

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA FABBRICATI

FA01 - PGEP FINESTRA DI EMERGENZA

FA01A FABBRICATO TECNOLOGICO- ELABORATI STRUTTURALI  
Relazione di calcolo

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - BOVINO AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 08/06/2022	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:
IF3A	02	E	ZZ	CL	FA01A0	000	C	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 04.00 - Emissione 85gg	A. Triglia	07/10/2021	P. Toniolo	07/10/2021	L. Ongaro	07/10/2021	Ing. R. Zanon
B	C 04.02 - A valle del contraddittorio	A. Triglia	02/02/2022	P. Toniolo	02/02/2022	L. Ongaro	02/02/2022	
C	C 04.02 - A valle del contraddittorio	A. Triglia	08/06/2022	P. Toniolo	08/06/2022	L. Ongaro	08/06/2022	
								08/06/2022

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>2 di 304</b>

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>10</b>
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI .....	10
3.2	DOCUMENTI CORRELATI.....	10
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>11</b>
4.1	CEMENTO ARMATO.....	11
4.1.1	CALCESTRUZZO .....	11
4.1.2	ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA .....	12
4.1.3	COPRIFERRO.....	13
4.2	PANNELLI DI TAMPONATURA .....	13
<b>5</b>	<b>TERRENO DI FONDAZIONE .....</b>	<b>14</b>
5.1	PIAZZALE LUOGO SICURO.....	14
5.2	PARAMETRI DI PROGETTO .....	15
<b>6</b>	<b>MODELLO STRUTTURALE .....</b>	<b>16</b>
6.1	CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO.....	16
6.2	ELEMENTI "BEAM" .....	23
<b>7</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>25</b>
7.1	PESO PROPRIO STRUTTURE.....	25
7.1.1	STRUTTURA PRINCIPALE IN C.A. ....	25
7.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	25
7.3	SOVRACCARICHI VARIABILI .....	26
7.4	AZIONE DELLA NEVE .....	26
7.5	AZIONE DEL VENTO .....	28
7.6	VARIAZIONI TERMICHE.....	31
7.7	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI .....	31
7.8	AZIONE SISMICA .....	32
7.9	AZIONI RIEPILOGATIVE SULLE TRAVI.....	43
<b>8</b>	<b>COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....</b>	<b>54</b>
8.1	RIEPILOGO AZIONI .....	55

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ CL	<b>DOCUMENTO</b> FA01A0 000	<b>REV.</b> C	<b>FOGLIO</b> 3 di 304

<b>8.2</b>	<b>RIEPILOGO COMBINAZIONI.....</b>	<b>56</b>
<b>9</b>	<b>MODI DI VIBRARE ANALISI MODALE.....</b>	<b>57</b>
<b>10</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI .....</b>	<b>60</b>
<b>10.1</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA.....</b>	<b>62</b>
10.1.1	VERIFICA AGLI SLU-SLV.....	62
10.1.2	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA (TRAVI E PILASTRI) .....	65
10.1.3	VERIFICA DI INSTABILITÀ PER ELEMENTI SNELLI (PILASTRI).....	67
10.1.4	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO - SLE.....	68
<b>10.2</b>	<b>SOLAIO DI COPERTURA CAMPATA L=570CM .....</b>	<b>69</b>
10.2.1	VERIFICA SEZIONE DI MEZZERIA.....	70
10.2.2	VERIFICA SEZIONE DI APPOGGIO.....	75
<b>10.3</b>	<b>SOLAIO DI COPERTURA CAMPATA L=420CM .....</b>	<b>80</b>
10.3.1	VERIFICA SEZIONE DI MEZZERIA.....	81
10.3.2	VERIFICA SEZIONE DI APPOGGIO.....	86
<b>10.4</b>	<b>TRAVI SECONDARIE (30X40).....</b>	<b>91</b>
10.4.1	SOLLECITAZIONI .....	91
10.4.2	MATERIALI .....	97
10.4.3	GEOMETRIA E DISPOSIZIONE GEOMETRIA E DISPOSIZIONE DELLE ARMATURE TRAVE.....	97
10.4.4	VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE DEVIATA TRAVE DA 5.70M .....	98
10.4.5	VERIFICA A TAGLIO .....	104
10.4.6	VERIFICA A TORSIONE.....	107
10.4.7	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	108
10.4.8	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO - SLE.....	109
<b>10.5</b>	<b>TRAVI PRINCIPALI INTERNE (30X40) .....</b>	<b>113</b>
10.5.1	SOLLECITAZIONI.....	113
10.5.2	MATERIALI .....	121
10.5.3	GEOMETRIA E DISPOSIZIONE DELLE ARMATURE TRAVE .....	121
10.5.4	VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE DEVIATA.....	122
10.5.5	VERIFICA A TAGLIO .....	128
10.5.6	VERIFICA A TORSIONE.....	131
10.5.7	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	132
10.5.8	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO - SLE.....	133
<b>10.6</b>	<b>TRAVI PRINCIPALI ESTERNE (30X40) .....</b>	<b>137</b>
10.6.1	GEOMETRIA E DISPOSIZIONE DELLE ARMATURE TRAVE .....	137
10.6.2	VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE DEVIATA TRAVE .....	138
10.6.3	VERIFICA A TAGLIO.....	144
10.6.4	VERIFICA A TORSIONE.....	147
10.6.5	VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	148
10.6.6	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO - SLE.....	149







APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 6 di 304

## 1 PREMESSA

Allo scopo di ospitare le tecnologie di linea della Tratta Bovino - Orsara verranno realizzati i fabbricati riportati nella seguente tabella.

WBS	km	Descrizione	Locali	B (m)	L (m)
FA03A	68+700.0	PGEP della Finestra di Emergenza – (piazzale HIRPINIA)	UTENTE – MT - BT – TLC – Gest. Emerg.	31,30	7,00
FA01A	271.02	PGEP della Finestra di Emergenza – (Luogo sicuro )	GE – MT - BT – TLC – Gest. Emerg.	31,30	7,00
FA01C	271.02	Centrale Ventilazione (Luogo sicuro )	Locale ventilatori	22,10	12,60
FA01B	271.02	Vasca Antincendio (Luogo sicuro)	Vasca	10,60	7,00

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di calcolare e verificare le strutture in elevazione e in fondazione dei fabbricati tecnologici FA01A.

Il fabbricato oggetto della presente relazione sarà realizzato al fine di ospitare i seguenti locali:

- Locale gruppo elettrogeno;
- Locale media tensione;
- Locale bassa tensione;
- Sala TLC;
- Locale Gestione Emergenze.

Si attribuisce una vita nominale  $V_N = 75$  anni e la classe d'uso III con coefficiente d'uso  $C_u=1.50$ , in conformità ai seguenti riferimenti normativi:

- DM 17/01/2018 par. 2.4;
- Circ. 02/02/2009, n. 617 par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);
- "Istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari" (rif. RFI-DTC-ICI-PO-SP-INF-001-A) par. 1.1.

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi  $V_R = C_u \times V_N = 112,5$  anni.

La struttura in pianta del fabbricato ha forma rettangolare avente le seguenti dimensioni 7.00 m x 31.30 m, comprensiva del rivestimento con pannellature prefabbricate.

Il sistema strutturale è caratterizzato da un telaio spaziale monolivello avente copertura piana costituito da una campata in direzione trasversale di luce 6.20 m circa mentre, parallelamente al lato lungo, è suddiviso in 4 campate di luce pari a 4.20 m, una campata intermedia di 5.70m e due campate laterali di luce 4.05 m.

La struttura relativa alla parte in elevazione è costituita da travi e pilastri in cemento armato. Il solaio di copertura è del tipo semiprefabbricato a prédalles, con getto in opera dei travetti e della caldana superiore. Lo spessore totale del solaio di copertura è di 20 cm e comprende 4 cm di prédalles, 12 cm di nervature e 4 cm di caldana superiore.



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>8 di 304</b>

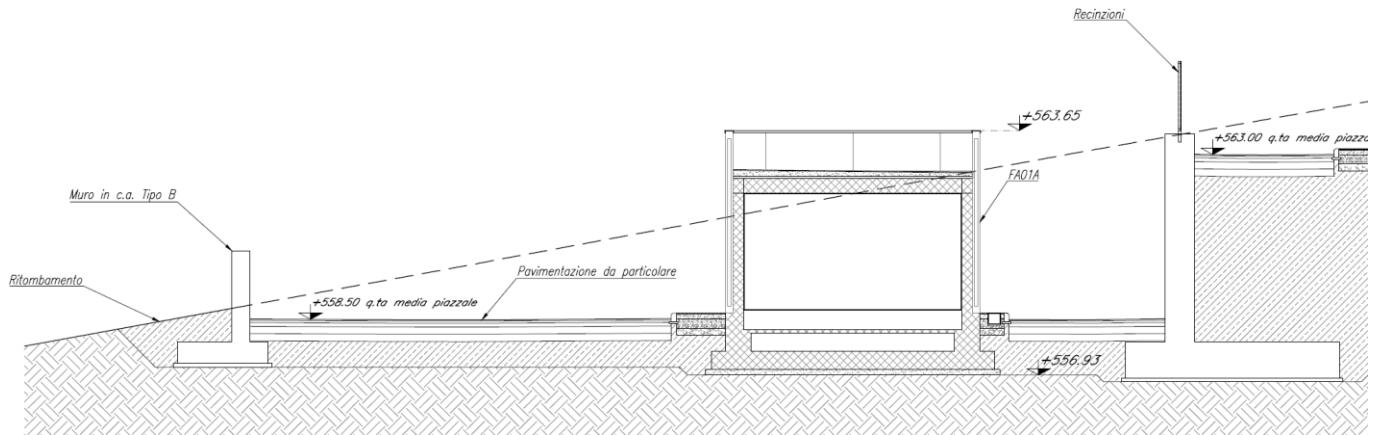


Figura 2-2 Sezione piazzale

PIANTA CARPENTERIA FONDAZIONI  
 Scala 1:50

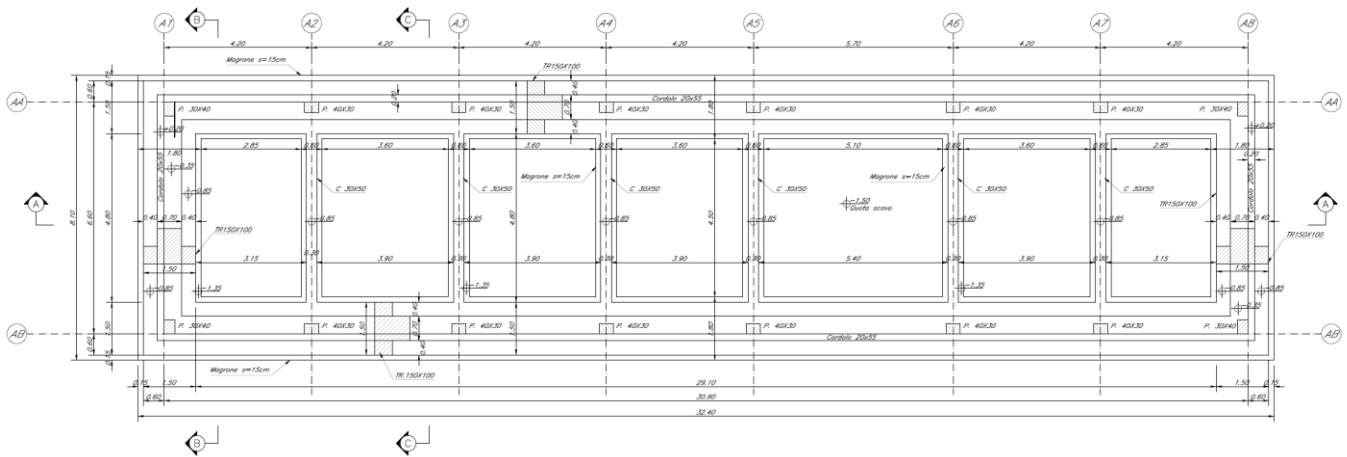


Figura 2-3 Pianta fondazione

APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI              GCF ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA          II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 9 di 304

PIANTA CARPENTERIA COPERTURA  
 Scala 1:50

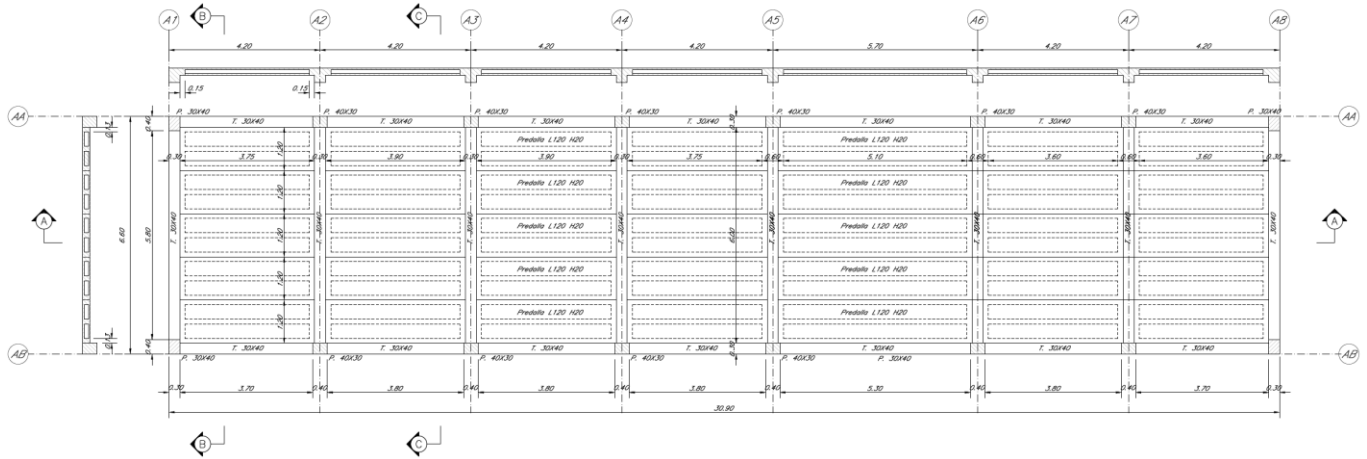


Figura 2-4 Carpenteria copertura

SEZIONE A-A  
 Scala 1:50

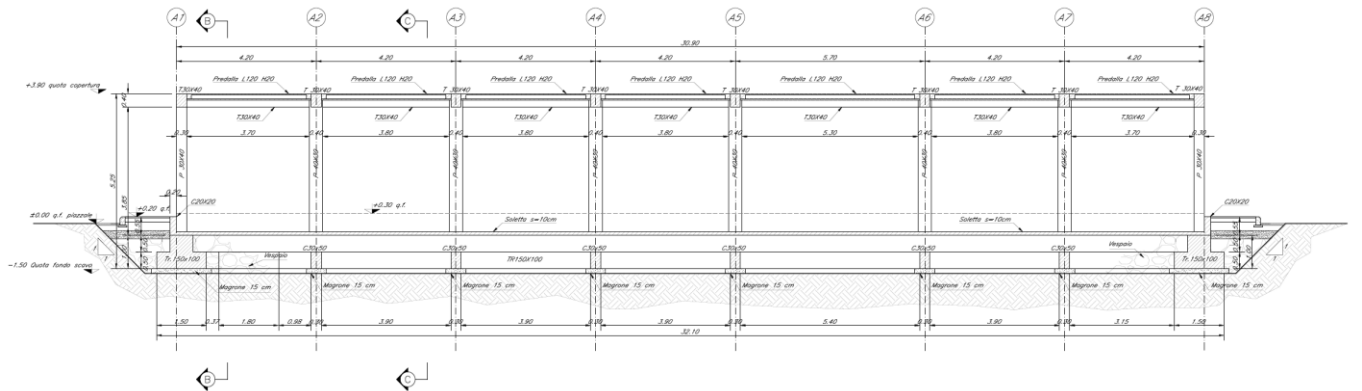


Figura 2-5 Sezione



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                  M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 11 di 304

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 CEMENTO ARMATO

#### 4.1.1 Calcestruzzo

Si riportano di seguito due tabelle riepilogative del tipo e delle caratteristiche del calcestruzzo adottato per i diversi elementi strutturali:

	Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione Travi	Struttura in elevazione Pilastrì	Fondazioni
Classe di resistenza	C35/45	C30/37	C32/40	C25/30
Classe di esposizione	XC3	XC3	XC3	XC2
Condizioni ambientali	ordinarie	ordinarie	ordinarie	ordinarie
Rapporto acqua/cemento		0,55	0,55	0,60

		Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione Travi	Struttura in elevazione Pilastrì	Fondazioni
R <sub>ck</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	45	37	40	30
f <sub>ck</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	35	30	32	25
f <sub>cm</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	43	38	48	33
α <sub>cc</sub>	(-)	0,85	0,85	0,85	0,85
γ <sub>c</sub>	(-)	1,5	1,5	1,5	1,5
f <sub>cd</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	19.83	17	22.66	14.17
f <sub>ctm</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	3.21	2,89	3.50	2,56
f <sub>ctk</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	2.25	2.03	2,46	1,79
f <sub>ctd</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	1.50	1,35	1,64	1.19
f <sub>cfm</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	3.85	3,47	4,20	3,07
f <sub>cfk</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	2,69	2,43	2,94	2,15
E <sub>c</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	34077	32836	35220	31476

Dove:

R<sub>ck</sub> = Resistenza cubica caratteristica a compressione

f<sub>ck</sub> = 0.83·R<sub>ck</sub> = Resistenza cilindrica caratteristica

f<sub>cm</sub> = f<sub>ck</sub> + 8 (N/mm<sup>2</sup>) = Resistenza cilindrica media a compressione

α<sub>cc</sub> = Coefficiente per effetti a lungo termine e sfavorevoli: α<sub>cc</sub> (t > 28gg) = 0.85

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 12 di 304

$\gamma_c = 1.5$ ; viene ridotto a 1.4 per produzioni continuative di elementi o strutture soggette a controllo continuativo del calcestruzzo dal quale risulti un coefficiente di variazione (rapporto tra scarto quadratico medio e valore medio della

resistenza) non superiore al 10%.  $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c}$  = Resistenza di calcolo a compressione

$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3}$  [per classi  $\leq C50/60$ ] = Resistenza cilindrica media a trazione

$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$  = Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c}$  = Resistenza di calcolo a trazione

$f_{cfm} = 1.2 \cdot f_{ctm}$  = Resistenza media a trazione per flessione

$f_{cfk} = 0.7 \cdot f_{cfm}$  = Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

$E_{cm} = 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10} \right)^{0.3}$  = Modulo Elastico

Coefficiente di Poisson:

Secondo quanto prescritto al punto 11.2.10.4 della NTC2018, per il coefficiente di Poisson può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0.2 (calcestruzzo non fessurato).

Coefficiente di dilatazione termica:

In sede di progettazione, o in mancanza di una determinazione sperimentale diretta, per il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo può assumersi un valore medio pari a  $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  (NTC2018 – 11.2.10.5).

#### 4.1.2 Acciaio d'armatura in barre tonde ad aderenza migliorata

Si adotta acciaio tipo B450C come previsto al punto 11.3.2.1 delle NTC2018, per il quale si possono assumere le seguenti caratteristiche:

Resistenza a trazione – compressione:

$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$  = Resistenza caratteristica di rottura

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$  = Resistenza caratteristica a snervamento

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391.3 \text{ N/mm}^2$  = Resistenza di calcolo

dove:

$\gamma_s = 1.15$  = Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio.

Modulo Elastico:

$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo:

		Soletta	Struttura in elevazione Travi	Struttura in elevazione Pilastri	Fondazioni
$f_{bk}$	(N/mm <sup>2</sup> )	4.36	4.36	5,54	4,36
$f_{bd}$	(N/mm <sup>2</sup> )	2.90	2.90	3.69	2,90

dove:

$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk}$  = Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 13 di 304

$$f_{bd} = \frac{f_{bk}}{\gamma_c} = \text{Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo}$$

$\eta = 1.0$  – per barre di diametro  $\Phi \leq 32$  mm;

$\gamma_c = 1.5$  – Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo.

#### 4.1.3 Copriferro

Con riferimento al punto 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato nella tabella C4.1.IV della Circolare 21.01.2019, riportata di seguito, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.III delle NTC.

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

Ai valori riportati nella tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm. Si riportano di seguito i copriferri adottati, determinati in funzione della classe del cls e delle condizioni ambientali.

	Ambiente	Copriferro minimo	Tolleranza di posa	Copriferro nominale
Struttura in elevazione	Ordinario	25	10	35
Lastre predalles	Ordinario	20	5	25
Fondazioni	Ordinario	25	10	35

In definitiva si prescrive che in fondazione e in elevazione tranne che per le lastre predalles il copriferro netto non deve essere inferiore a 40mm.

#### Prove sui materiali

La costruzione delle strutture dovrà essere eseguita nel rispetto delle specifiche d'istruzione tecnica FS 44/M - REV. A DEL 10/04/00.

## 4.2 PANNELLI DI TAMPONATURA

Per quanto riguarda i pannelli di tamponatura, questi saranno prefabbricati in lastre di calcestruzzo armato alleggeriti con polistirene espanso ( $\gamma = 21.00$  kN/m<sup>3</sup>) e saranno connessi alla struttura principale mediante giunti che consentono uno spostamento orizzontale nel piano del pannello congruente con i limiti da normativa NTC18 al punto 7.3.6.1. I medesimi giunti dovranno altresì sopportare le azioni verticali e orizzontali fuori dal piano del pannello dovute al peso proprio, al vento e al sisma.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 14 di 304

## 5 TERRENO DI FONDAZIONE

### 5.1 PIAZZALE LUOGO SICURO

Sulla base delle informazioni ricavate nel documento IF3A02EZZRBGE0106001 "Relazione Geotecnica Generale" la stratigrafia del terreno è caratterizzata dalle seguenti unità:

**Coltre:** coltre eluvio-colluviale;

**STF2:** Peliti di Difesa Grande.

Nella tabella seguente si riporta la stratigrafia di riferimento e la profondità di falda per il piazzale e la viabilità SSE.

