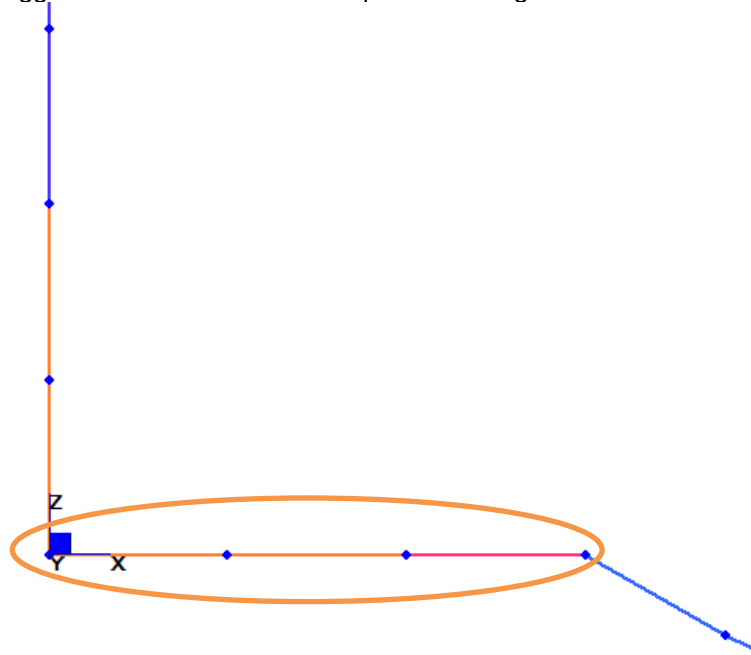


Figura 7-3.:Schematizzazione nodo rigido

## 7.1 MODULO DI SOTTOFONDO

Sulla base del documento “Criteri per il dimensionamento e verifiche delle gallerie artificiali D.M. 2018, si considera la seguente metodologia per il calcolo dei valori del Modulo di sottofondo:

- per tratti curvilinei dell’arco di calotta  $k = \frac{E'}{R_{eq} (1+v)} i$
- per tratti rettilinei dell’arco di calotta  $k = \frac{E'}{B(1-v^2)} i$
- per l’arco rovescio  $k = \frac{E'}{B(1-v^2)c_t} i$

con:

$R_{eq}$  = raggio di curvatura del tratto di carpenteria curvilinea considerata

$B$  = lunghezza del tratto rettilineo di carpenteria. Per l’arco rovescio è pari alla dimensione trasversale totale, trascurandone la curvatura

$i$  = interasse tra le bielle

$v$  = coefficiente di Poisson

$E'$  = modulo elastico del mezzo di contorno

$c_t$  = coefficiente di forma della fondazione; relazioni cfr. Bowles (1960), con  $L$  = lato maggiore della fondazione

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 19 di 217

Fondazione rettangolare con  $L/B \leq 10$

$$c_t = 0.853 + 0.534 \ln \left( \frac{L}{B} \right)$$

Fondazione rettangolare con  $L/B > 10$

$$c_t = 2 + 0.0089 \frac{L}{B}$$

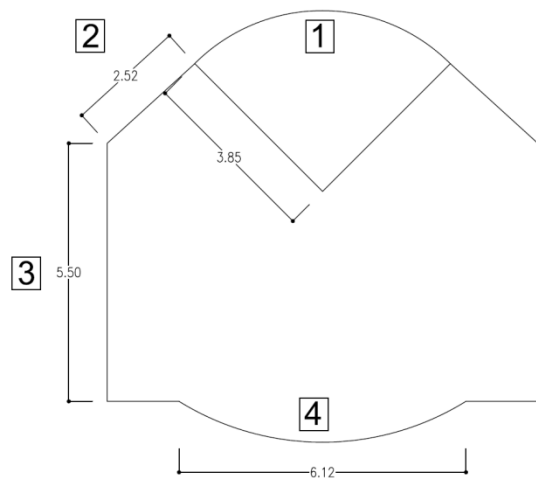
Per il calcolo della rigidità delle molle dei piedritti si simula la presenza del materiale di ritombamento e non del terreno in sito quindi il modulo è pari a 50 MPa. Questo ragionamento risulta valido anche per il calcolo delle sollecitazioni agenti, ovvero il coefficienti di spinta a riposo  $k_0$  da considerare è pari a 0.43, calcolato con l'angolo di attrito del ritombamento pari a 35°.

**Tabella 4: Sezione 2 - Caratteristiche del modello di calcolo**

Altezza simulata dell'opera	$H_{tot} = 9.20 \text{ m}$
Larghezza simulata dell'opera	$L_{tot} = 9.18 \text{ m}$
<b>Spessori simulati del rivestimento</b>	
Calotta	0.70÷2.00 m
Arco rovescio	0.70 m
Piedritti	1.60÷1.30 m/1.30÷1.60 m
<b>Rigidità delle molle al contorno</b>	
Calotta	4995–10902 kN/m
Piedritti	4995kN/m
Arco rovescio	13565 kN/m

La rigidità delle molle al contorno è riassunta nella seguente immagine:

	calotta - 1	rettilineo - 2	piedritto - 3	arco rovescio - 4
B [m]	0,00	2,52	5,50	6,12
R [m]	3,85	0,00	0,00	0,00
E [kN/m <sup>2</sup> ]	25000	25000	25000	80000
v	0,30	0,30	0,30	0,30
ct	1,00	1,00	1,00	1,06
L [m]	0,00	0,00	0,00	9,00
L/B	0,00	0,00	0,00	1,47
k [kN/m <sup>3</sup> ]	4995	10902	4995	13565



**Figura 7-4: Rigidità delle molle del modello di calcolo**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 20 di 217

## 7.2 MODELLAZIONE STRUTTURALE

Per l'analisi strutturale si utilizza il software Straus7 rel. 2.4.6, prodotto da G + D Computing Pty Limited - Sidney NSW 2000 Australia.

Viene analizzata la sezione corrente della galleria.

La struttura viene simulata secondo un modello ad elementi finiti piano costituito da elementi beam monodimensionali ad asse rettilineo, definiti sulla linea d'asse della carpenteria di rivestimento.

La sezione considerata ha profondità unitaria, ossia gli elementi beam costituenti la linea d'asse della sezione di galleria hanno larghezza pari a 1 m ed altezza variabile.

La discretizzazione utilizzata comporta elementi di lunghezza approssimativamente 0.5 m in accordo alle linee guida Italferr "Criteri di dimensionamento e verifiche delle gallerie artificiali D.M. 2018".

Per la modellazione del terreno si utilizzano molle non lineari reagenti a sola compressione, applicate agli elementi beam, lungo tutto il perimetro e di modulo di rigidezza differenti come indicato nei relativi capitoli.

Il sistema di riferimento globale del modello viene assunto con origine degli assi in corrispondenza del nodo tra ritto sinistro e arco rovescio. L'asse Z è positivo verso l'alto e l'asse X positivo verso destra.

Il sistema di riferimento locale degli elementi beam ha asse 3 lungo l'asse dell'elemento ed asse 2 sempre rivolto verso l'interno della galleria.

La numerazione dei nodi è la seguente:

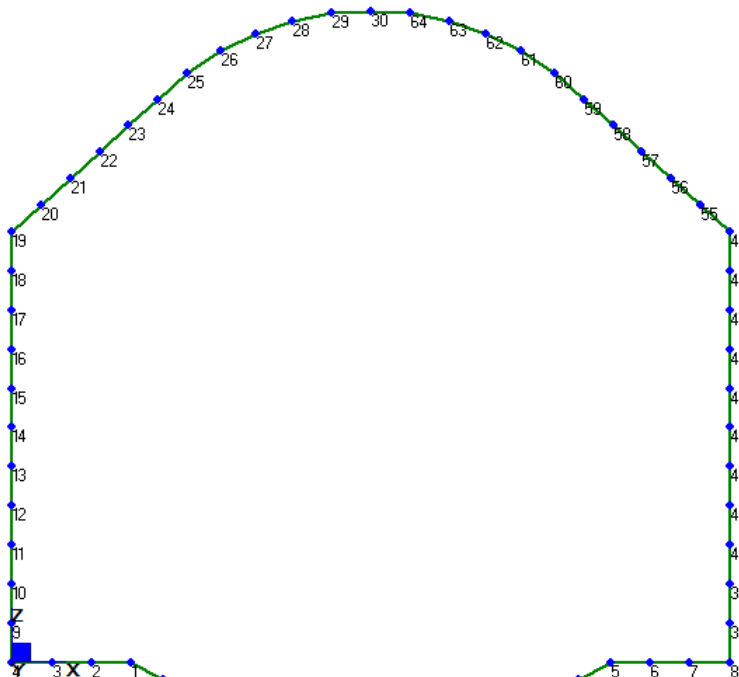
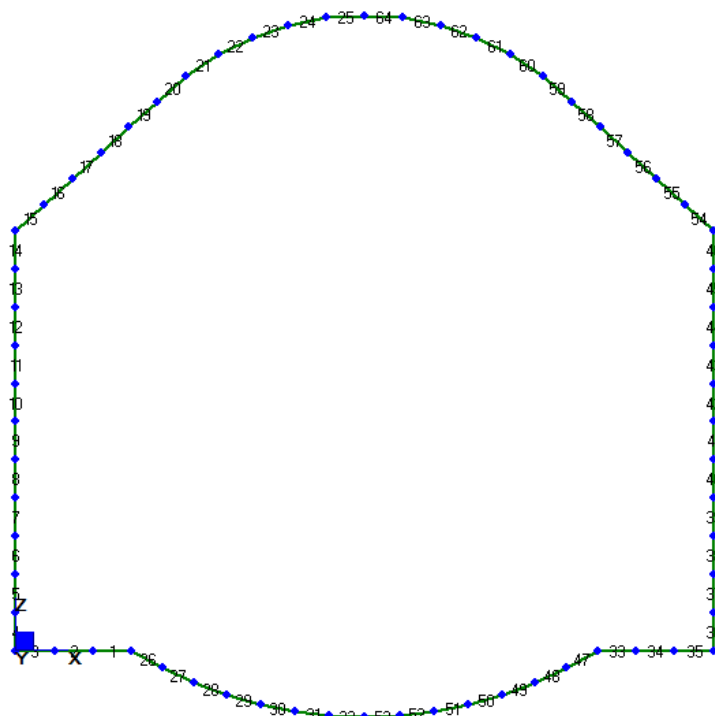


Figura 7-5: Numerazione nodi modello software

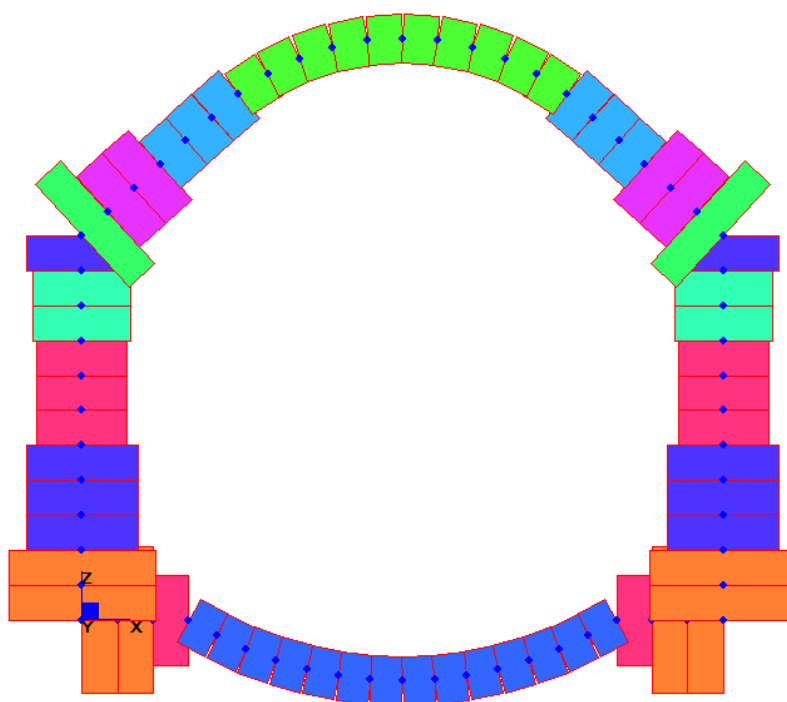
La numerazione degli elementi beam è la seguente:

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 21 di 217



**Figura 7-6: Numerazione beam modello software**

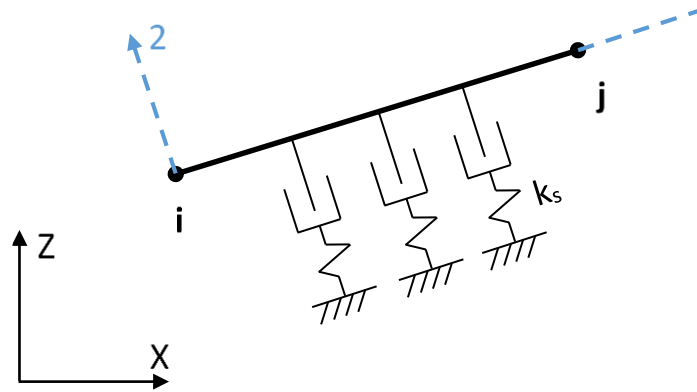
L'altezza delle sezioni rettangolari degli elementi beam viene qui rappresentata graficamente rimandando al tabulato di input per il valore numerico.



**Figura 7-7: Altezza dei conci discretizzati nel modello software**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 22 di 217

Lo schema delle molle non lineari, reagenti solo a compressione, applicate in modo distribuito su tutti gli elementi beam aventi asse locale 2 sempre diretto verso l'interno, è il seguente:



Per i valori di  $k_s$  si rimanda al file di input in accordo ai valori definiti precedentemente. Si mostra a titolo indicativo il valore applicato ad un elemento.

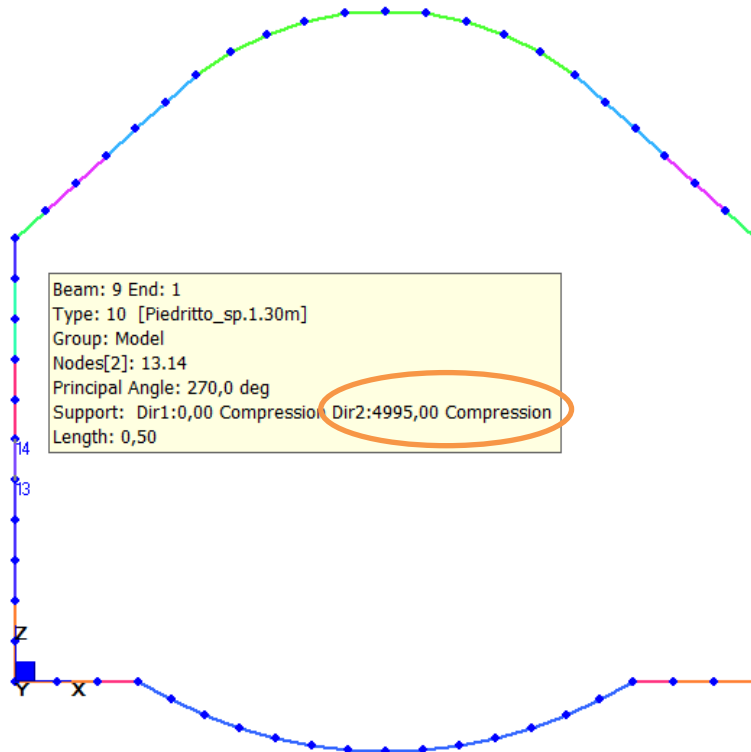


Figura 7-8: Esempio di molla non lineare applicata sulla beam del modello software

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 23 di 217

### 7.3 ANALISI DEI CARICHI - GALLERIA ARTIFICIALE

Il nome dei casi di carico come denominati nella modellazione, vengono indicati di volta in volta.  
I valori dei carichi indicati corrispondono ai valori caratteristici.

#### 7.3.1 Peso proprio strutturale

Caso di carico: G1

Il peso proprio strutturale viene calcolato automaticamente dal programma secondo il seguente valore del peso specifico del materiale:

$$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$$

#### 7.3.2 Azione indiretta – Ritiro e viscosità

Caso di carico: G1\_ritiro

Il carico viene applicato ai soli piedritti e calotta superiore che, gettata in una seconda fase rispetto alla parte inferiore della galleria, avendo deformazione impedita dai piedritti, è soggetta a coazioni di trazione dovute al ritiro.

Il fenomeno viene modellato attraverso l'applicazione di un carico termico negativo uniforme che fornisce le medesime coazioni dovute al fenomeno di ritiro.

Poiché il ritiro si sviluppa come azione a lungo termine, la viscosità del calcestruzzo ne riduce l'effetto.

Come definito nell'EC2 e nelle NTC 2018, si applica quindi un carico termico equivalente pari a:

$$\Delta T_{eq} = \frac{\varepsilon_{cs}}{\alpha (1 + \varphi)}$$

con:  $\varepsilon_{cs}(t, t_0) = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$  = deformazione da ritiro finale, ovvero autogeno e di essiccamento

$\varphi(t, t_0)$  = coefficiente di viscosità

$\alpha$  = coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo =  $1.0 \cdot 10^{-5}$

Secondo quanto indicato nel §4.1.1.1 delle NTC 2018, per la determinazione degli effetti del ritiro e delle azioni termiche si considerano rigidzze ridotte per tener conto in modo approssimato della fessurazione.

In particolare, per gli SLU si assume che la rigidzza della sezione fessurata sia il 50% di quella interamente reagente; per gli SLE, una rigidzza pari al 75% di quella piena.

Conviene ridurre la rigidzza in modo equivalente applicando il coefficiente riduttivo sopra indicato al delta termico invece che al modulo elastico, in quanto il comportamento è lineare. Ciò nel seguito viene implementato tramite i coefficienti di combinazione.

L'analisi delle sollecitazioni viene svolta per una striscia di larghezza unitaria assumendo:

sezione calotta superiore: B = 1000 mm; H = 700 mm

dimensione convenzionale:  $h_0 = 2 \times A/u = 2 \times H = 1400$  mm, con u = perimetro a contatto con l'aria

sezione calotta inferiore: B = 1000 mm; H = 700 mm

dimensione convenzionale:  $h_0 = 2 \times A/u = 2 \times H = 1400$  mm, con u = perimetro a contatto con l'aria

Deformazione da ritiro:

umidità relativa: U.R. = 50% a favore di sicurezza

$$\varepsilon_{cd}(t = \infty) = k_h * \varepsilon_{cd,0} = 0.7 \times 0.46 \text{ ‰} = 0.322 \text{ ‰}$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 24 di 217

per:  $h_0 > 500$  mm; calcestruzzo C32/40; U.R.= 50%

$$\varepsilon_{ca}(t = \infty) = 2.5 (f_{ck} - 10) * 10^{-6} = 2.5 \times (0.83 \times 40 - 10) \times 10^{-6} = 0.058 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{ca} + \varepsilon_{cd} = 0.38 \text{ ‰}$$

Effetto viscosità:

Il modulo viscoso a tempo infinito, in considerazione del valore di  $h_0$ , della resistenza del calcestruzzo e della U.R., può cautelativamente essere assunto pari a:

$$\varphi(t = \infty) = 1.9$$

Il ritiro viene considerato nel calcolo delle sollecitazioni come un'azione termica applicata alla soletta superiore di intensità pari a:

$$\alpha * \Delta T * E_c = - \varepsilon_{cs} * E_c / (1 + \varphi)$$

$$\Delta T = - \varepsilon_{cs} / [\alpha * (1 + \varphi)] = - 0.38 \text{ ‰} / [10 \times 10^{-6} \times (1 + 1.9)] = -13.1 \text{ °C}$$

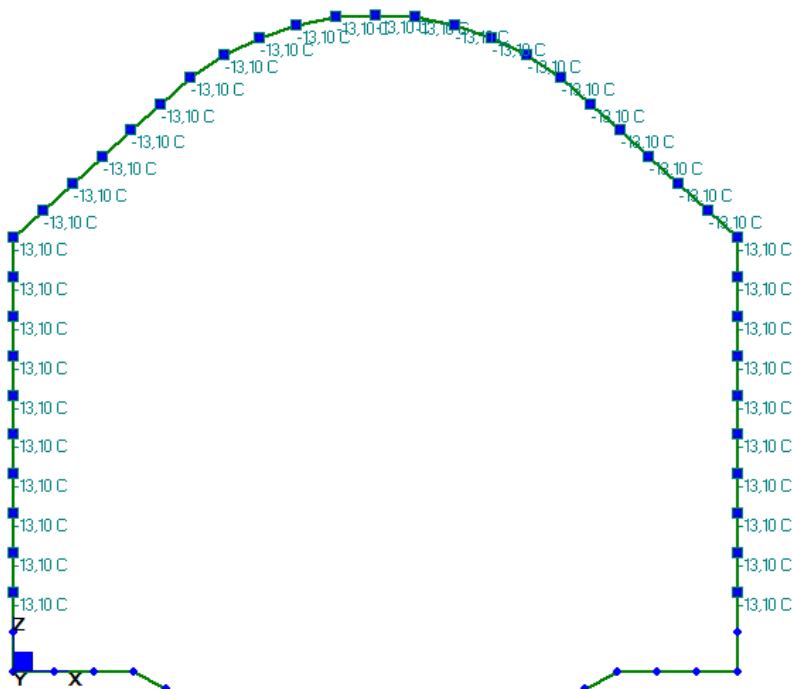


Figura 7-9: Azione ritiro



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 25 di 217

### 7.3.3 Azioni Permanenti

#### 7.3.3.1 PESO DELLE BANCHINE

*Caso di carico: G2 banchine*

Peso specifico del materiale  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$

Carico della banchina sinistra =  $25 \times 1.00\text{m} = 25.00 \text{ kN/m}^2$

Carico della banchina destra =  $25 \times 1.50\text{m} = 37.50 \text{ kN/m}^2$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

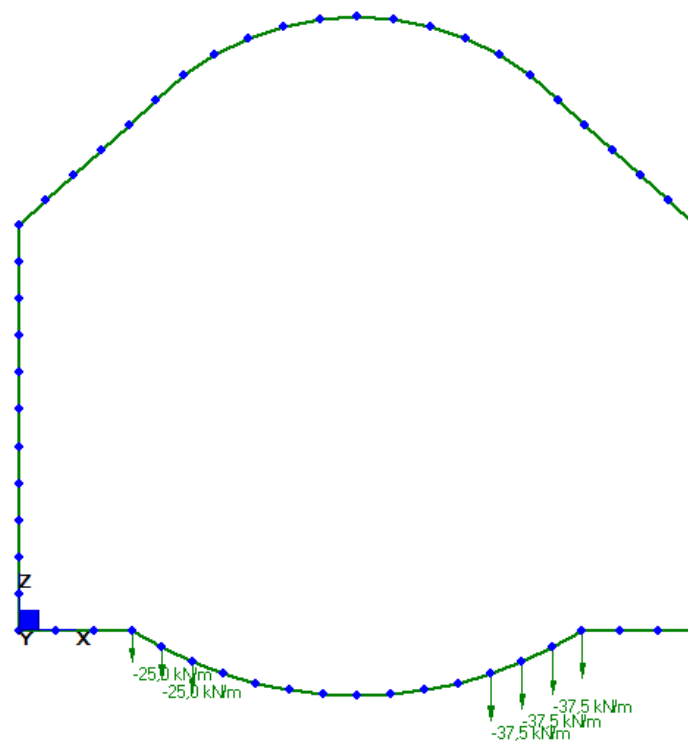


Figura 7-10: Azione permanente - banchine

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 26 di 217

### 7.3.3.2 PESO DEL MASSETTO

*Caso di carico:* G2\_massetto

Peso specifico del materiale  $\gamma = 24 \text{ kN/ m}^3$

Altezza convenzionale = 0.50m

Carico della banchina =  $24 \times 0.50 = 12.00 \text{ kN/m}^2$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

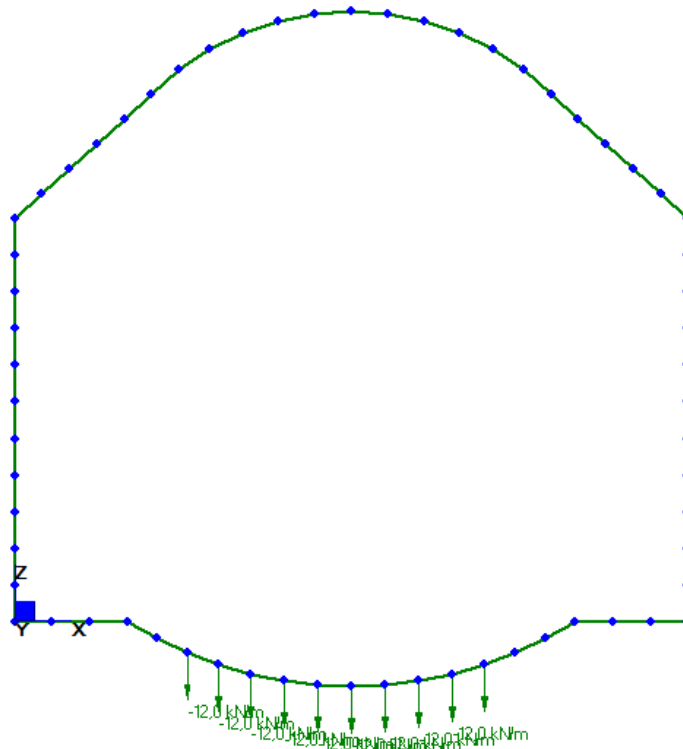


Figura 7-11: Azione permanente – massetto

APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF ELETTRI-FER              TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 27 di 217

### 7.3.3.3 AZIONE DOVUTA AL BALLAST

*Caso di carico: B ballast*

Peso specifico del materiale  $\gamma = 18 \text{ kN/ m}^3$

Altezza convenzionale = 0.80m

Carico della banchina =  $18 \times 0.80 = 14.40 \text{ kN/m}^2$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

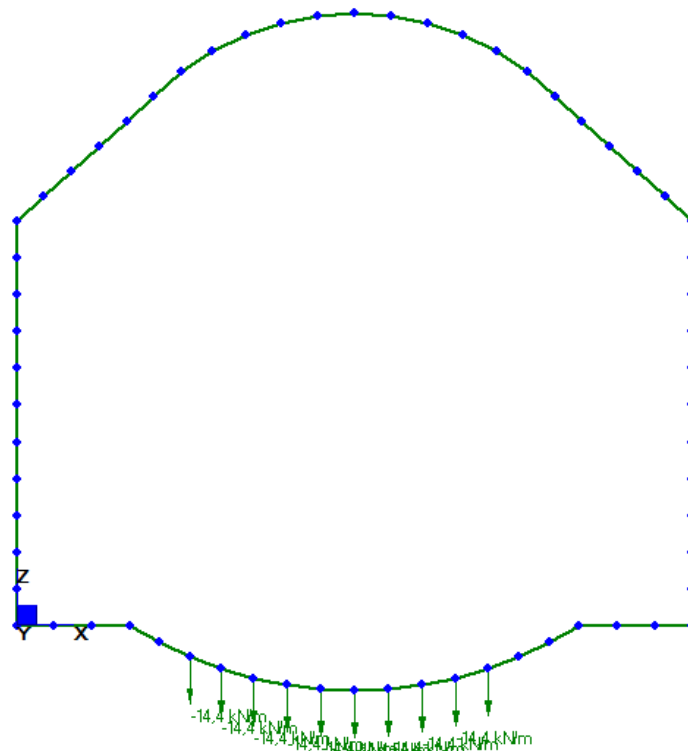


Figura 7-12: Azione permanente - ballast

APPALTATORE: Consortio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B                      FOGLIO 28 di 217

### 7.3.4 Azioni dovute al terreno: ricoprimento e spinte statiche

#### 7.3.4.1 FALDA MINIMA

*Caso di carico:*  $G2\_ricoprim\_peso\_falda\_min$  = peso del solo terreno di ricoprimento con livello minimo di falda

Il carico viene applicato in funzione della profondità dell'estradosso della calotta superiore ed il valore di carico in asse galleria vale:  $P = \gamma_d (z - z_s) = 20 (3.3) = 66 \text{ kN/m}$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

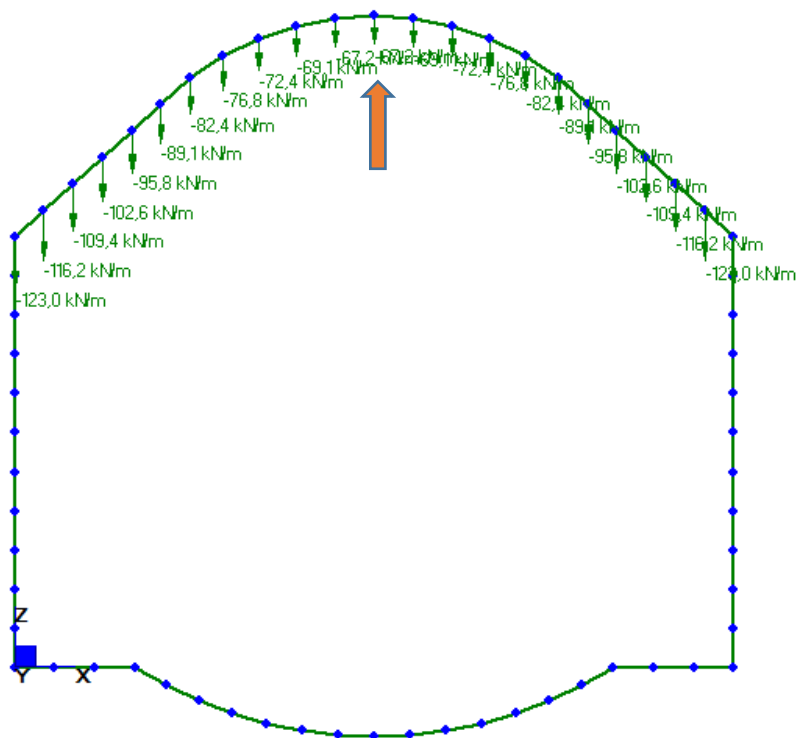


Figura 7-13: Azione terreno-ricoprimento falda minima

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 29 di 217

Caso di carico:  $G2\_sp\_terreno\_falda\_min$  = spinta del solo terreno con livello minimo di falda

Il carico viene applicato in funzione dell'affondamento dal piano campagna ed il valore di carico in corrispondenza della base del piedritto vale:

$$S(z) = k_0 [\gamma_d (z_t - z_f) + \gamma' (z_f - z)] = 0.426 [20 * (12) + 10 * (0)] = 102.2 \text{ kN/m}$$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

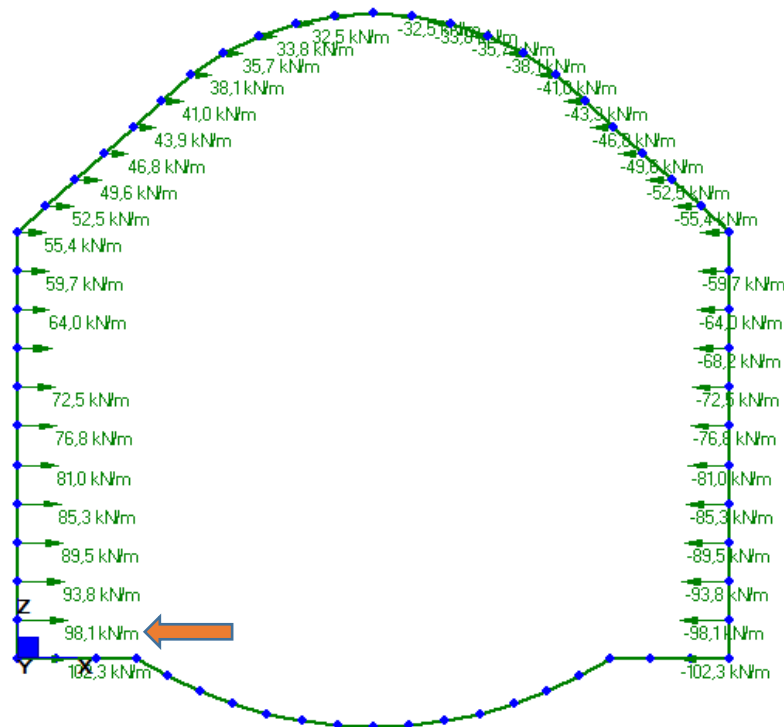


Figura 7-14: Azione terreno-spinta falda minima

Caso di carico:  $G2\_falda\_min$  = spinta idrostatica della falda con livello minimo

Essendo la quota di falda al di sotto della galleria, la spinta idrostatica sulla struttura risulta nulla:

$$p(z) = \gamma_w (z_f - z_0) = 10.0 (0) = 0 \text{ kN/m}$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 30 di 217

### 7.3.4.2 FALDA MASSIMA

*Caso di carico:*  $G2\_ricoprim\_peso\_falda\_max$  = peso del solo terreno di ricoprimento con livello massimo di falda  
 Il carico viene applicato in funzione della profondità dell'estradosso della calotta superiore ed il valore di carico in asse galleria vale:

$$P = \gamma_d (z - z_f) + \gamma' (z_f - z_s) = 20 (3) + 10 (0.3) = 63 \text{ kN/m}$$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

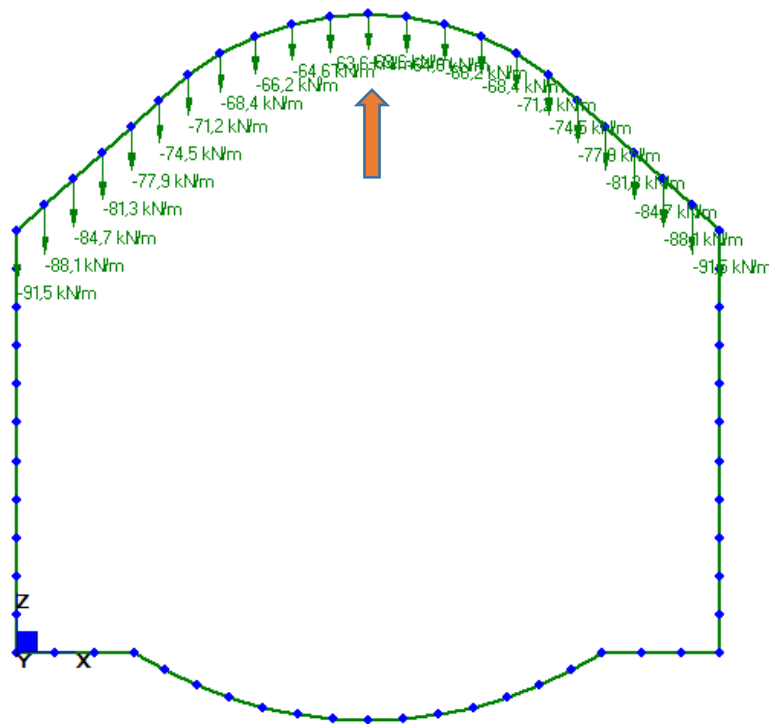


Figura 7-15: Azione terreno-ricoprimento falda massima

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 31 di 217

Caso di carico:  $G2\_sp\_terreno\_falda\_max$  = spinta del solo terreno con livello massimo di falda

Il carico viene applicato in funzione dell'affondamento dal piano campagna ed il valore di carico in corrispondenza della base del piedritto vale:

$$S(z) = k_0 [\gamma_d (z_t - z_f) + \gamma' (z_f - z)] = 0.426 [20 (3) + 10 (9)] = 63.9 \text{ kN/m}$$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

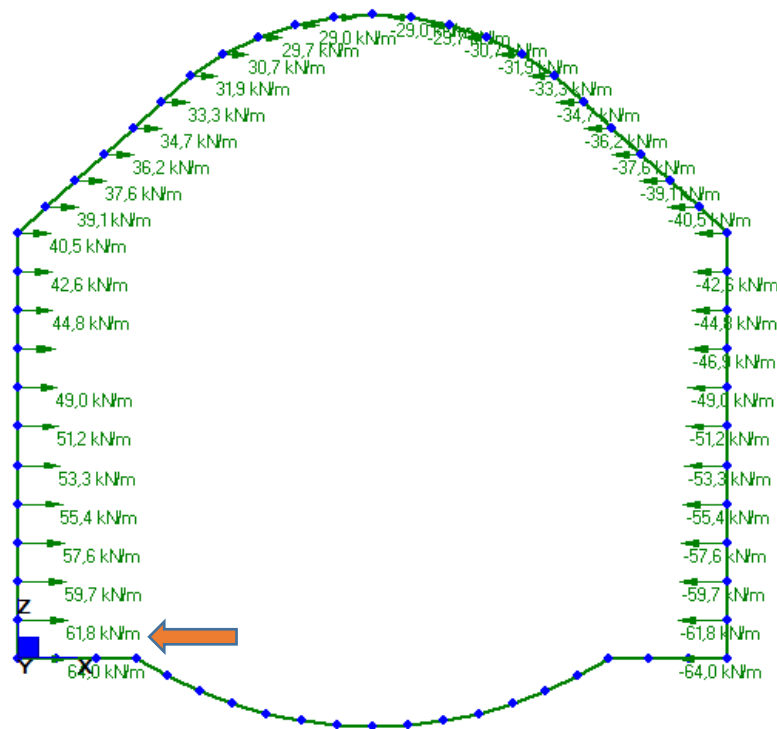


Figura 7-16: Azione terreno-spinta falda massima

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 32 di 217

Caso di carico:  $G2\_falda\_max$  = spinta idrostatica della falda con livello massimo

Il carico viene applicato in funzione dell'affondamento dalla quota di falda ed il valore di carico in chiave dell'arco rovescio vale:

$$p(z) = \gamma_w (z_f - z_0) = 10.0 (9.90) = 99.0 \text{ kN/m}$$

Il carico idrostatico viene applicato perpendicolarmente agli elementi beam.

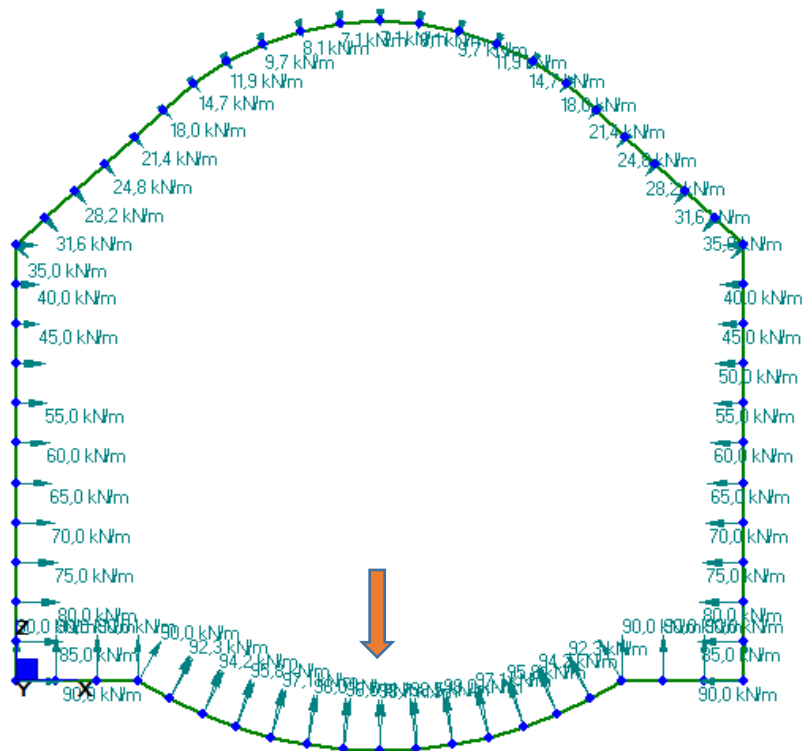


Figura 7-17: Azione acqua-spinta idrostatica



APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GA0100 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>33 di 217</b>

### 7.3.5 Azioni variabili

#### 7.3.5.1 SOVRACCARICO SULLE BANCHINE

Caso di carico: Q1\_banchine

Si fa riferimento alle NTC 2018 § 5.2.2.3.2

Sovraccarico sulla banchina = 10 kN/m<sup>2</sup>

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

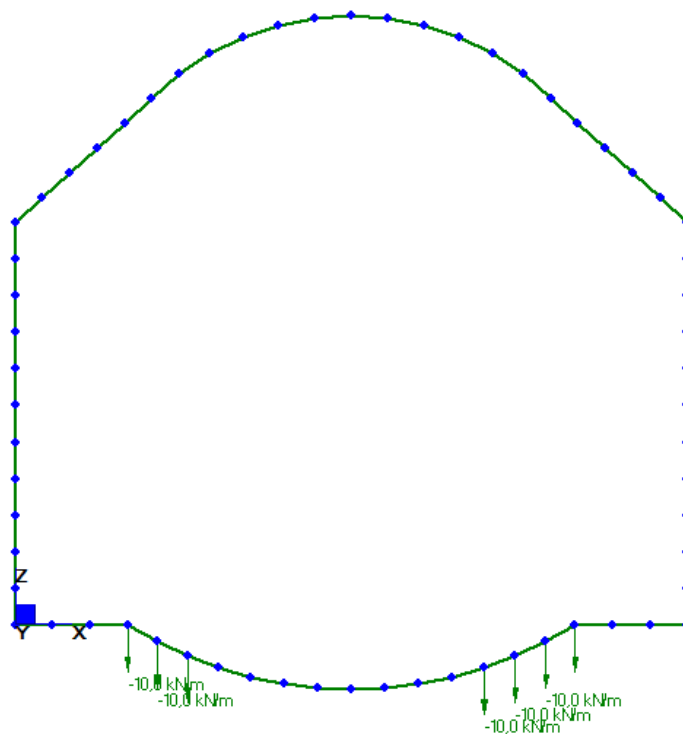


Figura 7-18: Azione variabili-banchine

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 34 di 217

### 7.3.5.2 SOVRACCARICO DI CANTIERE A PIANO CAMPAGNA

Questo carico viene applicato sempre, a meno di situazioni in cui si presentino attraversamenti stradali, per le quali viene applicato il sovraccarico stradale (vedi punto successivo), ove più sfavorevole.

Sovraccarico di cantiere ( $Q_2$ ) = 20 kN/m<sup>2</sup>

Coefficiente spinta a riposo  $k_0 = 0.426$

$Q_2$  – componente orizzontale = 8.52 kN/m<sup>2</sup>

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

Si prevedono due casi di carico: carico a sinistra; carico a destra.

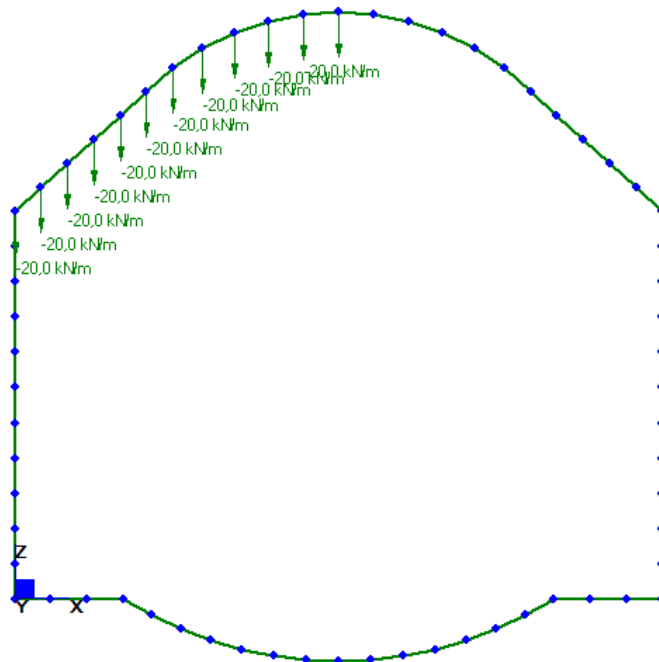
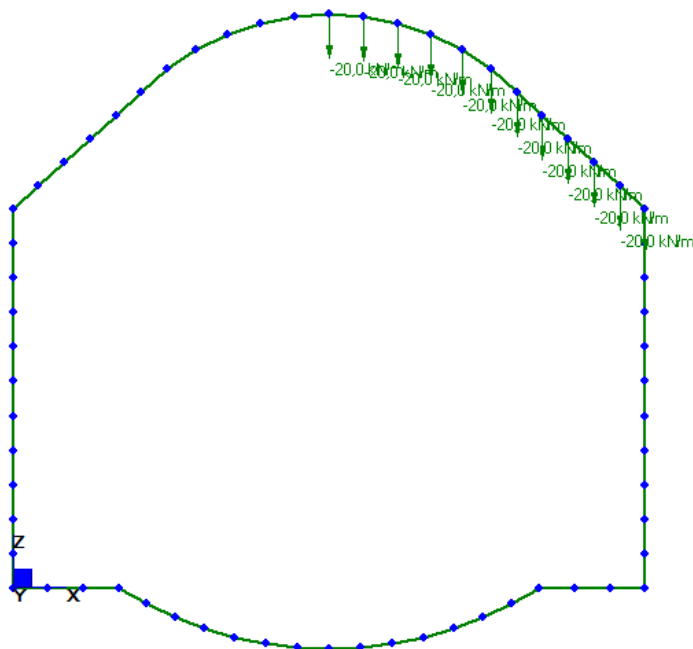
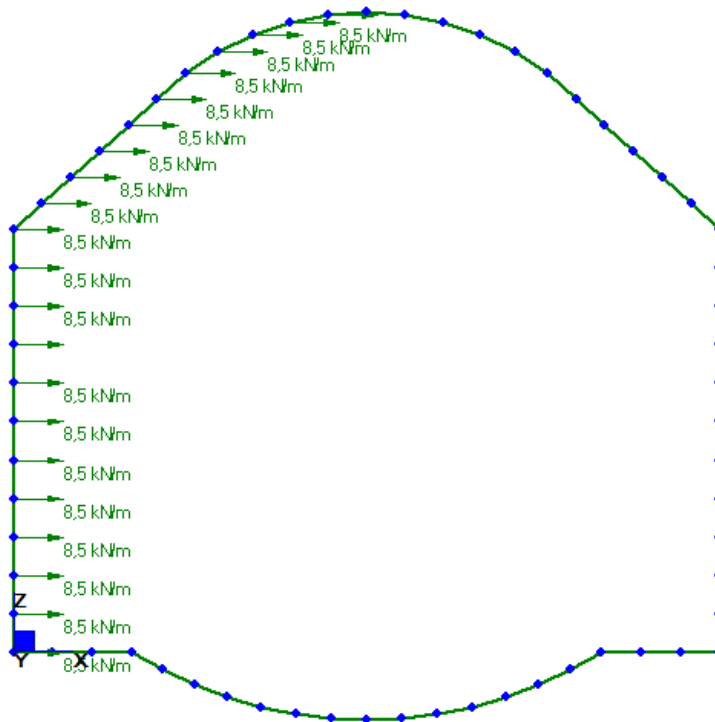


Figura 7-19: Azione variabili- carico di cantiere- Caso di carico: Q2\_camp\_sx\_vert

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>		<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 35 di 217



**Figura 7-20:** Azione variabili- carico di cantiere- Caso di carico: Q2\_camp\_dx\_vert



**Figura 7-21:** Azione variabili- carico di cantiere- Caso di carico: Q2\_camp\_sx\_orizz

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GA0100 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">36 di 217</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	36 di 217
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	36 di 217													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>																		

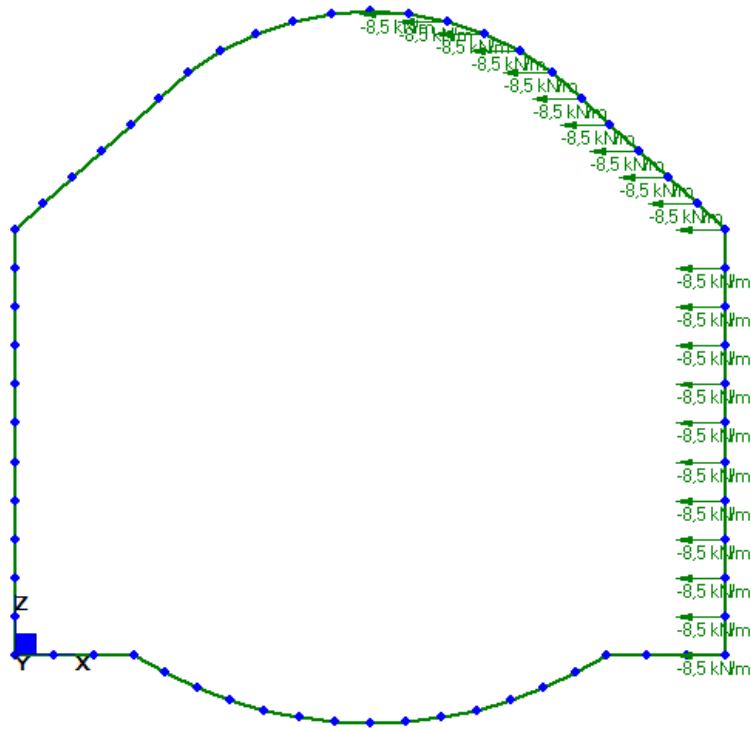


Figura 7-22: Azione variabili- carico di cantiere- Caso di carico: Q2\_camp\_dx\_orizz

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GA0100 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>37 di 217</b>

### 7.3.6 Azioni climatiche

#### 7.3.6.1 AZIONE TERMICA UNIFORME

Per quanto riguarda la variazione stagionale, si considera un carico termico uniforme  $T = \pm 15^\circ\text{C}$ .

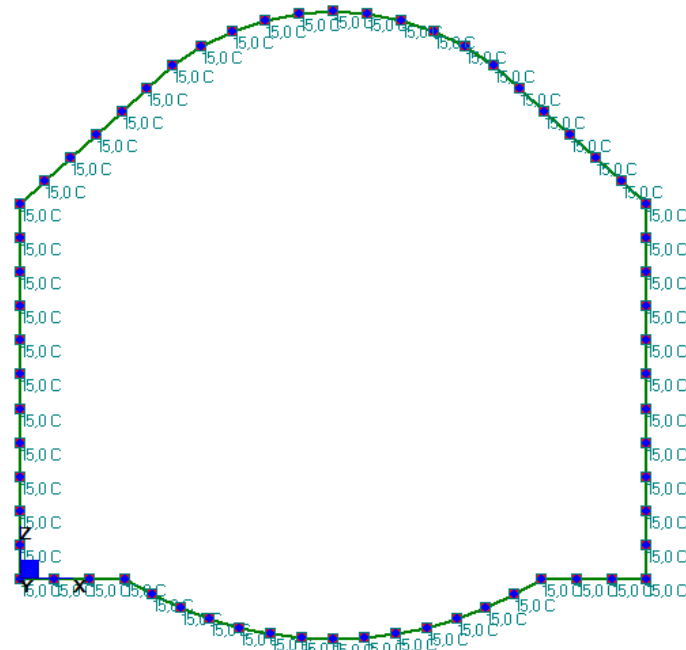


Figura 7-23: Azione variabili- **Caso di carico: Q3\_stagione\_+15°C\_unif**

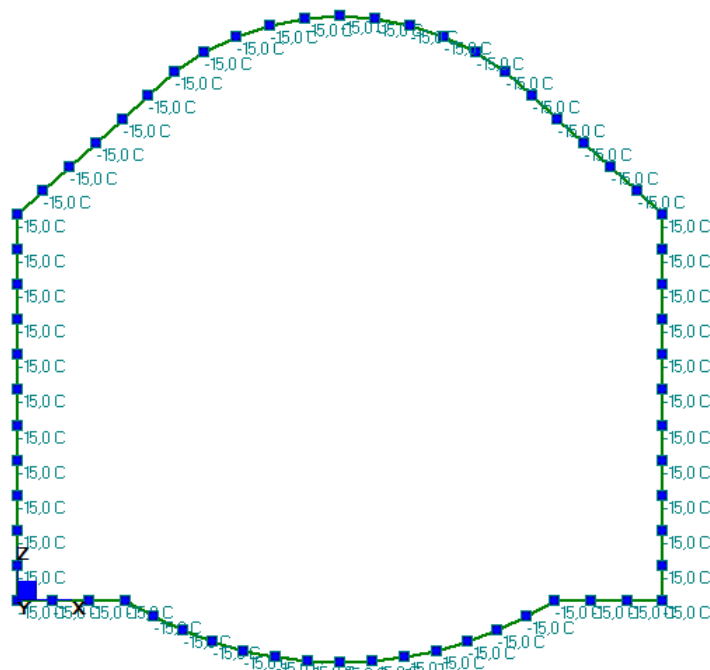


Figura 7-24: Azione variabili- **Caso di carico: Q3\_stagione\_-15°C\_unif**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 38 di 217

### 7.3.6.2 AZIONE TERMICA VARIABILE

Si considera una variazione termica giornaliera  $\Delta T = \pm 5^\circ\text{C}$ .

In Straus7 il gradiente termico viene applicato in funzione dello spessore dell'elemento beam.

Pertanto, per ottenere un  $\Delta T$  giornaliero pari a  $\pm 5^\circ\text{C}$  e considerando la sezione con spessore minore pari a 0.70 m, nel modello si è applicato un gradiente pari a:  $\pm 5/0.7 = \pm 7.14^\circ\text{C/m}$ ; esso viene applicato solo sugli elementi esposti, ovvero quelli a quote superiori a quelle di banchina.

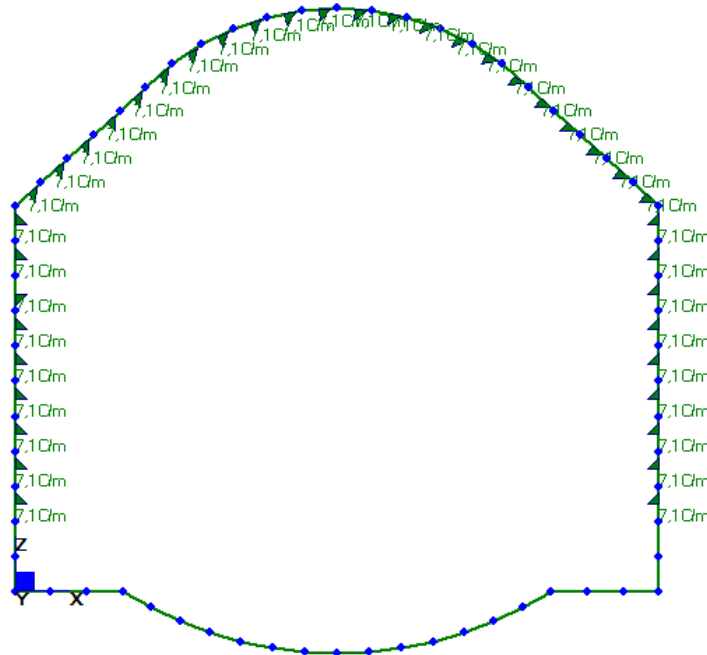


Figura 7-25: Azione variabili- **Caso di carico: Q3\_stagione\_+5°C\_gradiente**

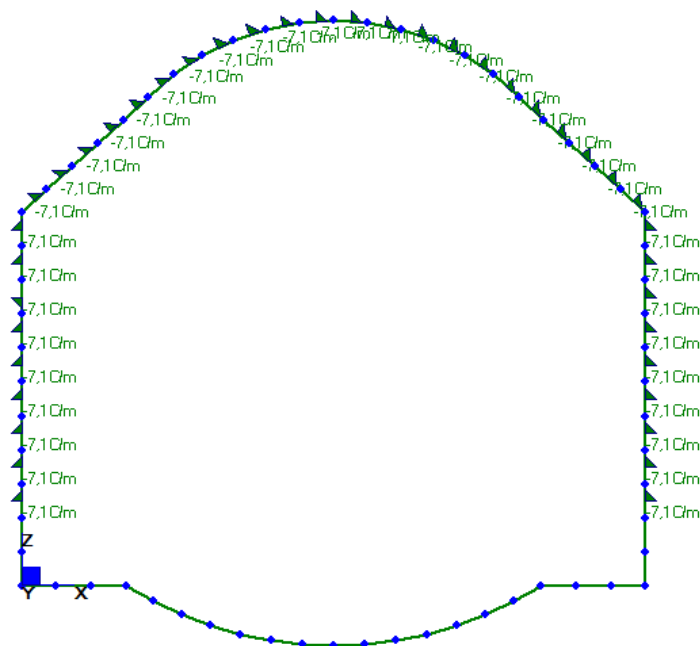


Figura 7-26: Azione variabili- **Caso di carico: Q3\_stagione\_-5°C\_gradiente**

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 39 di 217

### 7.3.7 Azione del Vento

L'azione dovuta al vento non è applicabile alla galleria in oggetto, essendo la stessa completamente interrata.

### 7.3.8 Azioni variabili da traffico ferroviario

Si considerano le NTC 2018 § 5.2.2.3.

Si considerano i seguenti modelli di carico teorici ed i relativi coefficienti  $\alpha$ :

**LM71**                       $\alpha = 1.10$

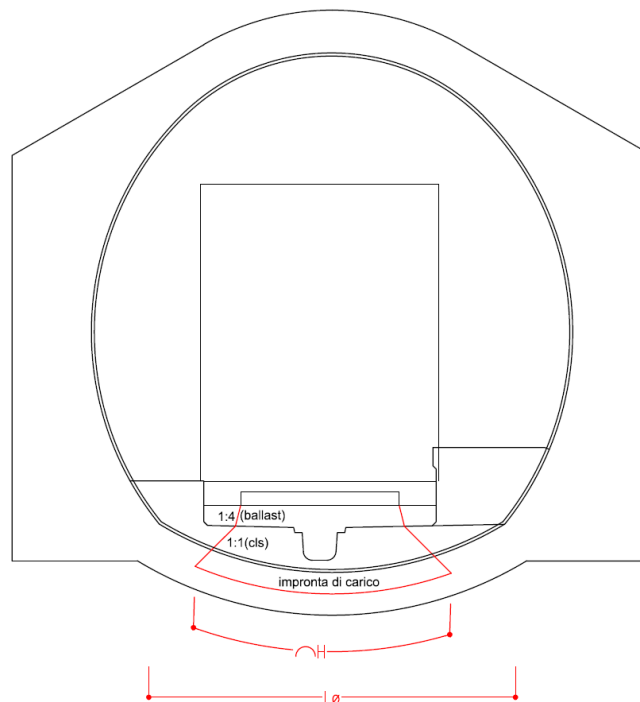
**SW/2**                       $\alpha = 1.00$

Nel seguito la posizione sinistra corrisponde al binario dispari; la posizione destra al binario pari.

Non si considera il modello di treno scarico **SW/0**, in quanto non significativo. Infatti, rispetto alla presenza di tale convoglio, prevarranno le combinazioni con assenza del traffico veicolare sul binario.

Ai sensi del § 5.2.2.2.1.4 delle NTC 2018 la diffusione trasversale del carico viene effettuata dalla quota di posa della traversina con diffusione 4:1 attraverso il ballast e diffusione 1:1 attraverso il massetto.

Si ricava la larghezza totale di diffusione graficamente, considerando anche la presenza della canalina in asse galleria.



APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF ELETTRI-FER              TUNNELCONSULT	
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    FOGLIO IF3A            02            E ZZ RH        GA0100 001    B            40 di 217

### 7.3.8.1 AZIONI VARIABILI VERTICALI LM71 E SW/2

Caso di carico: LM71\_SX\_QV\_eccentr\_SX = modello LM71 su binario sinistro ed eccentricità verso sinistra

Caso di carico: LM71\_SX\_QV\_eccentr\_DX = modello LM71 su binario sinistro ed eccentricità verso destra

Caso di carico: LM71\_DX\_QV\_eccentr\_SX = modello LM71 su binario destro ed eccentricità verso sinistra

Caso di carico: LM71\_DX\_QV\_eccentr\_DX = modello LM71 su binario destro ed eccentricità verso destra

Caso di carico: SW/2\_SX\_QV\_eccentr\_SX = modello SW/2 su binario sinistro ed eccentricità verso sinistra

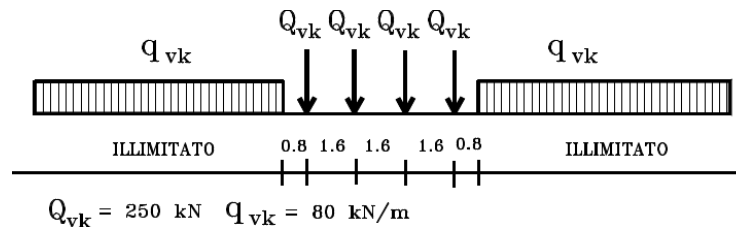
Caso di carico: SW/2\_SX\_QV\_eccentr\_DX = modello SW/2 su binario sinistro ed eccentricità verso destra

Caso di carico: SW/2\_DX\_QV\_eccentr\_SX = modello SW/2 su binario destro ed eccentricità verso sinistra

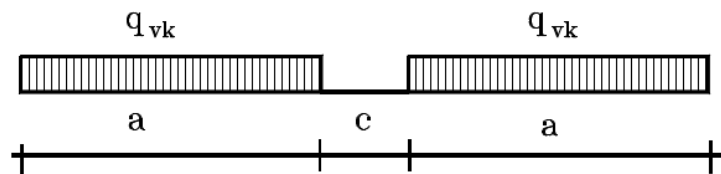
Caso di carico: SW/2\_DX\_QV\_eccentr\_DX = modello SW/2 su binario destro ed eccentricità verso destra

Con riferimento alle NTC2018 § 5.2.2.3:

Modello LM71



Modello SW/2



con:     $Q_{vk} = 150 \text{ kN/m}$ ;     $a = 25 \text{ m}$ ;                       $c = 7 \text{ m}$

Si considerano:     $L_\phi =$  Luce di calcolo dell'arco rovescio

$\phi_3 =$  coefficiente di incremento dinamico per linee con normale standard manutentivo

$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.20}} + 0.73 \quad \text{con } 1.00 \leq \phi_3 \leq 2.00 \quad (\text{eq. 5.2.7})$$

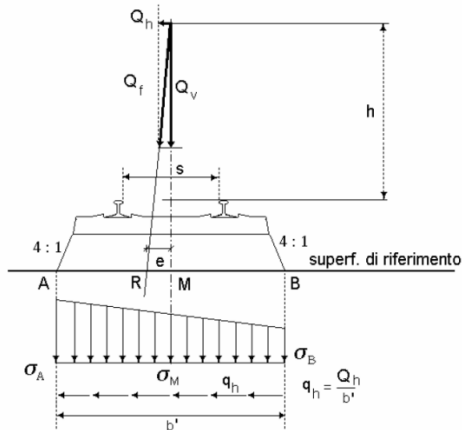
Eccentricità del carico verticale:     $e = s/18$  con  $s =$  scartamento dei binari = 1435 mm [§ 5.2.2.2 NTC2018]



APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 41 di 217

Si calcolano i seguenti valori distribuiti dei carichi:

CARICO VERTICALE		TRENO	
		LM71	SW/2
qV <sub>k</sub>	KN/m	80	150
Q <sub>v</sub> <sub>k</sub>	KN	250	
Blongitudinale	m	1.6	
qV <sub>k,trasv</sub>	KN/m	80	150
Q <sub>v</sub> <sub>k,trasv</sub>	KN/m	156.25	
scartamento	m	1.435	1.435
eccentricità e=s/18	m	0.080	0.080
H impronta carico arco rovescio	m	4.30	4.30
A=b*h=1*h	m <sup>2</sup>	4.30	4.30
W=bh <sup>2</sup> /6=1*h <sup>2</sup> /6	m <sup>3</sup>	3.08	3.08
carico di progetto della sezione trasversale:			
coefficiente di adattamento α		1.1	1
LΦ	m	6.00	6.00
coefficiente dinamico Φ3		1.69	1.69
QV <sub>k</sub> =α*Φ*QV <sub>k</sub>	KN/m	290.5	253.5
α1=Q/A+-Q*e/W	KPa	60.0	52.4
α2=Q/A++Q*e/W	KPa	75.1	65.6



Per la distribuzione longitudinale del carico assiale del modello LM71 si considera che i carichi assiali hanno interasse 1.60 m e si assume quindi a favore di sicurezza tale valore come valore della larghezza di distribuzione longitudinale, considerando così come già ricompresa la sovrapposizione di diffusione tra un carico assiale ed il successivo.

A titolo esemplificativo, si riportano gli schemi di carico dei primi due casi di carico considerati, essendo gli altri molto simili tra di loro. Per i restanti casi di carico si rimanda ai tabulati.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>			<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>								
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>			<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 42 di 217

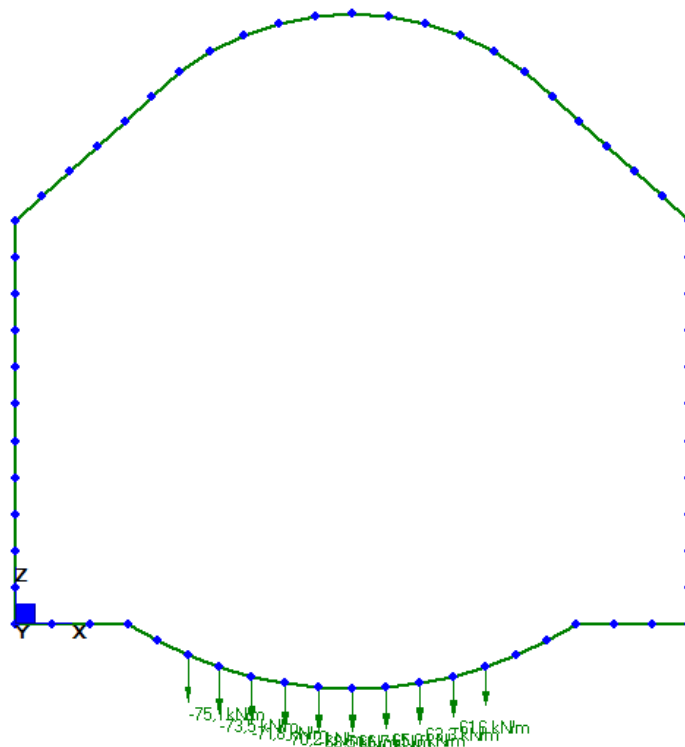


Figura 7-27: Azione variabili- **Caso di carico: LM71\_SX\_QV\_eccentr\_SX**

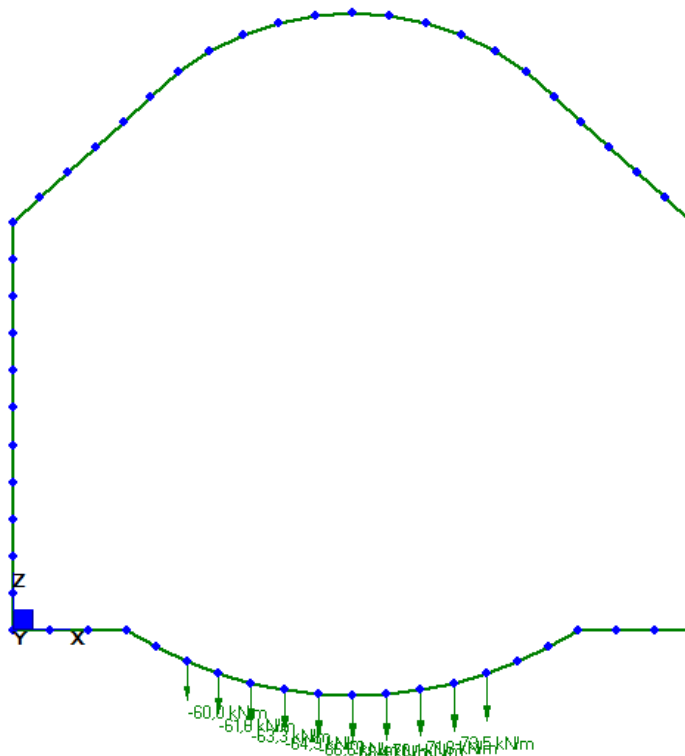


Figura 7-28: Azione variabili- **Caso di carico: LM71\_SX\_QV\_eccentr\_DX**

APPALTATORE: Consortio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>																
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF ELETTRI-FER              TUNNELCONSULT	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">LOTTO</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">REV.</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GA0100 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">43 di 217</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	43 di 217
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	43 di 217												
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE																	

### 7.3.8.2 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI – FORZA CENTRIFUGA LM71E SW/2

Caso di carico: LM71 SX QT centrifuga = modello LM71 su binario sinistro e forza centrifuga

Caso di carico: LM71 DX QT centrifuga = modello LM71 su binario destro e forza centrifuga

Caso di carico: SW/2 SX QT centrifuga = modello SW/2 su binario sinistro e forza centrifuga

Caso di carico: SW/2 DX QT centrifuga = modello SW/2 su binario destro e forza centrifuga

Si fa riferimento alle NTC2018 § 5.2.2.3.1.

