

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA TRINCEE

TRINCEA TR02 – TRINCEA GROTTAMINARDA IMBOCCO E DA PROGR 2+620 A PROGR 2+715  
Relazione di calcolo

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. R. Zanon

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

IF28    01    E    ZZ    CL    TR0200    001    B    -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	A. Triglia	21/02/2020	L. Ongaro	21/02/2020	T. Finocchietti	21/02/2020	R. Zanon   10/06/2020
A	Recepimento istruttoria	A. Triglia	10/06/2020	L. Ongaro	10/06/2020	T. Finocchietti	10/06/2020	

File: IF2801EZZCLTR0200001B

n. Elab.: -

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 2 di 125

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALI.....</b>	<b>9</b>
3.1	CALCESTRUZZO PER MAGRONE DI RIEMPIMENTO O LIVELLAMENTO .....	9
3.2	CALCESTRUZZO PER USI STRUTTURALI.....	9
3.3	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO ORDINARIO.....	9
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>GEOMETRIA CONCIO 1 .....</b>	<b>10</b>
5.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E DI CARICO.....	10
5.2	MODELLO DI CALCOLO .....	10
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>13</b>
6.1	PESO PROPRIO (G1) .....	13
6.2	PESO PORTATO (G2).....	13
6.3	SPINTA DEL TERRENO .....	13
6.4	SOVRACCARICO PERMANENTE .....	14
6.5	SPINTA ORIZZONTALE FALDA.....	14
6.6	CARICHI VARIABILI.....	14
6.6.1	COEFFICIENTE DI INCREMENTO DINAMICO .....	14
6.6.2	LARGHEZZA DIFFUSIONE TRAVERSINA.....	14
6.6.3	SOVRACCARICHI MOBILI .....	14
6.6.4	FORZA CENTRIFUGA.....	16
6.6.5	SERPEGGIO .....	17
6.6.6	SPINTA DEL SOVRACCARICO ACCIDENTALE SUL RILEVATO .....	17
6.7	AZIONI SISMICHE .....	17
6.7.1	SPINTA DELLE TERRE IN FASE SISMICA .....	20
6.7.2	SPINTA ORIZZONTALE FALDA IN CONDIZIONI SISMICHE.....	21
6.7.3	FORZE SISMICHE ORIZZONTALI.....	21
6.7.4	FORZE SISMICHE TRENO ORIZZONTALI.....	21
6.8	AZIONE TERMICA.....	22
<b>7</b>	<b>CARICHI ELEMENTARI .....</b>	<b>23</b>
<b>8</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>23</b>

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA AV	<u>Soci</u> SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 3 di 125	

<b>9</b>	<b>CALCOLO SOLLECITAZIONI</b>	<b>24</b>
<b>10</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI</b>	<b>25</b>
10.1	PIEDRITTO	25
10.1.1	PIEDRITTO SEZIONE (+0,00M) 100x100	25
10.1.2	PIEDRITTO SEZIONE (+3.70M) 100x100	31
10.1.3	ARMATURA IN DIREZIONE LONGITUDINALE (RITIRO)	37
10.2	FONDAZIONE	39
10.2.1	FONDAZIONE ESTREMITÀ SEZIONE 120x100	39
10.2.2	FONDAZIONE MEZZERIA SEZIONE 120x100	45
<b>11</b>	<b>VERIFICHE DI DEFORMABILITA'</b>	<b>51</b>
<b>12</b>	<b>SCHEMA INDICATIVO DELLE ARMATURE</b>	<b>52</b>
<b>13</b>	<b>GEOMETRIA CONCIO 2 E 3</b>	<b>53</b>
13.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E DI CARICO	53
13.2	MODELLO DI CALCOLO	53
<b>14</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b>	<b>56</b>
14.1	PESO PROPRIO (G1)	56
14.2	PESO PORTATO (G2)	56
14.3	SPINTA DEL TERRENO	56
14.4	SOVRACCARICO PERMANENTE	57
14.5	SPINTA ORIZZONTALE FALDA	57
14.6	CARICHI VARIABILI	57
14.6.1	COEFFICIENTE DI INCREMENTO DINAMICO	57
14.6.2	LARGHEZZA DIFFUSIONE TRAVERSINA	57
14.6.3	SOVRACCARICHI MOBILI	57
14.6.4	FORZA CENTRIFUGA	59
14.6.5	SERPEGGIO	60
14.6.6	SPINTA DEL SOVRACCARICO ACCIDENTALE SUL RILEVATO	60
14.7	AZIONI SISMICHE	60
14.7.1	SPINTA DELLE TERRE IN FASE SISMICA	62
14.7.2	SPINTA ORIZZONTALE FALDA IN CONDIZIONI SISMICHE	62
14.7.3	FORZE SISMICHE ORIZZONTALI	63
14.7.4	FORZE SISMICHE TRENO ORIZZONTALI	63
14.8	AZIONE TERMICA	63
<b>15</b>	<b>CARICHI ELEMENTARI</b>	<b>64</b>
<b>16</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b>	<b>64</b>

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 4 di 125

<b>17 CALCOLO SOLLECITAZIONI .....</b>	<b>66</b>
<b>18 VERIFICHE STRUTTURALI .....</b>	<b>66</b>
18.1 PIEDRITTO.....	66
18.1.1 PIEDRITTO SEZIONE (+0,00M) 190X100 .....	66
18.1.2 PIEDRITTO SEZIONE (+4,00M) 190X100 .....	72
18.1.3 ARMATURA IN DIREZIONE LONGITUDINALE (RITIRO) .....	78
18.2 FONDAZIONE .....	79
18.2.1 FONDAZIONE ESTREMITÀ SEZIONE 190X100.....	79
18.2.2 FONDAZIONE MEZZERIA SEZIONE 190X100.....	85
<b>19 VERIFICHE DI DEFORMABILITA' .....</b>	<b>91</b>
<b>20 SCHEMA INDICATIVO DELLE ARMATURE .....</b>	<b>92</b>
<b>21 MARCIAPIEDI.....</b>	<b>93</b>
<b>22 MATERIALI.....</b>	<b>93</b>
22.1 CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER ELEVAZIONI.....	93
22.2 ACCIAIO PER C.A. ....	93
22.3 ACCIAIO PER TIRAFONDI.....	94
<b>23 CODICE DI CALCOLO .....</b>	<b>94</b>
<b>24 DESCRIZIONE DELL'OPERA.....</b>	<b>95</b>
24.1 GEOMETRIA E MODELLO.....	95
24.2 ANALISI DEI CARICHI .....	97
24.2.1 CONDIZIONI DI CARICO: .....	97
<b>25 COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>105</b>
<b>26 VERIFICHE .....</b>	<b>106</b>
26.1.1 VERIFCHE SLU .....	109
<b>27 SEZIONE IN CORRISPONDENZA DEL PALO T.E.....</b>	<b>112</b>
27.1 CASI DI CARICO CONSIDERATI.....	113
27.2 CONDIZIONI DI CARICO CONSIDERATE .....	113
27.3 AZIONI ALLA BASE DEL PALO .....	114
27.4 SEZIONI VERIFICATE .....	118
27.5 RISULTATI .....	118
27.5.1 VERIFCHE SLU .....	121
27.5.2 VERIFCA TIRAFONDI .....	124

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</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;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">TR0200 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">5 di 125</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	5 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	5 di 125													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>																		

**28 SINTESI ARMATURE..... 125**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 6 di 125

# 1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto l'analisi strutturale dei muri ad U che si sviluppano in uscita dell'imbocco della GA01 – Galleria Grottaminarda lato Bari -1° lotto funzionale Apice – Hirpinia , tratta Apice – Orsara. Questo muro ad U ha tre conci; la larghezza netta interna della sezione trasversale è costante con larghezza di 15.10 m. Lungo i conci 2 e 3 concio i piedritti e la fondazione hanno uno spessore di 1.80 m, invece lungo il primo concio i piedritti sono di spessore 1.00 m e la fondazione ha uno spessore di 1.20 m.

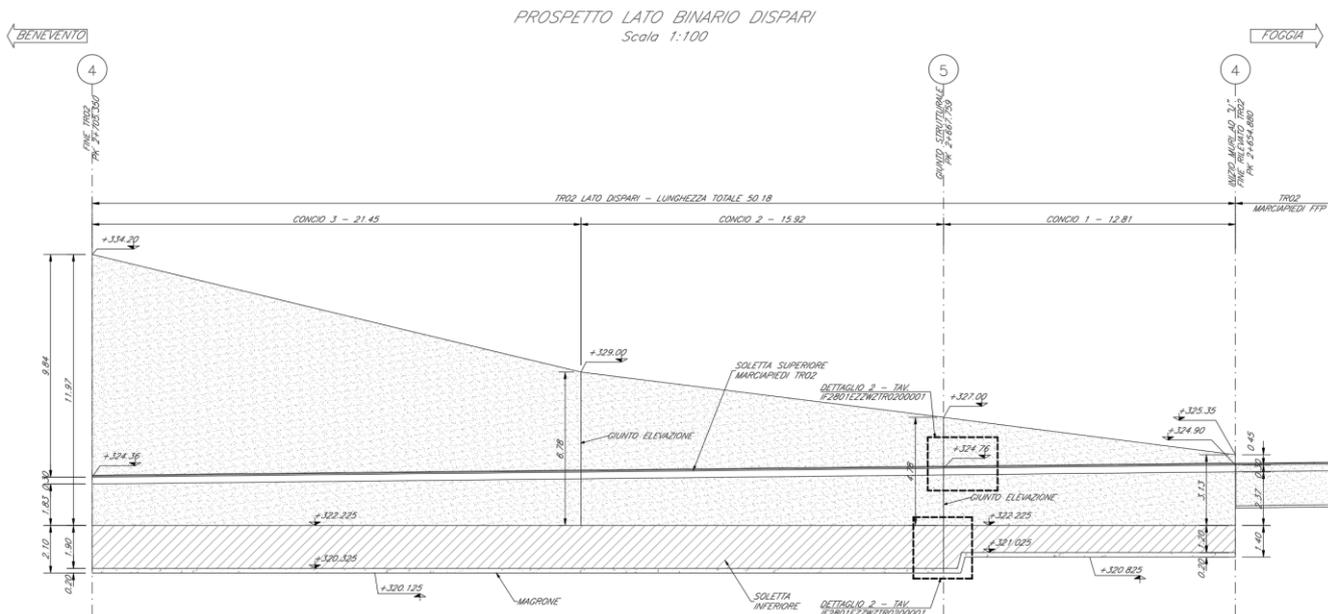


Figura 1-1: Profilo Nord lato binario pari

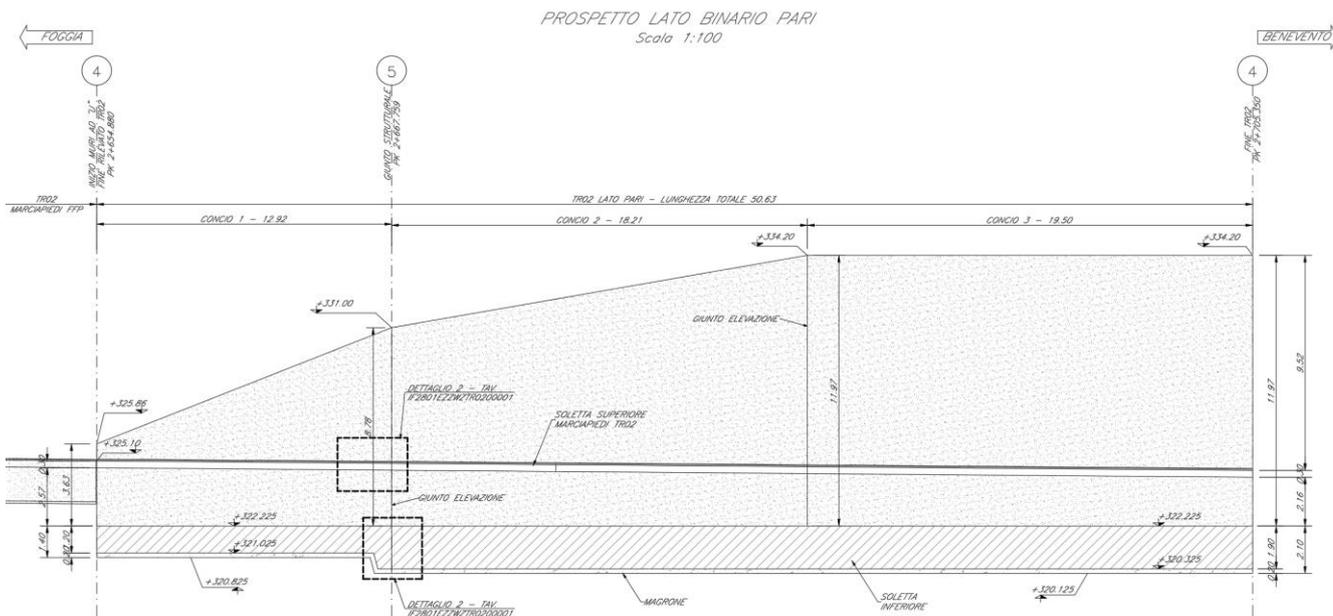


Figura 1-2: Profilo Sud lato binario dispari

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 7 di 125

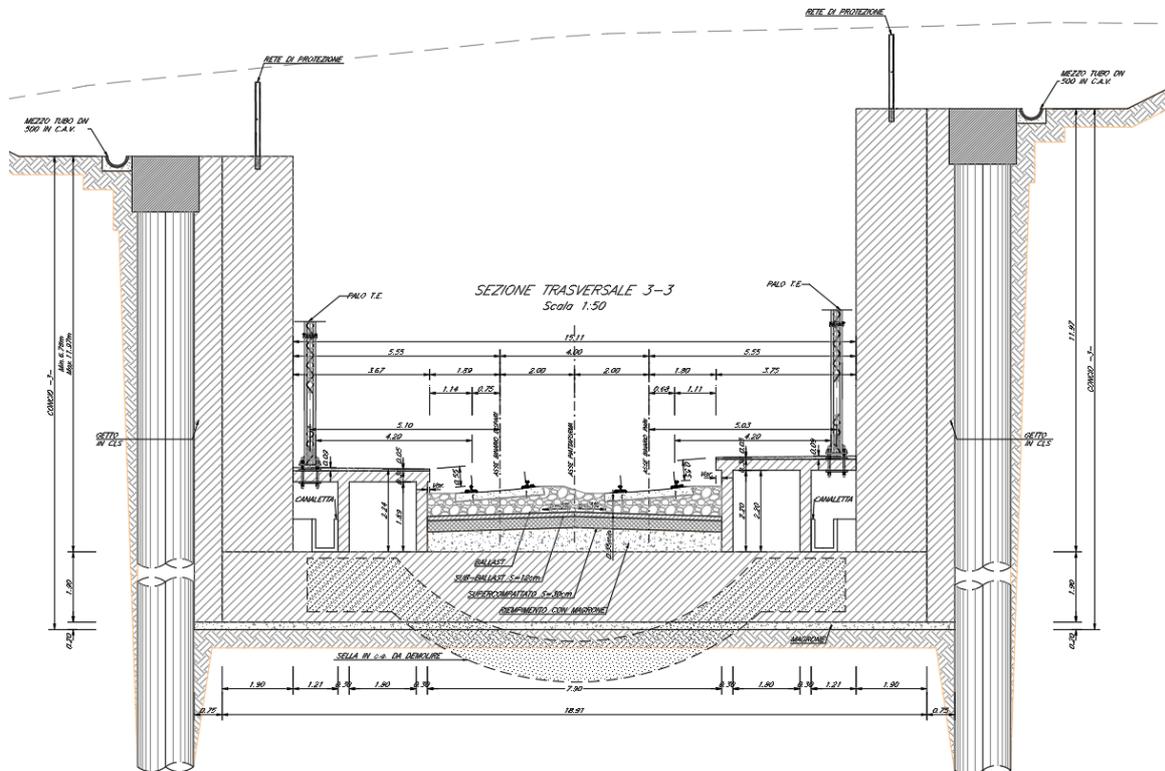


Figura 1-3: Sezione trasversale muro ad U (Concio 1) – Grottaminarda lato Bari

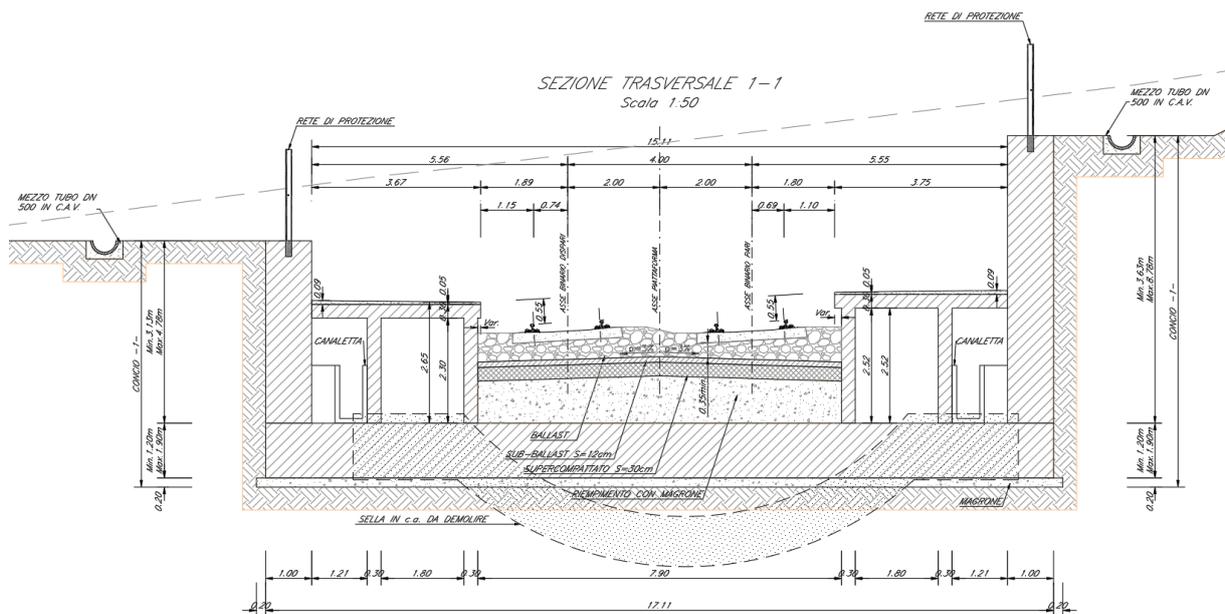


Figura 1-4: Sezione trasversale muro ad U (concio 2) – Grottaminarda lato Bari

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>8 di 125</b>

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative ed è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS:

- “Istruzione per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari” (rif. RFI-DTC-ICI-PO-SP-INF-001-A);
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- RFI DTC INC PO SP IFS 003 A Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- RFI DTC INC CS LG IFS 001 A Linee guida per il collaudo statico delle opere in terra
- RFI DTC INC PO SP IFS 002 A Specifica per la progettazione e l’esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria
- RFI DTC INC PO SP IFS 004 A Specifica per la progettazione e l’esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo
- RFI DTC INC PO SP IFS 005 A Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);
- Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 . Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 21/10/2003;
- Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni,prestazioni,produzione e conformità;

UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 9 di 125

### 3 MATERIALI

#### 3.1 CALCESTRUZZO PER MAGRONE DI RIEMPIMENTO O LIVELLAMENTO

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di tipo G classe di esposizione X0 e classe di resistenza minima C12/15.

#### 3.2 CALCESTRUZZO PER USI STRUTTURALI

Calcestruzzo che viene impiegato per tombini e muri ad U armati con classe di esposizione ambientale XA1, prevede una classe di resistenza minima:

##### Fondazioni

C28/35 MPa		
Resistenza a compressione (cilindrica)	$\rightarrow f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$	= 28.00 MPa
Valor medio resistenza cilindrica a compressione	$\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8$	= 36.00 MPa
Resistenza di calcolo a compressione	$\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= $0.85 \cdot f_{ck} / 1.5 = 15.87$ MPa
Resistenza di calcolo a compressione elastica	$\rightarrow \sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck}$	= 16.80 MPa
Resistenza a trazione media	$\rightarrow f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	= 2.76 MPa
Resistenza a trazione	$\rightarrow f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$	= 1.94 MPa
Resistenza a trazione di calcolo	$\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	= 1.29 MPa
Ricoprimento minimo	$\rightarrow$	$c \geq 50$ mm

##### Elevazioni

C32/40 MPa		
Resistenza a compressione (cilindrica)	$\rightarrow f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$	= 32.00 MPa
Valor medio resistenza cilindrica a compressione	$\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8$	= 40.00 MPa
Resistenza di calcolo a compressione	$\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	= $0.85 \cdot f_{ck} / 1.5 = 18.13$ MPa
Resistenza di calcolo a compressione elastica	$\rightarrow \sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck}$	= 19.20 MPa
Resistenza a trazione media	$\rightarrow f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	= 3.02 MPa
Resistenza a trazione	$\rightarrow f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$	= 2.12 MPa
Resistenza a trazione di calcolo	$\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	= 1.41 MPa
Ricoprimento minimo	$\rightarrow$	$c \geq 40$ mm

#### 3.3 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO ORDINARIO

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento, che presentano le seguenti caratteristiche:

Limite di snervamento	$\rightarrow$	$f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura	$\rightarrow$	$f_y$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo			$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$			$1,13 \leq R_m/Re \leq 1,35$
Rapporto $f_y$ misurato/ $f_y$ nom			$\leq 1,25$
Tensione di snervamento caratteristica	$\rightarrow$	$f_{yk}$	$\geq 450$ MPa
Tensione caratteristica a rottura	$\rightarrow$	$f_{tk}$	$\geq 540$ MPa
Tensione di calcolo elastica	$\rightarrow$	$\sigma_c$	= $0.80 \cdot f_{yk}$ = 360.00 MPa
Fattore di sicurezza acciaio	$\rightarrow$	$\gamma_s$	= 1.15
Resistenza a trazione di calcolo	$\rightarrow$	$f_{yd}$	= $f_{yk} / \gamma_s = 391.30$ MPa

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 10 di 125

## 4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dall'opera in esame si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale (doc. IF0G01D07RBGA01001B).

## 5 GEOMETRIA CONCIO 1

Il concio 1 del muro ad U è lungo 12.90 m, i muri di questo hanno un'altezza variabile da 4.78- 3.13 m (lato Nord) e 8.78 – 3.63 m (lato sud). Si riporta di seguito la verifica di questo muro per un'altezza di  $\frac{4}{5} (8.78-3.63)+3.63=7.75$  m. Per il calcolo si considera un'altezza del muro di 7.90m.

### 5.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E DI CARICO

#### 1° concio

Altezza (schema strutturale)	→	h	8.50 m (7.90+0.60)
Larghezza (schema strutturale)	→	L	16.10 m (15.10+0.50+0.50)
Lunghezza concio	→	l	12.92 m
Profondità striscia di telaio	→	b	1.00 m
Spessore soletta inferiore si	→	si	1.20 m
Spessore muri sp	→	sp	1.00 m

#### Dati relativi al rilevato ferroviario

Ricoprimento e pendenze (escluso ballast)	→	sr (valore medio)	0.94 m
Peso per unità di volume ricoprimento	→	$\gamma$	24.00 kN/m <sup>3</sup>
Peso ballast (in curva)	→	$\gamma$	20.00 kN/m <sup>3</sup>
Spessore armamento compresa traversina	→	s (valore medio)	0.66 m
Lunghezza traversina	→	L <sub>tr</sub>	2.40 m
Larghezza traversina	→	L <sub>ong</sub>	0.25 m

### 5.2 MODELLO DI CALCOLO

Come modello di calcolo (si vedano le figure successive) si è assunto lo schema statico di un telaio analizzato attraverso un'analisi elastico-lineare attraverso il programma di calcolo agli elementi finiti Sofistik "Service Pack 2018-11 Build 6".

Il telaio schematizzato (si vedano le figure seguenti) è composto da beam elements raggruppati in gruppi e da 19 nodi. Tale telaio viene descritto attraverso le linee d'asse delle singole membrature e pertanto, le aste del modello avranno lunghezza pari alla dimensione netta interna maggiorate della metà degli spessori delle aste adiacenti. Il suolo viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler.

#### Terreno di fondazione

Modulo di Young del terreno	E=50000 kN/m <sup>2</sup>
dimensione trasversale compresa dei muri	b <sub>t</sub> =17.10 m

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>11 di 125</b>

dimensione longitudinale dell'opera

$$b_l = 1.00\text{m}$$

Si applica la formulazione di Vogt per definire la molla elastica distribuita sul beam di fondazione:

$$k_s = \frac{1.33 \cdot E}{\sqrt[3]{bt^2 \cdot bl}}$$

Nella presente relazione si adotta un modulo di reazione verticale  
 $K_v = 10019 \text{ kN/m}^3$

Con questo valore si ricavano i valori delle singole molle poste ai nodi sotto i piedritti:

$$K_{v1-4} = 2x K_v x sp = 2x10019x1.00 = 20038 \text{ kN/m}$$

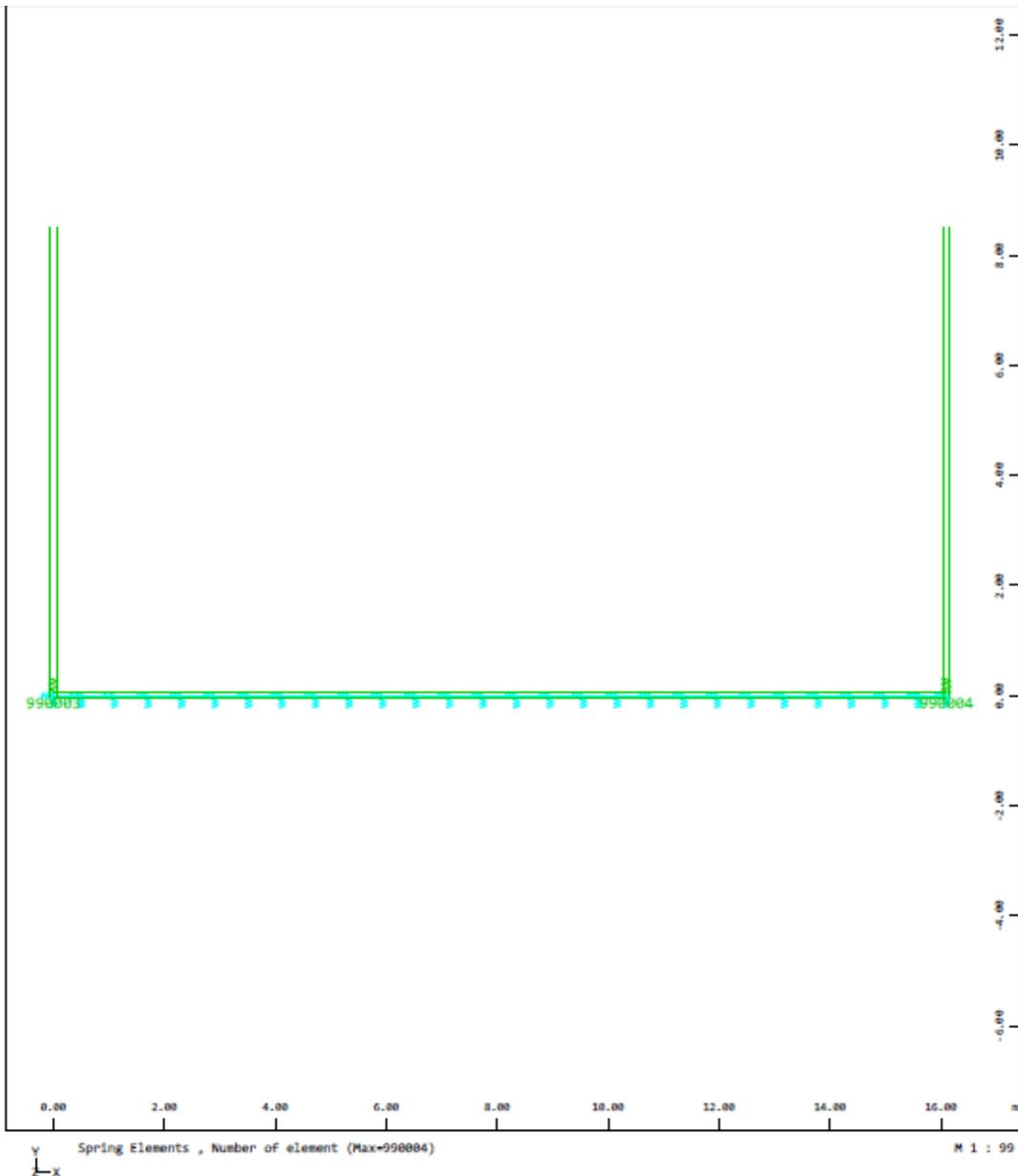


Figura 5-1: Sezione trasversale muro ad U – distribuzione molle

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>12 di 125</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>						

Agli effetti delle caratteristiche geometriche delle varie aste si è quindi assunto:

- una sezione rettangolare b x h = 1.00m x 1.20m per la soletta di fondazione
- una sezione rettangolare b x h = 1.00m x 1.00m per i piedritti

Per le aste del reticolo si è assunto:

$E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm} / 10]^{0.3} = 33345.76 \text{ MPa}$  : modulo elastico del cls ( $R_{ck} = 40\text{N/mm}^2$ ) Lo schema statico della struttura e la relativa numerazione dei nodi e delle aste sono riportati nelle figure seguenti.