Stratigrafia di riferimento		Falda
Spessore strato [m]	Unità di riferimento	Profondità da p.c. [m]
10.4÷8.7	Coltre	5.0
>30.0	STF2	

Qui di seguito i parametri geotecnici di riferimento

	Coltre		STF2	
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20÷21.2 [20.5]		19.5÷22.5 [21]	
IP [%]	10÷11 [10]		5÷21 [13]	
$c_u$ [kPa]	$z \leq 5m$	50÷450 [90]	$z \leq 15m$	60
	$z > 5m$	100÷450 [140]	$z > 15m$	250
$\phi'$ [°]	27		$z \leq 20m$	27
			$z > 20m$	28
$c'$ [kPa]	8		$z \leq 20m$	2
			$z > 20m$	40
$E_u/C_u$	485		403	
$E_0$ [MPa]	$z \leq 5m$	50÷395 [85]	$z \leq 20m$	113÷1019 [201]
	$z > 5m$	72÷395 [128]	$z > 20m$	201÷1019 [409]
$E_{op,1}$ (*) [MPa]	$z \leq 5m$	10÷78 [17]	$z \leq 20m$	22÷203 [40]
	$z > 5m$	14÷78 [25]	$z > 20m$	40÷203 [81]
$E_{op,2}$ (***) [MPa]	$z \leq 5m$	5÷39 [8.5]	$z \leq 20m$	11÷101 [20]
	$z > 5m$	7÷39 [12.5]	$z > 20m$	20÷101 [40.5]
$c_c$ [-]	$6.4 \cdot 10^{-2}$		$6.6 \cdot 10^{-2}$	
$c_r$ [-]	$1.2 \cdot 10^{-2}$		$1.0 \cdot 10^{-2}$	
$c_{ge}$	$2.7 \cdot 10^{-3}$		$2.0 \cdot 10^{-3}$	
$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$4.0 \cdot 10^{-8}$ ÷ $4.0 \cdot 10^{-7}$ [ $1.0 \cdot 10^{-7}$ ]		$8.0 \cdot 10^{-8}$ ÷ $1.0 \cdot 10^{-6}$ [ $3.0 \cdot 10^{-7}$ ]	
$e_0$ [-]	0.4÷0.6 [0.5]		0.36÷0.49 [0.45]	
OCR [-]	1÷8 [3]		1÷8 [4]	
$\nu'$ [-]	0.3		0.3	
$k$ [m/s]	$1.2 \cdot 10^{-8}$ ÷ $6.0 \cdot 10^{-5}$ [ $4.0 \cdot 10^{-7}$ ]		$1.0 \cdot 10^{-8}$ ÷ $2.0 \cdot 10^{-7}$ [ $1.0 \cdot 10^{-7}$ ]	

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">FA01A0 000</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">15 di 304</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA01A0 000	C	15 di 304
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	FA01A0 000	C	15 di 304													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>																		

## 5.2 PARAMETRI DI PROGETTO

Il fabbricato verrà realizzato sul piazzale R111, per le verifiche si prendono in considerazione i parametri del terreno riportati nella stratigrafia sopra, in modo da massimizzare gli effetti.

I parametri adottati per le verifiche sono i seguenti:

angolo di attrito del terreno  $\varphi = 27^\circ$

Peso specifico del terreno  $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$

Modulo elastico del terreno operativo  $E_{op1} = 17.00 \text{ MPa}$

Coesione  $c' = 0.00 \text{ kN/m}^2$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 16 di 304

## 6 MODELLO STRUTTURALE

### 6.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO

Il sistema costruttivo che caratterizza il fabbricato tecnologico in c.a. è costituito, in elevazione, da un telaio spaziale realizzato mediante la rigida connessione di travi e pilastri, e in fondazione, da un graticcio di travi longitudinali e trasversali volto a garantire un comportamento opportunamente rigido nei confronti dei meccanismi di interazione con il terreno.

Lo step del lavoro relativo al calcolo computazionale e alla definizione dell'output, in termini di caratteristiche di sollecitazione e deformazioni per i vari elementi strutturali, prevede un approccio preliminare basato sulla modellazione della struttura attraverso un processo di discretizzazione agli elementi finiti facendo riferimento ad un modello elastico. Il modello è stato realizzato ed analizzato con l'ausilio del programma di calcolo Sofistik. Gli elementi strutturali, travi e pilastri in elevazione e graticcio di travi rovesce in fondazione, sono stati schematizzati mediante elementi monodimensionali tipo *frame*.

Il solaio in predalle nella zona adiacente alle travi presenta delle aree piene di calcestruzzo denominate fasce piene. Le fasce piene sono state introdotte nel modello di calcolo, modellando travi a sezione a T, dove l'anima corrisponde alla trave fuori spessore e le ali rappresentano le fasce piene del solaio in predalle.

La lunghezza della base effettiva (piattabanda) è stata calcolata secondo quanto riportato nell'EC8 al capitolo 5 §5.4.3.

Difatti, per il caso in esame si ha una lunghezza dell'ala pari a 15cm per le travi principali.

Gli elementi strutturali modellati presentano caratteristiche geometriche e meccaniche in accordo con le proprietà reali dei materiali e delle sezioni che li rappresentano.

In particolare, per le verifiche di resistenza SLU e SLV è stato svolto il calcolo non considerando il modulo elastico del calcestruzzo abbattuto.

Nel modello le masse strutturali coincidono con i carichi caratteristici permanenti strutturali e non strutturali (i carichi dovuti alla manutenzione, vento e neve non sono presi in considerazione perché da normativa il valore di  $\psi_{02}=0$ ) valutate automaticamente dal software di calcolo e applicate in maniera distribuita e a sua volta mediante l'apposita task il software di calcolo per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze, attribuisce al centro di massa un'eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Tale eccentricità accidentale per ogni direzione è pari a 0,05 volte la dimensione media dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica. Detta eccentricità è assunta costante, per entità e direzione, su tutti gli orizzontamenti.

Nella definizione dei parametri sismici spettrali è necessario spuntare l'opzione eccentricità e definire l'entità dell'eccentricità accidentale che è del 5%:

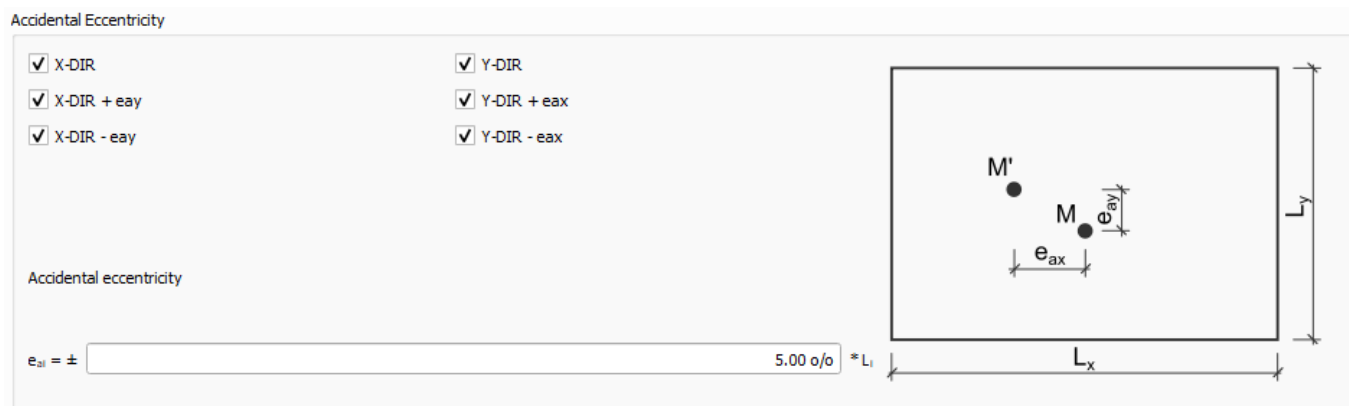


Figura 6-1 Eccentricità accidentale codice di calcolo Sofistik

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</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>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>FA01A0 000</td> <td>C</td> <td>17 di 304</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA01A0 000	C	17 di 304
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	FA01A0 000	C	17 di 304													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>																		

Dopo di che il software in automatico genera i casi di carico dovuti solamente all'eccentricità che andranno combinati con i casi spettrali già creati.

Nel caso delle verifiche di rigidezza SLO è stato considerato il modulo elastico del cls abbattuto del 50%. Quindi sono stati analizzati due modelli strutturali.

L'interazione tra terreno e struttura è stata studiata ipotizzando un comportamento elastico del terreno. L'intera struttura è poggiata a terra su un letto di molle alla Winkler la cui rigidezza viene assegnata per unità di lunghezza di elemento.

Il coefficiente di Winkler è stato valutato secondo la teoria di Vesic e per il caso in esame è stato considerato il modulo elastico del terreno E del rilevato E=17 Mpa, secondo quanto riportato da indagini geotecniche.

La costante di Winkler verrà differenziata per le opere di fondazione quali travi rovesce e cordoli di fondazione.

Il foglio di calcolo fa riferimento a sezioni rettangolari, quindi al fine di calcolare la corretta inerzia della fondazione per la trave rovescia è stata utilizzata un'altezza equivalente pari a h=0.871m al fine di ottenere un'inerzia pari a quella data dalla sezione a "T" effettivamente progettata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 18 di 304

Per la modellazione del terreno si considera la trave su suolo elastico, modellata con l'utilizzo di molle alla Winkler, aventi la seguente rigidezza (Vesic, 1965):

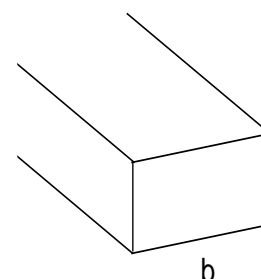
Per cui risulta:

$$K = \frac{0.65E}{1-\nu^2} \sqrt[12]{\frac{Eb^4}{(EJ)_{fond}}}$$

E= 17000 kN/mq elastico del terreno  
v= 0,3 coeff. di Poisson

#### trave di fondazione

b= 0,3 m dimensione trasversale trave  
h= 0,5 m altezza trave  
J= 0,003125 m<sup>4</sup> inerzia trave  
Rck= 30 Mpa  
Ec= 31220186 kN/mq modulo di elasticità cls



**K= 7027 kN/mc** modulo di reazione lineare sulla trave

Per la modellazione del terreno si considera la trave su suolo elastico, modellata con l'utilizzo di molle alla Winkler, aventi la seguente rigidezza (Vesic, 1965):

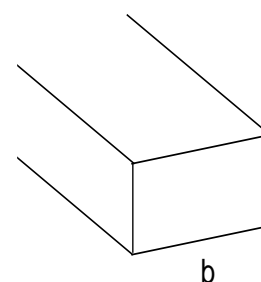
Per cui risulta:

$$K = \frac{0.65E}{1-\nu^2} \sqrt[12]{\frac{Eb^4}{(EJ)_{fond}}}$$

E= 17000 kN/mq elastico del terreno  
v= 0,3 coeff. di Poisson

#### trave di fondazione

b= 1,5 m dimensione trasversale trave  
h= 0,871 m altezza trave  
J= 0,082597 m<sup>4</sup> inerzia trave  
Rck= 30 Mpa  
Ec= 31220186 kN/mq modulo di elasticità cls



**K= 9147 kN/mc** modulo di reazione lineare sulla trave

Il coefficiente di fondazione (Winkler) adottato nel modello è pari

- Trave rovescia K = 7000 kN/m<sup>3</sup>;
- Cordolo di fondazione K = 9147 kN/m<sup>3</sup>;

L'analisi degli effetti dovuti all'azione sismica prevede la definizione delle masse strutturali partecipanti all'eccitazione dinamica dovuta al terremoto. Pertanto nel modello le masse strutturali coincidono con i carichi caratteristici permanenti strutturali e non strutturali (i carichi dovuti alla manutenzione, vento e neve non sono presi in considerazione perché da normativa il valore di  $\psi_{02}=0$ ) valutate automaticamente dal software di calcolo e applicate

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>19 di 304</b>

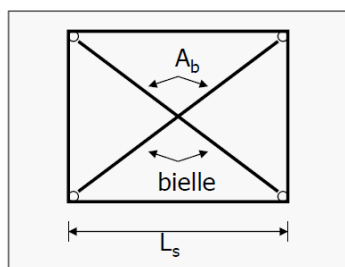
in maniera distribuita e a sua volta mediante l'apposita task il software di calcolo per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze, attribuisce al centro di massa un'eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Tale eccentricità accidentale per ogni direzione è pari a 0,05 volte la dimensione media dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica. Detta eccentricità è assunta costante, per entità e direzione, su tutti gli orizzontamenti.

La presenza del solaio di copertura è stata modellata mediante bielle della stessa rigidezza del solaio e (prive di peso) poiché il peso proprio del solaio con i rispettivi carichi portati sono stati applicati direttamente alle travi principali. L'assegnazione dei carichi alle travi è stata effettuata sulla base della tessitura dei solai secondo il criterio della larghezza d'influenza.

Il calcolo della rigidezza delle bielle del solaio è stato calcolato mediante la seguente formulazione:

$$k_s = \frac{1}{\frac{L_s^3}{12E_c} + \frac{L_s}{A_s + G_c}}$$

$$K_b = \frac{E_b A_b}{L_b} \quad \rightarrow \quad A_b = \frac{L_b K_s}{E_b}$$



Si riporta la rigidezza e quindi le dimensioni delle bielle per la porzione di solaio di area 4.20x6.20m

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>20 di 304</b>

rigidezza solaio = rigidezza biella

$$K_s = K_b$$

calcolo rigidezza del solaio

s=	0,200 m	sopessore solaio
Ls1=	4,2 m	Lunghezza minore solaio
Ls =	6,2 m	Lunghezza maggiore solaio
Ec=	28500000 kN/m <sup>2</sup>	modulo elastico cls
J=	1,237593 m <sup>3</sup>	inerzia fascia di solaio 1m
G=	12954545 kN/m <sup>2</sup>	Modulo di taglio
ni	0,2	coeff di Poisson (sempre lo stesso valore)
As	26,04 m <sup>2</sup>	Area solaio

$$K_s = 1719806,9 \text{ kN/m}$$

calcolo dell'area della biella

Lb=	7,5 m
Eb=Ec=	28500000 kN/m <sup>2</sup>

Ab=	0,4518964 m <sup>2</sup>	area biella
Hb	0,65 m	altezza biella
Bb=	0,70 m	

Si riporta la dimensione della biella per la porzione di solaio di dimensioni 5.70 x 6.20m.



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>21 di 304</b>

rigidezza solaio = rigidezza biella

$$K_s = K_b$$

calcolo rigidezza del solaio

s=	0,200 m	sopessore solaio
Ls1=	5,7 m	Lunghezza minore solaio
Ls =	6,2 m	Lunghezza maggiore solaio
Ec=	28500000 kN/m <sup>2</sup>	modulo elastico cls
J=	3,0935314 m <sup>3</sup>	inerzia fascia di solaio 1m
G=	12954545 kN/m <sup>2</sup>	Modulo di taglio
ni	0,2	coeff di Poisson (sempre lo stesso valore)
As	35,34 m <sup>2</sup>	Area solaio
Ks=	4187464,4 kN/m	

calcolo dell'area della biella

Lb=	8,4 m	
Eb=Ec=	28500000 kN/m <sup>2</sup>	
Ab=	1,2374317 m <sup>2</sup>	area biella
Hb	0,65 m	altezza biella
Bb=	1,90 m	

Alle travi secondarie ai soli fini statici (SLU) è stato applicato un carico pari alla striscia di solaio direttamente connessa.

Agli elementi in elevazione è stato assegnato un carico termico, pari a quello riportato nell'analisi dei carichi.

Seguono alcune immagini rappresentative del modello di calcolo:

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>22 di 304</b>

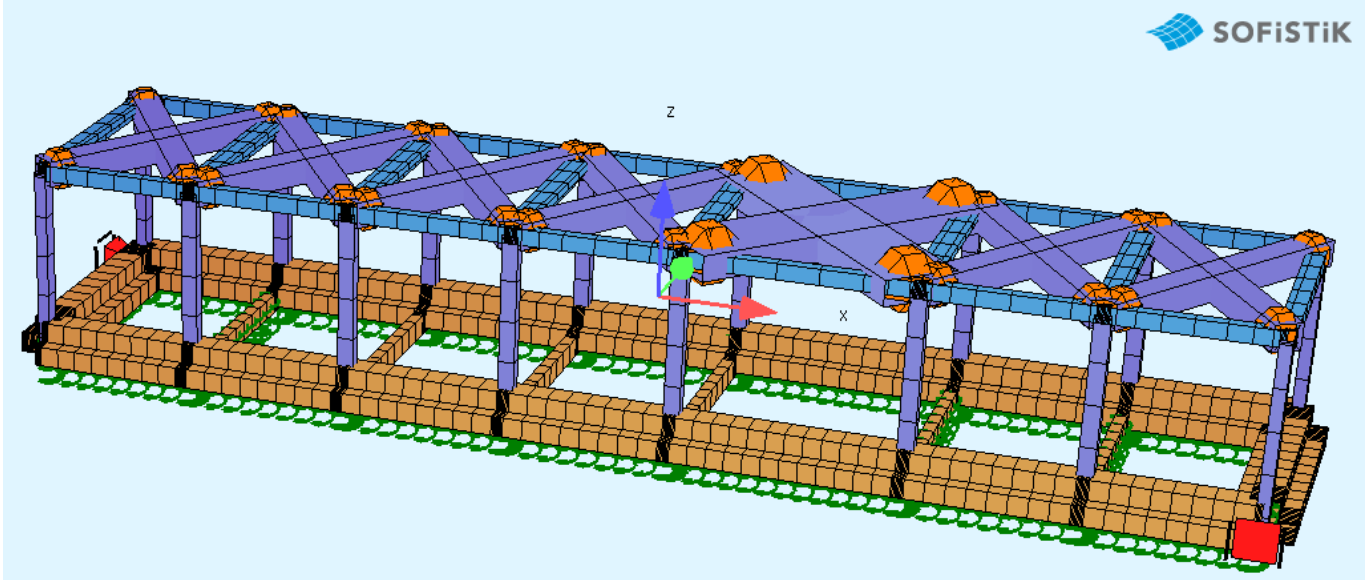


Figura 6-2 Modello di calcolo – Vista estrusa del modello.

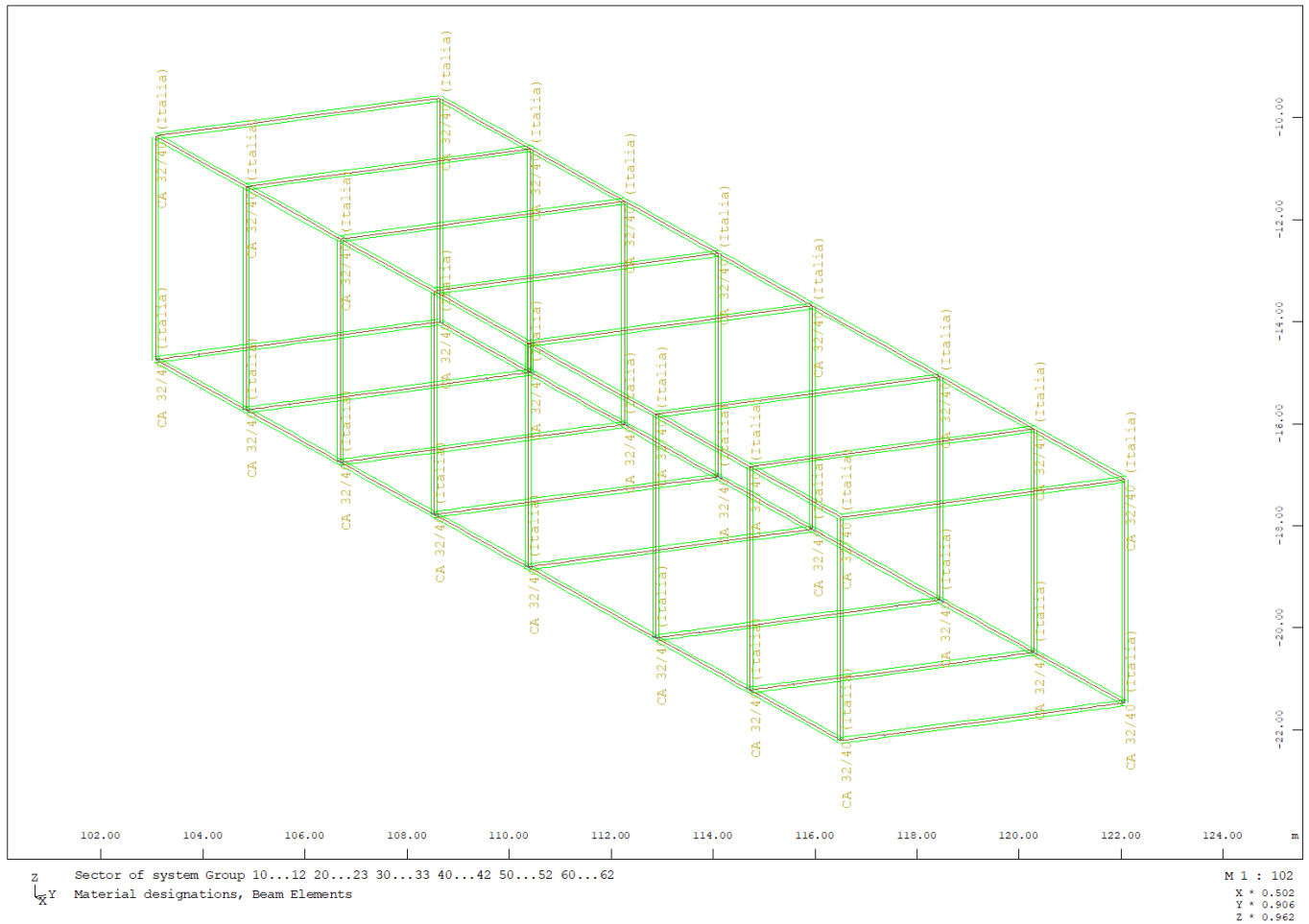


Figura 6-3 Modello di calcolo – designazione materiali





APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 25 di 304

## 7 ANALISI DEI CARICHI

Come prescritto dalle NTC2018, sono state considerate agenti sulla struttura le seguenti condizioni di carico elementari, combinate tra loro in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche dei singoli elementi strutturali:

- peso proprio strutture;
- carichi permanenti non strutturali;
- sovraccarico variabile;
- azione sismica;
- azione del vento;
- azione della neve;
- variazioni termiche;
- effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli.

Nel progetto strutturale in esame, al fine di una progettazione tipologica che consenta l'impiego del fabbricato su tutta la rete ferroviaria nazionale, le azioni esterne, quali vento e neve, sono state valutate considerando le condizioni più gravose in accordo con la dislocazione delle stazioni sul territorio della tratta Napoli - Bari.