Essendo la galleria in oggetto ad asse rettilineo, non vi sono forze centrifughe.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 44 di 217

### 7.3.8.3 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI – SERPEGGIO LM71E SW/2

Caso di carico: LM71\_SX\_QS\_serpeggio\_SX = modello LM71 su binario sinistro e serpeggio verso sinistra

Caso di carico: LM71\_SX\_QS\_serpeggio\_DX = modello LM71 su binario sinistro e serpeggio verso destra

Caso di carico: LM71\_DX\_QS\_serpeggio\_SX = modello LM71 su binario destro e serpeggio verso sinistra

Caso di carico: LM71\_DX\_QS\_serpeggio\_DX = modello LM71 su binario destro e serpeggio verso destra

Caso di carico: SW/2\_SX\_QS\_serpeggio\_SX = modello SW/2 su binario sinistro e serpeggio verso sinistra

Caso di carico: SW/2\_SX\_QS\_serpeggio\_DX = modello SW/2 su binario sinistro e serpeggio verso destra

Caso di carico: SW/2\_DX\_QS\_serpeggio\_SX = modello SW/2 su binario destro e serpeggio verso sinistra

Caso di carico: SW/2\_DX\_QS\_serpeggio\_DX = modello SW/2 su binario destro e serpeggio verso destra

Con riferimento alle NTC2018 § 5.2.2.3.2:

$$Q_{sk} = 100 \text{ kN} * \alpha$$

Il coefficiente dinamico non va applicato al carico di serpeggio.

Il carico di serpeggio è sempre combinato con i carichi verticali.

CARICO VERTICALE		TRENO	
		LM71	SW/2
Qsk	KN/m	100	100
minima larghezza di diffusione longitudinale	m	3	3
sulla sezione trasversale Qsk	KN/m	33.3	33.3
scartamento	m	1.435	1.435
Carico di progetto della sezione trasversale:			
coefficiente di adattamento $\alpha$		1.1	1
$Q_{sd} = \alpha * Q_{sk}$	KN/m	36.7	33.3
g=dist. P.F da mezzeria str	m	2.20	2.20
H impronta carico in mezzeria arco rovescio	m	4.30	4.30
$W = bh^2/6 = 1 * h^2/6$	m <sup>3</sup>	3.08	3.08
$\alpha_1 = +Q * d / W$	KPa	26.2	23.8
$\alpha_2 = -Q * d / W$	KPa	-26.2	-23.8
$\alpha_h = -Q / H$	KPa	8.5	7.7

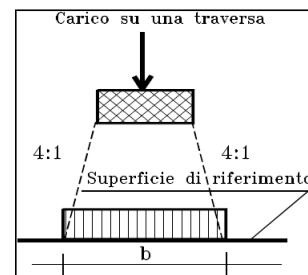


Figura 5.2.4 - Distribuzione longitudinale dei carichi attraverso il ballast.

In generale, i carichi assiali del modello di carico LM71 possono essere distribuiti uniformemente nel senso longitudinale.

Per la ripartizione longitudinale del carico si è considerata una larghezza della traversina pari a 0.25 m.

A titolo esemplificativo, si riportano gli schemi di carico dei primi due casi di carico considerati, essendo gli altri molto simili tra di loro. Per i restanti casi di carico si rimanda ai tabulati.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>			<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>								
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>			<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 45 di 217

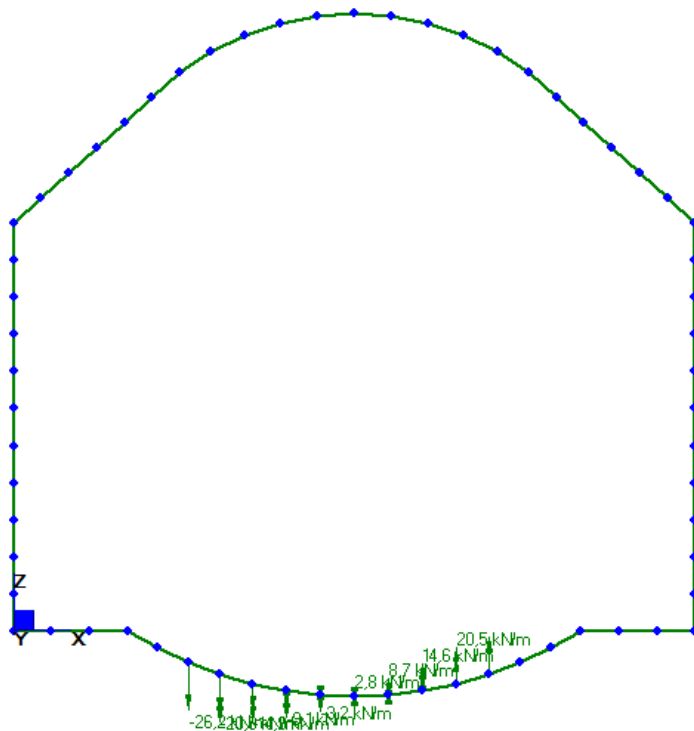


Figura 7-29: Azione variabili- Caso di carico: LM71\_SX\_QS\_serpeggio\_SX

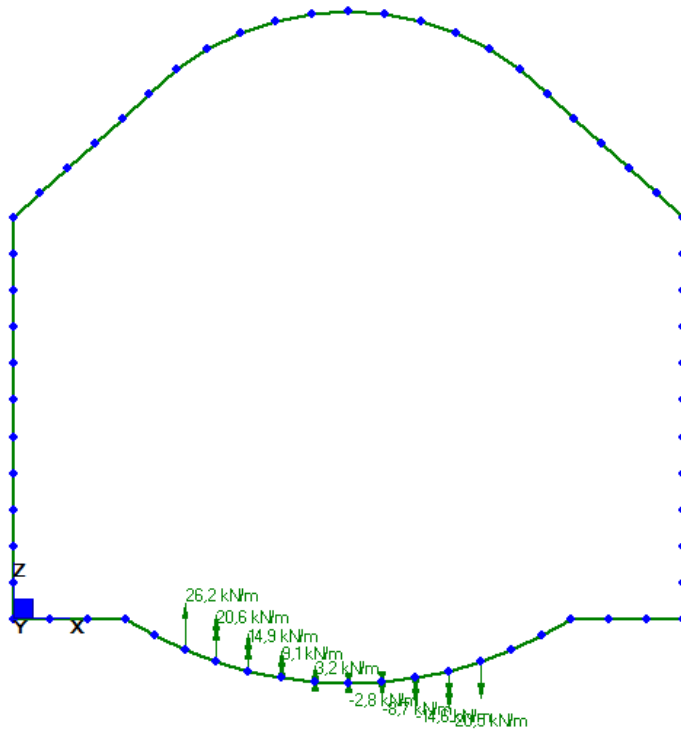


Figura 7-30: Azione variabili- Caso di carico: LM71\_SX\_QS\_serpeggio\_DX

APPALTATORE: Consortio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>																	
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ RH</td> <td>GA0100 001</td> <td>B</td> <td>46 di 217</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	46 di 217
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	46 di 217													
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE																		

#### 7.3.8.4 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI – AVVIAMENTO/FRENATURA LM71E SW/2

Caso di carico: LM71\_SX\_QLA\_avviamento = modello LM71 su binario sinistro e avviamento

Caso di carico: LM71\_SX\_QLB\_avviamento = modello LM71 su binario sinistro e frenatura

Caso di carico: LM71\_DX\_QLA\_avviamento = modello LM71 su binario destro e avviamento

Caso di carico: LM71\_DX\_QLB\_avviamento = modello LM71 su binario destro e frenatura

Caso di carico: SW/2\_SX\_QLA\_avviamento = modello SW/2 su binario sinistro e avviamento

Caso di carico: SW/2\_SX\_QLB\_avviamento = modello SW/2 su binario sinistro e frenatura

Caso di carico: SW/2\_DX\_QLA\_avviamento = modello SW/2 su binario destro e avviamento

Caso di carico: SW/2\_DX\_QLB\_avviamento = modello SW/2 su binario destro e frenatura

Si fa riferimento alle NTC2018 § 5.2.2.3.3.

Essendo i carichi di avviamento e frenatura carichi longitudinali, essi non vengono presi in considerazione nel calcolo della sezione trasversale.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 47 di 217

### 7.3.8.5 EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI FERROVIARI

Superfici verticali parallele al binario

Si fa riferimento alle NTC2018 § 5.2.2.6

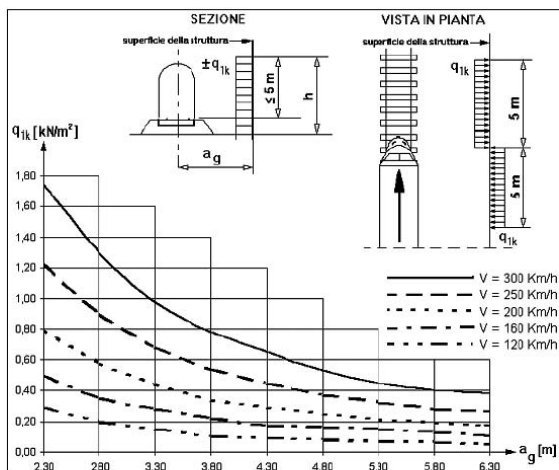


Fig. 5.2.8 - Valori caratteristici delle azioni  $q_{1k}$  per superfici verticali parallele al binario

k1	0.85	convogli formati da carrozze con sagoma arrotondata
k1	0.6	per treni aereodinamici
k2	1.3	se l'altezza di un elemento strutturale (o parte della sua superficie di influenza) è $\leq 1\text{m}$ o se la larghezza è $\leq 2.5\text{m}$ , l'azione $q_{1k}$ deve essere incrementata del fattore $k_2=1.3$

ag	3.12	m	distanza della superficie verticale dall'asse convoglio
H	7.75	m	altezza superficie, valore a favore di sicurezza (in asse galleria)
L	20	m	valore a favore di sicurezza (lunghezza minima di tronco)
q1k	1.1	KN/m <sup>3</sup>	da applicare solo ai primi 5.0m della parete, a partire dal piano di posa del ballast
K1	0.6		
K2	1		verifica sull'altezza
K2	1		verifica sulla lunghezza
K2	1		valore finale
q1k finale	0.7	KN/m <sup>2</sup>	$k_1 K_2 q_{1k}$

Il valore caratteristico finale della pressione risulta trascurabile per i piedritti della galleria in oggetto e quindi il carico non viene implementato.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 48 di 217

Superfici orizzontali al di sopra del binario  
 Si fa riferimento alle NTC2018 § 5.2.2.6.3

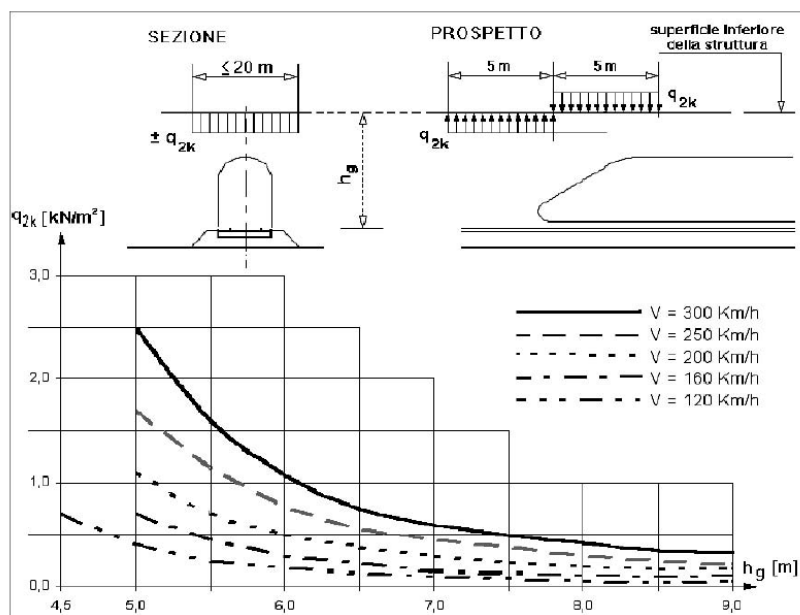


Fig. 5.2.9 - Valori caratteristici delle azioni  $q_{2k}$  per superfici orizzontali al di sopra del binario

hg	6.3	m	distanza minima della calotta superiore al p.f, valore a filo marciapiede a favore di sicurezza
----	-----	---	---

k1	0.6	-	
n.b.	1	-	numero binari
q2k	0.9	KN/m <sup>2</sup>	
q2k finale	0.54	KN/m <sup>3</sup>	

Il valore caratteristico finale della pressione risulta trascurabile per la calotta della galleria in oggetto e quindi il carico non viene implementato.



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 49 di 217

### 7.3.9 Azioni eccezionali

#### 7.3.9.1 AZIONI DERIVANTI DALL'ESERCIZIO FERROVIARIO – DERAGLIAMENTO IN GALLERIA

Caso di carico: LM71\_SX\_A1\_urto\_trasv = modello LM71 su binario sinistro e urto trasversale

Caso di carico: LM71\_DX\_A1\_urto\_trasv = modello LM71 su binario destro e urto trasversale

Caso di carico: SW/2\_SX\_A1\_urto\_trasv = modello SW/2 su binario sinistro e urto trasversale

Caso di carico: SW/2\_DX\_A1\_urto\_trasv = modello SW/2 su binario destro e urto trasversale

Caso di carico: LM71\_SX\_A2\_urto\_long = modello LM71 su binario sinistro e urto longitudinale

Caso di carico: LM71\_DX\_A2\_urto\_long = modello LM71 su binario destro e urto longitudinale

Caso di carico: SW/2\_SX\_A2\_urto\_long = modello SW/2 su binario sinistro e urto longitudinale

Caso di carico: SW/2\_DX\_A2\_urto\_long = modello SW/2 su binario destro e urto longitudinale

I casi di carico con gli urti longitudinali non vengono presi in considerazione nel calcolo della sezione trasversale.

Si considerano le NTC 2018 § 3.6.3.4.

Poiché il calcolo in oggetto riguarda la sezione tipica trasversale della galleria, si considera il solo urto trasversale.

Dovendo considerare l'urto nei confronti dei piedritti della galleria, si considerano:

<b>URTO TRASVERSALE E LONGITUDINALE</b>		
per d<5,0m:		
F longitudinale	KN	<b>4000</b>
F trasversale	KN	<b>1500</b>
altezza di applicazione dal p.f.	m	<b>1.8</b>
distanza tra p.f. e "zero" strutturale	m	<b>2.2</b>
quota z di riferimento per il FEM	m	2.77
lunghezza di ripartizione	m	<b>6.4</b>
<b>Carico trasversale qt</b>	<b>KN/m</b>	<b>234</b>
<b>Carico longitudinale ql</b>	<b>KN/m</b>	<b>625</b>
distanza bordo interno mezzzeria piedritto d	m	<b>0.67</b>
momento di trasporto mz,l	KNm/m	419

Per la ripartizione longitudinale del carico si è considerata una larghezza pari a 6.40 m, ovvero pari alla lunghezza della zona del modello LM71 interessata dai carichi assiali.

A titolo esemplificativo, si riportano gli schemi di carico dei primi due casi di carico considerati, essendo gli altri molto simili tra di loro. Per i restanti casi di carico si rimanda ai tabulati.

APPALTATORE: Conorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF ELETTRI-FER              TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 50 di 217

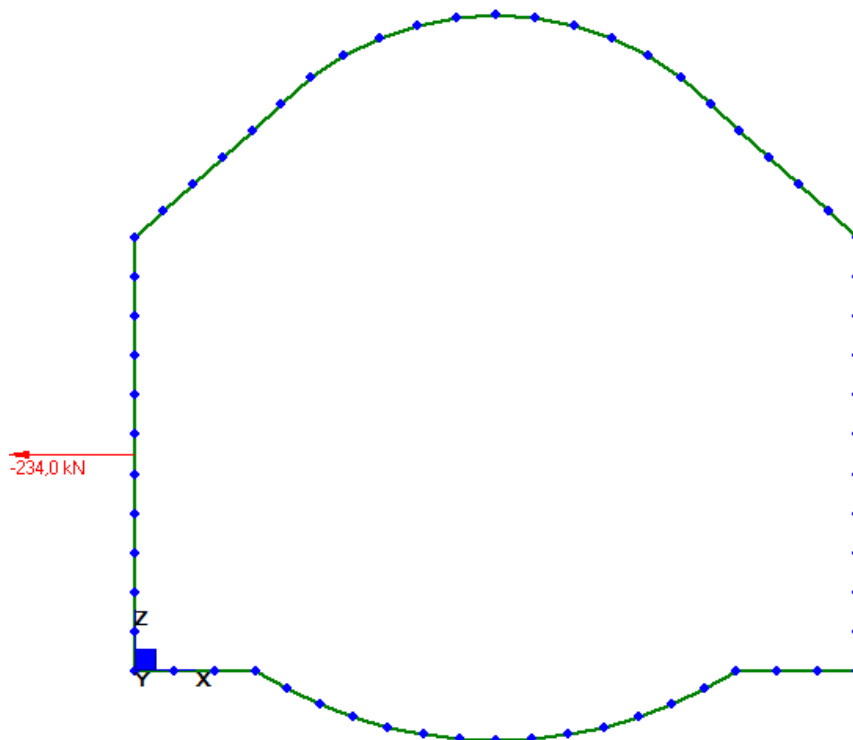


Figura 7-31: Azione variabili- Caso di carico: *LM71\_SX\_A1\_urto\_trasv*

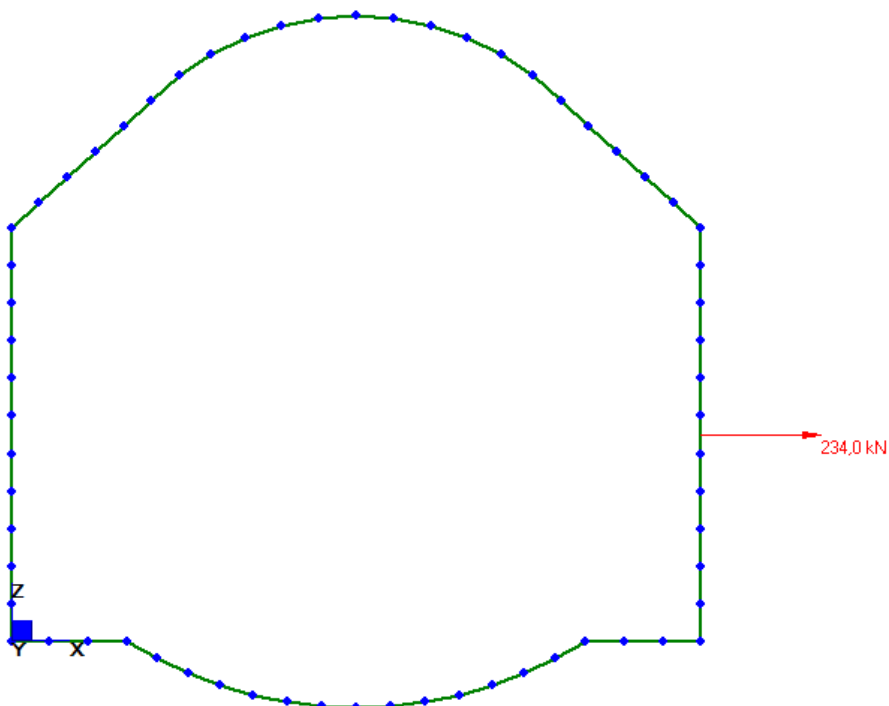


Figura 7-32: Azione variabili- Caso di carico: *LM71\_DX\_A1\_urto\_trasv*

APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF ELETTRI-FER              TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 51 di 217

### 7.3.9.2 AZIONI DERIVANTI DA ALTRI VETTORI – URTI VEICOLARI A PIANO CAMPAGNA

Si considerano le NTC 2018

Essendo la galleria in oggetto completamente interrata, tali tipi di carico non sono applicabili.

### 7.3.10 Azioni sismiche

Si considerano le NTC 2018 § 3.2 ed il MdP § 2.5.1.8.3.3.

Per la caratterizzazione sismica del sito e per i valori delle accelerazioni massime orizzontali per lo Stato Limite Ultimo e lo Stato Limite di Esercizio, si fa riferimento al capitolo 5.

Sulla base della caratterizzazione sismica, si generano gli spettri SLV e SLD orizzontali e verticali.

Si utilizzano i seguenti fattori di struttura:

per sisma orizzontale:  $q = 1.00$

per sisma verticale:  $q = 1.50$

Azione Sismica della struttura

Per considerare gli effetti inerziali della struttura della galleria nella direzione orizzontale (Ih), viene applicato un carico gravitazionale con direzione X e accelerazione pari a:

Caso di carico:  $Ex\_str$  = sisma strutturale direzione X – SLV

$$F_h = k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g} \quad 1 \times 1.136 \times 1.2 \times 0.27 = 0.369$$

Gli effetti inerziali della struttura della galleria nella direzione verticale (Iv) vengono applicati tramite un carico gravitazionale con direzione Z e accelerazione pari a:

Caso di carico:  $Ez\_str$  = sisma strutturale direzione Z – SLV

$$F_h/2 = k_v = \pm 0.5 k_h = 0.5 \times 11 \times 1.136 \times 1.2 \times 0.27 = 0.185$$

Caso di carico:  $Ey\_str$  = sisma strutturale direzione Y - SLV

Caso di carico:  $Ex\_str\_SLD$  = sisma strutturale direzione X – SLD

$$F_h = 1 \times 1.2 \times 1.2 \times 0.097 = 0.140$$

Caso di carico:  $Ez\_str\_SLD$  = sisma strutturale direzione Y – SLD

$$F_h/2 = 0.5 \times 1 \times 1.2 \times 1.2 \times 0.097 = 0.070$$

Caso di carico:  $Ey\_str\_SLD$  = sisma strutturale direzione Y - SLD

L'azione sismica della struttura viene tenuta in conto attraverso gli spettri orizzontali e verticali.

Azione Sismica del terreno: ricoprimento e spinte dinamiche

Si implementano i soli casi di carico relativi allo SLV.

### **Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_c^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno §**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	68	0,074	2,532	0,329
SLD	113	0,097	2,502	0,347
SLV	1068	0,273	2,434	0,430
SLC	2193	0,374	2,391	0,445

In fase di combinazione dei carichi, si tiene conto dei casi di SLD fattorizzando i corrispettivi casi SLV per il seguente fattore:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 52 di 217

$$F = \frac{a_{\max SLD}}{a_{\max SLV}} = \frac{0,140}{0,369} = 0,379$$

#### Azione sismica dovuta al terreno

L'effetto del sisma sulle gallerie artificiali si calcola in analogia con le opere di sostegno, mediante un approccio pseudo-statico (NTC 2018, § 7.11.3.5.2 – EC8 § E.9).

L'azione sismica dovuta al terreno è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

$$k_h = \beta_m \frac{a_{\max}}{g} \quad k_v = \pm 0.5 k_h$$

dove:

$\beta_m = 1$  non essendo la struttura in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno

$a_{\max} = S a_g$  S coefficiente di amplificazione (topografica e stratigrafica)  $S = S_s \cdot S_T$

ag accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento rigido

La spinta dinamica viene calcolata secondo la teoria di Wood:

$$\Delta S_h = k_h \gamma H^2$$

$$\Delta S_v = \pm k_v \gamma A$$

dove A è da intendersi come volume di terreno al di sopra della calotta ed H l'altezza totale della sezione.

Risulta quindi:

$$k_h = 1 \times 1.136 \times 1.2 \times 0.27 = 0.369$$

Caso di carico: Ez\_terreno\_falda\_min = sisma direzione Z terreno di ricoprimento con livello di falda minima

Il carico viene applicato in funzione della profondità dell'estradosso della calotta superiore ed il valore di carico in asse galleria vale:

$$P = 0.5 a_{\max} \gamma_d (z - z_s) = 0.5 \times 0.369 \times 20 \times (3.3) = 12.2 \text{ kN/m}$$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

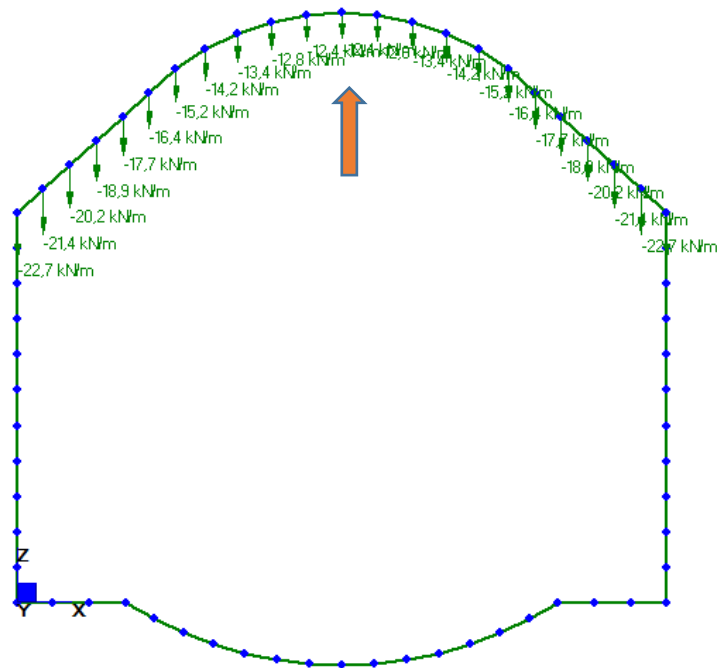


Figura 7-33: Azione variabili- Caso di carico: Ez\_terreno\_falda\_min

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 53 di 217

Caso di carico:  $Ez\_terreno\_falda\_max$  = sisma direzione Z terreno di ricoprimento con livello di falda massima

Il carico viene applicato in funzione della profondità dell'estradosso della calotta superiore ed il valore di carico in asse galleria vale:

$$P = 0.5 a_{max} [\gamma_d (z - z_f) + \gamma' (z_f - z_s)] =$$

$$0.5 \times 0.369 \times (20 \times (3) + 10 \times (0.3)) = 11.6 \text{ kN}$$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

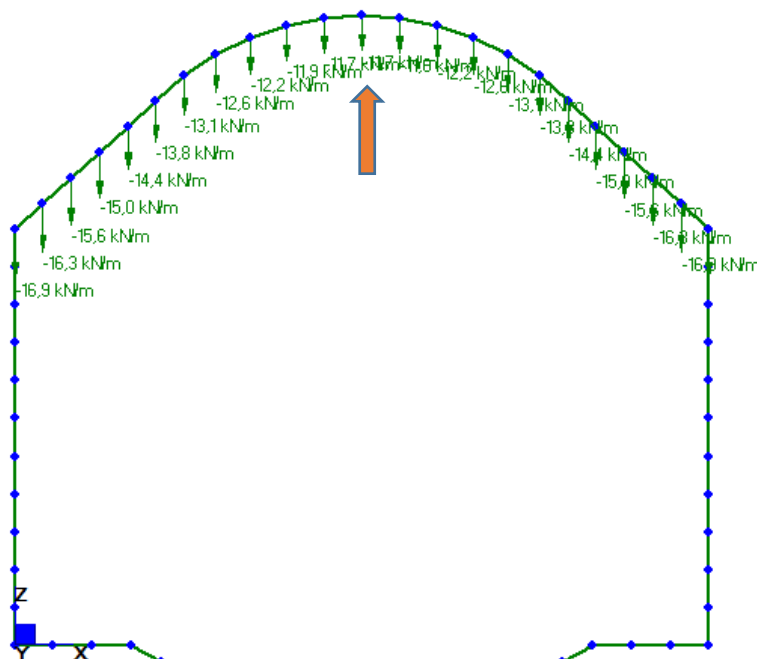


Figura 7-34: Azione variabili- Caso di carico:  $Ez\_terreno\_falda\_max$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 54 di 217

Caso di carico:  $Ex\_terreno\_sx\_falda\_min$  = sisma direzione X solo terreno da sinistra con falda minima  
 Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

$$\Delta S(z) = k_k [\gamma_d (z_t - z_f)] = 0.369 [20 (12.3)] = 90.8 \text{ kN/m}$$

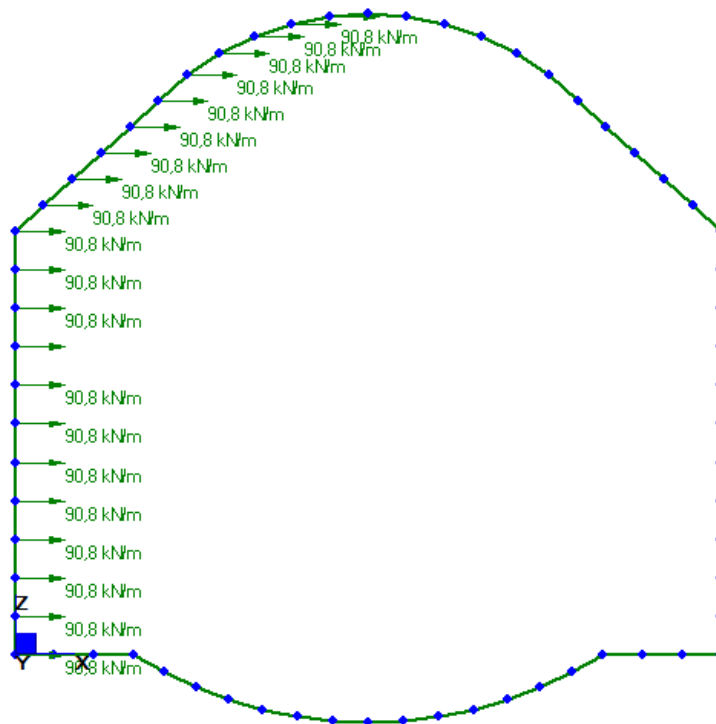


Figura 7-35: Azione variabili- Caso di carico:  $Ex\_terreno\_falda\_min$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 55 di 217

Caso di carico:  $Ex\_terreno\_dx\_falda\_min$  = sisma direzione X solo terreno da destra con falda minima

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

$$\Delta S(z) = k_k [\gamma_d (z_t - z_f)] = 0.369 [20 (12.3)] = 90.8 \text{ kN/m}$$

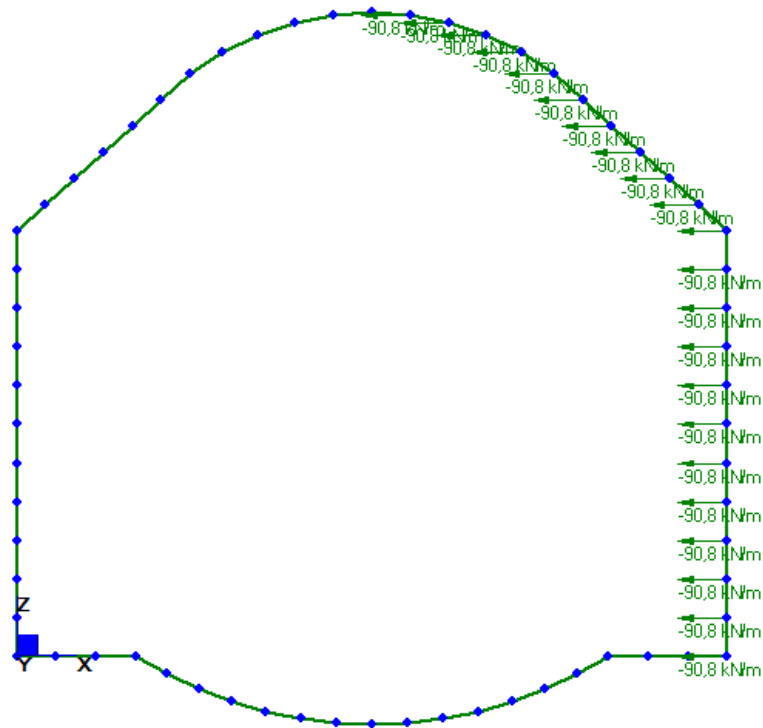


Figura 7-36: Azione variabili- Caso di carico: :  $Ex\_terreno\_dx\_falda\_min$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 56 di 217

Caso di carico:  $Ex\_terreno\_sx\_falda\_max$  = sisma direzione X solo terreno da sinistra con falda massima  
 Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

$$\Delta S(z) = k_k [\gamma_d (z_t - z_f) + \gamma' (z_f - z)] = 0.369 [20 (12.3) - 10 (9.3)] = 56.5 \text{ kN/m}$$

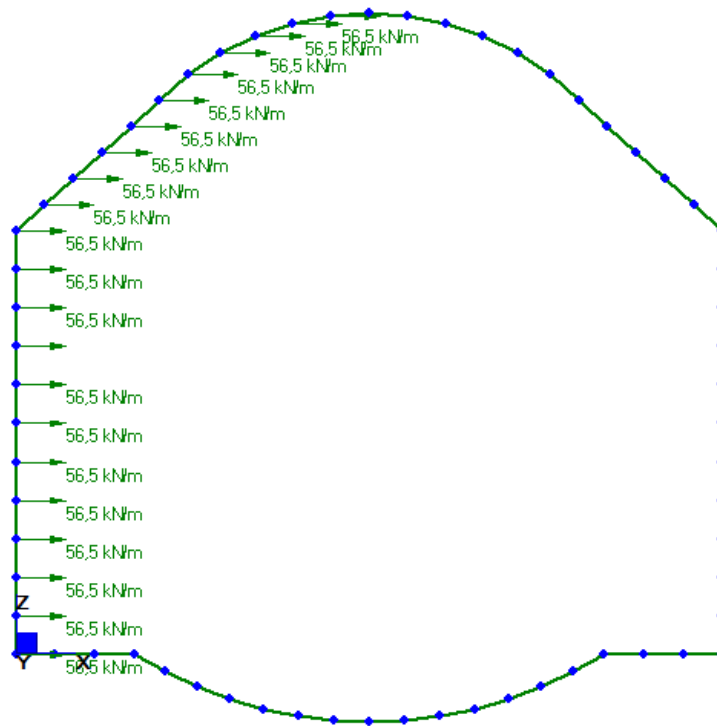


Figura 7-37: Azione variabili- Caso di carico:  $Ex\_terreno\_sx\_falda\_max$



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 57 di 217

Caso di carico:  $Ex\_terreno\_dx\_falda\_max$  = sisma direzione X solo terreno da destra con falda massima  
 Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

$$\Delta S(z) = k_k [\gamma_d (z_t - z_f) + \gamma' (z_f - z)] = 0.369 [20 (12.3) - 10 (9.3)] = 56.5 \text{ kN/m}$$

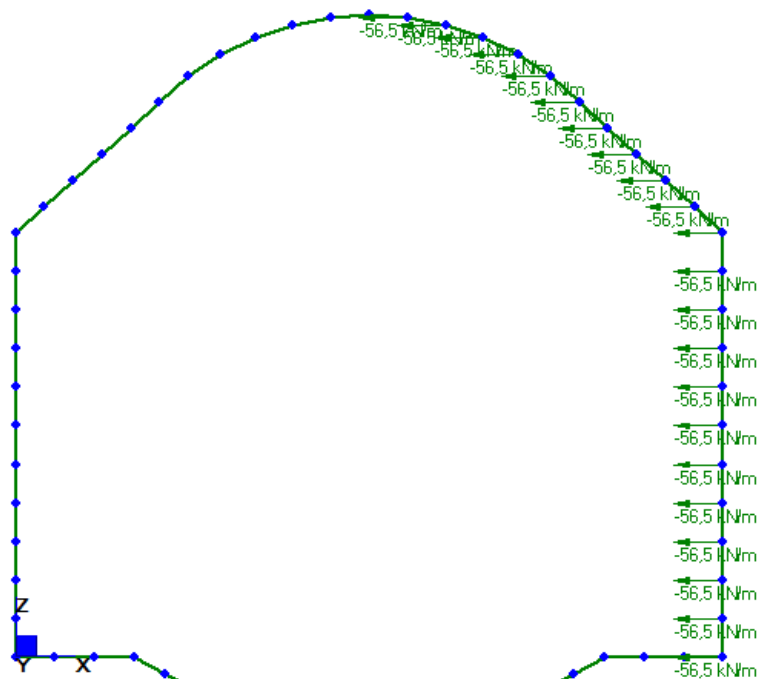


Figura 7-38: Azione variabili- Caso di carico:  $Ex\_terreno\_dx\_falda\_max$

Si riportano i soli casi di carico relativi allo SLV.

In fase di combinazione dei carichi, si tiene conto dei casi di SLD fattorizzando i corrispettivi casi SLV per il seguente fattore:

$$F = \frac{a_{\max SLD}}{a_{\max SLV}} = \frac{0,140}{0,369} = 0,379$$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 58 di 217

Azione sismica dovuta alla falda

L'effetto del sisma sulle gallerie artificiali si calcola in analogia con le opere di sostegno, mediante un approccio pseudo-statico (EC8 § E.8).

$$q(z) = \pm \frac{7}{8} k_h \gamma_w \sqrt{h z}$$

con:

h = quota del pelo libero dell'acqua

z = coordinata verticale diretta verso il basso, con origine al pelo libero dell'acqua

Caso di carico: E\_water\_falda\_min = sisma direzione X spinta idrodinamica con falda minima

Essendo la quota di falda al di sotto della galleria, la spinta idrodinamica sulla struttura risulta nulla:

$$q(z) = \pm \frac{7}{8} k_h \gamma_w \sqrt{h z} = \pm \frac{7}{8} 0.369 \times 10 \sqrt{0 * 10.2} = 0 \text{ kN/m}$$

Il carico idrodinamico viene applicato perpendicolarmente agli elementi beam.

Caso di carico: E\_water\_falda\_max = sisma direzione X spinta idrodinamica con falda massima

Come valore di confronto si considera il valore in chiave dell'arco rovescio.

$$q(z) = \pm \frac{7}{8} k_h \gamma_w \sqrt{h z} = \pm \frac{7}{8} 0.369 \times 10.0 \sqrt{10.2 * 10.2} = 32.9 \text{ kN/m}$$

Il carico idrodinamico viene applicato perpendicolarmente agli elementi beam.

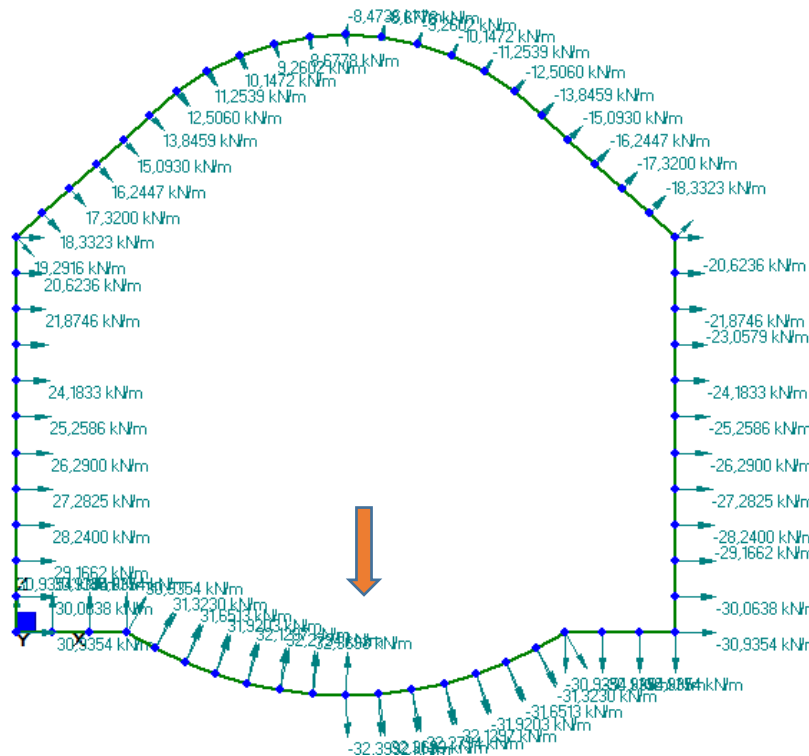


Figura 7-39: Azione variabili- Caso di carico: E\_water\_falda\_max

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 59 di 217

## 8 CONCIO D'ATTACCO

Il concio d'attacco della galleria naturale è stato verificato considerando l'altezza di ritombamento in corrispondenza della paratia, tale altezza ha un valore di circa 6.50m. La sezione ritombata ha una geometria di rinterro pressoché simmetrica.

Di seguito è fornita una descrizione delle principali caratteristiche geometriche della sezione di analisi e uno schema del modello di calcolo.

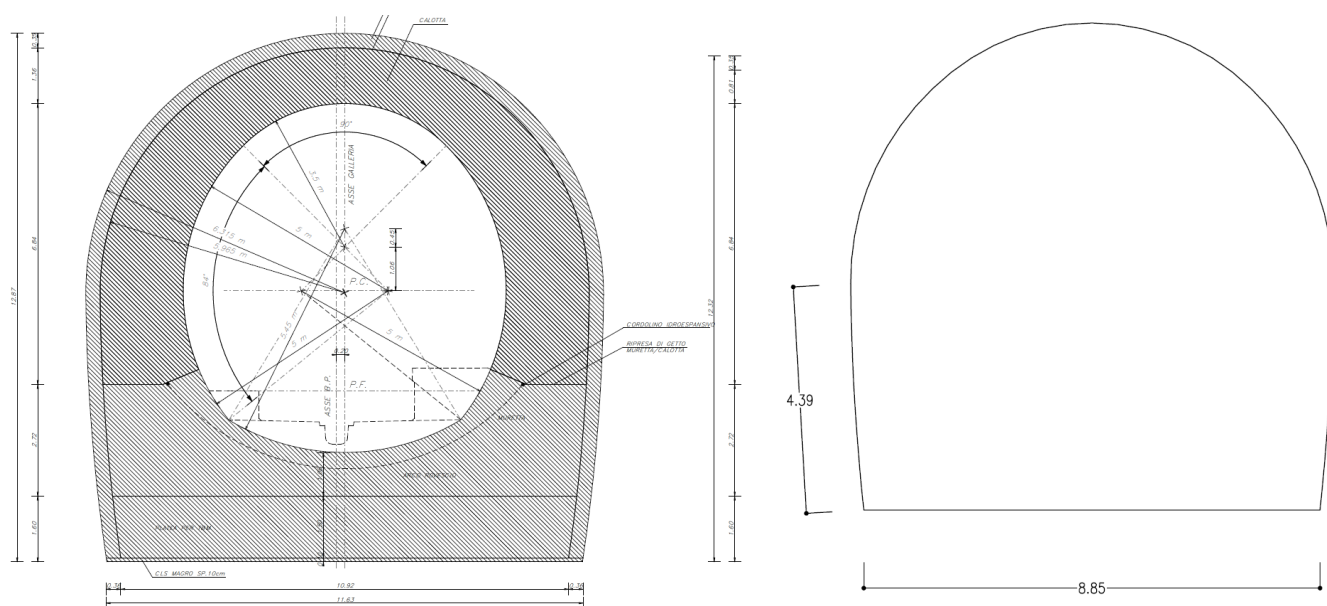


Figura 8-1.: Sezione di calcolo

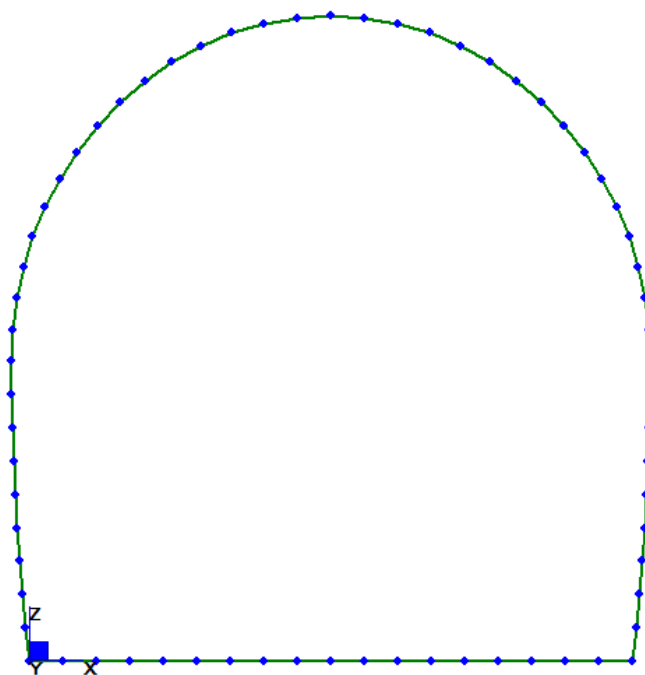


Figura 8-2.: Schema del modello di calcolo agli elementi finiti: in evidenza nodi ed elementi beam

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B
					FOGLIO 60 di 217

## 8.1 MODULO DI SOTTOFONDO

Sulla base del documento “Criteri per il dimensionamento e verifiche delle gallerie artificiali D.M. 2018, si considera la seguente metodologia per il calcolo dei valori del Modulo di sottofondo:

- per tratti curvilinei dell’arco di calotta  $k = \frac{E'}{R_{eq} (1+v)} i$
- per tratti rettilinei dell’arco di calotta  $k = \frac{E'}{B(1-v^2)} i$
- per l’arco rovescio  $k = \frac{E'}{B(1-v^2)c_t} i$

con:

$R_{eq}$  = raggio di curvatura del tratto di carpenteria curvilinea considerata

$B$  = lunghezza del tratto rettilineo di carpenteria. Per l’arco rovescio è pari alla dimensione trasversale totale, trascurandone la curvatura

$i$  = interasse tra le bielle

$v$  = coefficiente di Poisson

$E'$  = modulo elastico del mezzo di contorno

$c_t$  = coefficiente di forma della fondazione; relazioni cfr. Bowles (1960), con  $L$  = lato maggiore della fondazione

Fondazione rettangolare con  $L/B \leq 10$   $c_t = 0.853 + 0.534 \ln \left(\frac{L}{B}\right)$

Fondazione rettangolare con  $L/B > 10$   $c_t = 2 + 0.0089 \frac{L}{B}$

Per il calcolo della rigidezza delle molle dei piedritti si simula la presenza del materiale di ritombamento e non del terreno in sito quindi il modulo è pari a 50 MPa. Questo ragionamento risulta valido anche per il calcolo delle sollecitazioni agenti, ovvero il coefficienti di spinta a riposo  $k_0$  da considerare è pari a 0.43, calcolato con l’angolo di attrito del ritombamento pari a 35°.

**Tabella 5: Sezione 2 - Caratteristiche del modello di calcolo**

Altezza simulata dell’opera	$H_{tot} = 9.43$ m
Larghezza simulata dell’opera	$L_{tot} = 9.36$ m
<b>Spessori simulati del rivestimento</b>	
Calotta	0.80÷1.50 m
Arco rovescio	1.10÷1.60 m
Piedritti	1.50÷2.10 m
<b>Rigidezza delle molle al contorno</b>	
Calotta	4006 kN/m
Piedritti	6258kN/m
Arco rovescio	11524 kN/m

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 61 di 217

La rigidità delle molle al contorno è riassunta nella seguente immagine:

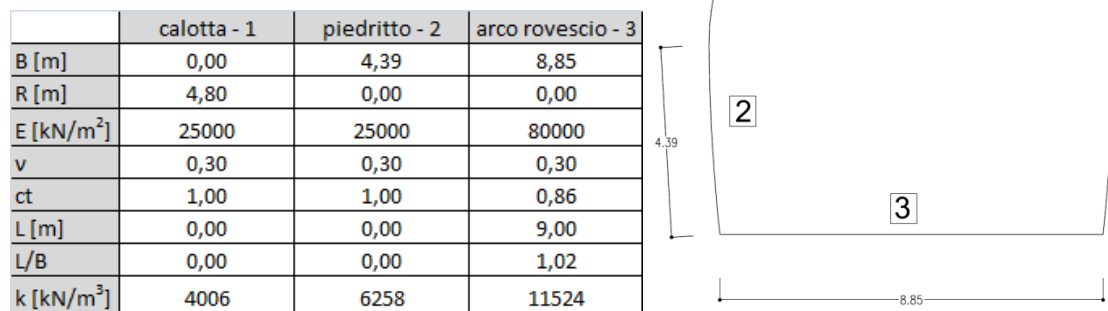


Figura 8-3: Rigidezza delle molle del modello di calcolo

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 62 di 217

## 8.2 MODELLAZIONE STRUTTURALE

Per l'analisi strutturale si utilizza il software Straus7 rel. 2.4.6, prodotto da G + D Computing Pty Limited - Sidney NSW 2000 Australia.

Viene analizzata la sezione corrente della galleria.

La struttura viene simulata secondo un modello ad elementi finiti piano costituito da elementi beam monodimensionali ad asse rettilineo, definiti sulla linea d'asse della carpenteria di rivestimento.

La sezione considerata ha profondità unitaria, ossia gli elementi beam costituenti la linea d'asse della sezione di galleria hanno larghezza pari a 1 m ed altezza variabile.

La discretizzazione utilizzata comporta elementi di lunghezza approssimativamente 0.5 m in accordo alle linee guida Italferr "Criteri di dimensionamento e verifiche delle gallerie artificiali D.M. 2018".

Per la modellazione del terreno si utilizzano molle non lineari reagenti a sola compressione, applicate agli elementi beam, lungo tutto il perimetro e di modulo di rigidezza differenti come indicato nei relativi capitoli.

Il sistema di riferimento globale del modello viene assunto con origine degli assi in corrispondenza del nodo tra ritto sinistro e arco rovescio. L'asse Z è positivo verso l'alto e l'asse X positivo verso destra.

Il sistema di riferimento locale degli elementi beam ha asse 3 lungo l'asse dell'elemento ed asse 2 sempre rivolto verso l'interno della galleria.

La numerazione dei nodi è la seguente:

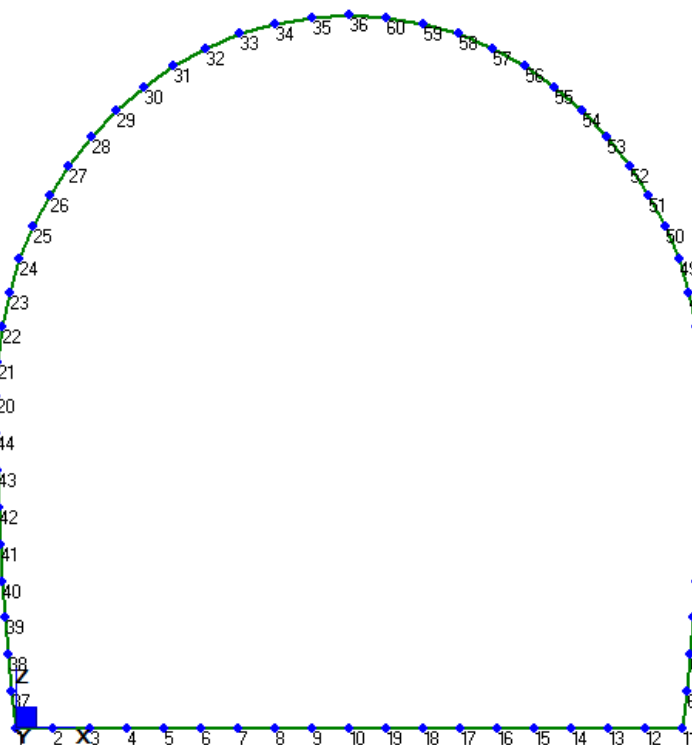


Figura 8-4: Numerazione nodi modello software

La numerazione degli elementi beam è la seguente:

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 63 di 217

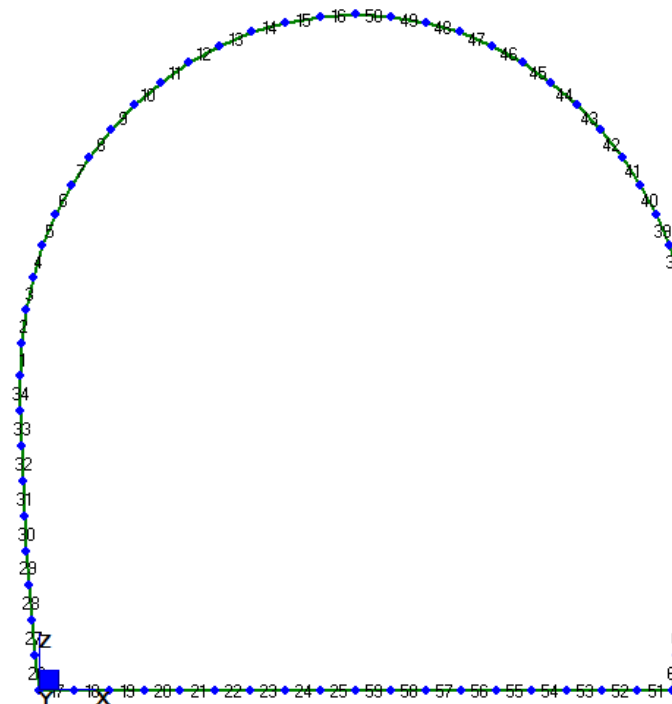


Figura 8-5: Numerazione beam modello software

L'altezza delle sezioni rettangolari degli elementi beam viene qui rappresentata graficamente rimandando al tabulato di input per il valore numerico.

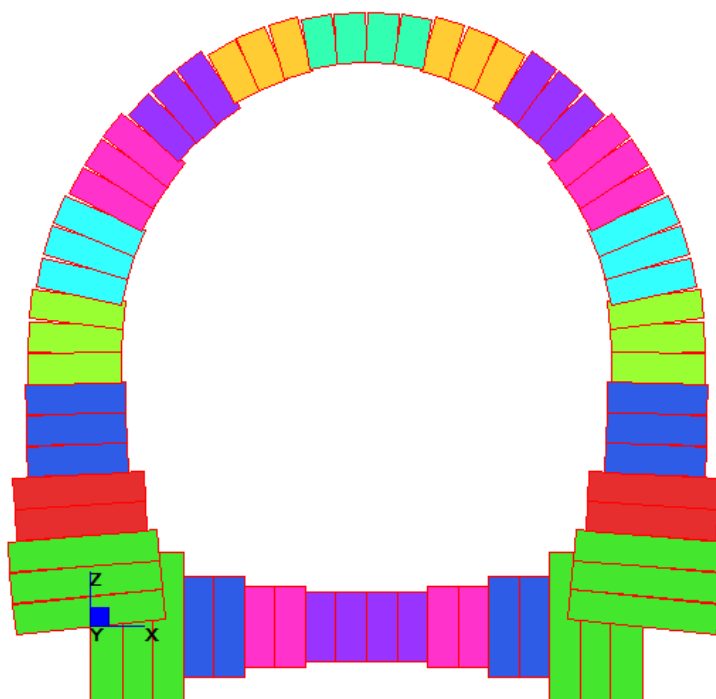
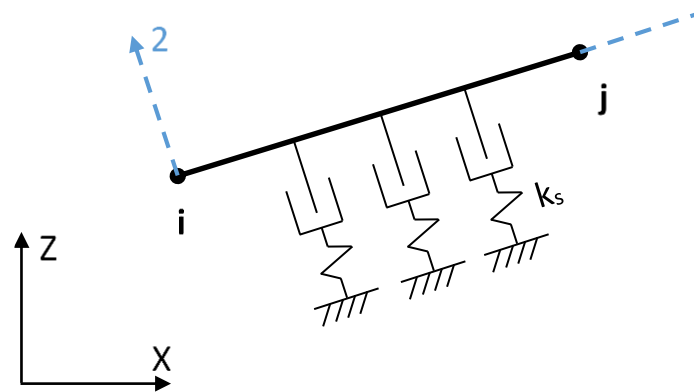


Figura 8-6: Altezza dei conchi discretizzati nel modello software

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 64 di 217

Lo schema delle molle non lineari, reagenti solo a compressione, applicate in modo distribuito su tutti gli elementi beam aventi asse locale 2 sempre diretto verso l'interno, è il seguente:



Per i valori di  $k_s$  si rimanda al file di input in accordo ai valori definiti precedentemente. Si mostra a titolo indicativo il valore applicato ad un elemento.

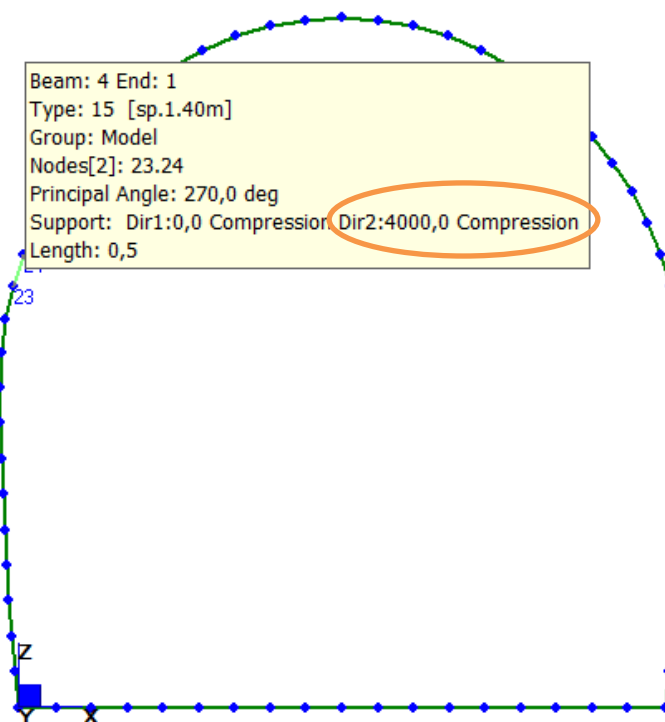


Figura 8-7: Esempio di molla non lineare applicata sulla beam del modello software



APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF ELETTRI-FER              TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 65 di 217

### 8.3 ANALISI DEI CARICHI - CONCIO D'ATTACCO

Il nome dei casi di carico come denominati nella modellazione, vengono indicati di volta in volta. I valori dei carichi indicati corrispondono ai valori caratteristici.

#### 8.3.1 Peso proprio strutturale

Caso di carico: G1

Il peso proprio strutturale viene calcolato automaticamente dal programma secondo il seguente valore del peso specifico del materiale:

$$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$$

#### 8.3.2 Azione indiretta – Ritiro e viscosità

Caso di carico: G1\_ritiro

Il carico viene applicato ai soli piedritti e calotta superiore che, gettata in una seconda fase rispetto alla parte inferiore della galleria, avendo deformazione impedita dai piedritti, è soggetta a coazioni di trazione dovute al ritiro.

Il fenomeno viene modellato attraverso l'applicazione di un carico termico negativo uniforme che fornisce le medesime coazioni dovute al fenomeno di ritiro.

Poiché il ritiro si sviluppa come azione a lungo termine, la viscosità del calcestruzzo ne riduce l'effetto.

Come definito nell'EC2 e nelle NTC 2018, si applica quindi un carico termico equivalente pari a:

$$\Delta T_{eq} = \frac{\varepsilon_{cs}}{\alpha (1 + \varphi)}$$

con:  $\varepsilon_{cs}(t, t_0) = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$  = deformazione da ritiro finale, ovvero autogeno e di essiccamento

$\varphi(t, t_0)$  = coefficiente di viscosità

$\alpha$  = coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo =  $1.0 \cdot 10^{-5}$

Secondo quanto indicato nel §4.1.1.1 delle NTC 2018, per la determinazione degli effetti del ritiro e delle azioni termiche si considerano rigidezze ridotte per tener conto in modo approssimato della fessurazione.

In particolare, per gli SLU si assume che la rigidezza della sezione fessurata sia il 50% di quella interamente reagente; per gli SLE, una rigidezza pari al 75% di quella piena.

Conviene ridurre la rigidezza in modo equivalente applicando il coefficiente riduttivo sopra indicato al delta termico invece che al modulo elastico, in quanto il comportamento è lineare. Ciò nel seguito viene implementato tramite i coefficienti di combinazione.