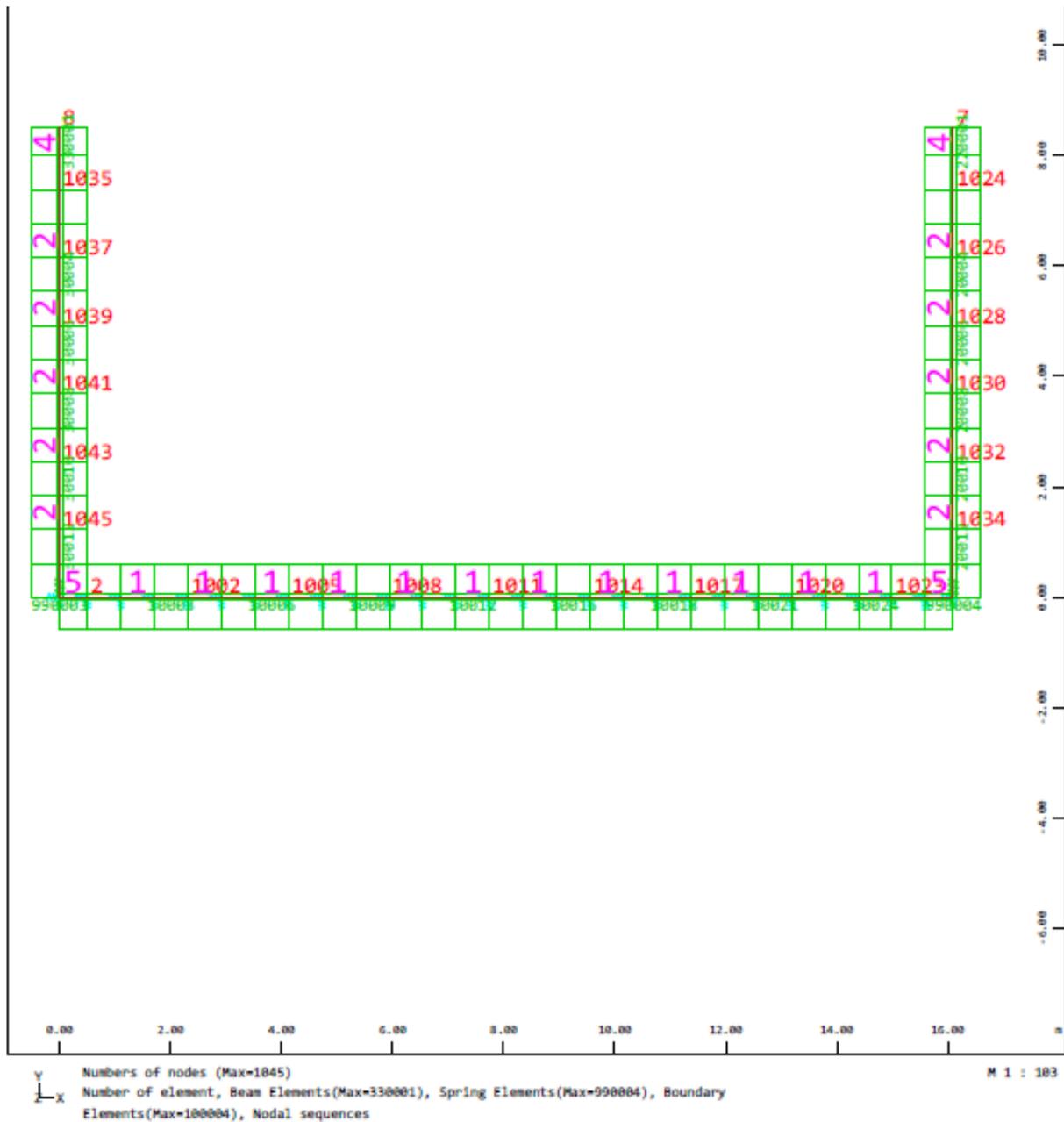


Figura 5-2: Sezione trasversale muro ad U – Nodi

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 13 di 125

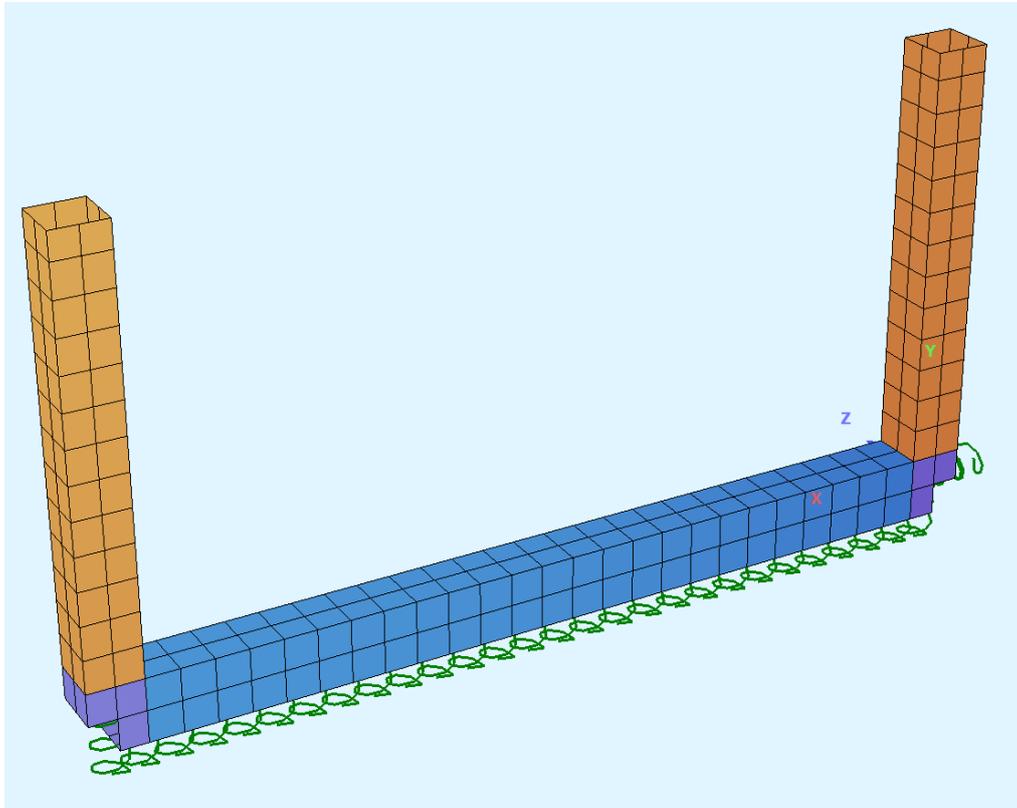


Figura 5-3: Sezione trasversale muro ad U –vista 3D

## 6 ANALISI DEI CARICHI

### 6.1 PESO PROPRIO (G1)

Il peso proprio è stato considerato ponendo il peso per unità di volume del calcestruzzo armato pari a  $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ .

### 6.2 PESO PORTATO (G2)

Il peso portato comprende il pacchetto di armamento:

Ricoprimento e pendenze	$G_{2,1} = 24.00 \times 0.94 = 22.56 \text{ kN/m}^2$
Peso ballast (in curva)	$G_{2,2} = 20.00 \times 0.66 = 13.20 \text{ kN/m}^2$
Totale	$G_2 = 35.76 \text{ kN/m}^2$

### 6.3 SPINTA DEL TERRENO

La spinta del terreno viene considerata in regime di spinta a riposo con:

#### Terreno ai lati dei muri

Peso per unità di volume	$\gamma$	20.00 kN/m <sup>3</sup>
Angolo d'attrito	$\Phi$	25.00 °
Coefficiente di spinta a riposo	$K_0$	0.577

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA AV	Soci SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatara ROCKSOIL S.P.A.	Mandanti NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 14 di 125

Tali parametri si traducono ad un diagramma di pressioni triangolare ( $p_h = k_0 \cdot \gamma_t \cdot z$ ) da applicare sui paramenti verticali con valori di:

testa: 0 kN/m<sup>2</sup>

Piede: 98.10 kN/m<sup>2</sup>

## 6.4 SOVRACCARICO PERMANENTE

Sui muri laterali si considera uno spessore di ricoprimento di 1.00m con  $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$ ; questo sovraccarico da un ulteriore spinta sui muri di valore:

$$q = \gamma \times k_0 = 10.96 \text{ kN/m}^2$$

## 6.5 SPINTA ORIZZONTALE FALDA

Poiché sono previsti dei dreni, la spinta idrostatica risulta essere assente.

## 6.6 CARICHI VARIABILI

### 6.6.1 Coefficiente di incremento dinamico

Si considera il caso di portale a luce singola, per il quale vale la seguente espressione:

$$L_m = \frac{1}{n} \times (L_1 + L_2 + L_3)$$

in cui  $n=3$ .

Considerando le linee d'asse risulta:

$L_1 = 8.50 \text{ m}$  altezza piedritto di sinistra

$L_2 = 12.90 \text{ m}$  lunghezza solettone

$L_3 = 8.50 \text{ m}$  altezza piedritto di destra

$L\Phi = k \times L_m = 17.68 \text{ m}$  con  $k = 1.3$ .

Il coefficiente di incremento dinamico risulta pari a (linea con ridotto standard manutentivo):

$$\Phi_3 = 0.9 \times \left( \frac{2.16}{\sqrt{L_\Phi - 0.2}} + 0.73 \right) = 1.22$$

### 6.6.2 Larghezza diffusione trasversina

La diffusione trasversale dei carichi è stata effettuata, a partire dall'intradosso della traversa, nell'ipotesi di ripartizione nel ballast, nel terreno, nel massetto (4:1) e nel solettone di fondazione (45°).

Quindi si ottiene una diffusione in senso trasversale di 5.21m.

### 6.6.3 Sovraccarichi mobili

#### Caso di carico LM71

In conformità alla normativa di riferimento (N.T.C.2008 §5.2.2.3.1), si prendono in considerazione i seguenti carichi verticali per il treno di carico LM 71:

- quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60m;
- carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio      Soci <b>HIRPINIA AV      SALINI IMPREGIO S.P.A.      ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A.      NET ENGINEERING S.P.A.      ALPINA S.P.A.</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>15 di 125</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>						

Stiamo considerando 1m di profondità della striscia di telaio quindi in questo 1m dobbiamo considerare sollo 1 carico  $Q_{vk} = 250 \text{ kN}$ .

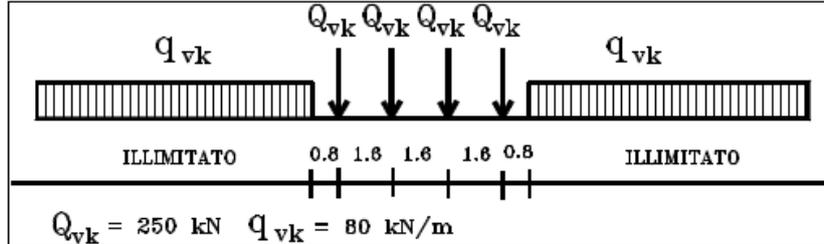


Figura 6-1: Treno di carico LM71

Il modello di carico LM71 è costituito dalla presenza del locomotore con gli assi da 250 kN disposti ad interasse longitudinale pari ad 1.60 m e da un carico distribuito di 80 kN/m. Il coefficiente di adattamento è pari a 1.1.

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

$$q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = 1.1$$

$$\Phi_3 = 1.22$$

Il carico complessivo  $Q$  agente su una striscia di lunghezza unitaria vale pertanto, incrementato del coefficiente dinamico e diviso sulla larghezza di diffusione trasversale:

$$Q = 250.00 \text{ kN}$$

$$Q^* = 40.25 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 80.00 \text{ kN/m}$$

$$q^* = 12.88 \text{ kN/m}^2$$

### Caso di carico SW2

Secondo quanto riportato nella normativa di riferimento (N.T.C.2008 §5.2.2.3.1) si prendono in considerazione i seguenti carichi verticali per il treno di carico SW2.



Fig. 5.2.2 Modelli di carico SW

Figura 6-2: Treno di carico SW2

Il modello di carico SW2 è costituito da un doppio carico distribuito di 150 kN/m di lunghezza longitudinale pari 7.00m e distanziati tra di loro di 25.00m e da un carico distribuito di 150 kN/m. Il coefficiente di adattamento è pari a 1.0

$$q_{vk} = 150 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = 1.0$$

$$\Phi_3 = 1.22$$

Tipo di carico	$Q_{vk}$ [kN/m]	A [m]	C [m]
SW/0	133	15,00	5,30
SW/2	150	25,00	7,00

Tab. 5.2.I. Caratteristiche modelli di carico SW

Il carico complessivo  $q$  per il treno SW2 agente su una striscia di lunghezza unitaria vale pertanto, incrementato del coefficiente dinamico e diviso sulla larghezza di diffusione trasversale:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 16 di 125

$$q = 150 \text{ kN/m}$$

$$q^* = 21.95 \text{ kN/m}^2$$

Per entrambi i casi di carico si è definita un'eccentricità del carico l'eccentricità è data da

$$e = s/18$$

$$s = 1.435$$

$$e = 1.435/18 = 0.08 \text{ m.}$$

Carico a farfalla che si aggiunge per effetto dell'eccentricità del carico vale:

$$Q_{LM71} = (6 \times 0.08 \times 40.25) / 1.60 = 12.09 \text{ kN/m}$$

$$Q_{sw2} = (6 \times 0.08 \times 21.95) / 1.60 = 6.59 \text{ kN/m}$$

### 6.6.4 Forza centrifuga

Nel caso di strutture ferroviarie al di sopra dei quali il binario presenta un tracciato in curva deve essere considerata la forza centrifuga agente su tutta l'estensione del tratto in curva.

La forza centrifuga si considera agente verso l'esterno della curva, in direzione orizzontale ed applicata alla quota di 1,80 m al di sopra del P.F..

I calcoli si basano sulla massima velocità compatibile con il tracciato della linea. Ove siano considerati gli effetti dei modelli di carico SW, si assumerà una velocità di 100 km/h.

Il valore caratteristico della forza centrifuga si determinerà in accordo con la seguente espressione:

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) = \frac{v^2}{127 \cdot r} (f \cdot \alpha Q_{vk})$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk}) = \frac{v^2}{127 \cdot r} (f \cdot \alpha q_{vk})$$

Dove:

-  $Q_{tk}$ -  $q_{tk}$  = valore caratteristico della forza centrifuga [kN - kN/m];

-  $Q_{vk}$ -  $q_{vk}$  = valore caratteristico dei carichi verticali [kN - kN/m];

-  $\alpha$  = coefficiente di adattamento;

-  $v$  = velocità di progetto espressa in m/s;

-  $V$  = velocità di progetto espressa in km/h;

$$V = 200 \text{ km/h}$$

-  $f$  = fattore di riduzione (definito in seguito);

$$f = 1$$

-  $g$  = accelerazione di gravità in m/s<sup>2</sup>;

-  $r$  = è il raggio di curvatura in m.

$$r = 2770 \text{ m}$$

La forza centrifuga sarà sempre combinata con i carichi verticali supposti agenti nella generica configurazione di carico, e non sarà incrementata dai coefficienti dinamici.

Si riporta nella tabella il valore di carico agente:

V=	200	km/h
f=	1	
r=	2770	m
g=	9.81	m/s <sup>2</sup>
$\alpha$	1.1	
Qvk	250	kN
larg diff. 1	5.21	m
larg diff. 2	1.6	m
Qtk=	3.75	kN/m <sup>2</sup>

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>17 di 125</b>

### 6.6.5 Serpeggio

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario. Tale azione si applicherà sia in rettilineo che in curva.

Il valore caratteristico di tale forza sarà assunto pari a  $Q_{sk}=100$  kN. Tale valore deve essere moltiplicato per  $\alpha$  (se  $\alpha > 1$ ), ma non per il coefficiente di incremento dinamico  $\Phi$ .

Il carico del treno nel caso di LM71 è:

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

Tale valore va diviso per la larghezza di diffusione e quindi vale:

$$Q_{vk}^* = \alpha \times 100 / (1.6 \times 5.21) = 13.20 \text{ kN/m}^2$$

Tale forza agisce per un braccio  $h=1.85+0.95=2.80$ m

Quindi si ottiene una distribuzione a farfalla agente sulla fondazione che vale:

$$F=6 \times q^* \times h / L_{tr} = 42.55 \text{ kN/m}$$

$L_{tr} = 5.21$ m lunghezza di diffusione trasversale.

Il carico del treno nel caso di SW2 è:

$$Q_{vk}=100 \text{ kN}$$

Tale valore va diviso per la larghezza di diffusione e quindi vale:

$$Q_{vk}^* = 100 / (1.6 \times 5.21) = 12.00 \text{ kN/m}^2$$

Tale forza agisce per un braccio  $h=1.85+0.95=2.80$ m

Quindi si ottiene una distribuzione a farfalla agente sulla fondazione che vale:

$$F=6 \times q^* \times h / L_{tr} = 38.68 \text{ kN/m}$$

$L_{tr} = 5.21$ m lunghezza di diffusione trasversale.

### 6.6.6 Spinta del sovraccarico accidentale sul rilevato

Ai lati del muro si ha un carico orizzontale uniformemente distribuito sui piedritti dovuto alla spinta del sovraccarico accidentale di  $5 \text{ kN/m}^2$  calcolato come  $k_0 \times q = 2.90 \text{ kN/m}^2$ .

## 6.7 AZIONI SISMICHE

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), le verifiche sono state condotte con il metodo semi-probabilistico agli stati limite.

Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

- nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Gli stati limite ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; nel caso di specie per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

In merito alle opere scatolari di cui trattasi, nel rispetto del punto §7.9.2. delle NTC, assimilando l'opera scatolare alla categoria delle spalle da ponte, rientrando tra le opere che si muovono con il terreno (§ 7.9.2.1), si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica il comportamento elastico; queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

Per la definizione dell'azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento PVR in funzione dello stato limite considerato:

- la vita nominale ( $V_N$ ) dell'opera.
- la classe d'uso.
- il periodo di riferimento ( $V_R$ ) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                  Soci <b>HIRPINIA AV                  SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                  Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A.              NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>18 di 125</b>

Per l'opera in esame si ha:

Vita nominale della costruzione (in anni) - $V_N$	<input type="text" value="75"/>	info
Coefficiente d'uso della costruzione - $c_U$	<input type="text" value="1.5"/>	info
<b>Valori di progetto</b>		
Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - $V_R$	<input type="text" value="112.5"/>	info
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - $T_R$		info
Stati limite di esercizio - SLE	{ SLO - $P_{VR} = 81\%$ <input type="text" value="68"/> SLD - $P_{VR} = 63\%$ <input type="text" value="113"/>	
Stati limite ultimi - SLU	{ SLV - $P_{VR} = 10\%$ <input type="text" value="1068"/> SLC - $P_{VR} = 5\%$ <input type="text" value="2193"/>	

I valori delle caratteristiche sismiche ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ ) per gli stati limite di normativa sono:

Coordinate geografiche del sito:

- Latitudine = 41.0510°
- Longitudine = 15.0333°

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	68	0.098	2.325	0.318
SLD	113	0.129	2.316	0.333
SLV	1068	0.381	2.287	0.415
SLC	2193	0.500	2.353	0.430

- $a_g$  → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
- $F_0$  → 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;
- S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_t$ ).

Parametri agli SLV

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_d$	0.381 g
$F_0$	2.287
$T_c^*$	0.415 s
$S_s$	1.177
$C_C$	1.404
$S_T$	1.000
q	1.000

**Parametri dipendenti**

S	1.177
$\eta$	1.000
$T_B$	0.194 s
$T_C$	0.582 s
$T_D$	3.125 s

Parametri agli SLD

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_d$	0.129 g
$F_0$	2.316
$T_c^*$	0.333 s
$S_s$	1.500
$C_C$	1.509
$S_T$	1.000
q	1.000

**Parametri dipendenti**

S	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.168 s
$T_C$	0.503 s
$T_D$	2.117 s

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 19 di 125

Le accelerazioni massime per i vari stati limite di normativa nelle condizioni di sito reali sono:

		$a_{max}$
TR	68	0.115
TR	113	0.152
TR	1068	0.448
TR	2193	0.589

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

I valori dei coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0.50 \cdot k_h$$

dove

- $a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- $g$  accelerazione di gravità;

Essendo la struttura non scatolare, ma che presenta muri molto alti e snelli, si suppone che la struttura si comporti come una paratia e quindi che ammetta spostamenti relativi rispetto al terreno, per la definizione del coefficiente  $\beta$ , funzione del massimo spostamento in testa al piedritto  $u_s$  che l'opera può tollerare, è stata svolta un'analisi iterativa in condizioni SLD ipotizzando inizialmente uno spostamento nullo con  $\beta = 1$ .

I successivi valori di  $\beta$  si ottengono entrando nel grafico di Figura 6.4 con il valore dello spostamento ottenuto nell'analisi precedente.

Tale procedura iterativa conduce ai seguenti risultati.

Prima iterazione ammettendo  $\beta = 1$  si ottiene:

H = 12.95 m	Altezza piedritto
$\alpha = 1.00$	coefficiente di deformabilità
$u_s = 154$ mm	spostamento in testa al piedritto
$\beta = 0.47$	Valore di $\beta$ ottenuto dal grafico

Seconda iterazione ammettendo  $\beta = 0.47$  si ottiene:

H = 12.95 m	Altezza piedritto
$\alpha = 1.00$	coefficiente di deformabilità
$u_s = 87$ mm	spostamento in testa al piedritto
$\beta = 0.51$	Valore di $\beta$ ottenuto dal grafico

Il coefficiente  $\beta_m$  che viene assunto è il valore 0.50.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>20 di 125</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>						

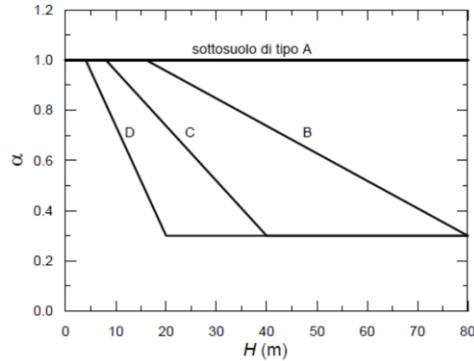


Figura 6-3: Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità  $\alpha$

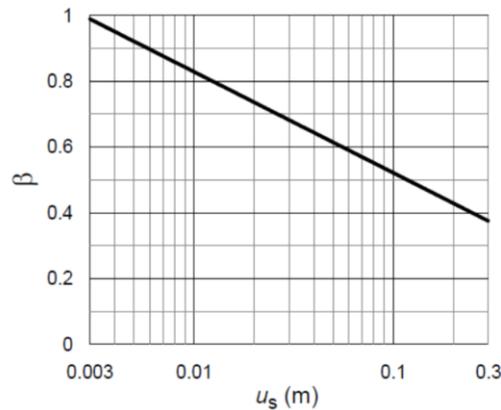


Figura 6-4: Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento  $\beta$

Pertanto, si ottiene:

		$K_h$	$K_h$
TR	68	0.058	0.029
TR	113	0.076	0.038
TR	1068	0.224	0.112
TR	2193	0.294	0.147

### 6.7.1 Spinta delle terre in fase sismica

Le spinte delle terre, considerando lo scatolare una struttura rigida e priva di spostamenti (par. 7.11.6.2.1 D.M. 14.01.08), sono calcolate in regime di spinta a riposo che comporta il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni; l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato attraverso la trattazione di WOOD valida per pareti che accettano piccoli spostamenti:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2$$

e va a sommarsi alle condizioni statiche valutate in condizioni di spinta a riposo.

Il punto di applicazione della spinta che interessa lo scatolare è posto  $h_{scat} / 2$ , con "h<sub>tot</sub>" altezza dal piano di progetto alla fondazione dello scatolare e h<sub>scat</sub> l'altezza dello scatolare.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>21 di 125</b>

Essendo “ $\Delta P_d$ ” la risultante globale, ed il diagramma di spinta di tipo rettangolare, è immediato ricavare la quota parte della spinta che agisce sul paramento verticale.

$$\Delta p = (a_g/g) \cdot St \cdot Ss \cdot \gamma \cdot H = 38.08 \text{ kN/m}^2 \quad \text{WOOD (SLV)}$$

### 6.7.2 Spinta orizzontale falda in condizioni sismiche

Assente.

### 6.7.3 Forze sismiche orizzontali

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti ed applicate nei rispettivi baricentri. Le masse sismiche sono valutate considerando le azioni dovute al carico ferroviario con coefficiente pari a 0.2.

Forze d'inerzia orizzontali sullo scatolare e sul terreno di ricoprimento della soletta SLV

$$F_{0, \text{montante}} = \pm 10.64 \text{ kN/m}^2$$

### 6.7.4 Forze sismiche treno orizzontali

Poiché il baricentro dei convogli ferroviari risulta essere spostato alla quota di 1.80m dal piano del ferro, nel caso di smisma si suppone che tale masse crei delle sovrappressioni sulla fondazione, pressioni date dalla massa per il braccio che è la distanza tra il baricentro e l'asse della soletta di fondazione.

Il carico del treno nel caso di LM71 è:

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

Tale valore va diviso per la larghezza di diffusione e quindi vale:

$$Q_{vk}^* = 250 / (1.6 \times 5.21) = 29.99 \text{ kN/m}^2$$

Valore che va moltiplicato per il coefficiente sismico orizzontale  $k_h$ :

$$q = k_h \times Q_{vk}^* = 29.99 \text{ kN/m}^2 \text{ di cui } q^* = k_h \times q = 0.224 \times 29.99 = 6.72 \text{ kN/m}^2$$

Tale forza agisce per un braccio  $h = 3.58 + 0.95 = 4.53 \text{ m}$

Quindi si ottiene una distribuzione a farfalla agente sulla fondazione che vale:

$$F = 6 \cdot q^* \cdot h / L_{tr} = 35.06 \text{ kN/m}$$

$L_{tr} = 5.21 \text{ m}$  lunghezza di diffusione trasversale.

Il carico del treno nel caso di SW2 è:

$$Q_{vk} = 150 \text{ kN}$$

Tale valore va diviso per la larghezza di diffusione e quindi vale:

$$Q_{vk}^* = 150 / (1.6 \times 5.21) = 17.99 \text{ kN/m}^2$$

Valore che va moltiplicato per il coefficiente sismico orizzontale  $k_h$ :

$$q = k_h \times Q_{vk}^* = 17.99 \text{ kN/m}^2 \text{ di cui } q^* = k_h \times q = 0.224 \times 17.99 = 4.03 \text{ kN/m}^2$$

Tale forza agisce per un braccio  $h = 3.58 + 0.95 = 4.53 \text{ m}$

Quindi si ottiene una distribuzione a farfalla agente sulla fondazione che vale:

$$F = 6 \cdot q^* \cdot h / L_{tr} = 21.03 \text{ kN/m}$$

$L_{tr} = 5.21 \text{ m}$  lunghezza di diffusione trasversale.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</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>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>TR0200 001</td> <td>B</td> <td>22 di 125</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	22 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	22 di 125													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>																		

## 6.8 AZIONE TERMICA

Poichè la struttura è isostatica, nel caso di variazioni termiche è libera di deformarsi senza che vengano a crearsi delle sovra tensioni interne.