### 7.1 PESO PROPRIO STRUTTURE

#### 7.1.1 Struttura principale in c.a.

- Solaio di copertura

E' realizzato con lastre predalles in cemento armato di altezza 20 cm alleggerite con polistirene espanso.

Solaio in lastre Predalles (H =4+12+4=20cm) lastra larga 1,20 m.

Predalles (s = 4cm) 25x0,04x1,20=1,2 kN;

Nervatura centrale (h=12 cm, s=14 cm) 25x0,12x0,14= 0,42 kN;

Nervature laterali (h=12 cm, s=13 cm) 2x25x0,12x0,13= 0,78 kN;

Soletta superiore (s=4 cm) 25x0,04x1,20= 1,2 kN;

Alleggerimento in polistirene espanso (h=12 cm, s=40 cm) 2x0,15x0,4x0,12=0,0144 kN.

Peso totale di una lastra larga 1,20 m: G=1,2+0,42+0,78+1,2+0,014 = 3,61 kN

Peso totale a metro quadrato **q = 3,61/1,20 =3,00 kN/m<sup>2</sup>**

Il peso proprio delle travi e dei pilastri indicati a seguire, viene calcolato automaticamente dal programma considerando il peso specifico del cemento armato pari a:

$$\gamma_{c.a.} = 25 \text{ kN/m}^3$$

### 7.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

- Tamponamenti esterni

Il rivestimento esterno è ottenuto mediante pannelli di tamponamento prefabbricati in calcestruzzo di spessore pari a 20 cm (pannello a taglio termico) il cui peso è pari a **4,20 kN/m<sup>2</sup>**.

Il peso per unità di superficie moltiplicato per l'altezza totale del singolo pannello h=5,00 m, trascurando le eventuali aperture, è pari a 21 kN/m, che è il peso a metro lineare del pannello.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 26 di 304

Considerando che il pannello viene fissato alle travi di elevazione e al cordolo in c.a. posto al di sopra della trave rovescia, il peso da applicare alle travi perimetrali di elevazione e a quelle di fondazione è pari a **10,5 kN/m**.

In fondazione agisce un carico lineare dato dalla porzione di blocco in cls (cordolo) dove poggia la tamponatura di facciata. Il seguente cordolo presenta una dimensione di b<sub>xh</sub>=0.20 x 0.55 m, il carico lineare per l'elemento in esame vale **q=2.75 kN/m**.

- Tamponamenti interni (tipo lecablocco)

Peso medio del blocco q=1.9 kN/m<sup>2</sup>

Intonaco spessore 2.5cm q=(0.025 x 21)x2=1.05 kN/m<sup>2</sup>

Altezza parete = 3.75m

Carico lineare agente in fondazione, applicato sui cordoli q<sub>p</sub>= (1.9 + 1.05) x 3.75 = 11.25 kN/m

- Carichi permanenti non strutturali agenti in copertura

Massetto delle pendenze alleggerito	H <sub>med</sub> = (0.15x17.00) = 2.55	kN/m <sup>2</sup>
Barriera al vapore	0,10	kN/m <sup>2</sup>
Isolante termico	Sp 5cm (0.05x1.60)= 0.08	kN/m <sup>2</sup>
Guaina di impermeabilizzazione x2	0,20	kN/m <sup>2</sup>
Malta di allettamento (2 cm)	0,42	kN/m <sup>2</sup>
Pavimento	0,50	Pavimento
Intonaco intradosso	0,30	kN/m <sup>2</sup>
<b>Totale carico:</b>	<b>4,15</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

### 7.3 SOVRACCARICHI VARIABILI

Il sovraccarico variabile per sola manutenzione in copertura è assunto cautelativamente pari a 1.00 kN/m<sup>2</sup>.

### 7.4 AZIONE DELLA NEVE

Le azioni della neve sono definite al capitolo 3.4 delle NTC2018. Il carico provocato dalla neve sulle coperture è definito dall'espressione seguente:

$$q_s = \mu_i C_e C_t q_{sk}$$

dove:

$\mu_i$  - Coefficiente di forma della copertura;

$C_e$  - Coefficiente di esposizione;

$C_t$  - Coefficiente termico;

$q_{sk}$  - Valore di riferimento del carico neve al suolo.

Per la valutazione di  $q_{sk}$  si è fatto riferimento ad un sito posto in zona II, con altezza sul livello del mare pari a  $a_s > 200m$

$$q_{sk} = 0.85 \cdot (1 + (a_s/481)^2) = 0.85 \cdot (1 + (571/481)^2) = 2.05 \text{ kN/m}^2$$

Il fabbricato FA01A si trova a una altitudine di 571.00m slm.

Il coefficiente di esposizione  $C_e$  può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in tabella 3.4.I. NTC2018. Per il caso in esame, essendo un tipologico, si assume  $C_e = 1.0$ .

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 27 di 304

Il coefficiente termico  $C_t$  può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1.0$  (3.4.4 - NTC2018).

Il coefficiente di forma della copertura dipende dall'angolo di inclinazione della falda, i valori proposti dalla normativa vigente vengono riportati nella Tab.3.4.II (DM 17 Gennaio 2018):

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Nel caso in esame si ha  $\alpha = 0^\circ$  pertanto:

$$\mu_1 (0^\circ) = 0,8$$

Si assume una distribuzione uniforme del carico da neve per la copertura piana, quindi si ha:

$$q_s = 0.8 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 2.05 = \mathbf{1,64 \text{ kN/m}^2}$$

Poiché la struttura presenta un parapetto si prevede una zona di accumulo nella zona adiacente.

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

Per il caso in esame

$$\mu_s = 0;$$

$$\mu_w = (b_1 + b_2)/2h \leq \gamma h/q_{sk}$$

$$\mu_w = 1.07$$

La lunghezza di accumulo  $l_s = 2h$  con  $h=1.10\text{m}$  altezza del parapetto.

Nel caso in esame si ha che  $l_s = 2.2\text{m} < 5\text{m}$  quindi si procede mediante un'interpolazione lineare di cui si porta lo schema a seguire, il valore di  $\mu_w$  vale 1.36.

Il carico per l'accumulo vale:  $q_s = \mu_w C_e C_t q_{sk} = 0.92 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 2.05 = \mathbf{1.89 \text{ kN/m}^2}$ .

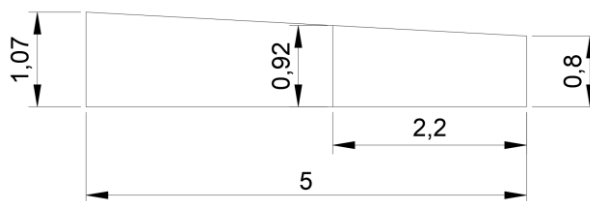


Figura 7-1 interpolazione del valore  $\mu_w$

Questo carico agisce per una fascia di 2.20m a lato del parapetto; tuttavia, essendo la larghezza netta della campata di 5.90m si assume cautelativamente un carico medio distribuito su tutta la copertura  $q_s = \mathbf{1.77 \text{ kN/m}^2}$ .

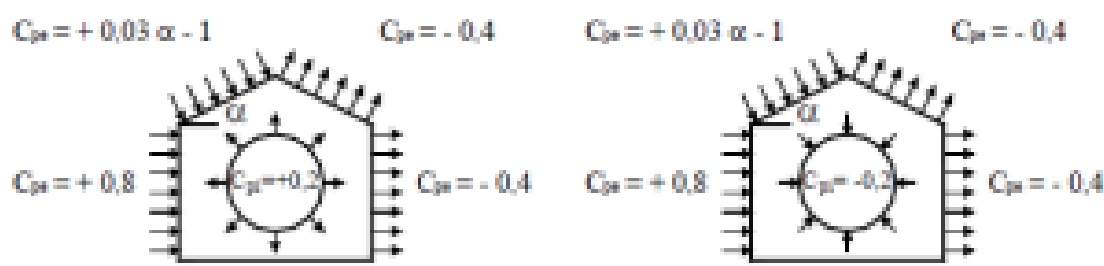




APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 29 di 304



Costruzioni aventi una parete con aperture  
di superficie < 33 % di quella totale



Per il carico sopravvento si assume  $c_p = + 0,8$ ;

per il carico sottovento si assume  $c_p = - 0,4$ ;

in copertura si assume  $c_p = - 0,4$ ;

per costruzioni che hanno una parete con aperture di superficie minore di 1/3 di quella totale, la pressione interna si assumerà  $c_{pi} = \pm 0,2$ .

Azione tangenziale del vento:

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

$$p_f = q_b \cdot C_e \cdot C_f$$

dove:

$q_b$ ,  $C_e$  sono stati definiti precedentemente;

$C_f$  - Coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente.

Dati i coefficienti d'attrito riportati in tabella C3.3.I (Circolare 2019) si assume un valore di 0.02, relativo a superficie scabra (cemento a faccia scabra...). Pertanto, sviluppando l'espressione relativa all'azione tangenziale del vento si ottiene un valore ampiamente trascurabile rispetto alle altre azioni in gioco.

<b>Azione Tangenziale Vento</b>		
$q_b$	0.49	kN/m <sup>2</sup>
$C_e$	1.93	
$C_f$	0.02	
<b><math>p_f</math></b>	<b>0.0189</b>	kN/m <sup>2</sup>

Si riporta di seguito il prospetto delle caratteristiche assunte per la determinazione della pressione normale del vento secondo normativa:

<b>Azione Normale Vento</b>		
Zona	3	
$a_s$	571	m
$a_0$	500	m
$V_{b,0}$	27	m/s
$K_a$	0.02	1/s

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 30 di 304

$V_b(T_R)$	28,42	m/s
$q_b$	0.545	kN/m <sup>2</sup>
Categoria di esposizione sito	II	
$k_r$	0.19	
$Z_0$	0.05	m
$Z_{min}$	4	m
$C_e(Z_{min})$	1.80	
$Z$ (altezza costruzione sul suolo)	5,00	m
$C_d$	1	
$C_e(Z)$	1.93	
$\alpha$ (Inclinazione copertura)	0	°
$C_{p1}$ (Copertura) = -0,4 + 0,2	- 0.2	
$C_{p2}$ (Elementi Verticali - Sopravento) = 0,8 + 0,2	+ 1.0	
$C_{p3}$ (Elementi Verticali – Sottovento) = -0,4 + 0,2	- 0.2	
$p_1$ (Pressione vento in copertura)	- 0,21	kN/m <sup>2</sup>
$p_2$ (Pressione vento elementi verticali - Sopravento)	+ 1,05	kN/m <sup>2</sup>
$p_3$ (Pressione vento elementi verticali - Sottovento)	- 0,21	kN/m <sup>2</sup>

L'azione del vento sui pannelli di tamponamento viene trasmessa alle travi perimetrali e alle travi di fondazione come una forza a metro lineare pari alla pressione del vento precedentemente calcolata ( $p_2$  e  $p_3$ ) per la metà dell'altezza dei pannelli ( $5,00 \times 0,50 = 2,50$  m):

L'azione del vento (depressione) sul solaio viene trasmessa alle travi trasversali lunghe 6.3 m come un carico metro lineare pari a alla pressione del vento precedentemente calcolata  $p_1$  (pressione vento in copertura) per la zona d'influenza delle travi.

Alle travi si applica anche un'azione di momento dovuta alla pressione agente sul parapetto in copertura di  $h=1.10$ m.

Il momento sopravento vale:  $M=1.10 \cdot 1.05 \cdot 0.65=0.75$  kNm/m

Il momento sottovento vale:  $M=1.10 \cdot 0.21 \cdot 0.65=0.15$  kNm/m

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 31 di 304

## 7.6 VARIAZIONI TERMICHE

Nel caso in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto, per gli edifici, della sola componente  $\Delta T_u$ , ricavandola direttamente dalla Tab. 3.5.II delle NTC 2018 che viene riportata nel seguito.

Nel caso in cui la temperatura costituisca, invece, azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura, l'andamento della temperatura T nelle sezioni degli elementi strutturali deve essere valutato più approfonditamente studiando il problema della trasmissione del calore.

**Tabella 3.5.II – Valori di  $\Delta T_u$  per gli edifici**

Tipo di struttura	$\Delta T_u$
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15\text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10\text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25\text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio protette	$\pm 15\text{ }^\circ\text{C}$

Nel caso in esame, , si tiene conto della sola componente  $\Delta T_u$  e in particolare si assume  $\Delta T_u = \pm 15\text{ }^\circ\text{C}$  per tutti gli elementi fuori terra.

## 7.7 EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI

In accordo con quanto previsto nelle "Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari" (Documento RFI n° RFIDTCICIPOSPINF001A) si considera l'effetto aerodinamico associato al passaggio dei treni. Tali prescrizioni si riscontrano anche al punto 5.2 della NTC2018 relativo ai ponti ferroviari. Le azioni possono essere schematizzate mediante carichi equivalenti agenti nelle zone prossime alla testa ed alla coda del treno, il cui valore viene determinato con riferimento alla seguente situazione:

- Superfici verticali parallele al binario (5.2.2.7.1 – NTC2018):

il valore caratteristico dell'azione  $\pm q_{1k}$  agente ortogonalmente alla superficie verticale di facciata del fabbricato viene valutato in funzione della distanza  $a_g$  dall'asse del binario più vicino. Supponendo che la distanza minima da garantire da ostacolo fisso, quale può essere un fabbricato, in assenza di organi respingenti è:

$a_g = 5.00\text{ m}$  (a vantaggio di sicurezza);

a tale valore di  $a_g$  corrisponde il seguente valore dell'azione  $q_{1k}$  prodotta dal passaggio del convoglio, calcolata secondo quanto riportato nella figura seguente in base alla velocità  $V = 300\text{ km/h}$  e con riferimento a treni con forme aerodinamiche sfavorevoli (a vantaggio di sicurezza):

$$q_{1k} = 0.50\text{ kN/m}^2$$



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 33 di 304

- Circ. 21/01/2019, n. 7 par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);
- “Istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari” (rif. RFI-DTC-ICI-PO-SP-INF-001-A) par. 1.1.

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi  $V_R = C_u \times V_N = 112,5$  anni.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissata probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  (3.2 – NTC2018).

La normativa NTC2018 definisce le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  – Accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  – Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$  - Periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei confronti delle azioni sismiche si definiscono due stati limite di esercizio e due ultimi, che sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso (3.2.1 – NTC2018), ai quali corrispondono i seguenti valori dei parametri precedentemente definiti:

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III – NTC2018).

Il terreno su cui insiste la costruzione è stato assimilato ad un sottosuolo di categoria C.

Nel caso in esame si può assumere una categoria topografica  $T_1$  (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ).

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di  $a_g$  variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ .

Lo spettro di risposta elastico orizzontale è descritto dalle seguenti espressioni, riportate al punto 3.2.3.2.1 – NTC2018:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 34 di 304

Poiché il fabbricato è dotato di solai che presentano luce inferiore a 8 m, non è stata considerata la componente verticale dell'azione sismica, come stabilito al punto 7.2.2 delle NTC2018:

Agli stati limite ultimi le capacità dissipative delle strutture possono essere considerate attraverso una riduzione delle forze elastiche, tenendo conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovrarresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

In tal caso lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  considerata con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule 3.2.4 - NTC2018  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura.

Il valore del fattore di struttura  $q$  da utilizzare per ciascuna direzione dell'azione sismica dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato mediante la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

dove:

$q_0$  è il valore massimo del fattore di struttura

$K_R$  è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione.

Un problema importante è la scelta del valore base del coefficiente di comportamento  $q_0$ , che risulta legato alla tipologia strutturale ed al livello di duttilità attesa. Osservando le tipologie strutturali riportate al punto 7.4.3.1 – NTC2018 si evince che l'edificio in esame può essere riconducibile ad un sistema a pendolo inverso intelaiato monopiano.

Per quanto riguarda il livello di duttilità attesa, si stabilisce di progettare il fabbricato in accordo con un comportamento strutturale dissipativo caratterizzato da Classe di Duttilità bassa (CD" B").

Pertanto, in base al punto 7.4.3.2 delle NTC 2018, il coefficiente di comportamento  $q_0$  può essere valutato come segue:

$$q_0 = 2.5$$

Essendo, poi, la struttura REGOLARE IN ALTEZZA si può assumere  $K_R=1$ .

Pertanto, il fattore di struttura al quale si farà riferimento per la definizione dello spettro di progetto è  $q = 2,5$ .

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ .

Per una costruzione di Classe III, devono essere effettuate le verifiche riportate nella seguente tabella, estrapolata dalla tabella C7.1.I contenuta nella Circolare 2019:

Stato limite	Descrizione della prestazione	Riferimento norme D.M.17/01/2018	$\eta$
SLO	Contenimento del danno degli elementi non strutturali (spostamenti di interpiano)	§7.3 §7.3.6	1
SLD	Resistenza degli elementi strutturali	§7.3 §7.3.6	2/3
SLV	Resistenza delle strutture	§7.3 §7.3.6	1/q
	Duttilità delle strutture	§7.3 §7.3.6	
	Assenza di collasso fragile ed espulsione di elementi non strutturali	§7.3 §7.3.6	

Gli spettri di progetto agli stati limite SLD, SLV e SLO sono stati determinati facendo riferimento alla condizione sismica peggiore per i piazzali dove ricadono i fabbricati, quest'ultima si presenta alle coordinate sotto riportate, relative al piazzale RI 13:

- Longitudine: 15,08914°,

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 35 di 304

- Latitudine: 41,086378°,

Risulta per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) quanto segue.

Accelerazione di riferimento ag/g	categoria sottosuolo	categoria topografica	Vita Nominale	Classe d'uso	Accelerazione massima attesa al sito amax/g
<b>0,381</b>	<b>C</b>	<b>T1</b>	<b>75</b>	<b>III</b>	<b>0,448</b>

Figura 7-2 Azione sismica di riferimento

### 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

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER M-NEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>36 di 304</b>

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   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"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato  info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo  info  $S_B = 1,177$   $C_C = 1,400$  info

Categoria topografica  info  $h/H = 1,000$   $S_T = 1,000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento  $\xi$  (%)   $\eta = 1,000$  info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_b$   Regol. in altezza  info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore  $q_v$    $\eta = 1,000$  info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 37 di 304

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,381 g
$F_a$	2,290
$T_c$	0,419 s
$S_s$	1,177
$C_c$	1,400
$S_T$	1,000
$q$	2,500

#### Parametri dipendenti

$S$	1,177
$\eta$	0,400
$T_B$	0,195 s
$T_C$	0,586 s
$T_D$	3,123 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_a} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  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	0,448
$T_B \leftarrow$	0,195	0,410
$T_C \leftarrow$	0,586	0,410
	0,707	0,340
	0,827	0,291
	0,948	0,254
	1,069	0,225
	1,190	0,202
	1,311	0,183
	1,432	0,168
	1,552	0,155
	1,673	0,144
	1,794	0,134
	1,915	0,126
	2,036	0,118
	2,156	0,111
	2,277	0,106
	2,398	0,100
	2,519	0,095
	2,640	0,091
	2,760	0,087
	2,881	0,083
	3,002	0,080
$T_D \leftarrow$	3,123	0,077
	3,165	0,076
	3,206	0,076
	3,248	0,076
	3,290	0,076
	3,332	0,076
	3,374	0,076
	3,415	0,076
	3,457	0,076
	3,499	0,076
	3,541	0,076
	3,582	0,076
	3,624	0,076
	3,666	0,076
	3,708	0,076
	3,749	0,076
	3,791	0,076
	3,833	0,076
	3,875	0,076
	3,916	0,076
	3,958	0,076
	4,000	0,076

La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dell

Figura 7-3 Parametri sismici per la definizione dello spettro di progetto in SLV

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>38 di 304</b>

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
 Stato Limite considerato **SLD** info

---

**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo **C** info       $S_D = 1,500$        $C_D = 1,507$  info  
 Categoria topografica **T1** info       $h/H = 1,000$        $S_T = 1,000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

---

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE)      Smorzamento  $\xi$  (%) **5**       $\eta = 1,000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU)      Fattore  $q_o$  **1,5**      Regol. in altezza **si** info

---

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto      Fattore  $q$  **1**       $\eta = 1,000$  info

---

**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta ▶▶  
 Parametri e punti spettri di risposta ▶▶

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

**Spettri di risposta**

$S_{d,o}$  [g]  
 $S_{d,v}$  [g]  
 $S_e$  [g]

T [s] 4

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 39 di 304

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLD

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0,129 g
$F_o$	2,316
$T_c$	0,334 s
$S_s$	1,500
$C_c$	1,507
$S_T$	1,000
$q$	1,500

#### Parametri dipendenti

$S$	1,500
$\eta$	0,667
$T_B$	0,168 s
$T_C$	0,504 s
$T_D$	2,115 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_c(T)$  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	0,193
$T_B$ ←	0,168	0,298
$T_C$ ←	0,504	0,298
	0,581	0,259
	0,657	0,228
	0,734	0,205
	0,811	0,185
	0,887	0,169
	0,964	0,156
	1,041	0,144
	1,117	0,134
	1,194	0,126
	1,271	0,118
	1,348	0,111
	1,424	0,105
	1,501	0,100
	1,578	0,095
	1,654	0,091
	1,731	0,087
	1,808	0,083
	1,884	0,080
	1,961	0,077
	2,038	0,074
$T_D$ ←	2,115	0,071
	2,204	0,065
	2,294	0,060
	2,384	0,056
	2,474	0,052
	2,563	0,048
	2,653	0,045
	2,743	0,042
	2,833	0,040
	2,923	0,037
	3,012	0,035
	3,102	0,033
	3,192	0,031
	3,282	0,029
	3,372	0,028
	3,461	0,026
	3,551	0,025
	3,641	0,024
	3,731	0,023
	3,820	0,022
	3,910	0,021
	4,000	0,020

La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dell'

Figura 7-4 Parametri sismici per la definizione dello spettro di progetto in SLD

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>40 di 304</b>

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
 Stato Limite considerato **SLO** info

**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo **C** info                       $S_D = 1,500$                        $C_C = 1,530$  info  
 Categoria topografica **T1** info                       $h/H = 1,000$                        $S_T = 1,000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE)                      Smorzamento  $\xi$  (%) **5**                       $\eta = 1,000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU)                      Fattore  $q_d$  **1**                      Regol. in altezza **si** info

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto                      Fattore  $q_v$  **1**                       $\eta = 1,000$  info

**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta ||>>>  
 Parametri e punti spettri di risposta ||>>>

**Spettri di risposta**

$S_{d,o}$  [g] 0,40

$S_{d,v}$  [g] 0,35

$S_e$  [g] 0,30

Spettro di progetto - componente orizzontale  
 Spettro di progetto - componente verticale  
 Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

**INTRO**
**FASE 1**
**FASE 2**
**FASE 3**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 41 di 304

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLO

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
$a_g$	0,097 g
$F_0$	2,328
$T_C$	0,320 s
$S_B$	1,500
$C_C$	1,530
$S_T$	1,000
$q$	1,000

#### Parametri dipendenti

$S$	1,500
$\eta$	1,000
$T_B$	0,163 s
$T_C$	0,489 s
$T_D$	1,989 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

#### 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  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $\eta/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,146
$T_B$	0,163	0,339
$T_C$	0,489	0,339
	0,560	0,296
	0,632	0,263
	0,703	0,236
	0,775	0,214
	0,846	0,196
	0,917	0,181
	0,989	0,168
	1,060	0,156
	1,132	0,147
	1,203	0,138
	1,274	0,130
	1,346	0,123
	1,417	0,117
	1,489	0,111
	1,560	0,106
	1,632	0,102
	1,703	0,097
	1,774	0,094
	1,846	0,090
	1,917	0,087
$T_D$	1,989	0,083
	2,084	0,076
	2,180	0,069
	2,276	0,064
	2,372	0,059
	2,468	0,054
	2,563	0,050
	2,659	0,047
	2,755	0,043
	2,851	0,041
	2,946	0,038
	3,042	0,036
	3,138	0,034
	3,234	0,032
	3,330	0,030
	3,425	0,028
	3,521	0,027
	3,617	0,025
	3,713	0,024
	3,808	0,023
	3,904	0,022
	4,000	0,021

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Figura 7-5 Parametri sismici per la definizione dello spettro di progetto in SLO

Gli effetti dell'azione sismica vengono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali dovuti al peso proprio ( $G_1$ ), ai sovraccarichi permanenti ( $G_2$ ) e a un'aliquota ( $1/2$ ) dei sovraccarichi accidentali ( $Q_k$ ):

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>42 di 304</b>

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

I valori dei coefficienti  $\psi_{2j}$  sono riportati nella Tabella 2.5.I – NTC2018. Nel caso in esame i sovraccarichi accidentali che possono essere sottoposti ad eccitazione sismica sono:

- per il solaio di copertura, la neve ed il vento per copertura presentano  $\psi_{2j} = 0$ ;
- per il solaio di copertura, il sovraccarico variabile agente presenta  $\psi_{2j} = 0$ .