L'analisi delle sollecitazioni viene svolta per una striscia di larghezza unitaria assumendo:

sezione calotta superiore:              B = 1000 mm; H = 800 mm

dimensione convenzionale:               $h_0 = 2 \times A/u = 2 \times H = 1600$  mm, con u = perimetro a contatto con l'aria

sezione calotta inferiore:              B = 1000 mm; H = 1100 mm

dimensione convenzionale:               $h_0 = 2 \times A/u = 2 \times H = 2200$  mm, con u = perimetro a contatto con l'aria

Deformazione da ritiro:

umidità relativa: U.R. = 50% a favore di sicurezza

$$\varepsilon_{cd}(t = \infty) = k_h * \varepsilon_{cd,0} = 0.7 \times 0.46 \text{ ‰} = 0.322 \text{ ‰}$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 66 di 217

per:  $h_0 > 500 \text{ mm}$ ; calcestruzzo C32/40; U.R.= 50%

$$\varepsilon_{ca}(t = \infty) = 2.5 (f_{ck} - 10) * 10^{-6} = 2.5 \times (0.83 \times 40 - 10) \times 10^{-6} = 0.058 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{ca} + \varepsilon_{cd} = 0.38 \text{ ‰}$$

**Effetto viscosità:**

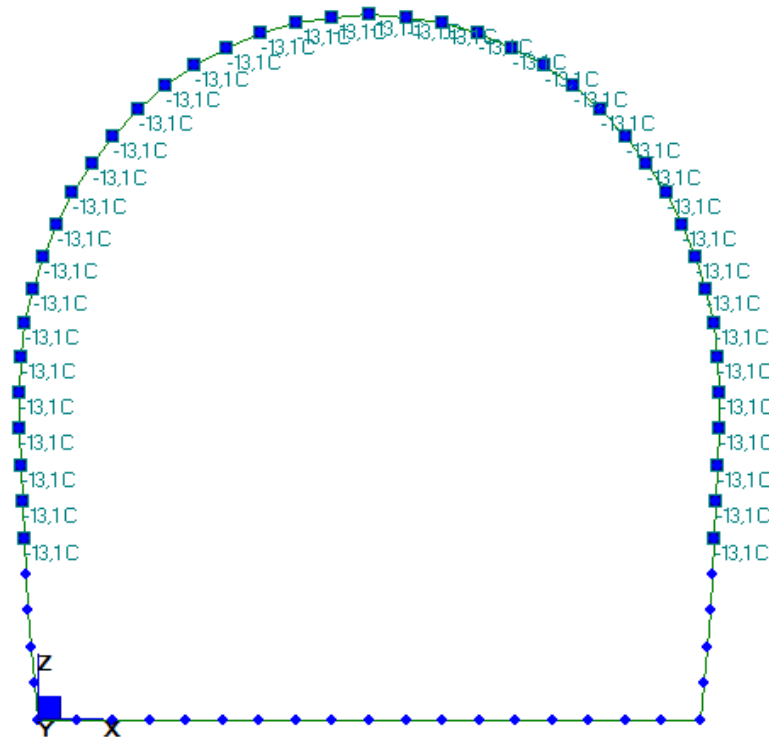
Il modulo viscoso a tempo infinito, in considerazione del valore di  $h_0$ , della resistenza del calcestruzzo e della U.R., può cautelativamente essere assunto pari a:

$$\varphi(t = \infty) = 1.9$$

Il ritiro viene considerato nel calcolo delle sollecitazioni come un'azione termica applicata alla soletta superiore di intensità pari a:

$$\alpha * \Delta T * E_c = - \varepsilon_{cs} * E_c / (1 + \varphi)$$

$$\Delta T = - \varepsilon_{cs} / [\alpha * (1 + \varphi)] = - 0.38 \text{ ‰} / [10 \times 10^{-6} \times (1 + 1.9)] = -13.1 \text{ °C}$$



**Figura 8-8: Azione ritiro**

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 67 di 217

### 8.3.3 Azioni Permanenti

#### 8.3.3.1 PESO DELLE BANCHINE

*Caso di carico: G2 banchine*

Peso specifico del materiale  $\gamma = 25 \text{ kN/ m}^3$

Carico della banchina sinistra =  $25 \times 1.00\text{m} = 25.00 \text{ kN/m}^2$

Carico della banchina destra =  $25 \times 1.50\text{m} = 37.50 \text{ kN/m}^2$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

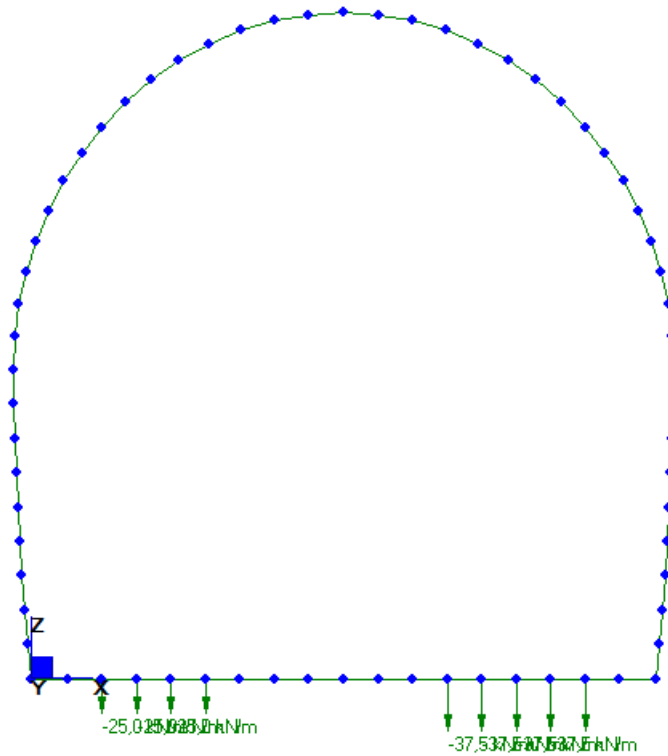


Figura 8-9: Azione permanente - banchine

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 68 di 217

### 8.3.3.2 PESO DEL MASSETTO

*Caso di carico:* G2\_massetto

Peso specifico del materiale  $\gamma = 24 \text{ kN/ m}^3$

Altezza convenzionale = 0.50m

Carico della banchina =  $24 \times 0.50 = 12.00 \text{ kN/m}^2$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

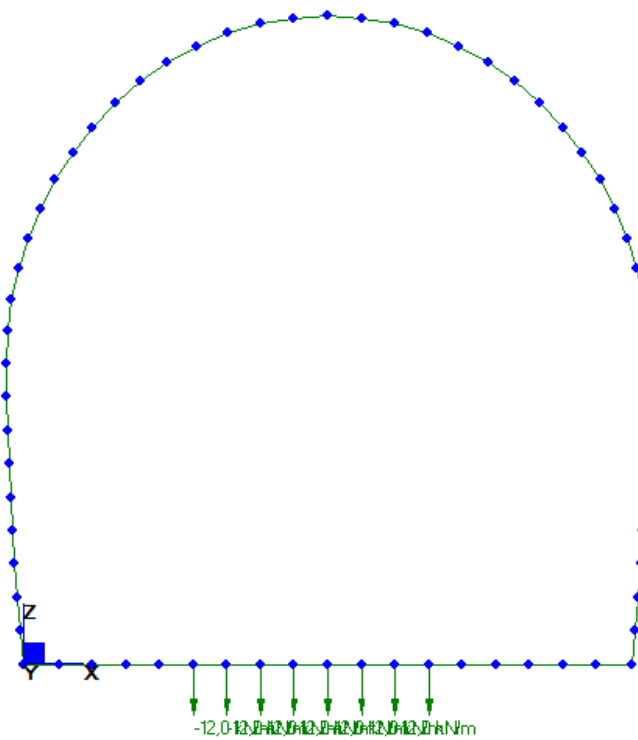


Figura 8-10: Azione permanente – massetto

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 69 di 217

### 8.3.3.3 AZIONE DOVUTA AL BALLAST

*Caso di carico: B ballast*

Peso specifico del materiale  $\gamma = 18 \text{ kN/ m}^3$

Altezza convenzionale = 0.80m

Carico della banchina =  $18 \times 0.80 = 14.40 \text{ kN/m}^2$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

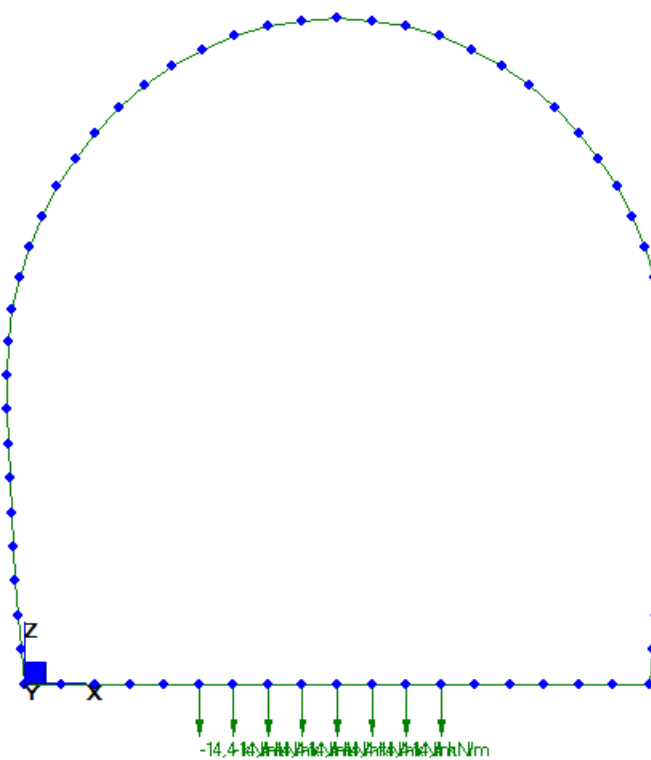


Figura 8-11: Azione permanente - ballast

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 70 di 217

### 8.3.4 Azioni dovute al terreno: ricoprimento e spinte statiche

#### 8.3.4.1 FALDA MINIMA

*Caso di carico: G2\_ricoprim\_peso\_falda\_min* = peso del solo terreno di ricoprimento con livello minimo di falda  
 Il carico viene applicato in funzione della profondità dell'estradosso della calotta superiore ed il valore di carico in asse galleria vale:  $P = \gamma_d (z - z_s) = 20 (6.50) = 130 \text{ kN/m}$   
 Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

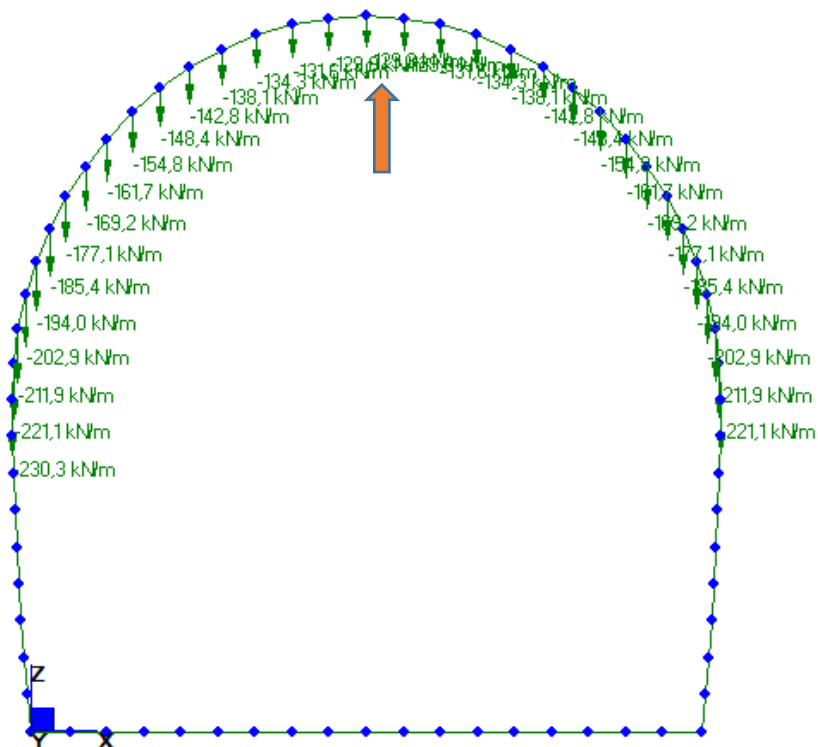


Figura 8-12: Azione terreno-ricoprimento falda minima

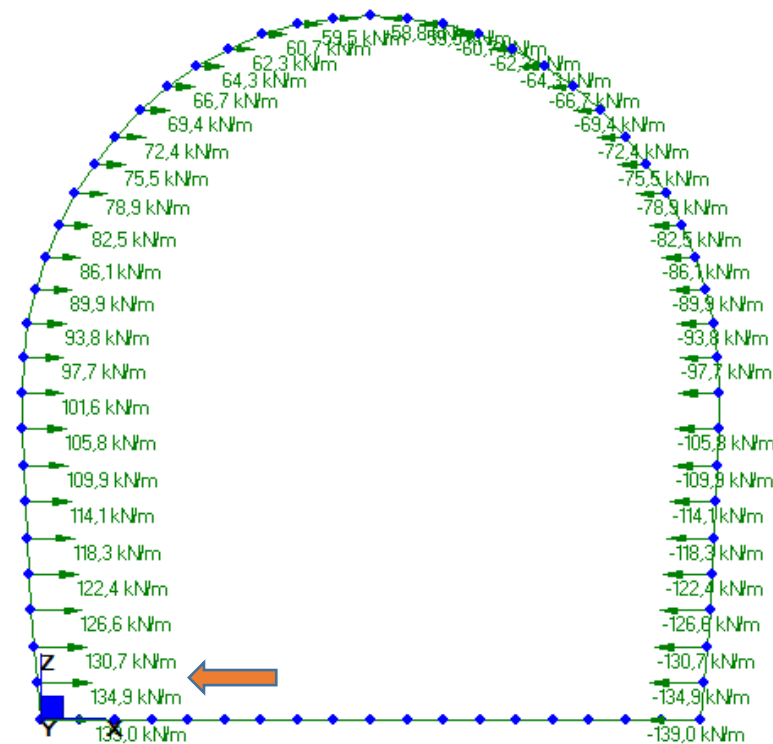
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 71 di 217

Caso di carico:  $G2\_sp\_terreno\_falda\_min$  = spinta del solo terreno con livello minimo di falda

Il carico viene applicato in funzione dell'affondamento dal piano campagna ed il valore di carico in corrispondenza dell'attacco tra calotta e arco rovescio vale:

$$S(z) = k_0 [\gamma_d (z_t - z_f) + \gamma' (z_f - z)] = 0.426 [20 (16.3) + 10 (0)] = 138.9 \text{ kN/m}$$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.



**Figura 8-13: Azione terreno-spinta falda minima**

Caso di carico:  $G2\_falda\_min$  = spinta idrostatica della falda con livello minimo

Essendo la quota di falda al di sotto della galleria, la spinta idrostatica sulla struttura risulta nulla:

$$p(z) = \gamma_w (z_f - z_0) = 10.0 (0) = 0 \text{ kN/m}$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 72 di 217

### 8.3.4.2 FALDA MASSIMA

*Caso di carico:*  $G2\_ricoprim\_peso\_falda\_max$  = peso del solo terreno di ricoprimento con livello massimo di falda  
 Il carico viene applicato in funzione della profondità dell'estradosso della calotta superiore ed il valore di carico in asse galleria vale:

$$P = \gamma_d (z - z_f) + \gamma' (z_f - z_s) = 20 (3) + 10 (3.50) = 95.0 \text{ kN/m}$$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

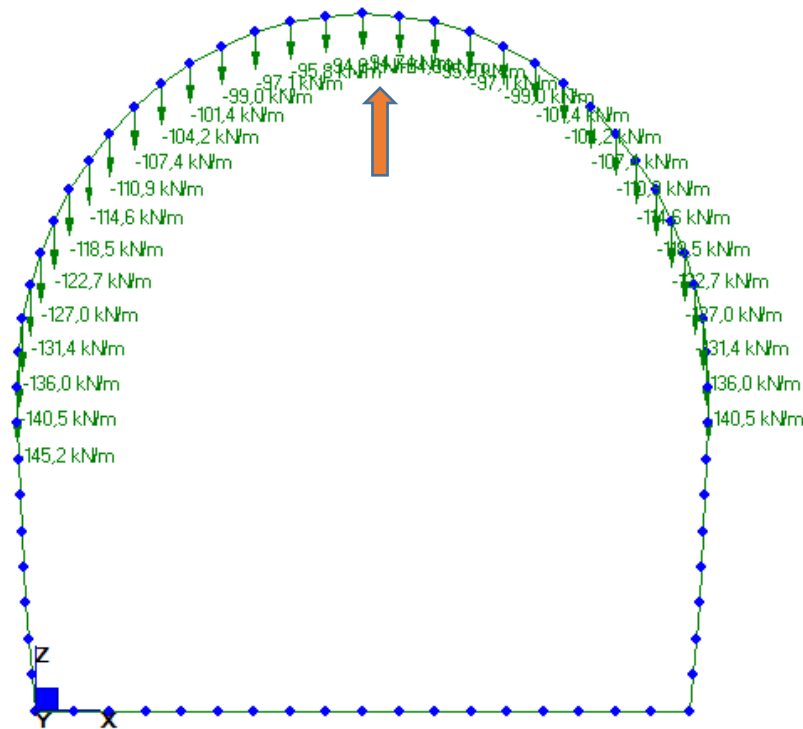


Figura 8-14: Azione terreno-ricoprimento falda massima



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 73 di 217

Caso di carico:  $G2\_sp\_terreno\_falda\_max$  = spinta del solo terreno con livello massimo di falda

Il carico viene applicato in funzione dell'affondamento dal piano campagna ed il valore di carico in corrispondenza dell'attacco tra calotta e arco rovescio vale:

$$S(z) = k_0 [\gamma_d (z_t - z_f) + \gamma' (z_f - z)] = 0.426 [20 (3) + 10 (13.3)] = 82.2 \text{ kN/m}$$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

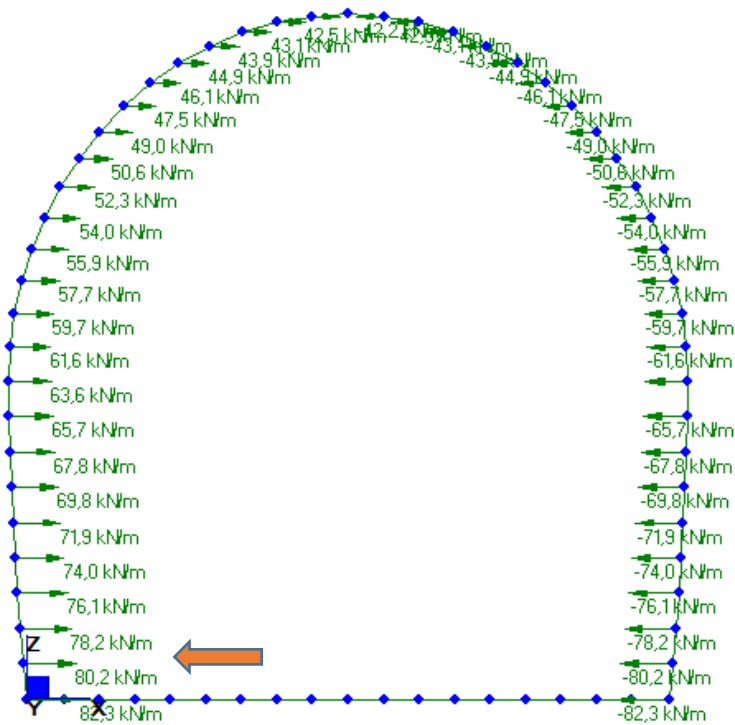


Figura 8-15: Azione terreno-spinta falda massima

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 74 di 217

Caso di carico:  $G2\_falda\_max$  = spinta idrostatica della falda con livello massimo

Il carico viene applicato in funzione dell'affondamento dalla quota di falda ed il valore di carico in chiave dell'arco rovescio vale:

$$p(z) = \gamma_w (z_f - z_0) = 10.0 (13.3) = 133 \text{ kN/m}$$

Il carico idrostatico viene applicato perpendicolarmente agli elementi beam.

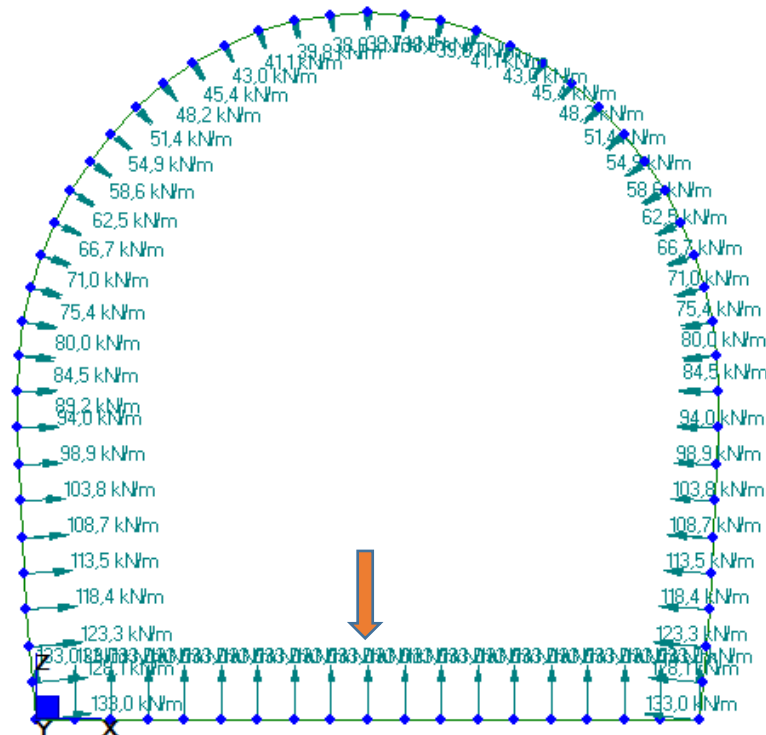


Figura 8-16: Azione acqua-spinta idrostatica

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 75 di 217

### 8.3.5 Azioni variabili

#### 8.3.5.1 SOVRACCARICO SULLE BANCHINE

Caso di carico: Q1\_banchine

Si fa riferimento alle NTC 2018 § 5.2.2.3.2

Sovraccarico sulla banchina = 10 kN/m<sup>2</sup>

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

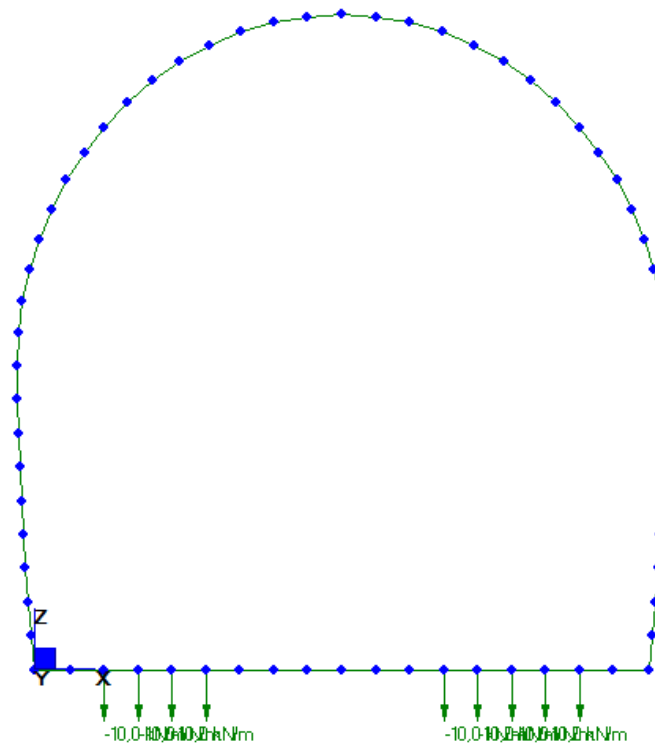


Figura 8-17: Azione variabili-banchine

#### 8.3.5.2 SOVRACCARICO DI CANTIERE A PIANO CAMPAGNA

Questo carico viene applicato sempre, a meno di situazioni in cui si presentino attraversamenti stradali, per le quali viene applicato il sovraccarico stradale (vedi punto successivo), ove più sfavorevole.

Sovraccarico di cantiere (Q2) = 20 kN/m<sup>2</sup>

Coefficiente spinta a riposo k0 = 0.426

Q2 – componente orizzontale = 8.52 kN/m<sup>2</sup>

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

Si prevedono due casi di carico: carico a sinistra; carico a destra.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>		<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 76 di 217

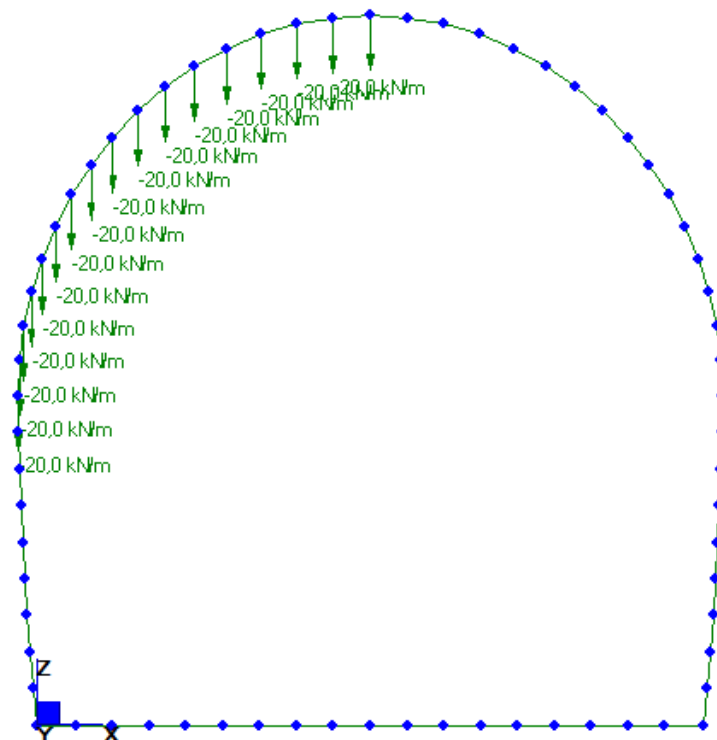


Figura 8-18: Azione variabili- carico di cantiere- Caso di carico: Q2\_camp\_sx\_vert

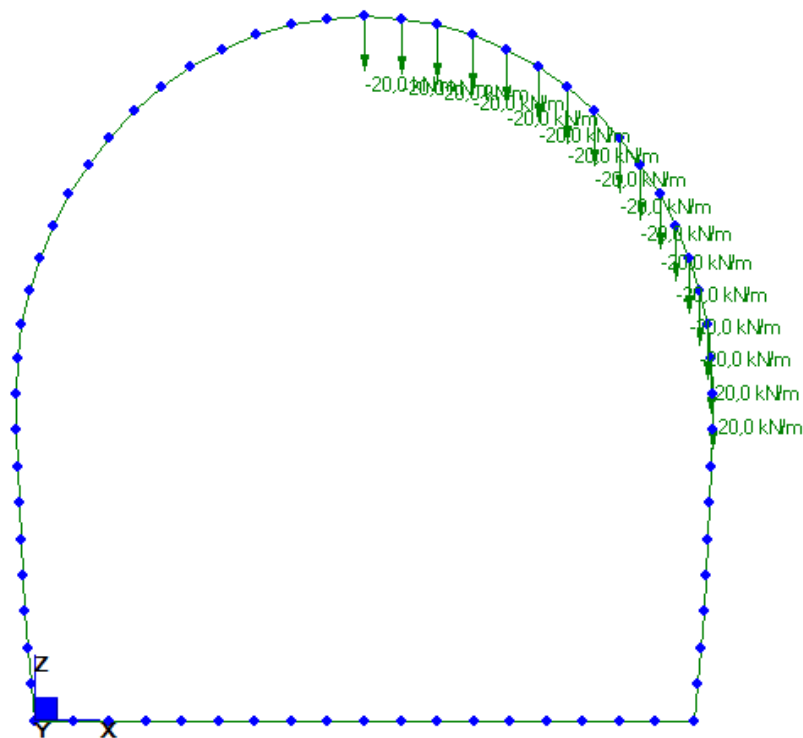


Figura 8-19: Azione variabili- carico di cantiere- Caso di carico: Q2\_camp\_dx\_vert

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 77 di 217

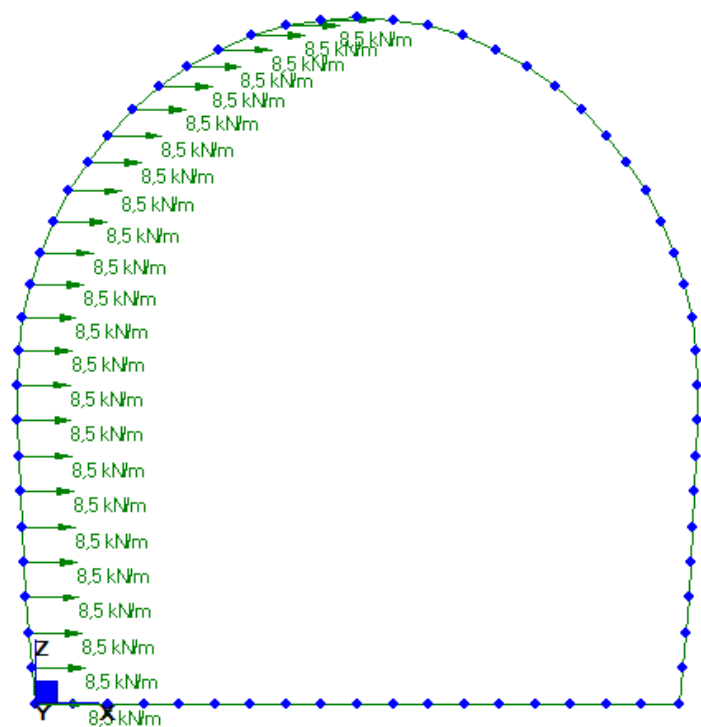


Figura 8-20: Azione variabili- carico di cantiere- Caso di carico: Q2\_camp\_sx\_orizz

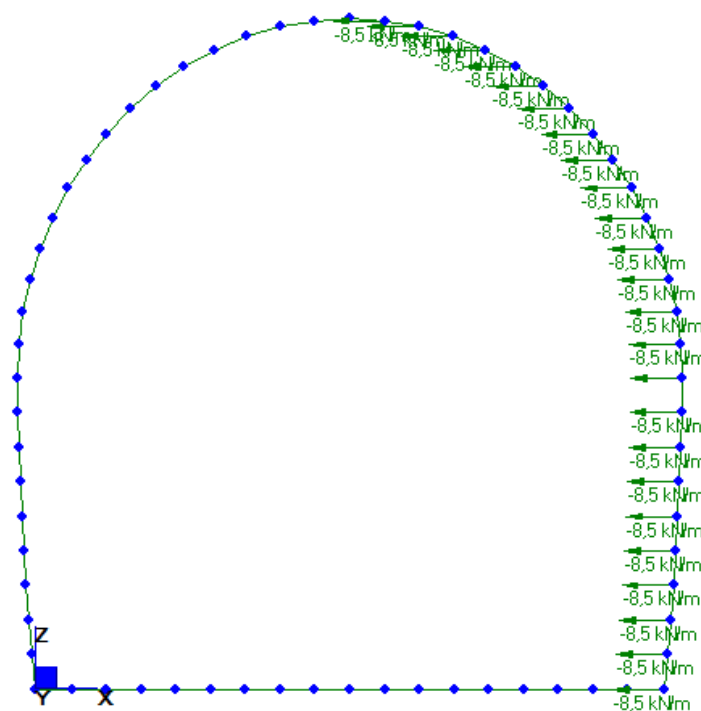


Figura 8-21: Azione variabili- carico di cantiere- Caso di carico: Q2\_camp\_dx\_orizz

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 78 di 217

### 8.3.6 Azioni climatiche

#### 8.3.6.1 AZIONE TERMICA UNIFORME

Per quanto riguarda la variazione stagionale, si considera un carico termico uniforme  $T = \pm 15^\circ\text{C}$ .

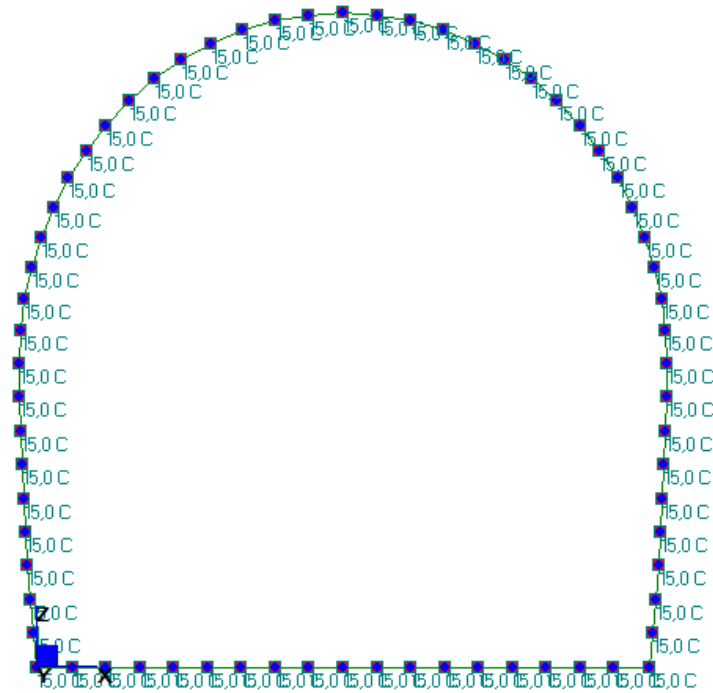


Figura 8-22: Azione variabili- *Caso di carico: Q3\_stagione\_+15°C\_unif*

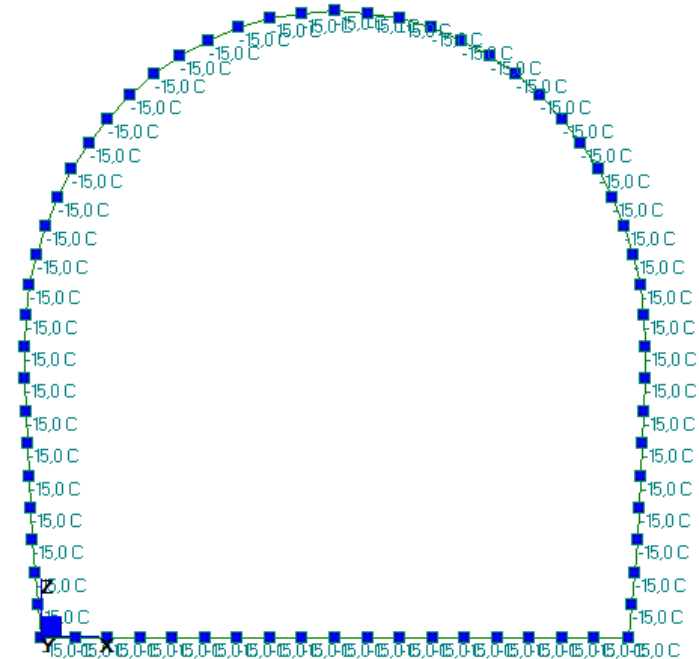


Figura 8-23: Azione variabili- *Caso di carico: Q3\_stagione\_-15°C\_unif*

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RH</b>	DOCUMENTO <b>GA0100 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>79 di 217</b>

### 8.3.6.2 AZIONE TERMICA VARIABILE

Si considera una variazione termica giornaliera  $\Delta T = \pm 5^\circ\text{C}$ .

In Straus7 il gradiente termico viene applicato in funzione dello spessore dell'elemento beam.

Pertanto, per ottenere un  $\Delta T$  giornaliero pari a  $\pm 5^\circ\text{C}$  e considerando la sezione con spessore minore pari a 1.00 m, nel modello si è applicato un gradiente pari a:  $\pm 5/0.80 = \pm 6.25^\circ\text{C/m}$ ; esso viene applicato solo sugli elementi esposti, ovvero quelli a quote superiori a quelle di banchina.

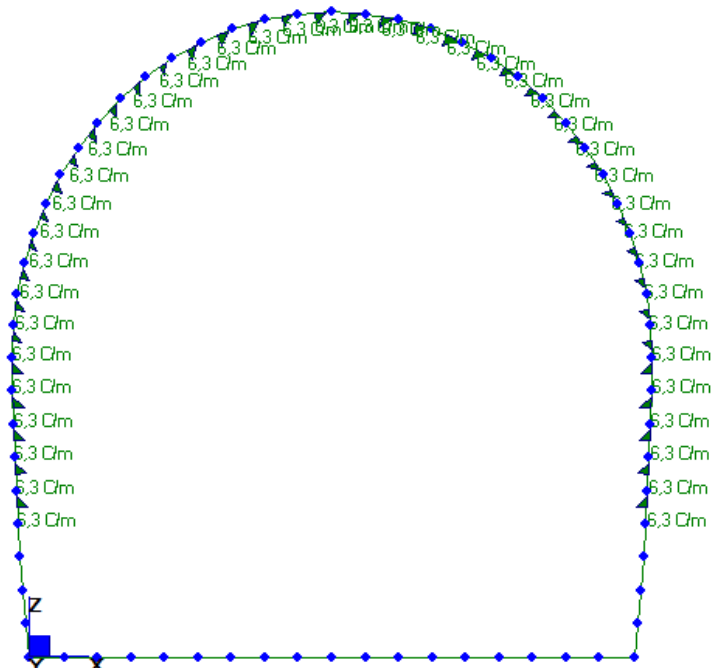


Figura 8-24: Azione variabili- **Caso di carico: Q3\_stagione\_+5°C\_gradiente**

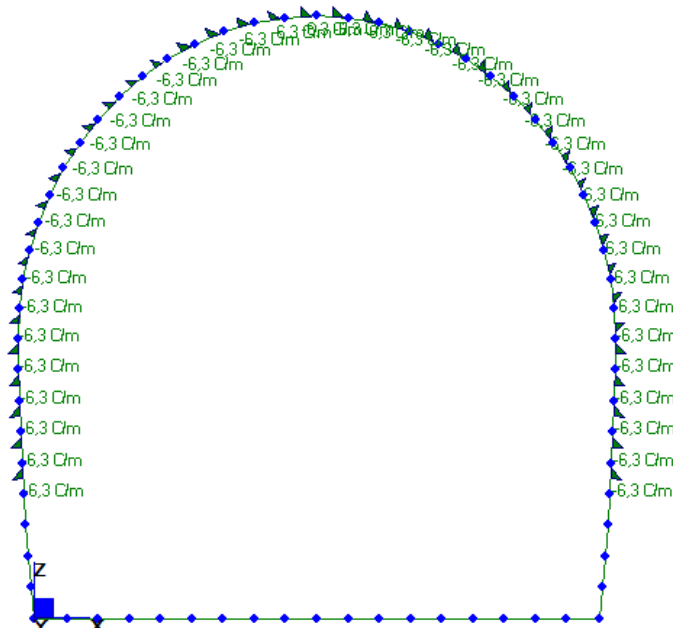


Figura 8-25: Azione variabili- **Caso di carico: Q3\_stagione\_-5°C\_gradiente**

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 80 di 217

### 8.3.7 Azione del Vento

L'azione dovuta al vento non è applicabile alla galleria in oggetto, essendo la stessa completamente interrata.

### 8.3.8 Azioni variabili da traffico ferroviario

Si considerano le NTC 2018 § 5.2.2.3.

Si considerano i seguenti modelli di carico teorici ed i relativi coefficienti  $\alpha$ :

**LM71**                       $\alpha = 1.10$

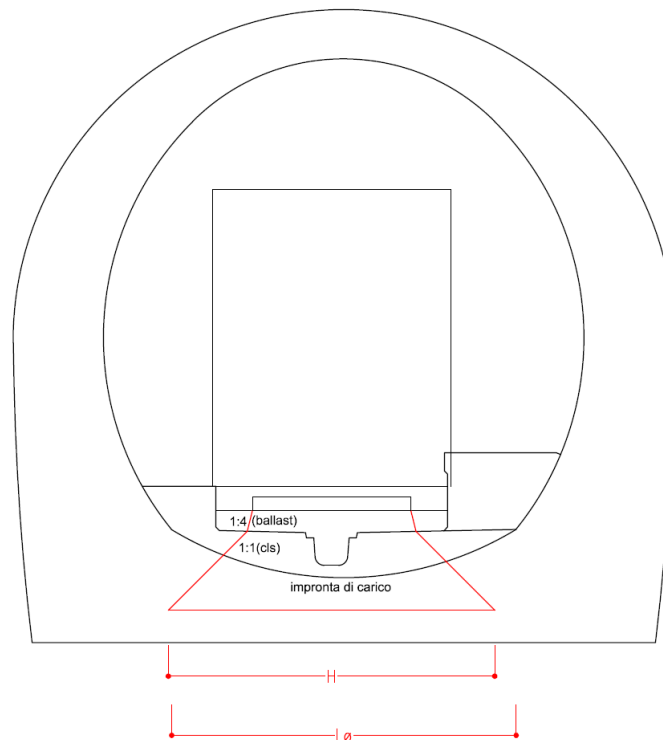
**SW/2**                       $\alpha = 1.00$

Nel seguito la posizione sinistra corrisponde al binario dispari; la posizione destra al binario pari.

Non si considera il modello di treno scarico **SW/0**, in quanto non significativo. Infatti, rispetto alla presenza di tale convoglio, prevarranno le combinazioni con assenza del traffico veicolare sul binario.

Ai sensi del § 5.2.2.2.1.4 delle NTC 2018 la diffusione trasversale del carico viene effettuata dalla quota di posa della traversina con diffusione 4:1 attraverso il ballast e diffusione 1:1 attraverso il massetto.

Si ricava la larghezza totale di diffusione graficamente, considerando anche la presenza della canalina in asse galleria.



#### 8.3.8.1 AZIONI VARIABILI VERTICALI LM71E SW/2

Caso di carico: LM71\_SX\_QV\_eccentr\_SX = modello LM71 su binario sinistro ed eccentricità verso sinistra

Caso di carico: LM71\_SX\_QV\_eccentr\_DX = modello LM71 su binario sinistro ed eccentricità verso destra

Caso di carico: LM71\_DX\_QV\_eccentr\_SX = modello LM71 su binario destro ed eccentricità verso sinistra

Caso di carico: LM71\_DX\_QV\_eccentr\_DX = modello LM71 su binario destro ed eccentricità verso destra



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 81 di 217

Caso di carico: SW/2\_SX\_QV\_eccentr\_SX = modello SW/2 su binario sinistro ed eccentricità verso sinistra

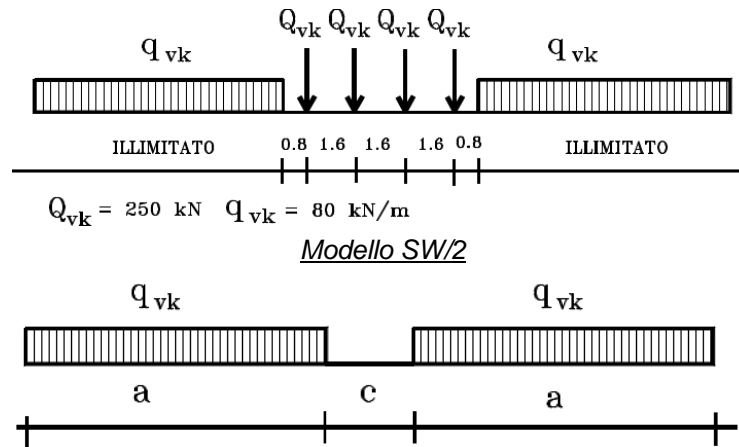
Caso di carico: SW/2\_SX\_QV\_eccentr\_DX = modello SW/2 su binario sinistro ed eccentricità verso destra

Caso di carico: SW/2\_DX\_QV\_eccentr\_SX = modello SW/2 su binario destro ed eccentricità verso sinistra

Caso di carico: SW/2\_DX\_QV\_eccentr\_DX = modello SW/2 su binario destro ed eccentricità verso destra

Con riferimento alle NTC2018 § 5.2.2.3:

Modello LM71



con:  $Q_{vk} = 150 \text{ kN/m}$ ;  $a = 25 \text{ m}$ ;  $c = 7 \text{ m}$

Si considerano:  $L_\phi$  = Luce di calcolo dell'arco rovescio

$\phi_3$  = coefficiente di incremento dinamico per linee con normale standard manutentivo

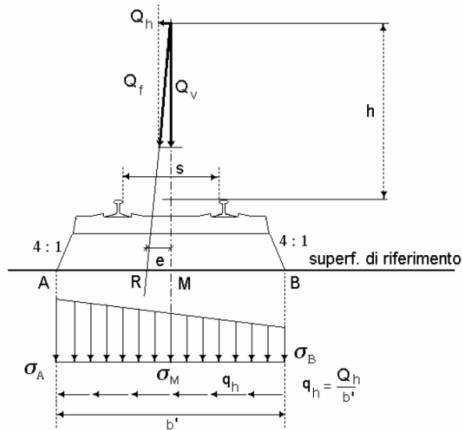
$$\phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi - 0.20}} + 0.73 \quad \text{con } 1.00 \leq \phi_3 \leq 2.00 \quad (\text{eq. 5.2.7})$$

Eccentricità del carico verticale:  $e = s/18$  con  $s$  = scartamento dei binari = 1435 mm [§ 5.2.2.2 NTC2018]

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 82 di 217

Si calcolano i seguenti valori distribuiti dei carichi:

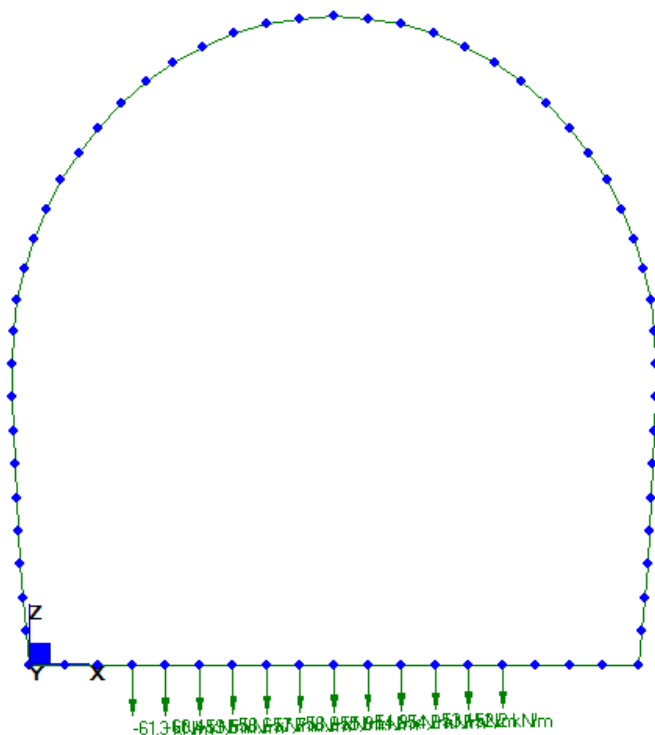
CARICO VERTICALE		TRENO	
		LM71	SW/2
qVk	KN/m	80	150
Qvk	KN	250	
Blongitudinale	m	1.6	
qVk,trasv	KN/m	80	150
Qvk,trasv	KN/m	156.25	
scartamento	m	1.435	1.435
eccentricità e=s/18	m	0.080	0.080
H impronta carico arco rovescio	m	5.35	5.35
A=b*h=1*h	m <sup>2</sup>	5.35	5.35
W=bh <sup>2</sup> /6=1*n <sup>2</sup> /6	m <sup>3</sup>	4.77	4.77
carico di progetto della sezione trasversale:			
coefficiente di adattamento α		1.1	1
LΦ	m	5.65	5.65
coefficiente dinamico Φ3		1.72	1.72
QVk=α*Φ*QVk	KN/m	295.6	258.0
α1=Q/A+Q*e/W	KPa	51.3	44.0
α2=Q/A+Q*e/W	KPa	61.3	52.4



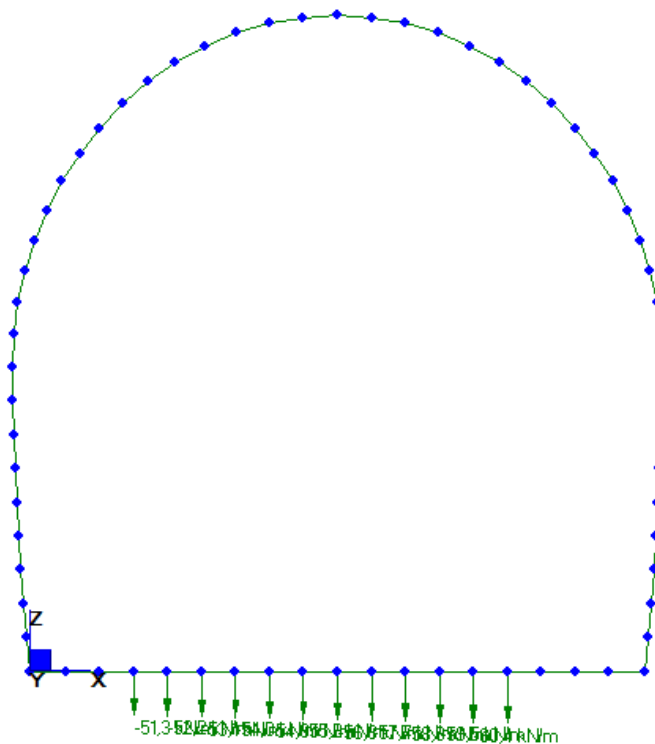
Per la distribuzione longitudinale del carico assiale del modello LM71 si considera che i carichi assiali hanno interasse 1.60 m e si assume quindi a favore di sicurezza tale valore come valore della larghezza di distribuzione longitudinale, considerando così come già ricompresa la sovrapposizione di diffusione tra un carico assiale ed il successivo.

A titolo esemplificativo, si riportano gli schemi di carico dei primi due casi di carico considerati, essendo gli altri molto simili tra di loro. Per i restanti casi di carico si rimanda ai tabulati.

APPALTATORE: Conorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                  PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatária                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF ELETTRI-FER              TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA  ARTIFICIALE</b>		<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 83 di 217



**Figura 8-26:** Azione variabili- **Caso di carico: LM71\_SX\_QV\_eccentr\_SX**



**Figura 8-27:** Azione variabili- **Caso di carico: LM71\_SX\_QV\_eccentr\_DX**

APPALTATORE: Consortio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>																
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">LOTTO</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">REV.</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GA0100 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">84 di 217</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	84 di 217
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	84 di 217												
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE																	

### 8.3.8.2 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI – FORZA CENTRIFUGA LM71E SW/2

Caso di carico: LM71 SX QT centrifuga = modello LM71 su binario sinistro e forza centrifuga

Caso di carico: LM71 DX QT centrifuga = modello LM71 su binario destro e forza centrifuga

Caso di carico: SW/2 SX QT centrifuga = modello SW/2 su binario sinistro e forza centrifuga

Caso di carico: SW/2 DX QT centrifuga = modello SW/2 su binario destro e forza centrifuga

Si fa riferimento alle NTC2018 § 5.2.2.3.1.

Essendo la galleria in oggetto ad asse rettilineo, non vi sono forze centrifughe.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 85 di 217

### 8.3.8.3 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI – SERPEGGIO LM71E SW/2

Caso di carico: LM71\_SX\_QS\_serpeggio\_SX = modello LM71 su binario sinistro e serpeggio verso sinistra

Caso di carico: LM71\_SX\_QS\_serpeggio\_DX = modello LM71 su binario sinistro e serpeggio verso destra

Caso di carico: LM71\_DX\_QS\_serpeggio\_SX = modello LM71 su binario destro e serpeggio verso sinistra

Caso di carico: LM71\_DX\_QS\_serpeggio\_DX = modello LM71 su binario destro e serpeggio verso destra

Caso di carico: SW/2\_SX\_QS\_serpeggio\_SX = modello SW/2 su binario sinistro e serpeggio verso sinistra

Caso di carico: SW/2\_SX\_QS\_serpeggio\_DX = modello SW/2 su binario sinistro e serpeggio verso destra

Caso di carico: SW/2\_DX\_QS\_serpeggio\_SX = modello SW/2 su binario destro e serpeggio verso sinistra

Caso di carico: SW/2\_DX\_QS\_serpeggio\_DX = modello SW/2 su binario destro e serpeggio verso destra

Con riferimento alle NTC2018 § 5.2.2.3.2:

$$Q_{sk} = 100 \text{ kN} * \alpha$$

Il coefficiente dinamico non va applicato al carico di serpeggio.

Il carico di serpeggio è sempre combinato con i carichi verticali.

CARICO VERTICALE		TRENO	
		LM71	SW/2
Qsk	KN/m	100	100
minima larghezza di diffusione longitudinale	m	3	3
sulla sezione trasversale Qsk	KN/m	33.3	33.3
scartamento	m	1.435	1.435
Carico di progetto della sezione trasversale:			
coefficiente di adattamento $\alpha$		1.1	1
$Q_{sd} = \alpha * Q_{sk}$	KN/m	36.7	33.3
g=dist. P.F da mezzeria str	m	2.00	2.00
H impronta carico in mezzeria arco rovesc	m	5.35	5.35
$W = bh^2/6 = 1 * r^2/6$	m <sup>3</sup>	4.77	4.77
$\alpha 1 = +Q * d / W$	KPa	15.4	14.0
$\alpha 2 = -Q * d / W$	KPa	-15.4	-14.0
$\alpha h = +Q / H$	KPa	6.9	6.2

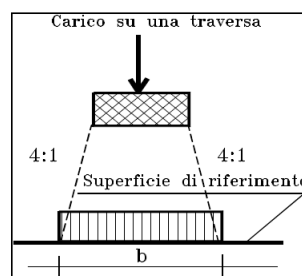


Figura 5.2.4 - Distribuzione longitudinale dei carichi attraverso il ballast.

In generale, i carichi assiali del modello di carico LM71 possono essere distribuiti uniformemente nel senso longitudinale.

Per la ripartizione longitudinale del carico si è considerata una larghezza della traversina pari a 0.25 m.

A titolo esemplificativo, si riportano gli schemi di carico dei primi due casi di carico considerati, essendo gli altri molto simili tra di loro. Per i restanti casi di carico si rimanda ai tabulati.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 86 di 217

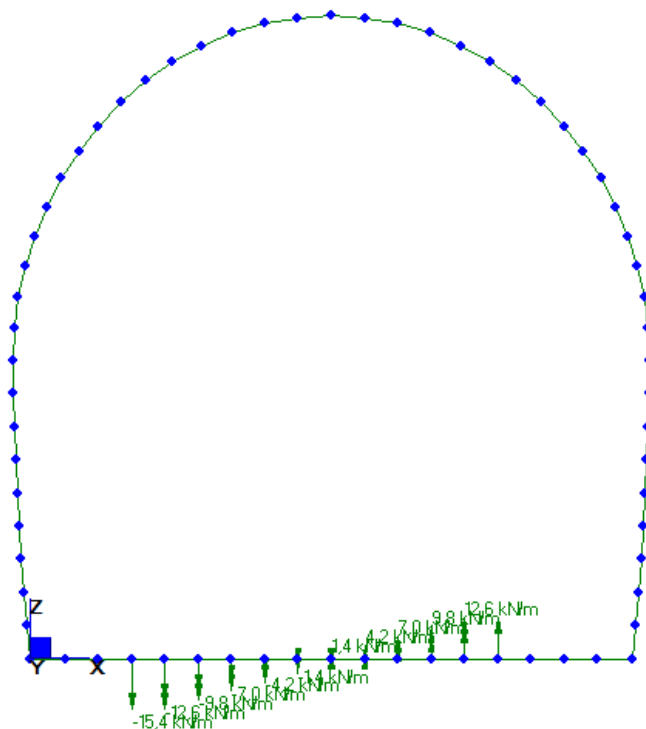


Figura 8-28: Azione variabili- Caso di carico: LM71\_SX\_QS\_serpeggio\_SX

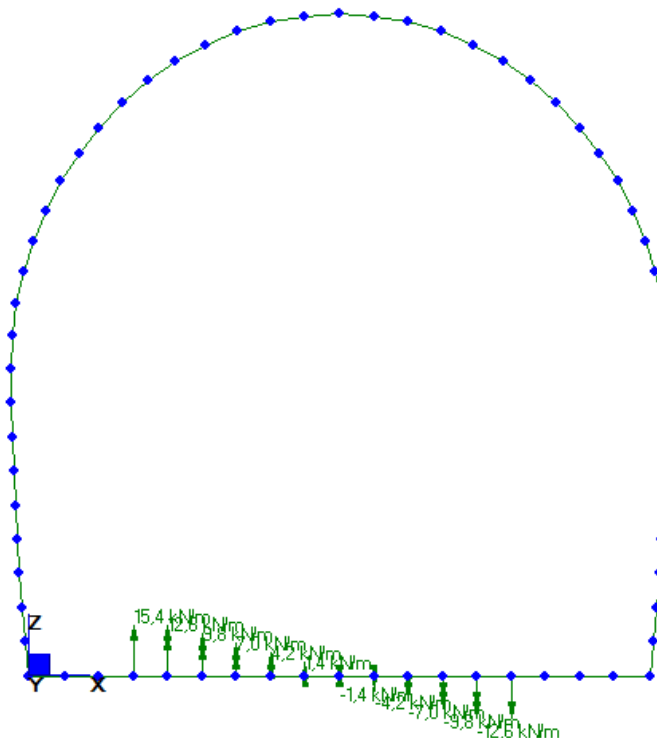


Figura 8-29: Azione variabili- Caso di carico: LM71\_SX\_QS\_serpeggio\_DX

APPALTATORE: Conorzio <u>        </u> Soci <u>        </u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>											
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>        </u> Mandanti <u>        </u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA IF3A</td> <td style="text-align: center;">LOTTO 02</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO GA0100 001</td> <td style="text-align: center;">REV. B</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO 87 di 217</td> </tr> </table>						COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 87 di 217
COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 87 di 217							
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE												

**8.3.8.4 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI – AVVIAMENTO/FRENATURA LM71E SW/2**

Caso di carico: LM71\_SX\_QLA\_avviamento = modello LM71 su binario sinistro e avviamento

Caso di carico: LM71\_SX\_QLB\_avviamento = modello LM71 su binario sinistro e frenatura

Caso di carico: LM71\_DX\_QLA\_avviamento = modello LM71 su binario destro e avviamento

Caso di carico: LM71\_DX\_QLB\_avviamento = modello LM71 su binario destro e frenatura

Caso di carico: SW/2\_SX\_QLA\_avviamento = modello SW/2 su binario sinistro e avviamento

Caso di carico: SW/2\_SX\_QLB\_avviamento = modello SW/2 su binario sinistro e frenatura

Caso di carico: SW/2\_DX\_QLA\_avviamento = modello SW/2 su binario destro e avviamento

Caso di carico: SW/2\_DX\_QLB\_avviamento = modello SW/2 su binario destro e frenatura

Si fa riferimento alle NTC2018 § 5.2.2.3.3.

Essendo i carichi di avviamento e frenatura carichi longitudinali, essi non vengono presi in considerazione nel calcolo della sezione trasversale.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 88 di 217

### 8.3.8.5 EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI FERROVIARI

Superfici verticali parallele al binario

Si fa riferimento alle NTC2018 § 5.2.2.6

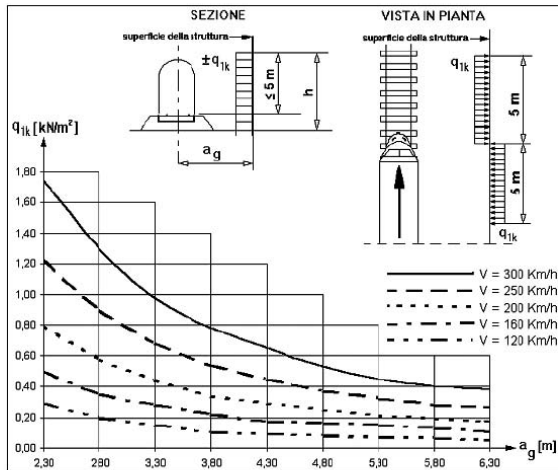


Fig. 5.2.8 - Valori caratteristici delle azioni  $q_{1k}$  per superfici verticali parallele al binario

k1	0.85	convogli formati da carrozze con sagoma arrotondata
k1	0.6	per treni aereodinamici
k2	1.3	se l'altezza di un elemento strutturale (o parte della sua superficie di influenza) è $\leq 1\text{m}$ o se la larghezza è $\leq 2.5\text{m}$ , l'azione $q_{1k}$ deve essere incrementata del fattore $k_2=1.3$

ag	3.12	m	distanza della superficie verticale dall'asse convoglio
H	7.75	m	altezza superficie, valore a favore di sicurezza (in asse galleria)
L	20	m	valore a favore di sicurezza (lunghezza minima di tronco)
q1k	1.1	KN/m <sup>3</sup>	da applicare solo ai primi 5.0m della parete, a partire dal piano di posa del ballast
K1	0.6		
K2	1		verifica sull'altezza
K2	1		verifica sulla lunghezza
K2	1		valore finale
q1k finale	0.7	KN/m <sup>2</sup>	$k_1 K_2 q_{1k}$

Il valore caratteristico finale della pressione risulta trascurabile per i piedritti della galleria in oggetto e quindi il carico non viene implementato.



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>		<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 89 di 217

Superfici orizzontali al di sopra del binario  
 Si fa riferimento alle NTC2018 § 5.2.2.6.3

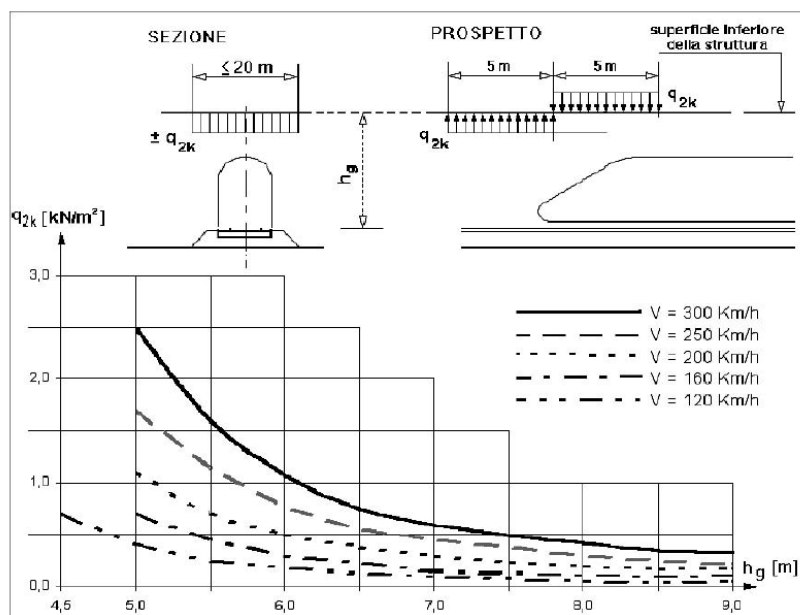


Fig. 5.2.9 - Valori caratteristici delle azioni  $q_{2k}$  per superfici orizzontali al di sopra del binario

hg	<b>6.3</b>	m	distanza minima della calotta superiore al p.f, valore a filo marciapiede a favore di sicurezza
----	------------	---	---

k1	0.6	-	numero binari
n.b.	<b>1</b>	-	
q2k	<b>0.9</b>	KN/m <sup>2</sup>	
q2k finale	0.54	KN/m <sup>3</sup>	

Il valore caratteristico finale della pressione risulta trascurabile per la calotta della galleria in oggetto e quindi il carico non viene implementato.

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 90 di 217

### 8.3.9 Azioni eccezionali

#### 8.3.9.1 AZIONI DERIVANTI DALL'ESERCIZIO FERROVIARIO – DERAGLIAMENTO IN GALLERIA

Caso di carico: LM71\_SX\_A1\_urto\_trasv = modello LM71 su binario sinistro e urto trasversale

Caso di carico: LM71\_DX\_A1\_urto\_trasv = modello LM71 su binario destro e urto trasversale

Caso di carico: SW/2\_SX\_A1\_urto\_trasv = modello SW/2 su binario sinistro e urto trasversale

Caso di carico: SW/2\_DX\_A1\_urto\_trasv = modello SW/2 su binario destro e urto trasversale

Caso di carico: LM71\_SX\_A2\_urto\_long = modello LM71 su binario sinistro e urto longitudinale

Caso di carico: LM71\_DX\_A2\_urto\_long = modello LM71 su binario destro e urto longitudinale

Caso di carico: SW/2\_SX\_A2\_urto\_long = modello SW/2 su binario sinistro e urto longitudinale

Caso di carico: SW/2\_DX\_A2\_urto\_long = modello SW/2 su binario destro e urto longitudinale

I casi di carico con gli urti longitudinali non vengono presi in considerazione nel calcolo della sezione trasversale.

Si considerano le NTC 2018 § 3.6.3.4.

Poiché il calcolo in oggetto riguarda la sezione tipica trasversale della galleria, si considera il solo urto trasversale.

Dovendo considerare l'urto nei confronti dei piedritti della galleria, si considerano:

URTO TRASVERSALE E LONGITUDINALE		
per d<5,0m:		
F longitudinale	KN	4000
F trasversale	KN	1500
altezza di applicazione dal p.f.	m	1.8
distanza tra p.f. e "zero" strutturale	m	3.8
quota z di riferimento per il FEM	m	3.9
lunghezza di ripartizione	m	6.4
<b>Carico trasversale qt</b>	<b>KN/m</b>	<b>234</b>
<b>Carico longitudinale ql</b>	<b>KN/m</b>	<b>625</b>
fistanza bordo interno mezzeria piedritto d	m	0.77
momento di trasporto mz,l	KNm/m	481

Per la ripartizione longitudinale del carico si è considerata una larghezza pari a 6.40 m, ovvero pari alla lunghezza della zona del modello LM71 interessata dai carichi assiali.

A titolo esemplificativo, si riportano gli schemi di carico dei primi due casi di carico considerati, essendo gli altri molto simili tra di loro. Per i restanti casi di carico si rimanda ai tabulati.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>																
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GA0100 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">91 di 217</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	91 di 217
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	91 di 217												
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>																	

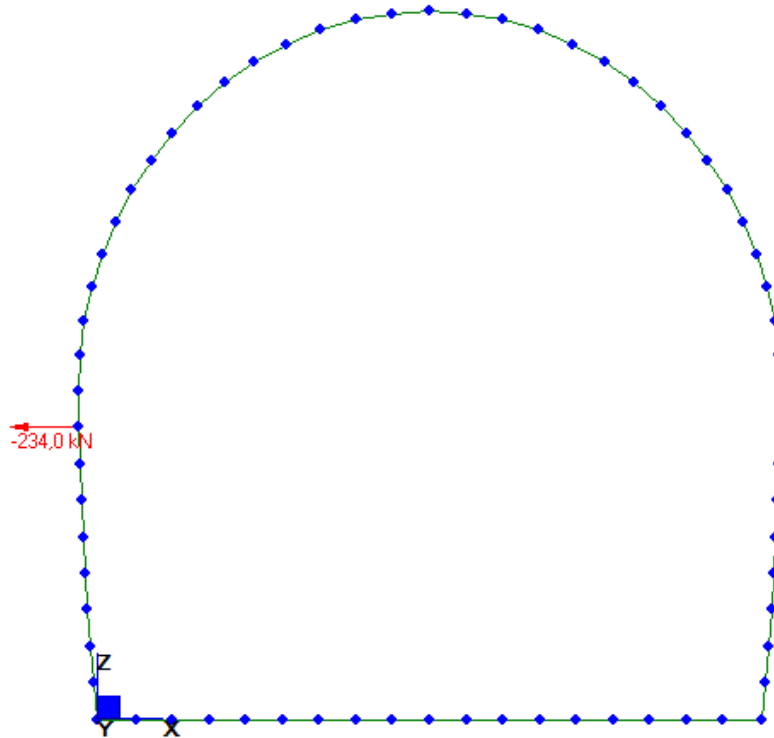


Figura 8-30: Azione variabili- Caso di carico: *LM71\_SX\_A1\_urto\_trasv*

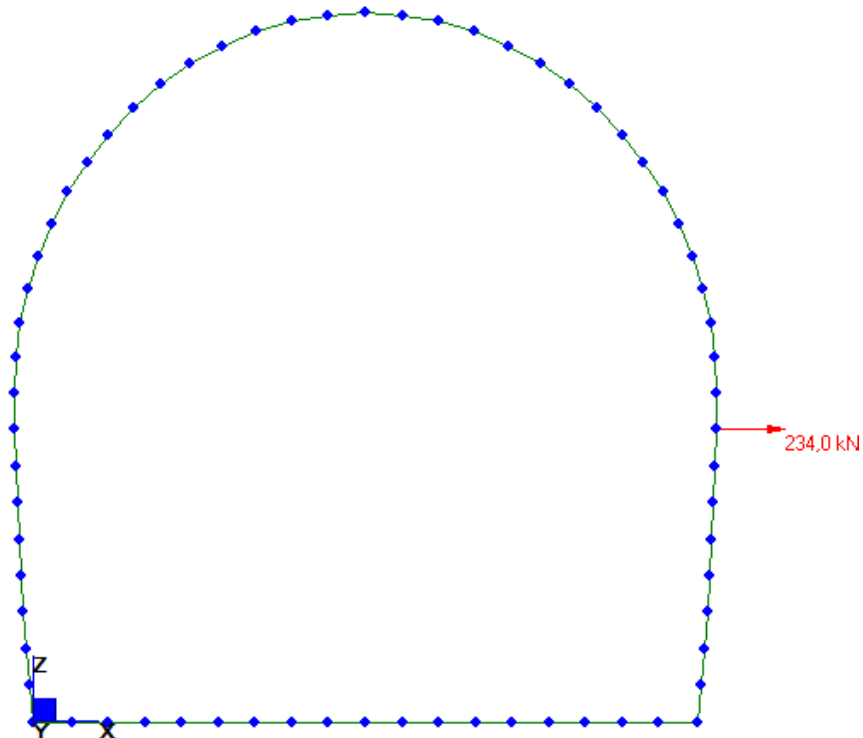


Figura 8-31: Azione variabili- Caso di carico: *LM71\_DX\_A1\_urto\_trasv*

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 92 di 217

### 8.3.9.2 AZIONI DERIVANTI DA ALTRI VETTORI – URTI VEICOLARI A PIANO CAMPAGNA

Si considerano le NTC 2018

Essendo la galleria in oggetto completamente interrata, tali tipi di carico non sono applicabili.

### 8.3.10 Azioni sismiche

Si considerano le NTC 2018 § 3.2 ed il MdP § 2.5.1.8.3.3.

Per la caratterizzazione sismica del sito e per i valori delle accelerazioni massime orizzontali per lo Stato Limite Ultimo e lo Stato Limite di Esercizio, si fa riferimento al capitolo 5.

Sulla base della caratterizzazione sismica, si generano gli spettri SLV e SLD orizzontali e verticali.

Si utilizzano i seguenti fattori di struttura:

per sisma orizzontale:  $q = 1.00$

per sisma verticale:  $q = 1.50$

Azione Sismica della struttura

Per considerare gli effetti inerziali della struttura della galleria nella direzione orizzontale (Ih), viene applicato un carico gravitazionale con direzione X e accelerazione pari a:

Caso di carico:  $Ex\_str$  = sisma strutturale direzione X – SLV

$$F_h = k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g} \quad 1 \times 1.136 \times 1.2 \times 0.27 = 0.369$$

Gli effetti inerziali della struttura della galleria nella direzione verticale (Iv) vengono applicati tramite un carico gravitazionale con direzione Z e accelerazione pari a:

Caso di carico:  $Ez\_str$  = sisma strutturale direzione Z – SLV

$$F_h/2 = k_v = \pm 0.5 k_h = 0.5 \times 11 \times 1.136 \times 1.2 \times 0.27 = 0.185$$

Caso di carico:  $Ey\_str$  = sisma strutturale direzione Y - SLV

Caso di carico:  $Ex\_str\_SLD$  = sisma strutturale direzione X – SLD

$$F_h = 1 \times 1.2 \times 1.2 \times 0.097 = 0.140$$

Caso di carico:  $Ez\_str\_SLD$  = sisma strutturale direzione Y – SLD

$$F_h/2 = 0.5 \times 1 \times 1.2 \times 1.2 \times 0.097 = 0.070$$

Caso di carico:  $Ey\_str\_SLD$  = sisma strutturale direzione Y - SLD

L'azione sismica della struttura viene tenuta in conto attraverso gli spettri orizzontali e verticali.