A tal proposito l'azione termica è trascurabile.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 23 di 125

## 7 CARICHI ELEMENTARI

PP	PESO PROPRIO
PERM	CARICHI PERMANENTI (ricoprimento + massetto)
BALLAST	BALLAST
STSX - STDX	SPINTA DELLE TERRE SU PIEDRITTI
ACC	SPINTA CARICHI VARIABILI A TERGO OPERA (accidentale)
ACC1-ACC2	CARICHI VARIABILI VERTICALI SU OPERA (LM71 e SW2)
SASX- SADX	SPINTA CARICHI VARIABILI SU PIEDRITTI
SP	SERPEGGIO
CF	CENTRIFUGA
SISSX	SOVRASPINTE SISMICHE (terre)
INERZIEH	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI
INERZIEH TR	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI (massa treno)

## 8 ANALISI DEI CARICHI

Per le verifiche si adotta la combinazione delle azioni fondamentale SLU tratta dal § 2.5.3 NTC 2008:  
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3}$ .

I valori dei coefficienti da utilizzare sono stati adottati seguendo il vigente D.M. 2008 §5.1.3.12 secondo le tabelle 5.1.IV, 5.1.V, 5.1.VI., §6.2.3.1.1 secondo le tabelle 6.2.I, 6.2.II e §6.4.2.1 secondo la tabella 6.4.I.

In particolare, sono state effettuate le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo strutturale (STR)

raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

- STR)  $\rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio si definiscono le seguenti combinazioni:

- Rara)  $\rightarrow G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$
- Frequente)  $\rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$
- Quasi permanente)  $\rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Per la condizione sismica, la combinazione per gli stati limite ultimi da prendere in considerazione è:

Combinazione sismica  $\rightarrow E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Le azioni, vengono moltiplicati per i coefficienti parziali di sicurezza che sono indicati in tabella.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>24 di 125</b>

**Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

<b>Categoria/Azione variabile</b>	<b><math>\Psi_{0j}</math></b>	<b><math>\Psi_{1j}</math></b>	<b><math>\Psi_{2j}</math></b>
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

**Tabella 1: Valori dei coefficienti di combinazione**

## 9 CALCOLO SOLLECITAZIONI

Il calcolo delle sollecitazioni è stato svolto con il software di calcolo sofistik, vedasi Allegato 1 TR02\_concio1.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 25 di 125

## 10 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali sono state svolte in RC-Sec si riportano gli output delle verifiche.

### 10.1 PIEDRITTO

#### 10.1.1 Piedritto sezione (+0,00m) 100x100

Si riporta la verifica del piedritto nella sezione d'incastro con la fondazione.

Sezione di calcolo

100x100 cm

Armatura verticale

10φ26 layer 1 lato terreno

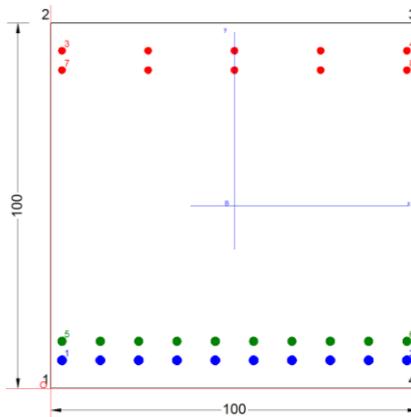
10φ24 layer 2 lato terreno

5φ20 layer 1 lato interno

5φ20 layer 2 lato interno

Spilli

φ12/20x40



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

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	21.330 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>TR0200 001</td> <td>B</td> <td>26 di 125</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	26 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	26 di 125								

Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40
N°vertice:	X [cm]                      Y [cm]
1	0.0                              0.0
2	0.0                              100.0
3	100.0                              100.0
4	100.0                              0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	3.0	7.7	26
2	97.0	7.7	26
3	3.0	92.4	20
4	97.0	92.4	20
5	3.0	12.9	24
6	97.0	12.9	24
7	3.0	87.1	20
8	97.0	87.1	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	26
2	3	4	3	20
3	5	6	8	24
4	7	8	3	20

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
---------	---	----	----	----	----

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 27 di 125

1	197.00	1814.00	0.00	0.00	0.00
2	197.00	2656.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione				

N°Comb.	N	Mx	My
1	197.00	1382.00	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione				

N°Comb.	N	Mx	My
1	197.00	1359.00 (750.45)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione				

N°Comb.	N	Mx	My
1	197.00	1292.00 (751.43)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata				
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)				
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia				
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia				
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)				
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia				
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia				
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000				
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]				

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	197.00	1814.00	0.00	196.77	3236.64	0.00	1.78	98.3(17.4)
2	S	197.00	2656.00	0.00	196.77	3236.64	0.00	1.22	98.3(17.4)

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>28 di 125</b>

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.196	100.0	100.0	0.00203	97.0	92.4	-0.01440	3.0	7.7
2	0.00350	0.196	100.0	100.0	0.00203	97.0	92.4	-0.01440	3.0	7.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000193955	-0.015895487	0.196	0.700
2	0.000000000	0.000193955	-0.015895487	0.196	0.700

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.36	0.0	100.0	-178.9	97.0	7.7	2050	98.3

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.23	100.0	100.0	-175.8	65.7	7.7	2050	98.3

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Tensioni-Deform.	Apertura fessure
Sc max =8.36 Mpa	Apert.fessure = 0.095 mm
Sc limite =19.20 Mpa	Apert. limite = 990.000 mm
Sc min =0.00 Mpa	Dist. fessure = 147 mm
Sf min =-178.89 Mpa	Area efficace =2050 cm²
Sf limite =-360.00 Mpa	Coeff. K3 = 0.500
Asse Neutro: aX+bY+c=0	
coeff a =0.000000000	

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>TR0200 001</td> <td>B</td> <td>29 di 125</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	29 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	29 di 125								

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e\_sm - e\_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00100	0	0.500	25.0	64	0.00064 (0.00053)	306	0.195 (0.20)	750.45	0.00

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	7.83	0.0	100.0	-166.7	97.0	7.7	2050	98.3

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00095	0	0.500	25.0	17	0.00067 (0.00050)	147	0.098 (0.20)	751.43	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 30 di 125

### 10.1.1.1 Verifica a taglio

La verifica a taglio è stata posta alla base del piedritto e si prevedono degli spilli  $\Phi 12/20 \times 40$  e la verifica risulta soddisfatta.

#### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

##### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa resist. caratteristica
$h = 1000$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$ coeff. sicurezza
$c = 70$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:
$\gamma_c = 1.50$ coeff. Sicurezza	$A_{sl,1} = 10 \text{ } \emptyset 26 = 53.09 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 10 \text{ } \emptyset 26 = 53.09 \text{ cm}^2$
$d = 930$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0 = 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18.13$ MPa resist. di calcolo	

##### • Sollecitazioni (compressione < 0, trazione > 0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 197.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 792.0 \text{ kN}$$

##### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.464 < 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{\min} = 0.351$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.000 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.20 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{\min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = -27.5 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{\min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 298.6 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 298.6 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

**la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio**

##### • Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 30.0^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0^\circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 12 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2.5 \text{ passo } 20 \text{ cm} = 0.141 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha \quad V_{Rsd} = 802.0 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 9.07 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 3286.1 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 802.0 > 792.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.0$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

APPALTATORE: Consorzio Soci <b>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 31 di 125

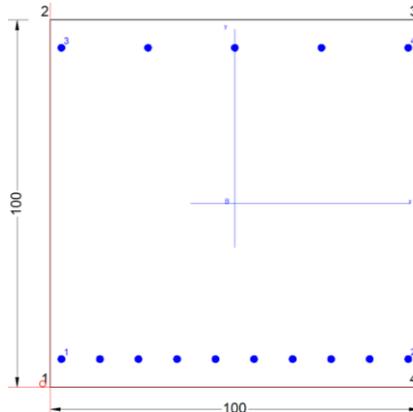
### 10.1.2 Piedritto sezione (+3.70m) 100x100

Si riporta la verifica del piedritto per la sezione posta a 3.70m dalla fondazione.

Sezione di calcolo  
100x100 cm

Armadura verticale  
10 $\phi$ 20 layer 1 lato terreno  
5 $\phi$ 20 layer 1 lato interno

Spilli  
 $\phi$ 14/40x40



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

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	21.330 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 33 di 125

### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	105.00	256.00 (635.41)	0.00 (0.00)

### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	105.00	240.00 (638.66)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	105.00	350.00	0.00	105.06	1144.15	0.00	3.26	31.4(17.4)
2	S	105.00	625.00	0.00	105.06	1144.15	0.00	1.83	31.4(17.4)

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 34 di 125

1	0.00350	0.083	100.0	100.0	0.00003	97.0	92.4	-0.03861	3.0	7.7
2	0.00350	0.083	100.0	100.0	0.00003	97.0	92.4	-0.03861	3.0	7.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000456251	-0.042125056	0.083	0.700
2	0.000000000	0.000456251	-0.042125056	0.083	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.40	0.0	100.0	-84.8	86.6	7.7	1950	31.4

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Sforzi resistenti (assi princ. inerzia)	Deform. unit. alla massima
N Res = 105.06 kN	Def.max Cls =0.0035
Mx Res = 1144.15 kNm	Def.min Cls =-0.0421
My Res = 0.00 kNm	Def.max Fe =0.0000
	Def.min Fe =-0.0386
Curv.Max=0.000456251 1/cm	Asse Neutro: aX+bY+c=0
As tot. = 47.1 cm <sup>2</sup>	coeff. a =0.000000000
Coeff. min. barre = 2.0 cm	coeff. b =0.000456251

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.32	100.0	100.0	-81.4	3.0	7.7	1950	31.4

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
e1 Esito della verifica  
e2 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
k2 = 0.5 per flessione;  $=(e1 + e2)/(2 * e1)$  per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]  
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 10%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>TR0200 001</td> <td>B</td> <td>35 di 125</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	35 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	35 di 125								

sr max                      Massima distanza tra le fessure [mm]  
 wk                              Apertura fessure in mm calcolata =  $sr \max * (e_{sm} - e_{cm}) [(7.8)EC2 \text{ e } (C4.1.7)NTC]$ . Valore limite tra parentesi  
 Mx fess.                      Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 My fess.                      Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00046	0	0.500	20.0	20	0.00024 (0.00024)	279	0.068 (0.20)	635.41	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.18	100.0	100.0	-75.4	3.0	7.7	1950	31.4

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00042	0	0.500	20.0	20	0.00023 (0.00023)	279	0.063 (0.20)	638.66	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 36 di 125

### 10.1.2.1 Verifica a taglio

La verifica a taglio è stata posta a quota +3.70m dalla base del piedritto e si prevedono degli spilli  $\Phi 12/40 \times 40$  e la verifica risulta soddisfatta.

#### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

##### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 1000$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 70$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$ coeff. Sicurezza	$A_{sl,1} = 10 \text{ } \emptyset 20$	$= 31.42 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 10 \text{ } \emptyset 26$	$= 53.09 \text{ cm}^2$
$d = 930$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18.13$ MPa resist. di calcolo		$84.51 \text{ cm}^2$

##### • Sollecitazioni (compressione < 0, trazione > 0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 105.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 332.0 \text{ kN}$$

##### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.464 < 2$$

$$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.351$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.009 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.11 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0.18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 487.7 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 311.4 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 487.7 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

##### • Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 30.0^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0^\circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 12 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2.5 \quad \text{passo } 40 \text{ cm} = 0.071 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha \quad V_{Rsd} = 401.0 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 9.07 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot \theta^2) \quad V_{Rcd} = 3286.1 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 401.0 > 332.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.2$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 37 di 125

### 10.1.3 Armatura in direzione longitudinale (ritiro)

Per il calcolo dell'armatura in direzione orizzontale longitudinale, si ipotizza cautelativamente che la fondazione crei vincolo alla libera contrazione dei piedritti in quanto gettata prima dei piedritti e soggetta comunque ad un minore sviluppo di ritiro.

Si tiene in conto della coazione da ritiro mediante il limite imposto dalla normativa:  $f_{ctm}/1.2 = 3.0/1.2 = 2.5$  MPa

I piedritti hanno altezza netta di  $H = 7.90$  m e spessore effettivo pari a  $1.00$  m.

Si determina l'armatura minima mediante la equazione definita in Eurocodice 2 di seguito riportata.

$$A_{s,min} > k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

Per il calcolo dei coefficienti si considera conservativamente la sezione trasversale del piedritto tenso-inflessa con tensione inferiore pari a  $\sigma_{c,bot} = f_{ct,eff} = f_{ctm}/1.2$  e superiore pari a metà di quella inferiore  $\sigma_{c,top} = 0.5 \cdot \sigma_{cb}$  ( $1/3 \cdot H$  superiore compresso e  $2/3 \cdot H$  inferiore tesi).

Altezza da armare: circa  $2/3$  dell'altezza del piedritto  $5.30$  m.

Quindi  $A_{ct} = 2/3 \cdot 7900 \cdot 1000 = 5266666.7$  mm<sup>2</sup>

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} / 1.2 = 2.5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,bot} = 2.5 \text{ MPa (trazione)}, \sigma_{c,top} = 1.25 \text{ Mpa (compressione)}$$

$$k_c = 0.4 \cdot [1 - (\sigma_c / (k_1 \cdot (h/h^*) \cdot f_{ct,eff}))]$$

$$\sigma_c = N / (B \cdot H)$$

$$N_{comp} = \frac{1}{2} \cdot [(1/3 \cdot H) \cdot (sp)] \cdot 1.25 = 1625000 \text{ N}$$

$$N_{traz} = \frac{1}{2} \cdot [(2/3 \cdot H) \cdot (sp)] \cdot 2.5 = 6625000 \text{ N}$$

Dove  $N = N_{comp} + N_{traz} = +1659 - 6636 = -4977$  kN è la forza assiale di trazione su tutta la sezione del piedritto dovuta a ritiro impedito calcolata con andamento tensionale sopra definito ( $\sigma_{c,bot}$  e  $\sigma_{c,top}$ ).

$$\text{Si ottiene: } \sigma_c = N / (B \cdot H) = -4977 \cdot 10^3 / (1000 \cdot 7900) = -0.63 \text{ MPa}$$

$$h^* = 1.0 \text{ m}$$

$$k_1 = 2/3 \cdot (1.0 / 7.90) = 0.08$$

$$k_c = 0.4 \cdot [1 - (-630 / (5.30 \cdot (7.90/1.0) \cdot 2.5))] = 0.4 \cdot [1 + 0.006] \approx 0.55$$

$$k = 0.65$$

$$\sigma_s = 240 \text{ MPa} < 0.75 \cdot f_{yk} = 330 \text{ MPa}$$

- nei primi  $5.30$  m si deve disporre un minimo di armatura:

$$A_{s1,min} > 0.55 \cdot 0.65 \cdot 2.5 \cdot (2/3 \cdot 7900 \cdot 1000) / 240 = 0.55 \cdot 0.65 \cdot 2.5 \cdot 5266666.7 / 240 = 19769 \text{ mm}^2$$

Tale armatura sarà disposta per un'altezza pari a circa  $2/3 \cdot H = 5.3$  m di piedritto (zona inferiore tesa)

Si dispongono:

- nei primi  $3.00$  m:  $2+2\phi 16/200$  mm (di parete) +  $2\phi 12/200$  mm interni allo spessore
- nei successivi  $2.30$  m:  $2+2\phi 16/200$  mm (di parete) +  $1\phi 12/200$  mm interno allo spessore
- fino in testa al piedritto:  $2\phi 16/200$  mm (di parete)

Si ottiene:

$$A_{s,d} = [4 \cdot (3.00/0.2) \cdot 201 + 2 \cdot (3.00/0.2) \cdot 154] + [4 \cdot (2.30/0.2) \cdot 201 + 1 \cdot (2.30/0.2) \cdot 154] = 21382 \text{ mm}^2 > A_{s,min}$$

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</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>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>TR0200 001</td> <td>B</td> <td>38 di 125</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	38 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	38 di 125													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>																		

In accordo al punto 7.3.3(2) dell'Eurocodice 2, si può ragionevolmente ritenere che nel caso di fessurazione provocata da deformazioni impresse, l'utilizzo dei parametri scelti (diametro, spaziatura orizzontale/verticale e limitazione tensionale dell'armatura) conduca con buona probabilità ad un'ampiezza di fessura inferiore a 0.3mm. Tale limite è ritenuto accettabile essendo i piedritti non a permanente contatto con il terreno ed interamente ispezionabili.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 39 di 125

## 10.2 FONDAZIONE

### 10.2.1 Fondazione estremità sezione 120x100

Si riporta la verifica della fondazione sezione di estremità.

Sezione di calcolo

100x120 cm

Armatura longitudinale

10 $\phi$ 26 layer 1 lato terreno

10 $\phi$ 24 layer 2 lato terreno

5 $\phi$ 24 layer 1 lato interno

5 $\phi$ 24 layer 2 lato interno

Spilli

$\phi$ 14/40x40

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

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi

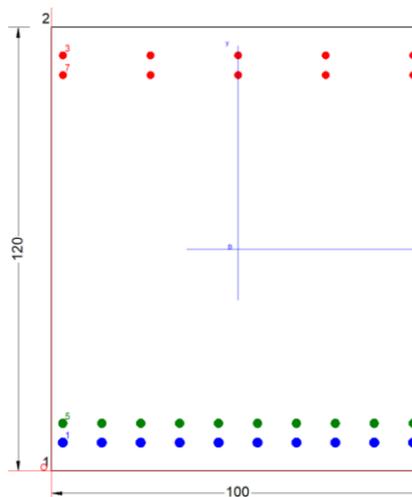
Tipologia sezione: Sezione generica di Trave

Normativa di riferimento: N.T.C.

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante

Condizioni Ambientali: Molto aggressive

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia



#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35
	Resis. compr. di progetto fcd:	15.860 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32308.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.760 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 40 di 125

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	120.0
3	100.0	120.0
4	100.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	3.0	7.7	26
2	97.0	7.7	26
3	3.0	112.4	20
4	97.0	112.4	20
5	3.0	12.9	24
6	97.0	12.9	24
7	3.0	107.1	20
8	97.0	107.1	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	26
2	3	4	3	20
3	5	6	8	24
4	7	8	3	20

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	510.00	2222.00	0.00	0.00	0.00
2	510.00	3062.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>LOTTO</b> <b>CODIFICA</b> <b>DOCUMENTO</b> <b>REV.</b> <b>FOGLIO</b> <b>IF28</b> <b>01</b> <b>E ZZ CL</b> <b>TR0200 001</b> <b>B</b> <b>41 di 125</b>

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	510.00	1672.00	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	510.00	1602.00 (998.98)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	510.00	1526.00 (1002.50)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	510.00	2222.00	0.00	510.19	4085.62	0.00	1.83	98.3(19.1)
2	S	510.00	3062.00	0.00	510.19	4085.62	0.00	1.33	98.3(19.1)

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

APPALTATORE: Consorzio Soci <b>HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>42 di 125</b>

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.223	100.0	120.0	0.00244	97.0	112.4	-0.01222	3.0	7.7
2	0.00350	0.223	100.0	120.0	0.00244	97.0	112.4	-0.01222	3.0	7.7

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000139960	-0.013295185	0.223	0.718
2	0.000000000	0.000139960	-0.013295185	0.223	0.718

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	7.52	100.0	120.0	-159.7	13.4	7.7	2450	98.3

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Tensioni-Deform.	Apertura fessure
Sc max =7.52 Mpa	Apert. fessure = 0.175 mm
Sc limite =16.80 Mpa	Apert. limite = 990.000 mm
Sc min =0.00 Mpa	Dist. fessure =324 mm
Sf min =-159.66 Mpa	Area efficace =2450 cm²
Sf limite =-360.00 Mpa	Coeff. K3 = 0.500
Asse Neutro: aX+bY+c=0	
coeff. a =0.000000000	

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	7.22	100.0	120.0	-152.1	3.0	7.7	2450	98.3

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 15%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 15%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>TR0200 001</td> <td>B</td> <td>43 di 125</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	43 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	43 di 125								

	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
sr max	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
wk	Massima distanza tra le fessure [mm]
Mx fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00085	0	0.500	25.0	17	0.00050 (0.00046)	164	0.082 (0.20)	998.98	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.89	100.0	120.0	-143.8	13.4	7.7	2450	98.3

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00080	0	0.500	25.0	64	0.00055 (0.00043)	324	0.177 (0.20)	1002.50	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 44 di 125

### 10.2.1.1 Verifica a taglio

La verifica a taglio è stata posta a ridosso del piedritto e si prevedono degli spilli  $\Phi 14/40 \times 40$  e la verifica risulta soddisfatta.

#### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

##### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$	mm larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica
$h = 1200$	mm altezza	$\gamma_s = 1.15$		coeff. sicurezza
$c = 70$	mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$	MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 28$	MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:		
$\gamma_c = 1.50$	coeff. Sicurezza	$A_{sl,1} = 10$	$\emptyset 26$	$= 53.09 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 10$	$\emptyset 24$	$= 45.24 \text{ cm}^2$
$d = 1130$	mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0$	$\emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 15.87$	MPa resist. di calcolo			

##### • Sollecitazioni (compressione < 0, trazione > 0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 510.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 413.0 \text{ kN}$$

##### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.421 < 2$$

$$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.314$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.000 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.43 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0.18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = -72.0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 282.4 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 282.4 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

**la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio**

##### • Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 35.0^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0^\circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 14 \text{ mm con } n^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2.5 \quad \text{passo } 40 \text{ cm} = 0.096 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 546.8 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 7.93 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 3790.9 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 546.8 > 413.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.3$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 45 di 125

## 10.2.2 Fondazione mezzera sezione 120x100

Si riporta la verifica della fondazione sezione di mezzera.

Sezione di calcolo

100x120 cm

Armatura longitudinale

10 $\phi$ 26 layer 1 lato terreno

10 $\phi$ 20 layer 2 lato terreno

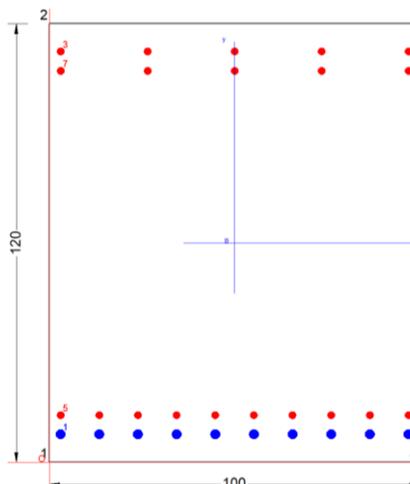
5 $\phi$ 20 layer 1 lato interno

5 $\phi$ 20 layer 2 lato interno

Spilli

$\phi$ 14/40x40

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



Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi

Tipologia sezione: Sezione generica di Trave

Normativa di riferimento: N.T.C.

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante

Condizioni Ambientali: Molto aggressive

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia

## CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35
	Resis. compr. di progetto fcd:	15.860 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32308.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.760 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa

## CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</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;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">TR0200 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">46 di 125</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	46 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	46 di 125								

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	120.0
3	100.0	120.0
4	100.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	3.0	7.7	26
2	97.0	7.7	26
3	3.0	112.4	20
4	97.0	112.4	20
5	3.0	12.9	20
6	97.0	12.9	20
7	3.0	107.1	20
8	97.0	107.1	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.                      Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini.                      Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin.                      Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre                      Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø                      Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	26
2	3	4	3	20
3	5	6	8	20
4	7	8	3	20

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	510.00	2938.00	0.00	0.00	0.00
2	510.00	1812.00	0.00	0.00	0.00
3	510.00	-475.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N                      Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx                      Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 47 di 125

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	510.00	2015.00	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	510.00	1728.00 (962.63)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	510.00	1002.00 (1010.73)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
As Tesa Area armature trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	510.00	2938.00	0.00	510.06	3604.99	0.00	1.23	84.5(19.1)
2	S	510.00	1812.00	0.00	510.06	3604.99	0.00	1.98	84.5(19.1)
3	S	510.00	-475.00	0.00	509.70	-1594.34	0.00	3.48	62.8(19.1)

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

APPALTATORE: Consorzio Soci <b>HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>48 di 125</b>

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.192	100.0	120.0	0.00226	97.0	112.4	-0.01477	3.0	7.7
2	0.00350	0.192	100.0	120.0	0.00226	97.0	112.4	-0.01477	3.0	7.7
3	0.00350	0.092	0.0	0.0	0.00090	3.0	7.7	-0.03451	97.0	112.4

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000162707	-0.016024894	0.192	0.700
2	0.000000000	0.000162707	-0.016024894	0.192	0.700
3	0.000000000	-0.000338142	0.003500000	0.092	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.33	0.0	120.0	-224.0	97.0	7.7	2400	84.5

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Tensioni-Deform.	Apertura fessure
Sc max =9.33 Mpa	Apert. fessure = 0.142 mm
Sc limite =16.80 Mpa	Apert. limite = 990.000 mm
Sc min =0.00 Mpa	Dist. fessure =171 mm
Sf min =-224.02 Mpa	Area efficace =2400 cm²
Sf limite =-360.00 Mpa	Coeff. K3 = 0.500
Asse Neutro: $aX+bY+c=0$	
coeff. a =0.000000000	

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.05	0.0	120.0	-188.5	97.0	7.7	2400	84.5

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
 Esito della verifica

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>TR0200 001</td> <td>B</td> <td>49 di 125</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	49 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	49 di 125								

e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00105	0	0.500	23.4	17	0.00066 (0.00057)	171	0.112 (0.20)	962.63	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.81	0.0	120.0	-98.8	97.0	7.7	2400	84.5

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00055	0	0.500	23.4	17	0.00030 (0.00030)	171	0.052 (0.20)	1010.73	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 50 di 125

### 10.2.2.1 Verifica a taglio

La verifica a taglio è stata posta in mezzera della fondazione e si prevedono degli spilli  $\Phi 14/40 \times 40$  e la verifica risulta soddisfatta.

#### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

##### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa resist. caratteristica
$h = 1200$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$ coeff. sicurezza
$c = 70$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa resist. di calcolo
$f_{ck} = 28$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:
$\gamma_c = 1.50$ coeff. Sicurezza	$A_{sl,1} = 10 \text{ } \emptyset 26 = 53.09 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 10 \text{ } \emptyset 20 = 31.42 \text{ cm}^2$
$d = 1130$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0 = 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 15.87$ MPa resist. di calcolo	

##### • Sollecitazioni (compressione <0, trazione >0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 51.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 458.0 \text{ kN}$$

##### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.421 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.314$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.000 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.04 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = -7.2 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 347.2 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 347.2 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

**la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio**

##### • Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 35.0 \text{ }^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0 \text{ }^\circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 14 \text{ mm con } n^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2.5 \quad \text{passo } 40 \text{ cm} = 0.096 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 546.8 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 7.93 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 3790.9 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 546.8 > 458.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.2$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>51 di 125</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>						

## 11 VERIFICHE DI DEFORMABILITA'

Si esegue la verifica a inflessione del muro a "U" secondo quanto riportato nell'EC2 §7.4.1, la verifica risulta essere soddisfatta se l'inflessione calcolata di travi a sbalzo soggetti a carichi quasi permanente è inferiore a 1/250 della luce.