Per tener conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa deve essere attribuita un'eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Per gli edifici, gli effetti dell'eccentricità accidentale del centro di massa possono essere determinati mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo. In assenza di più accurate determinazioni l'eccentricità accidentale in ogni direzione non può essere considerata inferiore a 0.05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica.

Gli effetti delle forze equivalenti dovute all'eccentricità accidentale, vengono portati in conto nella combinazione sismica, sommandoli al contributo delle sollecitazioni che si ottengono a valle dell'analisi dinamica lineare con spettro di risposta.

Come metodo di analisi per determinare gli effetti dell'azione sismica si è scelto di utilizzare l'analisi dinamica lineare o analisi modale con spettro di risposta, nella quale l'equilibrio è trattato dinamicamente e l'azione sismica è modellata direttamente attraverso lo spettro di progetto.

L'analisi dinamica lineare consiste:

- nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale);
- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- nella combinazione di questi effetti.

Come prescritto dalle NTC 2018 al paragrafo 7.3.3.1, devono essere considerati tutti i modi di vibrare con massa partecipante significativa. È opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%. Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi, deve essere utilizzata una combinazione quadratica completa (CQC) degli effetti relativi a ciascun modo, secondo quanto definito al punto 7.3.3.1 delle NTC2018.

La risposta della struttura viene calcolata separatamente per ciascuna delle due componenti dell'azione sismica orizzontale; gli effetti sulla struttura, in termini di sollecitazioni e spostamenti, sono poi combinati applicando le seguenti espressioni:

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y$$

$$1.00 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_x$$

Si è infine provveduto a combinare gli effetti dell'analisi spettrale ai differenti stati limiti con quelli provocati dalle forze equivalenti all'eccentricità accidentale.

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI              GCF ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 43 di 304

## 7.9 AZIONI RIEPILOGATIVE SULLE TRAVI

In forma riepilogativa si riportano i carichi che agiscono sulle travi, tali carichi insistono sulle travi mediante l'area di influenza dei solai che sostengono.

tipo di carico	Carico kN/m <sup>2</sup>	dimensioni campate [m]	
		L1	L2
<b>predalle</b>	3	4,2	5,7
<b>trave</b>	<b>carico su trave</b>	<b>Area di influenza</b>	
T1=T8	6,30 kN/m	2,1 m <sup>2</sup>	
T2=T3=T4=T7	12,60 kN/m	4,2 m <sup>2</sup>	
T5=T6	14,85 kN/m	4,95 m <sup>2</sup>	

tipo di carico	Carico kN/m <sup>2</sup>	dimensioni campate [m]	
		L1	L2
<b>Permanente copertura</b>	4,15	4,2	5,7
<b>trave</b>	<b>carico su trave</b>	<b>Area di influenza</b>	
T1=T8	8,72 kN/m	2,1 m <sup>2</sup>	
T2=T3=T4=T7	17,43 kN/m	4,2 m <sup>2</sup>	
T5=T6	20,54 kN/m	4,95 m <sup>2</sup>	

tipo di carico	Carico kN/m <sup>2</sup>	dimensioni campate [m]	
		L1	L2
<b>Manutenzione</b>	1	4,2	5,7
<b>trave</b>	<b>carico su trave</b>	<b>Area di influenza</b>	
T1=T8	2,10 kN/m	2,1 m <sup>2</sup>	
T2=T3=T4=T7	4,20 kN/m	4,2 m <sup>2</sup>	
T5=T6	4,95 kN/m	4,95 m <sup>2</sup>	

tipo di carico	Carico kN/m <sup>2</sup>	dimensioni campate [m]	
		L1	L2
<b>Neve</b>	1,77	4,2	5,7
<b>trave</b>	<b>carico su trave</b>	<b>Area di influenza</b>	
T1=T8	3,72 kN/m	2,1 m <sup>2</sup>	
T2=T3=T4=T7	7,43 kN/m	4,2 m <sup>2</sup>	
T5=T6	8,76 kN/m	4,95 m <sup>2</sup>	

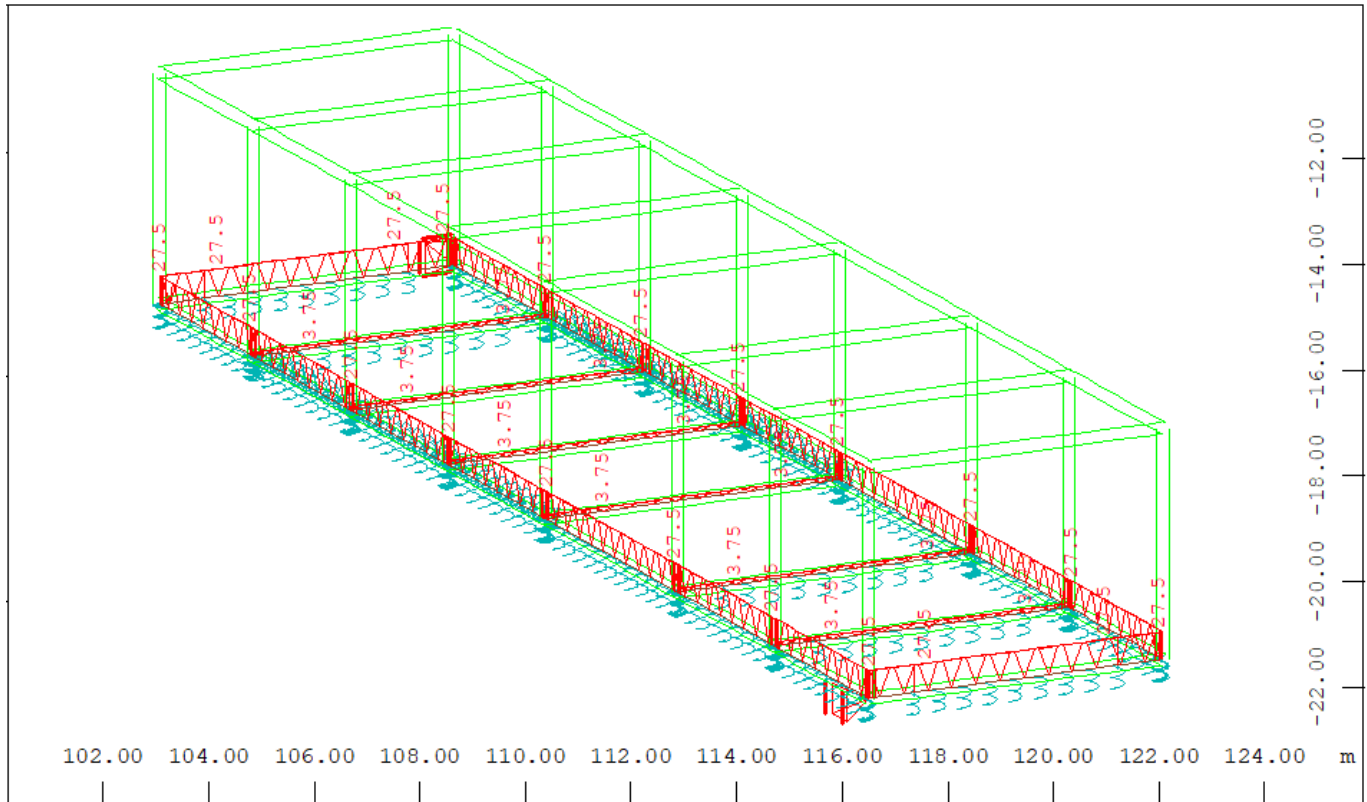
tipo di carico	Carico kN/m <sup>2</sup>	dimensioni campate [m]	
		L1	L2
<b>Vento</b>	0,21	4,2	5,7
<b>trave</b>	<b>carico su trave</b>	<b>Area di influenza</b>	
T1=T8	0,44 kN/m	2,1 m <sup>2</sup>	
T2=T3=T4=T7	0,88 kN/m	4,2 m <sup>2</sup>	
T5=T6	1,04 kN/m	4,95 m <sup>2</sup>	

Alle travi secondarie ai soli fini statici (SLU) è stato applicato un carico pari alla striscia di solaio direttamente connessa.





<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 45 di 304



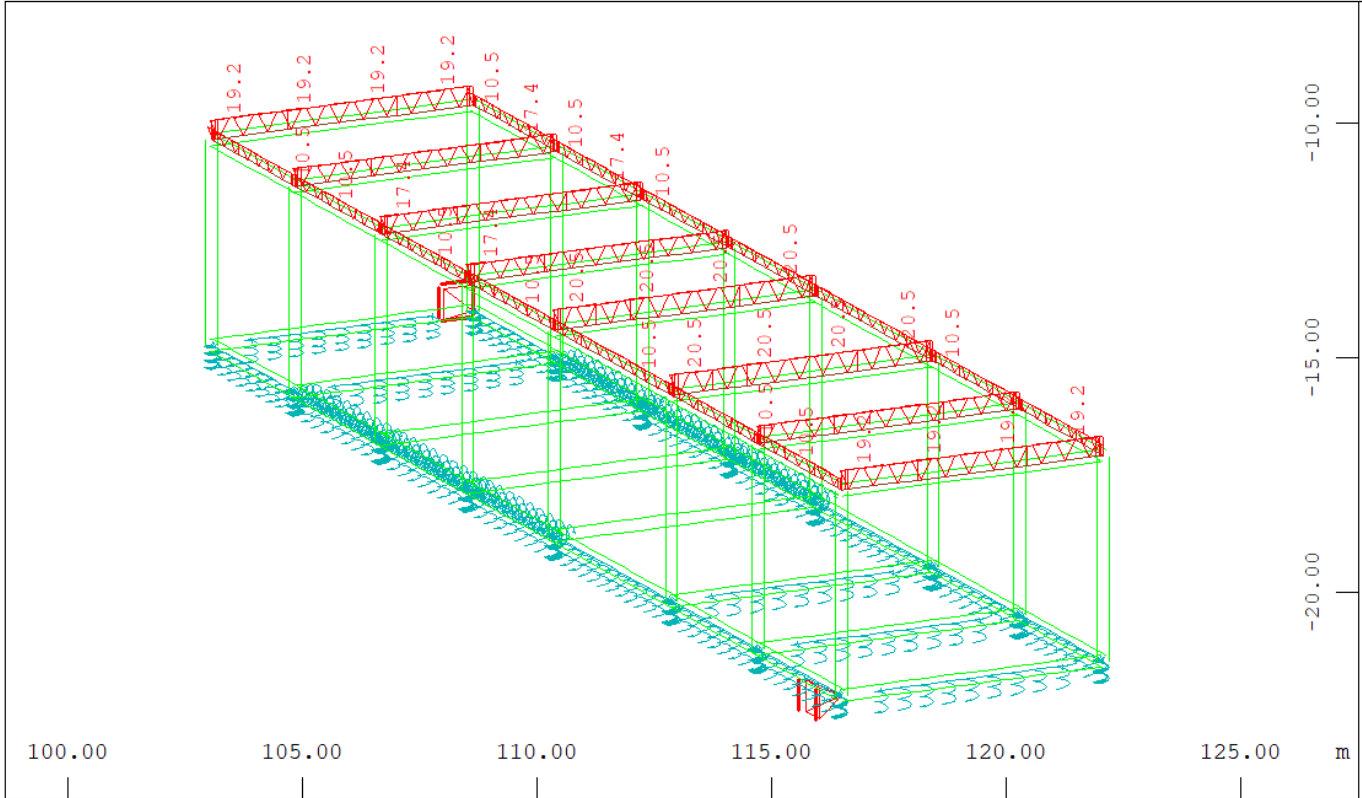
Z Sector of system Group 10...12 20...23 30...33 40...42 50...52 M 1 : 203  
 Y 60...62 X \* 0.502  
 All loads, Loadcase 22 PP fond , (1 cm 3D = unit) Beam line Y \* 0.906  
 Z \* 0.962

**Figura 7-7 Peso proprio fondazioni**

**Nota**

il peso delle fondazioni non è stato attribuito automaticamente dal software, poiché nell'eseguire l'analisi modale e eccitare almeno 85% della struttura, il peso delle fondazioni sono state trascurate.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ CL	<b>DOCUMENTO</b> FA01A0 000	<b>REV.</b> C	<b>FOGLIO</b> 46 di 304



Z  
Y  
X

Sector of system Group 10...12 20...23 30...33 40...42 50...52  
 60...62  
 All loads, Loadcase 2 G2 , (1 cm 3D = unit) Beam line load

M 1 : 228  
 X \* 0.502  
 Y \* 0.906  
 Z \* 0.962

**Figura 7-8 Peso permanente portato**

APPALDATTORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A            NET ENGINEERING    PINI            GCF ELETTRI-FER            M-NGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 47 di 304

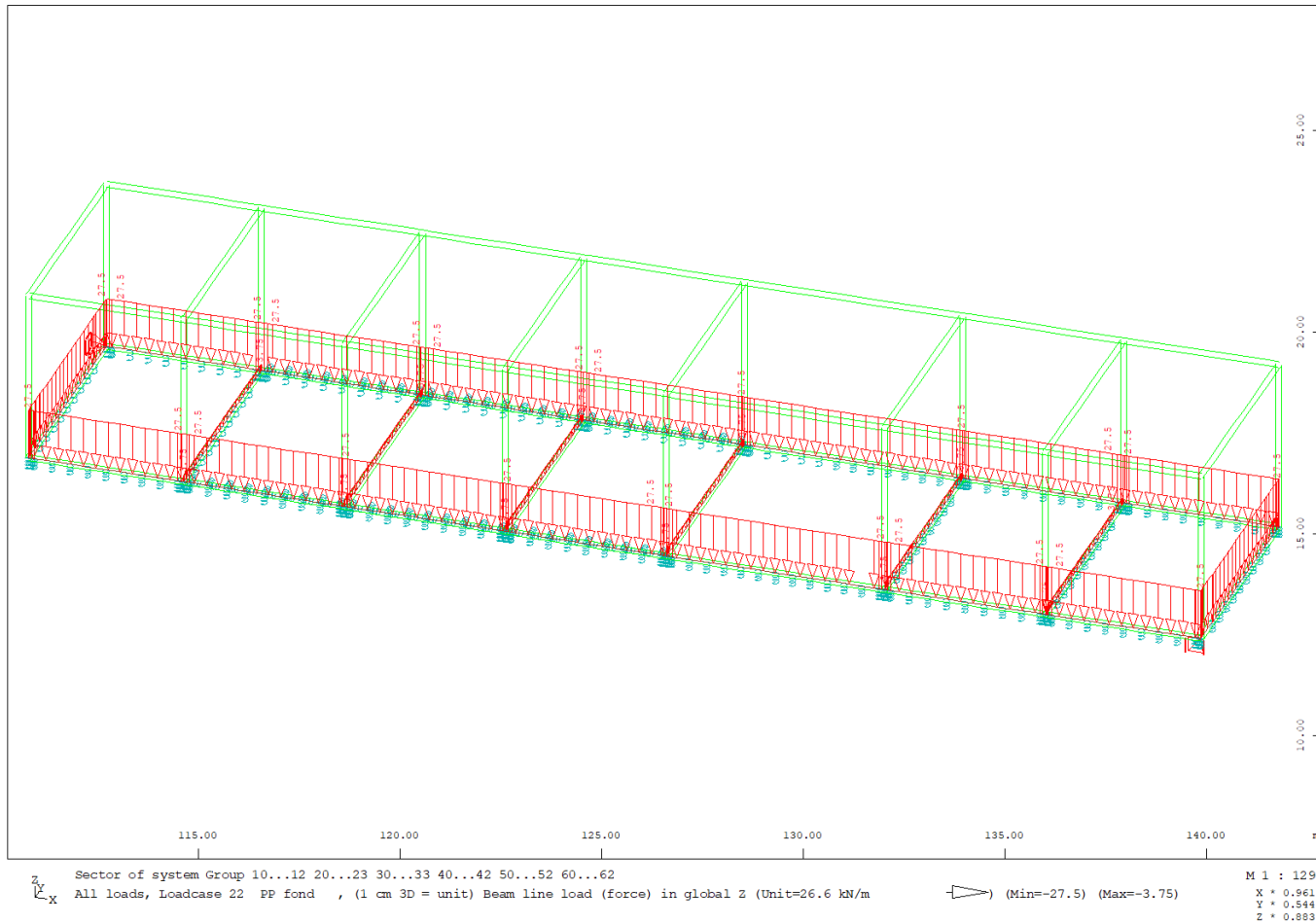
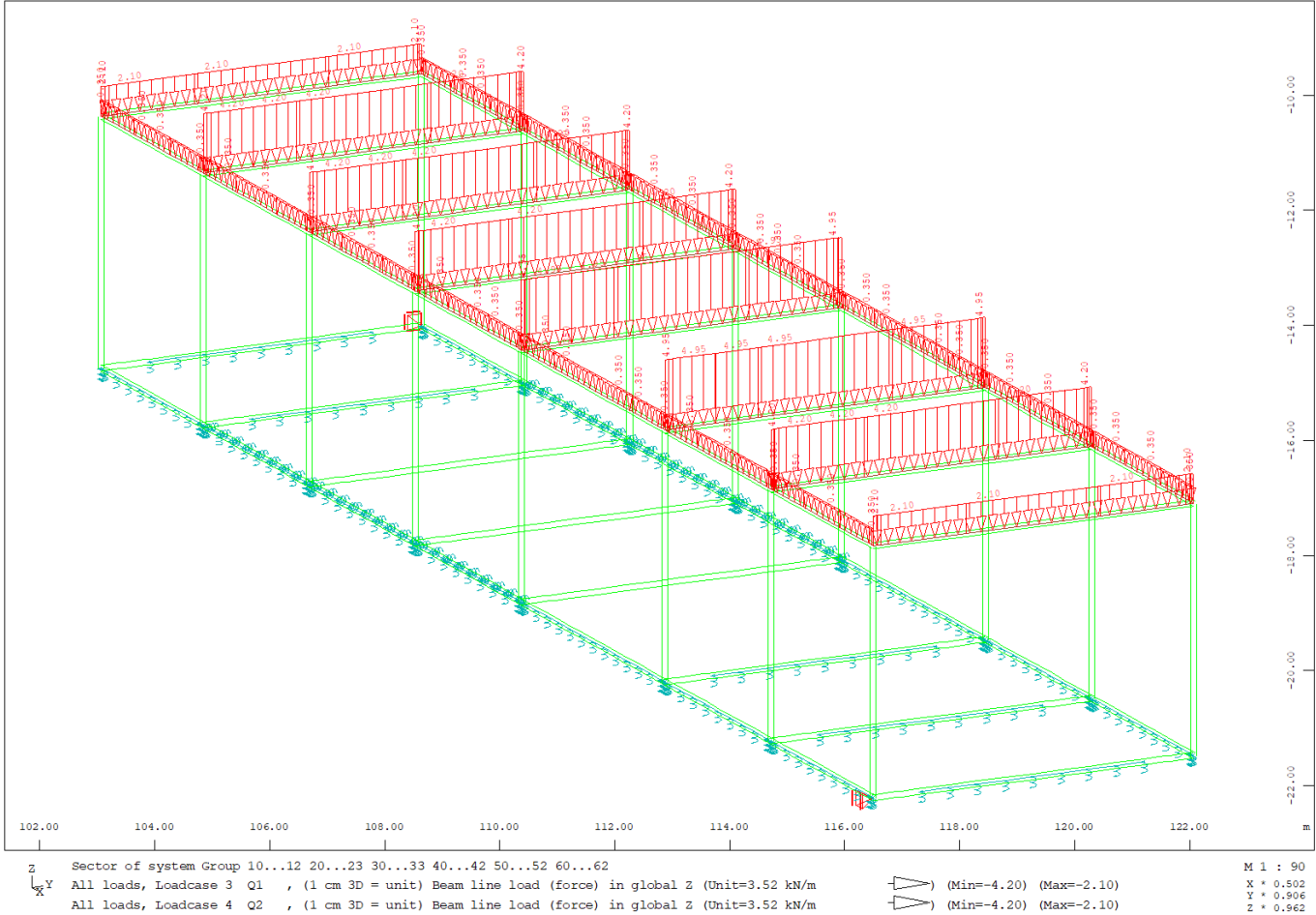