Azione Sismica del terreno: ricoprimento e spinte dinamiche

Si implementano i soli casi di carico relativi allo SLV.

### **Valori dei parametri $a_g$ , $F_0$ , $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno §**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	68	0,074	2,532	0,329
SLD	113	0,097	2,502	0,347
SLV	1068	0,273	2,434	0,430
SLC	2193	0,374	2,391	0,445

In fase di combinazione dei carichi, si tiene conto dei casi di SLD fattorizzando i corrispettivi casi SLV per il seguente fattore:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 93 di 217

$$F = \frac{a_{\max SLD}}{a_{\max SLV}} = \frac{0,140}{0,369} = 0,379$$

### Azione sismica dovuta al terreno

L'effetto del sisma sulle gallerie artificiali si calcola in analogia con le opere di sostegno, mediante un approccio pseudo-statico (NTC 2018, § 7.11.3.5.2 – EC8 § E.9).

L'azione sismica dovuta al terreno è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

$$k_h = \beta_m \frac{a_{\max}}{g} \quad k_v = \pm 0.5 k_h$$

dove:

$$\beta_m = 1 \quad \text{non essendo la struttura in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno}$$

$$a_{\max} = S a_g \quad S \text{ coefficiente di amplificazione (topografica e stratigrafica)} \quad S = S_s \cdot S_T$$

ag accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento rigido

La spinta dinamica viene calcolata secondo la teoria di Wood:

$$\Delta S_h = k_h \gamma H^2$$

$$\Delta S_v = \pm k_v \gamma A$$

dove A è da intendersi come volume di terreno al di sopra della calotta ed H l'altezza totale della sezione.

Risulta quindi:

$$k_h = 1 \times 1.136 \times 1.2 \times 0.27 = 0.369$$

Caso di carico: Ez\_terreno\_falda\_min = sisma direzione Z terreno di ricoprimento con livello di falda minima

Il carico viene applicato in funzione della profondità dell'estradosso della calotta superiore, il valore di carico in asse galleria vale:

$$P = 0.5 a_{\max} \gamma_d (z - z_s) = 0.5 \times 0.369 \times 20 \times (6.50) = 24.0 \text{ kN/m}$$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

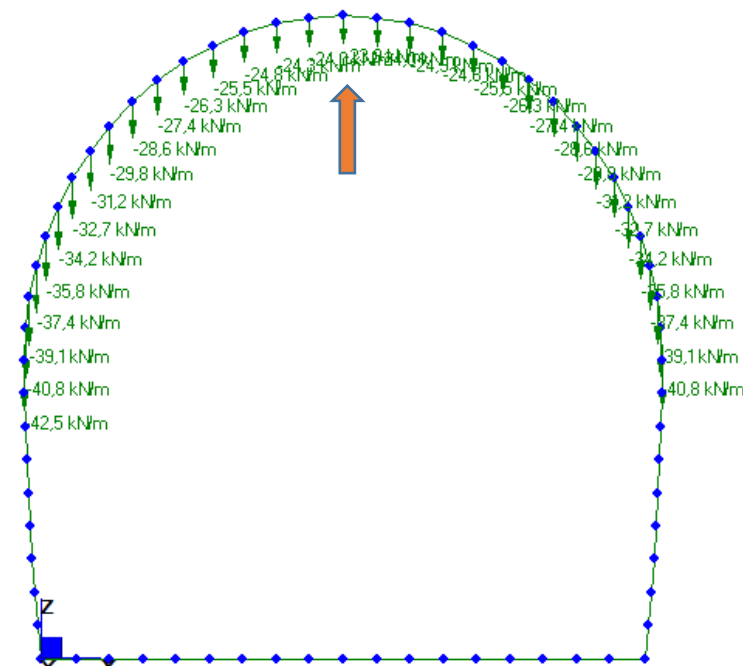


Figura 8-32: Azione variabili- Caso di carico: Ez\_terreno\_falda\_min

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>		<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 94 di 217

Caso di carico:  $Ez\_terreno\_falda\_max$  = sisma direzione Z terreno di ricoprimento con livello di falda massima

Il carico viene applicato in funzione della profondità dell'estradosso della calotta superiore ed il valore di carico in asse galleria vale:

$$P = 0.5 a_{max} [\gamma_d (z - z_f) + \gamma' (z_f - z_s)] =$$

$$0.5 \times 0.369 \times (20 \times 3) + 10 \times (3.50) = 17.5 \text{ kN}$$

Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

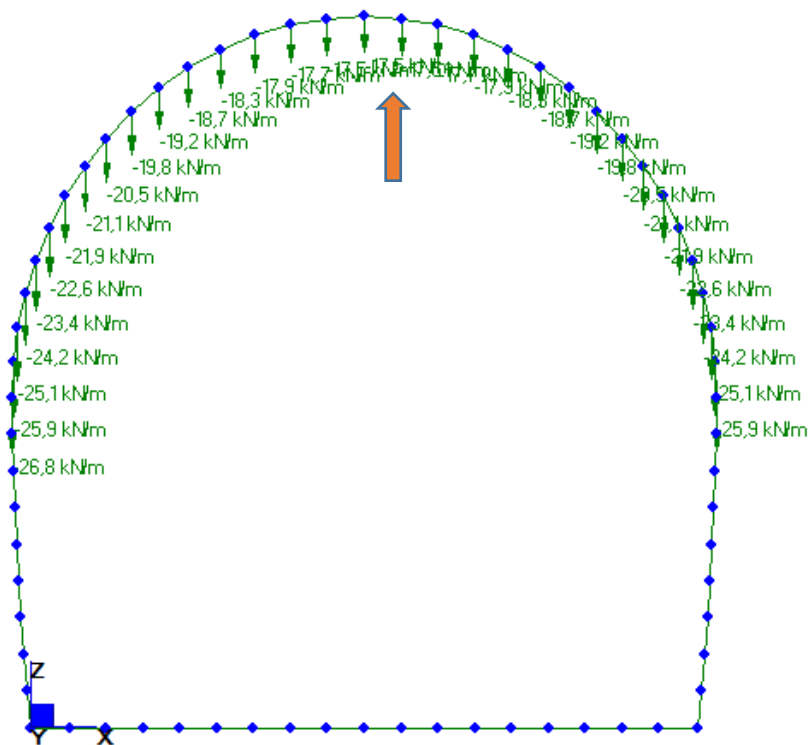


Figura 8-33: Azione variabili- Caso di carico:  $Ez\_terreno\_falda\_max$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 95 di 217

Caso di carico: *Ex\_terreno\_sx\_falda\_min* = sisma direzione X solo terreno da sinistra con falda minima  
 Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

$$\Delta S(z) = k_k [\gamma_d (z_t - z_f)] = 0.369 [20 (16.9)] = 124.7 \text{ kN/m}$$

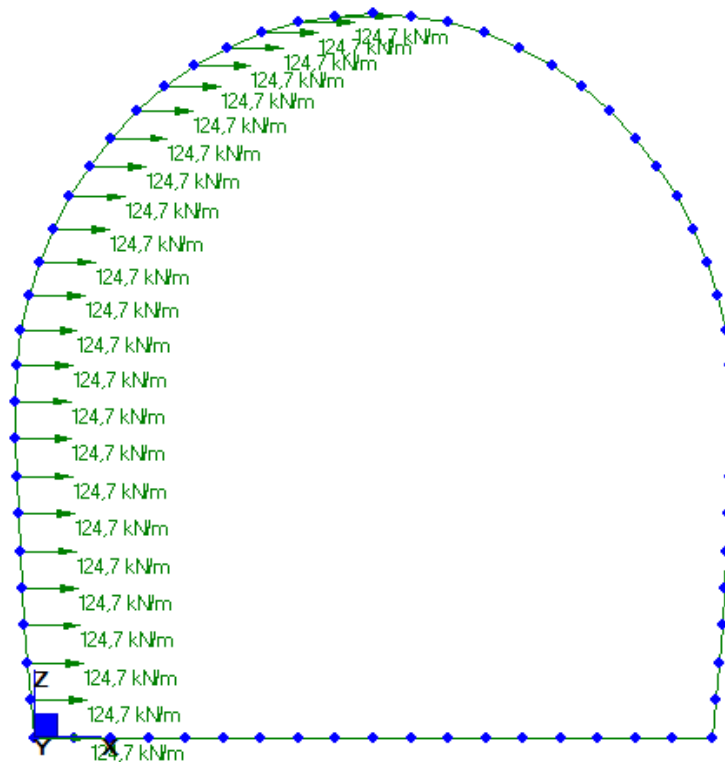


Figura 8-34: Azione variabili- Caso di carico: *Ex\_terreno\_falda\_min*

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 96 di 217

Caso di carico:  $Ex\_terreno\_dx\_falda\_min$  = sisma direzione X solo terreno da destra con falda minima  
 Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

$$\Delta S(z) = k_k [\gamma_d (z_t - z_f)] = 0.369 [20 (16.9)] = 124.7 \text{ kN/m}$$

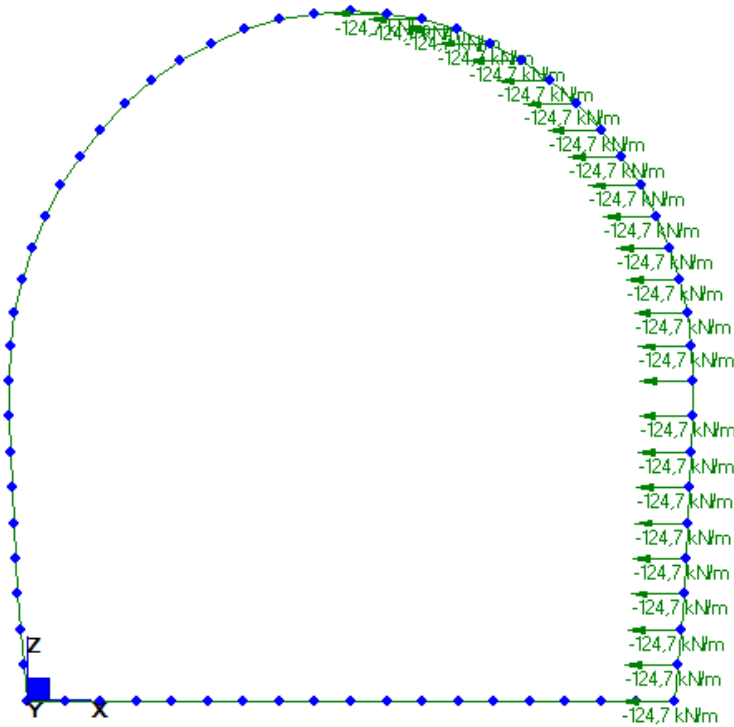


Figura 8-35: Azione variabili- Caso di carico: :  $Ex\_terreno\_dx\_falda\_min$



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 97 di 217

Caso di carico:  $Ex\_terreno\_sx\_falda\_max$  = sisma direzione X solo terreno da sinistra con falda massima  
 Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

$$\Delta S(z) = k_k [\gamma_d (z_t - z_f) + \gamma' (z_f - z)] = 0.369 [20 (16.9) - 10 (13.9)] = 73.4 \text{ kN/m}$$

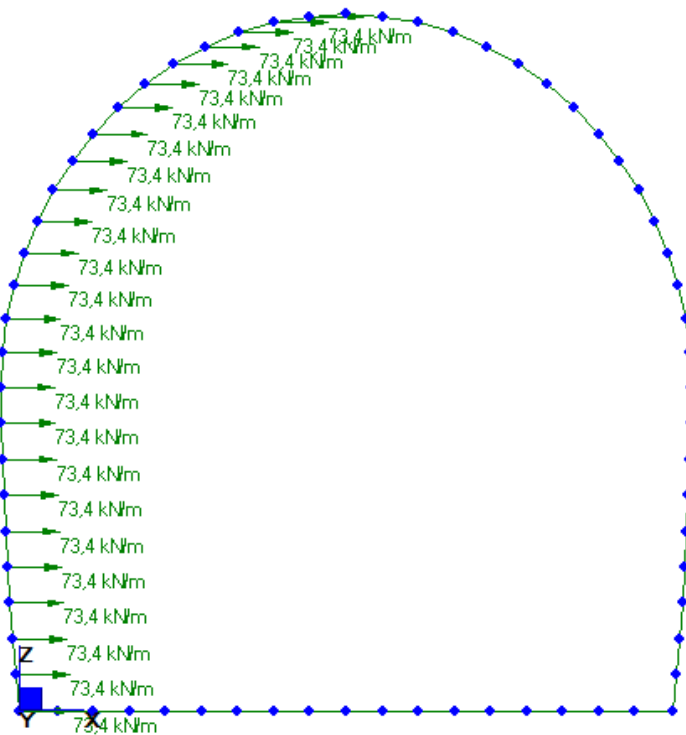


Figura 8-36: Azione variabili- Caso di carico:  $Ex\_terreno\_sx\_falda\_max$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 98 di 217

Caso di carico:  $Ex\_terreno\_dx\_falda\_max$  = sisma direzione X solo terreno da destra con falda massima  
 Il carico viene applicato sulle lunghezze proiettate degli elementi beam.

$$\Delta S(z) = k_k [\gamma_d (z_t - z_f) + \gamma' (z_f - z)] = 0.369 [20 (16.9) - 10 (13.9)] = 73.4 \text{ kN/m}$$

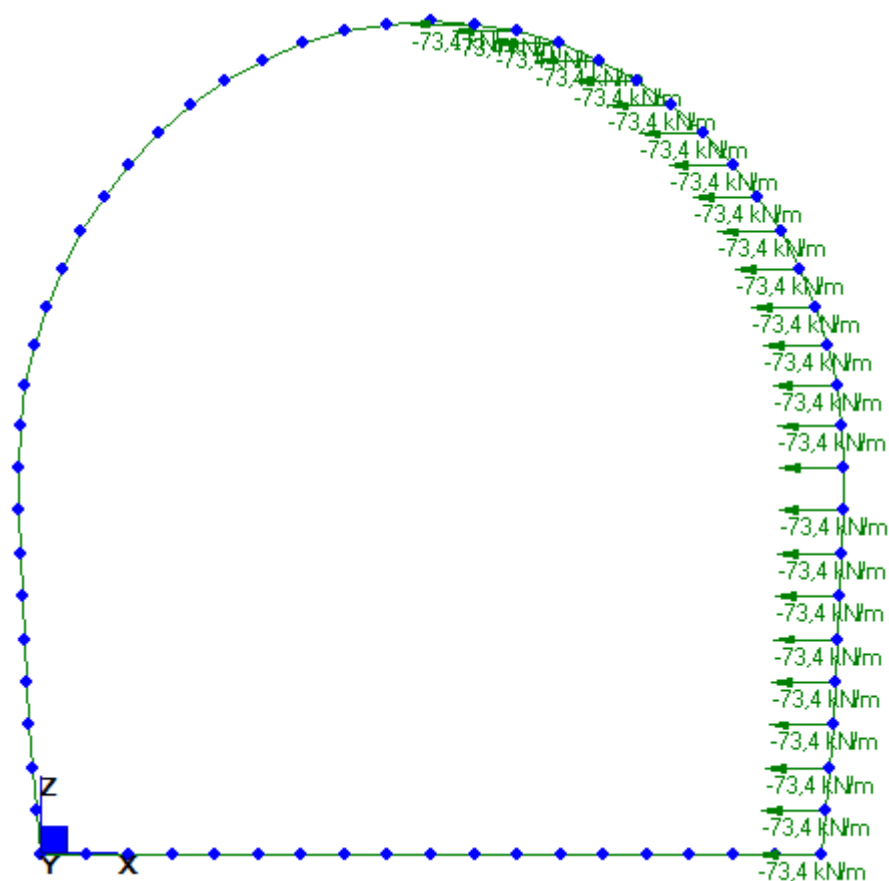


Figura 8-37: Azione variabili- Caso di carico:  $Ex\_terreno\_dx\_falda\_max$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 99 di 217

Si riportano i soli casi di carico relativi allo SLV.

In fase di combinazione dei carichi, si tiene conto dei casi di SLD fattorizzando i corrispettivi casi SLV per il seguente fattore:

$$F = \frac{a_{\max SLD}}{a_{\max SLV}} = \frac{0,140}{0,369} = 0,379$$

#### Azione sismica dovuta alla falda

L'effetto del sisma sulle gallerie artificiali si calcola in analogia con le opere di sostegno, mediante un approccio pseudo-statico (EC8 § E.8).

$$q(z) = \pm \frac{7}{8} k_h \gamma_w \sqrt{h z}$$

con:

h = quota del pelo libero dell'acqua

z = coordinata verticale diretta verso il basso, con origine al pelo libero dell'acqua

Caso di carico: *E\_water\_falda\_min* = sisma direzione X spinta idrodinamica con falda minima

Essendo la quota di falda al di sotto della galleria, la spinta idrodinamica sulla struttura risulta nulla:

$$q(z) = \pm \frac{7}{8} k_h \gamma_w \sqrt{h z} = \pm \frac{7}{8} 0.369 \times 10 \sqrt{0 * 13.30} = 0 \text{ kN/m}$$

Il carico idrodinamico viene applicato perpendicolarmente agli elementi beam.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 100 di 217

Caso di carico: E\_water\_falda\_max = sisma direzione X spinta idrodinamica con falda massima

Come valore di confronto si considera il valore in chiave dell'arco rovescio.

$$q(z) = \pm \frac{7}{8} k_h \gamma_w \sqrt{h z} = \pm \frac{7}{8} 0.369 \times 10.0 \sqrt{13.90 \times 13.30} = 43.9 \text{ kN/m}$$

Il carico idrodinamico viene applicato perpendicolarmente agli elementi beam.

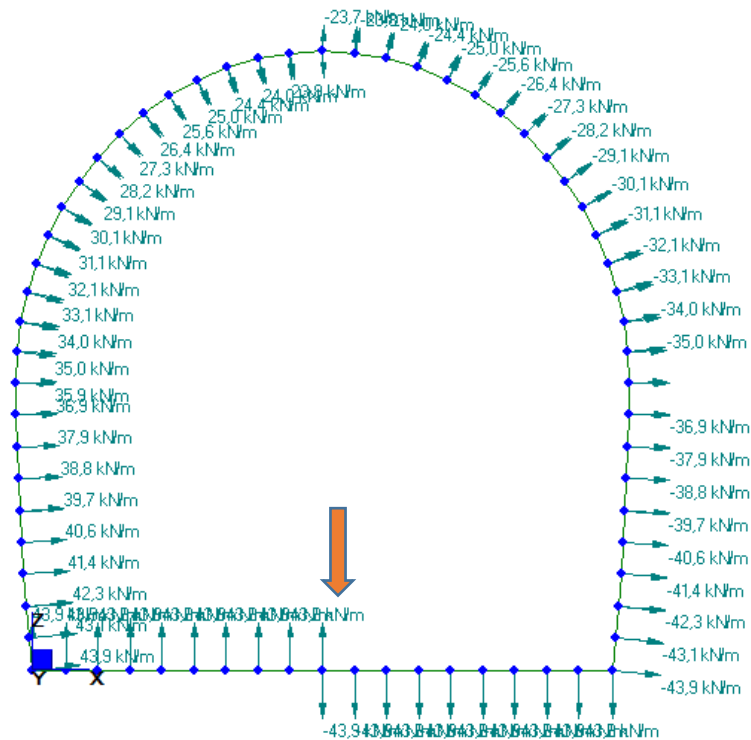


Figura 8-38: Azione variabili- Caso di carico: E\_water\_falda\_max

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>											
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td data-bbox="738 322 836 365">COMMESSA IF3A</td> <td data-bbox="874 322 932 365">LOTTO 02</td> <td data-bbox="979 322 1059 365">CODIFICA E ZZ RH</td> <td data-bbox="1129 322 1235 365">DOCUMENTO GA0100 001</td> <td data-bbox="1315 322 1362 365">REV. B</td> <td data-bbox="1410 322 1474 365">FOGLIO 101 di 217</td> </tr> </table>						COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 101 di 217
COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 101 di 217							
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE												

## 9 COMBINAZIONI DI CARICO

### 9.1 COMBINAZIONI DEI TRENI DI CARICO E DELLE AZIONI DA ESSI DERIVATE PER PIÙ BINARI

Con riferimento alle NTC 2018 § 5.2.3, si considerano le seguenti combinazioni dei treni di carico valide per le sezioni trasversali.

Non è necessario considerare tre serie di gruppi di carico, in base alla presenza, assenza o contemporaneità dei carichi legati all'azione centrifuga ed al serpeggio, poiché l'azione centrifuga non è presente essendo la galleria rettilinea.

Si considera pertanto il solo 1° set con presenza dell'azione dovuta al serpeggio.

Il gruppo 2 non è stato considerato in quanto la Tabella 5.2.IV delle NTC2018 indica che trattasi del treno scarico. Le combinazioni di carico senza carichi ferroviari risultano cautelative rispetto all'applicazione di treno scarico.

Nelle combinazioni di carico viene considerata la presenza di un solo binario.

Inoltre, per quanto riguarda i calcoli di stabilità laterale - per i quali la norma indica di considerare il gruppo 2 – essendo il manufatto interrato ed il carico applicato sulla piastra di fondazione, si ritiene che gli effetti sulla stabilità laterale siano considerati applicando i carichi del gruppo 1.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT									
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 102 di 217

NOME	GR.	TRAFFICO N/P (normale/pesante)	BINARIO SX	ECCENTRICITA' -	BINARIO DX	ECCENTRICITA' -	LM71_SX_QV_eccentr_SX	LM71_SX_QV_eccentr_DX	LM71_SX_QT_centrifuga	LM71_SX_QS_serpeggio_SX	LM71_SX_QS_serpeggio_DX	LM71_DX_QV_eccentr_SX	LM71_DX_QV_eccentr_DX	LM71_DX_QT_centrifuga	LM71_DX_QS_serpeggio_SX	LM71_DX_QS_serpeggio_DX	SW/2_SX_QV_eccentr_SX	SW/2_SX_QV_eccentr_DX	SW/2_SX_QT_centrifuga	SW/2_SX_QS_serpeggio_SX	SW/2_SX_QS_serpeggio_DX	SW/2_DX_QV_eccentr_SX	SW/2_DX_QV_eccentr_DX	SW/2_DX_QT_centrifuga	SW/2_DX_QS_serpeggio_SX	SW/2_DX_QS_serpeggio_DX	
PRIMA serie = senza QT - con QS																											
Gr1_01	1	N	LM71	SX	-	-	1	-	1																		
Gr1_02	1	N	LM71	DX	-	-		1	-	1																	
Gr1_03	1	N	-	-	LM71	SX					1	-	1														
Gr1_04	1	N	-	-	LM71	DX						1	-	1													
Gr1_05	1	N	LM71	SX	LM71	SX	1	-	1		1	-	1														
Gr1_06	1	N	LM71	DX	LM71	DX		1	-	1		1	-	1													
Gr1_07	1	P	LM71	SX	SW/2	SX	1	-	1													1	-	1			
Gr1_08	1	P	LM71	DX	SW/2	DX		1	-	1													1	-	1		
Gr1_09	1	P	SW/2	SX	LM71	SX					1	-	1				1	-	1								
Gr1_10	1	P	SW/2	DX	LM71	DX						1	-	1			1	-	1								
PRIMA serie = senza QT - con QS																											
Gr4_01	4	N	LM71	SX	-	-	0.8	-	0.8																		
Gr4_02	4	N	LM71	DX	-	-		0.8	-	0.8																	
Gr4_03	4	N	-	-	LM71	SX					0.8	-	0.8														
Gr4_04	4	N	-	-	LM71	DX						0.8	-	0.8													
Gr4_05	4	N	LM71	SX	LM71	SX	0.6	-	0.6		0.6	-	0.6														
Gr4_06	4	N	LM71	DX	LM71	DX		0.6	-	0.6		0.6	-	0.6													
Gr4_07	4	P	LM71	SX	SW/2	SX	0.6	-	0.6													0.6	-	0.6			
Gr4_08	4	P	LM71	DX	SW/2	DX		0.6	-	0.6													0.6	-	0.6		
Gr4_09	4	P	SW/2	SX	LM71	SX					0.6	-	0.6				0.6	-	0.6								
Gr4_10	4	P	SW/2	DX	LM71	DX						0.6	-	0.6			0.6	-	0.6								

Il gruppo 4 è da considerare per le sole verifiche a fessurazione.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 103 di 217

## 9.2 COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE APPROCCIO A1-STR, DI COMBINAZIONE SISMICA, DI COMBINAZIONE ECCEZIONALE

### 9.2.1 Coefficienti di combinazione approccio A1-STR

Nota: i casi di carico non applicabili al presente modello strutturale sono stati depennati							
Caso di carico	Descrizione	MdP Tabella 5.2.V coeff. parziali di sicurezza		MdP Tabella 5.2.VI e 5.2.VII coeff. di combinazione			
		$\gamma$ SLU favorevole	$\gamma$ SLU sfavorevole	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma * \psi_0$
<i>CARICHI PERMANENTI</i>							
G1	peso proprio strutturale	1.00	1.35	---	---	---	---
G1_ritiro	azione indiretta da ritiro/viscosità getto soletta copertura	0.00	0.60	---	---	---	---
<i>CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI</i>							
G2_banchine	peso delle banchine	1.00	1.35	---	---	---	---
G2_massetto	peso del massetto di pendenza	1.00	1.35	---	---	---	---
G2_ricoprim_peso_falda_min	peso del terreno di ricoprimento acqua esclusa - livello falda minimo	1.00	1.35	---	---	---	---
G2_sp_terreno_falda_min	spinta laterale del terreno acqua esclusa - livello falda minimo	1.00	1.35	---	---	---	---
G2_falda_min	spinta idrostatica - livello falda minimo	1.00	1.35	---	---	---	---
G2_ricoprim_peso_falda_max	peso del terreno di ricoprimento acqua esclusa - livello falda massimo	1.00	1.35	---	---	---	---
G2_sp_terreno_falda_max	spinta laterale del terreno acqua esclusa - livello falda massimo	1.00	1.35	---	---	---	---
G2_falda_max	spinta idrostatica - livello falda massimo	1.00	1.35	---	---	---	---
<i>BALLAST</i>							
B_ballast	peso del ballast	1.00	1.50	---	---	---	---
<i>CARICHI VARIABILI</i>							
Q1_sovracc_banchine	banchina (nota 1)	0.00	1.50	0	0.75	0	0.0
Q2_p_camp_sx_vert	sovraccarico a quota campagna - verticale - lato sinistro (nota 2)	0.00	1.50	0.8	0.5	0	1.2
Q2_p_camp_sx_orizz	sovraccarico a quota campagna - orizzontale - lato sinistro (nota 2)	0.00	1.50	0.8	0.5	0	1.2
Q2_p_camp_dx_vert	sovraccarico a quota campagna - verticale - lato destro (nota 2)	0.00	1.50	0.8	0.5	0	1.2
Q2_p_camp_dx_orizz	sovraccarico a quota campagna - orizzontale - lato destro (nota 2)	0.00	1.50	0.8	0.5	0	1.2
Q3_stagione_+15°C_unif	termico - variazione stagionale uniforme positiva	0.00	1.50	0.6	0.6	0.5	0.9
Q3_stagione_-15°C_unif	termico - variazione stagionale uniforme negativa	0.00	1.50	0.6	0.6	0.5	0.9
Q3_giorno_+5°C_gradiente	termico - variazione giornaliera - gradiente positivo	0.00	1.50	0.6	0.6	0.5	0.9
Q3_giorno_-5°C_gradiente	termico - variazione giornaliera - gradiente negativo	0.00	1.50	0.6	0.6	0.5	0.9
<i>CARICHI VARIABILI DA TRAFFICO - MODELLI TEORICI LM71 E SW/2</i>							
GRUPPO 1	Carichi da Gr1_01 a Gr1_04	0.00	1.45	0.8	0.8	0	1.16
GRUPPO 1	Carichi da Gr1_05 a Gr1_10	0.00	1.45	0.8	0.6	0	1.16
GRUPPO 4	Carichi da Gr3_01 a Gr3_10	0.00	1.45	1	1	0	---
nota 1: carico assimilato a carico stradale - Folla NTC Tabella 5.1.VI nota 2: carico assimilato a carico a tergo delle spalle - NTC Tabella 5.2.VI							

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 104 di 217

## 9.2.2 Coefficienti di combinazione sismiche

Nota: i casi di carico non applicabili al presente modello strutturale sono stati depennati				
Caso di carico	Descrizione	NTC Tabella 5.2.V coeff. parziali di sicurezza		NTC Tabella 5.2.VI e 5.2.VII coeff. di combinazione
		$\gamma$ SLU favorevole	$\gamma$ SLU sfavorevole	$\psi_2$
<i>CARICHI PERMANENTI</i>				
G1	peso proprio strutturale	1.00	1.00	---
G1_ritiro	azione indiretta da ritiro/viscosità getto soletta copertura	0.50	0.50	---
<i>CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI</i>				
G2_banchine	peso delle banchine	1.00	1.00	---
G2_massetto	peso del massetto di pendenza	1.00	1.00	---
G2_ricoprim_peso_falda_min	peso del terreno di ricoprimento acqua esclusa - livello falda minimo	1.00	1.00	---
G2_sp_terreno_falda_min	spinta laterale del terreno acqua esclusa - livello falda minimo	1.00	1.00	---
G2_falda_min	spinta idrostatica - livello falda minimo	1.00	1.00	---
G2_ricoprim_peso_falda_max	peso del terreno di ricoprimento acqua esclusa - livello falda massimo	1.00	1.00	---
G2_sp_terreno_falda_max	spinta laterale del terreno acqua esclusa - livello falda massimo	1.00	1.00	---
G2_falda_max	spinta idrostatica - livello falda massimo	1.00	1.00	---
<i>BALLAST</i>				
B_ballast	peso del ballast	1.00	1.00	---
<i>CARICHI VARIABILI</i>				
Q1_sovracc_banchine	banchina (nota 1)	---	---	0
Q2_p_camp_sx_vert	sovraccarico a quota campagna - verticale - lato sinistro (nota 2)	---	---	0
Q2_p_camp_sx_orizz	sovraccarico a quota campagna - orizzontale - lato sinistro (nota 2)	---	---	0
Q2_p_camp_dx_vert	sovraccarico a quota campagna - verticale - lato destro (nota 2)	---	---	0
Q2_p_camp_dx_orizz	sovraccarico a quota campagna - orizzontale - lato destro (nota 2)	---	---	0
Q3_stagione_+15°C_unif	termico - variazione stagionale uniforme positiva	---	---	0.5
Q3_stagione_-15°C_unif	termico - variazione stagionale uniforme negativa	---	---	0.5
Q3_giorno_+5°C_gradiente	termico - variazione giornaliera - gradiente positivo	---	---	0.5
Q3_giorno_-5°C_gradiente	termico - variazione giornaliera - gradiente negativo	---	---	0.5
<i>CARICHI VARIABILI DA TRAFFICO - MODELLI TEORICI LM71 E SW/2</i>				
GRUPPO 1	Carichi da Gr1_01 a Gr1_10	0.00	0.20	---
GRUPPO 4	Carichi da Gr3_01 a Gr3_10	0.00	0.20	---
<i>AZIONE SISMICA</i>				
Ex_str	struttura propria e permanenti portati, in direzione orizzontale X	1.00	1.00	---
Ez_str	struttura propria e permanenti portati, in direzione verticale Z	1.00	1.00	---
Ex_terreno_sx_falda_max	sovraspinta del solo terreno, direzione +X, con livello falda massimo	1.00	1.00	---
Ex_terreno_dx_falda_max	sovraspinta del solo terreno, direzione -X, con livello falda massimo	1.00	1.00	---
Ez_terreno_falda_max	sovraspinta del solo terreno, direzione +Z, con livello falda massimo	1.00	1.00	---
E_water_falda_max	sovraspinta dell'acqua, direzione +X, con livello falda massimo	1.00	1.00	---
Ex_terreno_sx_falda_min	sovraspinta del solo terreno, direzione +X, con livello falda minimo	1.00	1.00	---
Ex_terreno_dx_falda_min	sovraspinta del solo terreno, direzione -X, con livello falda minimo	1.00	1.00	---
Ez_terreno_falda_min	sovraspinta del solo terreno, direzione +Z, con livello falda minimo	1.00	1.00	---
E_water_falda_min	sovraspinta dell'acqua, direzione +X, con livello falda minimo	1.00	1.00	---

nota 1: carico assimilato a carico stradale - Folla NTC Tabella 5.1.VI

nota 2: carico assimilato a carico a tergo delle spalle - NTC Tabella 5.2.VI



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 105 di 217

### 9.2.3 Coefficienti di combinazione eccezionali

Nota: i casi di carico non applicabili al presente modello strutturale sono stati depennati				
Caso di carico	Descrizione	NTC Tabella 5.2.V coeff. parziali di sicurezza		NTC Tabella 5.2.VI e 5.2.VII coeff. di combinazione
		$\gamma$ SLU favorevole	$\gamma$ SLU sfavorevole	$\psi_2$
<i>CARICHI PERMANENTI</i>				
G1	peso proprio strutturale	1.00	1.00	---
G1_ritiro	azione indiretta da ritiro/viscosità getto soletta copertura	0.50	0.50	---
<i>CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI</i>				
G2_banchine	peso delle banchine	1.00	1.00	---
G2_massetto	peso del massetto di pendenza	1.00	1.00	---
G2_ricoprim_peso_falda_min	peso del terreno di ricoprimento acqua esclusa - livello falda minimo	1.00	1.00	---
G2_sp_terreno_falda_min	spinta laterale del terreno acqua esclusa - livello falda minimo	1.00	1.00	---
G2_falda_min	spinta idrostatica - livello falda minimo	1.00	1.00	---
G2_ricoprim_peso_falda_max	peso del terreno di ricoprimento acqua esclusa - livello falda massimo	1.00	1.00	---
G2_sp_terreno_falda_max	spinta laterale del terreno acqua esclusa - livello falda massimo	1.00	1.00	---
G2_falda_max	spinta idrostatica - livello falda massimo	1.00	1.00	---
<i>BALLAST</i>				
B_ballast	peso del ballast	1.00	1.00	---
<i>CARICHI VARIABILI</i>				
Q1_sovracc_banchine	banchina (nota 1)	0.00	1.00	0
Q2_p_camp_sx_vert	sovraccarico a quota campagna - verticale - lato sinistro (nota 2)	0.00	1.00	0
Q2_p_camp_sx_orizz	sovraccarico a quota campagna - orizzontale - lato sinistro (nota 2)	0.00	1.00	0
Q2_p_camp_dx_vert	sovraccarico a quota campagna - verticale - lato destro (nota 2)	0.00	1.00	0
Q2_p_camp_dx_orizz	sovraccarico a quota campagna - orizzontale - lato destro (nota 2)	0.00	1.00	0
Q3_stagione_+15°C_unif	termico - variazione stagionale uniforme positiva	0.00	1.00	0.5
Q3_stagione_-15°C_unif	termico - variazione stagionale uniforme negativa	0.00	1.00	0.5
Q3_giorno_+5°C_gradiente	termico - variazione giornaliera - gradiente positivo	0.00	1.00	0.5
Q3_giorno_-5°C_gradiente	termico - variazione giornaliera - gradiente negativo	0.00	1.00	0.5
<i>CARICHI VARIABILI DA TRAFFICO - MODELLI TEORICI LM71 E SW/2</i>				
GRUPPO 1	Carichi da Gr1_01 a Gr1_10	0.00	0.20	---
GRUPPO 4	Carichi da Gr3_01 a Gr3_10	0.00	0.20	---
<i>AZIONE ECCEZIONALE</i>				
LM71_SX_A1_urto_trasv	carico variabile da traffico, direzione X	1.00	1.00	---
SW/2_SX_A1_urto_trasv	carico variabile da traffico, direzione X	1.00	1.00	---
LM71_DX_A1_urto_trasv	carico variabile da traffico, direzione X	1.00	1.00	---
SW/2_DX_A1_urto_trasv	carico variabile da traffico, direzione X	1.00	1.00	---
nota 1: carico assimilato a carico stradale - Folla NTC Tabella 5.1.VI nota 2: carico assimilato a carico a tergo delle spalle - NTC Tabella 5.2.VI				

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 106 di 217

### 9.3 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico utili alle verifiche agli Stati Limite Ultimi ed agli Stati Limite di Esercizio sono mostrate in **Allegato A**.

In particolare vengono elencate le seguenti:

- Combinazioni di carico utili alle verifiche agli Stati Limite Ultimi
  - Combinazioni di carico fondamentali: **SLU**
  - Combinazioni di carico sismiche stato limite di salvaguardia della vita: **SLV**
  - Combinazioni di carico eccezionali: **ECC**
- Combinazioni di carico utili alle verifiche agli Stati Limite di Esercizio
  - Combinazioni di carico caratteristiche (rare): **SLE\_R**
  - Combinazioni di carico sismiche stato limite di danno: **SLD**
  - Combinazioni di carico frequenti: **SLE\_F**
  - Combinazioni di carico quasi permanenti: **SLE\_QP**

Ai fini delle verifiche delle sezioni si implementano anche le combinazioni di involucro e precisamente le seguenti:

- **ENV\_NL\_SLU\_SLV\_ECC:** involucro delle combinazioni non lineari del tipo SLU, SLV, ECC utili alle verifiche agli Stati Limite Ultimi
- **ENV\_NL\_SLE\_R:** involucro delle combinazioni non lineari del tipo SLE\_R utili alle verifiche tensionali agli Stati Limite di Esercizio
- **ENV\_NL\_SLE\_F:** involucro delle combinazioni non lineari del tipo SLE\_F utili alle verifiche di fessurazione agli Stati Limite di Esercizio
- **ENV\_NL\_SLE\_QP:** involucro delle combinazioni non lineari del tipo SLE\_QP utili alle verifiche tensionali agli Stati Limite di Esercizio

Le combinazioni SLE\_F non vengono implementate in quanto, ai sensi del MdP § 4.1.2.2.4.1, le verifiche a fessurazione vengono richieste per le combinazioni rare, assai più severe di quelle frequenti.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 107 di 217

## 10 ANALISI STRUTTURALE E RISULTATI

Per quanto riguarda l'analisi sismica, si effettua una "analisi lineare statica" ai sensi delle NTC 2018 § 7.3.2.

Viene poi eseguita una analisi statica non lineare con molle reagenti per sola compressione.

### 10.1 AZIONI INTERNE- GALLERIA ARTIFICIALE

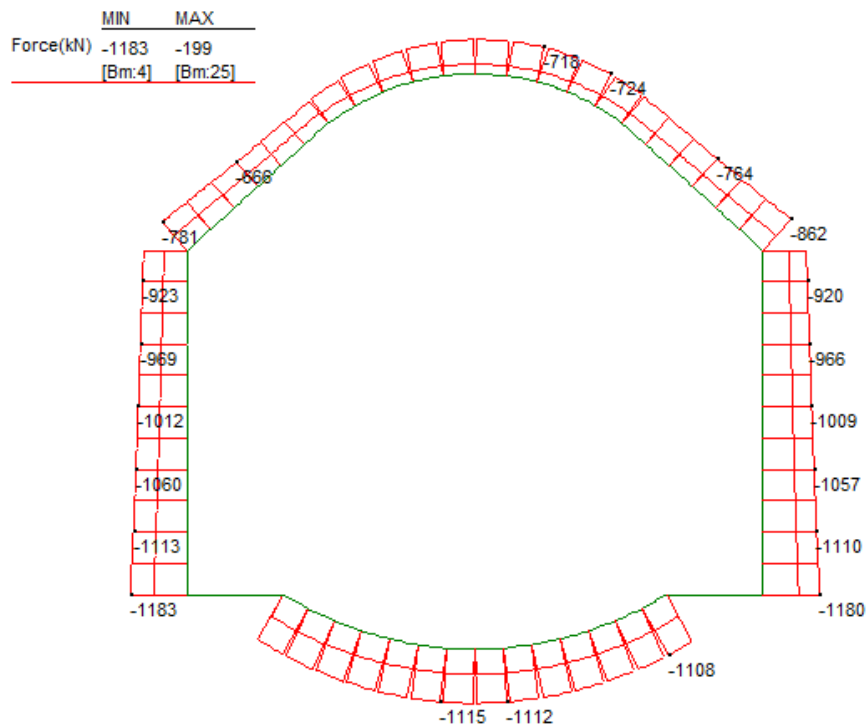
Vengono mostrati nel seguito i diagrammi degli involuipi delle azioni interne.

- Azioni assiali
- Momenti flettenti
- Azioni taglianti

#### 10.1.1 Risultati dell'analisi strutturale – ENV\_NL\_SLU\_SLV\_ECC

I valori sono espressi in kN, kNm

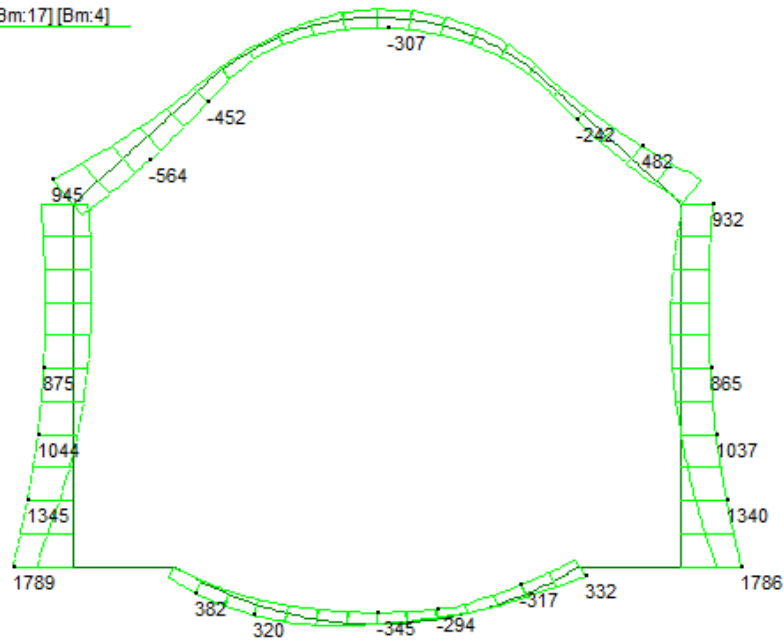
Azione assiale



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 108 di 217

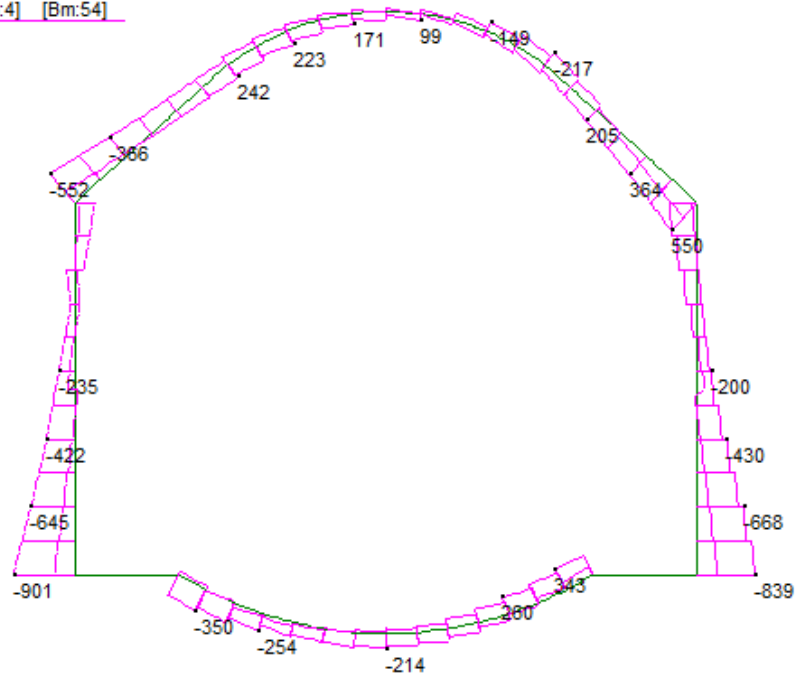
Momento flettente

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-564	1789
	[Bm:17]	[Bm:4]



Azione Tagliante

	MIN	MAX
SF2(kN)	-901	550
	[Bm:4]	[Bm:54]

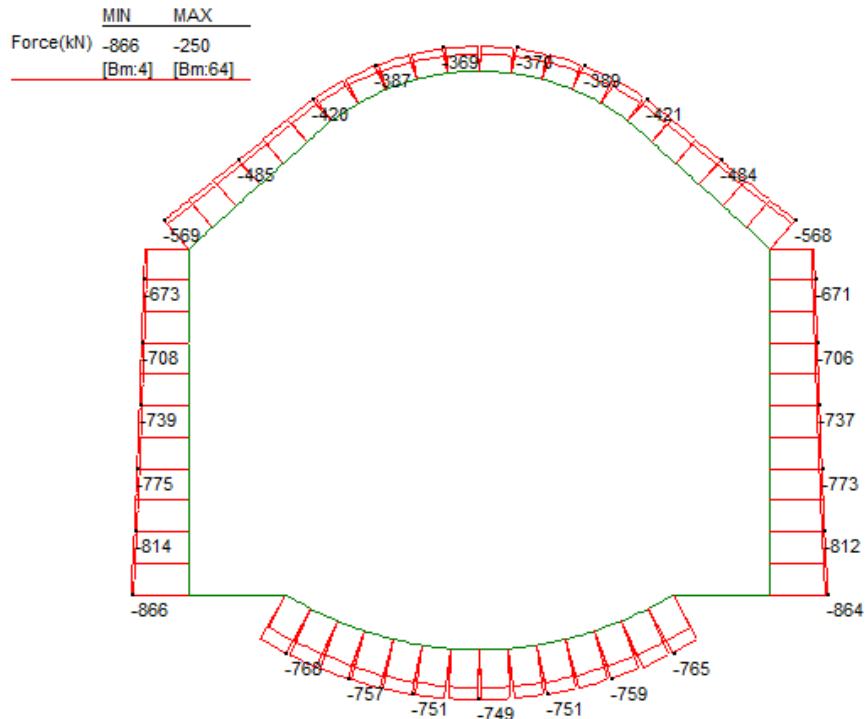


<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 109 di 217

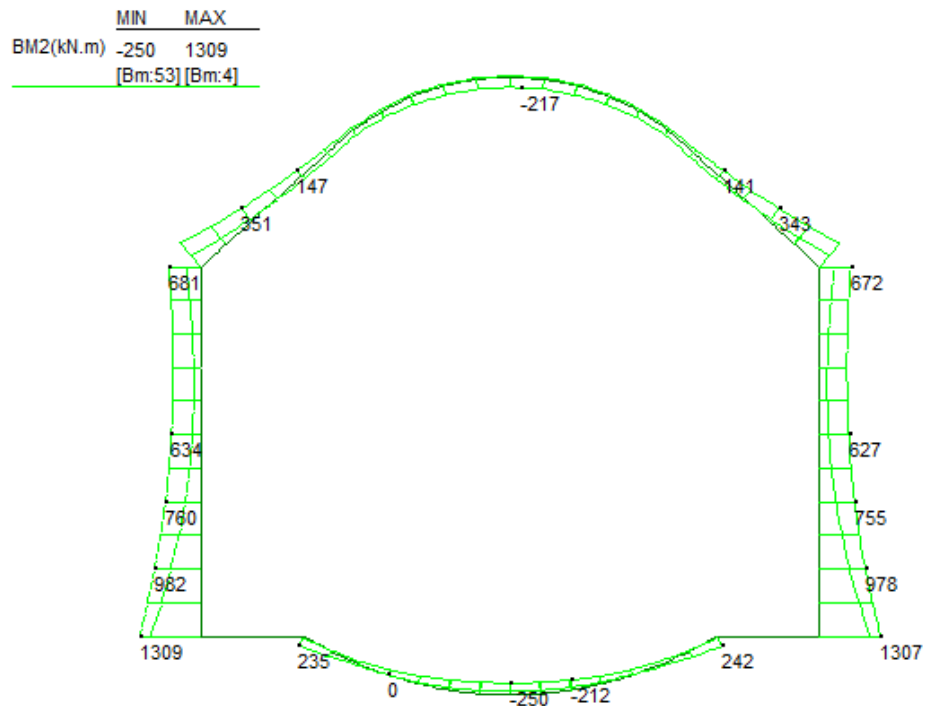
### 10.1.2 Risultati dell'analisi strutturale – ENV\_NL\_SLE\_R

I valori sono espressi in kN, kNm

Azione assiale



Momento flettente

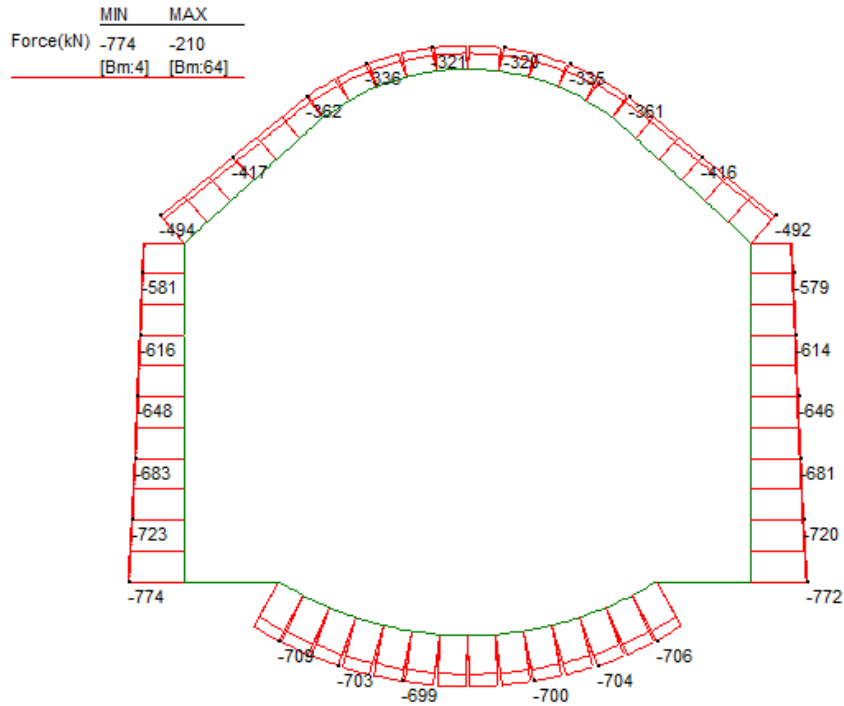


<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 110 di 217

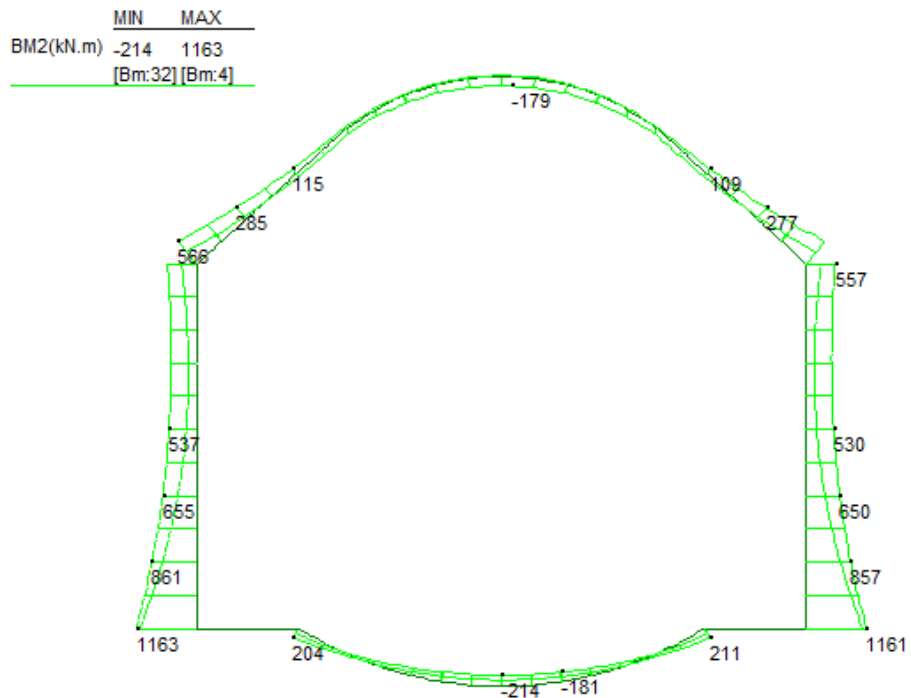
### 10.1.3 Risultati dell'analisi strutturale – ENV\_NL\_SLE\_QP

I valori sono espressi in kN, kNm

Azione assiale



Momento flettente



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GA0100 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>111 di 217</b>

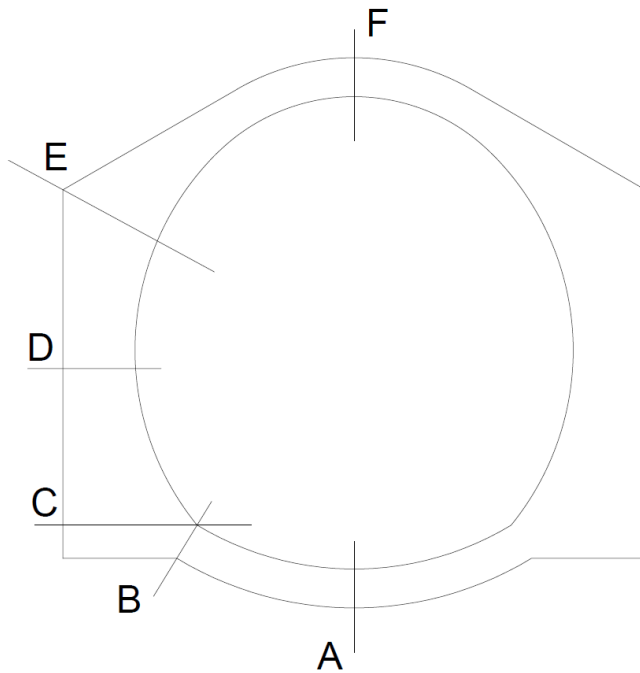
#### 10.1.4 Azioni interne utili per le verifiche delle sezioni

Le convenzioni disegno sono le seguenti, sulla base delle convenzioni del codice di calcolo e dell'orientamento degli elementi stessi:

Positive le trazioni

Positivi i momenti che tendono le fibre esterne della galleria

Le sezioni principali oggetto di verifica sono le seguenti:



	Beam number	spessore [m]
Sez. A	53	0,70
Sez. B	26	0,70
Sez. C	4	2,10
Sez. D	9	1,30
Sez. E	15	2,00
Sez. F	64	0,70

A partire dagli involuipi si individuano le combinazioni che massimizzano il momento flettente, l'azione assiale ed il taglio; tali sollecitazioni, considerate nelle verifiche strutturali, sono riassunte nelle tabelle seguenti:

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT									
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 112 di 217

Sez.A	M	N	V	Sez.B	M	N	V
	kNm	kN	kN		kNm	kN	kN
Env.SLU_SLV_ECC_min	-345	-801		Env.SLU_SLV_ECC_min	48	-657	
Env.SLU_SLV_ECC_min	-40	-1106		Env.SLU_SLV_ECC_min	155	-1055	
Env.SLU_SLV_ECC_min	-49	-977	-176	Env.SLU_SLV_ECC_min	322	-820	-329
Env.SLU_SLV_ECC_max	3	-1095		Env.SLU_SLV_ECC_max	367	-953	
Env.SLU_SLV_ECC_max	-175	-512		Env.SLU_SLV_ECC_max	141	-515	
Env.SLU_SLV_ECC_max	-175	-782	75	Env.SLU_SLV_ECC_max	309	-956	50
Env.SLE_QP_min	-214	-540		Env.SLE_QP_min	108	-700	
Env.SLE_QP_min	-157	-697		Env.SLE_QP_min	108	-700	
Env.SLE_QP_max	-120	-682		Env.SLE_QP_max	204	-549	
Env.SLE_QP_max	-176	-528		Env.SLE_QP_max	204	-549	
Env.SLE_R_min	-250	-588		Env.SLE_R_min	54	-716	
Env.SLE_R_min	-192	-747		Env.SLE_R_min	126	-759	
Env.SLE_R_max	-79	-730		Env.SLE_R_max	235	-603	
Env.SLE_R_max	-204	-574		Env.SLE_R_max	163	-544	
Env.SLE_R_FESS_min	-250	-588		Env.SLE_R_FESS_min	67	-722	
Env.SLE_R_FESS_min	-192	-747		Env.SLE_R_FESS_min	126	-759	
Env.SLE_R_FESS_max	-91	-728		Env.SLE_R_FESS_max	235	-603	
Env.SLE_R_FESS_max	-155	-572		Env.SLE_R_FESS_max	176	-553	
Sez.C	M	N	V	Sez.D	M	N	V
	kNm	kN	kN		kNm	kN	kN
Env.SLU_SLV_ECC_min	1047	-783		Env.SLU_SLV_ECC_min	-300	-700	
Env.SLU_SLV_ECC_min	1777	-1183		Env.SLU_SLV_ECC_min	661	-1034	
Env.SLU_SLV_ECC_min	1181	-818	-901	Env.SLU_SLV_ECC_min	-234	-588	-326
Env.SLU_SLV_ECC_max	1548	-1126		Env.SLU_SLV_ECC_max	944	-1011	
Env.SLU_SLV_ECC_max	800	-676		Env.SLU_SLV_ECC_max	-241	-586	
Env.SLU_SLV_ECC_max	976	-741	-250	Env.SLU_SLV_ECC_max	753	-657	19
Env.SLE_QP_min	1095	-773		Env.SLE_QP_min	272	-663	
Env.SLE_QP_min	1155	-774		Env.SLE_QP_min	376	-664	
Env.SLE_QP_max	1163	-758		Env.SLE_QP_max	585	-647	
Env.SLE_QP_max	1101	-757		Env.SLE_QP_max	476	-647	
Env.SLE_R_min	1079	-843		Env.SLE_R_min	250	-732	
Env.SLE_R_min	1301	-866		Env.SLE_R_min	349	-755	
Env.SLE_R_max	1309	-849		Env.SLE_R_max	685	-739	
Env.SLE_R_max	1087	-827		Env.SLE_R_max	453	-717	
Env.SLE_R_FESS_min	1104	-844		Env.SLE_R_FESS_min	266	-733	
Env.SLE_R_FESS_min	1301	-866		Env.SLE_R_FESS_min	349	-755	
Env.SLE_R_FESS_max	1309	-849		Env.SLE_R_FESS_max	685	-739	
Env.SLE_R_FESS_max	1111	-828		Env.SLE_R_FESS_max	470	-717	



APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 113 di 217

Sez.E	M	N	V	Sez.F	M	N	V
	kNm	kN	kN		kNm	kN	kN
Env.SLU_SLV_ECC_min	-423	-465		Env.SLU_SLV_ECC_min	-305	-344	
Env.SLU_SLV_ECC_min	740	-781		Env.SLU_SLV_ECC_min	231	-703	
Env.SLU_SLV_ECC_min	737	-692	-552	Env.SLU_SLV_ECC_min	44	-500	-36
Env.SLU_SLV_ECC_max	945	-700		Env.SLU_SLV_ECC_max	232	-703	
Env.SLU_SLV_ECC_max	428	-416		Env.SLU_SLV_ECC_max	-187	-200	
Env.SLU_SLV_ECC_max	-309	-473	-219	Env.SLU_SLV_ECC_max	69	-626	55
Env.SLE_QP_min	299	-490		Env.SLE_QP_min	-178	-210	
Env.SLE_QP_min	419	-494		Env.SLE_QP_min	17	-318	
Env.SLE_QP_max	566	-435		Env.SLE_QP_max	17	-318	
Env.SLE_QP_max	451	-430		Env.SLE_QP_max	-178	-210	
Env.SLE_R_min	323	-558		Env.SLE_R_min	-216	-250	
Env.SLE_R_min	531	-569		Env.SLE_R_min	24	-366	
Env.SLE_R_max	681	-510		Env.SLE_R_max	24	-366	
Env.SLE_R_max	484	-496		Env.SLE_R_max	-216	-250	
Env. SLE_R_FESS_min	332	-556		Env. SLE_R_FESS_min	-216	-250	
Env. SLE_R_FESS_min	531	-569		Env. SLE_R_FESS_min	21	-363	
Env. SLE_R_FESS_max	681	-510		Env. SLE_R_FESS_max	21	-363	
Env. SLE_R_FESS_max	492	-494		Env. SLE_R_FESS_max	-216	-250	

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 114 di 217

## 10.2 AZIONI INTERNE - CONCIO D'ATTACCO

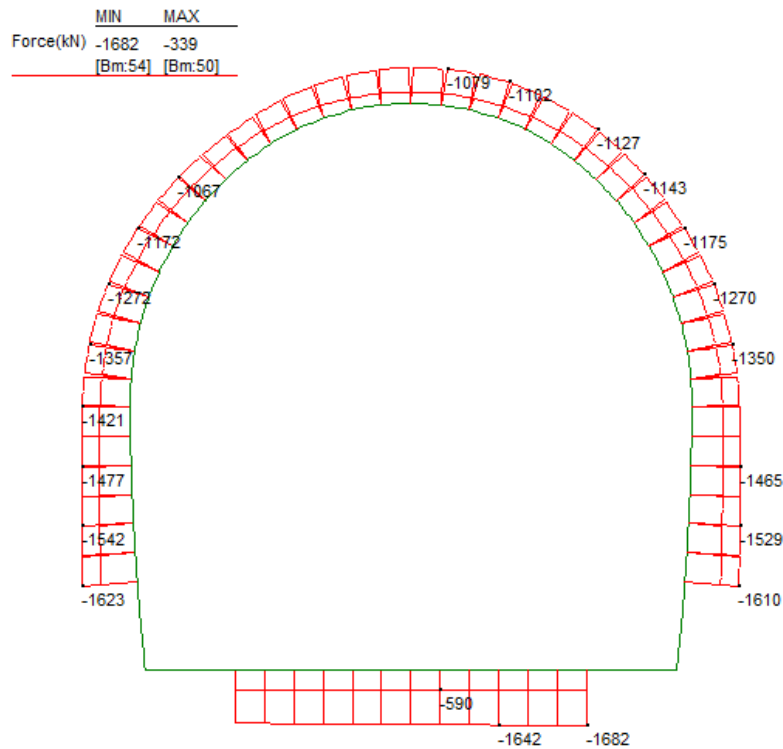
Vengono mostrati nel seguito i diagrammi degli involuipi delle azioni interne.