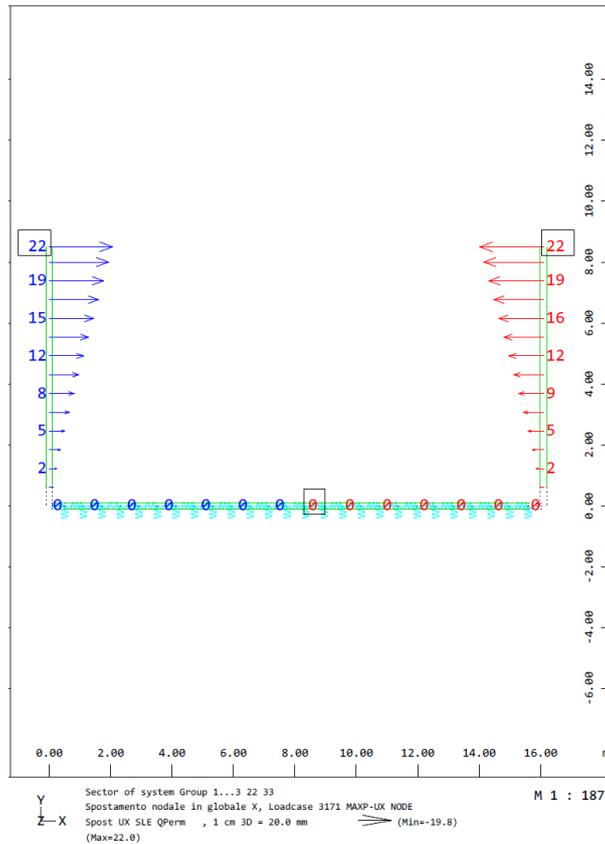
Nel caso in esame, considerando il piedritto a sbalzo la luce di calcolo vale 2H, quindi la luce per il concio 1 vale:

$$L = 2 \cdot H = 2 \cdot 8500 = 17000 \text{ mm}$$

Per cui si ricava il valore di inflessione massimo ammissibile:

$$f_{\max} = L / 250 = 17000 / 250 = 68.0 \text{ mm}$$

Dal modello si ricava una deformazione in testa del piedritto di:



**Figura 11-1: Deformazione muro ad "U"**

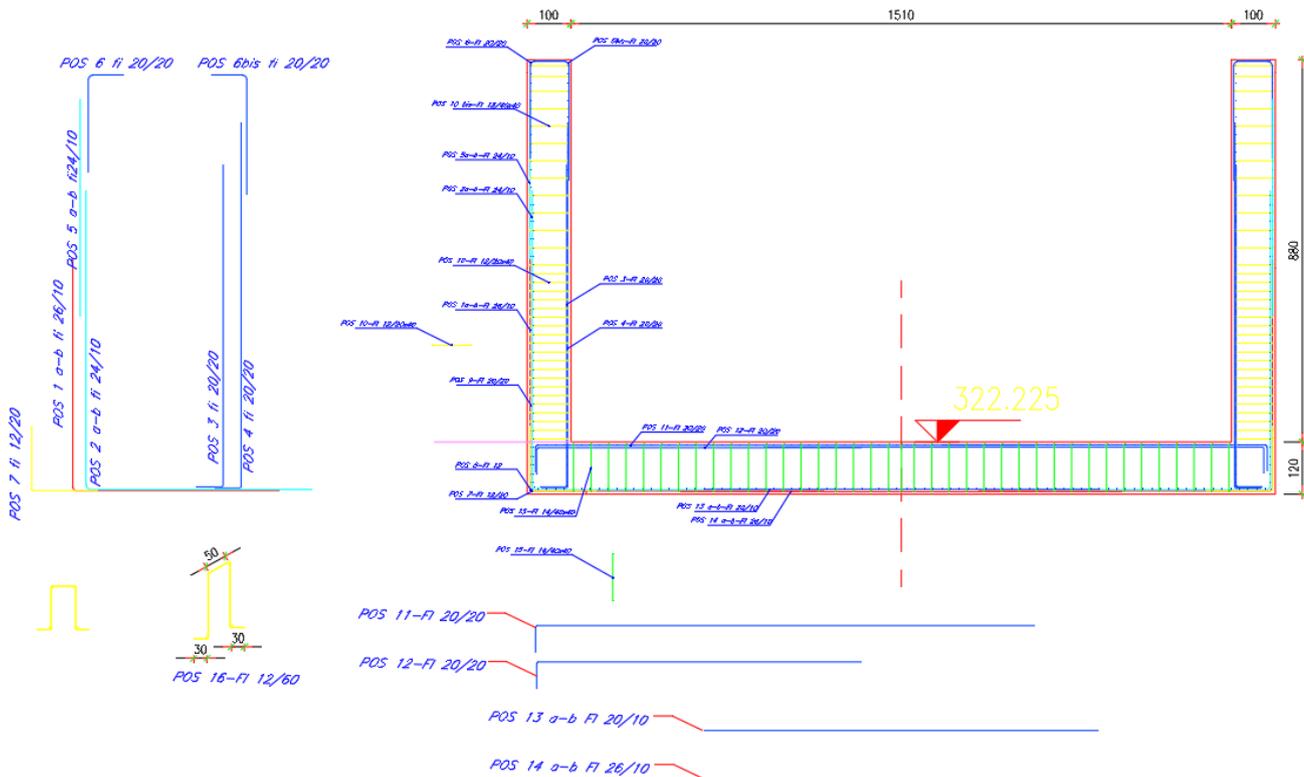
Il seguente valore viene moltiplicato per 3 per tenere conto delle deformazioni a tempo infinito.

$$f_u = 3 \cdot 22 = 66.0 \text{ mm} < 68.0 \text{ mm} = f_{\max}$$

Verificato

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>							
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		<b>COMMESSA</b> IF28	<b>LOTTO</b> 01	<b>CODIFICA</b> E ZZ CL	<b>DOCUMENTO</b> TR0200 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 52 di 125

## 12 SCHEMA INDICATIVO DELLE ARMATURE



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 53 di 125

## 13 GEOMETRIA CONCIO 2 E 3

Il concio 1 del muro ad U è lungo 19.50 m, i muri di questo hanno un' altezza variabile da 11.97<sup>5</sup> – 6.78 m (lato Nord) e 11.97<sup>5</sup> – 8.78 m (lato sud).

### 13.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E DI CARICO

#### 2° e 3° concio

Altezza (schema strutturale)	→	h	12.95 m (11.97+0.95)
Larghezza (schema strutturale)	→	L	17.00 m (15.10+0.95+0.95)
Lunghezza concio	→	l	19.50 m
Profondità striscia di telaio	→	b	1.00 m
Spessore soletta inferiore si	→	si	1.90 m
Spessore muri sp	→	sp	1.90 m

#### Dati relativi al rilevato ferroviario

Ricoprimento e pendenze (escluso ballast)	→	sr	0.94 m (valore medio)
Peso per unità di volume ricoprimento	→	$\gamma$	24.00 kN/m <sup>3</sup>
Peso ballast (in curva)	→	$\gamma$	20.00 kN/m <sup>3</sup>
Spessore armamento compresa traversina	→	s	0.66 m (valore medio)
Lunghezza traversina	→	L <sub>tr</sub>	2.40 m
Larghezza traversina	→	L <sub>ong</sub>	0.25 m

### 13.2 MODELLO DI CALCOLO

Come modello di calcolo (si vedano le figure successive) si è assunto lo schema statico di un telaio analizzato attraverso un'analisi elastico-lineare attraverso il programma di calcolo agli elementi finiti Sofistik "Service Pack 2018-11 Build 6".

Il telaio schematizzato (si vedano le figure seguenti) è composto da beam elements raggruppati in gruppi e da 19 nodi. Tale telaio viene descritto attraverso le linee d'asse delle singole membrature e pertanto, le aste del modello avranno lunghezza pari alla dimensione netta interna maggiorate della metà degli spessori delle aste adiacenti.

Il suolo viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler.

#### Terreno di fondazione

Modulo di Young del terreno	E=50000 kN/m <sup>2</sup>
dimensione trasversale compresa dei muri	b <sub>t</sub> =18.90 m
dimensione longitudinale dell'opera	b <sub>l</sub> = 1.00m

Si applica la formulazione di Vogt per definire la molla elastica distribuita sul beam di fondazione:

$$k_s = \frac{1.33 \cdot E}{\sqrt[3]{b t^2 \cdot b l}}$$

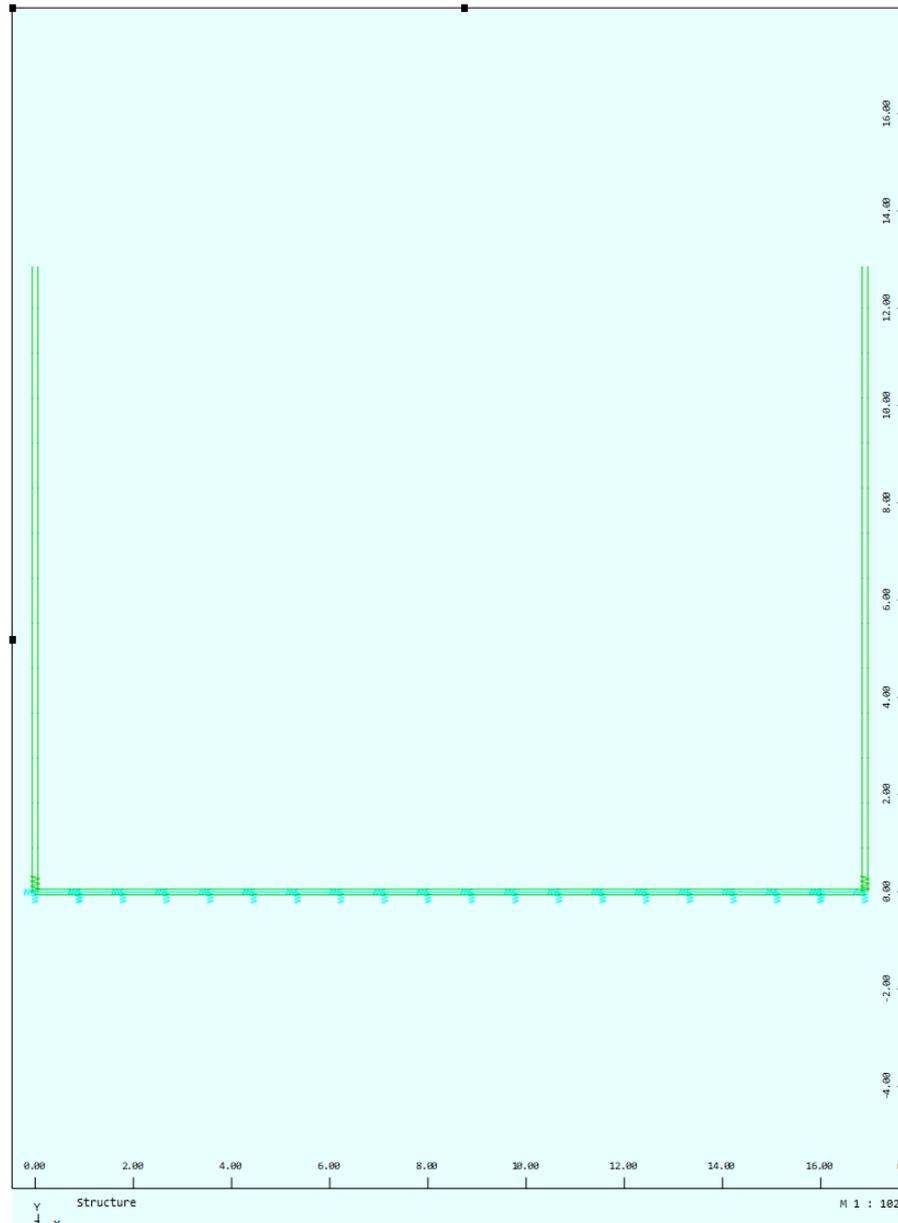
Nella presente relazione si adotta un modulo di reazione verticale:

$$K_v = 9372 \text{ kN/m}^3$$

Con questo valore si ricavano i valori delle singole molle poste ai nodi sotto i piedritti:

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 54 di 125

$$K_{v1-4} = 2x K_v \times sp = 2 \times 9372 \times 1.90 = 35613.60 \text{ kN/m}$$



**Figura 13-1: Sezione trasversale muro ad U – distribuzione molle**

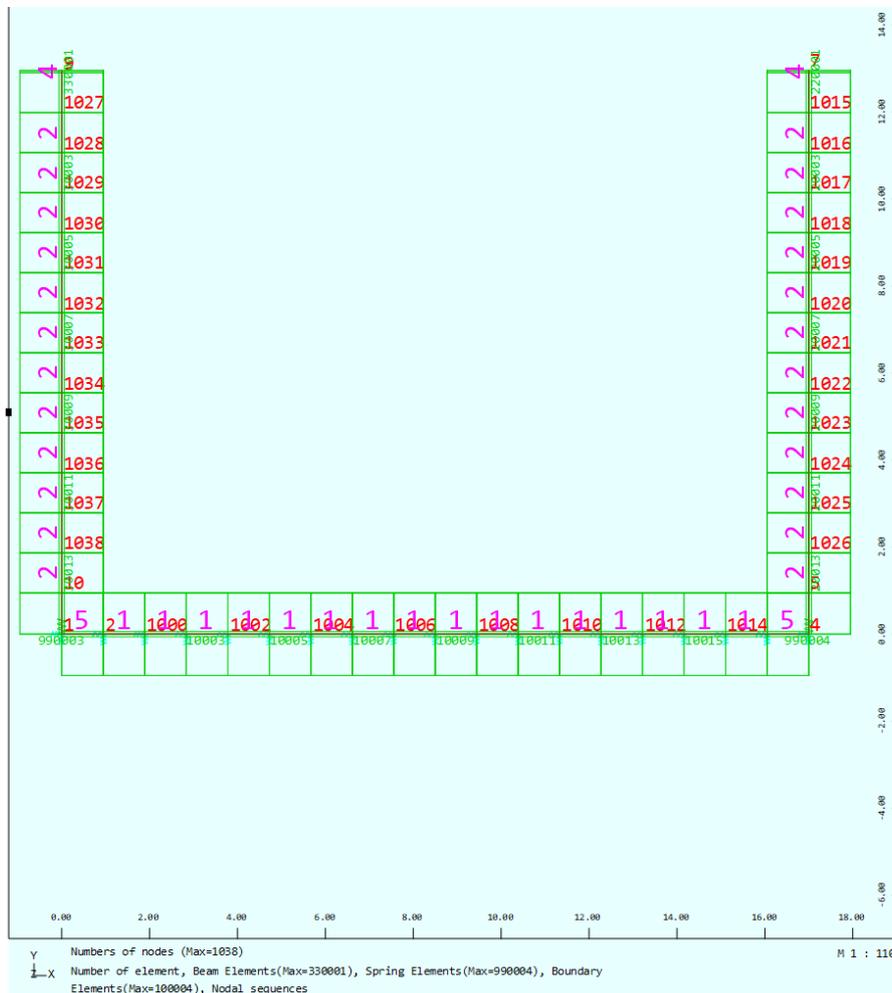
Agli effetti delle caratteristiche geometriche delle varie aste si è quindi assunto:

- una sezione rettangolare  $b \times h = 1.00\text{m} \times 1.90\text{m}$  per la soletta di fondazione
- una sezione rettangolare  $b \times h = 1.00\text{m} \times 1.90\text{m}$  per i piedritti

Per le aste del reticolo si è assunto:

$E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm} / 10]^{0.3} = 33345.76 \text{ MPa}$  : modulo elastico del cls ( $R_{ck} = 40\text{N/mm}^2$ ) Lo schema statico della struttura e la relativa numerazione dei nodi e delle aste sono riportati nelle figure seguenti.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>55 di 125</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>						



**Figura 13-2: Sezione trasversale muro ad U – Nodi**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>56 di 125</b>

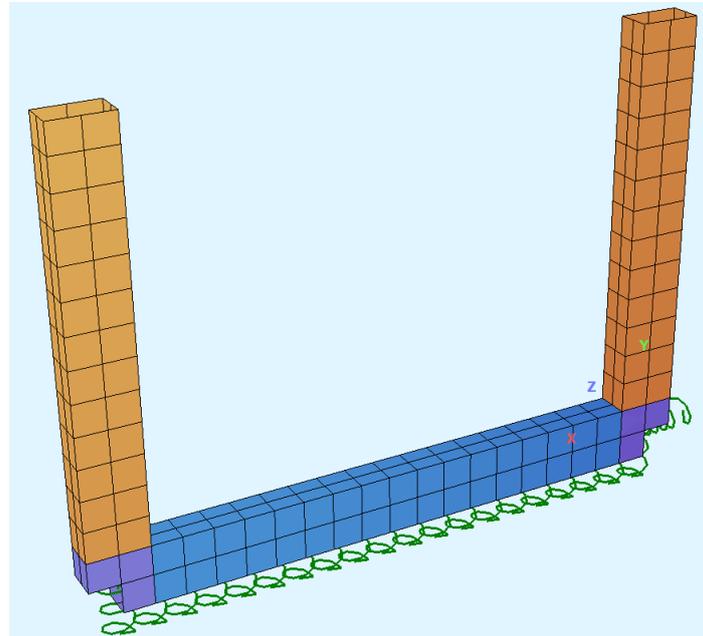


Figura 13-3: Sezione trasversale muro ad U –vista 3D

## 14 ANALISI DEI CARICHI

### 14.1 PESO PROPRIO (G1)

Il peso proprio è stato considerato ponendo il peso per unità di volume del calcestruzzo armato pari a  $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ .

### 14.2 PESO PORTATO (G2)

Il peso portato comprende il pacchetto di armamento:

Ricoprimento e pendenze	$G_{2,1} = 24.00 \times 0.94 = 22.56 \text{ kN/m}^2$
Peso ballast (in curva)	$G_{2,2} = 20.00 \times 0.66 = 13.20 \text{ kN/m}^2$
Totale	$G_2 = 35.76 \text{ kN/m}^2$

### 14.3 SPINTA DEL TERRENO

La spinta del terreno viene considerata in regime di spinta a riposo con:

#### Terreno ai lati dei muri

Peso per unità di volume	$\gamma$	20.00 kN/m <sup>3</sup>
Angolo d'attrito	$\Phi$	25.00 °
Coefficiente di spinta a riposo	$K_0$	0.577

Tali parametri si traducono ad un diagramma di pressioni triangolare ( $p_h = k_0 \cdot \gamma_t \cdot z$ ) da applicare sui paramenti verticali con valori di:

testa: 0 kN/m<sup>2</sup>

Piede: 148.3 kN/m<sup>2</sup>

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 57 di 125

## 14.4 SOVRACCARICO PERMANENTE

Sui muri laterali si considera uno spessore di ricoprimento di 1.00m con  $\gamma = 19.00\text{kN/m}^3$ ; questo sovraccarico da un'ulteriore spinta sui muri di valore:

$$q = \gamma \times k_0 = 10.96 \text{ kN/m}^2$$

## 14.5 SPINTA ORIZZONTALE FALDA

Poiché sono previsti dei dreni, la spinta idrostatica risulta essere assente.

## 14.6 CARICHI VARIABILI

### 14.6.1 Coefficiente di incremento dinamico

Si considera il caso di portale a luce singola, per il quale vale la seguente espressione:

$$L_m = \frac{1}{n} \times (L_1 + L_2 + L_3)$$

in cui  $n=3$ .

Quindi per il cocchio 1 risulta:

$L_1 = 11.98 \text{ m}$                       altezza piedritto di sinistra

$L_2 = 19.50 \text{ m}$                       lunghezza solettone

$L_3 = 10.90 \text{ m}$                       altezza piedritto di destra

$L\Phi = k \times L_m = 14.13 \text{ m}$  con  $k = 1.3$ .

Il coefficiente di incremento dinamico risulta pari a (linea con ridotto standard manutentivo):

$$\Phi_3 = 0.9 \times \left( \frac{2.16}{\sqrt{L_s} - 0.2} + 0.73 \right) = 1.13$$

### 14.6.2 Larghezza diffusione traversina

La diffusione trasversale dei carichi è stata effettuata, a partire dall'intradosso della traversa, nell'ipotesi di ripartizione nel ballast, nel terreno, nel massetto (4:1) e nel solettone di fondazione (45°).

Quindi si ottiene una diffusione in senso trasversale di 5.21m.

### 14.6.3 Sovraccarichi mobili

#### Caso di carico LM71

In conformità alla normativa di riferimento (N.T.C.2008 §5.2.2.3.1), si prendono in considerazione i seguenti carichi verticali per il treno di carico LM 71:

- quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60m;
- carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

Stiamo considerando 1m di profondità della striscia di telaio quindi in questo 1m dobbiamo considerare solo 1 carico  $Q_{vk} = 250 \text{ kN}$ .

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 58 di 125

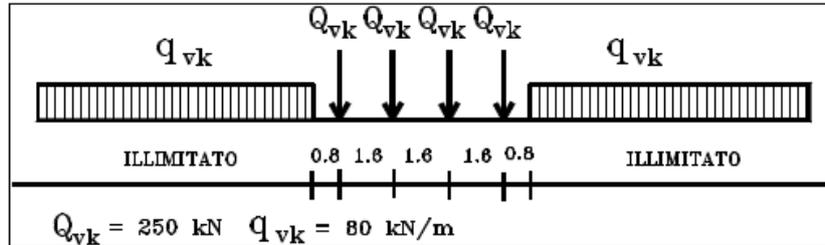


Figura 14-1: Treno di carico LM71

Il modello di carico LM71 è costituito dalla presenza del locomotore con gli assi da 250 kN disposti ad interasse longitudinale pari ad 1.60 m e da un carico distribuito di 80 kN/m. Il coefficiente di adattamento è pari a 1.1.

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

$$q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = 1.1$$

$$\Phi_3 = 1.13$$

Il carico complessivo  $Q$  agente su una striscia di lunghezza unitaria vale pertanto, incrementato del coefficiente dinamico e diviso sulla larghezza di diffusione trasversale:

$$Q = 250.00 \text{ kN}$$

$$Q^* = 37.28 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 80.00 \text{ kN/m}$$

$$q^* = 11.93 \text{ kN/m}^2$$

### Caso di carico SW2

Secondo quanto riportato nella normativa di riferimento (N.T.C.2008 §5.2.2.3.1) si prendono in considerazione i seguenti carichi verticali per il treno di carico SW2.

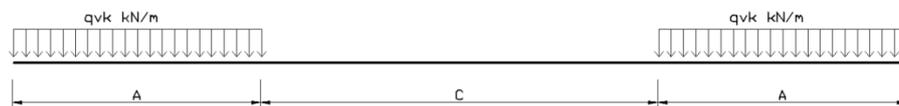


Fig. 5.2.2 Modelli di carico SW

Figura 14-2: Treno di carico SW2

Il modello di carico SW2 è costituito da un doppio carico distribuito di 150 kN/m di lunghezza longitudinale pari 7.00m e distanziati tra di loro di 25.00m e da un carico distribuito di 150 kN/m. Il coefficiente di adattamento è pari a 1.0

$$q_{vk} = 150 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = 1.0$$

$$\Phi_3 = 1.15$$

Tipo di carico	$Q_{vk}$ [kN/m]	A [m]	C [m]
SW/0	133	15,00	5,30
SW/2	150	25,00	7,00

Tab. 5.2.1. Caratteristiche modelli di carico SW

Il carico complessivo  $q$  per il treno SW2 agente su una striscia di lunghezza unitaria vale pertanto, incrementato del coefficiente dinamico e diviso sulla larghezza di diffusione trasversale:

$$q = 150 \text{ kN/m}$$

$$q^* = 20.60 \text{ kN/m}^2$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 59 di 125

Per entrambi i casi di carico si è definita un eccentricità del carico l'eccentricità è data da

$$e = s/18$$

$$s = 1.435$$

$$e = 1.435/18 = 0.08 \text{ m.}$$

Carico a farfalla che si aggiunge per effetto dell'eccentricità del carico vale:

$$Q_{LM71} = (6 \times 0.08 \times 37.28) / 1.60 = 11.20 \text{ kN/m}$$

$$Q_{sw2} = (6 \times 0.08 \times 20.60) / 1.60 = 6.10 \text{ kN/m}$$

#### 14.6.4 Forza centrifuga

Nel caso di strutture ferroviarie al di sopra dei quali il binario presenta un tracciato in curva deve essere considerata la forza centrifuga agente su tutta l'estensione del tratto in curva.

La forza centrifuga si considera agente verso l'esterno della curva, in direzione orizzontale ed applicata alla quota di 1,80 m al di sopra del P.F..

I calcoli si basano sulla massima velocità compatibile con il tracciato della linea. Ove siano considerati gli effetti dei modelli di carico SW, si assumerà una velocità di 100 km/h.

Il valore caratteristico della forza centrifuga si determinerà in accordo con la seguente espressione:

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) = \frac{v^2}{127 \cdot r} (f \cdot \alpha Q_{vk})$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk}) = \frac{v^2}{127 \cdot r} (f \cdot \alpha q_{vk})$$

Dove:

- $Q_{tk}$ -  $q_{tk}$  = valore caratteristico della forza centrifuga [kN - kN/m];
- $Q_{vk}$ -  $q_{vk}$  = valore caratteristico dei carichi verticali [kN - kN/m];
- $\alpha$  = coefficiente di adattamento;
- $v$  = velocità di progetto espressa in m/s;
- $V$  = velocità di progetto espressa in km/h; V=200 km/h
- $f$  = fattore di riduzione (definito in seguito); f=1
- $g$  = accelerazione di gravità in m/s<sup>2</sup>;
- $r$  = è il raggio di curvatura in m. r=2770m

La forza centrifuga sarà sempre combinata con i carichi verticali supposti agenti nella generica configurazione di carico, e non sarà incrementata dai coefficienti dinamici.

Si riporta nella tabella il valore di carico agente:

V=	200	km/h
f=	1	
r=	2770	m
g=	9.81	m/s <sup>2</sup>
$\alpha$	1.1	
Q <sub>vk</sub>	250	kN
Larghezza diff. 1	5.21	m
Larghezza diff. 2	1.6	m
Q <sub>tk</sub> =	3.75	kN/m <sup>2</sup>

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>60 di 125</b>

### 14.6.5 Serpeggio

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario. Tale azione si applicherà sia in rettilineo che in curva.

Il valore caratteristico di tale forza sarà assunto pari a  $Q_{sk}=100$  kN. Tale valore deve essere moltiplicato per  $\alpha$  (se  $\alpha > 1$ ), ma non per il coefficiente di incremento dinamico  $\Phi$ .

Il carico del treno nel caso di LM71 è:

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

Tale valore va diviso per la larghezza di diffusione e quindi vale:

$$Q_{vk}^* = \alpha \times 100 / (1.6 \times 5.21) = 13.20 \text{ kN/m}^2$$

Tale forza agisce per un braccio  $h=1.85+0.95=2.80$ m

Quindi si ottiene una distribuzione a farfalla agente sulla fondazione che vale:

$$F=6 \times q^* \times h / L_{tr} = 42.55 \text{ kN/m}$$

$L_{tr} = 5.21$ m lunghezza di diffusione trasversale.

Il carico del treno nel caso di SW2 è:

$$Q_{vk}=100 \text{ kN}$$

Tale valore va diviso per la larghezza di diffusione e quindi vale:

$$Q_{vk}^* = 100 / (1.6 \times 5.21) = 12.00 \text{ kN/m}^2$$

Tale forza agisce per un braccio  $h=1.85+0.95=2.80$ m

Quindi si ottiene una distribuzione a farfalla agente sulla fondazione che vale:

$$F=6 \times q^* \times h / L_{tr} = 38.68 \text{ kN/m}$$

$L_{tr} = 5.21$ m lunghezza di diffusione trasversale.

### 14.6.6 Spinta del sovraccarico accidentale sul rilevato

Ai lati del muro si ha un carico orizzontale uniformemente distribuito sui piedritti dovuto alla spinta del sovraccarico accidentale di  $5 \text{ kN/m}^2$  calcolato come  $k_0 \times q = 2.90 \text{ kN/m}^2$ .

## 14.7 AZIONI SISMICHE

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), le verifiche sono state condotte con il metodo semi-probabilistico agli stati limite.

Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

- nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Gli stati limite ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; nel caso di specie per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

In merito alle opere scatolari di cui trattasi, nel rispetto del punto §7.9.2. delle NTC, assimilando l'opera scatolare alla categoria delle spalle da ponte, rientrando tra le opere che si muovono con il terreno (§ 7.9.2.1), si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica il comportamento elastico; queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

Per la definizione dell'azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento PVR in funzione dello stato limite considerato:

- la vita nominale ( $V_N$ ) dell'opera.
- la classe d'uso.
- il periodo di riferimento ( $V_R$ ) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 61 di 125

Per l'opera in esame si ha:

Vita nominale della costruzione (in anni) - $V_N$	<input type="text" value="75"/>	info
Coefficiente d'uso della costruzione - $c_U$	<input type="text" value="1.5"/>	info
<b>Valori di progetto</b>		
Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - $V_R$	<input type="text" value="112.5"/>	info
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - $T_R$		info
Stati limite di esercizio - SLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>SLO - <math>P_{VR} = 81\%</math> <input type="text" value="68"/></li> <li>SLD - <math>P_{VR} = 63\%</math> <input type="text" value="113"/></li> </ul>	
Stati limite ultimi - SLU	<ul style="list-style-type: none"> <li>SLV - <math>P_{VR} = 10\%</math> <input type="text" value="1068"/></li> <li>SLC - <math>P_{VR} = 5\%</math> <input type="text" value="2193"/></li> </ul>	

I valori delle caratteristiche sismiche ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*c$ ) per gli stati limite di normativa sono:

Coordinate geografiche del sito:

- Latitudine = 41.0510°
- Longitudine = 15.0333°

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	68	0.098	2.325	0.318
SLD	113	0.129	2.316	0.333
SLV	1068	0.381	2.287	0.415
SLC	2193	0.500	2.353	0.430

- $a_g$  → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
- $F_0$  → 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;
- S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_t$ ).