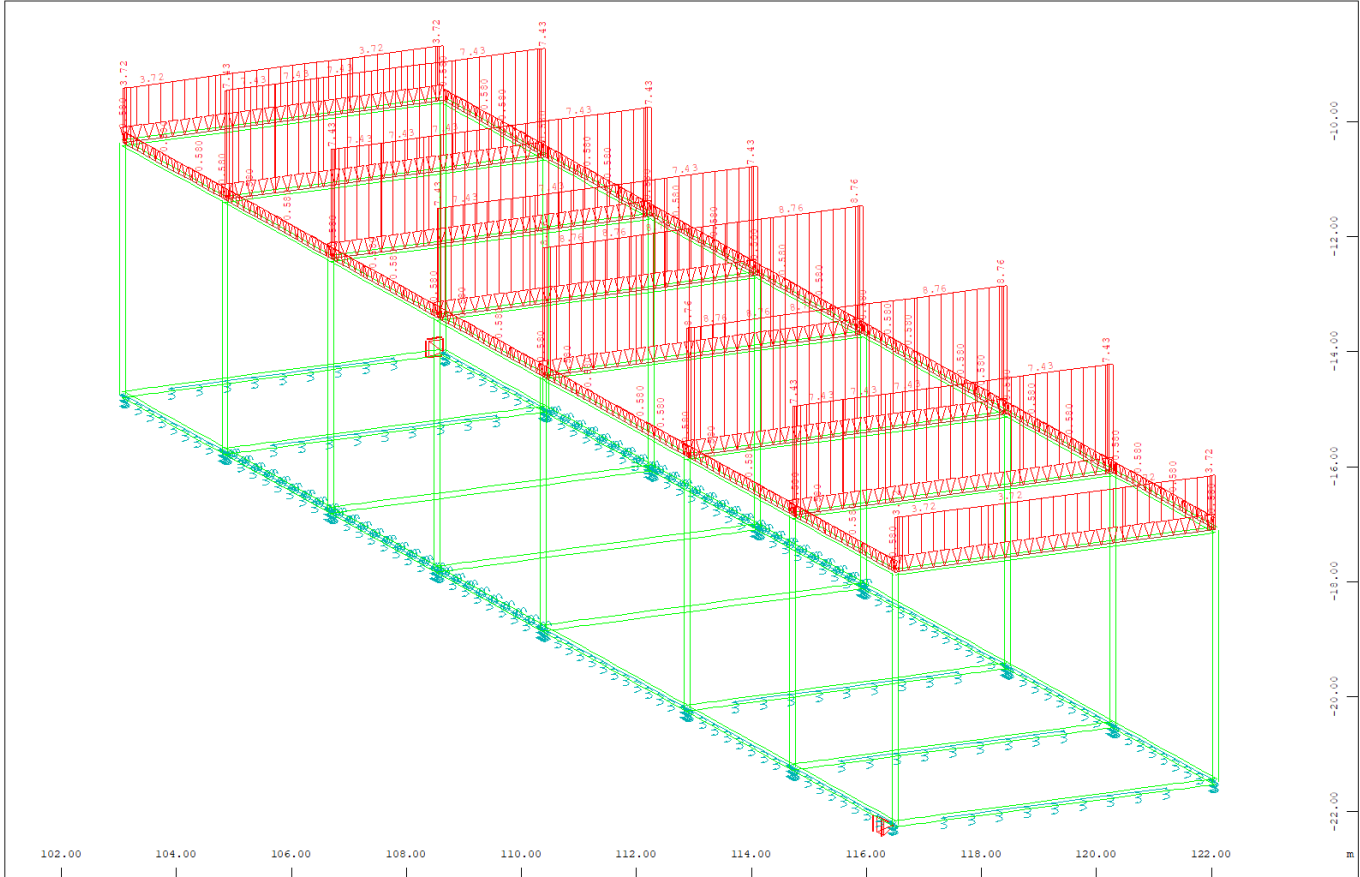
Figura 7-9 Peso portato in fondazioni

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                  M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>48 di 304</b>



**Figura 7-10 Carico manutenzione**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                  M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>49 di 304</b>

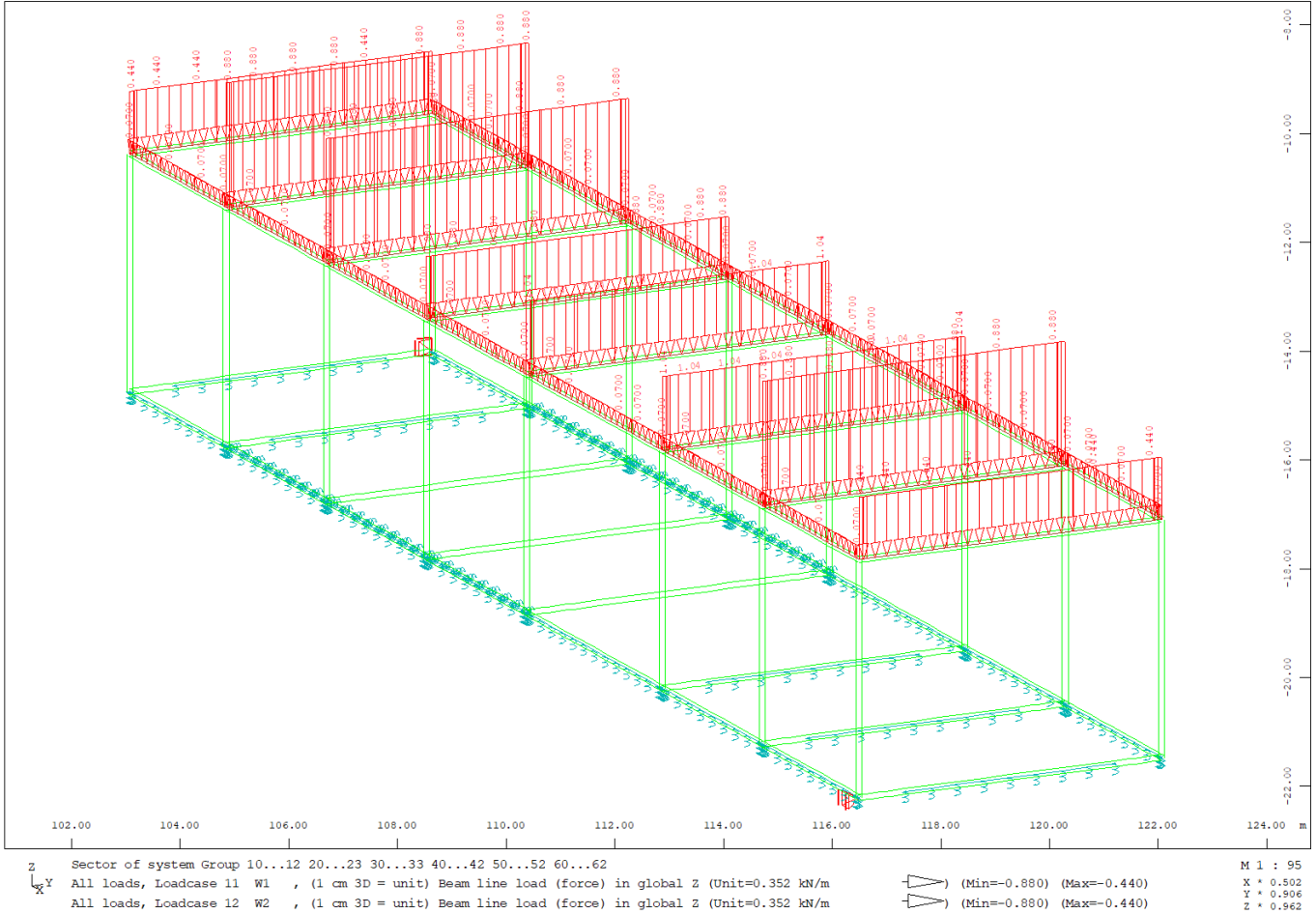


z Sector of system Group 10...12 20...23 30...33 40...42 50...52 60...62  
 Y All loads, Loadcase 7 N1 , (1 cm 3D = unit) Beam line load (force) in global Z (Unit=3.52 kN/m)      (Min=-7.43) (Max=-3.72)  
 X All loads, Loadcase 8 N2 , (1 cm 3D = unit) Beam line load (force) in global Z (Unit=3.52 kN/m)      (Min=-7.43) (Max=-3.72)

M 1 : 93  
 X \* 0.502  
 Y \* 0.906  
 Z \* 0.962

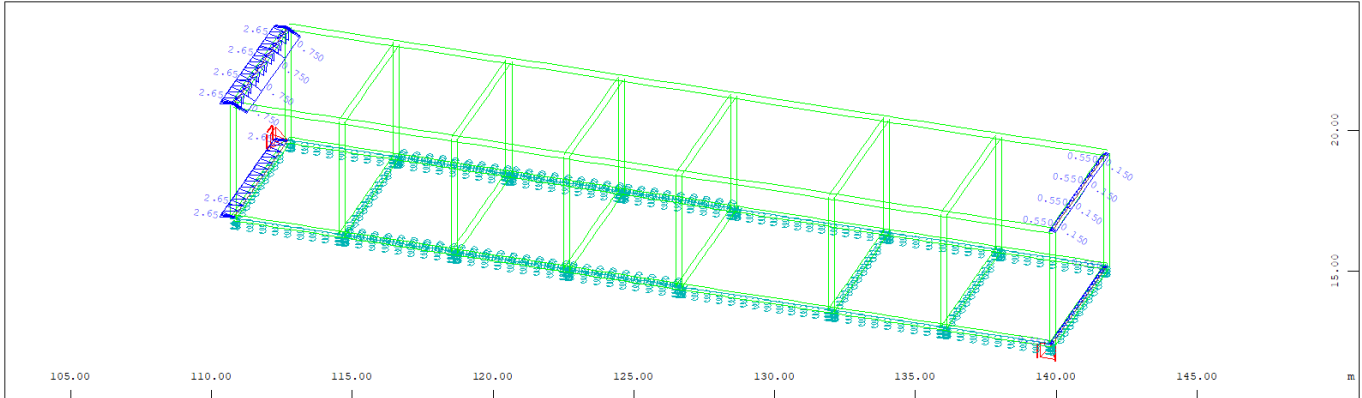
**Figura 7-11 Carico neve**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E Z Z CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>50 di 304</b>

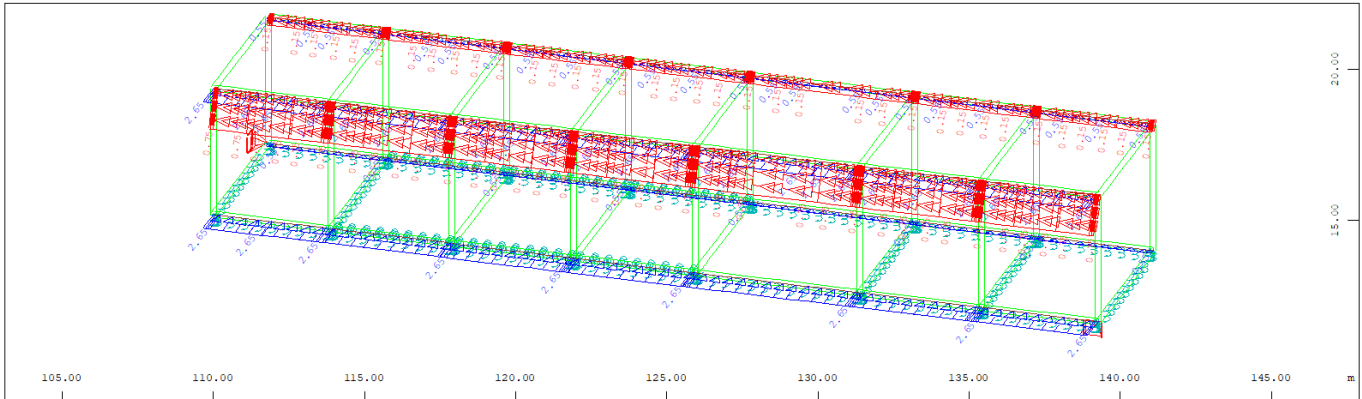


**Figura 7-12 Carico vento**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>51 di 304</b>



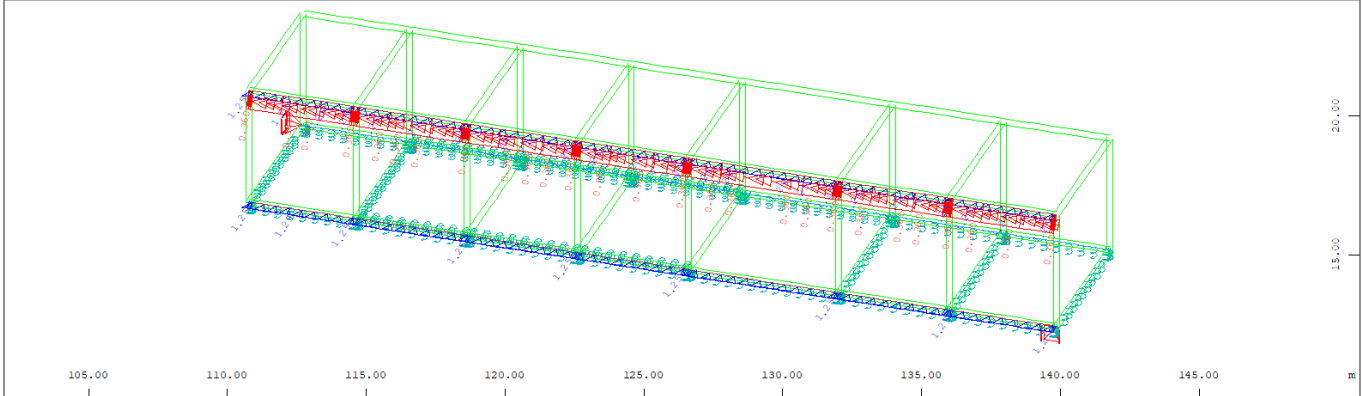
Sector of system Group 10...12 20...23 30...33 40...42 50...52 60...62  
 All loads, Loadcase 15 Wx , (1 cm 3D = unit) Beam line load (force) in global X (Unit=10.3 kN/m,Max=2.65)       $\blacktriangleright$ , Beam line load  
 (moment) about global Y (Unit=2.57 kNm/m,Max=0.750)       $\blacktriangleright$   
 M 1 : 190  
 X \* 0.961  
 Y \* 0.544  
 Z \* 0.983



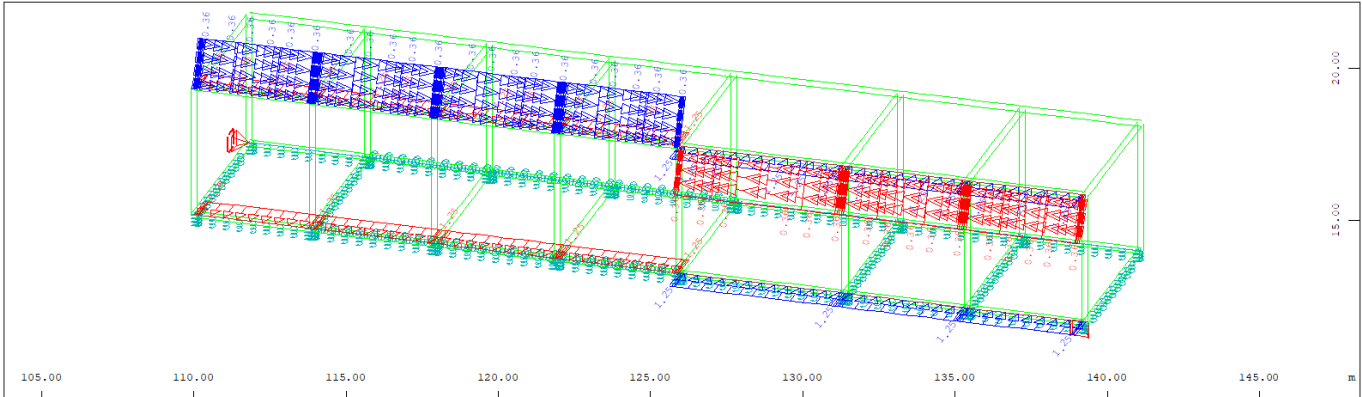
Sector of system Group 10...12 20...23 30...33 40...42 50...52 60...62  
 All loads, Loadcase 16 Wy , (1 cm 3D = unit) Beam line load (force) in global Y (Unit=3.92 kN/m,Max=2.65)       $\blacktriangleright$ , Beam line load  
 (moment) about global X (Unit=0.980 kNm/m,Min=-0.750 Max=-0.150)       $\blacktriangleright$   
 M 1 : 177  
 X \* 0.963  
 Y \* 0.478  
 Z \* 0.918

**Figura 7-13 Pressione vento su facciate (Wx e Wy)**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>52 di 304</b>



$\begin{matrix} Z \\ \downarrow \\ X \end{matrix}$  Sector of system Group 10...12 20...23 30...33 40...42 50...52 60...62  
 All loads, Loadcase 17 Aero 1 , (1 cm 3D = unit) Beam line load (force) in global Y (Unit=5.15 kN/m,Max=1.25)  $\Rightarrow$ , Beam line load  
 (moment) about global X (Unit=1.03 kNm/m,Min=-0.360 Max=-0.360)  $\Rightarrow$  M 1 : 193  
 $\begin{matrix} X * 0.961 \\ Y * 0.544 \\ Z * 0.853 \end{matrix}$



$\begin{matrix} Z \\ \downarrow \\ X \end{matrix}$  Sector of system Group 10...12 20...23 30...33 40...42 50...52 60...62  
 All loads, Loadcase 18 Aero 2 , (1 cm 3D = unit) Beam line load (force) in global Y (Unit=1.96 kN/m,Min=-1.25 Max=1.25)  $\Rightarrow$ , Beam  
 line load (moment) about global X (Unit=0.392 kNm/m,Min=-0.360 Max=0.360)  $\Rightarrow$  M 1 : 176  
 $\begin{matrix} X * 0.963 \\ Y * 0.478 \\ Z * 0.918 \end{matrix}$

**Figura 7-14 Pressione dovuta al passaggio dei convogli**



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>53 di 304</b>

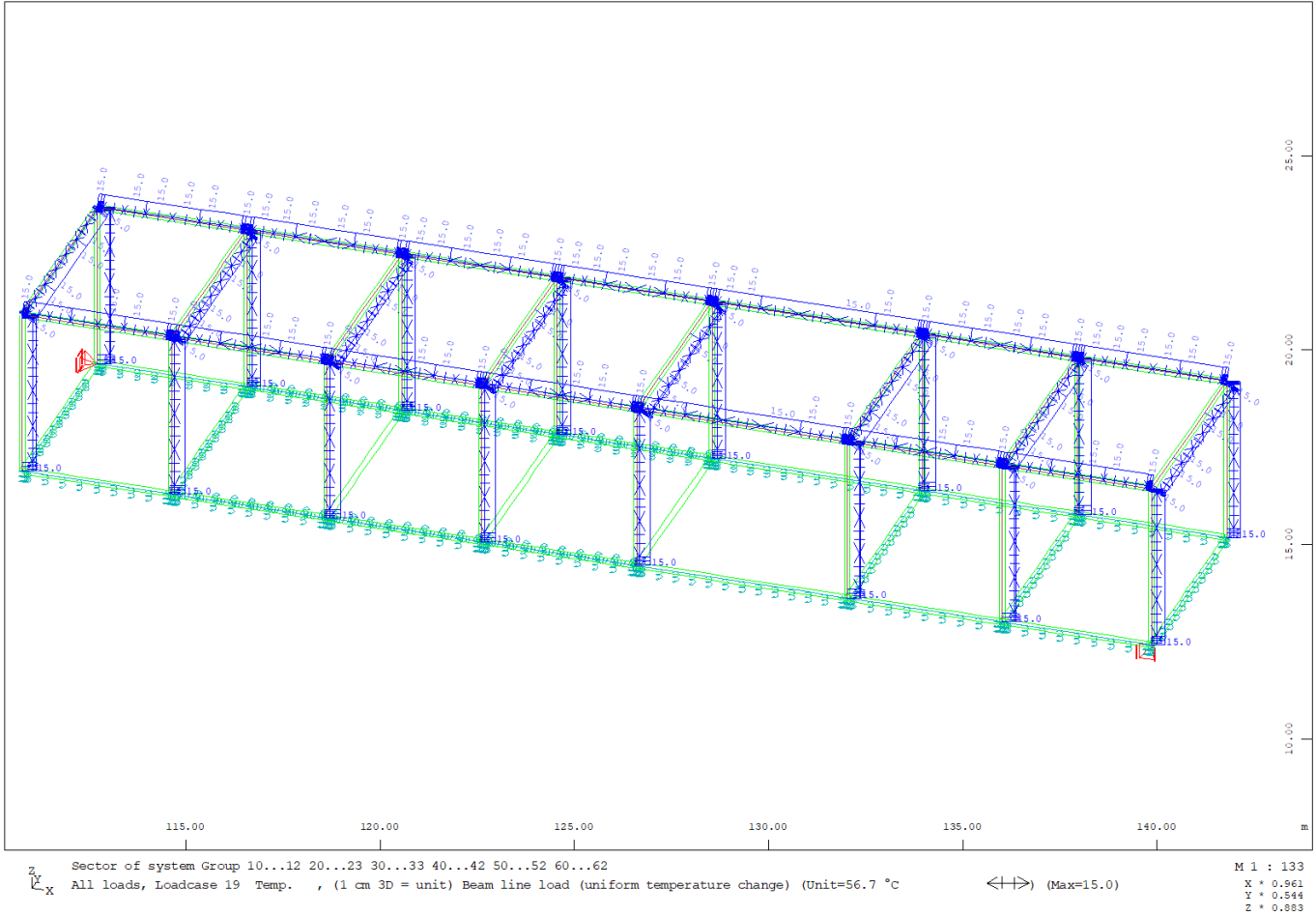


Figura 7-15 Azione termica

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 54 di 304

## 8 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2018).

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (frequente), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (quasi permanente), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Dove:

- Azioni Permanenti (G);
- Azioni Variabili (Q);
- Azioni di Precompressione (P);
- Azioni Eccezionali (A);
- Azioni Sismiche (E);

Le combinazioni delle azioni che sono state adottate per lo SLU sono riportate nelle tabelle seguenti, indicando nella casella, corrispondente all'azione coinvolta, il moltiplicatore dei carichi in funzione della combinazione considerata. Per quanto riguarda le azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli, sono stati utilizzati coefficienti di combinazione  $\Psi$  riportati nella tabella 5.2.VI delle NTC2018.