- Azioni assiali
- Momenti flettenti
- Azioni taglianti

### 10.2.1 Risultati dell'analisi strutturale – ENV\_NL\_SLU\_SLV\_ECC

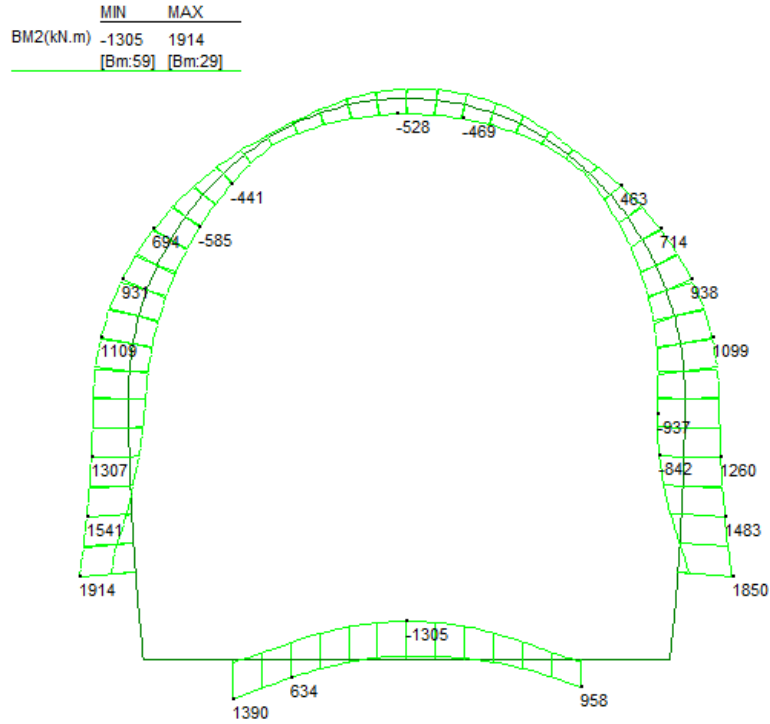
I valori sono espressi in kN, kNm

#### Azione assiale

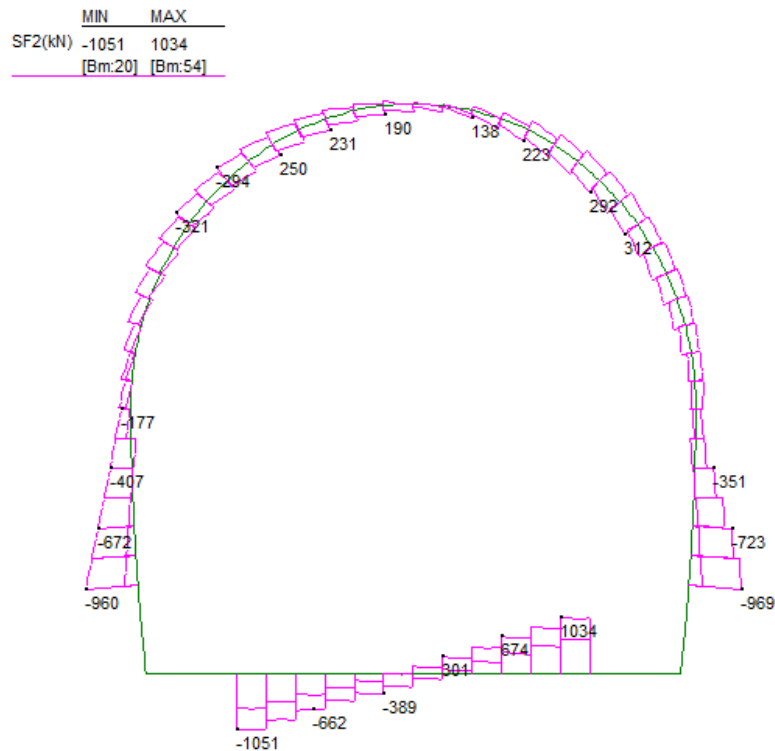


<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 115 di 217

Momento flettente



Azione Tagliante

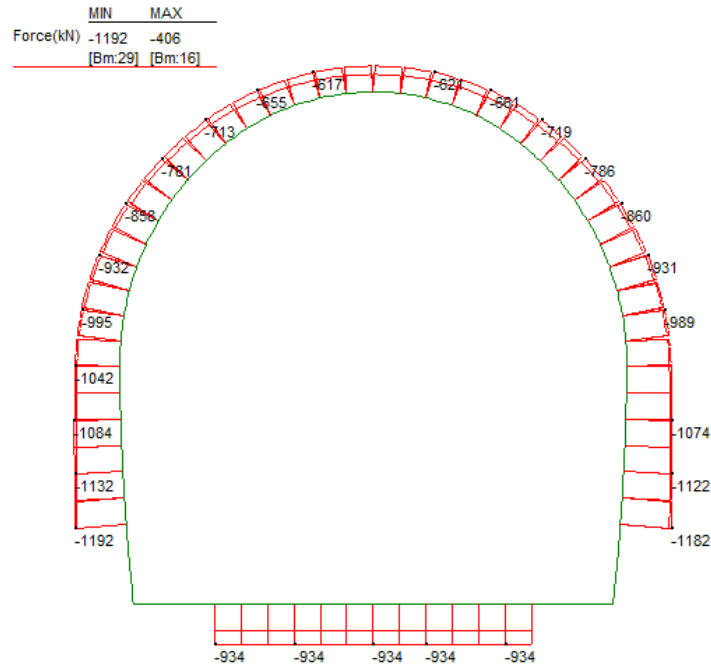


<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 116 di 217

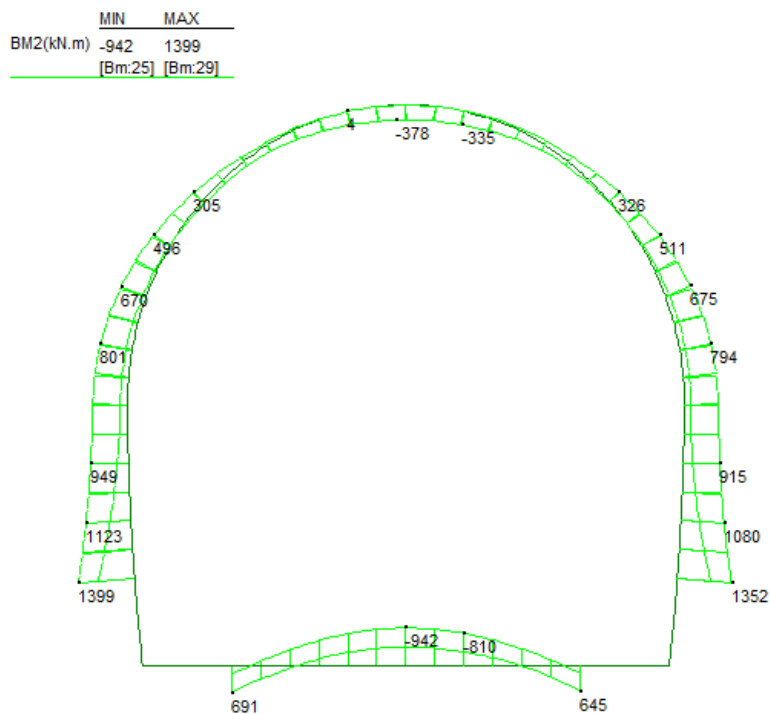
### 10.2.2 Risultati dell'analisi strutturale – ENV\_NL\_SLE\_R

I valori sono espressi in kN, kNm

Azione assiale



Momento flettente

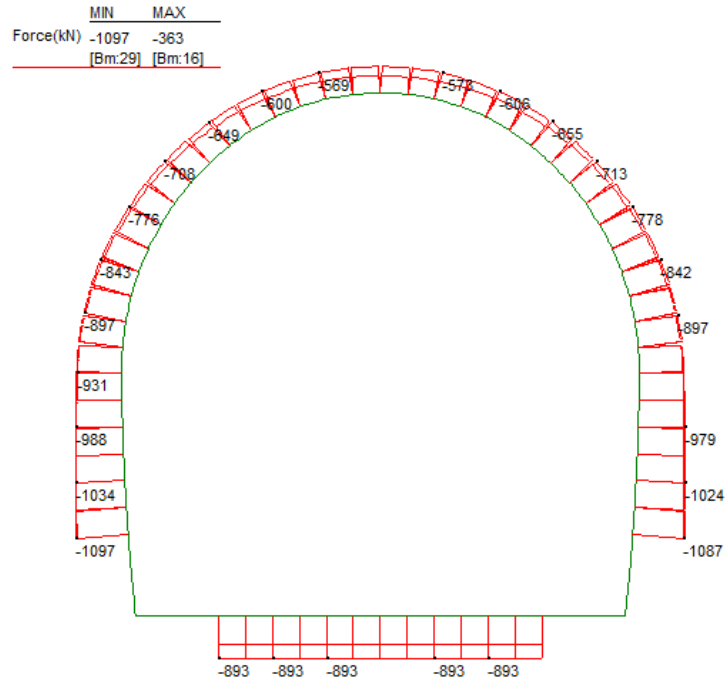


<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 117 di 217

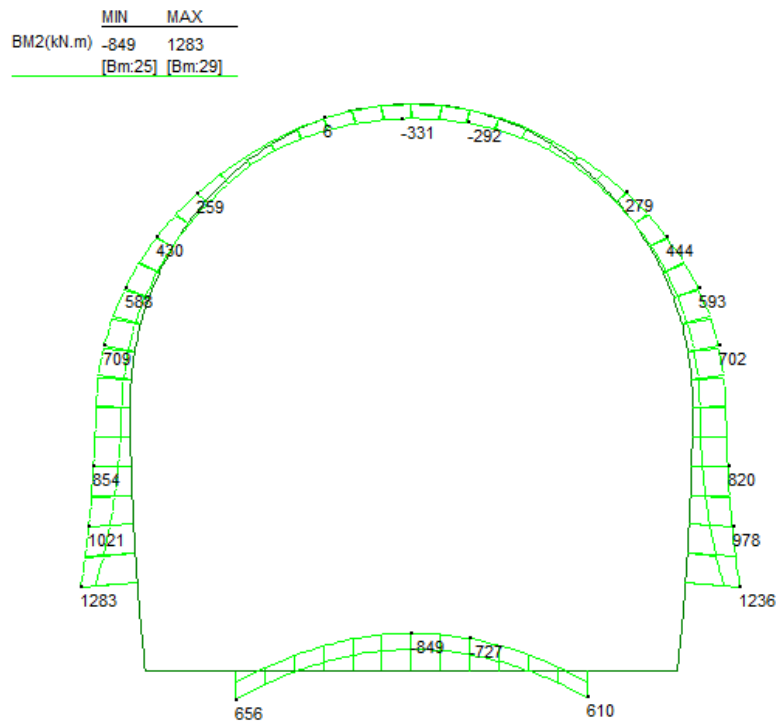
### 10.2.3 Risultati dell'analisi strutturale – ENV\_NL\_SLE\_QP

I valori sono espressi in kN, kNm

Azione assiale



Momento flettente



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consortio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GA0100 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>118 di 217</b>

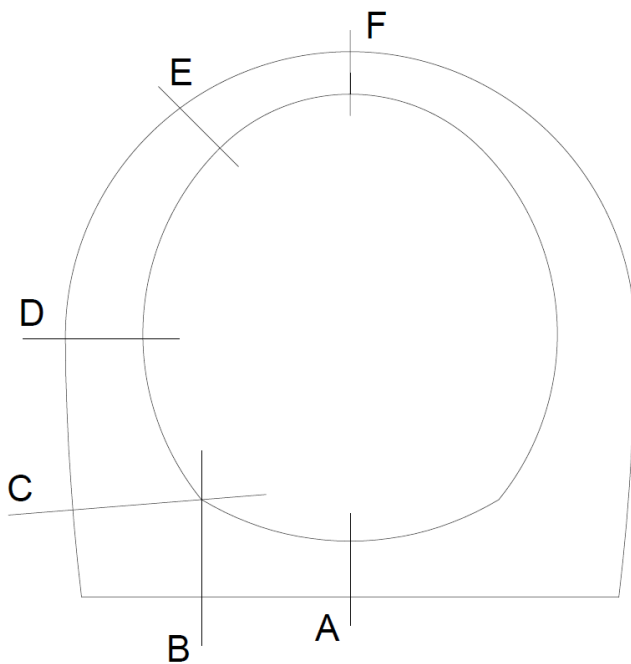
### 10.2.4 Azioni interne utili per le verifiche delle sezioni

Le convenzioni disegno sono le seguenti, sulla base delle convenzioni del codice di calcolo e dell'orientamento degli elementi stessi:

Positive le trazioni

Positivi i momenti che tendono le fibre esterne della galleria

Le sezioni principali oggetto di verifica sono le seguenti:



	Beam number	spessore [m]
Sez. A	59	1,10
Sez. B	20	1,60
Sez. C	29	2,10
Sez. D	1	1,50
Sez. E	11	1,10
Sez. F	50	0,80

A partire dagli involucri si individuano le combinazioni che massimizzano il momento flettente, l'azione assiale ed il taglio; tali sollecitazioni, considerate nelle verifiche strutturali, sono riassunte nelle tabelle seguenti:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 119 di 217

Sez.A	M	N	V	Sez.B	M	N	V
	kNm	kN	kN		kNm	kN	kN
Env.SLU_SLV_ECC_min	-1305	-893		Env.SLU_SLV_ECC_min	106	-590	
Env.SLU_SLV_ECC_min	-304	-1626		Env.SLU_SLV_ECC_min	1153	-1582	
Env.SLU_SLV_ECC_min	-396	-1432	-80	Env.SLU_SLV_ECC_min	941	-1238	-1051
Env.SLU_SLV_ECC_max	-118	-1626		Env.SLU_SLV_ECC_max	1390	-1388	
Env.SLU_SLV_ECC_max	-879	-590		Env.SLU_SLV_ECC_max	106	-590	
Env.SLU_SLV_ECC_max	-860	-890	133	Env.SLU_SLV_ECC_max	107	-590	-634
Env.SLE_QP_min	-849	-620		Env.SLE_QP_min	277	-620	
Env.SLE_QP_min	-665	-893		Env.SLE_QP_min	466	-893	
Env.SLE_QP_max	-481	-889		Env.SLE_QP_max	656	-889	
Env.SLE_QP_max	-665	-616		Env.SLE_QP_max	466	-616	
Env.SLE_R_min	-942	-659		Env.SLE_R_min	226	-645	
Env.SLE_R_min	-757	-934		Env.SLE_R_min	464	-934	
Env.SLE_R_max	-468	-915		Env.SLE_R_max	691	-929	
Env.SLE_R_max	-656	-640		Env.SLE_R_max	453	-640	
Env.SLE_R_FESS_min	-942	-659		Env.SLE_R_FESS_min	235	-646	
Env.SLE_R_FESS_min	-757	-934		Env.SLE_R_FESS_min	464	-934	
Env.SLE_R_FESS_max	-479	-917		Env.SLE_R_FESS_max	691	-929	
Env.SLE_R_FESS_max	-666	-641		Env.SLE_R_FESS_max	462	-641	

Sez.C	M	N	V	Sez.D	M	N	V
	kNm	kN	kN		kNm	kN	kN
Env.SLU_SLV_ECC_min	827	-1096		Env.SLU_SLV_ECC_min	-577	-1013	
Env.SLU_SLV_ECC_min	1359	-1623		Env.SLU_SLV_ECC_min	317	-1418	
Env.SLU_SLV_ECC_min	990	-1202	-960	Env.SLU_SLV_ECC_min	-161	-895	-219
Env.SLU_SLV_ECC_max	1914	-1601		Env.SLU_SLV_ECC_max	1199	-1394	
Env.SLU_SLV_ECC_max	1182	-1075		Env.SLU_SLV_ECC_max	-355	-894	
Env.SLU_SLV_ECC_max	1153	-1079	-242	Env.SLU_SLV_ECC_max	733	-1368	-80
Env.SLE_QP_min	942	-1097		Env.SLE_QP_min	193	-946	
Env.SLE_QP_min	942	-1097		Env.SLE_QP_min	193	-946	
Env.SLE_QP_max	1283	-1081		Env.SLE_QP_max	775	-929	
Env.SLE_QP_max	1075	-1081		Env.SLE_QP_max	559	-929	
Env.SLE_R_min	930	-1172		Env.SLE_R_min	188	-1020	
Env.SLE_R_min	1016	-1192		Env.SLE_R_min	244	-1040	
Env.SLE_R_max	1399	-1176		Env.SLE_R_max	869	-1022	
Env.SLE_R_max	1069	-1156		Env.SLE_R_max	573	-1003	
Env.SLE_R_FESS_min	943	-1172		Env.SLE_R_FESS_min	196	-1020	
Env.SLE_R_FESS_min	1016	-1192		Env.SLE_R_FESS_min	244	-1040	
Env.SLE_R_FESS_max	1399	-1176		Env.SLE_R_FESS_max	869	-1022	
Env.SLE_R_FESS_max	1081	-1156		Env.SLE_R_FESS_max	821	-1003	

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 120 di 217

Sez.E	M	N	V	Sez.F	M	N	V
	kNm	kN	kN		kNm	kN	kN
Env.SLU_SLV_ECC_min	-363	-813		Env.SLU_SLV_ECC_min	-525	-562	
Env.SLU_SLV_ECC_min	-192	-963		Env.SLU_SLV_ECC_min	138	-1067	
Env.SLU_SLV_ECC_min	192	-767	-274	Env.SLU_SLV_ECC_min	-325	-824	-37
Env.SLU_SLV_ECC_max	192	-773		Env.SLU_SLV_ECC_max	328	-1065	
Env.SLU_SLV_ECC_max	83	-480		Env.SLU_SLV_ECC_max	-163	-339	
Env.SLU_SLV_ECC_max	-349	-953	144	Env.SLU_SLV_ECC_max	139	-1065	43
Env.SLE_QP_min	-121	-640		Env.SLE_QP_min	-328	-366	
Env.SLE_QP_min	-120	-643		Env.SLE_QP_min	-198	-558	
Env.SLE_QP_max	101	-503		Env.SLE_QP_max	-11	-556	
Env.SLE_QP_max	101	-500		Env.SLE_QP_max	-141	-364	
Env.SLE_R_min	-135	-700		Env.SLE_R_min	-376	-411	
Env.SLE_R_min	-132	-705		Env.SLE_R_min	-230	-604	
Env.SLE_R_max	127	-565		Env.SLE_R_max	-5	-601	
Env.SLE_R_max	124	-555		Env.SLE_R_max	-137	-407	
Env.SLE_R_FESS_min	-135	-699		Env.SLE_R_FESS_min	-376	-411	
Env.SLE_R_FESS_min	-132	-705		Env.SLE_R_FESS_min	-245	-603	
Env.SLE_R_FESS_max	127	-565		Env.SLE_R_FESS_max	-7	-599	
Env.SLE_R_FESS_max	124	-553		Env.SLE_R_FESS_max	-139	-406	



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 121 di 217

## 11 VERIFICHE DELLE SEZIONI

Le verifiche vengono effettuate utilizzando il programma SAX 10.0 e opportuni fogli di calcolo

Nelle verifiche si utilizzano le seguenti **convenzioni di segno**:

- nelle verifiche di resistenza agli SLU: positive le compressioni. Positivi i momenti che tendono le fibre esterne della galleria
- nelle verifiche tensionali agli SLE: positive le compressioni del calcestruzzo. Positive le compressioni dell'acciaio

Le verifiche secondo D.M.17/01/2018, sono condotte considerando una classe di calcestruzzo C25/30, in accordo con il §6.5.5 del "Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – parte II".

### 11.1 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI UTILIZZATI PER LE VERIFICHE

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.11 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31447.2 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	14.9 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.2 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.0 Mpa

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 122 di 217

## 11.2 VERIFICHE AGLI SLU ED AGLI SLE – GALLERIA ARTIFICIALE

### Impostazioni verifiche SLU

#### Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

### Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Aggressive  
 Armatura ad aderenza migliorata

#### Verifica fessurazione

Metodo di calcolo aperture delle fessure: NTC 2018 - C4.1.2.2.4.5

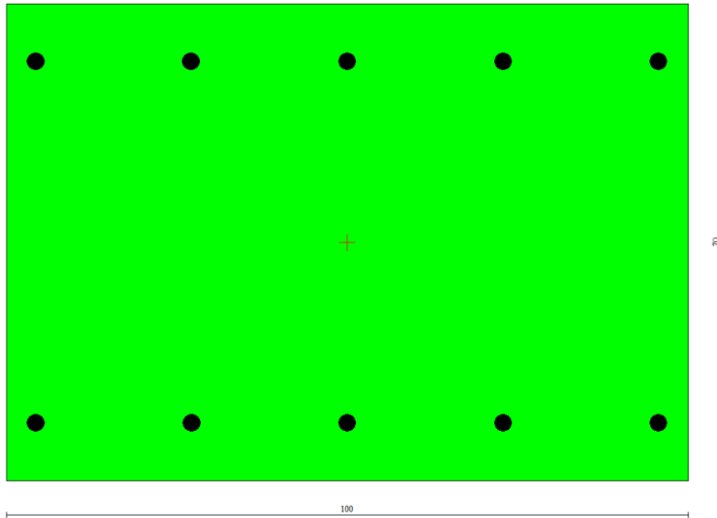
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 123 di 217

### SEZIONE A



Base:	100.0 cm
Altezza:	70.0 cm
Barre intradosso:	5Ø26
Barre estradosso:	5Ø26
Coprif.(dal baric. barre):	8.5 cm

### Caratteristiche geometriche

Area sezione	7000,00	[cmq]
Inerzia in direzione X	5833333,3	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	2858333,3	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	X <sub>G</sub> = 50,00	[cm]
Ordinata baricentro sezione	Y <sub>G</sub> = 35,00	[cm]

### Elenco ferri

#### Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	4,30	8,50	26	5,31
2	27,15	8,50	26	5,31
3	50,00	8,50	26	5,31
4	72,85	8,50	26	5,31
5	95,70	8,50	26	5,31
6	95,70	61,50	26	5,31
7	72,85	61,50	26	5,31
8	50,00	61,50	26	5,31
9	27,15	61,50	26	5,31



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 125 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
5	42,02	0,00	(100,00; 42,02)	(0,00; 42,02)
6	32,85	0,00	(100,00; 32,85)	(0,00; 32,85)
7	29,40	0,00	(100,00; 29,40)	(0,00; 29,40)
8	75,51	0,00	(100,00; 75,51)	(0,00; 75,51)
9	46,88	0,00	(100,00; 46,88)	(0,00; 46,88)
10	34,34	0,00	(100,00; 34,34)	(0,00; 34,34)
11	30,64	0,00	(100,00; 30,64)	(0,00; 30,64)
12	56,89	0,00	(100,00; 56,89)	(0,00; 56,89)
13	42,02	0,00	(100,00; 42,02)	(0,00; 42,02)
14	40,24	0,00	(100,00; 40,24)	(0,00; 40,24)
15	29,40	0,00	(100,00; 29,40)	(0,00; 29,40)
16	70,07	0,00	(100,00; 70,07)	(0,00; 70,07)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
5	3,344	0,000	0,000	40,013	-23,259
6	3,609	0,000	0,000	40,127	-47,206
7	4,459	0,000	0,000	47,550	-73,003
8	1,745	0,000	0,000	23,233	4,856
9	2,738	0,000	0,000	33,623	-12,811
10	3,103	0,000	0,000	35,020	-36,803
11	3,806	0,000	0,000	41,254	-57,495
12	2,164	0,000	0,000	27,614	-2,628
13	3,344	0,000	0,000	40,013	-23,259
14	2,704	0,000	0,000	31,988	-21,426
15	4,459	0,000	0,000	47,550	-73,003
16	1,866	0,000	0,000	24,591	3,422

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 126 di 217

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>2934,8624</u>	0,0000	<u>-1264,0793</u>	3,66
<u>10654,0105</u>	0,0000	<u>-345,0000</u>	13,30
801,0000	0,0000	<u>-809,2382</u>	2,35

Combinazione n° 2

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>11839,2425</u>	0,0000	<u>32,4363</u>	10,81
<u>11945,2574</u>	0,0000	3,0000	10,91
1095,0000	0,0000	<u>884,6473</u>	294,88

Combinazione n° 3

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>10513,8172</u>	0,0000	<u>-380,2466</u>	9,51
<u>11811,8255</u>	0,0000	<u>-40,0000</u>	10,68
1106,0000	0,0000	<u>-887,4346</u>	22,19

Combinazione n° 4

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>4002,4518</u>	0,0000	<u>-1368,0255</u>	7,82
<u>11312,8340</u>	0,0000	<u>-175,0000</u>	22,10
512,0000	0,0000	<u>-733,3227</u>	4,19

**Risultati fessurazione**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
M <sub>x</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
M <sub>y</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
σ <sub>f</sub>	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ <sub>c</sub>	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A <sub>eff</sub>	Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
ε	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S <sub>rm</sub>	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	A <sub>eff</sub>	ε	S <sub>rm</sub>	w
9	0,0000	-263,8029	-66,760	-5,713	1282,39	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	-242,6359	-76,901	-6,435	1393,70	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	-244,1355	-76,120	-6,379	1385,60	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	-261,9258	-67,590	-5,772	1292,02	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	-270,0750	-64,098	-5,525	1250,73	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	-248,1514	-74,092	-6,234	1364,17	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	-250,1465	-73,094	-6,163	1353,50	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	-267,6857	-65,089	-5,595	1262,67	0,0000	0	0,0000

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 127 di 217

**Verifiche a taglio**

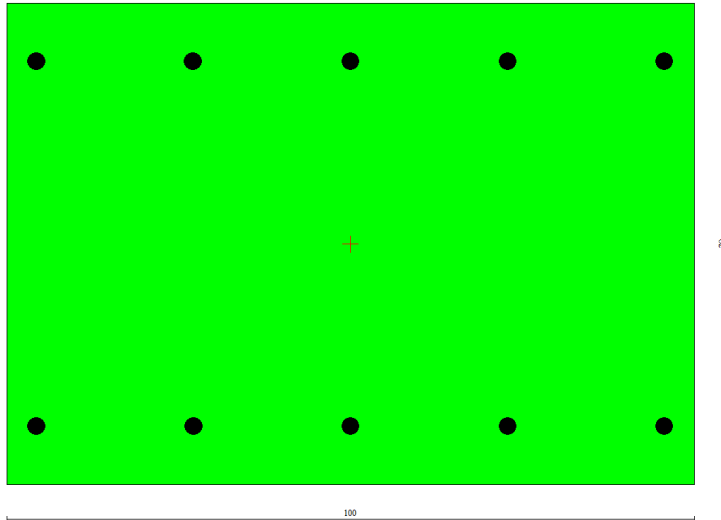
NOME: SEZA		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	0,62	45,00	1,00	-977,0	176,0	49,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\varnothing$ (mm)	$A_{s1,\varnothing}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	26,55	0,15	1,57	0,43%	0,34	1,59	1,11	402,3	43,7%	VERIFICA OK

NOME: SEZA		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	0,62	45,00	1,00	-782,0	75,0	175,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\varnothing$ (mm)	$A_{s1,\varnothing}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	26,55	0,15	1,57	0,43%	0,34	1,27	1,09	373,0	20,1%	VERIFICA OK

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 128 di 217

### SEZIONE B



Base:	100.0 cm
Altezza:	70.0 cm
Barre intradosso:	5Ø26
Barre estradosso:	5Ø26
Coprif.(dal baric. barre):	8.5 cm

### Caratteristiche geometriche

Area sezione	7000,00	[cmq]
Inerzia in direzione X	5833333,3	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	2858333,3	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	X <sub>G</sub> = 50,00	[cm]
Ordinata baricentro sezione	Y <sub>G</sub> = 35,00	[cm]

### Elenco ferri

#### Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	95,70	61,50	26	5,31
2	72,85	61,50	26	5,31
3	50,00	61,50	26	5,31
4	27,15	61,50	26	5,31
5	4,30	61,50	26	5,31
6	4,30	8,50	26	5,31
7	27,15	8,50	26	5,31
8	50,00	8,50	26	5,31
9	72,85	8,50	26	5,31



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 129 di 217

10 95,70 8,50 26 5,31

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

Resistenza caratteristica calcestruzzo 30,000 [MPa]  
 Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo 15,00  
 Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso 1,00  
 Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

Tensione ammissibile acciaio 450,000 [MPa]  
 Tensione snervamento acciaio 450,000 [MPa]  
 Modulo elastico E 205942,924 [MPa]  
 Fattore di incrudimento acciaio 1,00

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N° numero d'ordine della combinazione  
 N sforzo normale espresso in[kN]  
 M<sub>y</sub> momento lungo Y espresso in [kNm]  
 M<sub>x</sub> momento lungo X espresso in [kNm]  
 M<sub>t</sub> momento torcente espresso in [kNm]  
 T<sub>y</sub> taglio lungo Y espresso in [kN]  
 T<sub>x</sub> taglio lungo X espresso in [kN]  
 VD verifica di dominio  
 VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	657,0000	48,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	953,0000	367,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	1055,0000	155,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	515,0000	141,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	759,0000	126,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	544,0000	163,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
7	716,0000	54,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
8	603,0000	235,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
9	700,0000	108,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
10	549,0000	204,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
11	700,0000	108,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
12	549,0000	204,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
13	759,0000	126,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
14	553,0000	176,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
15	722,0000	67,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
16	603,0000	235,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 130 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
5	59,27	0,00	(0,00; 10,73)	(100,00; 10,73)
6	37,16	0,00	(0,00; 32,84)	(100,00; 32,84)
7	93,12	0,00	(0,00; -23,12)	(100,00; -23,12)
8	30,96	0,00	(0,00; 39,04)	(100,00; 39,04)
9	62,20	0,00	(0,00; 7,80)	(100,00; 7,80)
10	31,90	0,00	(0,00; 38,10)	(100,00; 38,10)
11	62,20	0,00	(0,00; 7,80)	(100,00; 7,80)
12	31,90	0,00	(0,00; 38,10)	(100,00; 38,10)
13	59,27	0,00	(0,00; 10,73)	(100,00; 10,73)
14	35,51	0,00	(0,00; 34,49)	(100,00; 34,49)
15	82,24	0,00	(0,00; -12,24)	(100,00; -12,24)
16	30,96	0,00	(0,00; 39,04)	(100,00; 39,04)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
5	2,307	0,000	0,000	29,646	-1,302
6	2,856	0,000	0,000	33,046	-28,057
7	1,471	0,000	0,000	20,056	7,495
8	4,176	0,000	0,000	45,445	-61,809
9	2,024	0,000	0,000	26,212	0,343
10	3,617	0,000	0,000	39,801	-50,341
11	2,024	0,000	0,000	26,212	0,343
12	3,617	0,000	0,000	39,801	-50,341
13	2,307	0,000	0,000	29,646	-1,302
14	3,094	0,000	0,000	35,306	-33,968
15	1,612	0,000	0,000	21,684	6,098
16	4,176	0,000	0,000	45,445	-61,809

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 131 di 217

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>9289.3188</u>	0,0000	<u>678.6717</u>	14,14
<u>11782.8090</u>	0,0000	48,0000	17,93
657,0000	0,0000	<u>771.6401</u>	16,08

Combinazione n° 2

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>3436.0276</u>	0,0000	<u>1323.2132</u>	3,61
<u>10566.6366</u>	0,0000	367,0000	11,09
953,0000	0,0000	<u>848.4474</u>	2,31

Combinazione n° 3

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>7277.5795</u>	0,0000	<u>1069.2178</u>	6,90
<u>11388.1798</u>	0,0000	155,0000	10,79
1055,0000	0,0000	<u>874.4914</u>	5,64

Combinazione n° 4

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>4939.7521</u>	0,0000	<u>1352.4370</u>	9,59
<u>11440.6166</u>	0,0000	141,0000	22,21
515,0000	0,0000	<u>734.1202</u>	5,21

**Risultati fessurazione**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
M <sub>x</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
M <sub>y</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
σ <sub>f</sub>	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ <sub>c</sub>	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A <sub>eff</sub>	Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
ε	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S <sub>rm</sub>	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	A <sub>eff</sub>	ε	S <sub>rm</sub>	w
9	0,0000	264,1781	-66,596	-5,701	1280,47	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	245,2781	-75,551	-6,339	1379,58	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	264,1781	-66,596	-5,701	1280,47	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	245,2781	-75,551	-6,339	1379,58	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	271,5645	-63,471	-5,480	1243,18	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	245,7641	-75,286	-6,320	1376,86	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	266,9400	-65,411	-5,617	1266,48	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	252,0283	-72,180	-6,098	1343,56	0,0000	0	0,0000

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 132 di 217

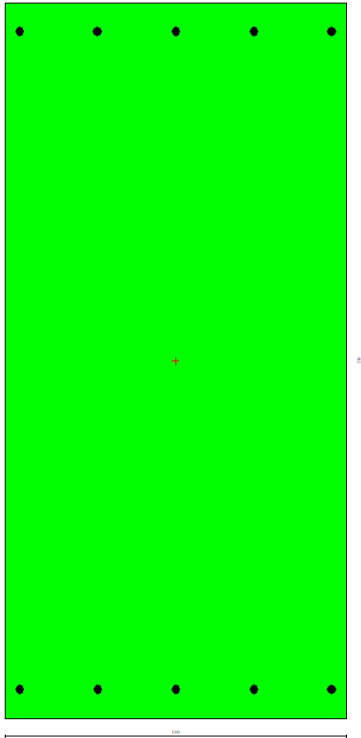
**Verifiche a taglio**

<b>NOME:</b> SEZ.B	<b>CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)</b>							<b>Rev. 10.1</b>	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO		
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$
1,00	0,62	45,00	1,00	-820,0	329,0	322,0	24,90	14,11	1,50
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$									
ARMATURE LONGITUDINALI									
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\varnothing$ (mm)	$A_{s1,\varnothing}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )				
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55				
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)									
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$
	26,55	0,15	1,57	0,43%	0,34	1,33	1,09	378,7	86,9% VERIFICA OK

<b>NOME:</b> SEZ.B	<b>CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)</b>							<b>Rev. 10.1</b>	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO		
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$
1,00	0,62	45,00	1,00	-956,0	50,0	309,0	24,90	14,11	1,50
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$									
ARMATURE LONGITUDINALI									
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\varnothing$ (mm)	$A_{s1,\varnothing}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )				
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55				
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)									
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$
	26,55	0,15	1,57	0,43%	0,34	1,55	1,11	399,1	12,5% VERIFICA OK

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 133 di 217

### SEZIONE C



Base:	100.0 cm
Altezza:	210.0 cm
Barre intradosso:	5Ø26
Barre estradosso:	5Ø26
Coprif.(dal baric. barre):	8.5 cm

### **Caratteristiche geometriche**

Area sezione	21000,00	[cmq]
Inerzia in direzione X	17500000,0	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	77175000,0	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$	[cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 105,00$	[cm]

### **Elenco ferri**

#### *Simbologia adottata*

Posizione riferita all'origine	
N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

<b>N°</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>d</b>	<b>ω</b>
-----------	----------	----------	----------	----------

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT									
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 134 di 217

1	4,30	8,50	26	5,31
2	27,15	8,50	26	5,31
3	50,00	8,50	26	5,31
4	72,85	8,50	26	5,31
5	95,70	8,50	26	5,31
6	95,70	201,50	26	5,31
7	72,85	201,50	26	5,31
8	50,00	201,50	26	5,31
9	27,15	201,50	26	5,31
10	4,30	201,50	26	5,31

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in[kN]
M <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	783,0000	1047,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	1126,0000	1548,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	1183,0000	1777,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	676,0000	800,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	866,0000	1301,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	827,0000	1087,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
7	843,0000	1079,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
8	849,0000	1309,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
9	774,0000	1155,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
10	757,0000	1101,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
11	773,0000	1095,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
12	758,0000	1163,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
13	866,0000	1301,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
14	828,0000	1111,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
15	844,0000	1104,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
16	849,0000	1309,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 135 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
5	61,82	0,00	(0,00; 148,18)	(100,00; 148,18)
6	67,88	0,00	(0,00; 142,12)	(100,00; 142,12)
7	69,27	0,00	(0,00; 140,73)	(100,00; 140,73)
8	60,81	0,00	(0,00; 149,19)	(100,00; 149,19)
9	62,09	0,00	(0,00; 147,91)	(100,00; 147,91)
10	63,15	0,00	(0,00; 146,85)	(100,00; 146,85)
11	64,30	0,00	(0,00; 145,70)	(100,00; 145,70)
12	61,00	0,00	(0,00; 149,00)	(100,00; 149,00)
13	61,82	0,00	(0,00; 148,18)	(100,00; 148,18)
14	66,84	0,00	(0,00; 143,16)	(100,00; 143,16)
15	68,12	0,00	(0,00; 141,88)	(100,00; 141,88)
16	60,81	0,00	(0,00; 149,19)	(100,00; 149,19)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
5	3,416	0,000	0,000	44,198	-115,775
6	2,796	0,000	0,000	36,683	-82,554
7	2,761	0,000	0,000	36,337	-79,059
8	3,449	0,000	0,000	44,498	-119,672
9	3,030	0,000	0,000	39,231	-102,048
10	2,878	0,000	0,000	37,364	-94,579
11	2,852	0,000	0,000	37,119	-91,270
12	3,062	0,000	0,000	39,531	-105,795
13	3,416	0,000	0,000	44,198	-115,775
14	2,868	0,000	0,000	37,547	-86,668
15	2,837	0,000	0,000	37,243	-83,309
16	3,449	0,000	0,000	44,498	-119,672

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 136 di 217

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
4425,6476	0,0000	5917,8199	5,65
30530,7988	0,0000	1047,0000	38,99
783,0000	0,0000	2773,9914	2,65

Combinazione n° 2

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
4159,5887	0,0000	5718,5109	3,69
29918,7587	0,0000	1548,0000	26,57
1126,0000	0,0000	3093,4982	2,00

Combinazione n° 3

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
3391,6048	0,0000	5094,5746	2,87
29632,3060	0,0000	1777,0000	25,05
1183,0000	0,0000	3146,1989	1,77

Combinazione n° 4

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
5806,3109	0,0000	6871,3738	8,59
30823,5266	0,0000	800,0000	45,60
676,0000	0,0000	2673,4886	3,34

**Risultati fessurazione**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
M <sub>x</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
M <sub>y</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
σ <sub>f</sub>	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ <sub>c</sub>	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A <sub>eff</sub>	Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
ε	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S <sub>rm</sub>	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	A <sub>eff</sub>	ε	S <sub>rm</sub>	w
9	0,0000	1742,4258	-213,334	-15,021	2125,00	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	1736,1179	-214,821	-15,124	2125,00	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	1741,9482	-213,400	-15,026	2125,00	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	1736,5498	-214,745	-15,119	2125,00	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	1776,4240	-205,381	-14,472	2125,00	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	1762,4105	-208,646	-14,697	2125,00	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	1768,2328	-207,252	-14,601	2125,00	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	1770,0901	-206,825	-14,572	2125,00	0,0000	0	0,0000



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 137 di 217

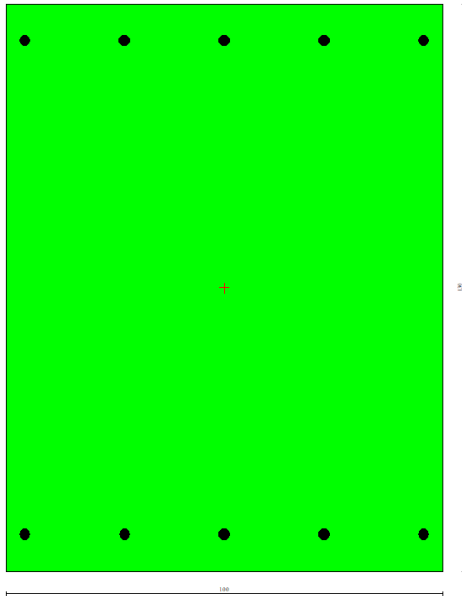
### Verifiche a taglio

NOME: SEZ.C	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)										Rev. 10.1
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO				
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$		
1,00	2,02	21,80	2,50	-818,0	901,0	1181,0	24,90	14,11	1,50		
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$											
ARMATURE LONGITUDINALI											
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )						
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55						
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$		
	26,55	0,15	1,32	0,13%	0,26	0,41	1,03	653,4	137,9%	Necessaria armatura	
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)											
	$f_{ywd}$ (MPa)	$n_b$	$\emptyset$ (mm)	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	$s$ (m)	$V_{Rsd}$ (kN)	$V_{Rcd}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$
Staffe / Pioli (1)	391,3	2,5	14	3,85	90	0,40	1706,9	4538,7	1706,9	1706,9	52,8% VERIFICA OK
Ferri piegati (2)	391,3	0	26	0,00	45	-	0,0	6354,2	0,0		

NOME: SEZ.C	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)										Rev. 10.1
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO				
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$		
1,00	2,02	21,80	2,50	-741,0	250,0	976,0	24,90	14,11	1,50		
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$											
ARMATURE LONGITUDINALI											
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )						
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55						
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$		
	26,55	0,15	1,32	0,13%	0,26	0,37	1,03	641,9	38,9%	VERIFICA OK	
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)											
	$f_{ywd}$ (MPa)	$n_b$	$\emptyset$ (mm)	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	$s$ (m)	$V_{Rsd}$ (kN)	$V_{Rcd}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$
Staffe / Pioli (1)	391,3	2,5	14	3,85	90	0,40	1706,9	4526,8	1706,9	1706,9	14,6% VERIFICA OK
Ferri piegati (2)	391,3	0	26	0,00	45	-	0,0	6337,5	0,0		

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 138 di 217

### SEZIONE D



Base:	100.0 cm
Altezza:	130.0 cm
Barre intradosso:	5Ø26
Barre estradosso:	5Ø26
Coprif.(dal baric. barre):	8.5 cm

### **Caratteristiche geometriche**

Area sezione	13000,00 [cmq]	
Inerzia in direzione X	10833333,3	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	18308333,3	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$	[cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 65,00$	[cm]

### **Elenco ferri**

#### *Simbologia adottata*

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	95,70	121,50	26	5,31
2	72,85	121,50	26	5,31
3	50,00	121,50	26	5,31
4	27,15	121,50	26	5,31
5	4,30	121,50	26	5,31
6	4,30	8,50	26	5,31

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT									
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA  ARTIFICIALE</b>				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 139 di 217

7	27,15	8,50	26	5,31
8	50,00	8,50	26	5,31
9	72,85	8,50	26	5,31
10	95,70	8,50	26	5,31

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in [kN]
M <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	700,0000	-300,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	1011,0000	944,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	1034,0000	661,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	586,0000	-241,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	755,0000	349,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	717,0000	453,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
7	732,0000	250,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
8	739,0000	685,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
9	664,0000	376,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
10	647,0000	476,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
11	663,0000	272,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
12	647,0000	585,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
13	755,0000	349,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
14	717,0000	470,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
15	733,0000	266,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
16	739,0000	685,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 140 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
5	77,30	0,00	(0,00; 52,70)	(100,00; 52,70)
6	57,75	0,00	(0,00; 72,25)	(100,00; 72,25)
7	101,55	0,00	(0,00; 28,45)	(100,00; 28,45)
8	43,97	0,00	(0,00; 86,03)	(100,00; 86,03)
9	63,66	0,00	(0,00; 66,34)	(100,00; 66,34)
10	51,16	0,00	(0,00; 78,84)	(100,00; 78,84)
11	86,61	0,00	(0,00; 43,39)	(100,00; 43,39)
12	44,62	0,00	(0,00; 85,38)	(100,00; 85,38)
13	77,30	0,00	(0,00; 52,70)	(100,00; 52,70)
14	55,99	0,00	(0,00; 74,01)	(100,00; 74,01)
15	96,60	0,00	(0,00; 33,40)	(100,00; 33,40)
16	43,97	0,00	(0,00; 86,03)	(100,00; 86,03)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
5	1,891	0,000	0,000	25,250	-16,220
6	2,572	0,000	0,000	32,902	-42,584
7	1,365	0,000	0,000	18,756	-4,022
8	4,065	0,000	0,000	49,192	-107,510
9	2,097	0,000	0,000	27,258	-28,584
10	2,762	0,000	0,000	34,546	-56,963
11	1,464	0,000	0,000	19,802	-8,845
12	3,465	0,000	0,000	42,079	-89,577
13	1,891	0,000	0,000	25,250	-16,220
14	2,684	0,000	0,000	34,145	-47,094
15	1,440	0,000	0,000	19,698	-5,566
16	4,065	0,000	0,000	49,192	-107,510

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza

### Combinazione n° 1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 141 di 217

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>9374,8551</u>	0,0000	<u>-4017,7950</u>	13,39
<u>19878,8969</u>	0,0000	-300,0000	28,40
700,0000	0,0000	<u>-1603,4931</u>	5,34

Combinazione n° 2

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>2979,4600</u>	0,0000	<u>2782,0082</u>	2,95
<u>18600,6154</u>	0,0000	944,0000	18,40
1011,0000	0,0000	<u>1775,0137</u>	1,88

Combinazione n° 3

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>5826,6980</u>	0,0000	<u>3724,8041</u>	5,64
<u>19177,0993</u>	0,0000	661,0000	18,55
1034,0000	0,0000	<u>1787,5832</u>	2,70

Combinazione n° 4

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>9660,4246</u>	0,0000	<u>-3972,9733</u>	16,49
<u>19988,8792</u>	0,0000	-241,0000	34,11
586,0000	0,0000	<u>-1539,9148</u>	6,39

**Risultati fessurazione**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
$M_x$	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
$M_y$	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
$\sigma_f$	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
$\sigma_c$	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
$A_{eff}$	Area efficace a trazione, espressa in [cm <sup>2</sup> ]
$\epsilon$	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
$S_{rm}$	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	$M_x$	$M_y$	$\sigma_f$	$\sigma_c$	$A_{eff}$	$\epsilon$	$S_{rm}$	w
9	0,0000	734,2281	-133,992	-9,865	2125,00	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	730,2695	-135,300	-9,957	2125,00	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	734,0281	-134,079	-9,872	2125,00	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	730,2788	-135,302	-9,958	2125,00	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	755,3941	-127,185	-9,387	2125,00	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	746,5840	-129,996	-9,585	2125,00	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	750,3070	-128,810	-9,501	2125,00	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	751,6938	-128,364	-9,470	2125,00	0,0000	0	0,0000

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 142 di 217

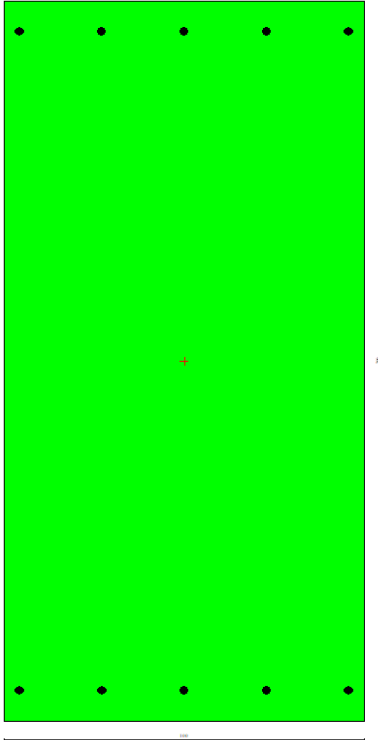
**Verifiche a taglio**

<b>NOME:</b> SEZ.D	<b>CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)</b>									Rev. 10.1
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	1,22	45,00	1,00	-588,0	326,0	234,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	26,55	0,15	1,41	0,22%	0,29	0,48	1,03	448,7	72,7%	VERIFICA OK

<b>NOME:</b> SEZ.D	<b>CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)</b>									Rev. 10.1
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	1,22	45,00	1,00	-657,0	19,0	753,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	26,55	0,15	1,41	0,22%	0,29	0,54	1,04	459,0	4,1%	VERIFICA OK

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 143 di 217

### SEZIONE E



Base:	100.0 cm
Altezza:	200.0 cm
Barre intradosso:	5Ø26
Barre estradosso:	5Ø26
Coprif.(dal baric. barre):	8.5 cm

### **Caratteristiche geometriche**

Area sezione	20000,00 [cmq]	
Inerzia in direzione X	16666666,7	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	66666666,7	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$	[cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 100,00$	[cm]

### **Elenco ferri**

#### *Simbologia adottata*

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	4,30	8,50	26	5,31
2	27,15	8,50	26	5,31

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 144 di 217

3	50,00	8,50	26	5,31
4	72,85	8,50	26	5,31
5	95,70	8,50	26	5,31
6	95,70	191,50	26	5,31
7	72,85	191,50	26	5,31
8	50,00	191,50	26	5,31
9	27,15	191,50	26	5,31
10	4,30	191,50	26	5,31

**Materiale impiegato :** Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in[kN]
M <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	465,0000	-423,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	700,0000	945,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	781,0000	740,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	416,0000	428,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	569,0000	531,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	496,0000	484,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
7	558,0000	323,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
8	510,0000	681,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
9	494,0000	419,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
10	430,0000	451,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
11	490,0000	299,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
12	435,0000	566,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
13	569,0000	531,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
14	494,0000	492,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
15	556,0000	332,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
16	510,0000	681,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 145 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
5	84,89	0,00	(0,00; 115,11)	(100,00; 115,11)
6	81,21	0,00	(0,00; 118,79)	(100,00; 118,79)
7	140,82	0,00	(0,00; 59,18)	(100,00; 59,18)
8	62,57	0,00	(0,00; 137,43)	(100,00; 137,43)
9	93,83	0,00	(0,00; 106,17)	(100,00; 106,17)
10	75,87	0,00	(0,00; 124,13)	(100,00; 124,13)
11	133,79	0,00	(0,00; 66,21)	(100,00; 66,21)
12	63,72	0,00	(0,00; 136,28)	(100,00; 136,28)
13	84,89	0,00	(0,00; 115,11)	(100,00; 115,11)
14	79,62	0,00	(0,00; 120,38)	(100,00; 120,38)
15	136,68	0,00	(0,00; 63,32)	(100,00; 63,32)
16	62,57	0,00	(0,00; 137,43)	(100,00; 137,43)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
5	1,387	0,000	0,000	18,719	-26,123
6	1,280	0,000	0,000	17,185	-26,069
7	0,767	0,000	0,000	10,815	-4,142
8	1,923	0,000	0,000	24,924	-59,426
9	1,065	0,000	0,000	14,526	-16,627
10	1,215	0,000	0,000	16,179	-27,770
11	0,711	0,000	0,000	9,989	-4,602
12	1,592	0,000	0,000	20,692	-47,878
13	1,387	0,000	0,000	18,719	-26,123
14	1,308	0,000	0,000	17,524	-27,566
15	0,789	0,000	0,000	11,098	-4,747
16	1,923	0,000	0,000	24,924	-59,426

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza

### Combinazione n° 1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 146 di 217

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>8570,7392</u>	0,0000	<u>-7796,6079</u>	18,43
<u>29819,1032</u>	0,0000	-423,0000	64,13
465,0000	0,0000	<u>-2348,7854</u>	5,55

Combinazione n° 2

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>3832,7551</u>	0,0000	<u>5174,2193</u>	5,48
<u>29182,2379</u>	0,0000	945,0000	41,69
700,0000	0,0000	<u>2559,4122</u>	2,71

Combinazione n° 3

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>7981,6004</u>	0,0000	<u>7562,5920</u>	10,22
<u>29437,0841</u>	0,0000	740,0000	37,69
781,0000	0,0000	<u>2631,5798</u>	3,56

Combinazione n° 4

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>6839,7503</u>	0,0000	<u>7037,0507</u>	16,44
<u>29813,2123</u>	0,0000	428,0000	71,67
416,0000	0,0000	<u>2304,6330</u>	5,38

**Risultati fessurazione**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
M <sub>x</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
M <sub>y</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
σ <sub>f</sub>	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ <sub>c</sub>	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A <sub>eff</sub>	Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
ε	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S <sub>rm</sub>	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	A <sub>eff</sub>	ε	S <sub>rm</sub>	w
9	0,0000	1499,8891	-227,344	-16,025	2125,00	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	1477,2012	-233,322	-16,438	2125,00	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	1498,3871	-227,698	-16,050	2125,00	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	1479,0066	-232,858	-16,406	2125,00	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	1526,2102	-220,406	-15,546	2125,00	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	1499,8313	-227,332	-16,024	2125,00	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	1521,7531	-221,621	-15,630	2125,00	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	1505,5154	-225,855	-15,922	2125,00	0,0000	0	0,0000

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 147 di 217

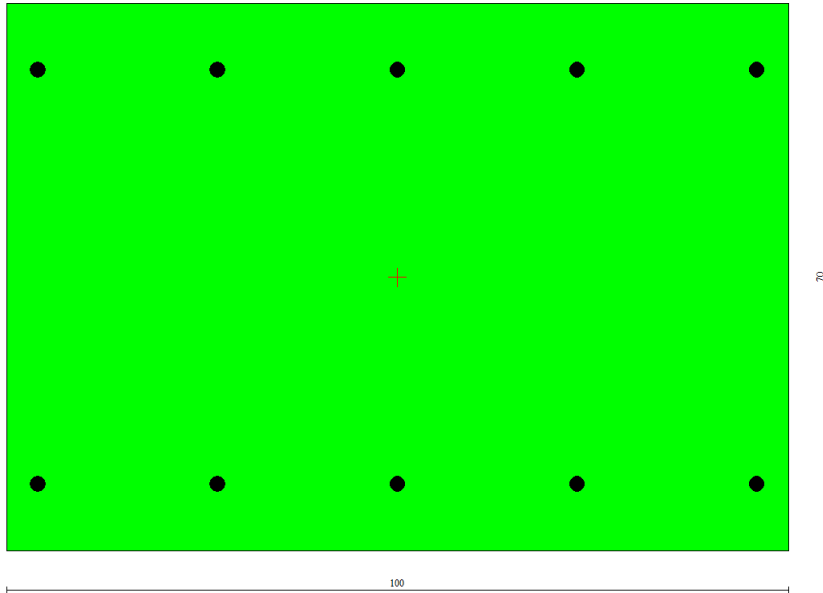
**Verifiche a taglio**

NOME: SEZE	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)										Rev. 10.1
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO				
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$		
1,00	1,92	45,00	1,00	-692,0	552,0	737,0	24,90	14,11	1,50		
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$											
ARMATURE LONGITUDINALI											
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )						
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55						
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$		
	26,55	0,15	1,32	0,14%	0,27	0,36	1,03	612,8	90,1%	VERIFICA OK	

NOME: SEZE	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)										Rev. 10.1
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO				
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$		
1,00	1,92	45,00	1,00	-473,0	219,0	309,0	24,90	14,11	1,50		
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$											
ARMATURE LONGITUDINALI											
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )						
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55						
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$		
	26,55	0,15	1,32	0,14%	0,27	0,25	1,02	580,0	37,8%	VERIFICA OK	

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 148 di 217

## SEZIONE F



Base:	100.0 cm
Altezza:	70.0 cm
Barre intradosso:	5Ø20
Barre estradosso:	5Ø20
Coprif.(dal baric. barre):	8.5cm

### Caratteristiche geometriche

Area sezione	7000,00 [cmq]
Inerzia in direzione X	5833333,3 [cm^4]
Inerzia in direzione Y	2858333,3 [cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm^4]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$ [cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 35,00$ [cm]

### Elenco ferri

#### Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	4,00	8,50	20	3,14
2	27,00	8,50	20	3,14
3	50,00	8,50	20	3,14
4	73,00	8,50	20	3,14
5	96,00	8,50	20	3,14
6	96,00	61,50	20	3,14
7	73,00	61,50	20	3,14

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 149 di 217

8	50,00	61,50	20	3,14
9	27,00	61,50	20	3,14
10	4,00	61,50	20	3,14

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in[kN]
M <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	344,0000	-305,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	703,0000	232,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	703,0000	231,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	200,0000	-187,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	366,0000	24,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	250,0000	-216,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
7	250,0000	-216,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
8	366,0000	24,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
9	318,0000	17,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
10	210,0000	-178,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
11	210,0000	-178,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
12	318,0000	17,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
13	363,0000	21,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
14	250,0000	-216,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
15	250,0000	-216,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
16	363,0000	21,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 150 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
5	100,10	0,00	(0,00; -30,10)	(100,00; -30,10)
6	18,61	0,00	(100,00; 18,61)	(0,00; 18,61)
7	18,61	0,00	(100,00; 18,61)	(0,00; 18,61)
8	100,10	0,00	(0,00; -30,10)	(100,00; -30,10)
9	114,85	0,00	(0,00; -44,85)	(100,00; -44,85)
10	18,72	0,00	(100,00; 18,72)	(0,00; 18,72)
11	18,72	0,00	(100,00; 18,72)	(0,00; 18,72)
12	114,85	0,00	(0,00; -44,85)	(100,00; -44,85)
13	108,79	0,00	(0,00; -38,79)	(100,00; -38,79)
14	18,61	0,00	(100,00; 18,61)	(0,00; 18,61)
15	18,61	0,00	(100,00; 18,61)	(0,00; 18,61)
16	108,79	0,00	(0,00; -38,79)	(100,00; -38,79)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
5	0,753	0,000	0,000	10,339	4,357
6	4,845	0,000	0,000	39,493	-167,443
7	4,845	0,000	0,000	39,493	-167,443
8	0,753	0,000	0,000	10,339	4,357
9	0,612	0,000	0,000	8,503	4,266
10	3,991	0,000	0,000	32,685	-136,821
11	3,991	0,000	0,000	32,685	-136,821
12	0,612	0,000	0,000	8,503	4,266
13	0,716	0,000	0,000	9,905	4,671
14	4,845	0,000	0,000	39,493	-167,443
15	4,845	0,000	0,000	39,493	-167,443
16	0,716	0,000	0,000	9,905	4,671

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 151 di 217

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
598,4966	0,0000	-530,6438	1,74
9953,1674	0,0000	-305,0000	28,93
344,0000	0,0000	-460,1596	1,51

Combinazione n° 2

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
3277,8817	0,0000	1081,7476	4,66
10242,3235	0,0000	232,0000	14,57
703,0000	0,0000	558,9387	2,41

Combinazione n° 3

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
3299,2595	0,0000	1084,1094	4,69
10246,2366	0,0000	231,0000	14,58
703,0000	0,0000	558,9386	2,42

Combinazione n° 4

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
554,7448	0,0000	-518,6864	2,77
10417,2131	0,0000	-187,0000	52,09
200,0000	0,0000	-419,3313	2,24

**Risultati fessurazione**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
M <sub>x</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
M <sub>y</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
σ <sub>f</sub>	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ <sub>c</sub>	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A <sub>eff</sub>	Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
ε	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S <sub>rm</sub>	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	A <sub>eff</sub>	ε	S <sub>rm</sub>	w
9	0,0000	203,4953	-134,138	-10,803	1645,37	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	-190,3244	-150,557	-12,015	1721,16	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	-190,3244	-150,557	-12,015	1721,16	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	203,4953	-134,138	-10,803	1645,37	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	208,9828	-127,704	-10,327	1613,34	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	-195,2016	-144,318	-11,555	1693,27	0,0488	330	0,2733
15	0,0000	-195,2016	-144,318	-11,555	1693,27	0,0488	330	0,2733
16	0,0000	208,9828	-127,704	-10,327	1613,34	0,0000	0	0,0000

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 152 di 217

**Verifiche a taglio**

<b>NOME:</b> SEZ.F	<b>CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)</b>										<b>Rev. 10.1</b>	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO					
$b_w$	$d$	$\theta$	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$M_{Ed}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$\gamma_c$			
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)				
1,00	0,62	45,00	1,00	-500,0	36,0	44,0	24,90	14,11	1,50			
				$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$								
ARMATURE LONGITUDINALI												
	$f_{yd}$	$n$	$\emptyset$	$A_{s1,\emptyset}$	$A_{s1}$							
	(MPa)		(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )							
Barre B450C	391,3	5	20	3,14	15,71							
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)												
	$A_{s1}$	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$V_{Rd}$	$V_{Ed}/V_{Rd}$			
	(cm <sup>2</sup> )			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)				
	15,71	0,15	1,57	0,26%	0,34	0,81	1,06	289,7	12,4%	VERIFICA OK		

<b>NOME:</b> SEZ.F	<b>CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)</b>										<b>Rev. 10.1</b>	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO					
$b_w$	$d$	$\theta$	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$M_{Ed}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$\gamma_c$			
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)				
1,00	0,62	45,00	1,00	-626,0	55,0	69,0	24,90	14,11	1,50			
				$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$								
ARMATURE LONGITUDINALI												
	$f_{yd}$	$n$	$\emptyset$	$A_{s1,\emptyset}$	$A_{s1}$							
	(MPa)		(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )							
Barre B450C	391,3	5	20	3,14	15,71							
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)												
	$A_{s1}$	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$V_{Rd}$	$V_{Ed}/V_{Rd}$			
	(cm <sup>2</sup> )			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)				
	15,71	0,15	1,57	0,26%	0,34	1,02	1,07	308,6	17,8%	VERIFICA OK		



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 153 di 217

### 11.2.1 Incidenza dell'armatura

Si riporta di seguito il calcolo dell'incidenza dell'armatura nei differenti elementi strutturali, considerando lo spessore medio degli elementi ed un coefficiente amplificativo  $\alpha$  pari a 1.1, per tener conto di sovrapposizioni, chiamate etc.