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.381 g
$F_0$	2.287
$T_C^*$	0.415 s
$S_s$	1.177
$C_C$	1.404
$S_T$	1.000
q	1.000

**Parametri dipendenti**

S	1.177
$\eta$	1.000
$T_B$	0.194 s
$T_C$	0.582 s
$T_D$	3.125 s

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 62 di 125

Le accelerazioni massime per i vari stati limite di normativa nelle condizioni di sito reali sono:

		$a_{max}$
TR	68	0.115
TR	113	0.152
TR	1068	0.448
TR	2193	0.589

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

I valori dei coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0.50 \cdot k_h$$

dove

- $a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- $g$  accelerazione di gravità;

Essendo la struttura ad "U" non scatolare, e avendo dei muri molto alti e snelli, si suppone che la struttura si comporti come una paratia e quindi che ammetta spostamenti relativi rispetto al terreno, a tal proposito si assume come coefficiente  $\beta_m$  il valore 0.50.

Pertanto, si ottiene:

		$K_h$	$K_h$
TR	68	0.058	0.029
TR	113	0.076	0.038
TR	1068	0.224	0.112
TR	2193	0.294	0.147

#### 14.7.1 Spinta delle terre in fase sismica

Le spinte delle terre, considerando lo scatolare una struttura rigida e priva di spostamenti (par. 7.11.6.2.1 D.M. 14.01.08), sono calcolate in regime di spinta a riposo che comporta il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni; l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato attraverso la trattazione di WOOD valida per pareti che accettano piccoli spostamenti:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2$$

e va a sommarsi alle condizioni statiche valutate in condizioni di spinta a riposo.

Il punto di applicazione della spinta che interessa lo scatolare è posto  $h_{scat} / 2$ , con "h<sub>tot</sub>" altezza dal piano di progetto alla fondazione dello scatolare e  $h_{scat}$  l'altezza dello scatolare.

Essendo "ΔP<sub>d</sub>" la risultante globale, ed il diagramma di spinta di tipo rettangolare, è immediato ricavare la quota parte della spinta che agisce sul paramento verticale.

$$\Delta p = (a_g/g) \cdot S \cdot S_s \cdot \gamma \cdot H = 75.52 \text{ kN/m}^2 \quad \text{WOOD (SLV)}$$

#### 14.7.2 Spinta orizzontale falda in condizioni sismiche

Assente.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>63 di 125</b>

### 14.7.3 Forze sismiche orizzontali

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti ed applicate nei rispettivi baricentri. Le masse sismiche sono valutate considerando le azioni dovute al carico ferroviario con coefficiente pari a 0.2.

Forze d'inerzia orizzontali sullo scatolare e sul terreno di ricoprimento della soletta SLV  
 $F_{0, montante} = \pm 10.64 \text{ kN/m}^2$

### 14.7.4 Forze sismiche treno orizzontali

Poiché il baricentro dei convogli ferroviari risulta essere spostato alla quota di 1.80m dal piano del ferro, nel caso di smisma si suppone che tale masse crei delle sovrappressioni sulla fondazione, pressioni date dalla massa per il braccio che è la distanza tra il baricentro e l'asse della soletta di fondazione.

Il carico del treno nel caso di LM71 è:

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

Tale valore va diviso per la larghezza di diffusione e quindi vale:

$$Q_{vk}^* = 250 / (1.6 \times 5.21) = 29.99 \text{ kN/ m}^2$$

Valore che va moltiplicato per il coefficiente sismico orizzontale  $k_h$ :

$$q = k_h \times Q_{vk}^* = 29.99 \text{ kN/m}^2 \text{ di cui } q^* = k_h \times q = 0.224 \times 29.99 = 6.72 \text{ kN/m}^2$$

Tale forza agisce per un braccio  $h = 3.58 + 0.95 = 4.53 \text{ m}$

Quindi si ottiene una distribuzione a farfalla agente sulla fondazione che vale:

$$F = 6 \times q^* \times h / L_{tr} = 35.06 \text{ kN/m}$$

$L_{tr} = 5.21 \text{ m}$  lunghezza di diffusione trasversale.

Il carico del treno nel caso di SW2 è:

$$Q_{vk} = 150 \text{ kN}$$

Tale valore va diviso per la larghezza di diffusione e quindi vale:

$$Q_{vk}^* = 150 / (1.6 \times 5.21) = 17.99 \text{ kN/ m}^2$$

Valore che va moltiplicato per il coefficiente sismico orizzontale  $k_h$ :

$$q = k_h \times Q_{vk}^* = 17.99 \text{ kN/m}^2 \text{ di cui } q^* = k_h \times q = 0.224 \times 17.99 = 4.03 \text{ kN/m}^2$$

Tale forza agisce per un braccio  $h = 3.58 + 0.95 = 4.53 \text{ m}$

Quindi si ottiene una distribuzione a farfalla agente sulla fondazione che vale:

$$F = 6 \times q^* \times h / L_{tr} = 21.03 \text{ kN/m}$$

$L_{tr} = 5.21 \text{ m}$  lunghezza di diffusione trasversale.

## 14.8 AZIONE TERMICA

Poiché la struttura è isostatica, nel caso di variazioni termiche è libera di deformarsi senza che vengano a crearsi delle sovra tensioni interne.

A tal proposito l'azione termica è trascurabile.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 64 di 125

## 15 CARICHI ELEMENTARI

PP	PESO PROPRIO
PERM	CARICHI PERMANENTI (ricoprimento + massetto)
BALLAST	BALLAST
STSX - STDX	SPINTA DELLE TERRE SU PIEDRITTI
ACC	SPINTA CARICHI VARIABILI A TERGO OPERA (accidentale)
ACC1-ACC2	CARICHI VARIABILI VERTICALI SU OPERA (LM71 e SW2)
SASX- SADX-	SPINTA CARICHI VARIABILI SU PIEDRITTI
SP	SERPEGGIO
CF	CENTRIFUGA
SISSX	SOVRASPINTE SISMICHE (terre)
INERZIEH	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI
INERZIEH TR	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI (massa treno)

## 16 ANALISI DEI CARICHI

Per le verifiche si adotta la combinazione delle azioni fondamentale SLU tratta dal § 2.5.3 NTC 2008:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3}.$$

I valori dei coefficienti da utilizzare sono stati adottati seguendo il vigente D.M. 2008 §5.1.3.12 secondo le tabelle 5.1.IV, 5.1.V, 5.1.VI., §6.2.3.1.1 secondo le tabelle 6.2.I, 6.2.II e §6.4.2.1 secondo la tabella 6.4.I.

In particolare, sono state effettuate le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo strutturale (STR)

raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

- STR)  $\rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio si definiscono le seguenti combinazioni:

- Rara)  $\rightarrow G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$
- Frequente)  $\rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$
- Quasi permanente)  $\rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Per la condizione sismica, la combinazione per gli stati limite ultimi da prendere in considerazione è:

Combinazione sismica  $\rightarrow E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Le azioni, vengono moltiplicati per i coefficienti parziali di sicurezza che sono indicati in tabella.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>65 di 125</b>

**Tabella 2: Valori dei coefficienti di combinazione**

**Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

<b>Categoria/Azione variabile</b>	<b><math>\Psi_{0j}</math></b>	<b><math>\Psi_{1j}</math></b>	<b><math>\Psi_{2j}</math></b>
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 66 di 125

## 17 CALCOLO SOLLECITAZIONI

Il calcolo delle sollecitazioni è stato svolto con il software di calcolo sofistik, vedasi Allegato 2 TR02\_concio 2 e 3.

## 18 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali sono state svolte in RC-Sec si riportano gli output delle verifiche.

### 18.1 PIEDRITTO

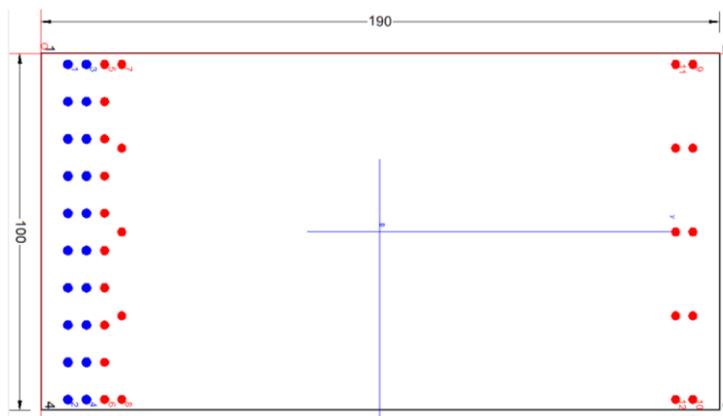
#### 18.1.1 Piedritto sezione (+0,00m) 190x100

Si riporta la verifica del piedritto nella sezione d'incastro con la fondazione.

Sezione di calcolo  
100x190 cm

Armatura verticale  
10 $\phi$ 26 layer 1 lato terreno  
10 $\phi$ 26 layer 2 lato terreno  
10 $\phi$ 24 layer 3 lato terreno  
5 $\phi$ 24 layer 1 lato interno  
5 $\phi$ 24 layer 2 lato interno

Spilli  
 $\phi$ 14/20x40



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

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	21.330	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	

APPALTATORE: Conorzio Soci <b>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>TR0200 001</td> <td>B</td> <td>67 di 125</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	67 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	67 di 125								

Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	190.0
3	100.0	190.0
4	100.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	3.0	7.5	26
2	97.0	7.5	26
3	3.0	12.7	26
4	97.0	12.7	26
5	3.0	17.8	24
6	97.0	17.8	24
7	3.0	22.6	24
8	97.0	22.6	24
9	3.0	182.6	24
10	97.0	182.6	24
11	3.0	177.8	24
12	97.0	177.8	24

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	26
2	3	4	8	26
3	5	6	8	24

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1" 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;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">TR0200 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">68 di 125</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	68 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	68 di 125								

4	7	8	3	24
5	9	10	3	24
6	11	12	3	24

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	570.00	5662.00	0.00	0.00	0.00
2	570.00	9064.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
N°Comb.	N	Mx	My	
1	570.00	4324.00	0.00	

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
N°Comb.	N	Mx	My	
1	570.00	4272.00 (2809.61)	0.00 (0.00)	

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
N°Comb.	N	Mx	My	
1	570.00	4116.00 (2814.52)	0.00 (0.00)	

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 69 di 125

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	570.00	5662.00	0.00	570.04	11614.68	0.00	2.04	174.0(33.2)
2	S	570.00	9064.00	0.00	570.04	11614.68	0.00	1.28	174.0(33.2)

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.178	100.0	190.0	0.00270	97.0	182.6	-0.01616	3.0	7.5
2	0.00350	0.178	100.0	190.0	0.00270	97.0	182.6	-0.01616	3.0	7.5

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000107728	-0.016968354	0.178	0.700
2	0.000000000	0.000107728	-0.016968354	0.178	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	7.19	0.0	190.0	-155.3	97.0	7.5	3450	174.0

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 70 di 125

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Tensioni-Deform.	Apertura fessure
Sc max =7.19 Mpa	Apert.fessure = 0.077 mm
Sc limite =19.20 Mpa	Apert. limite = 990.000 mm
Sc min =0.00 Mpa	Dist. fessure =143 mm
Sf min =-155.28 Mpa	Area efficace =3450 cm <sup>2</sup>
Sf limite =-360.00 Mpa	Coeff. K3 = 0.500
Asse Neutro: aX+bY+c=0	
coeff. a =0.00000000	

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	7.11	0.0	190.0	-153.3	86.6	7.5	3450	174.0

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$											
e1	Esito della verifica											
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata											
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata											
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]											
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]											
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]											
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali											
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali											
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]											
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa											
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]											
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]											
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]											
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $s_r \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi											
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											
Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00082	0	0.500	25.2	62	0.00053 (0.00046)	296	0.157 (0.20)	2809.61	0.00	

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.86	100.0	190.0	-147.2	3.0	7.5	3450	174.0

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00079	0	0.500	25.2	17	0.00058 (0.00044)	143	0.083 (0.20)	2814.52	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 71 di 125

### 18.1.1.1 Verifica a taglio

La verifica a taglio è stata posta alla base del piedritto e si prevedono degli spilli  $\Phi 14/20 \times 40$  e la verifica risulta soddisfatta.

#### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

##### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 1900$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 100$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$ MPa resist. caratteristica	Armadura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$ coeff. Sicurezza	$A_{sl,1} = 10 \text{ } \emptyset \text{ } 26 = 53.09 \text{ cm}^2$	
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 10 \text{ } \emptyset \text{ } 26 = 53.09 \text{ cm}^2$	
$d = 1800$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset \text{ } 0 = 0.00 \text{ cm}^2$	
$f_{cd} = 18.13$ MPa resist. di calcolo		

##### • Sollecitazioni (compressione < 0, trazione > 0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 570.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 1788.0 \text{ kN}$$

##### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.333 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.305$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.000 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.30 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = -81.0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 467.7 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 467.7 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

**la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio**

##### • Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 30.0 \quad \circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0 \quad \circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armadura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset \text{ } 14 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2.5 \quad \text{passo } 20 \text{ cm} = 0.192 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 2112.8 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 9.07 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 6360.1 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 2112.8 > 1788.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.2$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 72 di 125

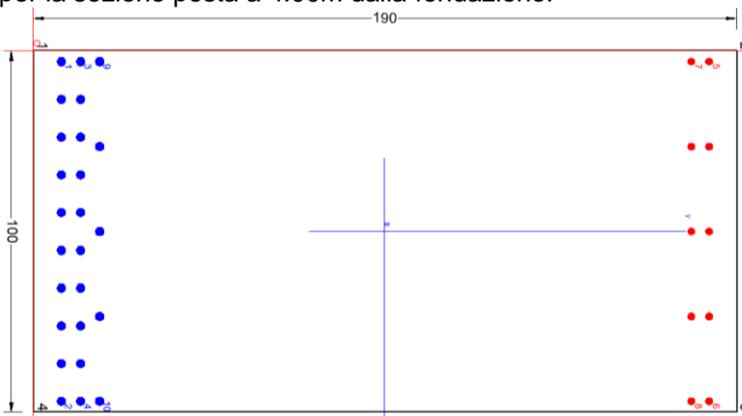
### 18.1.2 Piedritto sezione (+4,00m) 190x100

Si riporta la verifica del piedritto per la sezione posta a 4.00m dalla fondazione.

Sezione di calcolo  
100x190 cm

Armatura verticale  
10φ24 layer 1 lato terreno  
10φ24 layer 2 lato terreno  
5φ24 layer 3 lato terreno  
5φ20 layer 1 lato interno  
5φ20 layer 2 lato interno

Spilli  
φ14/40x40



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

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi  
Tipologia sezione: Sezione generica di Trave  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Molto aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	21.330 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef		2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito



APPALTATORE: Consorzio Soci <b>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 74 di 125

1	395.00	2087.00	0.00	0.00	0.00
2	395.00	3870.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione				
N°Comb.	N	Mx	My		
1	395.00	1590.00	0.00		

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione				
N°Comb.	N	Mx	My		
1	395.00	1565.00 (2624.80)	0.00 (0.00)		

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione				
N°Comb.	N	Mx	My		
1	395.00	1490.00 (2636.81)	0.00 (0.00)		

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata				
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)				
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia				
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia				
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)				
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia				
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia				
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000				
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]				

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	395.00	2087.00	0.00	395.06	7829.14	0.00	3.72 113.1(33.2)	
2	S	395.00	3870.00	0.00	395.06	7829.14	0.00	2.02 113.1(33.2)	

APPALTATORE: Consorzio Soci <b>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 75 di 125

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.118	100.0	190.0	0.00230	97.0	182.6	-0.02609	3.0	7.5
2	0.00350	0.118	100.0	190.0	0.00230	97.0	182.6	-0.02609	3.0	7.5

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000162131	-0.027304952	0.118	0.700
2	0.000000000	0.000162131	-0.027304952	0.118	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.15	100.0	190.0	-76.3	13.4	7.5	2900	113.1

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Tensioni-Deform.	Apertura fessure
Sc max =3.15 Mpa	Apert. fessure = 0.073 mm
Sc limite =19.20 Mpa	Apert. limite = 990.000 mm
Sc min =0.00 Mpa	Dist. fessure =319 mm
Sf min =-76.26 Mpa	Area efficace =2900 cm²
Sf limite =-360.00 Mpa	Coeff. K3 = 0.500
Asse Neutro: aX+bY+c=0	
coeff. a =0.000000000	

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.10	0.0	190.0	-74.8	97.0	7.5	2900	113.1

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 76 di 125

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_c$ eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max*(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00040	0	0.500	24.0	18	0.00022 (0.00022)	166	0.037 (0.20)	2624.80	0.00

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.96	0.0	190.0	-70.6	97.0	7.5	2900	113.1

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00038	0	0.500	24.0	18	0.00021 (0.00021)	166	0.035 (0.20)	2636.81	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 77 di 125

### 18.1.2.1 Verifica a taglio

La verifica a taglio è stata posta a quota +4.00m dalla base del piedritto e si prevedono degli spilli  $\Phi 14/40 \times 40$  e la verifica risulta soddisfatta.

#### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

##### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa resist. caratteristica
$h = 1900$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$ coeff. sicurezza
$c = 100$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:
$\gamma_c = 1.50$ coeff. Sicurezza	$A_{sl,1} = 10 \text{ } \emptyset 26 = 53.09 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 10 \text{ } \emptyset 26 = 53.09 \text{ cm}^2$
$d = 1800$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0 = 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18.13$ MPa resist. di calcolo	

##### • Sollecitazioni (compressione < 0, trazione > 0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 395.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 1064.0 \text{ kN}$$

##### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.333 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.305$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.000 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.21 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = -56.1 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 492.6 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 492.6 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

**la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio**

##### • Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 29.0 \quad \circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0 \quad \circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 14 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2.5 \quad \text{passo } 40 \text{ cm} = 0.096 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha \quad V_{Rsd} = 1100.3 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 9.07 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 6228.1 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 1100.3 > 1064.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.0$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 78 di 125

### 18.1.3 Armatura in direzione longitudinale (ritiro)

Per il calcolo dell'armatura in direzione orizzontale longitudinale, si ipotizza cautelativamente che la fondazione crei vincolo alla libera contrazione dei piedritti in quanto gettata prima dei piedritti e soggetta comunque ad un minore sviluppo di ritiro.

Si tiene in conto della coazione da ritiro mediante il limite imposto dalla normativa:  $f_{ctm}/1.2 = 3.0/1.2 = 2.5$  MPa

I piedritti hanno altezza netta pari ad  $H = 12.00$  m e spessore strutturale pari a  $1.90$  m.

Si determina l'armatura minima mediante l'equazione definita nell'eurocodice 2 di seguito riportata.

$$A_{s,min} > k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$$

Per il calcolo dei coefficienti si considera conservativamente la sezione trasversale del piedritto tenso-inflessa con tensione inferiore pari a  $\sigma_{c,bot} = f_{ct,eff} = f_{ctm}/1.2$  e superiore pari a metà di quella inferiore  $\sigma_{c,top} = 0.5 * \sigma_{cb}$  ( $1/3 * H$  superiore compresso e  $2/3 * H$  inferiore tesi).

Altezza da armare: circa  $2/3$  dell'altezza del piedritto  $8.00$  m.

Quindi  $A_{ct} = 2/3 * 12000 * 1900 = 15200000$  mm<sup>2</sup>

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} / 1.2 = 2.5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,bot} = 2.5 \text{ Mpa (tesa)}, \sigma_{c,top} = 1.25 \text{ Mpa (compressa)}$$

$$k_c = 0.4 * [1 - (\sigma_c / (k_1 * (h/h^*) * f_{ct,eff}))]$$

$$\sigma_c = N / (B * H)$$

$$N_{comp} = \frac{1}{2} * [(1/3 * H) * (sp)] * 1.25 = 4788000 \text{ N}$$

$$N_{traz} = \frac{1}{2} * [(2/3 * H) * (sp)] * 2.5 = 19151000 \text{ N}$$

Dove  $N = N_{comp} + N_{traz} = +4788 - 19151 = -14363$  kN è la forza assiale di trazione su tutta la sezione del piedritto dovuta a ritiro impedito calcolata con andamento tensionale sopra definito ( $\sigma_{c,bot}$  e  $\sigma_{c,top}$ ).

Si ottiene:  $\sigma_c = N / (B * H) = -14363 * 10^3 / (1900 * 12000) = -0.63$  MPa

$$h^* = 1.0 \text{ m}$$

$$k_1 = 2/3 * (1.00 / 12.00) = 0.006$$

$$k_c = 0.4 * [1 - (-0.63 / (8.0 * (12.00 / 1.0) * 2.5))] = 0.4 * [1 + 0.0026] \approx 0.55$$

$$k = 0.65$$

$$\sigma_s = 240 \text{ MPa (limite tensionale cautelativo)} < 0.75 * f_{yk} = 330 \text{ MPa}$$

- nei primi 8.00 m si deve disporre un minimo di armatura:

$$A_{s1,min} > 0.55 * 0.65 * 2.5 * (2/3 * 12000 * 1900) / 240 = 57053 \text{ mm}^2$$

Tale armatura sarà disposta per un'altezza pari a circa  $2/3 * H = 5.3$  m di piedritto (zona inferiore tesa)

Si dispongono:

- nei primi 8.00 m:  $2\phi 16/100$  mm +  $2\phi 16/200$  mm (di parete) +  $2\phi 16/200$  mm interni allo spessore
- fino in testa al piedritto:  $2\phi 16/200$  mm (di parete) +  $2\phi 16/400$  mm interni allo spessore

Si ottiene:

$$A_{s,d} = [2 * (8.00 / 0.1) * 201 + 4 * (8.00 / 0.2) * 201] = 64340 \text{ mm}^2 > A_{s,min}$$

In accordo al punto 7.3.3(2) dell'Eurocodice 2, si può ragionevolmente ritenere che nel caso di fessurazione provocata da deformazioni impresse, l'utilizzo dei parametri scelti (diametro, spaziatura orizzontale e limitazione tensionale dell'armatura) conduca con buona probabilità ad un'ampiezza di fessura inferiore a  $0.3$  mm. Tale limite è ritenuto accettabile essendo i piedritti non a permanente contatto con il terreno ed interamente ispezionabili.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 79 di 125

## 18.2 FONDAZIONE

### 18.2.1 Fondazione estremità sezione 190x100

Si riporta la verifica della fondazione sezione di estremità.

Sezione di calcolo

100x190 cm

Armatura longitudinale

10 $\phi$ 26 layer 1 lato terreno

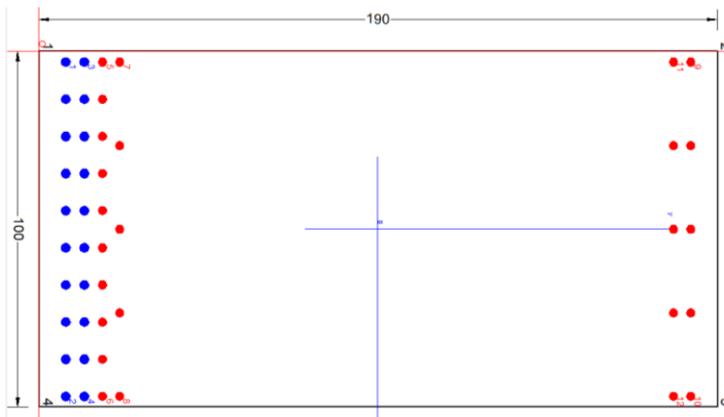
10 $\phi$ 26 layer 2 lato terreno

10 $\phi$ 24 layer 3 lato terreno

5 $\phi$ 24 layer 3 lato terreno

5 $\phi$ 24 layer 1 lato interno

5 $\phi$ 24 layer 2 lato interno



Spilli

$\phi$ 14/40x40

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

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi

Tipologia sezione: Sezione generica di Trave

Normativa di riferimento: N.T.C.

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante

Condizioni Ambientali: Molto aggressive

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertia

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resis. compr. di progetto fcd:	15.860	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32308.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.760	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 80 di 125

Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C28/35	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	190.0
3	100.0	190.0
4	100.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	3.0	7.5	26
2	97.0	7.5	26
3	3.0	12.7	26
4	97.0	12.7	26
5	3.0	17.8	24
6	97.0	17.8	24
7	3.0	22.6	24
8	97.0	22.6	24
9	3.0	182.6	24
10	97.0	182.6	24
11	3.0	177.8	24
12	97.0	177.8	24

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	26
2	3	4	8	26
3	5	6	8	24
4	7	8	3	24
5	9	10	3	24
6	11	12	3	24

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 81 di 125

Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	1110.00	6907.00	0.00	0.00	0.00
2	1110.00	10402.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1110.00	5191.00	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1110.00	5014.00 (2648.06)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1110.00	4837.00 (2655.72)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

APPALTATORE: Consorzio Soci <b>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 82 di 125

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	N	1110.00	6907.00	0.00	1109.94	11660.39	0.00	1.68	174.0(30.3)
2	N	1110.00	10402.00	0.00	1109.94	11660.39	0.00	1.12	174.0(30.3)

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.262	100.0	190.0	0.00296	97.0	182.6	-0.00983	3.0	7.5
2	0.00350	0.262	100.0	190.0	0.00296	97.0	182.6	-0.00983	3.0	7.5

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000073067	-0.010382802	0.262	0.768
2	0.000000000	0.000073067	-0.010382802	0.262	0.768

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.85	0.0	190.0	-176.3	97.0	7.5	3450	174.0

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 83 di 125

Tensioni-Deform.	Apertura fessure
Sc max =8.85 Mpa	Apert. fessure = 0.095 mm
Sc limite = 16.80 Mpa	Apert. limite = 990.000 mm
Sc min =0.00 Mpa	Dist. fessure =143 mm
Sf min = -176.34 Mpa	Area efficace =3450 cm <sup>2</sup>
Sf limite =-360.00 Mpa	Coeff. K3 = 0.500
Asse Neutro: aX+bY+c=0	
coeff. a = 0.00000000	

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.57	0.0	190.0	-169.4	97.0	7.5	3450	174.0

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$										
e1	Esito della verifica										
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata										
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata										
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]										
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]										
k3	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]										
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali										
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali										
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_c$ eff [eq.(7.11)EC2]										
e sm - e cm	Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa										
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]										
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]										
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]										
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi										
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]										
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]										
Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00091	0	0.500	25.2	17	0.00063 (0.00051)	143	0.090 (0.20)	2648.06	0.00

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.29	0.0	190.0	-162.5	97.0	7.5	3450	174.0

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00087	0	0.500	25.2	17	0.00067 (0.00049)	143	0.095 (0.20)	2655.72	0.00

#### 18.2.1.1 Verifica a taglio

La verifica a taglio è stata posta a ridosso del piedritto e si prevedono degli spilli  $\Phi 14/40 \times 40$  e la verifica risulta soddisfatta.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 84 di 125

### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

#### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$	mm larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica
$h = 1900$	mm altezza	$\gamma_s = 1.15$		coeff. sicurezza
$c = 100$	mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$	MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 28$	MPa resist. caratteristica	Armadura longitudinale tesa:		
$\gamma_c = 1.50$	coeff. Sicurezza	$A_{sl,1} = 10$	$\emptyset 26$	$= 53.09 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 10$	$\emptyset 26$	$= 53.09 \text{ cm}^2$
$d = 1800$	mm altezza utile	$A_{sl,3} = 10$	$\emptyset 24$	$= 45.24 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 15.87$	MPa resist. di calcolo			

#### • Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 1110.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 804.0 \text{ kN}$$

#### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.333 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.285$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.000 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.58 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = -157.7 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 355.5 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 355.5 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

**la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio**

#### • Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 35.0^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0^\circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armadura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 14 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2.5 \quad \text{passo } 40 \text{ cm} = 0.096 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 871.1 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 7.93 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 6038.6 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 871.1 > 804.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.1$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 85 di 125

## 18.2.2 Fondazione mezzera sezione 190x100

Si riporta la verifica della fondazione sezione di mezzera.