Si precisa che, data la simmetria della struttura, si sono individuate le combinazioni delle azioni tali da risultare maggiormente gravose e sbilanciati per la costruzione in esame.

Per quanto concerne la combinazione delle altre azioni con l'azione sismica è necessario garantire il rispetto degli stati limite, quali definiti al punto 3.2.1 – NTC2018, effettuando opportune verifiche di sicurezza. Ciascuna di esse garantisce, per ogni stato limite, quindi per il corrispettivo livello di azione sismica, il raggiungimento di una data prestazione da parte della costruzione nel suo complesso. Le verifiche di sicurezza da effettuare sono riepilogate in funzione della classe d'uso nella tabella C7.1.1 – Circolare 2019. A riguardo, si evidenzia che le verifiche allo stato limite di collasso (SLC) devono essere eseguite necessariamente sulle sole costruzioni provviste di isolamento sismico.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 55 di 304

## 8.1 RIEPILOGO AZIONI

Si riporta il riepilogo delle Azioni con i coefficienti di sicurezza che saranno adottati nelle combinazioni.

Action	description	Partition	Superposition	Y-u	Y-f	Y-a	ψ0	ψ1	ψ2
AERO	Aerodinamica treno	Q (Variable)	EXCL exclusive within category	1	0	1	0	0	0
D	SPETTRO SLD	Q (Variable)	EXEX exclusive within action	1	0	1	1	1	1
O	SPETTRO SLO	Q (Variable)	EXEX exclusive within action	1	0	1	1	1	1
V	SPETTRO SLV	Q (Variable)	EXEX exclusive within action	1	0	1	1	1	1
G_1	G1	G (Permanent)	PERC permanent with individual factors	1	0	1	1	1	1
G_2	Permanenti non strutturali	G (Permanent)	PERC permanent with individual factors	1,5	0	1	1	1	1
Q_H	Coperture	Q (Variable)	COND conditional	1,5	0	1	0	0	0
S	snow loading	Q (Variable)	COND conditional	1,5	0	1	0,5	0,2	0
T	temperature loading	Q (Variable)	UNSI conditional with unfavourable sign	1,5	0	1	0,6	0,5	0
W	wind loading	Q (Variable)	COND conditional	1,5	0	1	0,6	0,2	0
WH	Wind_Horiz	Q (Variable)	EXCL exclusive within category	1,5	0	1	0,6	0,2	0

Nr.	Title	Action	Factor of dead weight	Y-u	Y-f	Y-a	ψ0	ψ1	ψ2
1	G1	G_1 Permanenti strutturali	1	1,35	1	1	1	1	1
2	G2	G_2 Permanenti non strutturali	0	1,5	0	1	1	1	1
3	Q1	G_3 Altre azioni Permanenti	0	1,35	1	1	1	1	1
4	Q2	Q_H Coperture	0	1,5	0	1	0	0	0
5	Q3	Q_H Coperture	0	1,5	0	1	0	0	0
6	Q4	Q_H Coperture	0	1,5	0	1	0	0	0
7	U4	Q_H Coperture	0	1,5	0	1	0	0	0
8	N1	S snow loading	0	1,5	0	1	0,5	0,2	0
9	N2	S snow loading	0	1,5	0	1	0,5	0,2	0
10	N3	S snow loading	0	1,5	0	1	0,5	0,2	0
11	N4	S snow loading	0	1,5	0	1	0,5	0,2	0
12	W1	W wind loading	0	1,5	0	1	0,6	0,2	0
13	W2	W wind loading	0	1,5	0	1	0,6	0,2	0
21	W3	W wind loading	0	1,5	0	1	0,6	0,2	0
22	W4	W wind loading	0	1,5	0	1	0,6	0,2	0
23	Wx	WH Wind_Horiz	0	1,5	0	1	0,6	0,2	0
24	Wy	WH Wind_Horiz	0	1,5	0	1	0,6	0,2	0
25	Aero 1	Aero Aerodinamica treno	0	1,5	0	1	0,8	0,5	0
26	Aero 2	Aero Aerodinamica treno	0	1,5	0	1	0,8	0,5	0
27	Temp	T Temperature	0	1,5	0	1	0,6	0,5	0

Le azioni sismiche e le azioni termiche vengono al loro volta combinate con le regole opportune. Si utilizza una task apposita che permette di creare in automatico, partendo dai casi di carico descritti nell'immagine precedente, i nuovi casi di carico relativi alla combinazione:

Combinazione sismica:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>56 di 304</b>

```
+prog maxima urs:78.6 $ Define comb. Y_V
head Define comb. Y_V
ctrl warn 83
```

```
echo no no
```

```
COMB 427 EARQ BASE 42700 TYPE Y_V TITL 'Y_MODALV' $ combination earthquake
```

```
ACT V
```

```
loop#i0 #NPDS
```

```
LC 9100+#i0 A1 1.0 ; LC 9200+#i0 F 0.3 ;
LC 9100+#i0 A1 1.0 ; LC 9200+#i0 F 0.3 ;
LC 9100+#i0 A1 1.0 ; LC 9200+#i0 F -0.3 ;
LC 9100+#i0 A1 1.0 ; LC 9200+#i0 F -0.3 ;
LC 9100+#i0 A1 -1.0 ; LC 9200+#i0 F 0.3 ;
LC 9100+#i0 A1 -1.0 ; LC 9200+#i0 F 0.3 ;
LC 9100+#i0 A1 -1.0 ; LC 9200+#i0 F -0.3 ;
LC 9100+#i0 A1 -1.0 ; LC 9200+#i0 F -0.3 ;
```

```
LC 9200+#i0 A1 1.0 ; LC 9100+#i0 F 0.3 ;
LC 9200+#i0 A1 1.0 ; LC 9100+#i0 F 0.3 ;
LC 9200+#i0 A1 1.0 ; LC 9100+#i0 F -0.3 ;
LC 9200+#i0 A1 1.0 ; LC 9100+#i0 F -0.3 ;
LC 9200+#i0 A1 -1.0 ; LC 9100+#i0 F 0.3 ;
LC 9200+#i0 A1 -1.0 ; LC 9100+#i0 F 0.3 ;
LC 9200+#i0 A1 -1.0 ; LC 9100+#i0 F -0.3 ;
LC 9200+#i0 A1 -1.0 ; LC 9100+#i0 F -0.3 ;
```

```
endloop
```

```
end
```

## 8.2 RIEPILOGO COMBINAZIONI

Nell'analisi le varie combinazioni di carico sono designate con LC aventi le seguenti numerazioni:

STATICA	
COMBINAZIONE	LOAD CASE LC
RARA	<b>1100</b>
FREQ,RESIL.	<b>1200</b>
Q.PERM	<b>1300</b>
SLU	<b>2100</b>
SLV	<b>2700</b>
SLO	<b>2800</b>
SLD	<b>2900</b>

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                  M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 57 di 304

## 9 MODI DI VIBRARE ANALISI MODALE

Si riportano le immagini dei primi tre modi di vibrare della struttura con le rispettive frequenze e la tabella che mostra la percentuale di massa partecipante.

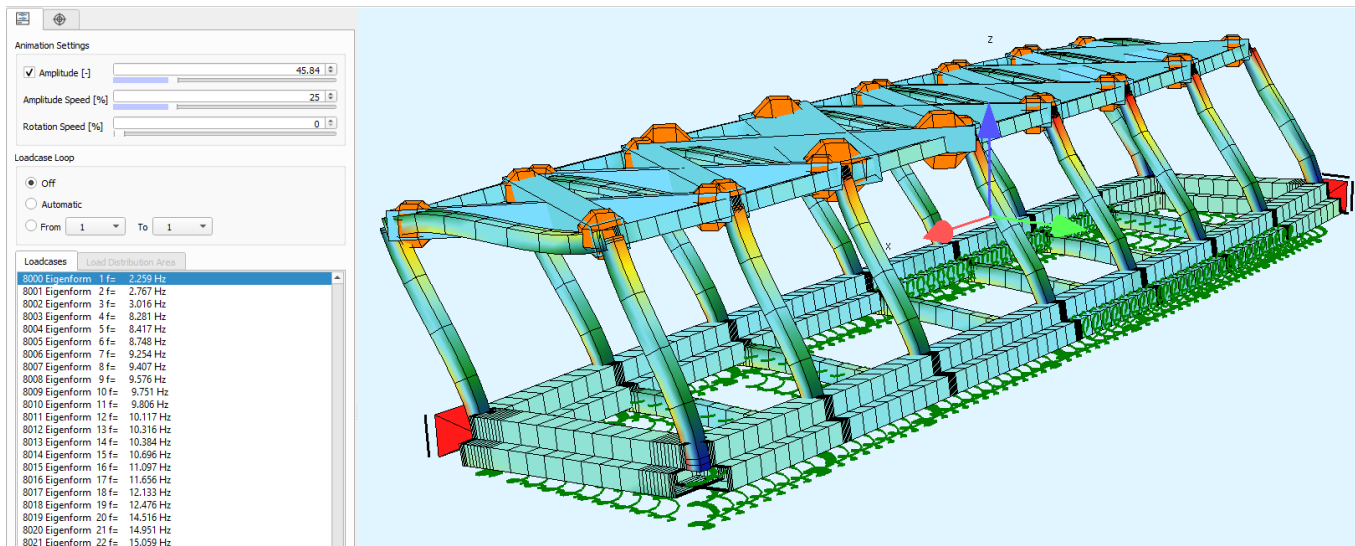


Figura 9-1 Risultati analisi modale – Forme modali

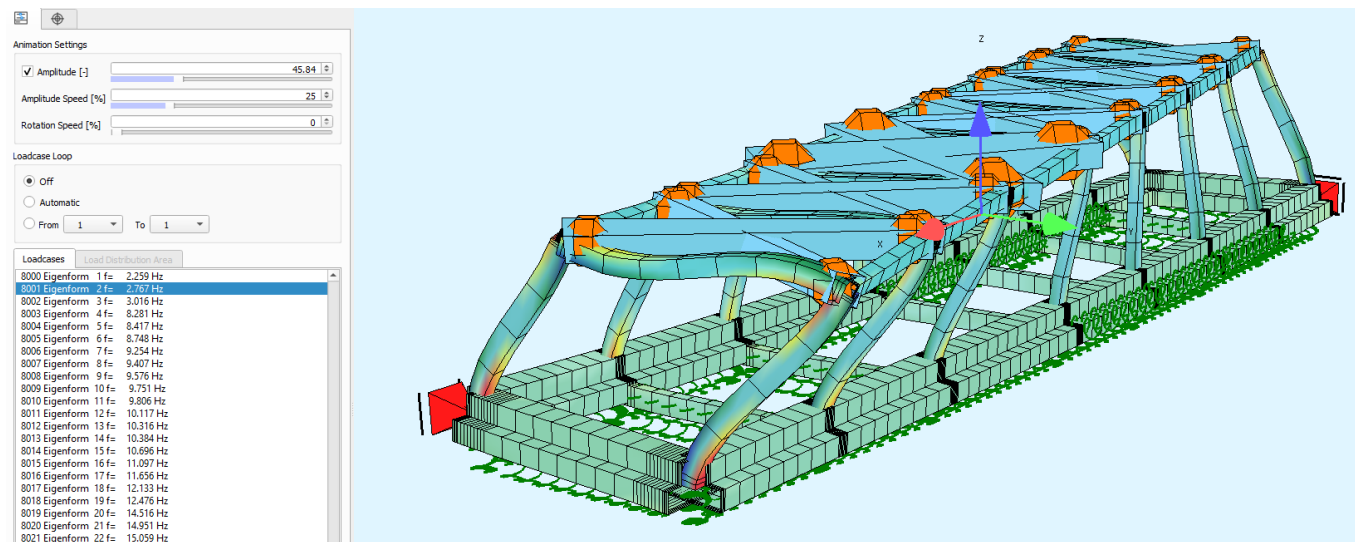


Figura 9-2 Risultati analisi modale – Forme modali

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 58 di 304

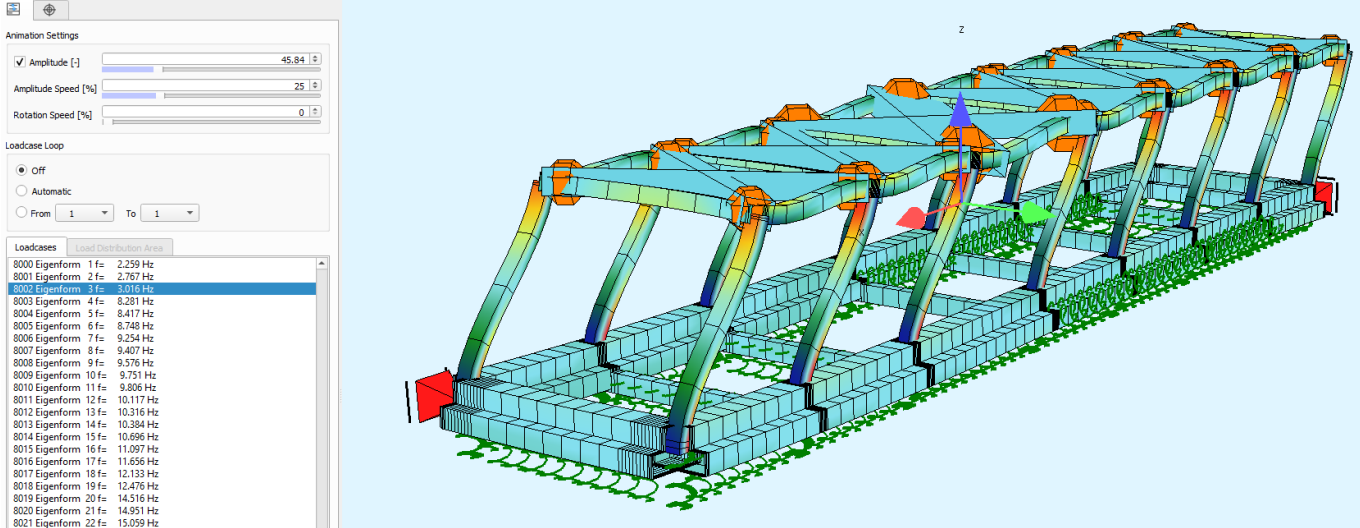


Figura 9-3 Risultati analisi modale – Forme modali

Eigenvalues

No.	LC	$\lambda$ [rad2/sec2]	error [-]	$\omega$ [rad/sec]	f [Hz]	T [sec]	$\xi$ [%]	Meff			participation		
								X[%]	Y[%]	Z[%]	X[%]	Y[%]	Z[%]
1	8000	2.0145E+02	0.0E+00	14.193	2.259	0.443	0.000	0.0	94.9	0.0	0.0	94.9	0.0
2	8001	3.0226E+02	0.0E+00	17.386	2.767	0.361	0.000	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0
3	8002	3.5922E+02	0.0E+00	18.953	3.016	0.332	0.000	95.9	0.0	0.0	95.9	0.0	0.0
4	8003	2.7069E+03	0.0E+00	52.028	8.281	0.121	0.000	0.0	0.0	19.3	0.0	0.0	19.3
5	8004	2.7967E+03	0.0E+00	52.884	8.417	0.119	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	8005	3.0209E+03	0.0E+00	54.962	8.748	0.114	0.000	0.0	0.0	18.9	0.0	0.0	18.9
7	8006	3.3806E+03	0.0E+00	58.143	9.254	0.108	0.000	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3
8	8007	3.4933E+03	0.0E+00	59.104	9.407	0.106	0.000	0.0	0.0	13.6	0.0	0.0	13.6
9	8008	3.6202E+03	0.0E+00	60.168	9.576	0.104	0.000	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	2.5
10	8009	3.7535E+03	0.0E+00	61.266	9.751	0.103	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	8010	3.7958E+03	0.0E+00	61.610	9.806	0.102	0.000	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	1.3
12	8011	4.0409E+03	0.0E+00	63.568	10.117	0.099	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	8012	4.2011E+03	0.0E+00	64.816	10.316	0.097	0.000	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
14	8013	4.2566E+03	0.0E+00	65.242	10.384	0.096	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	8014	4.5164E+03	0.0E+00	67.204	10.696	0.093	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	8015	4.8618E+03	0.0E+00	69.727	11.097	0.090	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	8016	5.3633E+03	0.0E+00	73.234	11.656	0.086	0.000	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
18	8017	5.8119E+03	0.0E+00	76.236	12.133	0.082	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	8018	6.1451E+03	0.0E+00	78.391	12.476	0.080	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	8019	8.3182E+03	0.0E+00	91.204	14.516	0.069	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	8020	8.8246E+03	0.0E+00	93.939	14.951	0.067	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	8021	8.9530E+03	0.0E+00	94.620	15.059	0.066	0.000	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	4.6
23	8022	1.0259E+04	9.8E-15	101.286	16.120	0.062	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	8023	1.1258E+04	1.9E-12	106.104	16.887	0.059	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	8024	1.1532E+04	2.3E-11	107.389	17.092	0.059	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	8025	1.1611E+04	2.2E-12	107.756	17.150	0.058	0.000	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
27	8026	1.5095E+04	2.6E-08	122.863	19.554	0.051	0.000	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	6.5
28	8027	1.5898E+04	1.9E-06	126.085	20.067	0.050	0.000	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	3.8
29	8028	1.6330E+04	1.2E-05	127.788	20.338	0.049	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	8029	1.6936E+04	7.2E-05	130.139	20.712	0.048	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31		1.8197E+04	1.8E-04	134.898	21.470	0.047	$\Sigma(\%)^1$	96.2	96.9	71.0	96.2	96.9	71.0

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> HIRPINIA - ORSARA AV	<u>Soci</u> WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>						
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> ROCKSOIL S.P.A.	<u>Mandanti</u> NET ENGINEERING ELETTRI-FER					PINI M-NGEGNERIA	GCF	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A					LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000

Figura 9-4 Risultati analisi modale – Periodi propri e fattori di partecipazione delle masse

APPALTATORE: Conorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI              GCF ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 60 di 304

## 10 VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito si riportano le verifiche relative agli elementi strutturali principali della struttura.

Caratteristiche dei materiali inseriti nel software di calcolo RC-SEC per gli elementi fuori terra:

### TRAVI

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35
	Resis. compr. di progetto fcd:	15.860 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.930 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:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 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

### PILASTRI

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.07 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.10 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.2 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.2 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.4 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>61 di 304</b>

Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.0	MPa

Caratteristiche dei materiali inseriti nel software di calcolo RC-SEC per gli elementi fondazione:

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	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 - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 62 di 304

## 10.1 CRITERI DI VERIFICA

### 10.1.1 Verifica agli SLU-SLV

#### 10.1.1.1 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA

Saranno calcolati i domini ultimi delle sezioni resistenti per ogni sezione in cui risulta una variazione di geometria o di armatura. Le verifiche strutturali saranno soddisfatte se i gruppi di sollecitazioni per le combinazioni di carico più gravose ricadono all'interno dei domini calcolati.

Sono utilizzati i seguenti coefficienti di sicurezza sui materiali:

- $\gamma_c = 1.5$  § 4.1.2.1.1.1 NTC 18;
- $\gamma_s = 1.15$  §4.1.2.1.1.3 NTC 18;

#### 10.1.1.2 VERIFICA A TAGLIO

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio di calcolo  $V_{Ed}$  si ottengono sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione di cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti (ultimi) delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità) amplificati del fattore di sovra resistenza  $\gamma_{Rd}$  assunto pari a 1.0 per CDB.

Deve risultare (NTC2018 – 4.1.2.3.5):

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

$V_d$  = Valore di calcolo del taglio agente;

$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

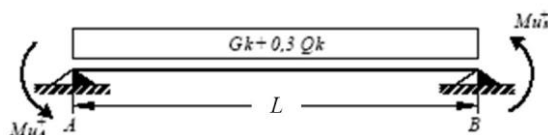
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

dove:

$\alpha$  : Angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento;

$\theta$  : Angolo d'inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

#### • 1° Schema:



Il taglio è variabile linearmente lungo la trave e alle estremità è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu_A^+ + Mu_B^+}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>64 di 304</b>

### 10.1.1.3 VERIFICA A TORSIONE

La verifica di resistenza nei confronti della torsione (SLU) (NTC2018 – 4.1.2.1.4) consiste nel controllare che:

$$T_{Rd} \geq T_{Ed}$$

dove  $T_{Ed}$  è il valore di calcolo del momento torcente.

Per elementi prismatici sottoposti a torsione semplice o combinata con altre sollecitazioni, che abbiano sezione piena o cava, lo schema resistente è costituito da un traliccio periferico in cui gli sforzi di trazione sono affidati alle armature longitudinali e trasversali ivi contenute e gli sforzi di compressione sono affidati alle bielle di calcestruzzo.

Con riferimento al calcestruzzo la resistenza si calcola con:

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot \text{ctg}\theta / (1 + \text{ctg}\theta)$$

dove  $t$  è lo spessore della sezione cava; per sezioni piene  $t = A_c/u$  dove  $A_c$  è l'area della sezione ed  $u$  è il suo perimetro;  $t$  deve essere assunta comunque  $\geq 2$  volte la distanza fra il bordo e il centro dell'armatura longitudinale.

Le armature longitudinali e trasversali del traliccio resistente devono essere poste entro lo spessore  $t$  del profilo periferico. Le barre longitudinali possono essere distribuite lungo detto profilo, ma comunque una barra deve essere presente su tutti i suoi spigoli.

Con riferimento alle staffe trasversali la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (A_s/s) \cdot f_{yd} \cdot \text{ctg}\theta$$

Con riferimento all'armatura longitudinale la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (\sum A_l / u_m) \cdot f_{yd} / \text{ctg}\theta$$

dove si è posto

$A$       area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico;

$A_s$       area delle staffe;

$u_m$       perimetro medio del nucleo resistente;

$s$       passo delle staffe;

$\sum A_l$       area complessiva delle barre longitudinali.