SPESSORE		0,7	CALOTTA					
Vcls (m <sup>3</sup> )		0,7	passo correnti		0,4	m		
$\gamma$ acc (kg/m <sup>3</sup> )		7850	passo spille rad		0,4	m		
			passo spille long		0,2	m		
			<b>concio d'attacco</b>					
		$\Phi$ (mm)	Peso/m (kg/m)	L (m)	n (-)	$\alpha$ (-)	P tot (kg)	
		armatura radiale $\phi_1$	20	2,466	1	10	1,1	27,1
		armatura radiale $\phi_2$	0	0,000	1	5	1,1	0,0
		armatura long	16	1,578	1	5	1,1	8,7
		armatura spille	14	1,208	0,6	12,50	1,1	10,0
						<b>TOT fless</b>	<b>35,8</b>	
						<b>TOT shear</b>	<b>10,0</b>	
		<b>INCIDENZA= Ptot/V (kg/m<sup>3</sup>)</b>	55,00					
		<b>INCIDENZA= Ptot/V (kg/m<sup>3</sup>)</b>	15,00					

Incidenza totale calotta: 70 kg/m<sup>3</sup>

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ RH GA0100 001 B 154 di 217

	SPESSORE	0,7	<b>ARCO ROVESCIO</b>				
	Vcls (m <sup>3</sup> )	0,7	passo correnti		0,4	m	
	γ acc (kg/m <sup>3</sup> )	7850	passo spille rad		0,4	m	
			passo spille long		0,4	m	
	<b>concio d'attacco</b>						
		<b>Φ (mm)</b>	<b>Peso/m (kg/m)</b>	<b>L (m)</b>	<b>n (-)</b>	<b>α (-)</b>	<b>P tot (kg)</b>
	armatura radiale φ <sub>1</sub>	<b>26</b>	4,168	<b>1</b>	<b>10</b>	1,1	45,8
	armatura radiale φ <sub>2</sub>	<b>0</b>	0,000	<b>1</b>	<b>5</b>	1,1	0,0
	armatura long	<b>16</b>	1,578	<b>1</b>	<b>5</b>	1,1	8,7
	armatura spille	<b>14</b>	1,208	<b>0,6</b>	<b>6,25</b>	1,1	5,0
						<b>TOT fless</b>	<b>54,5</b>
						<b>TOT shear</b>	<b>5,0</b>
	<b>INCIDENZA= Ptot/V (kg/m<sup>3</sup>)</b>	80,00					
	<b>INCIDENZA= Ptot/V (kg/m<sup>3</sup>)</b>	10,00					

Incidenza totale arco rovescio: 90 kg/m<sup>3</sup>

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 155 di 217

## 11.3 VERIFICHE AGLI SLU ED AGLI SLE – CONCIO D’ATTACCO

### Impostazioni verifiche SLU

#### Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

### Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Aggressive  
 Armatura ad aderenza migliorata

#### Verifica fessurazione

Metodo di calcolo aperture delle fessure: NTC 2018 - C4.1.2.2.4.5

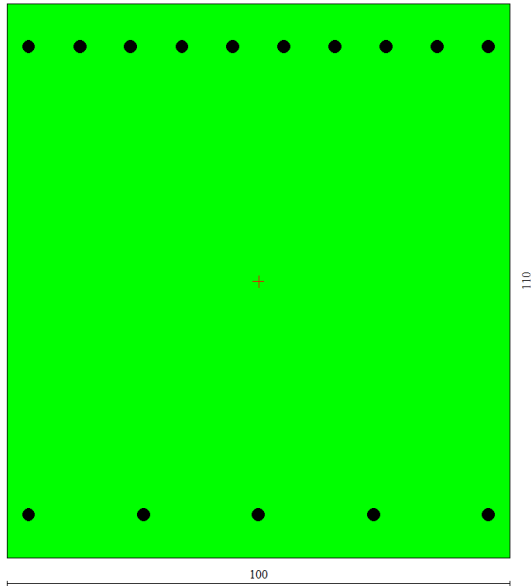
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 156 di 217

### SEZIONE A



Base:	100.0 cm
Altezza:	110.0 cm
Barre intradosso:	10Ø26
Barre estradosso:	5Ø26
Coprif.(dal baric. barre):	8.5 cm

### Caratteristiche geometriche

Area sezione	11000,00 [cmq]
Inerzia in direzione X	9166666,7 [cm^4]
Inerzia in direzione Y	11091666,7 [cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm^4]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$ [cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 55,00$ [cm]

### Elenco ferri

#### Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine	
N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	4,30	8,50	26	5,31
2	27,15	8,50	26	5,31
3	50,00	8,50	26	5,31
4	72,85	8,50	26	5,31
5	95,70	8,50	26	5,31
6	95,70	101,50	26	5,31
7	85,54	101,50	26	5,31

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 157 di 217

8	75,39	101,50	26	5,31
9	65,23	101,50	26	5,31
10	55,08	101,50	26	5,31
11	44,92	101,50	26	5,31
12	34,77	101,50	26	5,31
13	24,61	101,50	26	5,31
14	14,46	101,50	26	5,31
15	4,30	101,50	26	5,31

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in[kN]
M <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	893,0000	-1305,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	1626,0000	-118,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	1626,0000	-304,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	590,0000	-879,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	934,0000	-757,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	640,0000	-656,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
7	659,0000	-942,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
8	915,0000	-468,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
9	893,0000	-665,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
10	616,0000	-665,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
11	620,0000	-849,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
12	889,0000	-481,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
13	934,0000	-757,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
14	641,0000	-666,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
15	659,0000	-942,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
16	917,0000	-479,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 158 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
5	48,13	0,00	(100,00; 48,13)	(0,00; 48,13)
6	44,03	0,00	(100,00; 44,03)	(0,00; 44,03)
7	39,95	0,00	(100,00; 39,95)	(0,00; 39,95)
8	60,94	0,00	(100,00; 60,94)	(0,00; 60,94)
9	49,95	0,00	(100,00; 49,95)	(0,00; 49,95)
10	43,28	0,00	(100,00; 43,28)	(0,00; 43,28)
11	40,39	0,00	(100,00; 40,39)	(0,00; 40,39)
12	58,94	0,00	(100,00; 58,94)	(0,00; 58,94)
13	48,13	0,00	(100,00; 48,13)	(0,00; 48,13)
14	43,83	0,00	(100,00; 43,83)	(0,00; 43,83)
15	39,95	0,00	(100,00; 39,95)	(0,00; 39,95)
16	60,18	0,00	(100,00; 60,18)	(0,00; 60,18)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
5	5,045	0,000	0,000	62,307	-83,902
6	4,314	0,000	0,000	52,223	-84,468
7	6,081	0,000	0,000	71,811	-140,564
8	3,200	0,000	0,000	41,299	-31,940
9	4,452	0,000	0,000	55,418	-68,932
10	4,361	0,000	0,000	52,565	-87,994
11	5,494	0,000	0,000	65,064	-124,705
12	3,277	0,000	0,000	42,068	-35,496
13	5,045	0,000	0,000	62,307	-83,902
14	4,377	0,000	0,000	52,920	-86,385
15	6,081	0,000	0,000	71,811	-140,564
16	3,270	0,000	0,000	42,127	-33,687

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza

### Combinazione n° 1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 159 di 217

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>1876,5625</u>	0,0000	<u>-2742,3449</u>	2,10
<u>14417,9762</u>	0,0000	-1305,0000	16,15
893,0000	0,0000	<u>-2356,0330</u>	1,81

Combinazione n° 2

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>14972,1861</u>	0,0000	<u>-1086,5424</u>	9,21
<u>17314,9508</u>	0,0000	-118,0000	10,65
1626,0000	0,0000	<u>-2653,6808</u>	22,49

Combinazione n° 3

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>11853,3416</u>	0,0000	<u>-2216,1229</u>	7,29
<u>16882,6395</u>	0,0000	-304,0000	10,38
1626,0000	0,0000	<u>-2653,6809</u>	8,73

Combinazione n° 4

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>1829,8386</u>	0,0000	<u>-2726,1494</u>	3,10
<u>15491,1638</u>	0,0000	-879,0000	26,26
590,0000	0,0000	<u>-2226,9080</u>	2,53

**Risultati fessurazione**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
M <sub>x</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
M <sub>y</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
σ <sub>f</sub>	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ <sub>c</sub>	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A <sub>eff</sub>	Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
ε	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S <sub>rm</sub>	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	A <sub>eff</sub>	ε	S <sub>rm</sub>	w
9	0,0000	-634,5425	-63,156	-4,920	1965,27	0,0201	223	0,0763
10	0,0000	-580,7710	-71,272	-5,471	2125,00	0,0256	231	0,1008
11	0,0000	-581,5733	-71,149	-5,462	2125,00	0,0374	231	0,1471
12	0,0000	-633,7551	-63,261	-4,927	1967,87	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	-642,4890	-62,073	-4,847	1938,65	0,0244	222	0,0923
14	0,0000	-585,6442	-70,482	-5,417	2125,00	0,0252	231	0,0989
15	0,0000	-589,1180	-69,915	-5,378	2124,39	0,0451	231	0,1773
16	0,0000	-639,2124	-62,522	-4,877	1949,66	0,0000	0	0,0000

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 160 di 217

**Verifiche a taglio**

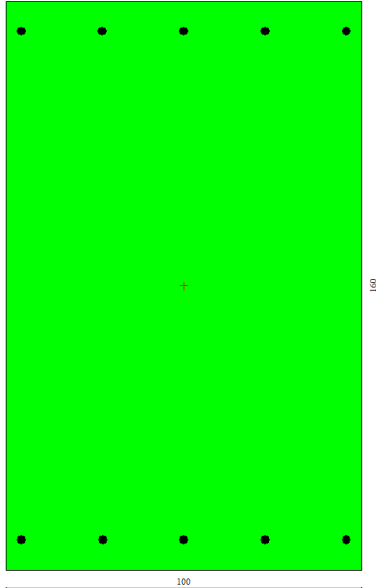
<b>NOME:</b> SEZA	<b>CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)</b>									<b>Rev. 10.1</b>
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	1,02	45,00	1,00	-1432,0	80,0	396,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\varnothing$ (mm)	$A_{s1,\varnothing}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	10	26	5,31	53,09					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	53,09	0,15	1,44	0,52%	0,30	1,41	1,10	628,6	12,7%	VERIFICA OK

<b>NOME:</b> SEZA	<b>CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)</b>									<b>Rev. 10.1</b>
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	1,02	45,00	1,00	-890,0	133,0	860,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\varnothing$ (mm)	$A_{s1,\varnothing}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	10	26	5,31	53,09					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	53,09	0,15	1,44	0,52%	0,30	0,88	1,06	547,3	24,3%	VERIFICA OK



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 161 di 217

## SEZIONE B



Base:	100.0 cm
Altezza:	160.0 cm
Barre intradosso:	5Ø26
Barre estradosso:	5Ø26
Coprif.(dal baric. barre):	8.5 cm

### Caratteristiche geometriche

Area sezione	16000,00 [cmq]	
Inerzia in direzione X	13333333,3	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	34133333,3	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$	[cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 80,00$	[cm]

### Elenco ferri

#### Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	4,30	8,50	26	5,31
2	27,15	8,50	26	5,31
3	50,00	8,50	26	5,31
4	72,85	8,50	26	5,31
5	95,70	8,50	26	5,31
6	95,70	151,50	26	5,31
7	72,85	151,50	26	5,31

APPALTATORE: Conorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 162 di 217

8	50,00	151,50	26	5,31
9	27,15	151,50	26	5,31
10	4,30	151,50	26	5,31

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in[kN]
M <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	590,0000	106,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	1388,0000	1390,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	1582,0000	1153,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	590,0000	106,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	934,0000	464,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	640,0000	453,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
7	645,0000	226,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
8	929,0000	691,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
9	893,0000	466,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
10	616,0000	466,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
11	620,0000	277,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
12	889,0000	656,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
13	934,0000	464,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
14	641,0000	462,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
15	646,0000	235,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
16	929,0000	691,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 163 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
5	106,80	0,00	(0,00; 53,20)	(100,00; 53,20)
6	74,68	0,00	(0,00; 85,32)	(100,00; 85,32)
7	141,87	0,00	(0,00; 18,13)	(100,00; 18,13)
8	71,20	0,00	(0,00; 88,80)	(100,00; 88,80)
9	101,78	0,00	(0,00; 58,22)	(100,00; 58,22)
10	70,08	0,00	(0,00; 89,92)	(100,00; 89,92)
11	117,77	0,00	(0,00; 42,23)	(100,00; 42,23)
12	71,74	0,00	(0,00; 88,26)	(100,00; 88,26)
13	106,80	0,00	(0,00; 53,20)	(100,00; 53,20)
14	73,38	0,00	(0,00; 86,62)	(100,00; 86,62)
15	138,33	0,00	(0,00; 21,67)	(100,00; 21,67)
16	71,20	0,00	(0,00; 88,80)	(100,00; 88,80)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
5	1,686	0,000	0,000	23,276	-10,584
6	1,740	0,000	0,000	23,135	-26,853
7	0,867	0,000	0,000	12,223	-0,882
8	2,684	0,000	0,000	35,448	-45,393
9	1,698	0,000	0,000	23,341	-12,439
10	1,816	0,000	0,000	23,940	-31,650
11	1,009	0,000	0,000	14,045	-4,336
12	2,543	0,000	0,000	33,629	-42,410
13	1,686	0,000	0,000	23,276	-10,584
14	1,782	0,000	0,000	23,634	-28,458
15	0,891	0,000	0,000	12,540	-1,272
16	2,684	0,000	0,000	35,448	-45,393

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 164 di 217

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
18909,5224	0,0000	3397,3040	32,05
24505,6764	0,0000	106,0000	41,54
590,0000	0,0000	1935,8157	18,26

Combinazione n° 2

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
4187,6830	0,0000	4193,7172	3,02
22481,1391	0,0000	1390,0000	16,20
1388,0000	0,0000	2487,4708	1,79

Combinazione n° 3

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
7438,2890	0,0000	5421,2056	4,70
22877,1185	0,0000	1153,0000	14,46
1582,0000	0,0000	2618,4465	2,27

Combinazione n° 4

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
18909,5224	0,0000	3397,3040	32,05
24505,6764	0,0000	106,0000	41,54
590,0000	0,0000	1935,8157	18,26

**Risultati fessurazione**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
$M_x$	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
$M_y$	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
$\sigma_f$	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
$\sigma_c$	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
$A_{eff}$	Area efficace a trazione, espressa in [cm <sup>2</sup> ]
$\epsilon$	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
$S_{rm}$	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	$M_x$	$M_y$	$\sigma_f$	$\sigma_c$	$A_{eff}$	$\epsilon$	$S_{rm}$	w
9	0,0000	1117,1258	-149,013	-10,754	2125,00	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	1038,3973	-171,167	-12,299	2125,00	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	1039,5074	-170,823	-12,275	2125,00	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	1116,0328	-149,326	-10,776	2125,00	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	1128,8250	-145,966	-10,542	2125,00	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	1045,5457	-169,075	-12,153	2125,00	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	1046,9434	-168,651	-12,123	2125,00	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	1127,3962	-146,334	-10,567	2125,00	0,0000	0	0,0000

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 165 di 217

### Verifiche a taglio

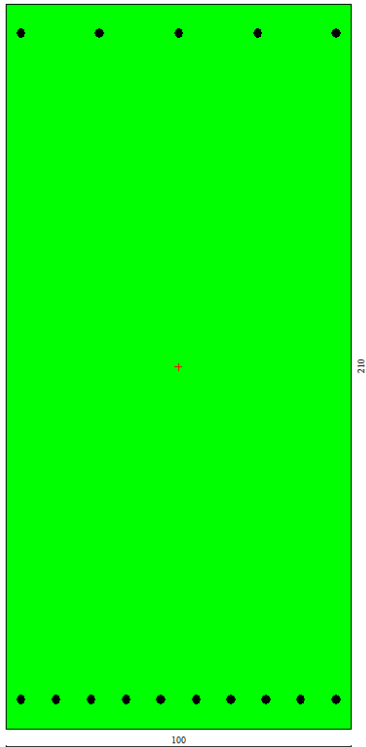
NOME: SEZ.B		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	1,52	21,80	2,50	-1238,0	1051,0	941,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	26,55	0,15	1,36	0,18%	0,28	0,82	1,06	606,9	173,2%	Necessaria armatura
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)										
	$f_{ywd}$ (MPa)	$n_b$	$\emptyset$ (mm)	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	$s$ (m)	$V_{Rsd}$ (kN)	$V_{Rcd}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$
Staffe / Pioli (1)	391,3	2,5	14	3,85	90	0,40	1283,3	3509,2	1283,3	81,9% VERIFICA OK
Ferri piegati (2)	391,3	0	26	0,00	45	-	0,0	4912,8	0,0	

NOME: SEZ.B		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	1,52	21,80	2,50	-590,0	634,0	107,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	26,55	0,15	1,36	0,18%	0,28	0,39	1,03	509,7	124,4%	Necessaria armatura
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)										
	$f_{ywd}$ (MPa)	$n_b$	$\emptyset$ (mm)	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	$s$ (m)	$V_{Rsd}$ (kN)	$V_{Rcd}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$
Staffe / Pioli (1)	391,3	2,5	14	3,85	90	0,40	1283,3	3408,6	1283,3	49,4% VERIFICA OK
Ferri piegati (2)	391,3	0	26	0,00	45	-	0,0	4772,1	0,0	

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 166 di 217

### SEZIONE C



Base:	100.0 cm
Altezza:	210.0 cm
Barre intradosso:	5Ø26
Barre estradosso:	10Ø26
Coprif.(dal baric. barre):	8.5cm

### **Caratteristiche geometriche**

Area sezione	21000,00	[cmq]
Inerzia in direzione X	17500000,0	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	77175000,0	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$	[cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 105,00$	[cm]

### **Elenco ferri**

#### *Simbologia adottata*

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	95,70	201,50	26	5,31
2	72,85	201,50	26	5,31

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER TUNNELCONSULT</b>									
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>				<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 167 di 217

3	50,00	201,50	26	5,31
4	27,15	201,50	26	5,31
5	4,30	201,50	26	5,31
6	4,30	8,50	26	5,31
7	14,46	8,50	26	5,31
8	24,61	8,50	26	5,31
9	34,77	8,50	26	5,31
10	44,92	8,50	26	5,31
11	55,08	8,50	26	5,31
12	65,23	8,50	26	5,31
13	75,39	8,50	26	5,31
14	85,54	8,50	26	5,31
15	95,70	8,50	26	5,31

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in[kN]
M <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	1096,0000	827,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	1601,0000	1914,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	1623,0000	1359,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	1075,0000	1182,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	1192,0000	1016,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	1156,0000	1069,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
7	1172,0000	930,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
8	1176,0000	1399,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
9	1097,0000	942,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
10	1081,0000	1075,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
11	1097,0000	942,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
12	1081,0000	1283,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
13	1192,0000	1016,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
14	1156,0000	1081,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
15	1172,0000	943,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
16	1176,0000	1399,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 168 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
5	116,24	0,00	(0,00; 93,76)	(100,00; 93,76)
6	108,90	0,00	(0,00; 101,10)	(100,00; 101,10)
7	123,28	0,00	(0,00; 86,72)	(100,00; 86,72)
8	90,84	0,00	(0,00; 119,16)	(100,00; 119,16)
9	115,54	0,00	(0,00; 94,46)	(100,00; 94,46)
10	102,99	0,00	(0,00; 107,01)	(100,00; 107,01)
11	115,54	0,00	(0,00; 94,46)	(100,00; 94,46)
12	90,97	0,00	(0,00; 119,03)	(100,00; 119,03)
13	116,24	0,00	(0,00; 93,76)	(100,00; 93,76)
14	107,95	0,00	(0,00; 102,05)	(100,00; 102,05)
15	121,87	0,00	(0,00; 88,13)	(100,00; 88,13)
16	90,84	0,00	(0,00; 119,16)	(100,00; 119,16)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
5	2,130	0,000	0,000	29,610	-23,432
6	2,251	0,000	0,000	31,133	-28,714
7	1,944	0,000	0,000	27,146	-18,498
8	2,990	0,000	0,000	40,659	-54,647
9	1,975	0,000	0,000	27,451	-22,045
10	2,274	0,000	0,000	31,299	-32,629
11	1,975	0,000	0,000	27,451	-22,045
12	2,742	0,000	0,000	37,289	-49,972
13	2,130	0,000	0,000	29,610	-23,432
14	2,278	0,000	0,000	31,481	-29,611
15	1,972	0,000	0,000	27,514	-19,324
16	2,990	0,000	0,000	40,659	-54,647

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
N<sub>u</sub> Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
M<sub>Xu</sub> Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
M<sub>Yu</sub> Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 1

N <sub>u</sub>	M <sub>Xu</sub>	M <sub>Yu</sub>	FS
13968,2035	0,0000	10539,8762	12,74



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 169 di 217

30698,9784	0,0000	827,0000	28,01
1096,0000	0,0000	<u>5011,5392</u>	6,06

Combinazione n° 2

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
7948,5153	0,0000	<u>9502,4724</u>	4,96
<u>29361,0943</u>	0,0000	1914,0000	18,34
1601,0000	0,0000	<u>5455,6277</u>	2,85

Combinazione n° 3

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>12604,3443</u>	0,0000	<u>10554,0997</u>	7,77
<u>30052,4093</u>	0,0000	1359,0000	18,52
1623,0000	0,0000	<u>5474,7414</u>	4,03

Combinazione n° 4

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>8977,1462</u>	0,0000	<u>9870,6854</u>	8,35
<u>30269,4162</u>	0,0000	1182,0000	28,16
1075,0000	0,0000	<u>4992,8572</u>	4,22

**Risultati fessurazione**

**Simbologia adottata**

N°	numero d'ordine della combinazione
$M_x$	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
$M_y$	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
$\sigma$	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
$\sigma_c$	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
$A_{eff}$	Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
$\epsilon$	Deformazione media acciaio teso, espressa in [‰]
$S_{rm}$	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	$M_x$	$M_y$	$\sigma_f$	$\sigma_c$	$A_{eff}$	$\epsilon$	$S_{rm}$	w
9	0,0000	1947,8426	-110,590	-7,861	2125,00	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	1941,9287	-111,140	-7,899	2125,00	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	1947,8426	-110,590	-7,861	2125,00	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	1941,9157	-111,139	-7,898	2125,00	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	1982,6883	-107,361	-7,640	2125,00	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	1969,4469	-108,568	-7,722	2125,00	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	1975,3271	-108,029	-7,685	2125,00	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	1976,7706	-107,893	-7,676	2125,00	0,0000	0	0,0000

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 170 di 217

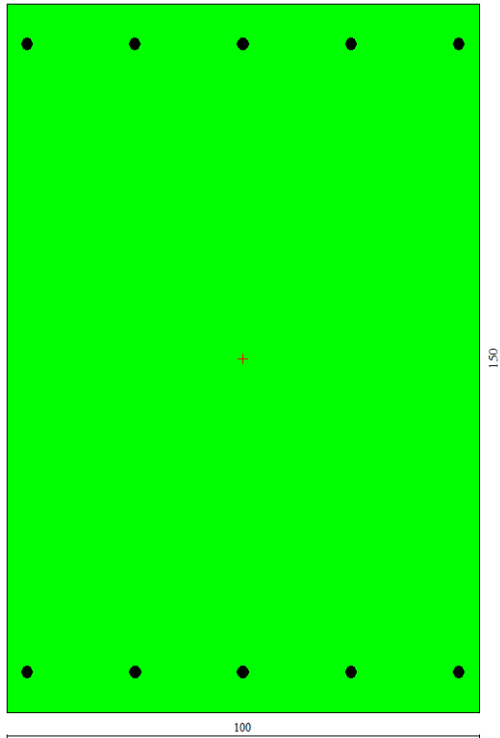
### Verifiche a taglio

NOME: SEZ.C	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)									Rev. 10.1
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	2,02	21,80	2,50	-1202,0	960,0	990,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	10	26	5,31	53,09					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	53,09	0,15	1,32	0,26%	0,26	0,60	1,04	775,6	123,8%	Necessaria armatura
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)										
	$f_{ywd}$ (MPa)	$n_b$	$\emptyset$ (mm)	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	$s$ (m)	$V_{Rsd}$ (kN)	$V_{Rcd}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$
Staffe / Pioli (1)	391,3	2,5	14	3,85	90	0,40	1706,9	4598,3	1706,9	56,2% VERIFICA OK
Ferri piegati (2)	391,3	0	26	0,00	45	-	0,0	6437,7	0,0	

NOME: SEZ.C	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)									Rev. 10.1
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	2,02	21,80	2,50	-1079,0	242,0	1153,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	10	26	5,31	53,09					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	53,09	0,15	1,32	0,26%	0,26	0,54	1,04	757,1	32,0% VERIFICA OK	
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)										
	$f_{ywd}$ (MPa)	$n_b$	$\emptyset$ (mm)	$A_{sw}$ (cm <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	$s$ (m)	$V_{Rsd}$ (kN)	$V_{Rcd}$ (kN)	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$
Staffe / Pioli (1)	391,3	2,5	14	3,85	90	0,40	1706,9	4579,2	1706,9	14,2% VERIFICA OK
Ferri piegati (2)	391,3	0	26	0,00	45	-	0,0	6410,9	0,0	

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 171 di 217

### SEZIONE D



Base:	100.0 cm
Altezza:	150.0 cm
Barre intradosso:	5Ø26
Barre estradosso:	5Ø26
Coprif.(dal baric. barre):	8.5 cm

### Caratteristiche geometriche

Area sezione	15000,00	[cmq]
Inerzia in direzione X	12500000,0	[cm <sup>4</sup> ]
Inerzia in direzione Y	28125000,0	[cm <sup>4</sup> ]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm <sup>4</sup> ]
Ascissa baricentro sezione	X <sub>G</sub> = 50,00	[cm]
Ordinata baricentro sezione	Y <sub>G</sub> = 75,00	[cm]

### Elenco ferri

#### Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	4,30	8,50	26	5,31
2	27,15	8,50	26	5,31

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 172 di 217

3	50,00	8,50	26	5,31
4	72,85	8,50	26	5,31
5	95,70	8,50	26	5,31
6	95,70	141,50	26	5,31
7	72,85	141,50	26	5,31
8	50,00	141,50	26	5,31
9	27,15	141,50	26	5,31
10	4,30	141,50	26	5,31

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in[kN]
M <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	1013,0000	-577,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	1394,0000	1199,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	1418,0000	317,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	894,0000	-355,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	1040,0000	244,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	1003,0000	573,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
7	1020,0000	188,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
8	1022,0000	869,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
9	946,0000	193,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
10	929,0000	559,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
11	946,0000	193,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
12	929,0000	775,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
13	1040,0000	244,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
14	1003,0000	821,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
15	1020,0000	196,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
16	1022,0000	869,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 173 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
5	160,39	0,00	(0,00; -10,39)	(100,00; -10,39)
6	82,09	0,00	(0,00; 67,91)	(100,00; 67,91)
7	183,70	0,00	(0,00; -33,70)	(100,00; -33,70)
8	57,09	0,00	(0,00; 92,91)	(100,00; 92,91)
9	173,20	0,00	(0,00; -23,20)	(100,00; -23,20)
10	77,91	0,00	(0,00; 72,09)	(100,00; 72,09)
11	173,20	0,00	(0,00; -23,20)	(100,00; -23,20)
12	57,94	0,00	(0,00; 92,06)	(100,00; 92,06)
13	160,39	0,00	(0,00; -10,39)	(100,00; -10,39)
14	58,82	0,00	(0,00; 91,18)	(100,00; 91,18)
15	179,26	0,00	(0,00; -29,26)	(100,00; -29,26)
16	57,09	0,00	(0,00; 92,91)	(100,00; 92,91)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
5	1,237	0,000	0,000	17,566	2,185
6	2,403	0,000	0,000	32,316	-26,085
7	1,091	0,000	0,000	15,611	3,760
8	3,924	0,000	0,000	50,097	-87,037
9	1,056	0,000	0,000	15,066	2,900
10	2,367	0,000	0,000	31,626	-28,972
11	1,056	0,000	0,000	15,066	2,900
12	3,489	0,000	0,000	44,661	-75,486
13	1,237	0,000	0,000	17,566	2,185
14	3,685	0,000	0,000	47,289	-77,708
15	1,110	0,000	0,000	15,864	3,508
16	3,924	0,000	0,000	50,097	-87,037

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza

### Combinazione n° 1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 174 di 217

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>9115,6934</u>	0,0000	<u>-5192,2558</u>	9,00
<u>22328,5199</u>	0,0000	<u>-577,0000</u>	22,04
1013,0000	0,0000	<u>-2079,2111</u>	3,60

Combinazione n° 2

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>4830,3293</u>	0,0000	<u>4154,6376</u>	3,47
<u>21247,4086</u>	0,0000	1199,0000	15,24
1394,0000	0,0000	<u>2321,7933</u>	1,94

Combinazione n° 3

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>16365,3318</u>	0,0000	<u>3658,5403</u>	11,54
<u>22754,5937</u>	0,0000	317,0000	16,05
1418,0000	0,0000	<u>2336,9150</u>	7,37

Combinazione n° 4

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>12333,0510</u>	0,0000	<u>-4897,3525</u>	13,80
<u>22693,5882</u>	0,0000	<u>-355,0000</u>	25,38
894,0000	0,0000	<u>-2002,4997</u>	5,64

**Risultati fessurazione**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
M <sub>x</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
M <sub>y</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
σ <sub>f</sub>	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ <sub>c</sub>	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A <sub>eff</sub>	Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
ε	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S <sub>rm</sub>	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	A <sub>eff</sub>	ε	S <sub>rm</sub>	w
9	0,0000	1015,4363	-134,609	-9,796	2125,00	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	1010,8947	-135,820	-9,881	2125,00	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	1015,4363	-134,609	-9,796	2125,00	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	1010,9058	-135,823	-9,881	2125,00	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	1040,5266	-128,103	-9,341	2125,00	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	1030,6597	-130,627	-9,518	2125,00	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	1035,2016	-129,463	-9,436	2125,00	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	1035,7563	-129,332	-9,427	2125,00	0,0000	0	0,0000

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 175 di 217

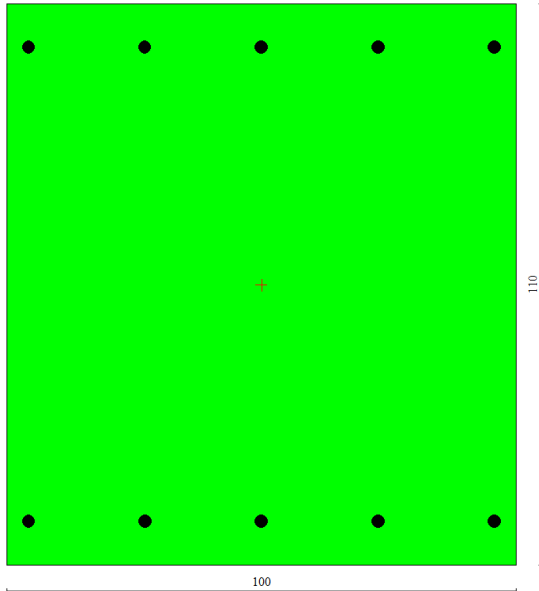
**Verifiche a taglio**

<b>NOME:</b> SEZ.D	<b>CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)</b>									<b>Rev. 10.1</b>
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	1,42	45,00	1,00	-895,0	219,0	161,0	24,90	14,11	1,50	
				$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$						
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	26,55	0,15	1,38	0,19%	0,28	0,63	1,04	533,1	41,1%	<b>VERIFICA OK</b>

<b>NOME:</b> SEZ.D	<b>CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)</b>									<b>Rev. 10.1</b>
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	1,42	45,00	1,00	-1368,0	80,0	733,0	24,90	14,11	1,50	
				$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$						
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	26,55	0,15	1,38	0,19%	0,28	0,97	1,07	604,1	13,2%	<b>VERIFICA OK</b>

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 176 di 217

### SEZIONE E



Base:	100.0 cm
Altezza:	110.0 cm
Barre intradosso:	5Ø26
Barre estradosso:	5Ø26
Coprif.(dal baric. barre):	8.5 cm

### Caratteristiche geometriche

Area sezione	11000,00 [cmq]
Inerzia in direzione X	9166666,7 [cm^4]
Inerzia in direzione Y	11091666,7 [cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm^4]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$ [cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 55,00$ [cm]

### Elenco ferri

#### Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	4,30	8,50	26	5,31
2	27,15	8,50	26	5,31
3	50,00	8,50	26	5,31
4	72,85	8,50	26	5,31
5	95,70	8,50	26	5,31
6	95,70	101,50	26	5,31
7	72,85	101,50	26	5,31



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 177 di 217

8	50,00	101,50	26	5,31
9	27,15	101,50	26	5,31
10	4,30	101,50	26	5,31

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in[kN]
M <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	813,0000	-363,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	773,0000	192,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	963,0000	-192,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	480,0000	83,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	705,0000	-132,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	555,0000	124,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
7	700,0000	-135,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
8	565,0000	127,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
9	643,0000	-120,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
10	500,0000	101,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
11	640,0000	-121,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
12	503,0000	101,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
13	705,0000	-132,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
14	553,0000	124,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
15	699,0000	-135,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
16	565,0000	127,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 178 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
5	113,01	0,00	(100,00; 113,01)	(0,00; 113,01)
6	102,90	0,00	(0,00; 7,10)	(100,00; 7,10)
7	111,32	0,00	(100,00; 111,32)	(0,00; 111,32)
8	102,54	0,00	(0,00; 7,46)	(100,00; 7,46)
9	113,20	0,00	(100,00; 113,20)	(0,00; 113,20)
10	108,75	0,00	(0,00; 1,25)	(100,00; 1,25)
11	112,45	0,00	(100,00; 112,45)	(0,00; 112,45)
12	109,08	0,00	(0,00; 0,92)	(100,00; 0,92)
13	113,01	0,00	(100,00; 113,01)	(0,00; 113,01)
14	102,68	0,00	(0,00; 7,32)	(100,00; 7,32)
15	111,24	0,00	(100,00; 111,24)	(0,00; 111,24)
16	102,54	0,00	(0,00; 7,46)	(100,00; 7,46)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
5	1,164	0,000	0,000	16,150	1,779
6	1,006	0,000	0,000	13,846	0,205
7	1,173	0,000	0,000	16,250	1,552
8	1,028	0,000	0,000	14,142	0,156
9	1,060	0,000	0,000	14,708	1,644
10	0,857	0,000	0,000	11,857	0,857
11	1,062	0,000	0,000	14,725	1,552
12	0,860	0,000	0,000	11,894	0,897
13	1,164	0,000	0,000	16,150	1,779
14	1,005	0,000	0,000	13,823	0,174
15	1,172	0,000	0,000	16,237	1,540
16	1,028	0,000	0,000	14,142	0,156

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza

### Combinazione n° 1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 179 di 217

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>6764,1079</u>	0,0000	<u>-3020,1368</u>	8,32
<u>16797,7677</u>	0,0000	<u>-363,0000</u>	20,66
813,0000	0,0000	<u>-1382,1797</u>	3,81

Combinazione n° 2

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>10345,2264</u>	0,0000	<u>2569,5776</u>	13,38
<u>17185,2774</u>	0,0000	<u>192,0000</u>	22,23
773,0000	0,0000	<u>1363,9170</u>	7,10

Combinazione n° 3

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>11502,4539</u>	0,0000	<u>-2293,3241</u>	11,94
<u>17185,2826</u>	0,0000	<u>-192,0000</u>	17,85
963,0000	0,0000	<u>-1450,2453</u>	7,55

Combinazione n° 4

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>12174,7736</u>	0,0000	<u>2105,2213</u>	25,36
<u>17422,8670</u>	0,0000	<u>83,0000</u>	36,30
480,0000	0,0000	<u>1228,7752</u>	14,80

**Risultati fessurazione**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
M <sub>x</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
M <sub>y</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
σ <sub>f</sub>	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ <sub>c</sub>	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A <sub>eff</sub>	Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
ε	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S <sub>rm</sub>	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	A <sub>eff</sub>	ε	S <sub>rm</sub>	w
9	0,0000	-548,1094	-113,620	-8,575	2125,00	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	519,8738	-124,427	-9,338	2125,00	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	-547,5250	-113,840	-8,590	2125,00	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	520,4656	-124,191	-9,322	2125,00	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	-560,3813	-109,241	-8,265	2125,00	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	530,3422	-120,313	-9,048	2125,00	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	-559,1953	-109,657	-8,295	2125,00	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	532,7055	-119,397	-8,983	2125,00	0,0000	0	0,0000

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 180 di 217

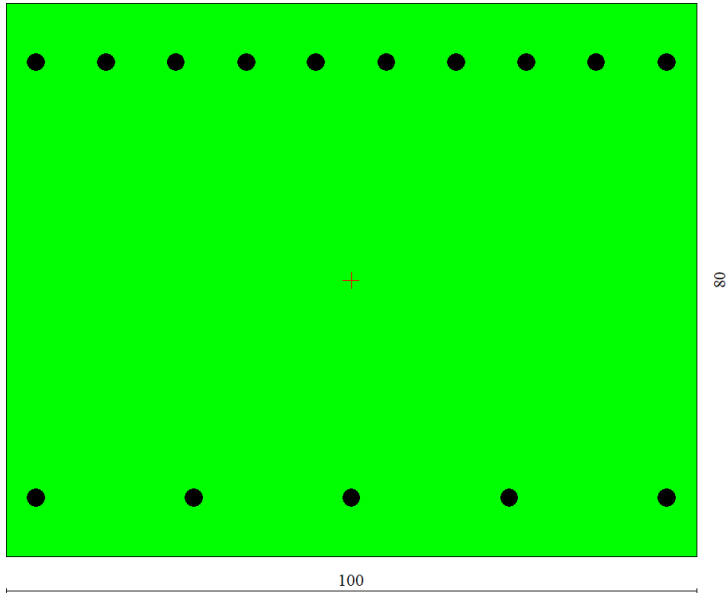
**Verifiche a taglio**

NOME: SEZE	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)										Rev. 10.1
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO				
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$		
1,00	1,02	45,00	1,00	-767,0	274,0	192,0	24,90	14,11	1,50		
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$											
ARMATURE LONGITUDINALI											
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )						
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55						
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$		
	26,55	0,15	1,44	0,26%	0,30	0,76	1,05	443,5	61,8%	VERIFICA OK	

NOME: SEZE	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)										Rev. 10.1
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO				
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$		
1,00	1,02	45,00	1,00	-953,0	144,0	349,0	24,90	14,11	1,50		
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$											
ARMATURE LONGITUDINALI											
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )						
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55						
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$		
	26,55	0,15	1,44	0,26%	0,30	0,94	1,07	471,4	30,5%	VERIFICA OK	

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 181 di 217

## SEZIONE F



Base:	100.0 cm
Altezza:	80.0 cm
Barre intradosso:	10Ø26
Barre estradosso:	5Ø26
Coprif.(dal baric. barre):	8.5 cm

### Caratteristiche geometriche

Area sezione	8000,00 [cmq]
Inerzia in direzione X	6666666,7 [cm^4]
Inerzia in direzione Y	4266666,7 [cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm^4]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$ [cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 40,00$ [cm]

### Elenco ferri

#### Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	95,70	71,50	26	5,31
2	85,54	71,50	26	5,31
3	75,39	71,50	26	5,31
4	65,23	71,50	26	5,31
5	55,08	71,50	26	5,31
6	44,92	71,50	26	5,31
7	34,77	71,50	26	5,31

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 182 di 217

8	24,61	71,50	26	5,31
9	14,46	71,50	26	5,31
10	4,30	71,50	26	5,31
11	4,30	8,50	26	5,31
12	27,15	8,50	26	5,31
13	50,00	8,50	26	5,31
14	72,85	8,50	26	5,31
15	95,70	8,50	26	5,31

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in[kN]
M <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	562,0000	-525,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	1065,0000	328,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	1067,0000	138,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	339,0000	-163,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	604,0000	-230,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	407,0000	-137,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
7	411,0000	-376,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
8	601,0000	-5,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
9	558,0000	-198,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
10	364,0000	-141,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
11	366,0000	-328,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
12	556,0000	-11,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
13	603,0000	-245,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
14	406,0000	-139,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
15	411,0000	-376,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
16	599,0000	-7,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 183 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
5	45,32	0,00	(100,00; 45,32)	(0,00; 45,32)
6	48,52	0,00	(100,00; 48,52)	(0,00; 48,52)
7	32,37	0,00	(100,00; 32,37)	(0,00; 32,37)
8	310,52	0,00	(100,00; 310,52)	(0,00; 310,52)
9	47,10	0,00	(100,00; 47,10)	(0,00; 47,10)
10	44,91	0,00	(100,00; 44,91)	(0,00; 44,91)
11	32,54	0,00	(100,00; 32,54)	(0,00; 32,54)
12	218,20	0,00	(100,00; 218,20)	(0,00; 218,20)
13	43,81	0,00	(100,00; 43,81)	(0,00; 43,81)
14	48,06	0,00	(100,00; 48,06)	(0,00; 48,06)
15	32,37	0,00	(100,00; 32,37)	(0,00; 32,37)
16	274,74	0,00	(100,00; 274,74)	(0,00; 274,74)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
5	2,836	0,000	0,000	34,566	-24,576
6	1,712	0,000	0,000	21,180	-12,159
7	4,329	0,000	0,000	47,886	-78,502
8	0,754	0,000	0,000	11,002	8,707
9	2,460	0,000	0,000	30,235	-19,114
10	1,736	0,000	0,000	21,110	-15,415
11	3,782	0,000	0,000	41,908	-67,911
12	0,746	0,000	0,000	10,756	7,525
13	3,003	0,000	0,000	36,301	-28,463
14	1,733	0,000	0,000	21,403	-12,685
15	4,329	0,000	0,000	47,886	-78,502
16	0,767	0,000	0,000	11,148	8,510

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza

### Combinazione n° 1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 184 di 217

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
1990,1290	0,0000	-1859,1063	3,54
<u>11603,3256</u>	0,0000	-525,0000	20,65
562,0000	0,0000	-1518,0498	2,89

Combinazione n° 2

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
6642,7512	0,0000	2045,8426	6,24
<u>14401,3742</u>	0,0000	328,0000	13,52
1065,0000	0,0000	<u>1035,2966</u>	3,16

Combinazione n° 3

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
10712,3790	0,0000	1385,4811	10,04
<u>13813,7991</u>	0,0000	138,0000	12,95
1067,0000	0,0000	<u>1035,9231</u>	7,51

Combinazione n° 4

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
4305,9594	0,0000	-2070,4171	12,70
<u>12837,3553</u>	0,0000	-163,0000	37,87
339,0000	0,0000	-1452,7807	8,91

**Risultati fessurazione**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
M <sub>x</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
M <sub>y</sub>	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
σ <sub>f</sub>	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ <sub>c</sub>	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A <sub>eff</sub>	Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
ε	Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
S <sub>rm</sub>	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	A <sub>eff</sub>	ε	S <sub>rm</sub>	w
9	0,0000	-332,0367	-55,090	-4,578	1432,85	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	-304,9951	-61,355	-4,997	1562,24	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	-305,2898	-61,290	-4,992	1560,86	0,0198	204	0,0685
12	0,0000	-331,7531	-55,149	-4,582	1434,11	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	-338,3105	-53,768	-4,490	1404,56	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	-310,8496	-59,919	-4,900	1533,19	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	-311,5586	-59,754	-4,889	1529,78	0,0229	202	0,0786
16	0,0000	-337,7500	-53,883	-4,498	1407,05	0,0000	0	0,0000



APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 185 di 217

**Verifiche a taglio**

NOME: SEZ.F		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	0,72	45,00	1,00	-824,0	37,0	325,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\varnothing$ (mm)	$A_{s1,\varnothing}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	10	26	5,31	53,09					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	53,09	0,15	1,53	0,74%	0,33	1,15	1,08	470,5	7,9%	VERIFICA OK

NOME: SEZ.F		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	0,72	45,00	1,00	-1065,0	43,0	139,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\varnothing$ (mm)	$A_{s1,\varnothing}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	10	26	5,31	53,09					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	53,09	0,15	1,53	0,74%	0,33	1,49	1,11	506,6	8,5%	VERIFICA OK

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 186 di 217

### 11.3.1 Incidenza dell'armatura

Si riporta di seguito il calcolo dell'incidenza dell'armatura nei differenti elementi strutturali, considerando lo spessore medio degli elementi ed un coefficiente amplificativo  $\alpha$  pari a 1.1, per tener conto di sovrapposizioni, chiamate etc.

SPESSORE		1,1	CALOTTA				
Vcls (m <sup>3</sup> )	1,1		passo correnti		0,4	m	
$\gamma$ acc (kg/m <sup>3</sup> )	7850		passo spille rad		0,4	m	
			passo spille long		0,4	m	
<b>concio d'attacco</b>							
	$\Phi$ (mm)	Peso/m (kg/m)	L (m)	n (-)	$\alpha$ (-)	P tot (kg)	
armatura radiale $\phi_1$	26	4,168	1	15	1,1	68,8	
armatura radiale $\phi_2$	0	0,000	1	0	1,1	0,0	
armatura long	18	1,998	1	5	1,1	11,0	
armatura spille	14	1,208	1	6,25	1,1	8,3	
						<b>TOT fless</b>	<b>79,8</b>
						<b>TOT shear</b>	<b>8,3</b>
<b>INCIDENZA= Ptot/V (kg/m<sup>3</sup>)</b>	75,00						
<b>INCIDENZA= Ptot/V (kg/m<sup>3</sup>)</b>	10,00						

Incidenza totale calotta: 85 kg/m<sup>3</sup>

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 187 di 217

SPESSORE	1,1	<b>ARCO ROVESCIO</b>					
Vcls (m <sup>3</sup> )	1,1	passo correnti		0,4	m		
γ acc (kg/m <sup>3</sup> )	7850	passo spille rad		0,4	m		
		passo spille long		0,4	m		
<b>concio d'attacco</b>							
	<b>Φ (mm)</b>	<b>Peso/m (kg/m)</b>	<b>L (m)</b>	<b>n (-)</b>	<b>α (-)</b>	<b>P tot (kg)</b>	
armatura radiale φ <sub>1</sub>	<b>26</b>	4,168	<b>1</b>	<b>15</b>	1,1	68,8	
armatura radiale φ <sub>2</sub>	<b>0</b>	0,000	<b>1</b>	<b>5</b>	1,1	0,0	
armatura long	<b>18</b>	1,998	<b>1</b>	<b>5</b>	1,1	11,0	
armatura spille	<b>14</b>	1,208	<b>1</b>	<b>6,25</b>	1,1	8,3	
						<b>TOT fless</b>	<b>79,8</b>
						<b>TOT shear</b>	<b>8,3</b>
<b>INCIDENZA= Ptot/V (kg/m<sup>3</sup>)</b>	75,00						
<b>INCIDENZA= Ptot/V (kg/m<sup>3</sup>)</b>	10,00						

Incidenza totale arco rovescio: 85 kg/m<sup>3</sup>

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 188 di 217

## 12 MURO PORTALE

Il muro portale, soggetto alla spinta del terreno di ritombamento, risulta connesso alla sezione di galleria artificiale e presenta spessore variabile da 1.36m (all'attacco con la fondazione) a 0.40m (in sommità).

Essendo la parete in continuità con la galleria, a favore di sicurezza, viene dimensionata considerando uno schema a mensola orizzontale di lunghezza 1.74m, incastrata lateralmente al piedritto, ed uno schema a mensola verticale di lunghezza 4.00m, al di sopra del piedritto; come mostrato in figura le corrispondenti sezioni di verifica hanno spessore rispettivamente di 1.30m e 0.80m.

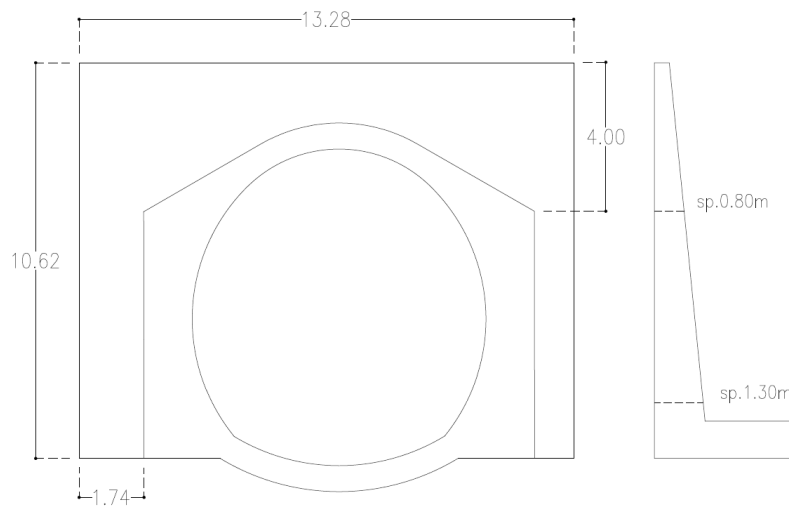


Figura 12-1.: Sezioni di verifica

Oltre alla spinta del terreno, calcolata assumendo un peso di volume di  $20 \text{ kN/m}^3$ , si considera nelle verifiche un sovraccarico di cantiere a piano campagna pari a  $20 \text{ kN/m}^2$ .

Assumendo un coefficiente di spinta a riposo  $k_0 = 0.426$ , per le sezioni in esame si ottengono le sollecitazioni seguenti.

Sezione verticale (  $z = -9.60\text{m}$  ) :

$$M_{\text{SLE\_R}} = (9.60 \cdot 20 \cdot 0.426 + 20 \cdot 0.426) \cdot 1.74^2 / 2 = 137 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{SLU}} = (9.60 \cdot 20 \cdot 0.426 \cdot 1.35 + 20 \cdot 0.426 \cdot 1.5) \cdot 1.74^2 / 2 = 186 \text{ kNm/m}$$

$$V_{\text{SLU}} = (9.60 \cdot 20 \cdot 0.426 \cdot 1.35 + 20 \cdot 0.426 \cdot 1.5) \cdot 1.74 = 214 \text{ kN/m}$$

Sezione orizzontale (  $z = -4.00\text{m}$  ) :

$$M_{\text{SLE\_R}} = (4.00 \cdot 20 \cdot 0.426 \cdot 4.00^2 / 6) + 20 \cdot 0.426 \cdot 4.00^2 / 2 = 159 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{SLU}} = (4.00 \cdot 20 \cdot 0.426 \cdot 4.00^2 / 6) \cdot 1.35 + 20 \cdot 0.426 \cdot 4.00^2 / 2 \cdot 1.5 = 225 \text{ kNm/m}$$

$$V_{\text{SLU}} = (4.00 \cdot 20 \cdot 0.426 \cdot 4.00 / 2) \cdot 1.35 + 20 \cdot 0.426 \cdot 4.00 \cdot 1.5 = 143 \text{ kN/m}$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 189 di 217

## 12.1 VERIFICHE AGLI SLU ED AGLI SLE – MURO PORTALE

### Impostazioni verifiche SLU

#### Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

### Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Aggressive  
 Armatura ad aderenza migliorata

#### Verifica fessurazione

Metodo di calcolo aperture delle fessure: NTC 2018 - C4.1.2.2.4.5

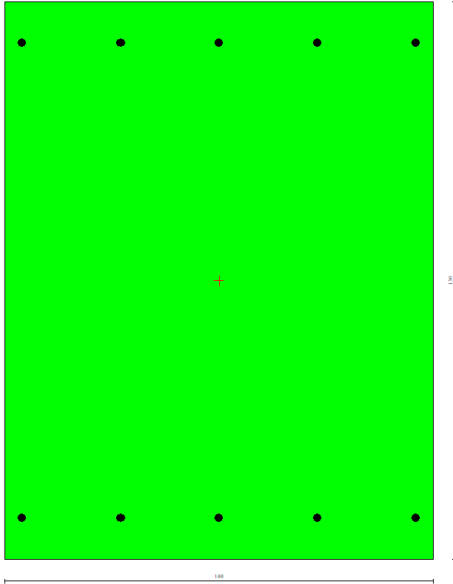
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 190 di 217

### SEZIONE VERTICALE



Base:	100.0 cm
Altezza:	130.0 cm
Barre intradosso:	5Ø20
Barre estradosso:	5Ø20
Coprif.(dal baric. barre):	8.5cm

### **Caratteristiche geometriche**

Area sezione	13000,00 [cmq]
Inerzia in direzione X	10833333,3 [cm^4]
Inerzia in direzione Y	18308333,3 [cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm^4]
Ascissa baricentro sezione	X <sub>G</sub> = 50,00 [cm]
Ordinata baricentro sezione	Y <sub>G</sub> = 65,00 [cm]

### **Elenco ferri**

#### *Simbologia adottata*

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	95,90	120,40	20	3,14

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>			<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>								
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>			<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RH</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>GA0100 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>191 di 217</b>

2	72,95	120,40	20	3,14
3	50,00	120,40	20	3,14
4	27,05	120,40	20	3,14
5	4,10	120,40	20	3,14
6	4,10	9,60	20	3,14
7	27,05	9,60	20	3,14
8	50,00	9,60	20	3,14
9	72,95	9,60	20	3,14
10	95,90	9,60	20	3,14

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in[kN]
M <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	0,0000	186,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	0,0000	137,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
3	0,0000	137,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 192 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
 (xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
2	20,48	0,00	(0,00; 109,52)	(100,00; 109,52)
3	20,48	0,00	(0,00; 109,52)	(100,00; 109,52)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 σ<sub>c-max</sub> Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 σ<sub>c-min</sub> Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 σ<sub>f-max</sub> Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 σ<sub>f-min</sub> Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 τ<sub>c</sub> Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	σ <sub>c-max</sub>	σ <sub>c-min</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>f-max</sub>	σ <sub>f-min</sub>
2	1,052	0,000	0,000	8,387	-76,999
3	1,052	0,000	0,000	8,387	-76,999

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 N<sub>u</sub> Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
 M<sub>Xu</sub> Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
 M<sub>Yu</sub> Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
 FS Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 1

N <sub>u</sub>	M <sub>Xu</sub>	M <sub>Yu</sub>	FS
0,0000	0,0000	<u>716.1448</u>	3,85

### Risultati fessurazione

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 M<sub>x</sub> Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]  
 M<sub>y</sub> Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]  
 σ<sub>t</sub> Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER TUNNELCONSULT</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ RH GA0100 001 B 193 di 217

$\sigma_c$  Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]  
 $A_{eff}$  Area efficace a trazione, espressa in [cmq]  
 $\epsilon$  Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]  
 $S_{rm}$  Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]  
 $w$  Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

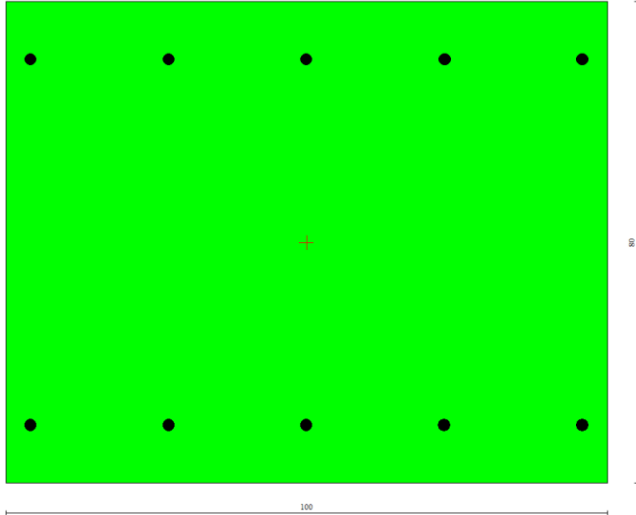
N°	$M_x$	$M_y$	$\sigma_f$	$\sigma_c$	$A_{eff}$	$\epsilon$	$S_{rm}$	$w$
3	0,0000	549,3787	-308,771	-22,562	2400,00	0,0000	0	0,0000

### Verifiche a taglio

NOME: sp.1.30m	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)							Rev. 10.1	
<b>DATI SEZIONE</b>				<b>AZIONI CALCOLO</b>			<b>CALCESTRUZZO</b>		
$b_w$	$d$	$\theta$ cotg $\theta$		$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$M_{Ed}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$Y_c$
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)	
1,00	1,22	45,00	1,00	0,0	214,0	186,0	24,90	14,11	1,50
				$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$					
<b>ARMATURE LONGITUDINALI</b>									
	$f_{yd}$	$n$	$\emptyset$	$A_{s1,\emptyset}$	$A_{s1}$				
	(MPa)		(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )				
Barre B450C	391,3	5	20	3,14	15,71				
<b>VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)</b>									
	$A_{s1}$	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$V_{min}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$V_{Rd}$	$V_{Ed}/V_{Rd}$
	(cm <sup>2</sup> )			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)	
	15,71	0,15	1,41	0,13%	0,29	0,00	1,00	353,7	60,5% VERIFICA OK

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 194 di 217

### SEZIONE ORIZZONTALE



Base:	100.0 cm
Altezza:	80.0 cm
Barre intradosso:	5Ø20
Barre estradosso:	5Ø20
Coprif.(dal baric. barre):	8.5cm

### **Caratteristiche geometriche**

Area sezione	8000,00 [cmq]
Inerzia in direzione X	6666666,7 [cm^4]
Inerzia in direzione Y	4266666,7 [cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm^4]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$ [cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 40,00$ [cm]

### **Elenco ferri**

#### *Simbologia adottata*

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	95,90	70,40	20	3,14
2	72,95	70,40	20	3,14
3	50,00	70,40	20	3,14
4	27,05	70,40	20	3,14
5	4,10	70,40	20	3,14
6	4,10	9,60	20	3,14
7	27,05	9,60	20	3,14
8	50,00	9,60	20	3,14
9	72,95	9,60	20	3,14
10	95,90	9,60	20	3,14

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 195 di 217

**Materiale impiegato :** Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in[kN]
M <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	0,0000	225,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	0,0000	159,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
3	0,0000	159,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 196 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
2	15,27	0,00	(0,00; 64,73)	(100,00; 64,73)
3	15,27	0,00	(0,00; 64,73)	(100,00; 64,73)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
σ<sub>c-max</sub> Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
σ<sub>c-min</sub> Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
σ<sub>f-max</sub> Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
σ<sub>f-min</sub> Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
τ<sub>c</sub> Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	σ <sub>c-max</sub>	σ <sub>c-min</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>f-max</sub>	σ <sub>f-min</sub>
2	2,882	0,000	0,000	16,046	-156,094
3	2,882	0,000	0,000	16,046	-156,094

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
N<sub>u</sub> Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
M<sub>Xu</sub> Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
M<sub>Yu</sub> Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 1

N <sub>u</sub>	M <sub>Xu</sub>	M <sub>Yu</sub>	FS
0,0000	0,0000	<u>416,5898</u>	1,85

### Risultati fessurazione

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
M<sub>X</sub> Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]  
M<sub>Y</sub> Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]  
σ<sub>f</sub> Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]  
σ<sub>c</sub> Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]  
A<sub>eff</sub> Area efficace a trazione, espressa in [cm<sup>2</sup>]  
ε Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]  
S<sub>rm</sub> Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]  
w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M <sub>X</sub>	M <sub>Y</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	A <sub>eff</sub>	ε	S <sub>rm</sub>	w
3	0,0000	212,4976	-208,614	-16,329	2157,75	0,0000	0	0,0000

### Verifiche a taglio

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      TUNNELCONSULT</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B	FOGLIO 197 di 217

NOME: sp.0,80m	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)										Rev. 10.1
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO				
$b_w$	$d$	$\theta \cotg \theta$		$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$M_{Ed}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$\gamma_c$		
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)			
1,00	0,72	45,00	1,00	0,0	143,0	225,0	24,90	14,11	1,50		
				$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$							
ARMATURE LONGITUDINALI											
		$f_{yd}$	$n$	$\emptyset$	$A_{s1,\emptyset}$	$A_{s1}$					
		(MPa)		(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )					
		Barre B450C	391,3	5	20	3,14	15,71				
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
		$A_{s1}$	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$V_{Rd}$	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
		(cm <sup>2</sup> )			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)		
		15,71	0,15	1,53	0,22%	0,33	0,00	1,00	236,1	60,6%	VERIFICA OK

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 198 di 217

### 12.1.1 Incidenza dell'armatura

Si riporta di seguito il calcolo dell'incidenza dell'armatura nei differenti elementi strutturali, considerando lo spessore medio degli elementi ed un coefficiente amplificativo  $\alpha$  pari a 1.1, per tener conto di sovrapposizioni, chiamate etc.

SPESSORE		0,8		MURO-PORTALE			
Vcls (m <sup>3</sup> )	0,8			passo correnti	0,4	m	
$\gamma$ acc (kg/m <sup>3</sup> )	7850			passo spille trasv	0,4	m	
				passo spille long	0,4	m	
<b>cunicolo</b>							
	$\Phi$ (mm)	Peso/m (kg/m)	L (m)	n (-)	$\alpha$ (-)	P tot (kg)	
armatura trasversale $\phi_1$	20	2,466	1	20	1,1	54,3	
armatura trasversale $\phi_2$	0	0,000	1	5	1,1	0,0	
armatura trasversale $\phi_3$	0	0,000	1	0	1,1	0,0	
armatura long	0	0,000	1	5	1,1	0,0	
armatura spille	12	0,888	0,7	6,25	1,1	4,3	
						TOT fless	54,3
						TOT shear	4,3
INCIDENZA= Ptot/V (kg/m <sup>3</sup> )	70,00						
INCIDENZA= Ptot/V (kg/m <sup>3</sup> )	10,00						

Incidenza totale muro-portale: 80 kg/m<sup>3</sup>

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 199 di 217

### 13 PLATEA TBM

Le solette di traslazione della TBM sono rettangolari di dimensioni circa pari a 12.00x15.00m, spessore di 1.50m e presentano 2 pozzi di saldatura di impronta 7.00x0.80m, in corrispondenza dei quali la platea risulta spessa 0.50m.

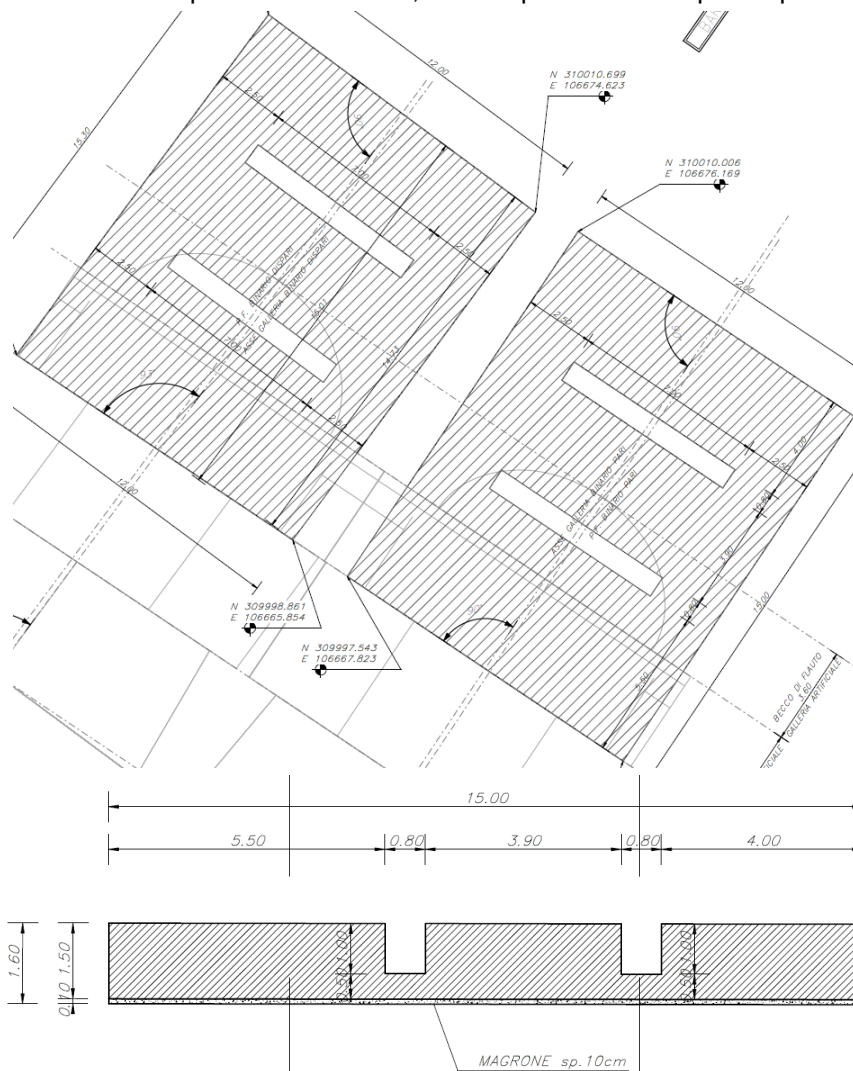


Figura 13-1.: Planimetria e sezione platea TBM

La soletta viene analizzata con un modello tridimensionale costituito da elementi plate, che modellano anche la riduzione di sezione in corrispondenza dei pozzi di saldatura, vincolati a terra mediante un letto di molle reagenti a sola compressione; la costante di sottofondo viene calcolata come:

$$k = \frac{E'}{B(1-\nu^2)}$$

con:

- $B$  = larghezza della platea
- $\nu$  = coefficiente di Poisson
- $E'$  = modulo elastico del mezzo di contorno

	platea
$B$ [m]	12,00
$E$ [kN/m <sup>2</sup> ]	80000
$\nu$	0,30
$k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	7326

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 200 di 217

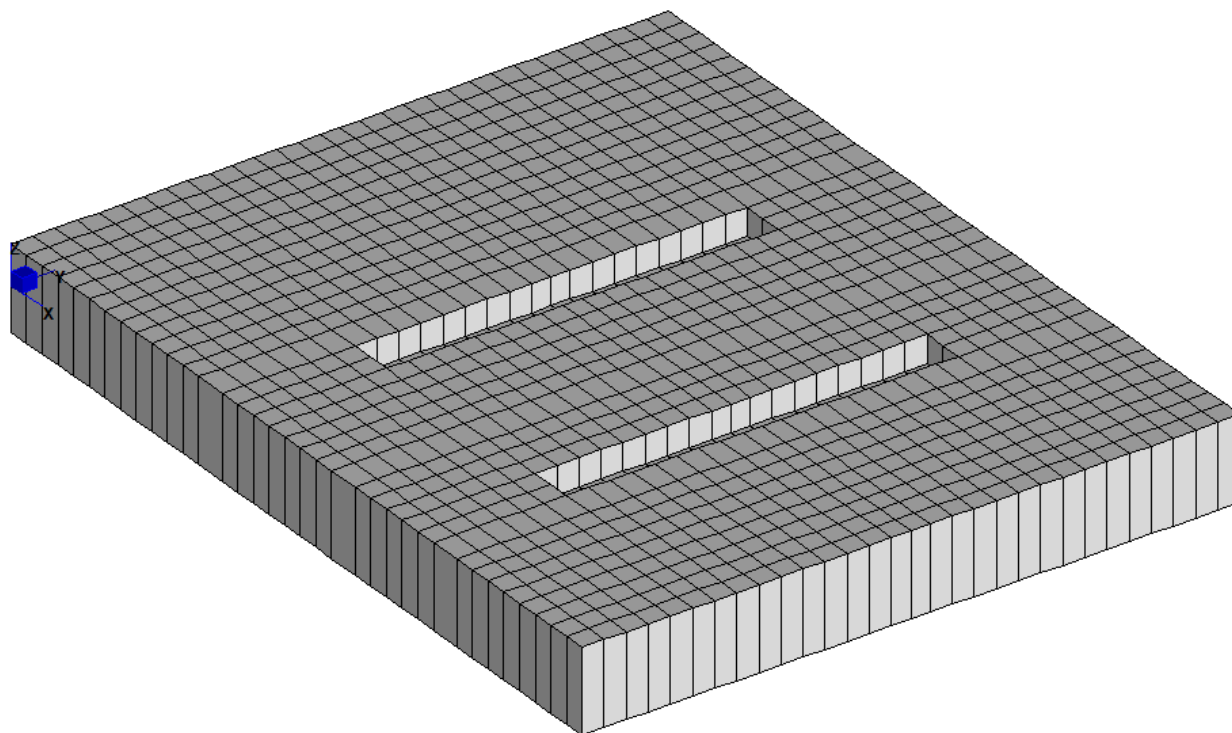


Figura 13-2.: Modello fem platea TBM

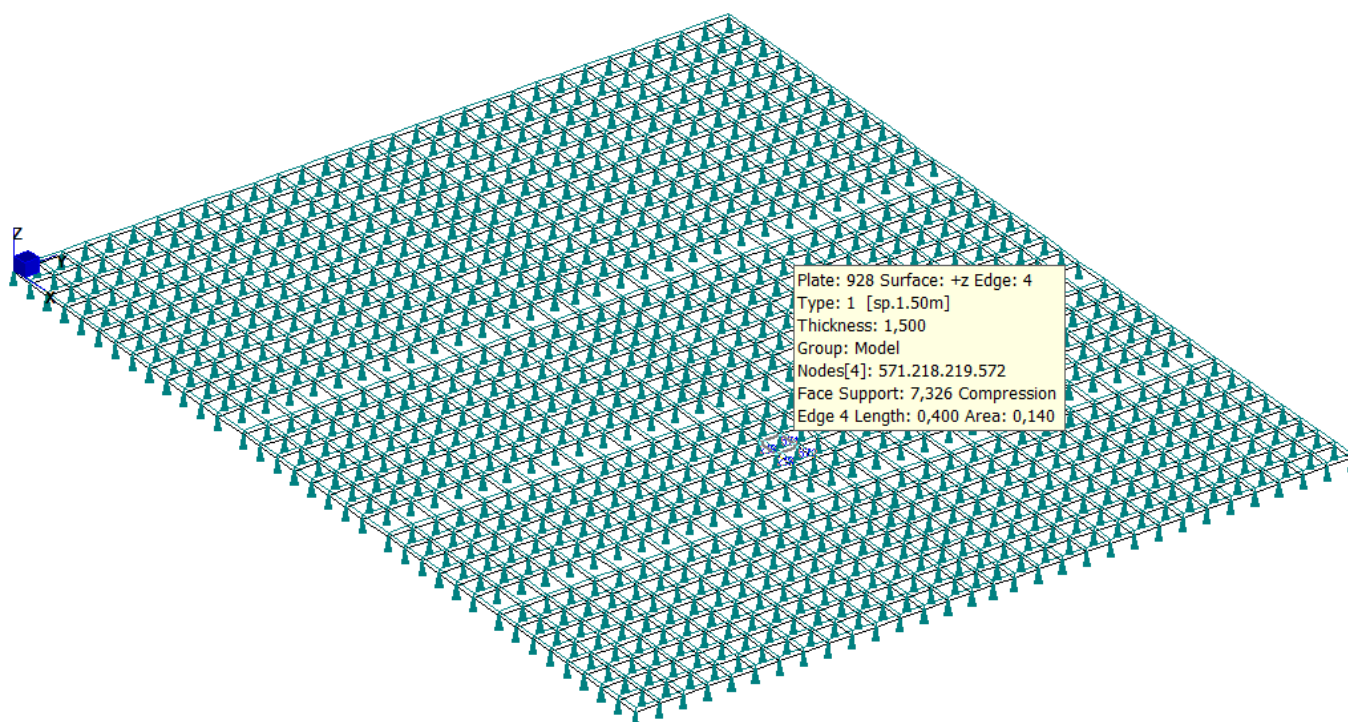


Figura 13-3: Modello fem – costante di sottofondo



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 201 di 217

### 13.1 ANALISI DEI CARICHI – PLATEA TBM

Di seguito vengono descritti i carichi considerati.

#### 13.1.1 Peso proprio strutturale

Il peso proprio strutturale viene calcolato automaticamente dal programma secondo il seguente valore del peso specifico del materiale:

$$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$$

#### 13.1.2 Permanenti non strutturali

Si considera la presenza delle selle di calcestruzzo d'appoggio della TBM, posizionate sopra la platea; il loro peso viene calcolato considerando uno spessore medio di 0.50m e applicato alle plate del modello.

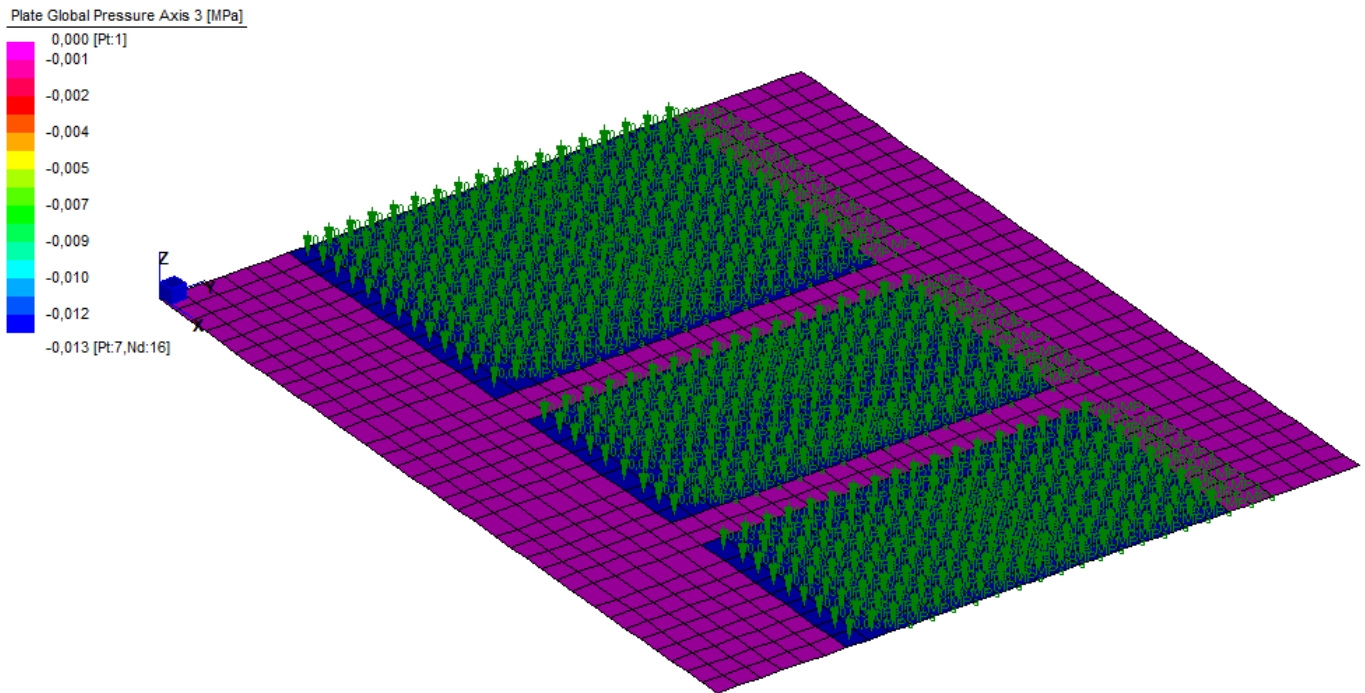
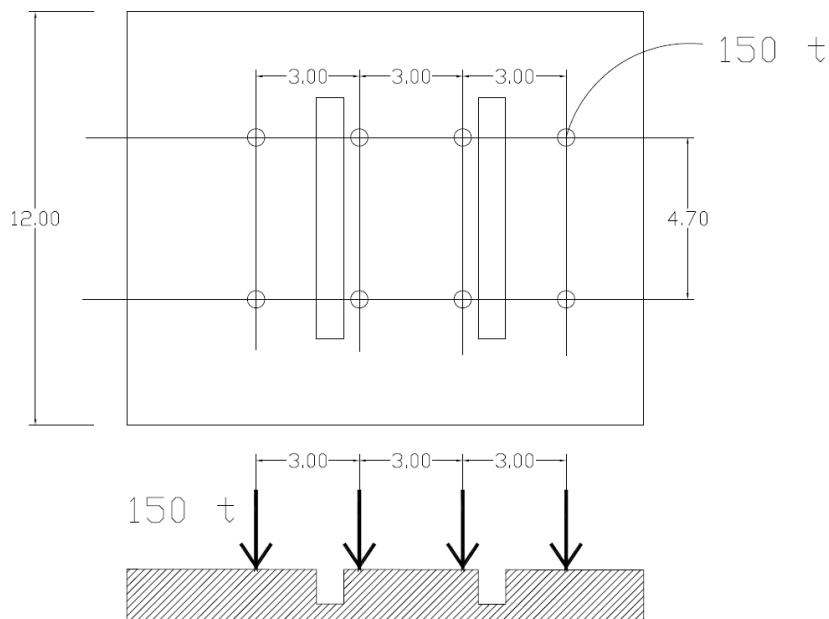


Figura 13-4: Modello fem – permanente non strutturale

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 202 di 217

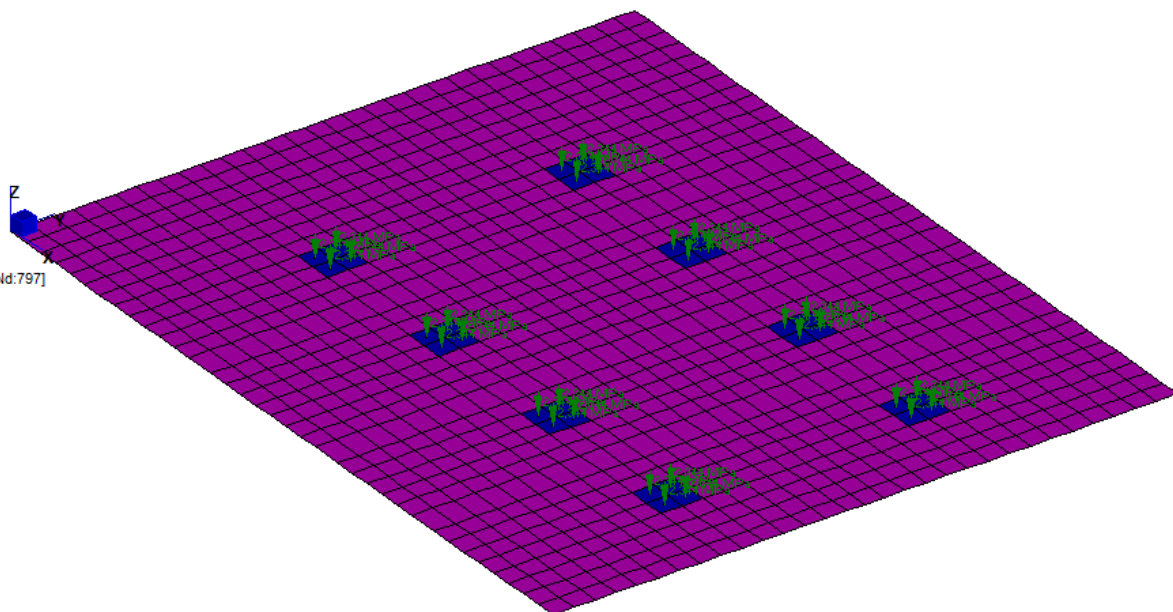
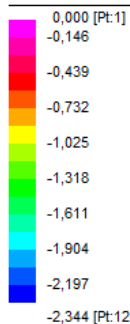
### 13.1.3 Carico della TBM

La traslazione della TBM viene modellata con n.4 coppie di forze, per un totale di 12000 kN, come mostrato nella figura seguente.