Sezione di calcolo

100x190 cm

Armatura longitudinale

10 $\phi$ 26 layer 1 lato terreno

10 $\phi$ 26 layer 2 lato terreno

10 $\phi$ 24 layer 3 lato terreno

5 $\phi$ 16 layer 4 lato terreno

5 $\phi$ 20 layer 1 lato interno

5 $\phi$ 20 layer 2 lato interno

Spilli

$\phi$ 14/40x40

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

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi

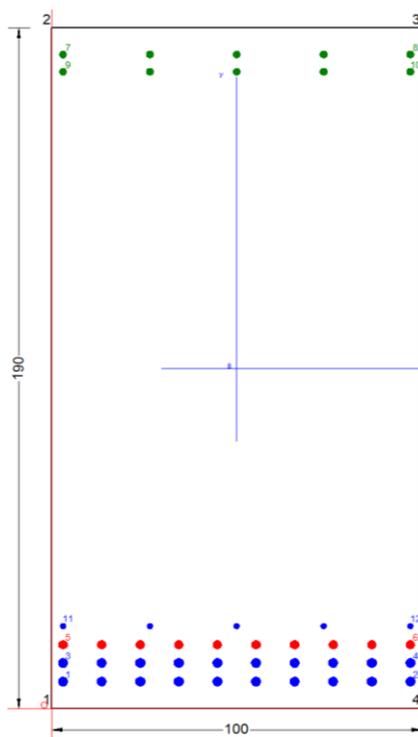
Tipologia sezione: Sezione generica di Trave

Normativa di riferimento: N.T.C.

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante

Condizioni Ambientali: Molto aggressive

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia



### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35
	Resis. compr. di progetto fcd:	15.860 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32308.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.760 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00



APPALTATORE: Consorzio Soci <b>HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E Z Z CL</td> <td>TR0200 001</td> <td>B</td> <td>87 di 125</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E Z Z CL	TR0200 001	B	87 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E Z Z CL	TR0200 001	B	87 di 125								

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	1110.00	6998.00	0.00	0.00	0.00
2	1110.00	7598.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1110.00	4901.00	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1110.00	4488.00 (2588.28)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	1110.00	3686.00 (2637.93)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	1110.00	6998.00	0.00	1109.99	10869.05	0.00	1.54	161.5(30.3)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 88 di 125

2 S 1110.00 7598.00 0.00 1109.99 10869.05 0.00 1.42 161.5(30.3)

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.265	100.0	190.0	0.00296	97.0	182.6	-0.00973	3.0	7.5
2	0.00350	0.265	100.0	190.0	0.00296	97.0	182.6	-0.00973	3.0	7.5

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000072485	-0.010272129	0.265	0.771
2	0.000000000	0.000072485	-0.010272129	0.265	0.771

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.81	0.0	190.0	-176.5	86.6	7.5	3250	161.5

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Tensioni-Deform.	Apertura fessure
Sc max =8.81 Mpa	Apert.fessure = 0.196 mm
Sc limite =16.80 Mpa	Apert. limite = 990.000 mm
Sc min =0.00 Mpa	Dist. fessure =295 mm
Sf min =-176.46 Mpa	Area efficace =3250 cm²
Sf limite =-360.00 Mpa	Coeff. K3 = 0.500
Asse Neutro: aX+bY+c=0	
coeff. a =0.000000000	

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 89 di 125

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.12	0.0	190.0	-159.3	97.0	7.5	3250	161.5

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e <sub>sm</sub> - e <sub>cm</sub>	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e <sub>sm</sub> - e <sub>cm</sub>	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00085	0	0.500	24.5	17	0.00058 (0.00048)	142	0.082 (0.20)	2588.28	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.76	100.0	190.0	-126.0	13.4	7.5	3250	161.5

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e <sub>sm</sub> - e <sub>cm</sub>	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00068	0	0.500	24.5	62	0.00048 (0.00038)	295	0.143 (0.20)	2637.93	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 90 di 125

### 18.2.2.1 Verifica a taglio

La verifica a taglio è stata posta in mezzera della fondazione e si prevedono degli spilli  $\Phi 14/40 \times 40$  e la verifica risulta soddisfatta.

#### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

##### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 1900$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 100$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 28$ MPa resist. caratteristica	Armadura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$ coeff. Sicurezza	$A_{sl,1} = 10 \text{ } \emptyset 26$	$= 53.09 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 10 \text{ } \emptyset 26$	$= 53.09 \text{ cm}^2$
$d = 1800$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 10 \text{ } \emptyset 24$	$= 45.24 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 15.87$ MPa resist. di calcolo		

##### • Sollecitazioni (compressione < 0, trazione > 0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 613.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 855.0 \text{ kN}$$

##### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.333 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.285$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.000 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.32 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = -87.1 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 426.1 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 426.1 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

**la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio**

##### • Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$$\theta = 35.0 \text{ } ^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90.0 \text{ } ^\circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armadura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 14 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2.5 \quad \text{passo } 40 \text{ cm} = 0.096 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha \quad V_{Rsd} = 871.1 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 7.93 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1.000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 6038.6 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 871.1 > 855.0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1.0$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	91 di 125

## 19 VERIFICHE DI DEFORMABILITA'

Si esegue la verifica a inflessione del muro a "U" secondo quanto riportato nell'EC 2 cap7.4 §7.4.1, la verifica risulta essere soddisfatta se l'inflessione calcolata di travi a sbalzo soggetti a carichi quasi permene è inferiore a 1/250 della luce.

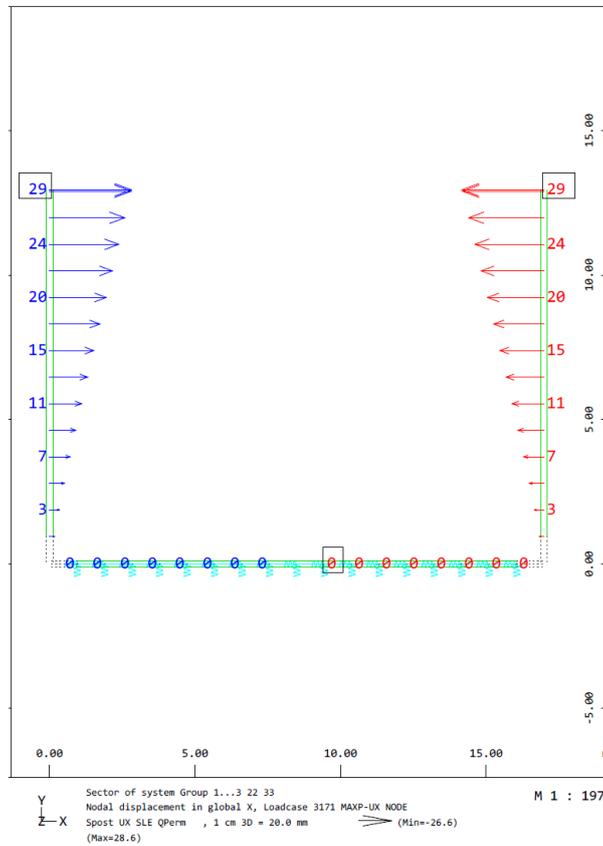
Nel caso in esame, considerando il piedritto a sbalzo la luce di calcolo vale 2H, quindi la luce per il concio 1 vale:

$$L = 2 \cdot H = 2 \cdot 12950 = 25900 \text{ mm}$$

Per cui si ricava il valore di inflessione massimo ammissibile:

$$f_{\max} = L / 250 = 25900 / 250 = 104 \text{ mm}$$

Dal modello si ricava una deformazione in testa del piedritto di:



**Figura 19-1: Deformazione muro ad "U"**

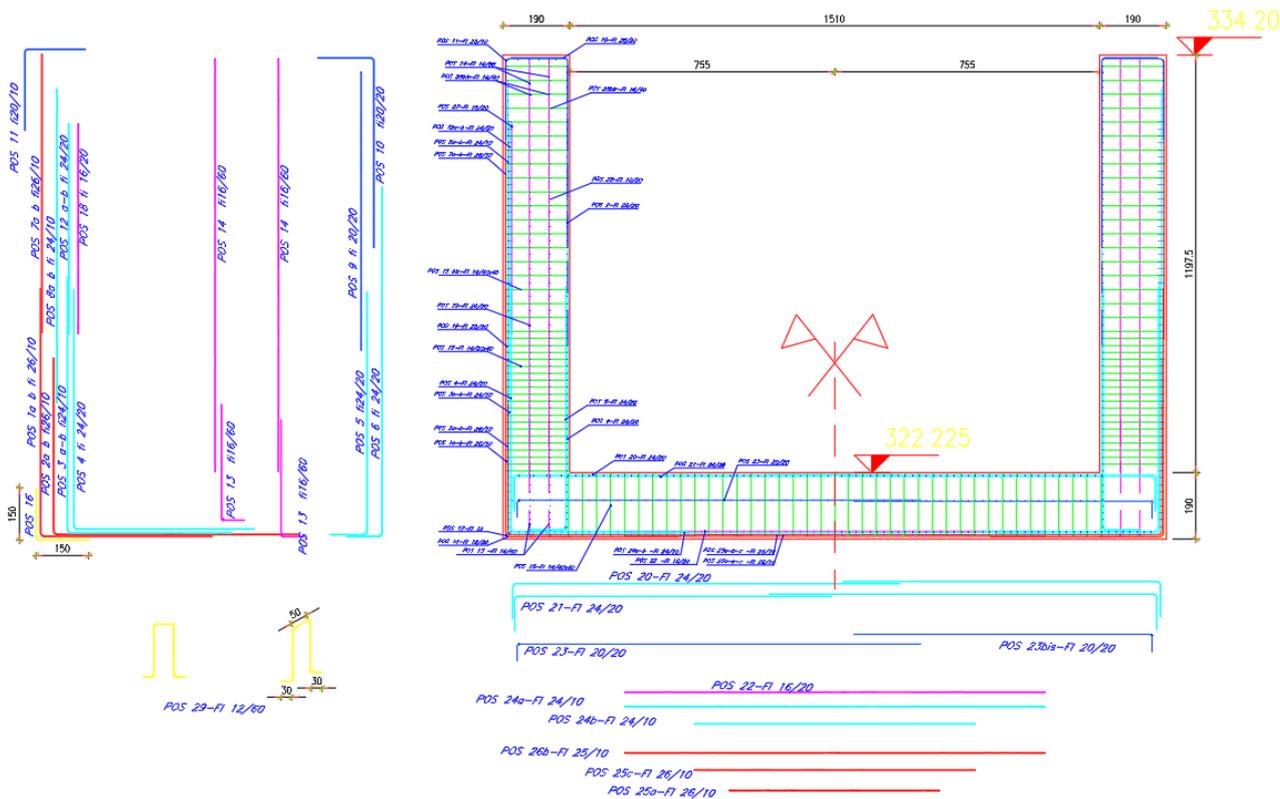
Il seguente valore viene moltiplicato per 3 per tenere conto delle deformazioni a tempo infinito.

$$f_u = 3 \cdot 29 = 87 \text{ mm} < 104 \text{ mm} = f_{\max}$$

Verificato

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>92 di 125</b>

## 20 SCHEMA INDICATIVO DELLE ARMATURE



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>93 di 125</b>

## 21 MARCIAPIEDI

All'interno della struttura Muro ad U è prevista la realizzazione di una struttura a telaio avente una parte in sbalzo in ca, la seguente struttura ha la funzione di marciapiede e di accogliere l'installazione del palo TE ove necessario.

## 22 MATERIALI

Si riportano di seguito i materiali previsti per la realizzazione delle strutture, suddivisi per elemento costruttivo.

Per tutte le parti in calcestruzzo, si utilizzeranno additivi anti-ritiro al fine di ridurre almeno del 50% lo sviluppo della contrazione da ritiro.

### 22.1 CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER ELEVAZIONI

Classe di resistenza minima    C32/40

$R_{ck} =$	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	40	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. Per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	18,13	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	3,02	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} =$	3,63	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	2,12	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	33346	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13894	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
Classe di esposizione	XC4		
Calcestruzzo tipo	C2		
Copriferro minimo	50	mm	

### 22.2 ACCIAIO PER C.A.

B450C

$f_{yk} \geq$	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540	MPa	tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_{k \geq}$	1,15		
$(f_t/f_y)_{k <}$	1,35		
$\gamma_s =$	1,15	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>94 di 125</b>

$f_{yd} =$	391,3 MPa	tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000 MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0,196%	deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50%	deformazione caratteristica ultima

### 22.3 ACCIAIO PER TIRAFONDI

S355JR

$f_{yk} \geq$	355 MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	510 MPa	tensione caratteristica di rottura
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50%	deformazione caratteristica ultima

## 23 CODICE DI CALCOLO

In accordo al capitolo 10.2 delle NTC si riporta di seguito origine e caratteristiche del codice di calcolo utilizzato. Per le analisi delle strutture è stato utilizzato il software Straus7. Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze: [m]
- forze: [kN]
- temperature: gradi centigradi [C°]

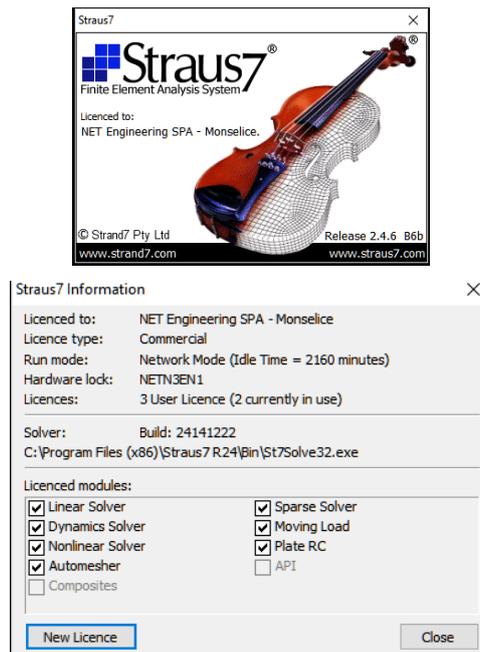


Figura 23-1 – Licenza d'uso

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 95 di 125

## 24 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La struttura ha altezza pari a 2.85m, larghezza trasversale di 3.75 m e si sviluppa in senso longitudinale per circa 51 m. Lo spessore dei setti è pari a 30 cm. Si riporta di seguito la geometria della sezione da calcolare:

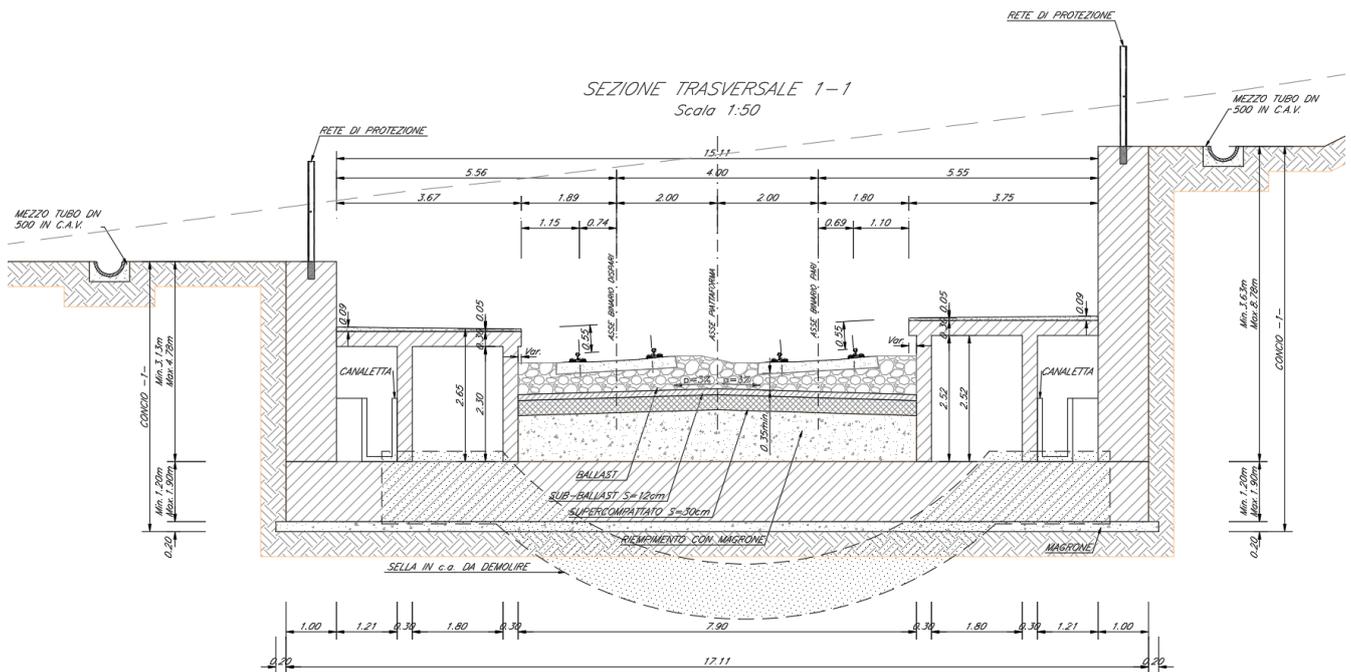


Figura 24-1- Sezione trasversale

Come si vede dall'immagine sopra riportata la struttura si vincola al muro ad U.

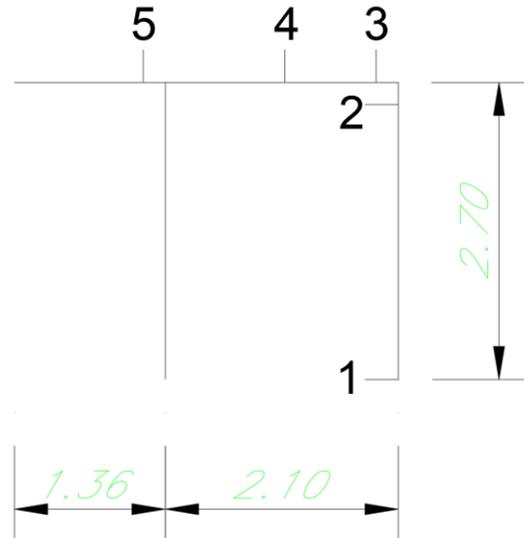
### 24.1 GEOMETRIA E MODELLO

Le caratteristiche geometriche principali dell'opera risultano essere:

$S_s =$	0.30 m	Spessore soletta sup.
$S_p =$	0.30 m	Spessore piedritti
$L_{int1} =$	1.80 m	Larghezza utile interna
$L_{int2} =$	1.21 m	Larghezza utile interna
$L_{tot} =$	3.65 m	Larghezza totale
$H_{int} =$	2.55 m	Altezza libera massima
$H_{tot} =$	1.80 m	Altezza totale massima

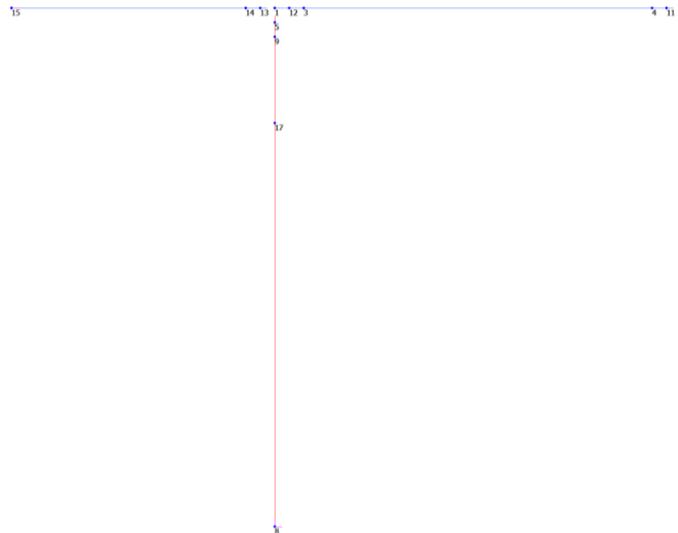
Si riporta di seguito la schematizzazione del tombino al fine della modellazione e le sezioni soggette a verifica:

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>96 di 125</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>						



**Figura 24-2- Geometria del modello**

Si riporta di seguito il modello con la numerazione dei nodi per una più facile comprensione:



**Figura 24-3- Modello con numerazione nodi**

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>97 di 125</b>

## 24.2 ANALISI DEI CARICHI

### 24.2.1 Condizioni di carico:

- 1) Peso proprio: il peso proprio è calcolato automaticamente dal software.
- 2) Peso marciapiede: sopra la soletta superiore del tombino ci sono 5 cm di calcestruzzo alleggerito, si assume un peso pari a  $16 \text{ kN/m}^3$ , si ottiene quindi un carico uniforme sulla soletta pari a  $0.05 * 16 * 1 = 0.8 \text{ kN/m}$ :

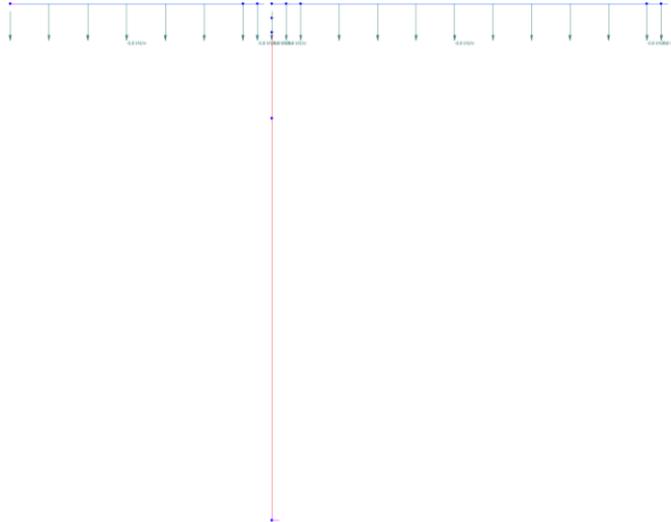


Figura 24-4- carico marciapiede

- 3) Spinta del ballast: come si nota dalla sezione trasversale dell'opera per circa 1.10 m il piedritto lato binario è a contatto con il ballast che produce una spinta pari  $S = h * \gamma * k_0$ , dove  $k_0 = 1 - \tan \phi$  con  $\phi = 45^\circ$ . Si ha quindi  $S = 2.1 * 18 * 0.293 = 11.08 \text{ kN/m}$ :

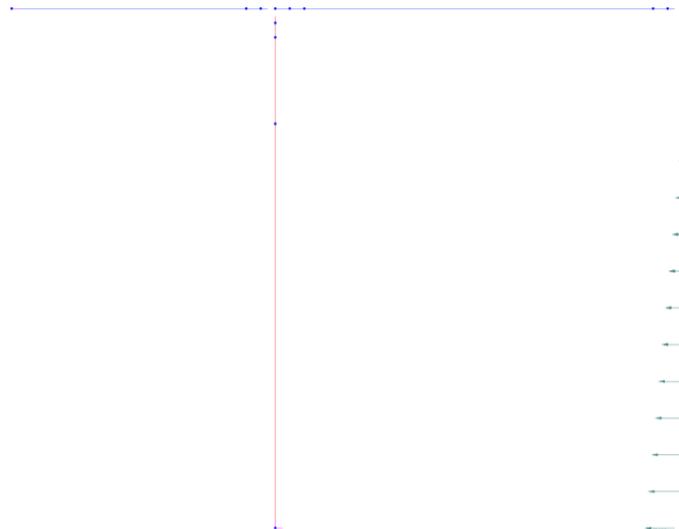


Figura 24-5- Spinta ballast

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>98 di 125</b>

4) Termica: Si applica una variazione termica pari a  $\Delta t = \pm 15^\circ$

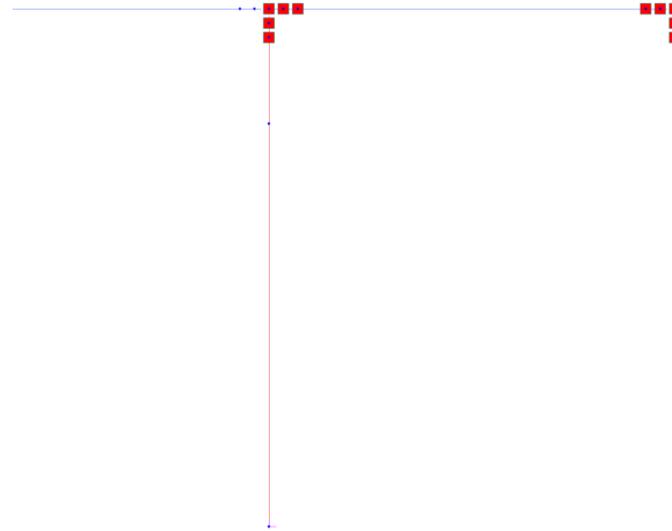


Figura 24-6- Variazione termica

5) Folla su marciapiedi:  $10\text{kN/m}^2$  come da manuale RFI DTC SI PS MA IFS 001 A, cap 2.5.1.4.1.6.