L'inclinazione  $\theta$  delle bielle compresse di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti  $0,4 \leq \text{ctg}\theta \leq 2,5$

Entro questi limiti, nel caso di torsione pura, può porsi  $\text{ctg}\theta = (a_l/a_s)^{1/2}$

con:  $a_l = \sum A_l / u_m$

$a_s = A_s / s$

La resistenza alla torsione della trave è la minore delle tre sopra definite:

$$T_{Rd} = \min (T_{Rcd}, T_{Rsd}, T_{Rld})$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 65 di 304

## 10.1.2 Verifica limitazioni armatura (Travi e Pilastri)

### 10.1.2.1 TRAVI

Bisogna verificare che l'armatura determinata in funzione delle sollecitazioni agenti rispetti le limitazioni riportate nel punto 7.4.6.2.1 delle NTC2018:

- **Condizione A:** almeno due barre di diametro non inferiore a 14 mm devono essere presenti superiormente e inferiormente per tutta la lunghezza della trave;
- **Condizione B:** in ogni sezione della trave, il rapporto geometrico  $\rho$  relativo all'armatura tesa, indipendentemente dal fatto che l'armatura tesa sia quella al lembo superiore della sezione  $A_s$  o quella al lembo inferiore della sezione  $A_i$ , deve essere compreso entro i seguenti limiti:

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

dove:

$\rho$  è il rapporto geometrico relativo all'armatura tesa pari ad  $A_s/(b \cdot h)$  oppure ad  $A_i/(b \cdot h)$ ;

$\rho_{comp}$  è il rapporto geometrico relativo all'armatura compressa;

$f_{yk}$  è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (in MPa).

- **Condizione C:** Deve essere ripettata la seguente condizione:
  - $\rho_{comp} \geq 0,25\rho$  (ovunque);
  - $\rho_{comp} \geq 0,5\rho$  (nelle zone dissipative);
- **Condizione D:** Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore a 6 mm ed il loro passo deve essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:
  - 1/4 dell'altezza della sezione trasversale per CDB;
  - 175 mm (per CD" B");
  - 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali che collegano (per CD" B")
- **Condizione E:** Devono inoltre essere rispettati i limiti previsti per le travi in calcestruzzo in zona non sismica (punto 4.1.6.1.1 delle NTC2018):
  - ✓ l'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

e comunque non minore di  $0,0013 b_t \cdot d$

dove:

$b_t$  rappresenta la larghezza media della zona tesa;

$d$  è l'altezza utile della sezione;

$f_{ctm}$  è il valore medio della resistenza a trazione assiale;

$f_{yk}$  è il valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura ordinaria.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 66 di 304

- ✓ negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio;
- ✓ al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente  $A_{s,max} = 0,04 A_c$ , essendo  $A_c$  l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.
- ✓ le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad  $A_{st} = 1,5 b$  mm<sup>2</sup>/m essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione;
- ✓ in ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.
- ✓

### 10.1.2.2 PILASTRI

Bisogna verificare che l'armatura determinata in funzione delle sollecitazioni agenti rispetti le limitazioni riportate nel punto 7.4.6.2.2 delle NTC2018:

- **CONDIZIONE F** Nella sezione corrente del pilastro, la percentuale geometrica  $\rho$  di armatura longitudinale, con  $\rho$  rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti:

$$1\% < \rho < 4\%$$

$$\rho = A_l / (bH) = 41.9975 / (40 \cdot 30) = 3.50\%$$

- **CONDIZIONE G** Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore al max di 6 mm e  $0,4 \cdot \Phi$  dove  $\Phi$  è il diametro massimo dell'armatura longitudinale.
- **CONDIZIONE H** il passo delle staffe deve essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:
  - 1/2 del lato minore della sezione trasversale per CDB;
  - 175 mm (per CD"B");
  - 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali che collegano (per CD"B")
- **CONDIZIONE I:** Si devono disporre staffe in un quantitativo minimo non inferiore a:

$$\frac{A_{st}}{s} = 0.08 \frac{f_{cd} \cdot b_{st}}{f_{yd}}$$

- **CONDIZIONE L** Devono inoltre essere rispettati i limiti riportati al punto 4.1.6.1.2 delle NTC2018:

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm. Inoltre la loro area non deve essere inferiore a :

$$A_{s,min} = (0.10 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}})$$

e comunque non minore di  $0.003 A_c$ ;

dove:

$N_{Ed}$  rappresenta lo sforzo di compressione assiale di calcolo;

$A_c$  è l'area di calcestruzzo;

$f_{yd}$  è il valore della resistenza di calcolo dell'armatura.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>67 di 304</b>

La lunghezza critica per le staffe nei pilastri vale  $L_{crit}=0.65m$ .

### 10.1.3 Verifica di instabilità per elementi snelli (Pilastri)

Preliminarmente alla verifica di resistenza dei pilastri allo SLU è necessario valutare la stabilità degli elementi snelli. Tali verifiche devono essere condotte attraverso un'analisi del secondo ordine che tenga conto degli effetti flessionali delle azioni assiali sulla configurazione deformata degli elementi stessi. In via approssimativa gli effetti del secondo ordine in pilastri singoli possono essere trascurati se la snellezza  $\lambda$  non supera il valore limite (4.1.2.3.9.2-NTC2018):

$$\lambda_{lim} = 15.4 \cdot \frac{C}{\sqrt{\nu}}$$

dove:

$\nu = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$  è l'azione assiale adimensionale;

$C = 1.7 - r_m$  dipende dalla distribuzione dei momenti del primo ordine;

$r_m = M_{01} / M_{02}$  è il rapporto tra i momenti flettenti del primo ordine alle due estremità del pilastro (con  $M_{02} \geq M_{01}$ )

E' stata valutata la snellezza  $\lambda$  del pilastro nel piano (YZ) e nel piano ortogonale (XZ):

$\lambda = L_o / i$

dove:

$L_o = \beta L = 3.85 m$  lunghezza di libera inflessione

$\beta = 1$  coefficiente di vincolo per asta incastrata al piede e in testa con incastro mobile orizzontalmente

$L = 3.85 m$  luce netta del pilastro

$i = (I/A)^{0.5} = [(h^3 \cdot b) / (12 \cdot b \cdot h)]^{0.5} = [300^3 \cdot 400 / (12 \cdot 400 \cdot 300)]^{0.5} = 86mm$  raggio giratore d'inerzia (asse debole);

$\lambda = L_o / i = 3850 / 86 = 44$

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>68 di 304</b>

#### 10.1.4 Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE

Le verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio degli elementi strutturali si effettuano in termini di:

- verifica di fessurazione;
- verifica delle tensioni di esercizio.

Nel caso in esame non è necessario effettuare le verifiche degli elementi strutturali in termini di resistenza (punto 7.3.7.1 delle NTC2018) dato che il fabbricato tecnologico in esame non ricade in classe d'uso III e IV.

##### 10.1.4.1 FESSURAZIONE

Per assicurare la funzionalità e la durata della struttura è necessario:

- realizzare un sufficiente ricoprimento delle armature con calcestruzzo di buona qualità e compattezza, bassa porosità e bassa permeabilità;
- non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione;
- tener conto delle esigenze estetiche.

Avendo adottato acciai ordinari si rientra nel gruppo di armature poco sensibili alla corrosione. Pertanto sulla base della tabella 4.1.IV – NTC2018 è possibile definire lo stato limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali (ordinarie) e dell'armatura (poco sensibile), prendendo in considerazione le combinazioni quasi permanenti e frequenti. Nel caso in esame lo stato limite di fessurazione da considerare è lo *stato limite di apertura delle fessure*. La verifica consiste nell'accertarsi che il valore di calcolo di apertura delle fessure ( $w_d$ ) non supera il valore limite fissato per la combinazione considerata. In particolare:

- per la combinazione di carico frequente bisogna accertarsi che risulti:  $w_d < w_3 = 0.4 \text{ mm}$ ;
- per la combinazione di carico quasi permanente bisogna accertarsi che risulti:  $w_d < w_2 = 0.3 \text{ mm}$ .

##### 10.1.4.2 LIMITAZIONI DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO:

Per completare il quadro delle verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) è necessario controllare le tensioni di esercizio, in accordo con quanto riportato al punto 4.1.2.2.5 delle NTC2018. In particolare bisogna verificare che:

- Per il calcestruzzo compresso:
  - $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  (per combinazione caratteristica rara);
  - $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$  (per combinazione quasi permanente);
- Per l'acciaio:
  - $\sigma_s < 0.80 f_{yk}$  (per combinazione caratteristica rara).

Di seguito si riportano le tensioni di esercizio determinate in corrispondenza della combinazione che produce il valore di tensione più gravoso distinguendo tra combinazioni rare e quasi permanenti. Dalle tabelle seguenti, nelle quali accanto a ciascun valore di tensione viene indicato il corrispondente valore limite, si evince che le verifiche delle tensioni di esercizio risultano soddisfatte.



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 69 di 304

## 10.2 SOLAIO DI COPERTURA CAMPATA L=570CM

Il solaio si considera, a vantaggio di sicurezza, come una trave semplicemente appoggiata, con campata di luce pari a  $L = 5.70$  m. Con riferimento all'analisi dei carichi, di seguito si riportano le caratteristiche di sollecitazioni significative. La verifica viene condotta in riferimento al singolo travetto (interasse  $i = 0.54$  m).

Si considera agente il peso proprio dell'intero solaio e il carico della neve e il sovraccarico variabile. Lo schema è quello di trave semplicemente appoggiata per il dimensionamento della sezione in campata e di trave doppiamente incastrata per le sezioni di appoggio.

Carichi Pesi propri:	$G = 3.00 * 1.2 = 3.60$ kN/m
Carichi Permanenti non strutturali:	$G = 4.15 * 1.2 = 4.98$ kN/m
Sovraccarico variabile:	$Q = 1.00 * 1.2 = 1.20$ kN/m
Carico Neve:	$Q_N = 1.77 * 1,20 = 2.12$ kN/m
Carico Totale SLU:	$1,3 G_1 + 1,5 G_2 + 1,5 (Q + Q_N) = 17.14$ kN/m
Carico Totale SLE rara:	$G_1 + G_2 + Q + Q_N = 11.90$ kN/m
Carico Totale SLE frequente:	$G_1 + G_2 + 0,3 * Q + 0,2 * Q_N = 9.46$ kN/m
Carico Totale SLE quasi permanente:	$G_1 + G_2 + 0.3 * Q + 0,0 * Q_N = 9.22$ kN/m

### Sollecitazioni SLU

$$M_{max} \text{ (in campata)} = [17.14 * (5,70)^2] / 8 = 69.59 \text{ kNm}$$

$$T_{max} \text{ (in appoggio)} = 17.14 * 5,70 / 2 = 48.84 \text{ kN}$$

$$M_{min} \text{ (in appoggio)} = [17.14 * (5,70)^2] / 12 = 46.40 \text{ kNm}$$

Divido tale valore il numero di travetti presenti in una lastra predalle.

$$M_{max,tr} \text{ (in campata)} = 69.59 / 3 = 23.20 \text{ kNm}$$

$$T_{max,tr} \text{ (in appoggio)} = 48.84 / 3 = 16.28 \text{ kN}$$

$$M_{min,tr} \text{ (in appoggio)} = 46.40 / 3 = 15.47 \text{ kNm}$$

### Sollecitazioni SLE rara

$$M_{max,tr} \text{ (in campata)} = 16.12 \text{ kNm}$$

$$M_{min,tr} \text{ (in appoggio)} = 10.74 \text{ kNm}$$

### Sollecitazioni SLE frequente

$$M_{max,tr} \text{ (in campata)} = 12.80 \text{ kNm}$$

$$M_{min,tr} \text{ (in appoggio)} = 8.54 \text{ kNm}$$

### Sollecitazioni SLE quasi permanente

$$M_{max,tr} \text{ (in campata)} = 12.48 \text{ kNm}$$

$$M_{min,tr} \text{ (in appoggio)} = 8.32 \text{ kNm}$$

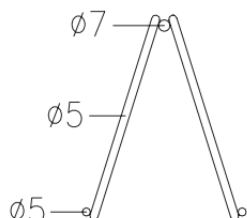
Di seguito si riportano le verifiche del singolo travetto. La verifica a flessione è stata condotta mediante il software RC-Sec per la sezione di appoggio e quella di campata, allo SLU.

Per la zona di campata si disporranno 2 Ø 14 + 1 Ø 12 all'intradosso e 2 Ø 14 all'estradosso aggiuntivi rispetto alle armature già previste nella predalle.

In appoggio si disporranno 2 Ø 14 all'intradosso e 2 Ø 14 all'estradosso aggiuntivi rispetto alle armature già previste nella predalle.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 70 di 304

Traliccio elettrosaldato  
standard



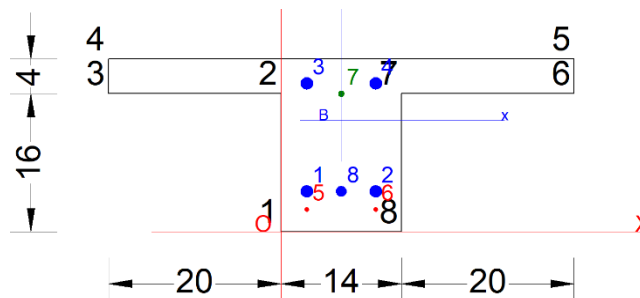
## 10.2.1 Verifica sezione di mezzeria

### 10.2.1.1 VERIFICA DI SLU FLESSIONE

#### 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	16.0
3	-20.0	16.0
4	-20.0	20.0
5	34.0	20.0
6	34.0	16.0
7	14.0	16.0
8	14.0	0.0



#### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	3.0	4.7	14
2	11.0	4.7	14
3	3.0	17.2	14
4	11.0	17.2	14
5	3.0	2.6	5
6	11.0	2.6	5
7	7.0	16.0	7
8	7.0	4.7	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

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>71 di 304</b>

1	0.00	23.20	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	16.12	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	0.00	12.80 (4.87)	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	0.00	12.48 (4.87)	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)				
As Tesa	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area massima ex (7.4.26)NTC]				

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	23.20	0.00	0.00	26.13	0.00	1.13	5.0(3.4)

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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 72 di 304

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.160	-20.0	20.0	-0.00001	3.0	17.2	-0.01833	3.0	2.6

#### 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	0.001254341	-0.021586819	0.160	0.700

#### 10.2.1.2 VERIFICA TENSIONALE (SLE RARA)

Si verificano le tensioni in condizione SLE rara

#### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	7.83	-20.0	20.0	-300.5	11.0	2.6	70	4.6

#### COMBINAZIONI RARE 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 Ac 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 Smax / Es [(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
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 73 di 304

1 S -0.00181 0.00000 0.500 11.7 24 0.00133 (0.00090) 110 0.146 (990.00) 4.87 0.00

$$\sigma_c = 7.83 \text{ MPa} < 0.6 \times 28 = 16.8 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_s = 300.5 \text{ MPa} < 0.80 \times 450 = 360 \text{ Mpa}$$

### 10.2.1.3 VERIFICA DI FESSURAZIONE (SLE FREQUENTE)

Si verifica che la fessurazione in SLE frequente produca una fessura inferiore al limite consentito. Si riporta qui di seguito il calcolo delle tensioni nella sezione e il relativo calcolo dell'ampiezza delle fessure.

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.22	-20.0	20.0	-238.6	11.0	2.6	70	4.6

#### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00144	0.00000	0.500	11.7	24	0.00102 (0.00072)	110	0.112 (0.40)	4.87	0.00

### 10.2.1.4 VERIFICA DI DEFORMABILITÀ (SLE QUASI PERMANENTE)

Si riporta la verifica di fessurazione per la com SLE Q.P.

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.06	-20.0	20.0	-232.7	11.0	2.6	70	4.6

#### 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	-0.00141	0.00000	0.500	11.7	24	0.00105 (0.00070)	110	0.115 (0.30)	4.87	0.00

$$\sigma_c = 6.06 \text{ Mpa} < 0.45 \times 28 = 12.6 \text{ Mpa}$$

Il calcolo della deformazione del solaio è stato svolto calcolando la sua deformazione come se il solaio fosse in semplice appoggio ( $ql^2/8$ ).

La freccia "f" di un solaio in semplice appoggio soggetto ad un carico distribuito vale:

$$f = (5/384) * q * L^4 / (E * J);$$

con:

q= carico agente sul solaio per la combinazione SLE quasi permanente

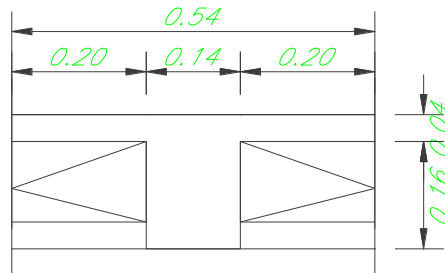
L= luce di calcolo del solaio;

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 74 di 304

E= modulo elastico del calcestruzzo

J= momento di inerzia della sezione.

Si procede al calcolo considerando in favore di sicurezza il travetto centrale della predalle tipo, la cui rappresentazione grafica è riportata qui di seguito:



$$J = 302400000 \text{ mm}^4$$

$$E = 32308 \text{ Mpa};$$

$$q = 4.15 \text{ kN/m};$$

$$L = 5700 \text{ mm}$$

Calcolo freccia			
J=	302400000	mm <sup>4</sup>	Inerzia solaio
E=	32836	Mpa	Modulo elastico
q=	4,15	N/mm <sup>2</sup>	carico
L=	5700	mm	Luce
f=	5,74	mm	freccia

$$f = (5/384) * q * L^4 / (E * J) = 5.74 \text{ mm};$$

Per tenere conto degli effetti a lungo termine il valore della freccia ottenuta viene moltiplicata per 3 volte.

$$f_{(t=\infty)} = 5.74 \times 3 = 17.22 \text{ mm}$$

Il valore limite di freccia massima è  $f_{\text{max}} = L/250 = 22.80 \text{ mm}$

$$f_{(t=\infty)} = 17.22 \text{ mm} < 22.80 \text{ mm} = f_{\text{max}} \text{ verificato}$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 75 di 304

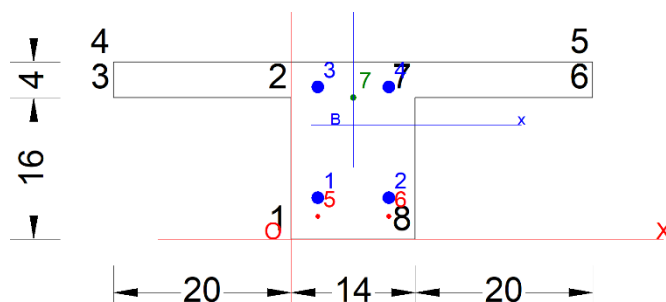
## 10.2.2 Verifica sezione di appoggio

### 10.2.2.1 VERIFICA DI SLU FLESSIONE

#### 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	16.0
3	-20.0	16.0
4	-20.0	20.0
5	34.0	20.0
6	34.0	16.0
7	14.0	16.0
8	14.0	0.0



#### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	3.0	4.7	14
2	11.0	4.7	14
3	3.0	17.2	14
4	11.0	17.2	14
5	3.0	2.6	5
6	11.0	2.6	5
7	7.0	16.0	7

#### 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	-15.47	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	-10.74	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 76 di 304

#### 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	0.00	-8.54 (-7.58)	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	0.00	-8.32 (-7.58)	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 massima ex (7.4.26)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-15.47	0.00	0.00	-19.46	0.00	1.26	3.5(6.9)

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

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.310	0.0	0.0	0.00180	3.0	2.6	-0.00778	3.0	17.2



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 77 di 304

#### 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	-0.000655602	0.003500000	0.310	0.828

#### 10.2.2.2 VERIFICA DI SLU A TAGLIO

La verifica a taglio si effettua considerando la larghezza effettiva del travetto centrale  $b_w=14\text{cm}$ .

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad [4.1.22]$$

dove  $V_{Ed}$  è il valore di progetto dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio si valuta con

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \right\} \quad [4.1.23]$$

con

$f_{ck}$  espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

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

e dove

$d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ( $\leq 0,02$ ) che si estende per non meno di  $(l_{ba} + d)$  oltre la sezione considerata, dove  $l_{ba}$  è la lunghezza di ancoraggio;

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

Si riporta la verifica a taglio secondo l'eq. 4.1.23 delle NTC-18

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 78 di 304

• **Caratteristiche della sezione**

$b_w = 140$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 200$ mm altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 47$ 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	$A_{sl,1} = 2 \text{ } \emptyset 14$	$= 3,08 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 153$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 15,87$ MPa resist. di calcolo		$3,08 \text{ cm}^2$

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

$N_{ed} = 0,0$ kN	$V_{ed} = 16,3$ kN
-------------------	--------------------

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

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 2,000$	$< 2$
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0,524$	
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$	$\rho_1 = 0,014$	$< 0,02$
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0,00$ MPa	$< 0,2 f_{cd}$

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

$$V_{Rd} = 17,6 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 11,2 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 17,6 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

In particolare, in corrispondenza degli appoggi, le armature longitudinali devono assorbire uno sforzo pari al taglio sull'appoggio.

$$V_{Ed} = 16,3 \text{ kN} < T = A_s f_{yd} = 307 \times 450 / 1,15 = 120,13 \text{ kN}.$$

### 10.2.2.3 VERIFICA TENSIONALE (SLE RARA)

Si verificano le tensioni in condizione SLE rara

#### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	10,76	14,0	0,0	-222,3	3,0	17,2	117	3,5

#### COMBINAZIONI RARE 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]
kt	= 0,4 per comb. quasi permanenti / = 0,6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0,5 per flessione; = $(e1 + e2)/(2 \times e1)$ 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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 79 di 304

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]
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	-0.00142	0.00000	0.500	12.6	21	0.00078 (0.00067)	144	0.112 (990.00)	-7.58	0.00

$$\sigma_c = 10.76 \text{ MPa} < 0.6 \times 28 = 16.8 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_s = 222.3 \text{ MPa} < 0.80 \times 450 = 360 \text{ Mpa}$$

#### 10.2.2.4 VERIFICA DI FESSURAZIONE (SLE FREQUENTE)

Si verifica che la fessurazione in SLE frequente produca una fessura inferiore al limite consentito. Si riporta qui di seguito il calcolo delle tensioni nella sezione e il relativo calcolo dell'ampiezza delle fessure.

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.56	0.0	0.0	-176.8	11.0	17.2	117	3.5

##### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00113	0.00000	0.500	12.6	21	0.00055 (0.00053)	144	0.080 (0.40)	-7.58	0.00

#### 10.2.2.5 VERIFICA DI SLE QUASI PERMANENTE

Si riporta la verifica di fessurazione per la com SLE Q.P.