Le forze concentrate vengono applicate come pressioni distribuite su impronte assunte, a favore di sicurezza, di dimensioni 0.80x0.80m; nel modello sono considerate 2 differenti posizioni di carico, al fine di massimizzare le sollecitazioni nella platea.

Plate Global Pressure Axis 3 [MPa]



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 203 di 217

Plate Global Pressure Axis 3 [MPa]

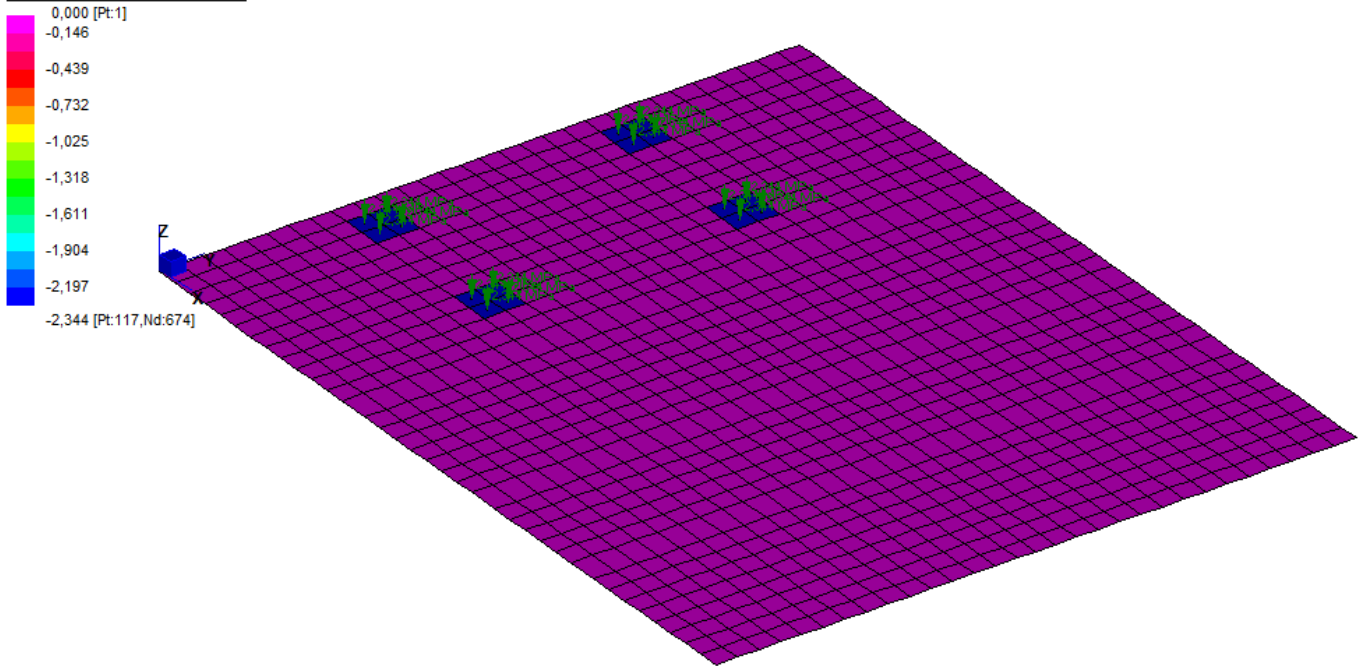


Figura 13-5: Modello fem – passaggio TBM

### 13.2 COMBINAZIONI DEI CARICHI E DIAGRAMMI DELLE AZIONI INTERNE

Si riportano di seguito le combinazioni di carico considerate e i diagrammi delle azioni interne.

CASES	Include	1	2	3	4
		<b>SLE1</b>	<b>SLE2</b>	<b>SLU1</b>	<b>SLU2</b>
1: p.p.	✓	1,000	1,000	1,350	1,350
2: gk	✓	1,000	1,000	1,500	1,500
3: TBM_1	✓	1,000		1,500	
4: TBM_2	✓		1,000		1,500
1: Freedom Case 1	✓				

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>		<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 204 di 217

Plate Moment:XX (kN.m/m)

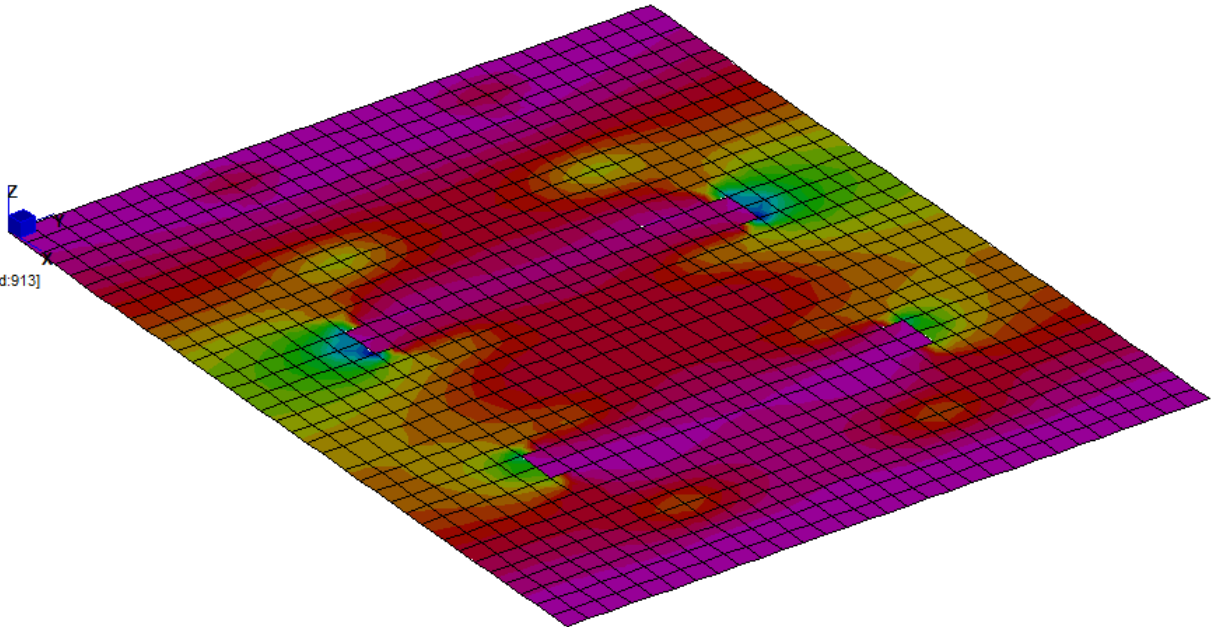
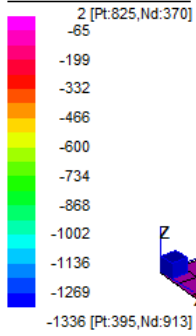


Plate Moment:XX (kN.m/m)

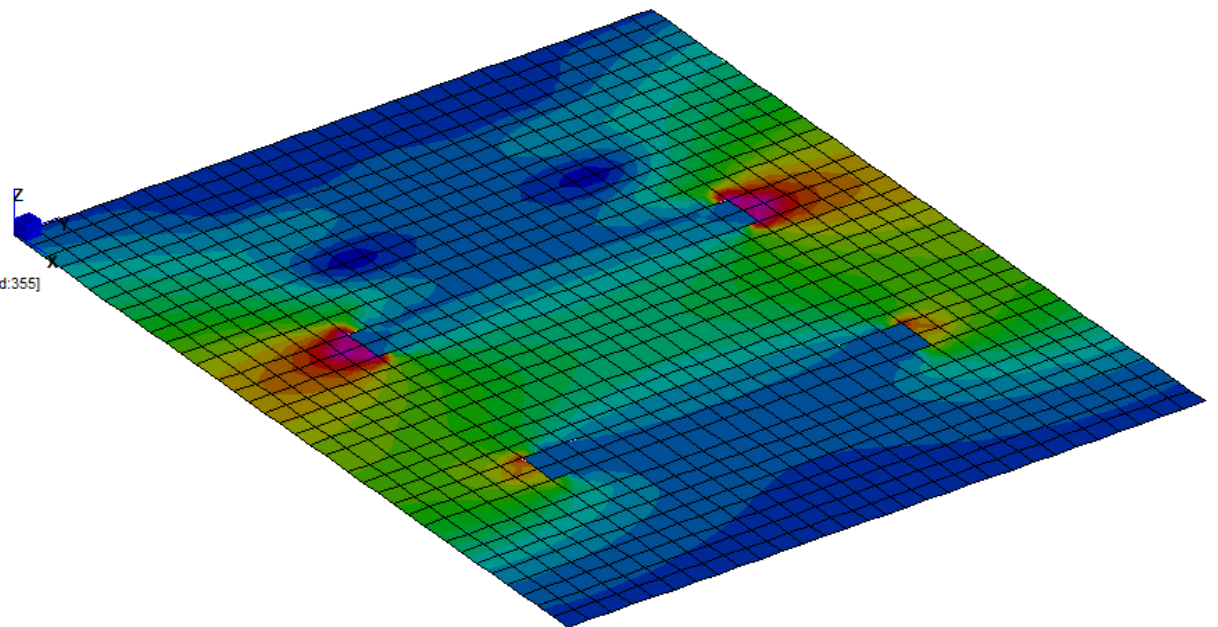
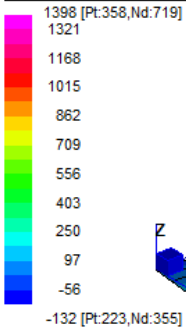


Figura 13-6: Modello fem – Momento flettente MXx – Env. SLU min e max

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>		<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 205 di 217

Plate Moment:YY (kN.m/m)

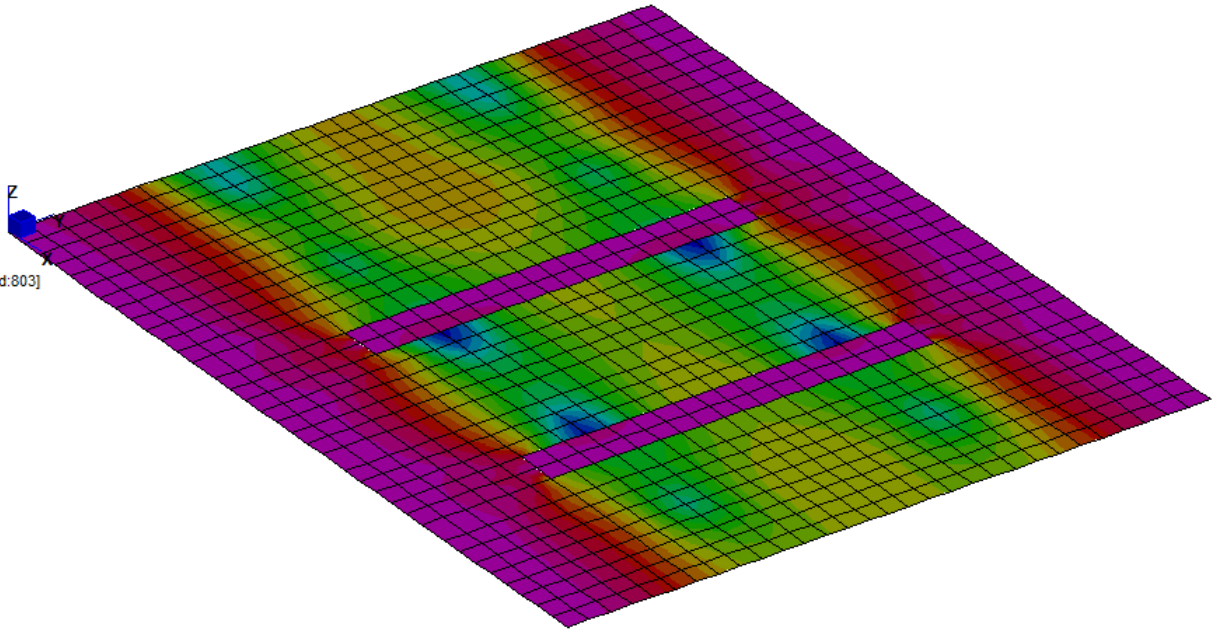
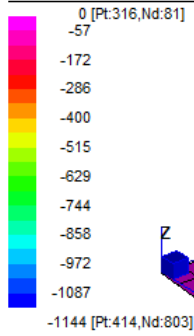


Plate Moment:YY (kN.m/m)

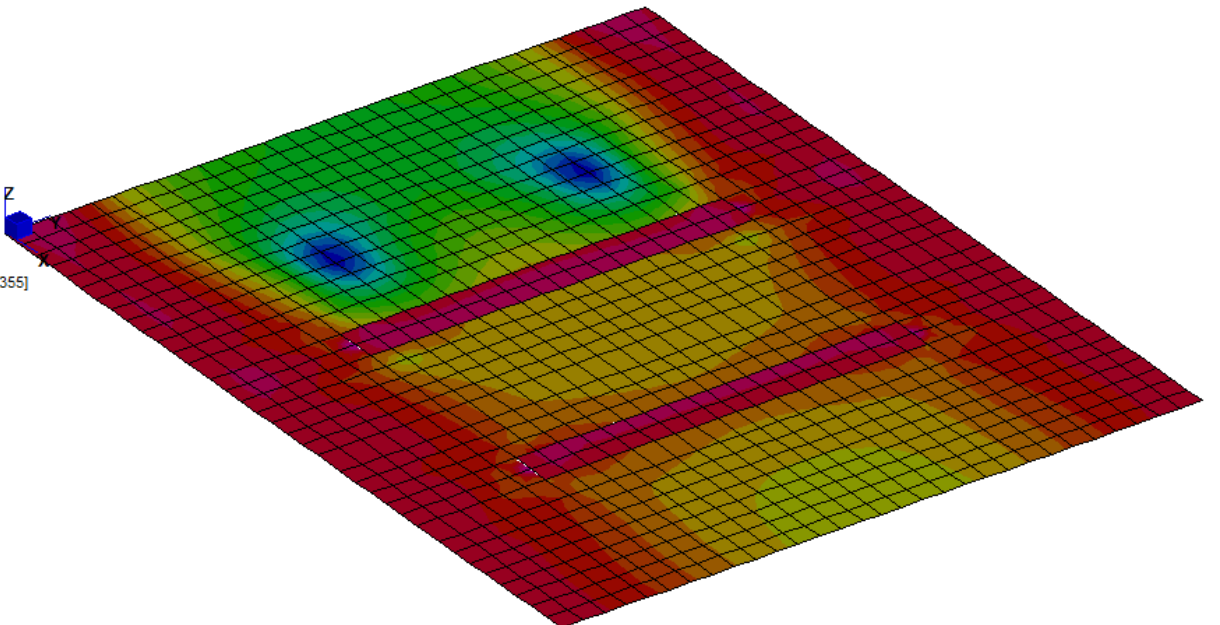
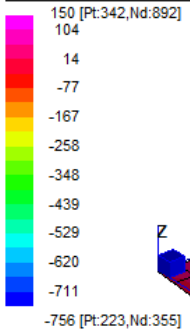


Figura 13-7: Modello fem – Momento flettente MYY – Env. SLU min e max

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GA0100 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">206 di 217</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	206 di 217
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	206 di 217								

Plate Force:ZX (kN/m)

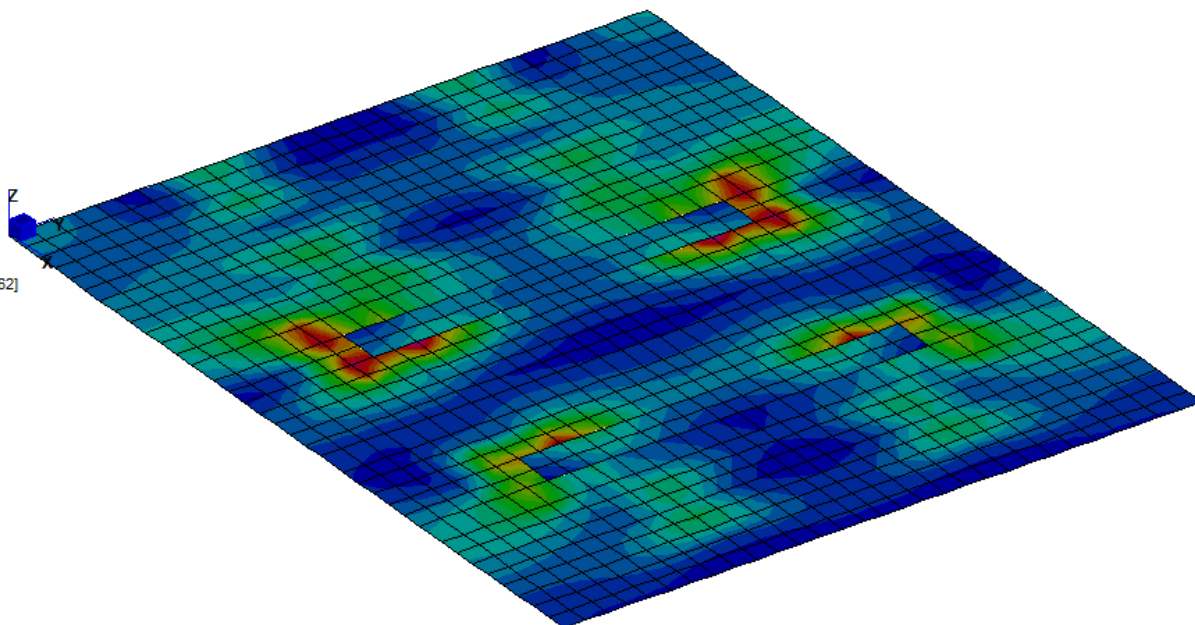
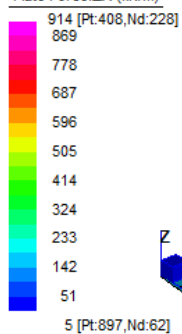


Plate Force:YZ (kN/m)

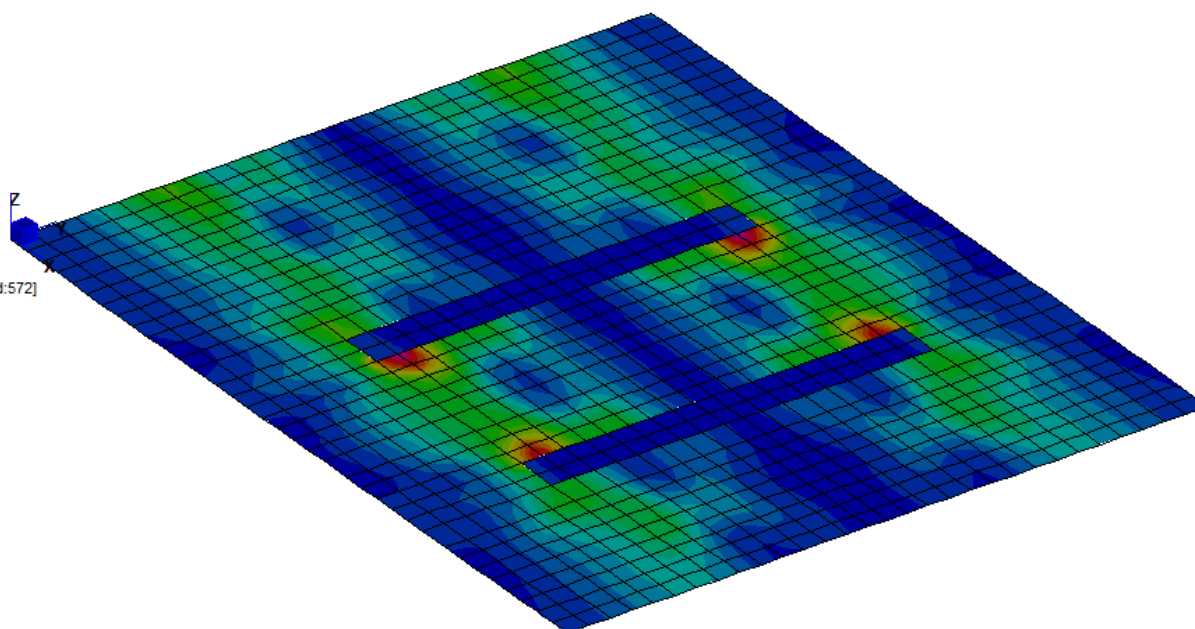
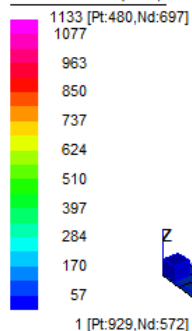
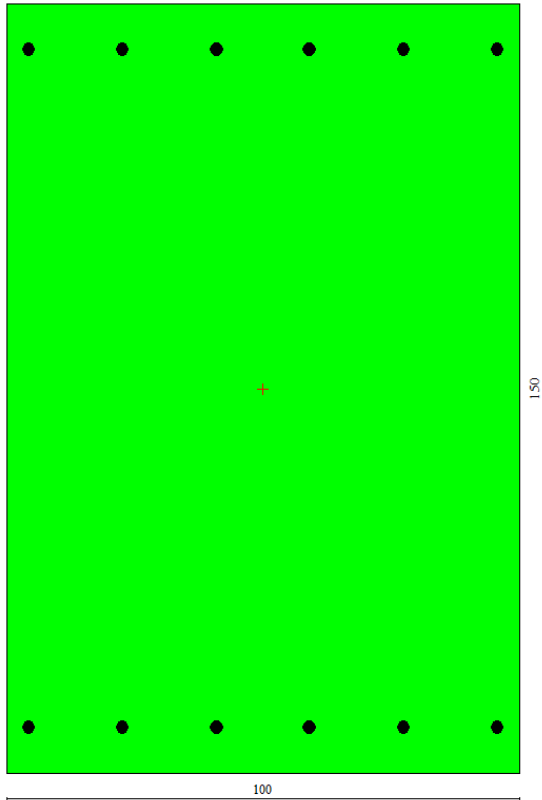


Figura 13-8: Modello fem – Taglio ZX e YZ – Env. SLU



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 208 di 217

**SEZIONE SP. 150 cm**



Base: 100.0 cm  
 Altezza: 150.0 cm  
 Barre intradosso: Ø26/15  
 Barre estradosso: Ø26/15  
 Coprif.(dal baric. barre): 7.6 cm

**Caratteristiche geometriche**

**Nome sezione:** sp.150cm  
**Tipo sezione:** Rettangolare  
 Base: 100,0 [cm]  
 Altezza: 150,0 [cm]

**Caratteristiche geometriche**

Area sezione: 15000,00 [cmq]  
 Inerzia in direzione X: 12500000,0 [cm^4]  
 Inerzia in direzione Y: 28125000,0 [cm^4]  
 Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm^4]  
 Ascissa baricentro sezione: X<sub>G</sub> = 50,00 [cm]  
 Ordinata baricentro sezione: Y<sub>G</sub> = 75,00 [cm]



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 209 di 217

## Elenco ferri

### Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	95,70	141,10	26	5,31
2	77,42	141,10	26	5,31
3	59,14	141,10	26	5,31
4	40,86	141,10	26	5,31
5	22,58	141,10	26	5,31
6	4,30	141,10	26	5,31
7	4,30	8,90	26	5,31
8	22,58	8,90	26	5,31
9	40,86	8,90	26	5,31
10	59,14	8,90	26	5,31
11	77,42	8,90	26	5,31
12	95,70	8,90	26	5,31

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

### Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

### Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

## Combinazioni

### Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo normale espresso in [kN]
M <sub>y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>x</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>x</sub>	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>y</sub>	T <sub>x</sub>	VD	VT
1	0,0000	886,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
2	0,0000	-937,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
3	0,0000	761,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
4	0,0000	-99,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
5	0,0000	1336,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	0,0000	-1398,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
7	0,0000	1144,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
8	0,0000	-150,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 210 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
1	29,49	0,00	(0,00; 120,51)	(100,00; 120,51)
2	29,49	0,00	(100,00; 29,49)	(0,00; 29,49)
3	29,49	0,00	(0,00; 120,51)	(100,00; 120,51)
4	29,49	0,00	(100,00; 29,49)	(0,00; 29,49)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
σ<sub>c-max</sub> Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
σ<sub>c-min</sub> Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
σ<sub>f-max</sub> Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
σ<sub>f-min</sub> Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
τ<sub>c</sub> Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	σ <sub>c-max</sub>	σ <sub>c-min</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>f-max</sub>	σ <sub>f-min</sub>
1	3,728	0,000	0,000	39,042	-211,600
2	3,942	0,000	0,000	41,289	-223,780
3	3,202	0,000	0,000	33,534	-181,747
4	0,417	0,000	0,000	4,362	-23,644

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
N<sub>u</sub> Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
M<sub>Xu</sub> Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
M<sub>Yu</sub> Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 5

N <sub>u</sub>	M <sub>Xu</sub>	M <sub>Yu</sub>	FS
0,0000	0,0000	<u>1683,8066</u>	1,26

#### Combinazione n° 6

N <sub>u</sub>	M <sub>Xu</sub>	M <sub>Yu</sub>	FS
0,0000	0,0000	<u>-1683,8066</u>	1,20

#### Combinazione n° 7

N <sub>u</sub>	M <sub>Xu</sub>	M <sub>Yu</sub>	FS
0,0000	0,0000	<u>1683,8066</u>	1,47

#### Combinazione n° 8

N <sub>u</sub>	M <sub>Xu</sub>	M <sub>Yu</sub>	FS
0,0000	0,0000	<u>-1683,8066</u>	11,23

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 211 di 217

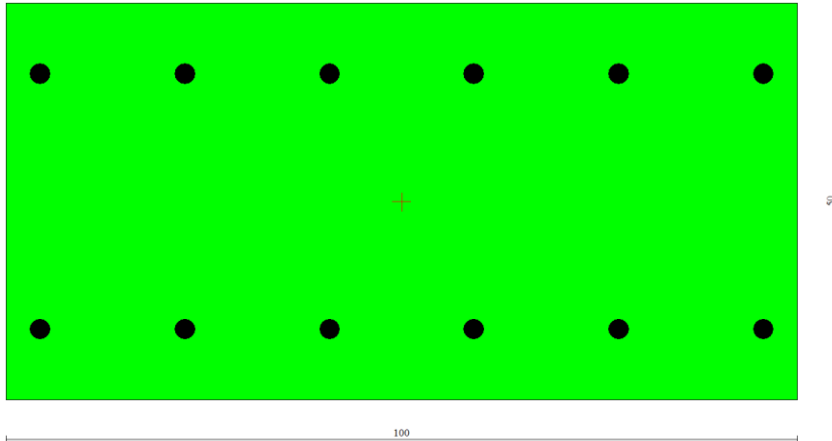
**Verifiche a taglio**

DME: SEZ. SP. 150 cm		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$	$d$	$\theta$	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$M_{Ed}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$Y_c$	
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)		
1,00	1,41	21,80	2,50	0,0	914,0	0,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$	$n$	$\emptyset$	$A_{sl,\emptyset}$	$A_{sl}$					
	(MPa)		(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	5	24	4,52	22,62					
		7	26	5,31	35,40					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{sl}$	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$V_{Rd}$	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	(cm <sup>2</sup> )			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)		
	58,01	0,15	1,38	0,41%	0,28	0,00	1,00	505,9	180,7%	Necessaria armatura
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)										
	$f_{ywd}$	$n_b$	$\emptyset$	$A_{sw}$	$\alpha$	$s$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$	$V_{Rd}$
	(MPa)		(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(°)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
Staffe / Pioli (1)	391,3	3,3	16	6,70	90	0,60	1386,7	3087,2	1386,7	1386,7
Ferri piegati (2)	391,3	0	26	0,00	45	-	0,0	4322,0	0,0	65,9% VERIFICA OK

DME: SEZ. SP. 150 cm		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$	$d$	$\theta$	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$M_{Ed}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$Y_c$	
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)		
1,00	1,41	21,80	2,50	0,0	1133,0	0,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$	$n$	$\emptyset$	$A_{sl,\emptyset}$	$A_{sl}$					
	(MPa)		(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	5	24	4,52	22,62					
		7	26	5,31	35,40					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{sl}$	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$V_{Rd}$	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	(cm <sup>2</sup> )			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)		
	58,01	0,15	1,38	0,41%	0,28	0,00	1,00	505,9	224,0%	Necessaria armatura
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)										
	$f_{ywd}$	$n_b$	$\emptyset$	$A_{sw}$	$\alpha$	$s$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$	$V_{Rd}$
	(MPa)		(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(°)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
Staffe / Pioli (1)	391,3	3,3	16	6,70	90	0,60	1386,7	3087,2	1386,7	1386,7
Ferri piegati (2)	391,3	0	26	0,00	45	-	0,0	4322,0	0,0	81,7% VERIFICA OK

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 212 di 217

### SEZIONE SP. 50 cm



Base:	100.0 cm
Altezza:	50.0 cm
Barre intradosso:	Ø26/15
Barre estradosso:	Ø26/15
Coprif.(dal baric. barre):	7.6 cm

### Caratteristiche geometriche

Area sezione	5000,00 [cmq]
Inerzia in direzione X	4166666,7 [cm^4]
Inerzia in direzione Y	1041666,7 [cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm^4]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$ [cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 25,00$ [cm]

### Elenco ferri

#### Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	95,70	41,10	26	5,31
2	77,42	41,10	26	5,31
3	59,14	41,10	26	5,31
4	40,86	41,10	26	5,31
5	22,58	41,10	26	5,31
6	4,30	41,10	26	5,31
7	4,30	8,90	26	5,31
8	22,58	8,90	26	5,31
9	40,86	8,90	26	5,31
10	59,14	8,90	26	5,31
11	77,42	8,90	26	5,31
12	95,70	8,90	26	5,31

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 214 di 217

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
1	14,30	0,00	(0,00; 35,70)	(100,00; 35,70)
2	14,30	0,00	(100,00; 14,30)	(0,00; 14,30)
3	14,30	0,00	(0,00; 35,70)	(100,00; 35,70)
4	14,30	0,00	(100,00; 14,30)	(0,00; 14,30)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
1	4,561	0,000	0,000	25,838	-128,218
2	3,995	0,000	0,000	22,630	-112,301
3	1,762	0,000	0,000	9,979	-49,519
4	0,629	0,000	0,000	3,564	-17,685

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]  
Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]  
Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]  
FS Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 5

Nu	Mxu	Myu	FS
0,0000	0,0000	<u>454.5731</u>	2,09

#### Combinazione n° 6

Nu	Mxu	Myu	FS
0,0000	0,0000	<u>-454.5731</u>	2,39

#### Combinazione n° 7

Nu	Mxu	Myu	FS
0,0000	0,0000	<u>454.5731</u>	5,41

#### Combinazione n° 8

Nu	Mxu	Myu	FS
0,0000	0,0000	<u>-454.5731</u>	15,15

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA ARTIFICIALE	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO GA0100 001	REV. B FOGLIO 215 di 217

**Verifiche a taglio**

DME: SEZ. SP. 50 cm		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	0,41	21,80	2,50	0,0	120,0	0,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55					
		5	30	7,07	35,34					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	61,89	0,15	1,70	1,51%	0,39	0,00	1,00	279,9	42,9%	VERIFICA OK

DME: SEZ. SP. 50 cm		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2018)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO			
$b_w$ (m)	$d$ (m)	$\theta$ (°)	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$ (kN)	$V_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{cd}$ (MPa)	$\gamma_c$	
1,00	0,41	21,80	2,50	0,0	262,0	0,0	24,90	14,11	1,50	
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
ARMATURE LONGITUDINALI										
	$f_{yd}$ (MPa)	$n$	$\emptyset$ (mm)	$A_{s1,\emptyset}$ (cm <sup>2</sup> )	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )					
Barre B450C	391,3	5	26	5,31	26,55					
		5	30	7,07	35,34					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	$A_{s1}$ (cm <sup>2</sup> )	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$ (MPa)	$\sigma_{cp}$ (MPa)	$\alpha_c$	$V_{Rd}$ (kN)	$V_{Ed}/V_{Rd}$	
	61,89	0,15	1,70	1,51%	0,39	0,00	1,00	279,9	93,6%	VERIFICA OK

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ RH	<b>DOCUMENTO</b> GA0100 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 216 di 217

### 13.3.1 Incidenza dell'armatura

Si riporta di seguito il calcolo dell'incidenza dell'armatura, considerando un coefficiente amplificativo  $\alpha$  pari a 1.1, per tener conto di sovrapposizioni, chiamate etc.

SPESSORE		1,5		PLATEA			
Vcls (m <sup>3</sup> )	1,5			passo correnti	0,15	m	
$\gamma$ acc (kg/m <sup>3</sup> )	7850			passo spille trasv	0,3	m	
				passo spille long	0,6	m	
<b>cunicolo</b>							
	$\Phi$ (mm)	Peso/m (kg/m)	L (m)	n (-)	$\alpha$ (-)	P tot (kg)	
armatura trasversale $\phi_1$	26	4,168	1	14	1,1	64,2	
armatura long	26	4,168	1	14	1,1	64,2	
armatura spille	16	1,578	1,4	5,56	1,1	13,5	
						<b>TOT fless</b>	<b>128,4</b>
						<b>TOT shear</b>	<b>13,5</b>
<b>INCIDENZA= Ptot/V (kg/m<sup>3</sup>)</b>		90,00					
<b>INCIDENZA= Ptot/V (kg/m<sup>3</sup>)</b>		10,00					

Incidenza totale platea TBM: 100 kg/m<sup>3</sup>



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA HIRPINIA - ORSARA</b>																
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>TUNNELCONSULT</b>						<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>COMMESSA</b></td> <td style="text-align: center;"><b>LOTTO</b></td> <td style="text-align: center;"><b>CODIFICA</b></td> <td style="text-align: center;"><b>DOCUMENTO</b></td> <td style="text-align: center;"><b>REV.</b></td> <td style="text-align: center;"><b>FOGLIO</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH</td> <td style="text-align: center;">GA0100 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">217 di 217</td> </tr> </table>					<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>	IF3A
<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>												
IF3A	02	E ZZ RH	GA0100 001	B	217 di 217												
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLA GALLERIA</b> <b>ARTIFICIALE</b>																	

**14 ALLEGATI**























# INDICE

1	MODELLO FEM_GALLERIA ARTIFICIALE .....	2
1.1	INPUT MODEL FILE .....	3
1.1.1	GENERAL DATA AND LOAD CASES .....	3
1.1.2	ELEMENT GEOMETRY .....	7
2	MODELLO FEM_SEZIONE D'ATTACCO .....	42
2.1	INPUT MODEL FILE .....	43
2.1.1	GENERAL DATA AND LOAD CASES .....	43
2.1.2	ELEMENT GEOMETRY .....	47

# 1 MODELLO FEM\_GALLERIA ARTIFICIALE

# 1.1 INPUT MODEL FILE

## 1.1.1 GENERAL DATA AND LOAD CASES

```

/
-----
/ Straus7 MODEL EXCHANGE FILE
/ TIMESTAMP: 4:26:13 pm, 03 dicembre 2021
/
-----
/ MODEL INFORMATION
FileFormat      Straus7.2.4.6
ModelName       "BA_SLU+SLE"
Title           ""
Project         ""
Author          ""
Reference       ""
Comments        ""
/
-----
/ UNITS
LengthUnit      m
MassUnit        kg
EnergyUnit      J
PressureUnit    MPa
ForceUnit       kN
TemperatureUnit C
/
-----
/ GROUP DEFINITIONS
Group           1    16711680  "\\Model"
Group           2    3407692  "Sez.verifica"
Group           3    16724966  "Nodo rigido"
/
-----
/ FREEDOM CASE DEFINITIONS
FreedomCase     1    0    1    "Freedom Case 1"
  DY  RX  RZ
/
-----
/ LOAD CASE DEFINITIONS
LoadCase        1    1    "G1"
Gravity          3    -9.81000000000000E+0
LCInclude        1
LoadCase        8    0    "G1_ritiro"
LCInclude        3
LoadCase       34    0    "G2_banchine"
LCInclude        3
LoadCase        3    0    "G2_massetto"
LCInclude        3
LoadCase        4    0
"G2_ricoprim_peso_falda_min"
LCInclude        3
LoadCase        5    0    "G2_sp_terreno_falda_min"
LCInclude        3
LoadCase        6    0    "G2_falda_min"
LCInclude        3
LoadCase        7    0
"G2_ricoprim_peso_falda_max"
LCInclude        3
LoadCase        9    0    "G2_sp_terreno_falda_max"
LCInclude        3
LoadCase       10    0    "G2_falda_max"
LCInclude        3
LoadCase       33    0    "B_ballast"
LCInclude        3
LoadCase       35    0    "Q1_sovracc_banchine"
LCInclude        3
LoadCase       11    0    "Q2_camp_sx_vert"
LCInclude        3
LoadCase       12    0    "Q2_camp_dx_vert"
LCInclude        3
LoadCase       13    0    "Q2_camp_sx_orizz"
LCInclude        3
LoadCase       14    0    "Q2_camp_dx_orizz"
LCInclude        3
LoadCase       15    0    "Q3_stagione_+15°C_unif"

```

```

LCInclude        3
LoadCase        16    0    "Q3_stagione_-15°C_unif"
LCInclude        3
LoadCase        17    0
"Q3_stagione_+5°C_gradiente"
LCInclude        3
LoadCase        18    0    "Q3_stagione__-"
5°C_gradiente"
LCInclude        3
LoadCase        40    0    "LM71_SX_QV_eccentr_SX"
LCInclude        3
LoadCase        41    0    "LM71_SX_QV_eccentr_DX"
LCInclude        3
LoadCase        48    0    "LM71_SX_QS_serpeggio_SX"
LCInclude        3
LoadCase        49    0    "LM71_SX_QS_serpeggio_DX"
LCInclude        3
LoadCase        44    0    "LM71_DX_QV_eccentr_SX"
LCInclude        3
LoadCase        45    0    "LM71_DX_QV_eccentr_DX"
LCInclude        3
LoadCase        50    0    "LM71_DX_QS_serpeggio_SX"
LCInclude        3
LoadCase        51    0    "LM71_DX_QS_serpeggio_DX"
LCInclude        3
LoadCase        42    0    "SW/2_SX_QV_eccentr_SX"
LCInclude        3
LoadCase        43    0    "SW/2_SX_QV_eccentr_DX"
LCInclude        3
LoadCase        52    0    "SW/2_SX_QS_serpeggio_SX"
LCInclude        3
LoadCase        53    0    "SW/2_SX_QS_serpeggio_DX"
LCInclude        3
LoadCase        46    0    "SW/2_DX_QV_eccentr_SX"
LCInclude        3
LoadCase        47    0    "SW/2_DX_QV_eccentr_DX"
LCInclude        3
LoadCase        54    0    "SW/2_DX_QS_serpeggio_SX"
LCInclude        3
LoadCase        55    0    "SW/2_DX_QS_serpeggio_DX"
LCInclude        3
LoadCase        56    0    "LM71_SX_A1_urto_trasv"
LCInclude        3
LoadCase        57    0    "LM71_DX_A1_urto_trasv"
LCInclude        3
LoadCase        58    0    "SW/2_SX_A1_urto_trasv"
LCInclude        3
LoadCase        59    0    "SW/2_DX_A1_urto_trasv"
LCInclude        3
LoadCase        19    1    "Ex_str"
Gravity          1    3.61989000000000E+0
LCInclude        3
LoadCase        20    1    "Ez_str"
Gravity          3    -1.80994500000000E+0
LCInclude        3
LoadCase        29    0    "Ex_terreno_sx_falda_max"
LCInclude        3
LoadCase        30    0    "Ex_terreno_dx_falda_max"
LCInclude        3
LoadCase        26    0    "Ez_terreno_falda_max"
LCInclude        3
LoadCase        32    0    "E_water_falda_max"
LCInclude        3
LoadCase        27    0    "Ex_terreno_sx_falda_min"
LCInclude        3
LoadCase        28    0    "Ex_terreno_dx_falda_min"
LCInclude        3
LoadCase        39    0    "Ez_terreno_falda_min"
LCInclude        3
LoadCase        31    0    "E_water_falda_min"
LCInclude        3

```

INCREMENT ENVELOPES		
IncrementEnvelope	"Env.STR"	Abs
ON	89	
ON	90	
ON	91	
ON	92	
ON	93	
ON	94	
ON	95	
ON	96	
ON	97	
ON	98	
ON	99	
ON	100	
ON	101	
ON	102	
ON	103	
ON	104	
ON	105	
ON	106	
ON	107	
ON	108	
ON	109	
ON	110	
ON	111	
ON	112	
ON	113	
ON	114	
ON	115	
ON	116	
ON	117	
ON	118	
ON	119	
ON	120	
ON	121	
ON	122	
ON	123	
ON	124	
ON	125	
ON	126	
ON	127	
ON	128	
IncrementEnvelope	"Env.SLV"	Abs
ON	129	
ON	130	
ON	131	
ON	132	
ON	133	
ON	134	
ON	135	
ON	136	
ON	137	
ON	138	
ON	139	
ON	140	
ON	141	
ON	142	
ON	143	
ON	144	
ON	145	
ON	146	
ON	147	
ON	148	
ON	149	
ON	150	
ON	151	
ON	152	
ON	153	
ON	154	
ON	155	
ON	156	
ON	157	
ON	158	
ON	159	
ON	160	
IncrementEnvelope	"Env.ECC"	Abs
ON	161	
ON	162	
ON	163	
ON	164	
ON	165	
ON	166	
ON	167	
ON	168	
ON	169	
ON	170	
ON	171	
ON	172	
ON	173	
ON	174	
ON	175	
ON	176	
ON	177	
ON	178	
ON	179	
ON	180	
ON	181	
ON	182	
ON	183	
ON	184	
ON	185	
ON	186	
ON	187	
ON	188	

ON	189	
ON	190	
ON	191	
ON	192	
IncrementEnvelope	"Env.SLU"	Abs
ON	89	
ON	90	
ON	91	
ON	92	
ON	93	
ON	94	
ON	95	
ON	96	
ON	97	
ON	98	
ON	99	
ON	100	
ON	101	
ON	102	
ON	103	
ON	104	
ON	105	
ON	106	
ON	107	
ON	108	
ON	109	
ON	110	
ON	111	
ON	112	
ON	113	
ON	114	
ON	115	
ON	116	
ON	117	
ON	118	
ON	119	
ON	120	
ON	121	
ON	122	
ON	123	
ON	124	
ON	125	
ON	126	
ON	127	
ON	128	
ON	129	
ON	130	
ON	131	
ON	132	
ON	133	
ON	134	
ON	135	
ON	136	
ON	137	
ON	138	
ON	139	
ON	140	
ON	141	
ON	142	
ON	143	
ON	144	
ON	145	
ON	146	
ON	147	
ON	148	
ON	149	
ON	150	
ON	151	
ON	152	
ON	153	
ON	154	
ON	155	
ON	156	
ON	157	
ON	158	
ON	159	
ON	160	
ON	161	
ON	162	
ON	163	
ON	164	
ON	165	
ON	166	
ON	167	
ON	168	
ON	169	
ON	170	
ON	171	
ON	172	
ON	173	
ON	174	
ON	175	
ON	176	
ON	177	
ON	178	
ON	179	
ON	180	
ON	181	
ON	182	
ON	183	
ON	184	
ON	185	
ON	186	
ON	187	
ON	188	
ON	189	
ON	190	
ON	191	
ON	192	

IncrementEnvelope	"Env.SLU_min" Min
ON	89
ON	90
ON	91
ON	92
ON	93
ON	94
ON	95
ON	96
ON	97
ON	98
ON	99
ON	100
ON	101
ON	102
ON	103
ON	104
ON	105
ON	106
ON	107
ON	108
ON	109
ON	110
ON	111
ON	112
ON	113
ON	114
ON	115
ON	116
ON	117
ON	118
ON	119
ON	120
ON	121
ON	122
ON	123
ON	124
ON	125
ON	126
ON	127
ON	128
ON	129
ON	130
ON	131
ON	132
ON	133
ON	134
ON	135
ON	136
ON	137
ON	138
ON	139
ON	140
ON	141
ON	142
ON	143
ON	144
ON	145
ON	146
ON	147
ON	148
ON	149
ON	150
ON	151
ON	152
ON	153
ON	154
ON	155
ON	156
ON	157
ON	158
ON	159
ON	160
ON	161
ON	162
ON	163
ON	164
ON	165
ON	166
ON	167
ON	168
ON	169
ON	170
ON	171
ON	172
ON	173
ON	174
ON	175
ON	176
ON	177
ON	178
ON	179
ON	180
ON	181
ON	182
ON	183
ON	184
ON	185
ON	186
ON	187
ON	188
ON	189
ON	190
ON	191
ON	192

IncrementEnvelope	"Env.SLU_max" Max
ON	89
ON	90
ON	91
ON	92

ON	93
ON	94
ON	95
ON	96
ON	97
ON	98
ON	99
ON	100
ON	101
ON	102
ON	103
ON	104
ON	105
ON	106
ON	107
ON	108
ON	109
ON	110
ON	111
ON	112
ON	113
ON	114
ON	115
ON	116
ON	117
ON	118
ON	119
ON	120
ON	121
ON	122
ON	123
ON	124
ON	125
ON	126
ON	127
ON	128
ON	129
ON	130
ON	131
ON	132
ON	133
ON	134
ON	135
ON	136
ON	137
ON	138
ON	139
ON	140
ON	141
ON	142
ON	143
ON	144
ON	145
ON	146
ON	147
ON	148
ON	149
ON	150
ON	151
ON	152
ON	153
ON	154
ON	155
ON	156
ON	157
ON	158
ON	159
ON	160
ON	161
ON	162
ON	163
ON	164
ON	165
ON	166
ON	167
ON	168
ON	169
ON	170
ON	171
ON	172
ON	173
ON	174
ON	175
ON	176
ON	177
ON	178
ON	179
ON	180
ON	181
ON	182
ON	183
ON	184
ON	185
ON	186
ON	187
ON	188
ON	189
ON	190
ON	191
ON	192

IncrementEnvelope	"Env.QP_min" Min
ON	1
ON	2
ON	3
ON	4
ON	5
ON	6
ON	7
ON	8



IncrementEnvelope	"Env.QP_max"	Max
ON	1	
ON	2	
ON	3	
ON	4	
ON	5	
ON	6	
ON	7	
ON	8	

IncrementEnvelope	"Env.RA_min"	Min
ON	9	
ON	10	
ON	11	
ON	12	
ON	13	
ON	14	
ON	15	
ON	16	
ON	17	
ON	18	
ON	19	
ON	20	
ON	21	
ON	22	
ON	23	
ON	24	
ON	25	
ON	26	
ON	27	
ON	28	
ON	29	
ON	30	
ON	31	
ON	32	
ON	33	
ON	34	
ON	35	
ON	36	
ON	37	
ON	38	
ON	39	
ON	40	
ON	41	
ON	42	
ON	43	
ON	44	
ON	45	
ON	46	
ON	47	
ON	48	

IncrementEnvelope	"Env.RA_max"	Max
ON	9	
ON	10	
ON	11	
ON	12	
ON	13	
ON	14	
ON	15	
ON	16	
ON	17	
ON	18	
ON	19	
ON	20	
ON	21	
ON	22	
ON	23	
ON	24	
ON	25	
ON	26	
ON	27	
ON	28	
ON	29	
ON	30	
ON	31	
ON	32	
ON	33	
ON	34	
ON	35	
ON	36	
ON	37	
ON	38	
ON	39	
ON	40	
ON	41	
ON	42	
ON	43	
ON	44	
ON	45	
ON	46	
ON	47	
ON	48	

IncrementEnvelope	"Env.RA_FESS_min"	Min
ON	49	
ON	50	
ON	51	
ON	52	
ON	53	
ON	54	
ON	55	
ON	56	
ON	57	
ON	58	
ON	59	
ON	60	
ON	61	
ON	62	
ON	63	
ON	64	

ON	65
ON	66
ON	67
ON	68
ON	69
ON	70
ON	71
ON	72
ON	73
ON	74
ON	75
ON	76
ON	77
ON	78
ON	79
ON	80
ON	81
ON	82
ON	83
ON	84
ON	85
ON	86
ON	87
ON	88

IncrementEnvelope	"Env.RA_FESS_max"	Max
ON	49	
ON	50	
ON	51	
ON	52	
ON	53	
ON	54	
ON	55	
ON	56	
ON	57	
ON	58	
ON	59	
ON	60	
ON	61	
ON	62	
ON	63	
ON	64	
ON	65	
ON	66	
ON	67	
ON	68	
ON	69	
ON	70	
ON	71	
ON	72	
ON	73	
ON	74	
ON	75	
ON	76	
ON	77	
ON	78	
ON	79	
ON	80	
ON	81	
ON	82	
ON	83	
ON	84	
ON	85	
ON	86	
ON	87	
ON	88	

# 1.1.2 ELEMENT GEOMETRY

```

/
-----
/ COORDINATE SYSTEM DEFINITIONS
CoordSys      1      "Global XYZ"  GlobalXYZ
/
-----
/ NODE COORDINATES
Node          1          0          1.53095251483319E+0
0.00000000000000E+0  0.00000000000000E+0
Node          2          0          1.02063500988879E+0
0.00000000000000E+0  0.00000000000000E+0
Node          3          0          5.10317504944396E-1
0.00000000000000E+0  0.00000000000000E+0
Node          4          0          0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0  0.00000000000000E+0
Node          5          0          7.64772714312130E+0
0.00000000000000E+0  0.00000000000000E+0
Node          6          0          8.15804464806570E+0
0.00000000000000E+0  0.00000000000000E+0
Node          7          0          8.66836215301009E+0
0.00000000000000E+0  0.00000000000000E+0
Node          8          0          9.17867965795449E+0
0.00000000000000E+0  0.00000000000000E+0
Node          9          0          0.00000000000000E+0
8.86606326550021E-17  5.00000000000000E-1
Node         10          0          0.00000000000000E+0
1.77321265310004E-16  1.00000000000000E+0
Node         11          0          1.45519000000000E-11
2.65954792910694E-16  1.50000000000000E+0
Node         12          0          1.45519000000000E-11
3.54642530620009E-16  2.00000000000000E+0
Node         13          0          1.45519000000000E-11
4.43221848112074E-16  2.50000000000000E+0
Node         14          0          1.45519000000000E-11
5.31909585821388E-16  3.00000000000000E+0
Node         15          0          1.45519000000000E-11
9.34582272682505E-16  3.50000000000000E+0
Node         16          0          1.45519000000000E-11
7.09285061240017E-16  4.00000000000000E+0
Node         17          0          2.91038000000000E-11
4.83987849797529E-16  4.50000000000000E+0
Node         18          0          2.91038000000000E-11
8.86443696224148E-16  5.00000000000000E+0
Node         19          0          2.91038000000000E-11
1.28933322351976E-15  5.50000000000000E+0
Node         20          0          3.73395744332811E-1
1.12323345069498E-15  5.83942041889531E+0
Node         21          0          7.46791488621966E-1
1.32489505477728E-15  6.17884083779063E+0
Node         22          0          1.12018723292567E+0
1.22167900795666E-15  6.51826125662774E+0
Node         23          0          1.49358297721483E+0
1.05601291600088E-15  6.85768167552305E+0
Node         24          0          1.86697872151853E+0
1.77809156287623E-15  7.19710209441837E+0
Node         25          0          2.24560832738644E+0
1.77939260548321E-15  7.52915134694194E+0
Node         26          0          2.66433982906165E+0
1.36089056690380E-15  7.80893879133509E+0
Node         27          0          3.11600861443730E+0
1.30104260698260E-15  8.03167718695476E+0
Node         28          0          3.59288650538656E+0
1.79890824458795E-15  8.19355541793629E+0
Node         29          0          4.08681398894987E+0
1.95069654873592E-15  8.29180370294489E+0
Node         30          0          4.58933982897724E+0
1.20563281580388E-15  8.32474098663078E+0
Node         31          0          1.93119599080819E+0
5.10794748512233E-17  -2.26914008031599E-1
Node         32          0          2.34816624045197E+0
8.31583066296382E-17  -4.21389245544560E-1
Node         33          0          2.77923941513291E+0
1.26905864289428E-16  -5.82201947690919E-1
Node         34          0          3.22170292146620E+0
1.73201297054559E-16  -7.08340176031925E-1
Node         35          0          3.67277249068138E+0
1.99005308759714E-16  -7.99010186688974E-1
Node         36          0          4.12960969901178E+0
2.07191035161980E-16  -8.53641424851957E-1
Node         37          0          4.58933982897724E+0
8.90129983610599E-17  -8.71890115085989E-1
Node         38          0          9.17867965795449E+0
8.86606326550021E-17  5.00000000000000E-1
Node         39          0          9.17867965795449E+0
1.77321265310004E-16  1.00000000000000E+0
Node         40          0          9.17867965793994E+0
2.65954792910694E-16  1.50000000000000E+0
Node         41          0          9.17867965793994E+0
3.54642530620009E-16  2.00000000000000E+0
Node         42          0          9.17867965793994E+0
4.43221848112074E-16  2.50000000000000E+0
Node         43          0          9.17867965793994E+0
5.31909585821388E-16  3.00000000000000E+0
Node         44          0          9.17867965793994E+0
9.34582272682505E-16  3.50000000000000E+0
Node         45          0          9.17867965793994E+0
7.09285061240017E-16  4.00000000000000E+0
Node         46          0          9.17867965792538E+0
4.83987849797529E-16  4.50000000000000E+0
Node         47          0          9.17867965792538E+0
8.86443696224148E-16  5.00000000000000E+0
Node         48          0          9.17867965792538E+0
1.28933322351976E-15  5.50000000000000E+0

```

```

Node          49          0          7.24748366714630E+0
5.10794748512233E-17  -2.26914008031599E-1
Node          50          0          6.83051341750252E+0
8.31583066296382E-17  -4.21389245544560E-1
Node          51          0          6.39944024282158E+0
1.26905864289428E-16  -5.82201947690919E-1
Node          52          0          5.95697673648829E+0
1.73201297054559E-16  -7.08340176031925E-1
Node          53          0          5.50590716727311E+0
1.99005308759714E-16  -7.99010186688974E-1
Node          54          0          5.04906995894271E+0
2.07191035161980E-16  -8.53641424851957E-1
Node          55          0          8.80528391362168E+0
1.12323345069498E-15  5.83942041889531E+0
Node          56          0          8.43188816933252E+0
1.32489505477728E-15  6.17884083779063E+0
Node          57          0          8.05849242502881E+0
1.22167900795666E-15  6.51826125662774E+0
Node          58          0          7.68509668073966E+0
1.05601291600088E-15  6.85768167552305E+0
Node          59          0          7.31170093643595E+0
1.77809156287623E-15  7.19710209441837E+0
Node          60          0          6.93307133056805E+0
1.77939260548321E-15  7.52915134694194E+0
Node          61          0          6.51433982889284E+0
1.36089056690380E-15  7.80893879133509E+0
Node          62          0          6.06267104351718E+0
1.30104260698260E-15  8.03167718695476E+0
Node          63          0          5.58579315256793E+0
1.79890824458795E-15  8.19355541793629E+0
Node          64          0          5.09186566900462E+0
1.95069654873592E-15  8.29180370294489E+0
/
-----
/ BEAM ELEMENTS
Beam          1          0          3          10          2
1 Beam          2          0          3          8          3
2 Beam          3          0          3          8          4
3 Beam          4          0          2          8          4
9 Beam          5          0          1          8          9
10 Beam         6          0          1          9          10
11 Beam         7          0          1          9          11
12 Beam         8          0          1          9          12
13 Beam         9          0          2          10          13
14 Beam        10          0          1          10          14
15 Beam        11          0          1          10          15
16 Beam        12          0          1          11          17
16 Beam        13          0          1          11          17
18 Beam        14          0          1          9          18
19 Beam        15          0          2          7          19
20 Beam        16          0          1          6          20
21 Beam        17          0          1          6          21
22 Beam        18          0          1          5          22
23 Beam        19          0          1          5          23
24 Beam        20          0          1          5          24
25 Beam        21          0          1          3          25
26 Beam        22          0          1          3          26
27 Beam        23          0          1          3          27
28 Beam        24          0          1          3          28
29 Beam        25          0          1          3          29
30 Beam        26          0          2          1          1
31 Beam        27          0          1          1          31
32 Beam        28          0          1          1          32
33 Beam        29          0          1          1          33
34 Beam        30          0          1          1          34
35 Beam        31          0          1          1          35
36 Beam        32          0          1          1          36
37 Beam        33          0          3          10          5
6 Beam        34          0          3          8          6
7 Beam        35          0          3          8          7
8 Beam        36          0          1          8          8
38

```























```

0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 49 52 Z 1 -
8.73854995028337E+0 -8.73854995028337E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 49 53 Z 1 -
2.79190497121886E+0 -2.79190497121886E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ SW/2_SX_QV_eccentr_SX
BmDistLoadG 42 28 Z 1 -
6.55994583130175E+1 -6.55994583130175E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 42 29 Z 1 -
6.41948258998385E+1 -6.41948258998385E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 42 30 Z 1 -
6.27530786069233E+1 -6.27530786069233E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 42 31 Z 1 -
6.12832888479402E+1 -6.12832888479402E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 42 32 Z 1 -
5.97947054981596E+1 -5.97947054981596E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 42 50 Z 1 -
5.38403127816230E+1 -5.38403127816230E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 42 51 Z 1 -
5.53101025406060E+1 -5.53101025406060E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 42 52 Z 1 -
5.67986858903866E+1 -5.67986858903866E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 42 53 Z 1 -
5.82966956942731E+1 -5.82966956942731E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ SW/2_SX_QV_eccentr_DX
BmDistLoadG 43 28 Z 1 -
5.24005416869825E+1 -5.24005416869825E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 43 29 Z 1 -
5.38051741001615E+1 -5.38051741001615E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 43 30 Z 1 -
5.52469213930767E+1 -5.52469213930767E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 43 31 Z 1 -
5.67167111520598E+1 -5.67167111520598E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 43 32 Z 1 -
5.82052945018404E+1 -5.82052945018404E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 43 50 Z 1 -
6.41596872183770E+1 -6.41596872183770E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 43 51 Z 1 -
6.26898974593940E+1 -6.26898974593940E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 43 52 Z 1 -
6.12013141096134E+1 -6.12013141096134E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 43 53 Z 1 -
5.97033043057269E+1 -5.97033043057269E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ SW/2_SX_QS_serpeggio_SX
BmDistLoadG 52 28 Z 1 -
2.37980466439116E+1 -2.37980466439116E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 52 29 Z 1 -
1.87328570327508E+1 -1.87328570327508E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected

```

```

BmDistLoadG 52 30 Z 1 -
1.35338289158747E+1 -1.35338289158747E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 52 31 Z 1 -
8.23367796681468E+0 -8.23367796681468E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 52 32 Z 1 -
2.86575619033307E+0 -2.86575619033307E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 52 50 Z 1 -
1.86061448177839E+1 1.86061448177839E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 52 51 Z 1 -
1.33059938687237E+1 1.33059938687237E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 52 52 Z 1 -
7.93807209224215E+0 7.93807209224215E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 52 53 Z 1 -
2.53615795095454E+0 2.53615795095454E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ SW/2_SX_QS_serpeggio_DX
BmDistLoadG 53 28 Z 1 -
2.37980466439116E+1 2.37980466439116E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 53 29 Z 1 -
1.87328570327508E+1 1.87328570327508E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 53 30 Z 1 -
1.35338289158747E+1 1.35338289158747E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 53 31 Z 1 -
8.23367796681468E+0 8.23367796681468E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 53 32 Z 1 -
2.86575619033307E+0 2.86575619033307E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 53 50 Z 1 -
1.86061448177839E+1 -1.86061448177839E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 53 51 Z 1 -
1.33059938687237E+1 -1.33059938687237E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 53 52 Z 1 -
7.93807209224215E+0 -7.93807209224215E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
BmDistLoadG 53 53 Z 1 -
2.53615795095454E+0 -2.53615795095454E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0 Projected
/
/ BEAM GLOBAL POINT FORCES
/ LM71_SX_A1_urto_trasv
BmForceG 56 9 -2.34000000000000E+2
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
5.00000000000000E-1
/
/ BEAM GLOBAL POINT FORCES
/ LM71_DX_A1_urto_trasv
BmForceG 57 41 2.34000000000000E+2
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
5.00000000000000E-1
/
/ BEAM GLOBAL POINT FORCES
/ SW/2_SX_A1_urto_trasv
BmForceG 58 9 -2.34000000000000E+2
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
5.00000000000000E-1
/
/ BEAM GLOBAL POINT FORCES
/ SW/2_DX_A1_urto_trasv
BmForceG 59 41 2.34000000000000E+2
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
5.00000000000000E-1

```









BmDistLoadL	32	41	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
2.62900361561895E+1	-2.62900361561895E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	6	X	1					
BmDistLoadL	32	42	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
2.52586497189577E+1	-2.52586497189577E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	7	X	1					
BmDistLoadL	32	43	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
2.41833159462521E+1	-2.41833159462521E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	8	X	1					
BmDistLoadL	32	44	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
2.30578870386577E+1	-2.30578870386577E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	9	X	1					
BmDistLoadL	32	45	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
2.18746323219100E+1	-2.18746323219100E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	10	X	1					
BmDistLoadL	32	46	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
2.06236011343800E+1	-2.06236011343800E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	11	X	1					
BmDistLoadL	32	47	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
3.13229560874525E+1	-3.13229560874525E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	12	X	1					
BmDistLoadL	32	48	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
3.16513310683543E+1	-3.16513310683543E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	13	X	1					
BmDistLoadL	32	49	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
3.19203147320571E+1	-3.19203147320571E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	14	X	1					
BmDistLoadL	32	50	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
3.21297242122900E+1	-3.21297242122900E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	15	X	1					
BmDistLoadL	32	51	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
3.22794115984185E+1	-3.22794115984185E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	16	X	1					
BmDistLoadL	32	52	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
3.23692682834212E+1	-3.23692682834212E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	17	X	1					
BmDistLoadL	32	53	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
3.23992279444598E+1	-3.23992279444598E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	18	X	1					
BmDistLoadL	32	54	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
1.83323385986063E+1	-1.83323385986063E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	19	X	1					
BmDistLoadL	32	55	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
1.73200164176208E+1	-1.73200164176208E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	20	X	1					
BmDistLoadL	32	56	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
1.62447314205420E+1	-1.62447314205420E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	21	X	1					
BmDistLoadL	32	57	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
1.50930324699261E+1	-1.50930324699261E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	22	X	1					
BmDistLoadL	32	58	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
1.38458643410567E+1	-1.38458643410567E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	23	X	1					
BmDistLoadL	32	59	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
1.25060021389624E+1	-1.25060021389624E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	24	X	1					
BmDistLoadL	32	60	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
1.12538609624281E+1	-1.12538609624281E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	25	X	1					
BmDistLoadL	32	61	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
1.01471618347983E+1	-1.01471618347983E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	26	X	1					
BmDistLoadL	32	62	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
9.26022990982815E+0	-9.26022990982815E+0	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	28	37	X	1					
BmDistLoadL	32	63	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
8.67783385435810E+0	-8.67783385435810E+0	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	28	38	X	1					
BmDistLoadL	32	64	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0		
8.47363396726677E+0	-8.47363396726677E+0	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	28	39	X	1					
/									
/									
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS									
/ Ex terreno_dx_falda_min									
BmDistLoadG	28	36	X	1	-				
9.07740000000000E+1	-9.07740000000000E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	28	37	X	1	-				
9.07740000000000E+1	-9.07740000000000E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	28	38	X	1	-				
9.07740000000000E+1	-9.07740000000000E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	28	39	X	1	-				
9.07740000000000E+1	-9.07740000000000E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	28	40	X	1	-				
9.07740000000000E+1	-9.07740000000000E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	28	41	X	1	-				
9.07740000000000E+1	-9.07740000000000E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	
BmDistLoadG	27	5	X	1					
9.07740000000000E+1	9.07740000000000E+1	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0			0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected	