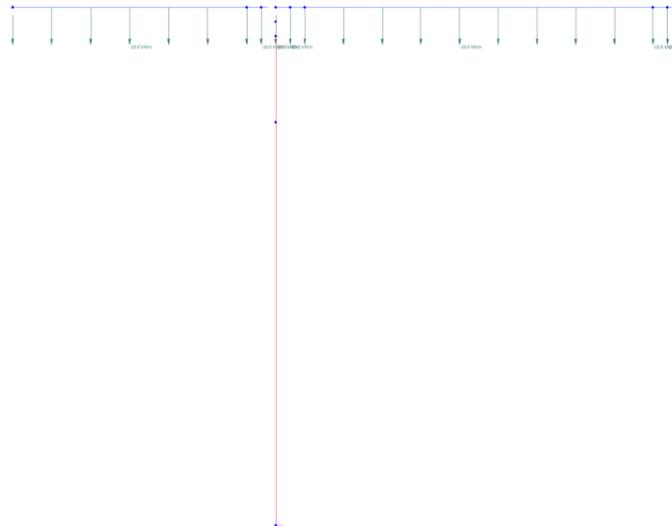


Figura 24-7- Carico da folla

Azioni sismiche:

L'opera in oggetto ricade nel comune di Grottaminarda (AV). Le coordinate utilizzate per il calcolo dell'azione sismica sono le seguenti:

- Longitudine: 15.062261
- Latitudine: 41.085507

L'azione sismica è stata individuata sulla base dei seguenti parametri:

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>99 di 125</b>

- Vita nominale dell'opera VN =75 anni
- Classe d'uso III
- Coefficiente d'uso Cu = 1.5
- Periodo di riferimento VR=75x1.5=112.5anni
- Categoria sottosuolo C
- Categoria topografica T1

Gli spettri sono stati valutati con il foglio di calcolo excel "SPETTRI-NTC" scaricato dal sito del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

**Elaborazioni grafiche**  
 Grafici spettri di risposta  
 Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**  
 Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**

**Reticolo di riferimento**

**Controllo sul reticolo**  
 Sito esterno al reticolo  
 Interpolazione su 3 nodi  
 Interpolazione corretta

**Interpolazione**

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Figura 24-8 – Fase 1 – Individuazione della pericolosità del sito

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                  Soci <b>HIRPINIA AV                  SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                  Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A.              NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>100 di 125</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>						

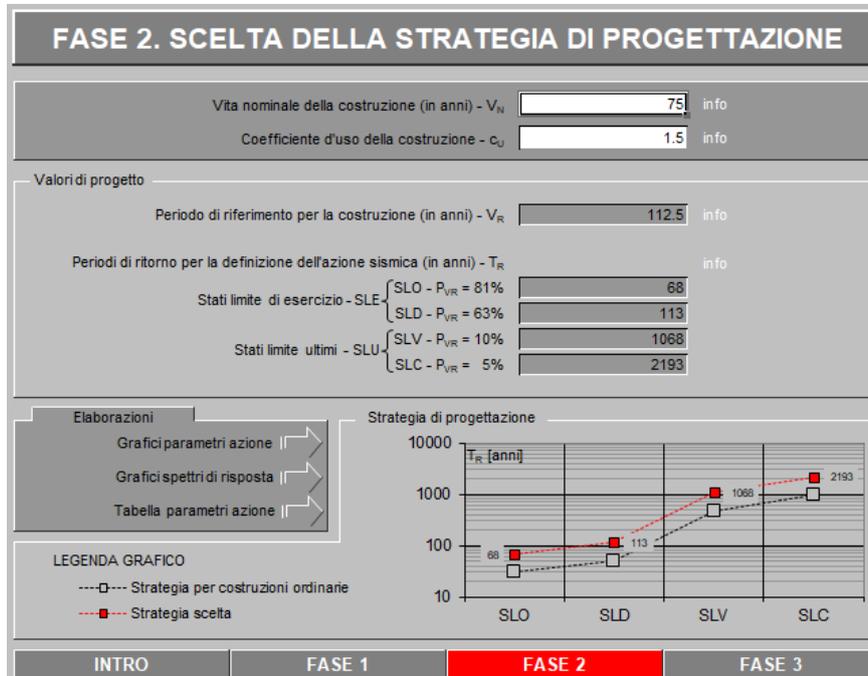


Figura 24-9 – Fase 2 – Strategia di progettazione

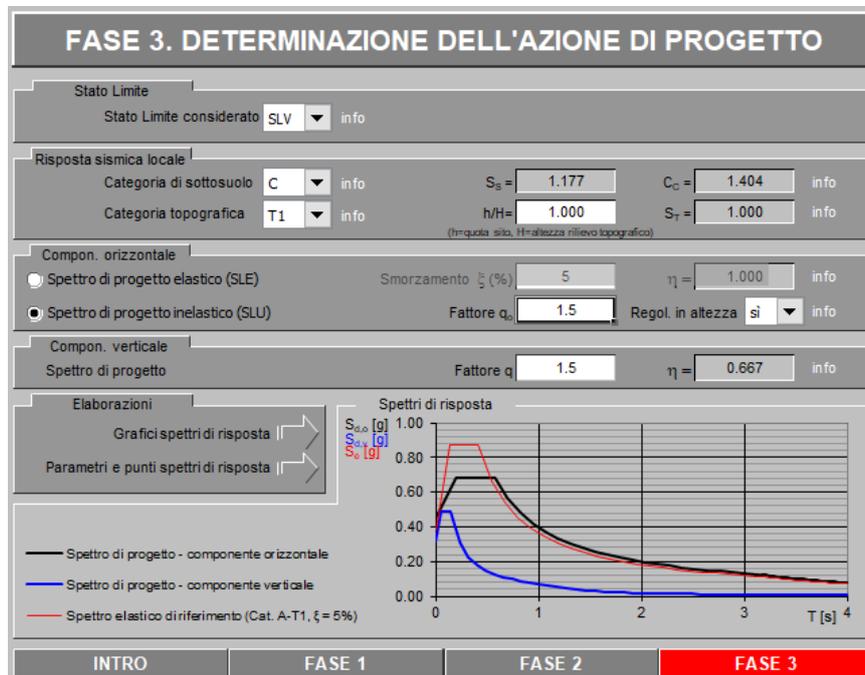


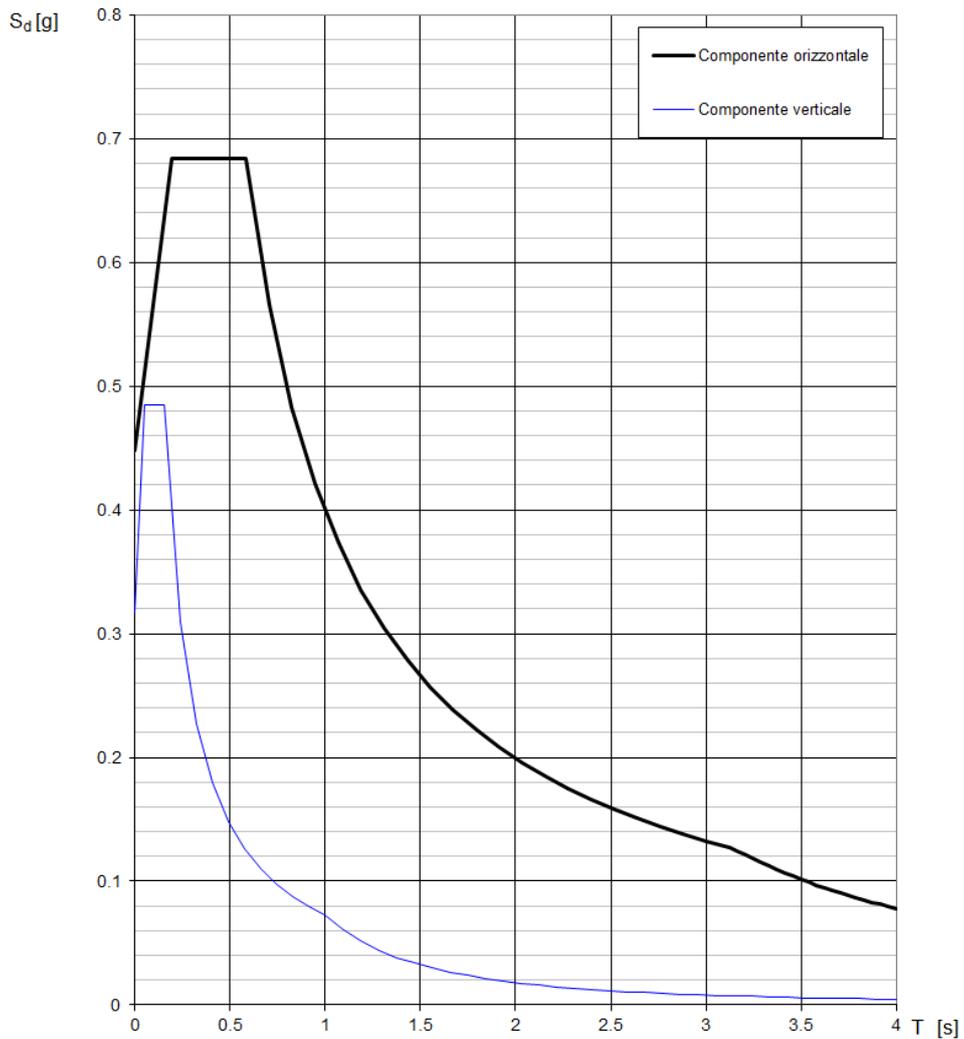
Figura 24-10 – Fase 3 – Azione di progetto

In seguito ad una analisi in frequenza del modello di calcolo, si sono estrapolati i modi di vibrare per le direzioni principali. Di conseguenza, le azioni sismiche sono valutate considerando l'accelerazione spettrale massima in corrispondenza del Plateau per la componente trasversale X e verticale Z mentre in direzione longitudinale Y la struttura ha un periodo di vibrare inferiore a 0.05s per cui l'accelerazione considerata è quella di aggancio allo

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>101 di</b> <b>125</b>

spettro  $a_{max} = a_g \times S$ . Gli spettri di progetto utilizzati per la definizione delle azioni sono stati determinati considerando un fattore di struttura  $q$  pari a 1.5.

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite SLV**



**Figura 24-11 – Spettri di risposta in direzione orizzontale e verticale allo SLV**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>102 di 125</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>						

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.381 g
$F_0$	2.287
$T_C^*$	0.415 s
$S_S$	1.177
$C_C$	1.404
$S_T$	1.000
$q$	1.500

**Parametri dipendenti**

$S$	1.177
$\eta$	0.667
$T_B$	0.194 s
$T_C$	0.582 s
$T_D$	3.125 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{1.0 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta** (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_e(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.449
$T_B \leftarrow$	0.194	0.684
$T_C \leftarrow$	0.582	0.684
	0.703	0.566
	0.825	0.483
	0.946	0.421
	1.067	0.374
	1.188	0.335
	1.309	0.304
	1.430	0.279
	1.551	0.257
	1.672	0.238
	1.793	0.222
	1.914	0.208
	2.035	0.196
	2.156	0.185
	2.278	0.175
	2.399	0.166
	2.520	0.158
	2.641	0.151
	2.762	0.144
	2.883	0.138
	3.004	0.133
$T_D \leftarrow$	3.125	0.128
	3.167	0.124
	3.208	0.121
	3.250	0.118
	3.292	0.115
	3.333	0.112
	3.375	0.109
	3.417	0.107
	3.458	0.104
	3.500	0.102
	3.542	0.099
	3.583	0.097
	3.625	0.095
	3.667	0.093
	3.708	0.091
	3.750	0.089
	3.792	0.087
	3.833	0.085
	3.875	0.083
	3.917	0.081
	3.958	0.079
	4.000	0.078

**Figura 24-12 – Spettro di risposta in direzione orizzontale allo SLV**

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 103 di 125

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{qv}$	0.318 g
$S_S$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.500
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1.907
$S$	1.000
$\eta$	0.667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	Se [g]
0.000	0.318
0.050	0.485
0.150	0.485
0.235	0.309
0.320	0.227
0.405	0.180
0.490	0.148
0.575	0.126
0.660	0.110
0.745	0.098
0.830	0.088
0.915	0.079
1.000	0.073
1.094	0.061
1.188	0.052
1.281	0.044
1.375	0.038
1.469	0.034
1.563	0.030
1.656	0.027
1.750	0.024
1.844	0.021
1.938	0.019
2.031	0.018
2.125	0.016
2.219	0.015
2.313	0.014
2.406	0.013
2.500	0.012
2.594	0.011
2.688	0.010
2.781	0.009
2.875	0.009
2.969	0.008
3.063	0.008
3.156	0.007
3.250	0.007
3.344	0.007
3.438	0.006
3.531	0.006
3.625	0.006
3.719	0.005
3.813	0.005
3.906	0.005
4.000	0.005

**Figura 24-13 – Spettro di risposta in direzione verticale allo SLV**

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell' analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k. Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale  $F_h = k_h \cdot W$

Forza sismica verticale  $F_v = k_v \cdot W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  sono valutati mediante le espressioni:

$k_h = a_{max}/g = 0.449$

$k_v = \pm 0,5 \times k_h = 0.224$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>104 di 125</b>

Pertanto avremo in orizzontale:

6) Sisma orizzontale:

$$F'' = 0.3 * 25 * 0.449 = 3.37 \text{ kN/m sui piedritti};$$

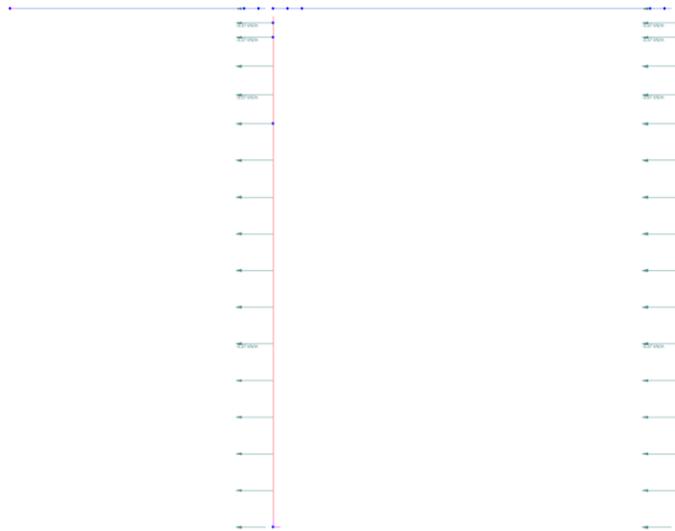


Figura 24-14 –Sisma orizzontale

7) Sisma verticale:

$$F_v = (0.3 * 25 + 0.6 * 10 + 0.8) * 0.224 = 3.20 \text{ kN/m}$$

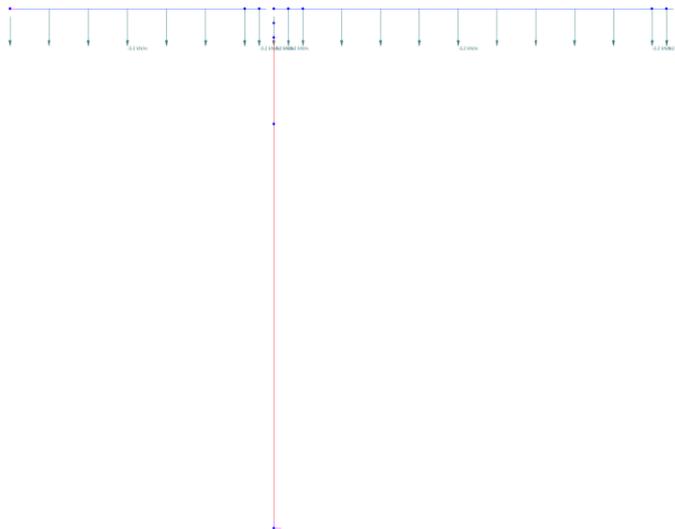


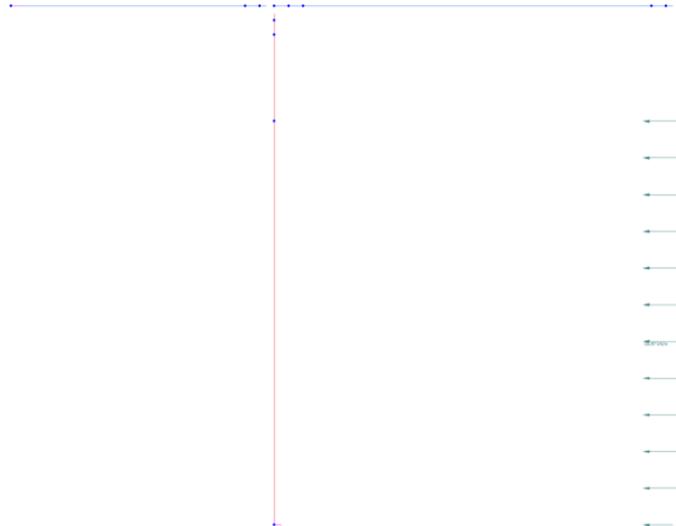
Figura 24-15 Sisma verticale

8) Sovrappinta sismica dovuta al ballast:

La spinta del ballast sono determinate con la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta dovuto al sisma viene determinato con la seguente espressione:

$$\Delta_{SE} = (a_{max}/g) * \gamma * H^2 = (0.449 * 2.1^2 * 18) / 2.1 = 16.97 \text{ kN/m}$$

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>105 di</b> <b>125</b>



## 25 COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni descritte nei paragrafi precedenti sono combinate tra loro, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto in base a quanto prescritto dal D.M. 14 Gennaio 2008.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$  (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>106 di 125</b>

$$G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_2 \cdot Q_{kj}$$

Nella valutazione dell'azione sismica, la risposta è calcolata unitariamente per le tre componenti come segue:

- E1 = ±1.00 Ex ±0.30 Ey ±0.30 Ez
- E2 = ±0.30 Ex ±1.00 Ey ±0.30 Ez
- E3 = ±0.30 Ex ±0.30 Ey ±1.00 Ez

Con Ex, Ey ed Ez rappresentative rispettivamente dell'azione sismica orizzontale in direzione x e y e verticale z. I casi di carico sopra riportati sono stati combinati nella maniera seguente:

CASES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	SLU1+	SLU2+	SLU3-	SLU4-	RARA 1	RARA 2	RARA 3	RARA 4	FREQ 1	FREQ 2	FREQ 3	QUASI 1	SISMA 1	SISMA 2	SISMA 3	SISMA 4
1: G1_Peso proprio [Freedom Case 1]	1.3	1.3	1.3	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2: G2 marciapiede	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3: G2 Spinta ballast da destra [Freedom Case 1]	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4: Termica [Freedom Case 1]	1.5	0.9	-1.5	-0.9	1	0.6	-1	-0.6	0.5	0	-0.5	0	0	0	0	0
5: Folla	1.05	1.5	1.05	1.5	0.7	1	0.7	1	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
6: E_Oriz. 1 [Freedom Case 1]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3	-1	-0.3
7: E_Vert. 1 [Freedom Case 1]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1	0.3	1
8: E_Oriz. 2_Sovraspinta sismica dx [Freedom Case 1]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3	-1	-0.3

## 26 VERIFICHE

Le sezioni di cui si riportano le sollecitazioni sono rappresentate nella figure seguente:

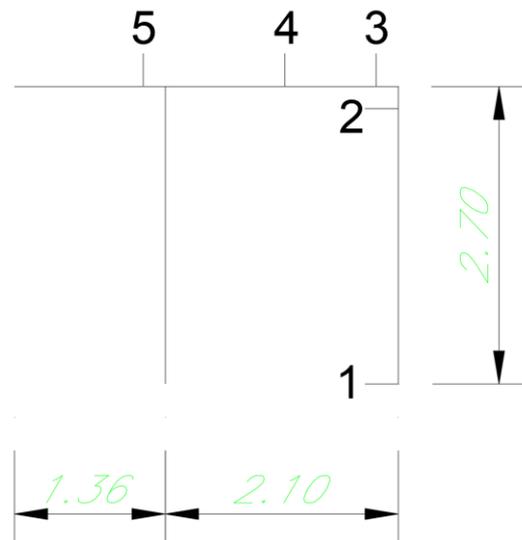


Figura 26-1-Sezioni di verifica

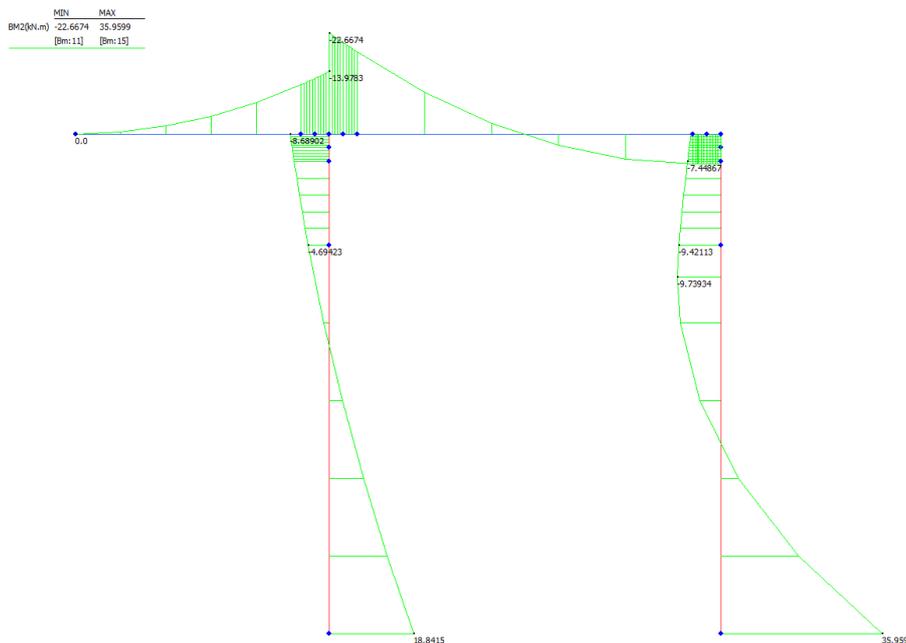
Di seguito le sollecitazioni più gravose e la corrispondente combinazione di calcolo, considerando che le sezioni sono tutte uguali si procede a verificare solamente il caso più gravoso evidenziato nella figura:

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>							
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>		COMMESSA <b>IF28</b>		LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>107 di 125</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>									

SEZIONE	H [m]	B [m]	Mmax [kNm]	Ncorr [kN]	Tcorr [kN]	comb	Tmax[kN]	comb	
1	0.3	1	36	21.78	50.72	13	50.72	13	SLU/SLV
2	0.3	1	7.45	3	5.14	13	6.5	1	
3	0.3	1	7.85	5	10	3	14.64	15	
4	0.3	1	10.2	5	-	3	-	-	
5	0.3	1	20.3	4	34.1	2	34.1	2	

SEZIONE	H [m]	B [m]	Mmax [kNm]	comb	
1	0.3	1	13.3	7	RARA
2	0.3	1	3.6	7	
3	0.3	1	5.4	7	
4	0.3	1	7	7	
5	0.3	1	14.15	8	

**Combinazione 13:**



**Figura 26-2-combinazione 13 momento sollecitante**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>108 di 125</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>						

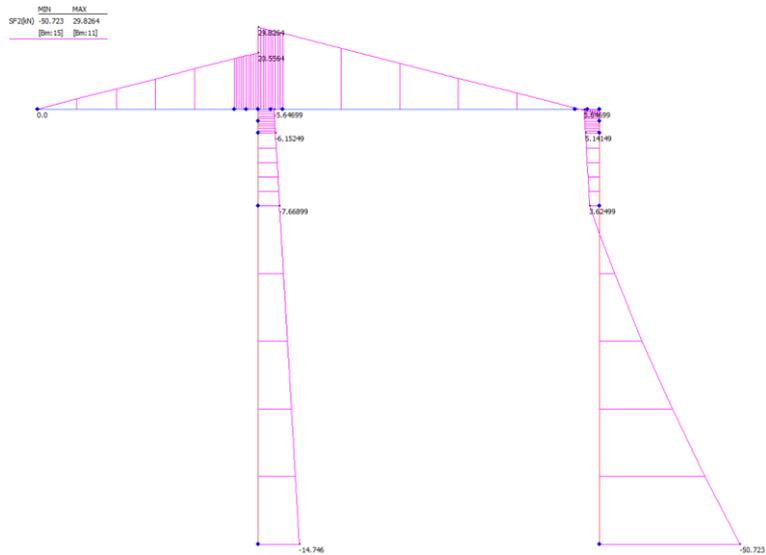


Figura 26-3- combinazione 13 Taglio sollecitante

Combinazione 8 (rara):

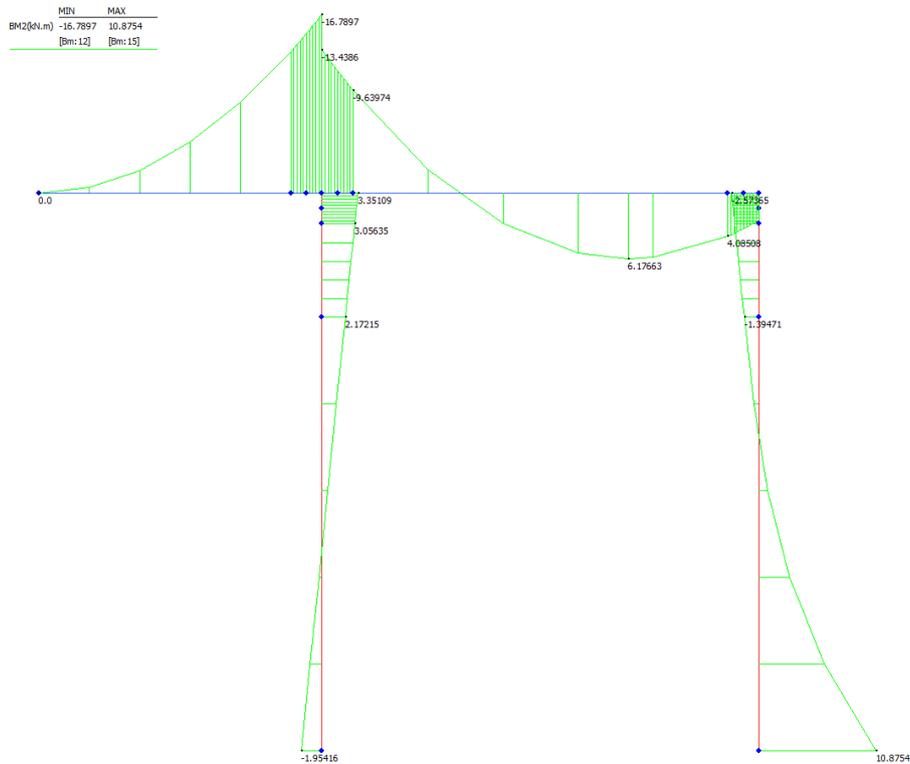


Figura 26-4- momento sollecitante combinazione 8

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>109 di</b> <b>125</b>

### 26.1.1 Verifiche SLU

Si procede a verificare la sezione più sollecitata, considerando a favore di sicurezza lo sforzo normale nullo:

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	30.0
3	50.0	30.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-48.0	5.0	12
2	48.0	5.0	12
3	-48.0	25.0	12
4	48.0	25.0	12

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.                      Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini.                      Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin.                      Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre                      Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø                      Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	12
2	3	4	3	12

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	36.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N                      Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx                      Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 110 di 125

My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	14.15	0.00

## RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	36.00	0.00	0.00	60.82	0.00	1.69	11.3(4.4)

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.120	-50.0	30.0	-0.00233	-48.0	25.0	-0.02565	-48.0	5.0

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.001165841	-0.031475244	0.120	0.700

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata / N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 111 di 125

Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.11	-50.0	30.0	-108.7	48.0	5.0	544	5.7

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00068	0	0.500	12.0	14	0.00033 (0.00033)	244	0.080 (0.20)	48.72	0.00

#### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

##### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa resist. caratteristica
$h = 300$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$ coeff. sicurezza
$c = 50$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:
$\gamma_c = 1.50$ coeff. Sicurezza	$A_{s1,1} = 5 \text{ } \emptyset \text{ } 12 = 5.65 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{s1,2} = 0 \text{ } \emptyset \text{ } 0 = 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 250$ mm altezza utile	$A_{s1,3} = 0 \text{ } \emptyset \text{ } 0 = 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18.13$ MPa resist. di calcolo	

##### • Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 51.0 \text{ kN}$$

##### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.894 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.516$$

$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.000 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.00 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 0.0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 129.1 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 129.1 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

Ricapitolando quindi la struttura risulta verificata a taglio e flessione e la fessurata è entro i limiti normativi  $w_k=0.2$ . Si dispongono quindi 1+1 $\phi$ 12/200 sia in senso trasversale che in senso longitudinale. Inoltre si si aggiungono legature per 9  $\phi$ 10/m<sup>2</sup>.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>112 di 125</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo						

## 27 SEZIONE IN CORRISPONDENZA DEL PALO T.E

All'interno della struttura Muro ad U è prevista la realizzazione di una struttura a telaio avente una parte in sbalzo in ca, la seguente struttura ha la funzione di marciapiede e di accogliere l'installazione del palo TE ove necessario. L'interasse tra i cari pali TE è di 14.13 m come mostrao nella figura seguente.