STRAUS7 MODEL

```

BmDistLoadG      28      42      X      1      -
9.077400000000000E+1 -9.077400000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      28      43      X      1      -
9.077400000000000E+1 -9.077400000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      28      44      X      1      -
9.077400000000000E+1 -9.077400000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      28      45      X      1      -
9.077400000000000E+1 -9.077400000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      28      46      X      1      -
9.077400000000000E+1 -9.077400000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      28      54      X      1      -
9.077400000000000E+1 -9.077400000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      28      55      X      1      -
9.077400000000000E+1 -9.077400000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      28      56      X      1      -
9.077400000000000E+1 -9.077400000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      28      57      X      1      -
9.077400000000000E+1 -9.077400000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      28      58      X      1      -
9.077400000000000E+1 -9.077400000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      28      59      X      1      -
9.077400000000000E+1 -9.077400000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      28      60      X      1      -
9.077400000000000E+1 -9.077400000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      28      61      X      1      -
9.077400000000000E+1 -9.077400000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      28      62      X      1      -
9.077400000000000E+1 -9.077400000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      28      63      X      1      -
9.077400000000000E+1 -9.077400000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ Ez_terreno_falda_min
BmDistLoadG      39      15      Z      1      -
2.269350000000000E+1 -2.269350000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      16      Z      1      -
2.14410386542763E+1 -2.14410386542763E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      17      Z      1      -
2.01885773085526E+1 -2.01885773085526E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      18      Z      1      -
1.89361159630437E+1 -1.89361159630437E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      19      Z      1      -
1.76836546173199E+1 -1.76836546173199E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      20      Z      1      -
1.64311932715962E+1 -1.64311932715962E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      21      Z      1      -
1.52059315297842E+1 -1.52059315297842E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      22      Z      1      -
1.41735158599735E+1 -1.41735158599735E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      23      Z      1      -
1.33516111801369E+1 -1.33516111801369E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      24      Z      1      -
1.27542805078150E+1 -1.27542805078150E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      25      Z      1      -
1.23917443361333E+1 -1.23917443361333E+1

```

```

0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      54      Z      1      -
2.269350000000000E+1 -2.269350000000000E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      55      Z      1      -
2.14410386542763E+1 -2.14410386542763E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      56      Z      1      -
2.01885773085526E+1 -2.01885773085526E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      57      Z      1      -
1.89361159630437E+1 -1.89361159630437E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      58      Z      1      -
1.76836546173199E+1 -1.76836546173199E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      59      Z      1      -
1.64311932715962E+1 -1.64311932715962E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      60      Z      1      -
1.52059315297842E+1 -1.52059315297842E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      61      Z      1      -
1.41735158599735E+1 -1.41735158599735E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      62      Z      1      -
1.33516111801369E+1 -1.33516111801369E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      63      Z      1      -
1.27542805078150E+1 -1.27542805078150E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
BmDistLoadG      39      64      Z      1      -
1.23917443361333E+1 -1.23917443361333E+1
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
0.000000000000000E+0 0.000000000000000E+0
/
/ BEAM PROPERTIES
BeamProp      1      16737843      "Arco
rovescio_sp.0.70m"
MaterialName      "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa
- Modified"
Modulus      3.144700000000000E+4
ShearMod      1.144200000000000E+4
Poisson      2.000000000000000E-1
UsePoisson      TRUE
Density      2.500000000000000E+3
Expansion      1.000000000000000E-5
ThermalCond      1.370000000000000E+0
SpecificHeat      8.800000000000000E+2
InstantAlpha      FALSE
Area      7.000000000000000E-1
MomentI11      2.858333333300000E-2
MomentI22      5.833333333300000E-2
MomentJ      6.682554666700000E-2
SectionType      SolidRect
B      1.000000000000000E+0
D      7.000000000000000E-1
CT      FALSE
TimeDependentMod      Elastic
UseMomCurv      TRUE
NonLinType      Elasticplastic
Hardening      Isotropic
BeamProp      3      3407692      "Calotta_sp.0.70m"
MaterialName      "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa
- Modified"
Modulus      3.144700000000000E+4
ShearMod      1.144200000000000E+4
Poisson      2.000000000000000E-1
UsePoisson      TRUE
Density      2.500000000000000E+3
Expansion      1.000000000000000E-5
ThermalCond      1.370000000000000E+0
SpecificHeat      8.800000000000000E+2
InstantAlpha      FALSE
Area      7.000000000000000E-1
MomentI11      2.858333333300000E-2
MomentI22      5.833333333300000E-2
MomentJ      6.682554666700000E-2
SectionType      SolidRect
B      1.000000000000000E+0
D      7.000000000000000E-1
CT      FALSE
TimeDependentMod      Elastic
UseMomCurv      TRUE
NonLinType      Elasticplastic
Hardening      Isotropic
BeamProp      5      16757299      "Calotta_sp.0.90m"
MaterialName      "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa
- Modified"
Modulus      3.144700000000000E+4
ShearMod      1.144200000000000E+4

```

STRAUS7 MODEL

```

Poisson 2.00000000000000E-1
UsePoisson TRUE
Density 2.50000000000000E+3
Expansion 1.00000000000000E-5
ThermalCond 1.37000000000000E+0
SpecificHeat 8.80000000000000E+2
InstantAlpha FALSE
Area 9.00000000000000E-1
MomentI11 6.07500000000000E-2
MomentI22 7.50000000000000E-2
MomentJ 1.15454160000000E-1
SectionType SolidRect
B 1.00000000000000E+0
D 9.00000000000000E-1
CT FALSE
TimeDependentMod Elastic
UseMomCurv TRUE
NonLinType Elasticplastic
Hardening Isotropic

BeamProp 6 16724966 "Calotta_sp.1.35m"
MaterialName "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa"
- Modified"
Modulus 3.14470000000000E+4
ShearMod 1.14420000000000E+4
Poisson 2.00000000000000E-1
UsePoisson TRUE
Density 2.50000000000000E+3
Expansion 1.00000000000000E-5
ThermalCond 1.37000000000000E+0
SpecificHeat 8.80000000000000E+2
InstantAlpha FALSE
Area 1.35000000000000E+0
MomentI11 2.05031250000000E-1
MomentI22 1.12500000000000E-1
MomentJ 2.52839506173000E-1
SectionType SolidRect
B 1.00000000000000E+0
D 1.35000000000000E+0
CT FALSE
TimeDependentMod Elastic
UseMomCurv TRUE
NonLinType Elasticplastic
Hardening Isotropic

BeamProp 7 6750003 "Calotta_sp.2.00m"
MaterialName "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa"
- Modified"
Modulus 3.14470000000000E+4
ShearMod 1.14420000000000E+4
Poisson 2.00000000000000E-1
UsePoisson TRUE
Density 2.50000000000000E+3
Expansion 1.00000000000000E-5
ThermalCond 1.37000000000000E+0
SpecificHeat 8.80000000000000E+2
InstantAlpha FALSE
Area 2.00000000000000E+0
MomentI11 6.6666666667000E-1
MomentI22 1.66666666667000E-1
MomentJ 4.6533333333000E-1
SectionType SolidRect
B 1.00000000000000E+0
D 2.00000000000000E+0
CT FALSE
TimeDependentMod Elastic
UseMomCurv TRUE
NonLinType Elasticplastic
Hardening Isotropic

BeamProp 8 3375359 "Piedritto_sp.2.10m"
MaterialName "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa"
- Modified"
Modulus 3.14470000000000E+4
ShearMod 1.14420000000000E+4
Poisson 2.00000000000000E-1
UsePoisson TRUE
Density 2.50000000000000E+3
Expansion 1.00000000000000E-5
ThermalCond 1.37000000000000E+0
SpecificHeat 8.80000000000000E+2
InstantAlpha FALSE
Area 2.10000000000000E+0
MomentI11 7.71750000000000E-1
MomentI22 1.75000000000000E-1
MomentJ 4.98253968254000E-1
SectionType SolidRect
B 1.00000000000000E+0
D 2.10000000000000E+0
CT FALSE
TimeDependentMod Elastic
UseMomCurv TRUE
NonLinType Elasticplastic
Hardening Isotropic

BeamProp 9 16724812 "Piedritto_sp.1.60m"
MaterialName "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa"
- Modified"
Modulus 3.14470000000000E+4
ShearMod 1.14420000000000E+4
Poisson 2.00000000000000E-1
UsePoisson TRUE
Density 2.50000000000000E+3
Expansion 1.00000000000000E-5
ThermalCond 1.37000000000000E+0
SpecificHeat 8.80000000000000E+2
InstantAlpha FALSE
Area 1.60000000000000E+0

```

```

MomentI11 3.4133333333000E-1
MomentI22 1.3333333333000E-1
MomentJ 3.34166666667000E-1
SectionType SolidRect
B 1.00000000000000E+0
D 1.60000000000000E+0
CT FALSE
TimeDependentMod Elastic
UseMomCurv TRUE
NonLinType Elasticplastic
Hardening Isotropic

BeamProp 10 8401919 "Piedritto_sp.1.30m"
MaterialName "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa"
- Modified"
Modulus 3.14470000000000E+4
ShearMod 1.14420000000000E+4
Poisson 2.00000000000000E-1
UsePoisson TRUE
Density 2.50000000000000E+3
Expansion 1.00000000000000E-5
ThermalCond 1.37000000000000E+0
SpecificHeat 8.80000000000000E+2
InstantAlpha FALSE
Area 1.30000000000000E+0
MomentI11 1.8308333333000E-1
MomentI22 1.0833333333000E-1
MomentJ 2.36666666667000E-1
SectionType SolidRect
B 1.00000000000000E+0
D 1.30000000000000E+0
CT FALSE
TimeDependentMod Elastic
UseMomCurv TRUE
NonLinType Elasticplastic
Hardening Isotropic

BeamProp 11 11730739 "Piedritto_sp.1.40m"
MaterialName "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa"
- Modified"
Modulus 3.14470000000000E+4
ShearMod 1.14420000000000E+4
Poisson 2.00000000000000E-1
UsePoisson TRUE
Density 2.50000000000000E+3
Expansion 1.00000000000000E-5
ThermalCond 1.37000000000000E+0
SpecificHeat 8.80000000000000E+2
InstantAlpha FALSE
Area 1.40000000000000E+0
MomentI11 2.28666666667000E-1
MomentI22 1.16666666667000E-1
MomentJ 2.69047619048000E-1
SectionType SolidRect
B 1.00000000000000E+0
D 1.40000000000000E+0
CT FALSE
TimeDependentMod Elastic
UseMomCurv TRUE
NonLinType Elasticplastic
Hardening Isotropic

/

/ LINEAR STATIC SOLVER DATA

LoadFreedomSetLSA 1 ON
40 41 42 43 44 45 46 47
48 49 50 51 52 53 54 55
56 57 58 59

/

/ LINEAR BUCKLING SOLVER DATA

BuckNumModes 4

BuckShift 0.00000000000000E+0

/

/ LOAD INFLUENCE SOLVER DATA

LoadFreedomSetLIA 1 ON

/

/ NON-LINEAR STATIC SOLVER DATA

NonLinearIncrement 0 Yes "SLE_QP1"
LON1 1.00000000000000E+0
LON8 5.00000000000000E-1
LON34 1.00000000000000E+0
LON3 1.00000000000000E+0
LON4 1.00000000000000E+0
LON5 1.00000000000000E+0
LON6 1.00000000000000E+0
LON33 1.00000000000000E+0
LON15 5.00000000000000E-1

```





































LON34 1.00000000000000E+0  
LON3 1.00000000000000E+0  
LON7 1.00000000000000E+0  
LON9 1.00000000000000E+0  
LON10 1.00000000000000E+0  
LON33 1.00000000000000E+0  
LON16 5.00000000000000E-1

LON18 5.00000000000000E-1  
LON45 2.00000000000000E-1  
LON51 2.00000000000000E-1  
LON43 2.00000000000000E-1  
LON53 2.00000000000000E-1  
LON59 1.00000000000000E+0

## 2 MODELLO FEM\_SEZIONE D'ATTACCO

## 2.1 INPUT MODEL FILE

### 2.1.1 GENERAL DATA AND LOAD CASES

```

/
-----
/ Straus7 MODEL EXCHANGE FILE
/ TIMESTAMP: 4:26:52 pm, 03 dicembre 2021
/
-----
/ MODEL INFORMATION
FileFormat          Straus7.2.4.6
ModelName           "BA_SLU+SLE(sez.attacco)"
Title               ""
Project             ""
Author              ""
Reference           ""
Comments            ""
/
-----
/ UNITS
LengthUnit          m
MassUnit             kg
EnergyUnit           J
PressureUnit         MPa
ForceUnit            kN
TemperatureUnit     C
/
-----
/ GROUP DEFINITIONS
Group               1    16711680  "\\Model"
Group               2    16724966  "Nodo rigido"
Group               3    3375359   "Sez.verifica"
/
-----
/ FREEDOM CASE DEFINITIONS
FreedomCase        1    0    1    "Freedom Case 1"
  DY  RX  RZ
/
-----
/ LOAD CASE DEFINITIONS
LoadCase           1    1    "G1"
Gravity            3    -9.81000000000000E+0
LCInclude          1
LoadCase           8    0    "G1_ritiro"
LCInclude          3
LoadCase           34   0    "G2_banchine"
LCInclude          3
LoadCase           3    0    "G2_massetto"
LCInclude          3
LoadCase           4    0
"G2_ricoprim_peso_falda_min"
LCInclude          3
LoadCase           5    0    "G2_sp_terreno_falda_min"
LCInclude          3
LoadCase           6    0    "G2_falda_min"
LCInclude          3
LoadCase           7    0
"G2_ricoprim_peso_falda_max"
LCInclude          3
LoadCase           9    0    "G2_sp_terreno_falda_max"
LCInclude          3
LoadCase           10   0    "G2_falda_max"
LCInclude          3
LoadCase           33   0    "B_ballast"
LCInclude          3
LoadCase           35   0    "Q1_sovracc_banchine"
LCInclude          3
LoadCase           11   0    "Q2_camp_sx_vert"
LCInclude          3
LoadCase           12   0    "Q2_camp_dx_vert"
LCInclude          3
LoadCase           13   0    "Q2_camp_sx_orizz"
LCInclude          3
LoadCase           14   0    "Q2_camp_dx_orizz"
LCInclude          3
LoadCase           15   0    "Q3_stagione_+15°C_unif"

```

```

LCInclude          3
LoadCase           16   0    "Q3_stagione_-15°C_unif"
LCInclude          3
LoadCase           17   0
"Q3_stagione_+5°C_gradiente"
LCInclude          3
LoadCase           18   0    "Q3_stagione__-
5°C_gradiente"
LCInclude          3
LoadCase           40   0    "LM71_SX_QV_eccentr_SX"
LCInclude          3
LoadCase           41   0    "LM71_SX_QV_eccentr_DX"
LCInclude          3
LoadCase           48   0    "LM71_SX_QS_serpeggio_SX"
LCInclude          3
LoadCase           49   0    "LM71_SX_QS_serpeggio_DX"
LCInclude          3
LoadCase           44   0    "LM71_DX_QV_eccentr_SX"
LCInclude          3
LoadCase           45   0    "LM71_DX_QV_eccentr_DX"
LCInclude          3
LoadCase           50   0    "LM71_DX_QS_serpeggio_SX"
LCInclude          3
LoadCase           51   0    "LM71_DX_QS_serpeggio_DX"
LCInclude          3
LoadCase           42   0    "SW/2_SX_QV_eccentr_SX"
LCInclude          3
LoadCase           43   0    "SW/2_SX_QV_eccentr_DX"
LCInclude          3
LoadCase           52   0    "SW/2_SX_QS_serpeggio_SX"
LCInclude          3
LoadCase           53   0    "SW/2_SX_QS_serpeggio_DX"
LCInclude          3
LoadCase           46   0    "SW/2_DX_QV_eccentr_SX"
LCInclude          3
LoadCase           47   0    "SW/2_DX_QV_eccentr_DX"
LCInclude          3
LoadCase           54   0    "SW/2_DX_QS_serpeggio_SX"
LCInclude          3
LoadCase           55   0    "SW/2_DX_QS_serpeggio_DX"
LCInclude          3
LoadCase           56   0    "LM71_SX_A1_urto_trasv"
LCInclude          3
LoadCase           57   0    "LM71_DX_A1_urto_trasv"
LCInclude          3
LoadCase           58   0    "SW/2_SX_A1_urto_trasv"
LCInclude          3
LoadCase           59   0    "SW/2_DX_A1_urto_trasv"
LCInclude          3
LoadCase           19   1    "Ex_str"
Gravity            1    3.61989000000000E+0
LCInclude          3
LoadCase           20   1    "Ez_str"
Gravity            3    -1.80994500000000E+0
LCInclude          3
LoadCase           29   0    "Ex_terreno_sx_falda_max"
LCInclude          3
LoadCase           30   0    "Ex_terreno_dx_falda_max"
LCInclude          3
LoadCase           26   0    "Ez_terreno_falda_max"
LCInclude          3
LoadCase           32   0    "E_water_falda_max"
LCInclude          3
LoadCase           27   0    "Ex_terreno_sx_falda_min"
LCInclude          3
LoadCase           28   0    "Ex_terreno_dx_falda_min"
LCInclude          3
LoadCase           39   0    "Ez_terreno_falda_min"
LCInclude          3
LoadCase           31   0    "E_water_falda_min"
LCInclude          3

```

INCREMENT ENVELOPES		
IncrementEnvelope	"Env.STR"	Abs
ON	89	
ON	90	
ON	91	
ON	92	
ON	93	
ON	94	
ON	95	
ON	96	
ON	97	
ON	98	
ON	99	
ON	100	
ON	101	
ON	102	
ON	103	
ON	104	
ON	105	
ON	106	
ON	107	
ON	108	
ON	109	
ON	110	
ON	111	
ON	112	
ON	113	
ON	114	
ON	115	
ON	116	
ON	117	
ON	118	
ON	119	
ON	120	
ON	121	
ON	122	
ON	123	
ON	124	
ON	125	
ON	126	
ON	127	
ON	128	
IncrementEnvelope	"Env.SLV"	Abs
ON	129	
ON	130	
ON	131	
ON	132	
ON	133	
ON	134	
ON	135	
ON	136	
ON	137	
ON	138	
ON	139	
ON	140	
ON	141	
ON	142	
ON	143	
ON	144	
ON	145	
ON	146	
ON	147	
ON	148	
ON	149	
ON	150	
ON	151	
ON	152	
ON	153	
ON	154	
ON	155	
ON	156	
ON	157	
ON	158	
ON	159	
ON	160	
IncrementEnvelope	"Env.ECC"	Abs
ON	161	
ON	162	
ON	163	
ON	164	
ON	165	
ON	166	
ON	167	
ON	168	
ON	169	
ON	170	
ON	171	
ON	172	
ON	173	
ON	174	
ON	175	
ON	176	
ON	177	
ON	178	
ON	179	
ON	180	
ON	181	
ON	182	
ON	183	
ON	184	
ON	185	
ON	186	
ON	187	
ON	188	

ON	189	
ON	190	
ON	191	
ON	192	
IncrementEnvelope	"Env.SLU"	Abs
ON	89	
ON	90	
ON	91	
ON	92	
ON	93	
ON	94	
ON	95	
ON	96	
ON	97	
ON	98	
ON	99	
ON	100	
ON	101	
ON	102	
ON	103	
ON	104	
ON	105	
ON	106	
ON	107	
ON	108	
ON	109	
ON	110	
ON	111	
ON	112	
ON	113	
ON	114	
ON	115	
ON	116	
ON	117	
ON	118	
ON	119	
ON	120	
ON	121	
ON	122	
ON	123	
ON	124	
ON	125	
ON	126	
ON	127	
ON	128	
ON	129	
ON	130	
ON	131	
ON	132	
ON	133	
ON	134	
ON	135	
ON	136	
ON	137	
ON	138	
ON	139	
ON	140	
ON	141	
ON	142	
ON	143	
ON	144	
ON	145	
ON	146	
ON	147	
ON	148	
ON	149	
ON	150	
ON	151	
ON	152	
ON	153	
ON	154	
ON	155	
ON	156	
ON	157	
ON	158	
ON	159	
ON	160	
ON	161	
ON	162	
ON	163	
ON	164	
ON	165	
ON	166	
ON	167	
ON	168	
ON	169	
ON	170	
ON	171	
ON	172	
ON	173	
ON	174	
ON	175	
ON	176	
ON	177	
ON	178	
ON	179	
ON	180	
ON	181	
ON	182	
ON	183	
ON	184	
ON	185	
ON	186	
ON	187	
ON	188	
ON	189	
ON	190	
ON	191	
ON	192	

IncrementEnvelope	"Env.SLU_min" Min
ON	89
ON	90
ON	91
ON	92
ON	93
ON	94
ON	95
ON	96
ON	97
ON	98
ON	99
ON	100
ON	101
ON	102
ON	103
ON	104
ON	105
ON	106
ON	107
ON	108
ON	109
ON	110
ON	111
ON	112
ON	113
ON	114
ON	115
ON	116
ON	117
ON	118
ON	119
ON	120
ON	121
ON	122
ON	123
ON	124
ON	125
ON	126
ON	127
ON	128
ON	129
ON	130
ON	131
ON	132
ON	133
ON	134
ON	135
ON	136
ON	137
ON	138
ON	139
ON	140
ON	141
ON	142
ON	143
ON	144
ON	145
ON	146
ON	147
ON	148
ON	149
ON	150
ON	151
ON	152
ON	153
ON	154
ON	155
ON	156
ON	157
ON	158
ON	159
ON	160
ON	161
ON	162
ON	163
ON	164
ON	165
ON	166
ON	167
ON	168
ON	169
ON	170
ON	171
ON	172
ON	173
ON	174
ON	175
ON	176
ON	177
ON	178
ON	179
ON	180
ON	181
ON	182
ON	183
ON	184
ON	185
ON	186
ON	187
ON	188
ON	189
ON	190
ON	191
ON	192
IncrementEnvelope	"Env.SLU_max" Max
ON	89
ON	90
ON	91
ON	92

ON	93
ON	94
ON	95
ON	96
ON	97
ON	98
ON	99
ON	100
ON	101
ON	102
ON	103
ON	104
ON	105
ON	106
ON	107
ON	108
ON	109
ON	110
ON	111
ON	112
ON	113
ON	114
ON	115
ON	116
ON	117
ON	118
ON	119
ON	120
ON	121
ON	122
ON	123
ON	124
ON	125
ON	126
ON	127
ON	128
ON	129
ON	130
ON	131
ON	132
ON	133
ON	134
ON	135
ON	136
ON	137
ON	138
ON	139
ON	140
ON	141
ON	142
ON	143
ON	144
ON	145
ON	146
ON	147
ON	148
ON	149
ON	150
ON	151
ON	152
ON	153
ON	154
ON	155
ON	156
ON	157
ON	158
ON	159
ON	160
ON	161
ON	162
ON	163
ON	164
ON	165
ON	166
ON	167
ON	168
ON	169
ON	170
ON	171
ON	172
ON	173
ON	174
ON	175
ON	176
ON	177
ON	178
ON	179
ON	180
ON	181
ON	182
ON	183
ON	184
ON	185
ON	186
ON	187
ON	188
ON	189
ON	190
ON	191
ON	192
IncrementEnvelope	"Env.QP_min" Min
ON	1
ON	2
ON	3
ON	4
ON	5
ON	6
ON	7
ON	8



IncrementEnvelope	"Env.QP_max"	Max
ON	1	
ON	2	
ON	3	
ON	4	
ON	5	
ON	6	
ON	7	
ON	8	

IncrementEnvelope	"Env.RA_min"	Min
ON	9	
ON	10	
ON	11	
ON	12	
ON	13	
ON	14	
ON	15	
ON	16	
ON	17	
ON	18	
ON	19	
ON	20	
ON	21	
ON	22	
ON	23	
ON	24	
ON	25	
ON	26	
ON	27	
ON	28	
ON	29	
ON	30	
ON	31	
ON	32	
ON	33	
ON	34	
ON	35	
ON	36	
ON	37	
ON	38	
ON	39	
ON	40	
ON	41	
ON	42	
ON	43	
ON	44	
ON	45	
ON	46	
ON	47	
ON	48	

IncrementEnvelope	"Env.RA_max"	Max
ON	9	
ON	10	
ON	11	
ON	12	
ON	13	
ON	14	
ON	15	
ON	16	
ON	17	
ON	18	
ON	19	
ON	20	
ON	21	
ON	22	
ON	23	
ON	24	
ON	25	
ON	26	
ON	27	
ON	28	
ON	29	
ON	30	
ON	31	
ON	32	
ON	33	
ON	34	
ON	35	
ON	36	
ON	37	
ON	38	
ON	39	
ON	40	
ON	41	
ON	42	
ON	43	
ON	44	
ON	45	
ON	46	
ON	47	
ON	48	

IncrementEnvelope	"Env.RA_FESS_min"	Min
ON	49	
ON	50	
ON	51	
ON	52	
ON	53	
ON	54	
ON	55	
ON	56	
ON	57	
ON	58	
ON	59	
ON	60	
ON	61	
ON	62	
ON	63	
ON	64	

ON	65
ON	66
ON	67
ON	68
ON	69
ON	70
ON	71
ON	72
ON	73
ON	74
ON	75
ON	76
ON	77
ON	78
ON	79
ON	80
ON	81
ON	82
ON	83
ON	84
ON	85
ON	86
ON	87
ON	88

IncrementEnvelope	"Env.RA_FESS_max"	Max
ON	49	
ON	50	
ON	51	
ON	52	
ON	53	
ON	54	
ON	55	
ON	56	
ON	57	
ON	58	
ON	59	
ON	60	
ON	61	
ON	62	
ON	63	
ON	64	
ON	65	
ON	66	
ON	67	
ON	68	
ON	69	
ON	70	
ON	71	
ON	72	
ON	73	
ON	74	
ON	75	
ON	76	
ON	77	
ON	78	
ON	79	
ON	80	
ON	81	
ON	82	
ON	83	
ON	84	
ON	85	
ON	86	
ON	87	
ON	88	

## 2.1.2 ELEMENT GEOMETRY

```

/ / COORDINATE SYSTEM DEFINITIONS
CoordSys      1 "Global XYZ" GlobalXYZ

/

/ NODE COORDINATES
Node          1      0      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
Node          2      0      5.09582837476046E-1 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node          3      0      9.99141821652301E-1 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node          4      0      1.48870080584311E+0 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node          5      0      1.97825979001937E+0 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node          6      0      2.46781877419562E+0 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node          7      0      2.95737775837188E+0 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node          8      0      3.44693674256268E+0 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node          9      0      3.93649572673894E+0 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node         10      0      4.42566048602748E+0 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node         11      0      8.85132097205496E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
Node         12      0      8.34173813457892E+0 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node         13      0      7.85217915040266E+0 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node         14      0      7.36262016621185E+0 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node         15      0      6.87306118203560E+0 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node         16      0      6.38350219785934E+0 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node         17      0      5.89394321368309E+0 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node         18      0      5.40438422949228E+0 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node         19      0      4.91482524531602E+0 -
9.46001997541037E-27 -5.82077000000000E-11
Node         20      0      -2.51866168386186E-1
8.52616588442601E-16 4.38472027896205E+0
Node         21      0      -2.36414531027549E-1
8.10983225019157E-16 4.84597208199557E+0
Node         22      0      -1.79338199450285E-1
6.32740387862540E-16 5.30454961745999E+0
Node         23      0      -8.10693705134327E-2
1.58293517182883E-15 5.75715151004260E+0
Node         24      0      5.79653857421363E-2
8.56519716263549E-16 6.20046976173762E+0
Node         25      0      2.37131396628683E-1
1.31014990523148E-15 6.63118854200002E+0
Node         26      0      4.55577257482219E-1
1.83273535236950E-15 7.04598513722885E+0
Node         27      0      7.12223241294851E-1
1.32272665043231E-15 7.44153198436834E+0
Node         28      0      1.00574645090091E+0
1.87870552448288E-15 7.81450056401081E+0
Node         29      0      1.33456256761565E+0
1.50834206236183E-15 8.16156818583840E+0
Node         30      0      1.69684189306281E+0
1.46497397546241E-15 8.47937304025981E+0
Node         31      0      2.09283565451915E+0
2.11115847026377E-15 8.76008849014761E+0
Node         32      0      2.51995460806938E+0
1.51701567974171E-15 8.99667661736020E+0
Node         33      0      2.97291318625503E+0
2.15712864237716E-15 9.18512451811693E+0
Node         34      0      3.44581926862884E+0
1.53089346754953E-15 9.32216674130177E+0
Node         35      0      3.93230216372467E+0
1.13364179155084E-15 9.40539066406199E+0
Node         36      0      4.42566048602748E+0
1.50834206236183E-15 9.43331553868483E+0
Node         37      0      -4.94755189429270E-2
5.52401006881365E-17 4.85679171106313E-1
Node         38      0      -9.35910721018445E-2
2.10497851788061E-16 9.71874504466541E-1
Node         39      0      -1.32341292337514E-1
2.02312125385795E-16 1.45852684922283E+0
Node         40      0      -1.65721465265960E-1
2.28332977525447E-16 1.94557699887082E+0
Node         41      0      -1.93727529825992E-1
4.47558656802016E-16 2.43296569853555E+0
Node         42      0      -2.16356078803074E-1
7.34004870772687E-16 2.92063365213107E+0
Node         43      0      -2.33604359178571E-1
5.64652491430451E-16 3.40852152969455E+0
Node         44      0      -2.45470272522652E-1
7.23813370351323E-16 3.89656997431302E+0
Node         45      0      9.10318714044115E+0
8.52616588442601E-16 4.38472027896205E+0
Node         46      0      9.08773550308251E+0
8.10983225019157E-16 4.84597208199557E+0
Node         47      0      9.03065917150525E+0
6.32740387862540E-16 5.30454961745999E+0
Node         48      0      8.93239034256840E+0
1.58293517182883E-15 5.75715151004260E+0
Node         49      0      8.79335558631283E+0
8.56519716263549E-16 6.20046976173762E+0
Node         50      0      8.61418957542628E+0
1.31014990523148E-15 6.63118854200002E+0
Node         51      0      8.39574371457275E+0
1.83273535236950E-15 7.04598513722885E+0
Node         52      0      8.13909773076011E+0
1.32272665043231E-15 7.44153198436834E+0
Node         53      0      7.84557452115405E+0
1.87870552448288E-15 7.81450056401081E+0
Node         54      0      7.51675840443932E+0
1.50834206236183E-15 8.16156818583840E+0
Node         55      0      7.15447907899215E+0
1.46497397546241E-15 8.47937304025981E+0
Node         56      0      6.75848531753581E+0
2.11115847026377E-15 8.76008849014761E+0
Node         57      0      6.3313663398558E+0
1.51701567974171E-15 8.99667661736020E+0
Node         58      0      5.87840778579994E+0
2.15712864237716E-15 9.18512451811693E+0
Node         59      0      5.40550170342612E+0
1.53089346754953E-15 9.32216674130177E+0
Node         60      0      4.91901880833029E+0
1.13364179155084E-15 9.40539066406199E+0
Node         61      0      8.90079649099789E+0
1.50834206236183E-15 9.43331553868483E+0
Node         62      0      8.94491204415681E+0
5.52401006881365E-17 4.85679171106313E-1
Node         63      0      8.98366226439248E+0
2.10497851788061E-16 9.71874504466541E-1
Node         64      0      8.98366226439248E+0
2.02312125385795E-16 1.45852684922283E+0
Node         65      0      9.01704243732092E+0
2.28332977525447E-16 1.94557699887082E+0
Node         66      0      9.04504850188096E+0
4.47558656802016E-16 2.43296569853555E+0
Node         67      0      9.06767705085804E+0
7.34004870772687E-16 2.92063365213107E+0
Node         68      0      9.08492533123353E+0
5.64652491430451E-16 3.40852152969455E+0
Node         69      0      9.09679124457762E+0
7.23813370351323E-16 3.89656997431302E+0

/

/ BEAM ELEMENTS
Beam          1      0      3      16      20
21 Beam          2      0      1      16      21
22 Beam          3      0      1      15      22
23 Beam          4      0      1      15      23
24 Beam          5      0      1      15      24
25 Beam          6      0      1      14      25
26 Beam          7      0      1      14      26
27 Beam          8      0      1      14      27
28 Beam          9      0      1      13      28
29 Beam         10      0      1      13      29
30 Beam         11      0      3      13      30
31 Beam         12      0      1      12      31
32 Beam         13      0      1      12      32
33 Beam         14      0      1      12      33
34 Beam         15      0      1      11      34
35 Beam         16      0      1      11      35
36 Beam         17      0      2      19      1
37 Beam         18      0      2      19      2
38 Beam         19      0      2      19      3
39 Beam         20      0      3      17      4
40 Beam         21      0      1      17      5
41 Beam         22      0      1      14      6
42 Beam         23      0      1      14      7
43 Beam         24      0      1      13      8
44 Beam         25      0      1      13      9
45 Beam         26      0      2      19      1
46 Beam         27      0      2      19      37
47 Beam         28      0      2      19      38
48 Beam         29      0      3      18      39
49 Beam         30      0      1      18      40
50 Beam         31      0      1      17      41
51 Beam         32      0      1      17      42
52 Beam         33      0      1      17      43
53 Beam         34      0      1      16      44
54 Beam         34      0      1      16      44

```

45	Beam	35	0	1	16	46
46	Beam	36	0	1	16	47
47	Beam	37	0	1	15	48
48	Beam	38	0	1	15	49
49	Beam	39	0	1	15	50
50	Beam	40	0	1	14	51
51	Beam	41	0	1	14	52
52	Beam	42	0	1	14	53
53	Beam	43	0	1	13	54
54	Beam	44	0	1	13	55
55	Beam	45	0	1	13	56
56	Beam	46	0	1	12	57
57	Beam	47	0	1	12	58
58	Beam	48	0	1	12	59
59	Beam	49	0	1	11	60
60	Beam	50	0	3	11	36
61	Beam	51	0	2	19	12
62	Beam	52	0	2	19	13
63	Beam	53	0	2	19	14
64	Beam	54	0	1	17	15
65	Beam	55	0	1	17	16
66	Beam	56	0	1	14	17
67	Beam	57	0	1	14	18
68	Beam	58	0	1	13	19
69	Beam	59	0	3	13	10
70	Beam	60	0	2	19	11
71	Beam	61	0	2	19	61
72	Beam	62	0	2	19	62
73	Beam	63	0	1	18	63
74	Beam	64	0	1	18	64
75	Beam	65	0	1	17	65
76	Beam	66	0	1	17	66
77	Beam	67	0	1	17	67
78	Beam	68	0	1	16	68

/

/ BEAM ANGLES

BmAngle	1	2.69999984741211E+2
BmAngle	2	2.69999984741211E+2
BmAngle	3	2.6999992370605E+2
BmAngle	4	2.70000007629395E+2
BmAngle	5	2.70000007629394E+2
BmAngle	6	2.6999992370605E+2
BmAngle	7	2.6999992370606E+2
BmAngle	8	2.7000000000000E+2
BmAngle	9	2.69999984741211E+2
BmAngle	10	2.70000015258789E+2
BmAngle	11	2.7000000000000E+2
BmAngle	12	2.7000000000000E+2
BmAngle	13	2.69999984741211E+2
BmAngle	14	2.7000000000000E+2
BmAngle	15	2.7000000000000E+2
BmAngle	16	2.69999984741211E+2
BmAngle	17	9.0000000000000E+1
BmAngle	18	9.0000000000000E+1
BmAngle	19	9.0000000000000E+1
BmAngle	20	9.0000000000000E+1
BmAngle	21	9.0000000000000E+1
BmAngle	22	9.0000000000000E+1
BmAngle	23	9.0000000000000E+1
BmAngle	24	9.00000012074183E+1
BmAngle	25	9.0000000000000E+1
BmAngle	26	9.0000000000000E+1
BmAngle	27	9.0000000000000E+1
BmAngle	28	9.0000000000000E+1
BmAngle	29	9.0000000000000E+1
BmAngle	30	9.0000000000000E+1
BmAngle	31	9.0000000000000E+1
BmAngle	32	9.0000000000000E+1
BmAngle	33	9.0000000000000E+1
BmAngle	34	9.0000000000000E+1
BmAngle	35	2.69999984741211E+2
BmAngle	36	2.69999984741211E+2
BmAngle	37	2.6999992370605E+2
BmAngle	38	2.70000007629395E+2
BmAngle	39	2.70000007629394E+2

BmAngle	40	2.6999992370605E+2
BmAngle	41	2.6999992370606E+2
BmAngle	42	2.7000000000000E+2
BmAngle	43	2.70000015258789E+2
BmAngle	44	2.70000015258789E+2
BmAngle	45	2.7000000000000E+2
BmAngle	46	2.7000000000000E+2
BmAngle	47	2.69999984741211E+2
BmAngle	48	2.7000000000000E+2
BmAngle	49	2.7000000000000E+2
BmAngle	50	2.69999984741211E+2
BmAngle	51	9.0000000000000E+1
BmAngle	52	9.0000000000000E+1
BmAngle	53	9.00000012074183E+1
BmAngle	54	9.0000000000000E+1
BmAngle	55	9.0000000000000E+1
BmAngle	56	9.0000000000000E+1
BmAngle	57	9.00000012074183E+1
BmAngle	58	9.0000000000000E+1
BmAngle	59	9.0000000000000E+1
BmAngle	60	9.0000000000000E+1
BmAngle	61	9.0000000000000E+1
BmAngle	62	9.0000000000000E+1
BmAngle	63	9.0000000000000E+1
BmAngle	64	9.0000000000000E+1
BmAngle	65	9.0000000000000E+1
BmAngle	66	9.0000000000000E+1
BmAngle	67	9.0000000000000E+1
BmAngle	68	9.0000000000000E+1

/

/ BEAM SUPPORTS

/ Freedom Case 1			
BmSupport	1	1	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	2	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	2	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	3	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	3	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	4	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	4	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	5	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	5	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	6	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	6	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	7	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	7	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	8	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	8	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	9	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	9	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	10	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	10	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	11	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	11	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	12	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	12	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	13	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	13	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	14	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	14	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	15	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	15	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	16	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	16	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	17	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	17	0.0000000000000E+0
1.1520000000000E+4	CompOnly	18	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	18	0.0000000000000E+0
1.1520000000000E+4	CompOnly	19	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	19	0.0000000000000E+0
1.1520000000000E+4	CompOnly	20	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	20	0.0000000000000E+0
1.1520000000000E+4	CompOnly	21	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	21	0.0000000000000E+0
1.1520000000000E+4	CompOnly	22	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	22	0.0000000000000E+0
1.1520000000000E+4	CompOnly	23	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	23	0.0000000000000E+0
1.1520000000000E+4	CompOnly	24	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	24	0.0000000000000E+0
1.1520000000000E+4	CompOnly	25	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	25	0.0000000000000E+0
1.1520000000000E+4	CompOnly	26	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	26	0.0000000000000E+0
6.2600000000000E+3	CompOnly	27	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	27	0.0000000000000E+0
6.2600000000000E+3	CompOnly	28	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	28	0.0000000000000E+0
6.2600000000000E+3	CompOnly	29	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	29	0.0000000000000E+0
6.2600000000000E+3	CompOnly	30	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	30	0.0000000000000E+0
6.2600000000000E+3	CompOnly	31	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	31	0.0000000000000E+0
6.2600000000000E+3	CompOnly	32	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	32	0.0000000000000E+0
6.2600000000000E+3	CompOnly	33	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	33	0.0000000000000E+0
6.2600000000000E+3	CompOnly	34	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	34	0.0000000000000E+0
6.2600000000000E+3	CompOnly	35	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	35	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	36	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	36	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	37	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	37	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	38	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	38	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly	39	0.0000000000000E+0
BmSupport	1	39	0.0000000000000E+0
4.0000000000000E+3	CompOnly		







BmDistLoadG	7	49	Z	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
9.49460933593801E+1	-9.49460933593801E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	7	50	Z	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
9.46668446131517E+1	-9.46668446131517E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	37	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
5.77498971504549E+1	-5.77498971504549E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	38	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
5.58594836632707E+1	-5.58594836632707E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	39	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
5.40227972911705E+1	-5.40227972911705E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	40	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
5.22540068679012E+1	-5.22540068679012E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	41	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
5.05673019064279E+1	-5.05673019064279E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	42	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
4.89768759978256E+1	-4.89768759978256E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	43	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
4.74968978765567E+1	-4.74968978765567E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	44	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
4.61417030908836E+1	-4.61417030908836E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	45	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
4.49446662657588E+1	-4.49446662657588E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	46	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
4.39357987425286E+1	-4.39357987425286E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	47	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
4.31322124885001E+1	-4.31322124885001E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	48	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
4.25478321566915E+1	-4.25478321566915E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	49	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
4.21929457394489E+1	-4.21929457394489E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	60	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
8.22997477842481E+1	-8.22997477842481E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	61	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
8.02286973549159E+1	-8.02286973549159E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	62	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
7.81554458881063E+1	-7.81554458881063E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	63	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
7.60802456170153E+1	-7.60802456170153E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	64	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
7.40033490121288E+1	-7.40033490121288E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	65	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
7.19250087501961E+1	-7.19250087501961E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	66	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
6.98454776837002E+1	-6.98454776837002E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	67	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
6.77650088095828E+1	-6.77650088095828E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	68	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
6.5683852397074E+1	-6.5683852397074E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	10	3	2	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
7.99545038254001E+1	-7.99545038254001E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
BmDistLoadG	9	35	X	1	-	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected
6.16353809387692E+1	-6.16353809387692E+1					0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	Projected









/				
/ NODE TEMPERATURES				
/ Q3_stagione_+15°C_unif				
NdTemp	15	1	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	2	Fixed	0
NdTemp	15	3	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	4	Fixed	0
NdTemp	15	5	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	6	Fixed	0
NdTemp	15	7	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	8	Fixed	0
NdTemp	15	9	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	10	Fixed	0
NdTemp	15	11	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	12	Fixed	0
NdTemp	15	13	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	14	Fixed	0
NdTemp	15	15	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	16	Fixed	0
NdTemp	15	17	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	18	Fixed	0
NdTemp	15	19	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	20	Fixed	0
NdTemp	15	21	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	22	Fixed	0
NdTemp	15	23	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	24	Fixed	0
NdTemp	15	25	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	26	Fixed	0
NdTemp	15	27	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	28	Fixed	0
NdTemp	15	29	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	30	Fixed	0
NdTemp	15	31	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	32	Fixed	0
NdTemp	15	33	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	34	Fixed	0
NdTemp	15	35	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	36	Fixed	0
NdTemp	15	37	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	38	Fixed	0
NdTemp	15	39	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	40	Fixed	0
NdTemp	15	41	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	42	Fixed	0
NdTemp	15	43	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	44	Fixed	0
NdTemp	15	45	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	46	Fixed	0
NdTemp	15	47	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	48	Fixed	0
NdTemp	15	49	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	50	Fixed	0
NdTemp	15	51	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	52	Fixed	0
NdTemp	15	53	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	54	Fixed	0
NdTemp	15	54	Fixed	0

NdTemp	15	55	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	56	Fixed	0
NdTemp	15	57	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	58	Fixed	0
NdTemp	15	59	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	60	Fixed	0
NdTemp	15	61	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	62	Fixed	0
NdTemp	15	63	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	64	Fixed	0
NdTemp	15	65	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	66	Fixed	0
NdTemp	15	67	Fixed	0
1.500000000000000E+1	15	68	Fixed	0
NdTemp	15	68	Fixed	0
1.500000000000000E+1				
/				
/ NODE TEMPERATURES				
/ Q3_stagione_-15°C_unif				
NdTemp	16	1	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	2	Fixed	0 -
NdTemp	16	3	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	4	Fixed	0 -
NdTemp	16	5	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	6	Fixed	0 -
NdTemp	16	7	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	8	Fixed	0 -
NdTemp	16	9	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	10	Fixed	0 -
NdTemp	16	11	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	12	Fixed	0 -
NdTemp	16	13	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	14	Fixed	0 -
NdTemp	16	15	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	16	Fixed	0 -
NdTemp	16	17	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	18	Fixed	0 -
NdTemp	16	19	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	20	Fixed	0 -
NdTemp	16	21	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	22	Fixed	0 -
NdTemp	16	23	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	24	Fixed	0 -
NdTemp	16	25	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	26	Fixed	0 -
NdTemp	16	27	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	28	Fixed	0 -
NdTemp	16	29	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	30	Fixed	0 -
NdTemp	16	31	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	32	Fixed	0 -
NdTemp	16	33	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	34	Fixed	0 -
NdTemp	16	35	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	36	Fixed	0 -
NdTemp	16	37	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1	16	38	Fixed	0 -
NdTemp	16	39	Fixed	0 -
1.500000000000000E+1				



```

BmTempGrad      18   49   0.00000000000000E+0 -
6.25000000000000E+0
BmTempGrad      18   50   0.00000000000000E+0 -
6.25000000000000E+0
BmTempGrad      18   64   0.00000000000000E+0 -
6.25000000000000E+0
BmTempGrad      18   65   0.00000000000000E+0 -
6.25000000000000E+0
BmTempGrad      18   66   0.00000000000000E+0 -
6.25000000000000E+0
BmTempGrad      18   67   0.00000000000000E+0 -
6.25000000000000E+0
BmTempGrad      18   68   0.00000000000000E+0 -
6.25000000000000E+0
/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ LM71_SX_QV_eccentr_SX
BmDistLoadG     40    20    Z    1 -
6.13005557098011E+1 -6.13005557098011E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     40    21    Z    1 -
6.03912708209150E+1 -6.03912708209150E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     40    22    Z    1 -
5.94819859320289E+1 -5.94819859320289E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     40    23    Z    1 -
5.85727010431429E+1 -5.85727010431429E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     40    24    Z    1 -
5.76634161542298E+1 -5.76634161542298E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     40    25    Z    1 -
5.67541312653437E+1 -5.67541312653437E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     40    55    Z    1 -
5.22091712521186E+1 -5.22091712521186E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     40    56    Z    1 -
5.31184561410047E+1 -5.31184561410047E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     40    57    Z    1 -
5.40277410299178E+1 -5.40277410299178E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     40    58    Z    1 -
5.49370259188038E+1 -5.49370259188038E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     40    59    Z    1 -
5.58455785920738E+1 -5.58455785920738E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ LM71_SX_QV_eccentr_DX
BmDistLoadG     41    20    Z    1 -
5.12994442901989E+1 -5.12994442901989E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     41    21    Z    1 -
5.22087291790850E+1 -5.22087291790850E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     41    22    Z    1 -
5.31180140679711E+1 -5.31180140679711E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     41    23    Z    1 -
5.40272989568571E+1 -5.40272989568571E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     41    24    Z    1 -
5.49365838457702E+1 -5.49365838457702E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     41    25    Z    1 -
5.58458687346563E+1 -5.58458687346563E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     41    55    Z    1 -
6.03908287478814E+1 -6.03908287478814E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     41    56    Z    1 -
5.94815438589953E+1 -5.94815438589953E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     41    57    Z    1 -
5.85722589700822E+1 -5.85722589700822E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     41    58    Z    1 -
5.76629740811962E+1 -5.76629740811962E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     41    59    Z    1 -
5.67544214079262E+1 -5.67544214079262E+1

```

```

0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ LM71_SX_QS_serpeggio_SX
BmDistLoadG     48    20    Z    1 -
1.54017115861872E+1 -1.54017115861872E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     48    21    Z    1 -
1.26011141284182E+1 -1.26011141284182E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     48    22    Z    1 -
9.80051667064913E+0 -9.80051667064913E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     48    23    Z    1 -
6.99991921288006E+0 -6.99991921288006E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     48    24    Z    1 -
4.19932175502774E+0 -4.19932175502774E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     48    25    Z    1 -
1.39872429725867E+0 -1.39872429725867E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     48    55    Z    1 -
1.25997525434747E+1 1.25997525434747E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     48    56    Z    1 -
9.79915508570563E+0 9.79915508570563E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     48    57    Z    1 -
6.99855762785330E+0 6.99855762785330E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     48    58    Z    1 -
4.19796017008425E+0 4.19796017008425E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     48    59    Z    1 -
1.39961793641278E+0 1.39961793641278E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ LM71_SX_QS_serpeggio_DX
BmDistLoadG     49    20    Z    1 -
1.54017115861872E+1 1.54017115861872E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     49    21    Z    1 -
1.26011141284182E+1 1.26011141284182E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     49    22    Z    1 -
9.80051667064913E+0 9.80051667064913E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     49    23    Z    1 -
6.99991921288006E+0 6.99991921288006E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     49    24    Z    1 -
4.19932175502774E+0 4.19932175502774E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     49    25    Z    1 -
1.39872429725867E+0 1.39872429725867E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     49    55    Z    1 -
1.25997525434747E+1 -1.25997525434747E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     49    56    Z    1 -
9.79915508570563E+0 -9.79915508570563E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     49    57    Z    1 -
6.99855762785330E+0 -6.99855762785330E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     49    58    Z    1 -
4.19796017008425E+0 -4.19796017008425E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG     49    59    Z    1 -
1.39961793641278E+0 -1.39961793641278E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ SW/2_SX_QV_eccentr_SX
BmDistLoadG     42    20    Z    1 -
5.24004667962329E+1 -5.24004667962329E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0

```

```

BmDistLoadG      42      21      Z      1      -
5.16366674895686E+1 -5.16366674895686E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      42      22      Z      1      -
5.08728681829043E+1 -5.08728681829043E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      42      23      Z      1      -
5.01090688762400E+1 -5.01090688762400E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      42      24      Z      1      -
4.9345269569530E+1 -4.9345269569530E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      42      25      Z      1      -
4.85814702628887E+1 -4.85814702628887E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      42      55      Z      1      -
4.47637038517796E+1 -4.47637038517796E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      42      56      Z      1      -
4.55275031584439E+1 -4.55275031584439E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      42      57      Z      1      -
4.62913024651309E+1 -4.62913024651309E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      42      58      Z      1      -
4.70551017717952E+1 -4.70551017717952E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      42      59      Z      1      -
4.78182860173420E+1 -4.78182860173420E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ SW/2_SX_QV_eccentr_DX
BmDistLoadG      43      20      Z      1      -
4.39995332037671E+1 -4.39995332037671E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      43      21      Z      1      -
4.47633325104314E+1 -4.47633325104314E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      43      22      Z      1      -
4.55271318170957E+1 -4.55271318170957E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      43      23      Z      1      -
4.62909311237600E+1 -4.62909311237600E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      43      24      Z      1      -
4.70547304304470E+1 -4.70547304304470E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      43      25      Z      1      -
4.78185297371113E+1 -4.78185297371113E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      43      55      Z      1      -
5.16362961482204E+1 -5.16362961482204E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      43      56      Z      1      -
5.08724968415561E+1 -5.08724968415561E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      43      57      Z      1      -
5.01086975348691E+1 -5.01086975348691E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      43      58      Z      1      -
4.93448982282048E+1 -4.93448982282048E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      43      59      Z      1      -
4.85817139826580E+1 -4.85817139826580E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ SW/2_SX_QS_serpeggio_SX
BmDistLoadG      52      20      Z      1      -
1.40015559874429E+1 -1.40015559874429E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      52      21      Z      1      -
1.1455582985620E+1 -1.1455582985620E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      52      22      Z      1      -
8.90956060968103E+0 -8.90956060968103E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      52      23      Z      1      -
6.3635629208005E+0 -6.3635629208005E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0

```

```

BmDistLoadG      52      24      Z      1      -
3.81756523184341E+0 -3.81756523184341E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      52      25      Z      1      -
1.27156754296243E+0 -1.27156754296243E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      52      55      Z      1
1.14543204940679E+1 1.14543204940679E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      52      56      Z      1
8.90832280518693E+0 8.90832280518693E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      52      57      Z      1
6.36232511623027E+0 6.36232511623027E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      52      58      Z      1
3.81632742734931E+0 3.81632742734931E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      52      59      Z      1
1.27237994219344E+0 1.27237994219344E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ SW/2_SX_QS_serpeggio_DX
BmDistLoadG      53      20      Z      1
1.40015559874429E+1 1.40015559874429E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      53      21      Z      1
1.1455582985620E+1 1.1455582985620E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      53      22      Z      1
8.90956060968103E+0 8.90956060968103E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      53      23      Z      1
6.3635629208005E+0 6.3635629208005E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      53      24      Z      1
3.81756523184341E+0 3.81756523184341E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      53      25      Z      1
1.27156754296243E+0 1.27156754296243E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      53      55      Z      1
1.14543204940679E+1 -1.14543204940679E+1
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      53      56      Z      1
8.90832280518693E+0 -8.90832280518693E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      53      57      Z      1
6.36232511623027E+0 -6.36232511623027E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      53      58      Z      1
3.81632742734931E+0 -3.81632742734931E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
BmDistLoadG      53      59      Z      1
1.27237994219344E+0 -1.27237994219344E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0 0.00000000000000E+0
/
/ NODE FORCES
/ LM71_SX_A1_urto_trasv
NdForce          56      44      -2.3400000000000E+2
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
/
/ NODE FORCES
/ LM71_DX_A1_urto_trasv
NdForce          57      68      2.3400000000000E+2
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
/
/ NODE FORCES
/ SW/2_SX_A1_urto_trasv
NdForce          58      44      -2.3400000000000E+2
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
/
/ NODE FORCES
/ SW/2_DX_A1_urto_trasv
NdForce          59      68      2.3400000000000E+2
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0

```











```

BmDistLoadG      28      61      X      1      -
1.2472200000000E+2 -1.2472200000000E+2
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      28      62      X      1      -
1.2472200000000E+2 -1.2472200000000E+2
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      28      63      X      1      -
1.2472200000000E+2 -1.2472200000000E+2
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      28      64      X      1      -
1.2472200000000E+2 -1.2472200000000E+2
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      28      65      X      1      -
1.2472200000000E+2 -1.2472200000000E+2
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      28      66      X      1      -
1.2472200000000E+2 -1.2472200000000E+2
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      28      67      X      1      -
1.2472200000000E+2 -1.2472200000000E+2
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      28      68      X      1      -
1.2472200000000E+2 -1.2472200000000E+2
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ Ez_terreno_falda_min
BmDistLoadG      39      1      Z      1      -
4.24913821706300E+1 -4.24913821706300E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39      2      Z      1      -
4.07893630174364E+1 -4.07893630174364E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39      3      Z      1      -
3.90972119115726E+1 -3.90972119115726E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39      4      Z      1      -
3.74271109279428E+1 -3.74271109279428E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39      5      Z      1      -
3.57912665791882E+1 -3.57912665791882E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39      6      Z      1      -
3.42019142800199E+1 -3.42019142800199E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39      7      Z      1      -
3.26713148436255E+1 -3.26713148436255E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39      8      Z      1      -
3.12117469776808E+1 -3.12117469776808E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39      9      Z      1      -
2.98354929188001E+1 -2.98354929188001E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     10      Z      1      -
2.85548133942563E+1 -2.85548133942563E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     11      Z      1      -
2.73821134814413E+1 -2.73821134814413E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     12      Z      1      -
2.63462734713553E+1 -2.63462734713553E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     13      Z      1      -
2.54732632819408E+1 -2.54732632819408E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     14      Z      1      -
2.47778905281485E+1 -2.47778905281485E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     15      Z      1      -
2.42722047245965E+1 -2.42722047245965E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     16      Z      1      -
2.39651084496112E+1 -2.39651084496112E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     35      Z      1      -
4.07893630174364E+1 -4.07893630174364E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     36      Z      1      -
3.90972119115726E+1 -3.90972119115726E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     37      Z      1      -
3.74271109279428E+1 -3.74271109279428E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     38      Z      1      -
3.57912665791882E+1 -3.57912665791882E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     39      Z      1      -
3.42019142800199E+1 -3.42019142800199E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     40      Z      1      -
3.26713148436255E+1 -3.26713148436255E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     41      Z      1      -
3.12117469776808E+1 -3.12117469776808E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     42      Z      1      -
2.98354929188001E+1 -2.98354929188001E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     43      Z      1      -
2.85548133942563E+1 -2.85548133942563E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     44      Z      1      -
2.73821134814413E+1 -2.73821134814413E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     45      Z      1      -
2.63462734713553E+1 -2.63462734713553E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     46      Z      1      -
2.54732632819408E+1 -2.54732632819408E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     47      Z      1      -
2.47778905281485E+1 -2.47778905281485E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     48      Z      1      -
2.42722047245965E+1 -2.42722047245965E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     49      Z      1      -
2.39651084496112E+1 -2.39651084496112E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
BmDistLoadG      39     50      Z      1      -
2.38620656622530E+1 -2.38620656622530E+1
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
0.0000000000000E+0 0.0000000000000E+0
/
/ BEAM PROPERTIES
BeamProp      11      11730739      "sp.0.80m"
MaterialName      "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa"
- Modified"
Modulus      3.1447000000000E+4
ShearMod      1.1442000000000E+4
Poisson      2.0000000000000E-1
UsePoisson      TRUE
Density      2.5000000000000E+3
Expansion      1.0000000000000E-5
ThermalCond      1.3700000000000E+0
SpecificHeat      8.8000000000000E+2
InstantAlpha      FALSE
Area      8.0000000000000E-1
MomentI11      4.2666666667000E-2
MomentI22      6.6666666667000E-2
MomentJ      9.0330453333000E-2
SectionType      SolidRect
B      1.0000000000000E+0
D      8.0000000000000E-1
CT      FALSE
TimeDependentMod      Elastic
UseMomCurv      TRUE
NonLinType      Elasticplastic
Hardening      Isotropic
BeamProp      12      3394815      "sp.0.90m"
MaterialName      "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa"
- Modified"
Modulus      3.1447000000000E+4
ShearMod      1.1442000000000E+4
Poisson      2.0000000000000E-1
UsePoisson      TRUE
Density      2.5000000000000E+3
Expansion      1.0000000000000E-5
ThermalCond      1.3700000000000E+0
SpecificHeat      8.8000000000000E+2
InstantAlpha      FALSE
Area      9.0000000000000E-1
MomentI11      6.0750000000000E-2
MomentI22      7.5000000000000E-2
MomentJ      1.1545416000000E-1
SectionType      SolidRect
B      1.0000000000000E+0
D      9.0000000000000E-1
CT      FALSE
TimeDependentMod      Elastic
UseMomCurv      TRUE
NonLinType      Elasticplastic
Hardening      Isotropic
BeamProp      13      16724889      "sp.1.10m"
MaterialName      "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa"
- Modified"

```

```

Modulus 3.14470000000000E+4
ShearMod 1.14420000000000E+4
Poisson 2.00000000000000E-1
UsePoisson TRUE
Density 2.50000000000000E+3
Expansion 1.00000000000000E-5
ThermalCond 1.37000000000000E+0
SpecificHeat 8.80000000000000E+2
InstantAlpha FALSE
Area 1.10000000000000E+0
MomentI11 1.10916666666700E-1
MomentI22 9.1666666667000E-2
MomentJ 1.7242424242400E-1
SectionType SolidRect
B 1.00000000000000E+0
D 1.10000000000000E+0
CT FALSE
TimeDependentMod Elastic
UseMomCurv TRUE
NonLinType Elasticplastic
Hardening Isotropic

BeamProp 14 13382655 "sp.1.30m"
MaterialName "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa"
- Modified"
Modulus 3.14470000000000E+4
ShearMod 1.14420000000000E+4
Poisson 2.00000000000000E-1
UsePoisson TRUE
Density 2.50000000000000E+3
Expansion 1.00000000000000E-5
ThermalCond 1.37000000000000E+0
SpecificHeat 8.80000000000000E+2
InstantAlpha FALSE
Area 1.30000000000000E+0
MomentI11 1.8308333333000E-1
MomentI22 1.0833333333000E-1
MomentJ 2.3666666666700E-1
SectionType SolidRect
B 1.00000000000000E+0
D 1.30000000000000E+0
CT FALSE
TimeDependentMod Elastic
UseMomCurv TRUE
NonLinType Elasticplastic
Hardening Isotropic

BeamProp 15 16777011 "sp.1.40m"
MaterialName "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa"
- Modified"
Modulus 3.14470000000000E+4
ShearMod 1.14420000000000E+4
Poisson 2.00000000000000E-1
UsePoisson TRUE
Density 2.50000000000000E+3
Expansion 1.00000000000000E-5
ThermalCond 1.37000000000000E+0
SpecificHeat 8.80000000000000E+2
InstantAlpha FALSE
Area 1.40000000000000E+0
MomentI11 2.2866666666700E-1
MomentI22 1.1666666666700E-1
MomentJ 2.6904761904800E-1
SectionType SolidRect
B 1.00000000000000E+0
D 1.40000000000000E+0
CT FALSE
TimeDependentMod Elastic
UseMomCurv TRUE
NonLinType Elasticplastic
Hardening Isotropic

BeamProp 16 3407769 "sp.1.50m"
MaterialName "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa"
- Modified"
Modulus 3.14470000000000E+4
ShearMod 1.14420000000000E+4
Poisson 2.00000000000000E-1
UsePoisson TRUE
Density 2.50000000000000E+3
Expansion 1.00000000000000E-5
ThermalCond 1.37000000000000E+0
SpecificHeat 8.80000000000000E+2
InstantAlpha FALSE
Area 1.50000000000000E+0
MomentI11 2.81250000000000E-1
MomentI22 1.25000000000000E-1
MomentJ 3.0155555555600E-1
SectionType SolidRect
B 1.00000000000000E+0
D 1.50000000000000E+0
CT FALSE
TimeDependentMod Elastic
UseMomCurv TRUE
NonLinType Elasticplastic
Hardening Isotropic

BeamProp 17 15096878 "sp.1.60m"
MaterialName "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa"
- Modified"
Modulus 3.14470000000000E+4
ShearMod 1.14420000000000E+4
Poisson 2.00000000000000E-1
UsePoisson TRUE
Density 2.50000000000000E+3
Expansion 1.00000000000000E-5
ThermalCond 1.37000000000000E+0
SpecificHeat 8.80000000000000E+2
InstantAlpha FALSE
Area 1.60000000000000E+0
MomentI11 3.4133333333000E-1
MomentI22 1.3333333333000E-1
MomentJ 3.3416666666700E-1

```

```

SectionType SolidRect
B 1.00000000000000E+0
D 1.60000000000000E+0
CT FALSE
TimeDependentMod Elastic
UseMomCurv TRUE
NonLinType Elasticplastic
Hardening Isotropic

BeamProp 18 3026662 "sp.2.10m"
MaterialName "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa"
- Modified"
Modulus 3.14470000000000E+4
ShearMod 1.14420000000000E+4
Poisson 2.00000000000000E-1
UsePoisson TRUE
Density 2.50000000000000E+3
Expansion 1.00000000000000E-5
ThermalCond 1.37000000000000E+0
SpecificHeat 8.80000000000000E+2
InstantAlpha FALSE
Area 2.10000000000000E+0
MomentI11 7.71750000000000E-1
MomentI22 1.75000000000000E-1
MomentJ 4.9825396825400E-1
SectionType SolidRect
B 1.00000000000000E+0
D 2.10000000000000E+0
CT FALSE
TimeDependentMod Elastic
UseMomCurv TRUE
NonLinType Elasticplastic
Hardening Isotropic

BeamProp 19 3073605 "sp.2.40m"
MaterialName "Concrete: Compressive Strength fc = 25 MPa"
- Modified"
Modulus 3.14470000000000E+4
ShearMod 1.14420000000000E+4
Poisson 2.00000000000000E-1
UsePoisson TRUE
Density 2.50000000000000E+3
Expansion 1.00000000000000E-5
ThermalCond 1.37000000000000E+0
SpecificHeat 8.80000000000000E+2
InstantAlpha FALSE
Area 2.40000000000000E+0
MomentI11 1.15200000000000E+0
MomentI22 2.00000000000000E-1
MomentJ 5.9722222222000E-1
SectionType SolidRect
B 1.00000000000000E+0
D 2.40000000000000E+0
CT FALSE
TimeDependentMod Elastic
UseMomCurv TRUE
NonLinType Elasticplastic
Hardening Isotropic

```

```

/
/ LINEAR STATIC SOLVER DATA
LoadFreedomSetLSA 1 ON
40 41 42 43 44 45 46 47
48 49 50 51 52 53 54 55
56 57 58 59
/
/ LINEAR BUCKLING SOLVER DATA
BuckNumModes 4
BuckShift 0.00000000000000E+0
/
/ LOAD INFLUENCE SOLVER DATA
LoadFreedomSetLIA 1 ON
/
/ NON-LINEAR STATIC SOLVER DATA
NonLinearIncrement 0 Yes "SLE_QP1"
LON1 1.00000000000000E+0
LON8 5.00000000000000E-1
LON34 1.00000000000000E+0
LON3 1.00000000000000E+0
LON4 1.00000000000000E+0
LON5 1.00000000000000E+0
LON6 1.00000000000000E+0
LON33 1.00000000000000E+0
LON15 5.00000000000000E-1
LON17 5.00000000000000E-1
LON35 0.00000000000000E+0
LON46 0.00000000000000E+0
LON47 0.00000000000000E+0
LON54 0.00000000000000E+0
LON55 0.00000000000000E+0
LON30 0.00000000000000E+0
LON28 0.00000000000000E+0

```



































```

LON45 2.000000000000000E-1
LON51 2.000000000000000E-1
LON43 2.000000000000000E-1
LON53 2.000000000000000E-1
LON59 1.000000000000000E+0

NonLinearIncrement      0  Yes  "ECC29"
LON1 1.000000000000000E+0
LON8 5.000000000000000E-1
LON34 1.000000000000000E+0
LON3 1.000000000000000E+0
LON7 1.000000000000000E+0
LON9 1.000000000000000E+0
LON10 1.000000000000000E+0
LON33 1.000000000000000E+0
LON16 5.000000000000000E-1
LON18 5.000000000000000E-1
LON40 2.000000000000000E-1
LON48 2.000000000000000E-1
LON56 1.000000000000000E+0

NonLinearIncrement      0  Yes  "ECC30"
LON1 1.000000000000000E+0
LON8 5.000000000000000E-1
LON34 1.000000000000000E+0
LON3 1.000000000000000E+0
LON7 1.000000000000000E+0
LON9 1.000000000000000E+0
LON10 1.000000000000000E+0
LON33 1.000000000000000E+0
LON16 5.000000000000000E-1
LON18 5.000000000000000E-1
LON41 2.000000000000000E-1
LON49 2.000000000000000E-1
LON45 2.000000000000000E-1
LON51 2.000000000000000E-1
LON57 1.000000000000000E+0

NonLinearIncrement      0  Yes  "ECC31"
LON1 1.000000000000000E+0
LON8 5.000000000000000E-1
LON34 1.000000000000000E+0
LON3 1.000000000000000E+0
LON7 1.000000000000000E+0
LON9 1.000000000000000E+0
LON10 1.000000000000000E+0
LON33 1.000000000000000E+0
LON16 5.000000000000000E-1
LON18 5.000000000000000E-1
LON44 2.000000000000000E-1
LON50 2.000000000000000E-1
LON42 2.000000000000000E-1
LON52 2.000000000000000E-1
LON58 1.000000000000000E+0

NonLinearIncrement      0  Yes  "ECC32"
LON1 1.000000000000000E+0
LON8 5.000000000000000E-1
LON34 1.000000000000000E+0
LON3 1.000000000000000E+0
LON7 1.000000000000000E+0
LON9 1.000000000000000E+0
LON10 1.000000000000000E+0
LON33 1.000000000000000E+0
LON16 5.000000000000000E-1
LON18 5.000000000000000E-1
LON45 2.000000000000000E-1
LON51 2.000000000000000E-1
LON43 2.000000000000000E-1
LON53 2.000000000000000E-1
LON59 1.000000000000000E+0

```