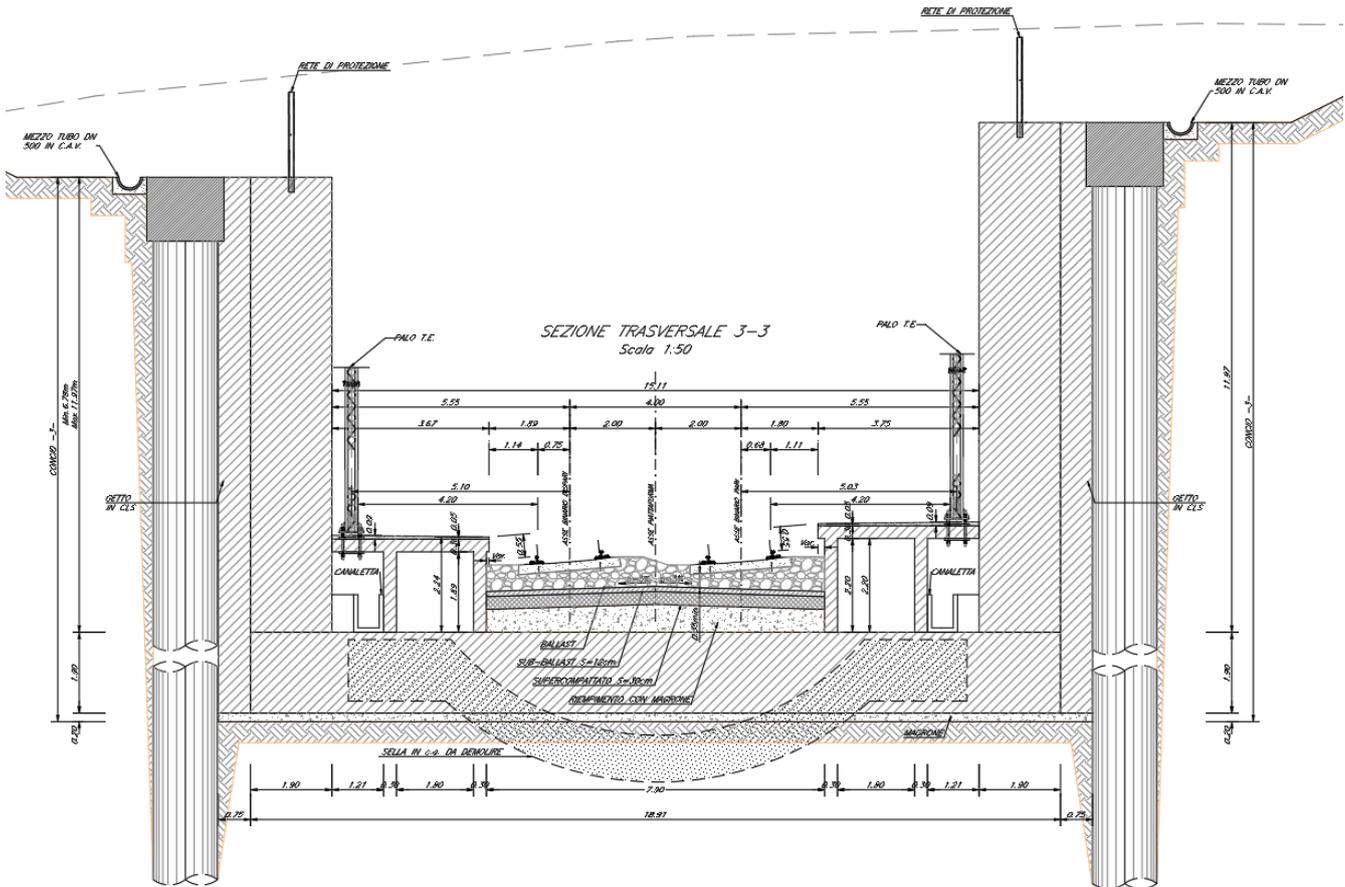
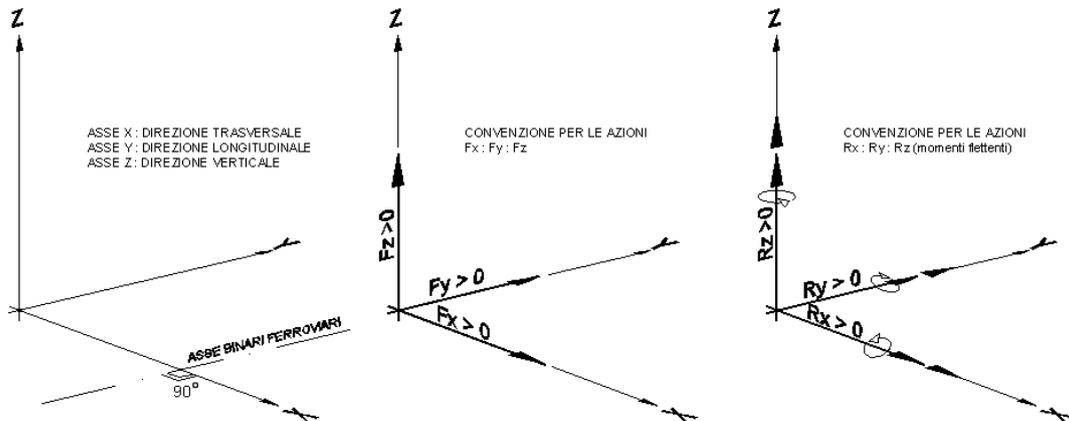


Figura 27-1-Pianta disposizione pali T.E.

Si considerano quindi nel modello di calcolo gli incrementi dovuti alla presenza del palo.

Il sistema di riferimento delle coordinate globali della struttura, degli spostamenti e delle azioni determinate dai carichi è rappresentato dall'asse delle x orientato perpendicolarmente ai binari ferroviari, mentre l'asse y è longitudinale ad essi. L'asse verticale z è positivo diretto verso l'alto. Per quanto riguarda i valori delle azioni assiali  $F_x$ ,  $F_y$  ed  $F_z$  si intendono positivi quando diretti nel verso positivo dei rispettivi assi.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>113 di 125</b>



## 27.1 CASI DI CARICO CONSIDERATI

I casi di carico che si sono considerati e che danno origine alle azioni applicate alle strutture sono rappresentati dal:

- Peso proprio strutturale
- Peso dei conduttori
- Tiro dei conduttori
- Vento in direzione X (positivo/negativo)
- Vento in direzione Y (positivo/negativo)
- Vento aerodinamico (positivo/negativo)
- Sisma in direzione X (positivo/negativo)
- Sisma in direzione Y (positivo/negativo)

Le azioni sono calcolate per ogni caso di carico con coefficienti parziali unitari secondo alla seguente tabella:

Cmb	Peso proprio	Peso Conduttori	Tiro Conduttori	Vento X	Vento Y	Vento aero	Sisma X	Sisma Y
1	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00

## 27.2 CONDIZIONI DI CARICO CONSIDERATE

Prendendo a riferimento la parte relativa alle verifiche strutturali della CEI EN 50119 si è scelto di considerare tre condizioni di calcolo in base a differenti valori di temperatura esterna (T), velocità del vento (W) e peso dell'eventuale manicotto di ghiaccio (Pg):

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>TR0200 001</td> <td>B</td> <td>114 di 125</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	114 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	114 di 125								

<b>Condizione A</b> T=-20°C W=0 m/s Pg= 0 N/m	<b>Condizione B</b> T=+5°C W=28 m/s (100%) Pg=0 daN/m	<b>Condizione D</b> T=-5°C W=28 m/s (50%) Pg=7 N/m
--	--	---

In via cautelativa si è adottata una velocità del vento pari a 28 m/sec ed un peso del manicotto di ghiaccio pari a 7 N/m. La normativa EN50119 prevede che, in presenza del manicotto di ghiaccio, si possano tenere in conto al 50% le azioni del vento agenti sui conduttori e sui sostegni.

In forma tabellare si riassumono le pressioni da considerare nelle condizioni analizzate:

Calcolo delle pressioni agenti sui conduttori EN 50119:2010-05 §6.2.4 e segg.)

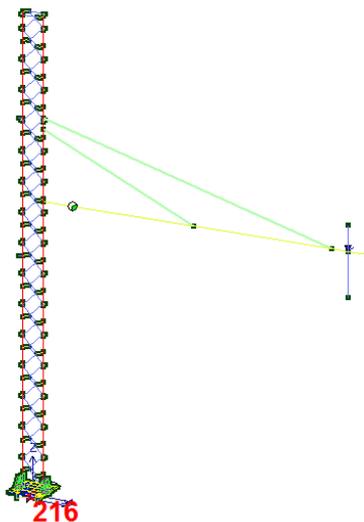
Cond.	Gq	Gt	Vr	Ro	T	H	h	qk	Gk	Cc	qwcd	qwcs
-	-	-	(m/sec)	(kg/mc)	(K)	(m)	(m)	(daN/mq)	-	-	(daN/mq)	(daN/mq)
B	2,05	1	28	1,268	278	0	10	101,86	0,75	1	76,4	61,1
D	2,05	1	28	1,315	268	0	10	105,66	0,75	1	39,6	31,7

Calcolo delle pressioni agenti sulle strutture (EN 50119:2010-05 §6.2.4 e segg.)

Cond.	Gstr	CcstrT	CcstrL	qwstrT	qwstrL
-	-	-	-	(daN/mq)	(daN/mq)
B	1	1,4	1,4	142,6	142,6
D	1	1,4	1,4	74	74

Si tralasciano le azioni nella condizione di carico A in quanto i valori risultano meno significativi e dunque meno gravosi delle condizioni B e C riportate in seguito.

## 27.3 AZIONI ALLA BASE DEL PALO



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 115 di 125

### Condizione di carico B

Nodo	Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY	Azione RZ
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
216	Peso proprio	0.0	0.0	-605.02	-1426.77	1.971e+04	2.01e-04
216	Peso conduttori	0.0	3.89e-06	-299.64	-1.052e+04	1.402e+05	1.55e-03
216	Tiro conduttori	203.05	13.32	0.0	-6867.53	1.010e+05	240.00
216	Vento X+	583.79	13.36	0.0	-6887.69	2.730e+05	240.61
216	Vento X-	-583.79	-13.36	0.0	6887.69	-2.730e+05	-240.61
216	Vento Y+	0.0	165.16	0.0	-7.061e+04	1.62	-7.76e-05
216	Vento Y-	0.0	-165.16	0.0	7.061e+04	-1.62	7.76e-05
216	Vento aero+	18.24	0.0	0.0	0.0	3907.39	-1.50e-06
216	Vento aero-	-18.24	0.0	0.0	0.0	-3907.39	1.50e-06
216	Sisma X+	130.19	0.81	0.0	-418.41	7.222e+04	14.60
216	Sisma X-	-130.19	-0.81	0.0	418.41	-7.222e+04	-14.60
216	Sisma Y+	0.0	119.66	0.0	-6.680e+04	1.55	177.76
216	Sisma Y-	0.0	-119.66	0.0	6.680e+04	-1.55	-177.76

### Condizione di carico D

Nodo	Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY	Azione RZ
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
216	Peso Proprio	0.0	0.0	-605.02	-1426.77	1.971e+04	2.01e-04
216	Peso conduttori	-1.36e-06	5.76e-06	-485.48	-1.557e+04	2.064e+05	2.29e-03
216	Tiro conduttori	213.15	13.32	0.0	-6867.53	1.064e+05	240.00
216	Vento X+	498.89	16.79	0.0	-8658.85	2.417e+05	302.46
216	Vento X-	-498.89	-16.79	0.0	8658.85	-2.417e+05	-302.46
216	Vento Y+	0.0	85.72	0.0	-3.665e+04	0.84	-4.03e-05
216	Vento Y-	0.0	-85.72	0.0	3.665e+04	-0.84	4.03e-05
216	Vento aero+	18.24	0.0	0.0	0.0	3907.39	-1.50e-06
216	Vento aero-	-18.24	0.0	0.0	0.0	-3907.39	1.50e-06
216	Sisma X+	130.19	0.81	0.0	-418.41	7.222e+04	14.60
216	Sisma X-	-130.19	-0.81	0.0	418.41	-7.222e+04	-14.60
216	Sisma Y+	0.0	119.66	0.0	-6.680e+04	1.55	177.76
216	Sisma Y-	0.0	-119.66	0.0	6.680e+04	-1.55	-177.76

La condizione di carico B viene associata e combinata opportunamente alla combinazioni di carico dello scatolare con temperatura positiva (comb1 e comb2). La condizione di carico D invece si combina con le combinazioni a temperatura negativa ( comb 3 e 4). Il vento che genera tiro nei conduttori, a favore di sicurezza, viene combinato come se fosse un carico permanente portato con coefficiente 1.5 in entrambi i casi. Lo stesso ragionamento viene applicato alle combinazioni rare.

Si sono quindi moltiplicati i valori caratteristici delle azioni sollecitanti con gli opportuni coefficienti di sicurezza SLU e SLE ottenendo i valori da introdurre nel modello di calcolo:

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>116 di</b> <b>125</b>

**CONDIZIONE B combinata**

<b>Nodo</b>	<b>Cmb</b>	<b>Azione X</b>	<b>Azione Y</b>	<b>Azione Z</b>	<b>Azione RX</b>	<b>Azione RY</b>	<b>Azione RZ</b>
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
216	Peso proprio	0	0	-786.526	-1854.801	25623	0.0002613
216	Peso conduttori	0	5.84E-06	-449.46	-15780	210300	0.002325
216	Tiro conduttori	304.575	19.98	0	-10301.295	151500	360
216	Vento X+	875.685	20.04	0	-10331.535	409500	360.915
216	Vento X-	-875.685	-20.04	0	10331.535	-409500	-360.915
216	Vento Y+	0	247.74	0	-105915	2.43	-0.0001164
216	Vento Y-	0	-247.74	0	105915	-2.43	0.0001164
216	Vento aero+	27.36	0	0	0	5861.085	-2.25E-06
216	Vento aero-	-27.36	0	0	0	-5861.085	2.25E-06
216	Sisma X+	130.19	0.81	0	-418.41	7.22E+04	14.6
216	Sisma X-	-130.19	-0.81	0	418.41	-7.22E+04	-14.6
216	Sisma Y+	0	119.66	0	-6.68E+04	1.55	177.76
216	Sisma Y-	0	-119.66	0	6.68E+04	-1.55	-177.76

**CONDIZIONE D combinata**

<b>Nodo</b>	<b>Cmb</b>	<b>Azione X</b>	<b>Azione Y</b>	<b>Azione Z</b>	<b>Azione RX</b>	<b>Azione RY</b>	<b>Azione RZ</b>
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
216	Peso proprio	0	0	-786.526	-1854.801	25623	0.0002613
216	Peso conduttori	-2.04E-06	8.64E-06	-728.22	-23355	309600	0.003435
216	Tiro conduttori	319.725	19.98	0	-10301.295	159600	360
216	Vento X+	748.335	25.185	0	-12988.275	362550	453.69
216	Vento X-	-748.335	-25.185	0	12988.275	-362550	-453.69
216	Vento Y+	0	128.58	0	-54975	1.26	-6.045E-05
216	Vento Y-	0	-128.58	0	54975	-1.26	6.045E-05
216	Vento aero+	27.36	0	0	0	5861.085	-2.25E-06
216	Vento aero-	-27.36	0	0	0	-5861.085	2.25E-06
216	Sisma X+	130.19	0.81	0	-418.41	7.22E+04	14.6
216	Sisma X-	-130.19	-0.81	0	418.41	-7.22E+04	-14.6
216	Sisma Y+	0	119.66	0	-6.68E+04	1.55	177.76
216	Sisma Y-	0	-119.66	0	6.68E+04	-1.55	-177.76

Si trascurano i carichi dovuti al sisma perché non dimensionanti per la struttura in esame.  
Sommando i vari contributi si ottengono le seguenti sollecitazioni più gravose:

<b>APPALTATORE:</b> <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>117 di 125</b>

COMB 1-2 SLU (B)						
N	-12.36					
FX	12.08					
FY	0.40	VENTO POSITIVO X		FY	2.68	VENTO POSITIVO Y
MX	-3.83		MX	-13.39		
My	80.28			My	38.74	

COMB rara						
N	-9.05					
FX	8.05					
FY	0.27	VENTO POSITIVO X		FY	1.78	VENTO POSITIVO Y
MX	-2.57		MX	-8.94		
My	53.78			My	26.09	

COMB 3-4 SLU (D)						
N	-15.15					
FX	10.95					
FY	0.45	VENTO POSITIVO X		FY	1.49	VENTO POSITIVO Y
MX	-4.85		MX	-9.05		
My	86.32			My	49.48	

COMB rara						
N	-10.91					
FX	7.30					
FY	0.30	VENTO POSITIVO X		FY	0.99	VENTO POSITIVO Y
MX	-3.25		MX	-6.05		
My	57.81			My	33.25	

**Figura 27-2 Carichi combinati introdotti nel modello di calcolo [kN, kNm]**

Si considera un angolo di diffusione del carico di 45° che genera, dal bordo della piastra al bordo del piedritto lato binario, una larghezza di diffusione cautelativamente pari a 1.80m. Si diffonde a favore di sicurezza solamente il momento My.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 118 di 125

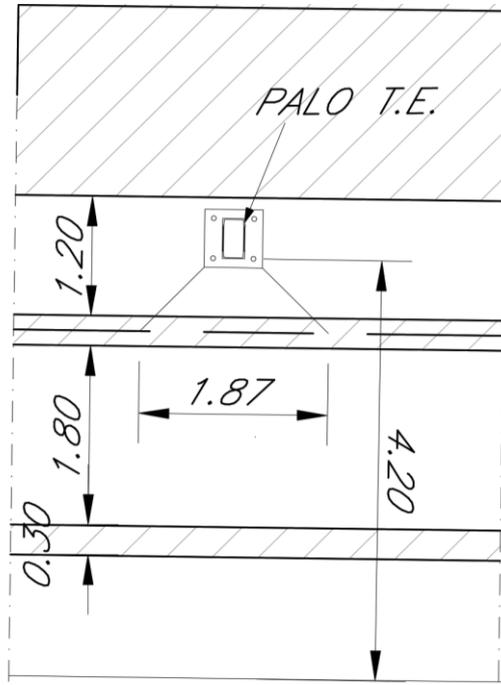


Figura 27-3 Larghezza di diffusione

## 27.4 SEZIONI VERIFICATE

Le sezioni di cui si riportano le sollecitazioni sono rappresentate nella figure seguente:

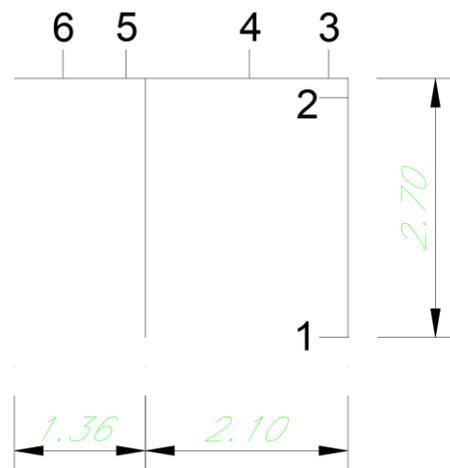


Figura 27-4-Sezioni di verifica

## 27.5 RISULTATI

L'introduzione dei carichi generati dal palo TE inducono un aumento del momento nella zona di appoggio del palo, tale momento vale,  $M_{ed}=46.2 \text{ kNm}$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>							
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>		COMMESSA <b>IF28</b>		LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>TR0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>119 di 125</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>									

SEZIONE	H [m]	B [m]	Mmax [kNm]	Ncorr [kN]	Tcorr [kN]	comb	Tmax[kN]	comb	
1	0.3	1	36	21.78	50.72	13	50.72	13	SLU/SLV
2	0.3	1	17.61	35.25	18.05	17	18.05	17	
3	0.3	1	15.5	18.05	30.65	17	30.65	17	
4	0.3	1	17.8	6.06	-	21	-		
5	0.3	1	18.4	5.65	27.6	13	46.3	17	
6	0.3	1	46.2	12.08	38	21	38	21	

SEZIONE	H [m]	B [m]	Mmax [kNm]	comb	
1	0.3	1	10.6	25	RARA
2	0.3	1	11.6	25	
3	0.3	1	10.13	25	
4	0.3	1	11.5	29	
5	0.3	1	6.01	28	
6	0.3	1	30.85	29	

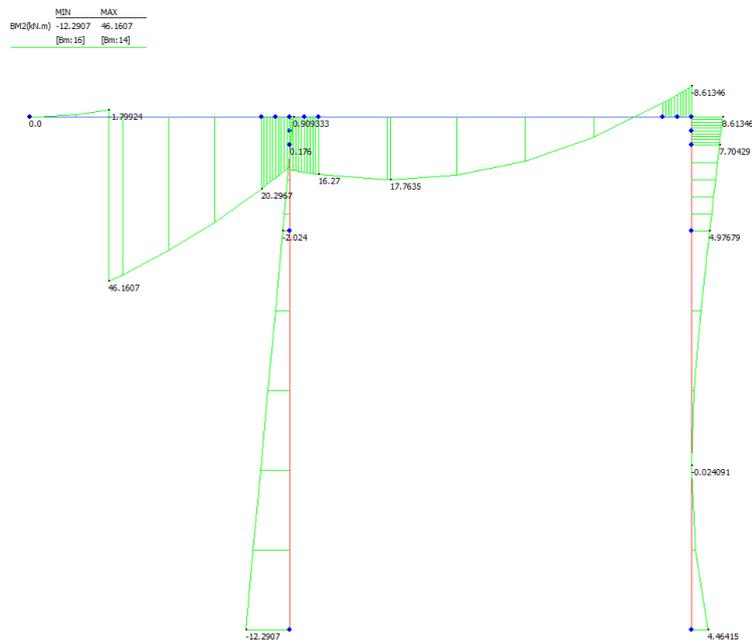
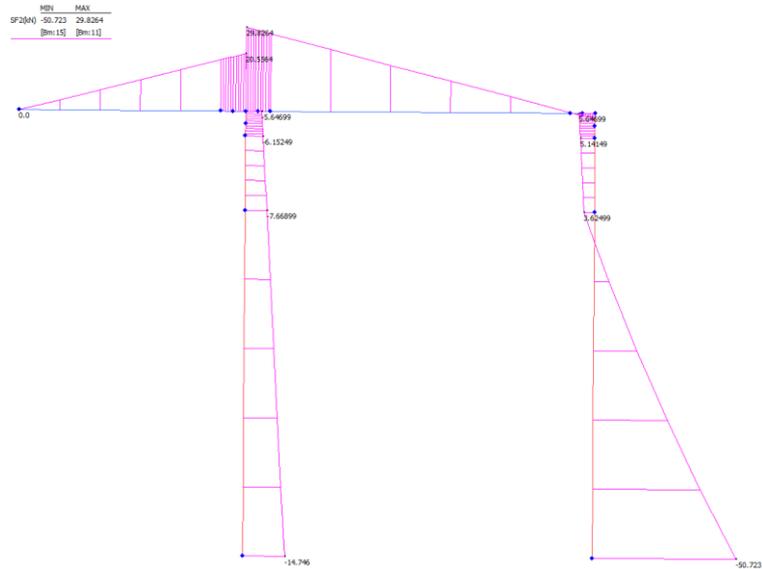


Figura 27-5 Momenti flettenti temperatura positiva

Il massimo taglio sollecitante risulta essere pari a 50.72 kN come si vede nella figura seguente:

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E Z CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>120 di</b> <b>125</b>



**Figura 27-6 Massimo taglio sollecitante**

La struttura è stata progettata con sezioni armate da 1+1 $\phi$ 12/200mm sia longitudinalmente che trasversalmente, con momenti e tagli resistenti superiori a quelli appena citati. In ogni caso si dispone a favore di sicurezza l'armatura che segue:

- dir. trasversale x (perpendicolare ai binari): 1+1  $\phi$  12/100mm su soletta superiore, piedritti e soletta inferiore. Si estende tale raffittimento per 4m in corrispondenza della piastra di base del palo (2m prima e 2m dopo).
- dir. longitudinale y (parallelo ai binari): armatura di ripartizione 1+1  $\phi$  12/100mm su superiore, piedritti e soletta inferiore. Si estende tale raffittimento per 4m in corrispondenza della piastra di base del palo.

Per quanto riguarda la condizione di esercizio la soletta superiore (massimo momento sollecitante pari a 20.1 kNm) non risulta fessurata essendo il momento di fessurazione calcolato in precedenza pari a 38 kNm.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>TR0200 001</td> <td>B</td> <td>121 di 125</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	121 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	121 di 125								

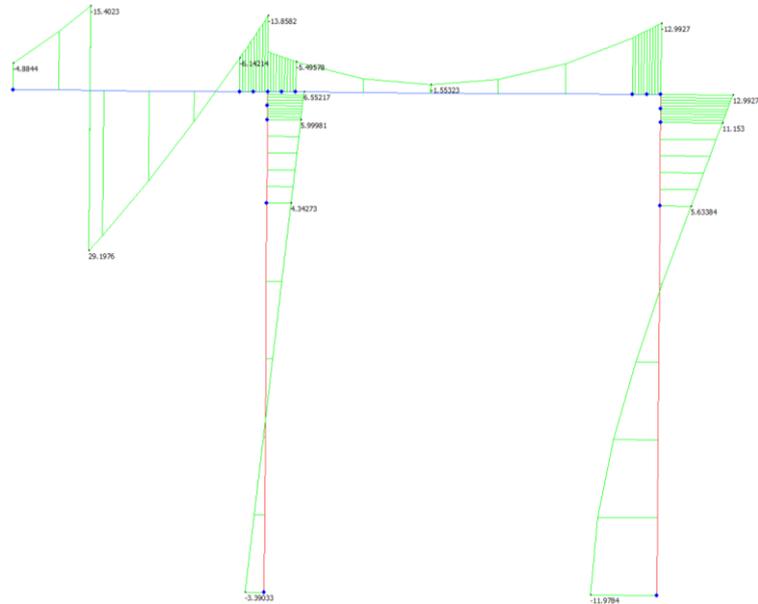


Figura 27-7 Condizione rara con massimo momento sollecitante

## 27.5.1 Verifiche SLU

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:                      Poligonale

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</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;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">TR0200 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">122 di 125</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	122 di 125
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	122 di 125								

Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	30.0
3	50.0	30.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-48.0	5.0	12
2	48.0	5.0	12
3	-48.0	25.0	12
4	48.0	25.0	12

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.                      Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini.                      Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin.                      Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre                      Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø                      Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	12
2	3	4	8	12

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

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	46.20	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N                      Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx                      Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My                      Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	31.00	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci <b>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO TR0200 001	REV. B	FOGLIO 123 di 125

## RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Tesa	Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	46.20	0.00	0.00	108.42	0.00	2.35	22.6(4.4)

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere $< 0.45$
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.166	-50.0	30.0	-0.00073	-48.0	25.0	-0.01764	-48.0	5.0

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000845704	-0.021871106	0.166	0.700

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata / N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.35	-50.0	30.0	-123.2	37.3	5.0	750	11.3

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00079	0	0.500	12.0	44	0.00037 (0.00037)	285	0.105 (0.20)	52.13	0.00

APPALTATORE: Consorzio                  Soci <b>HIRPINIA AV                  SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                  Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A.              NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	IF28	01	E ZZ CL	TR0200 001	B	124 di 125

### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

#### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 300$ mm	altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 50$ mm	copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$ MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$	coeff. Sicurezza	$A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset 12$	$= 5.65 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 250$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18.13$ MPa	resist. di calcolo		

#### • Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \qquad V_{ed} = 51.0 \text{ kN}$$

#### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \qquad k = 1.894 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \qquad v_{min} = 0.516$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \qquad \rho_1 = 0.000 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \qquad \sigma_{cp} = 0.00 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 0.0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 129.1 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 129.1 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

Ricapitolando quindi la struttura risulta verificata a taglio e flessione e la fessurata è entro i limiti normativi  $w_k=0.2$ . Si dispongono quindi 1+1 $\phi$ 16/200 sia in senso trasversale che in senso longitudinale. Inoltre si si aggiungono legature per 9  $\Phi$ 10/m<sup>2</sup>.

### 27.5.2 Verifica tirafondi

Il palo LSU 18a, come da standard tecnologici RFI, ha una piastra 580x580 mm con tirafondi  $\phi$ 45mm disposti come segue:

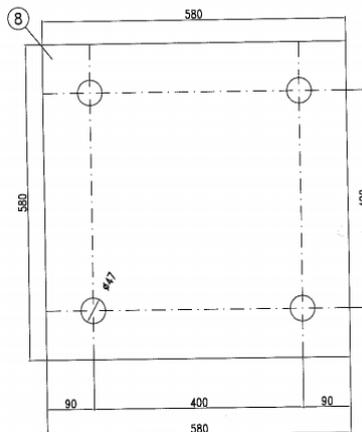


Figura 27-8 Piastra e disposizione tirafondi LSU18a

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>TR0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>125 di</b> <b>125</b>

I tirafondi sono soggetti, nella condizione più gravosa alle seguenti sollecitazioni di tiro ( si trascura il contributo dello sforzo normale perché favorevole):

$$F_{t,ed} = (M/0.9d)/2 = (86.32/(0.9*0.49))/2 = 98 \text{ kN}$$

La resistenza a trazione è la seguente:

$$F_{t,Rd} = 0.9 * F_{tbk} * A_{res} / \gamma_{M2} = 0.9 * 510 * 1217.7 / 1.25 = 447 \text{ kN}$$

La verifica è soddisfatta.

Il taglio sollecitante è pari a  $F_{v,ed} = 12.08 \text{ kN} / 4 = 3.02 \text{ kN}$

Il taglio resistente è pari:  $F_{v,Rd} = 0.6 * F_{tbk} * A_{res} / \gamma_{M2} = 0.6 * 510 * 1217.7 / 1.25 = 298 \text{ kN}$

La verifica è soddisfatta.

La verifica combinata taglio/ trazione risulta anch'essa ampiamente verificata in quanto:

$$F_{v,ed} / F_{v,Rd} + F_{t,ed} / 1.4 F_{t,Rd} = 0.010 + 0.157 = 0.17 < 1.0$$

## 28 SINTESI ARMATURE

### Marciapiede:

Armatura longitudinale (dir. parallela ai binari): 1+1 $\Phi$ 12/200mm

Armatura trasversale: 1+1 $\Phi$ 12/200mm

Spilli (legature) : 9 $\Phi$ 10/m<sup>2</sup>

### Marciapiede SEZIONE IN CORRISPNDENZA PALO T.E:

Armatura longitudinale: 1+1 $\Phi$ 12/100mm

Armatura trasversale: 1+1 $\Phi$ 12/100mm

Spilli (legature) : 9 $\Phi$ 10/m<sup>2</sup>

Incidenza totale: 110kg/m<sup>3</sup>