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.34	0.0	0.0	-172.2	11.0	17.2	117	3.5

##### 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	-0.00110	0.00000	0.500	12.6	21	0.00064 (0.00052)	144	0.092 (0.30)	-7.58	0.00

$$\sigma_c = 8.34 \text{ Mpa} < 0.45 \times 28 = 12.6 \text{ Mpa}$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 80 di 304

### 10.3 SOLAIO DI COPERTURA CAMPATA L=420CM

Il solaio si considera, a vantaggio di sicurezza, come una trave semplicemente appoggiata, con campata di luce pari a  $L = 4.20$  m. Con riferimento all'analisi dei carichi, di seguito si riportano le caratteristiche di sollecitazioni significative. La verifica viene condotta in riferimento al singolo travetto (interasse  $i = 0.54$  m).

Si considera agente il peso proprio dell'intero solaio e il carico della neve e il sovraccarico variabile. Lo schema è quello di trave semplicemente appoggiata per il dimensionamento della sezione in campata e di trave doppiamente incastrata per le sezioni di appoggio.

Carichi Pesi propri:	$G = 3.00 * 1.2 = 3.60$ kN/m
Carichi Permanenti non strutturali:	$G = 4.15 * 1.2 = 4.98$ kN/m
Sovraccarico variabile:	$Q = 1.00 * 1.2 = 1.20$ kN/m
Carico Neve:	$Q_N = 1.45 * 1,20 = 2.12$ kN/m
Carico Totale SLU:	$1,3 G_1 + 1,5 G_2 + 1,5 (Q + Q_N) = 17.14$ kN/m
Carico Totale SLE rara:	$G_1 + G_2 + Q + Q_N = 11.90$ kN/m
Carico Totale SLE frequente:	$G_1 + G_2 + 0,3 * Q + 0,2 * Q_N = 9.46$ kN/m
Carico Totale SLE quasi permanente:	$G_1 + G_2 + 0.3 * Q + 0,0 * Q_N = 9.22$ kN/m

#### Sollecitazioni SLU

$$M_{max} \text{ (in campata)} = [17.14 * (4.20)^2] / 8 = 37.78 \text{ kNm}$$

$$T_{max} \text{ (in appoggio)} = 17.14 * 4.20 / 2 = 35.99 \text{ kN}$$

$$M_{min} \text{ (in appoggio)} = [17.14 * (4.20)^2] / 12 = 25.19 \text{ kNm}$$

Divido tale valore il numero di travetti presenti in una lastra predalle.

$$M_{max,tr} \text{ (in campata)} = 37.78 / 3 = 12.59 \text{ kNm}$$

$$T_{max,tr} \text{ (in appoggio)} = 35.99 / 3 = 12.00 \text{ kN}$$

$$M_{min,tr} \text{ (in appoggio)} = 25.19 / 3 = 8.40 \text{ kNm}$$

#### Sollecitazioni SLE rara

$$M_{max,tr} \text{ (in campata)} = 8.75 \text{ kNm}$$

$$M_{min,tr} \text{ (in appoggio)} = 5.83 \text{ kNm}$$

#### Sollecitazioni SLE frequente

$$M_{max,tr} \text{ (in campata)} = 6.95 \text{ kNm}$$

$$M_{min,tr} \text{ (in appoggio)} = 4.63 \text{ kNm}$$

#### Sollecitazioni SLE quasi permanente

$$M_{max,tr} \text{ (in campata)} = 6.77 \text{ kNm}$$

$$M_{min,tr} \text{ (in appoggio)} = 4.52 \text{ kNm}$$

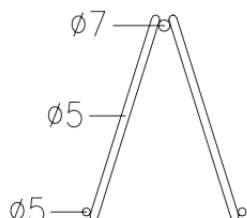
Di seguito si riportano le verifiche del singolo travetto. La verifica a flessione è stata condotta mediante il software RC-Sec per la sezione di appoggio e quella di campata, allo SLU.

Per la zona di campata si disporranno 2 Ø 12 all'intradosso e 2 Ø 12 all'estradosso aggiuntivi rispetto alle armature già previste nella predalle.

In appoggio si disporranno 2 Ø 12 all'intradosso e 2 Ø 12 all'estradosso aggiuntivi rispetto alle armature già previste nella predalle.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 81 di 304

Traliccio elettrosaldato  
standard



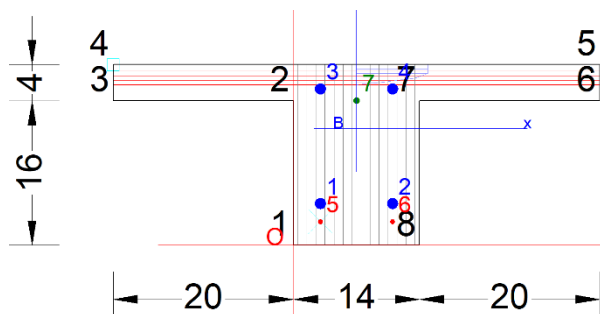
### 10.3.1 Verifica sezione di mezzeria

#### 10.3.1.1 VERIFICA DI SLU FLESSIONE

##### 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	16.0
3	-20.0	16.0
4	-20.0	20.0
5	34.0	20.0
6	34.0	16.0
7	14.0	16.0
8	14.0	0.0



##### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	3.0	4.6	12
2	11.0	4.6	12
3	3.0	17.3	12
4	11.0	17.3	12
5	3.0	2.6	5
6	11.0	2.6	5
7	7.0	16.0	7

##### 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	12.59	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 82 di 304

#### 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	8.75	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	0.00	6.95 (4.32)	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	0.00	6.77 (4.32)	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 massima ex (7.4.26)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	12.59	0.00	0.00	16.41	0.00	1.30	5.3(3.4)

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

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 83 di 304

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	0.128	-20.0	20.0	-0.00074	3.0	17.3	-0.02383	3.0	2.6

#### 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	0.001570897	-0.027917935	0.128	0.700

#### 10.3.1.2 VERIFICA TENSIONALE (SLE RARA)

Si verificano le tensioni in condizione SLE rara

#### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.20	-20.0	20.0	-264.1	11.0	2.6	77	2.7

#### COMBINAZIONI RARE 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 = 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	-0.00158	0.00000	0.500	9.9	24	0.00103 (0.00079)	129	0.133 (990.00)	4.32	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 84 di 304

$$\sigma_c = 5.20 \text{ MPa} < 0.6 \times 28 = 16.8 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_s = 264.1 \text{ MPa} < 0.80 \times 450 = 360 \text{ Mpa}$$

### 10.3.1.3 VERIFICA DI FESSURAZIONE (SLE FREQUENTE)

Si verifica che la fessurazione in SLE frequente produca una fessura inferiore al limite consentito. Si riporta qui di seguito il calcolo delle tensioni nella sezione e il relativo calcolo dell'ampiezza delle fessure.

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.13	-20.0	20.0	-209.8	11.0	2.6	77	2.7

#### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00125	0.00000	0.500	9.9	24	0.00076 (0.00063)	129	0.098 (0.40)	4.32	0.00

### 10.3.1.4 VERIFICA DI DEFORMABILITÀ (SLE QUASI PERMANENTE)

Si riporta la verifica di fessurazione per la com SLE Q.P.

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.02	-20.0	20.0	-204.4	11.0	2.6	77	2.7

#### 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	-0.00122	0.00000	0.500	9.9	24	0.00083 (0.00061)	129	0.107 (0.30)	4.32	0.00

$$\sigma_c = 4.02 \text{ Mpa} < 0.45 \times 28 = 12.6 \text{ Mpa}$$

Il calcolo della deformazione del solaio è stato svolto calcolando la sua deformazione come se il solaio fosse in semplice appoggio ( $ql^2/8$ ).

La freccia "f" di un solaio in semplice appoggio soggetto ad un carico distribuito vale:

$$f = (5/384) * q * L^4 / (E * J);$$

con:

q= carico agente sul solaio per la combinazione SLE quasi permanente

L= luce di calcolo del solaio;

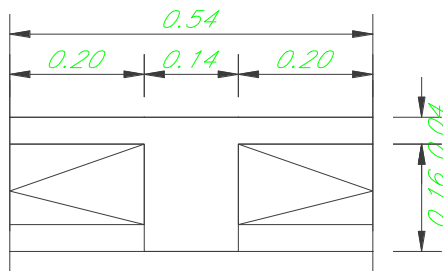
E= modulo elastico del calcestruzzo



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>85 di 304</b>

J= momento di inerzia della sezione.

Si procede al calcolo considerando in favore di sicurezza il travetto centrale della predalle tipo, la cui rappresentazione grafica è riportata qui di seguito:



$$J = 271912500 \text{ mm}^4$$

$$E = 32308 \text{ Mpa};$$

$$q = 4.15 \text{ kN/m};$$

$$L = 4200 \text{ mm}$$

$$f = (5/384) * q * L^4 / (E * J) = 1.88 \text{ mm};$$

Per tenere conto degli effetti a lungo termine il valore della freccia ottenuto viene moltiplicata per 3 volte.

$$f_{(t=00)} = 1.88 \times 3 = 5.64 \text{ mm}$$

Il valore limite di freccia massima è  $f_{\text{max}} = L/250 = 16.80 \text{ mm}$

$$f_{(t=00)} = 5.64 \text{ mm} < 16.80 \text{ mm} = f_{\text{max}} \text{ verificato}$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>86 di 304</b>

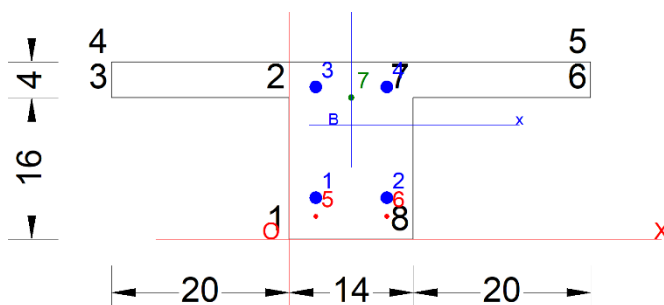
### 10.3.2 Verifica sezione di appoggio

#### 10.3.2.1 VERIFICA DI SLU FLESSIONE

##### 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	16.0
3	-20.0	16.0
4	-20.0	20.0
5	34.0	20.0
6	34.0	16.0
7	14.0	16.0
8	14.0	0.0



##### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	3.0	4.6	12
2	11.0	4.6	12
3	3.0	17.3	12
4	11.0	17.3	12
5	3.0	2.6	5
6	11.0	2.6	5
7	7.0	16.0	7

##### 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	-8.40	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	-5.83	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 87 di 304

#### 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	0.00	-4.63 (-7.31)	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	0.00	-4.52 (-7.31)	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 massima ex (7.4.26)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-8.40	0.00	0.00	-15.47	0.00	1.84	2.6(6.1)

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

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.276	0.0	0.0	0.00159	3.0	2.6	-0.00919	3.0	17.3

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 88 di 304

#### 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	-0.000733278	0.003500000	0.276	0.785

#### 10.3.2.2 VERIFICA DI SLU A TAGLIO

La verifica a taglio si effettua considerando la larghezza effettiva del travetto centrale  $b_w=14\text{cm}$ .

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad [4.1.22]$$

dove  $V_{Ed}$  è il valore di progetto dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio si valuta con

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \right\} \quad [4.1.23]$$

con

$f_{ck}$  espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

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

e dove

$d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa ( $\leq 0,02$ ) che si estende per non meno di  $(l_{ba} + d)$  oltre la sezione considerata, dove  $l_{ba}$  è la lunghezza di ancoraggio;

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

Si riporta la verifica a taglio secondo l'eq. 4.1.23 delle NTC-18

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 89 di 304

#### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 140$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 200$ mm altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 47$ 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	$A_{sl,1} = 2 \text{ } \emptyset 12$	$= 2,26 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 153$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 15,87$ MPa resist. di calcolo		$2,26 \text{ cm}^2$

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

$N_{ed} = 0,0$ kN	$V_{ed} = 12,0$ kN
-------------------	--------------------

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

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 2,000$	$< 2$
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0,524$	
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$	$\rho_1 = 0,011$	$< 0,02$
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0,00$ MPa	$< 0,2 f_{cd}$

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

$$V_{Rd} = 15,9 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 11,2 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 15,9 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

In particolare, in corrispondenza degli appoggi, le armature longitudinali devono assorbire uno sforzo pari al taglio sull'appoggio.

$$V_{Ed} = 12,00 \text{ kN} < T = A_s f_{yd} = 226,2 \times 450 / 1,15 = 88,51 \text{ kN}.$$

### 10.3.2.3 VERIFICA TENSIONALE (SLE RARA)

Si verificano le tensioni in condizione SLE rara

#### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.57	14.0	0.0	-155.1	3.0	17.3	106	2.6

#### COMBINAZIONI RARE 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
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; = $(e1 + e2)/(2 \times e1)$ 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
∅	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 90 di 304

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]
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	-0.00097	0.00000	0.500	10.9	21	0.00047 (0.00047)	145	0.068 (990.00)	-7.31	0.00

$$\sigma_c = 6.57 \text{ MPa} < 0.6 \times 28 = 16.8 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_s = 155.1 \text{ MPa} < 0.80 \times 450 = 360 \text{ Mpa}$$

#### 10.3.2.4 VERIFICA DI FESSURAZIONE (SLE FREQUENTE)

Si verifica che la fessurazione in SLE frequente produca una fessura inferiore al limite consentito. Si riporta qui di seguito il calcolo delle tensioni nella sezione e il relativo calcolo dell'ampiezza delle fessure.

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.22	0.0	0.0	-123.2	11.0	17.3	106	2.6

##### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00077	0.00000	0.500	10.9	21	0.00037 (0.00037)	145	0.054 (0.40)	-7.31	0.00

#### 10.3.2.5 VERIFICA DI SLE QUASI PERMANENTE

Si riporta la verifica di fessurazione per la com SLE Q.P.

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.09	0.0	0.0	-120.3	11.0	17.3	106	2.6

##### 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	-0.00075	0.00000	0.500	10.9	21	0.00036 (0.00036)	145	0.052 (0.30)	-7.31	0.00

$$\sigma_c = 5.09 \text{ Mpa} < 0.45 \times 28 = 12.6 \text{ Mpa}$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 91 di 304

## 10.4 TRAVI SECONDARIE (30X40)

### 10.4.1 Sollecitazioni

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi secondarie aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x40 cm.. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limiti ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto delle combinazioni di carico più gravose.

Qui di seguito si riportano le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLV, SLD, SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente.

Si nota che le sollecitazioni allo SLD (non riportate nel presente documento) sono inferiori a quelle SLV e dunque si ometteranno le verifiche di resistenza previste al punto 7.3.7.1 del rif.[1].

Si riportano qui di seguito i diagrammi caratteristici delle travi secondarie per gli SLU, SLV e SLD.

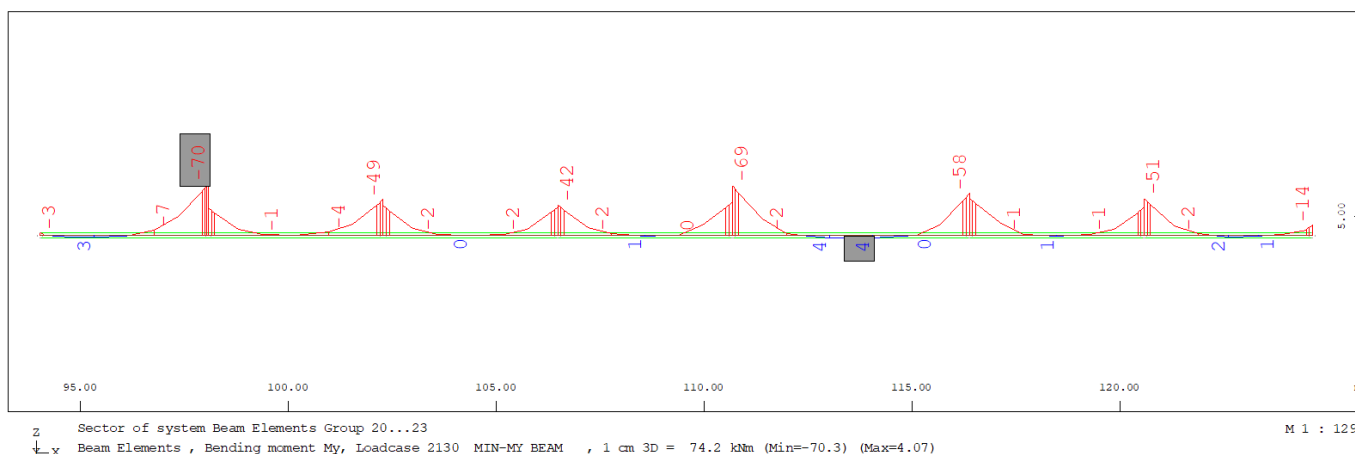
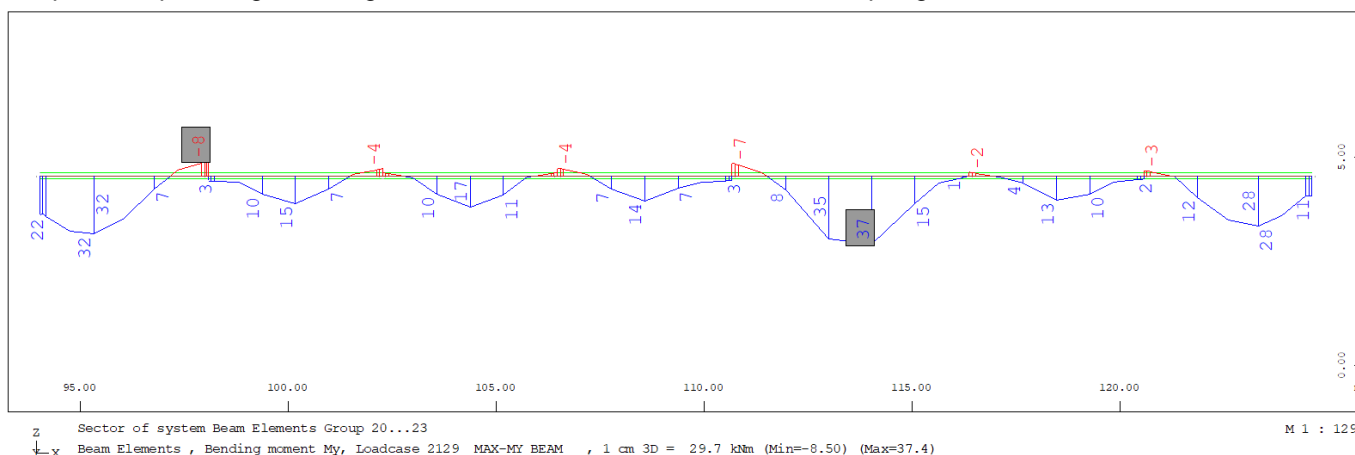
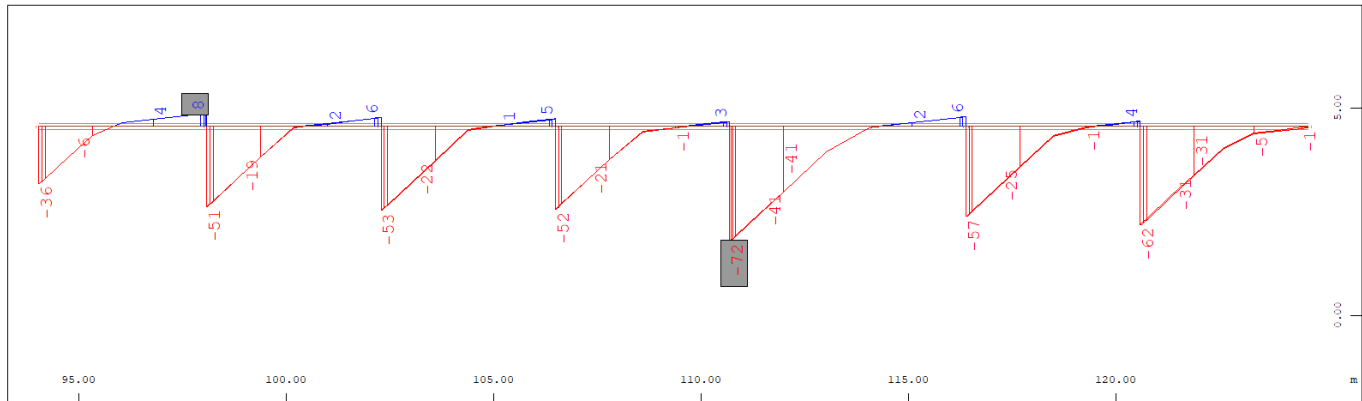
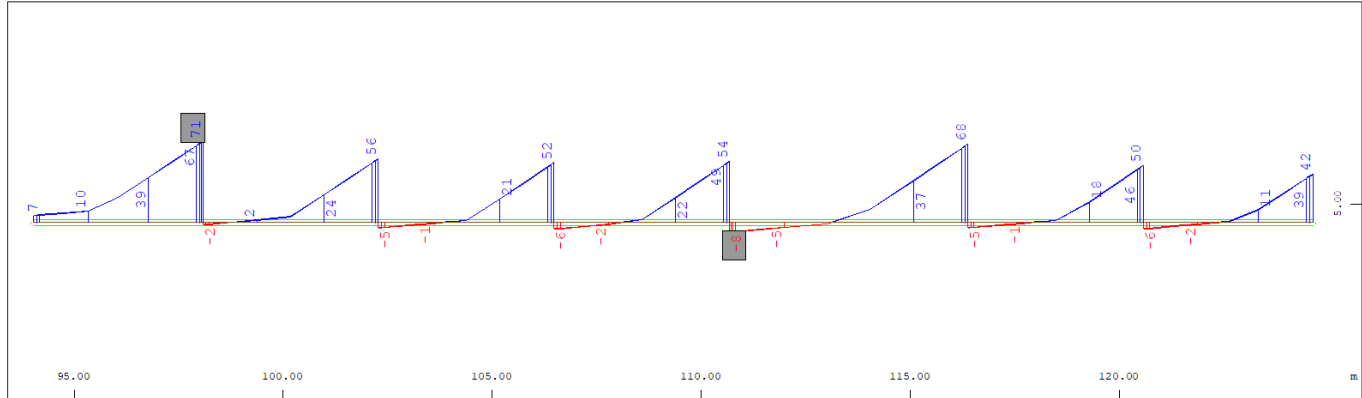


Figura 10-1 Diagrammi momento My involucri SLU (kNm)

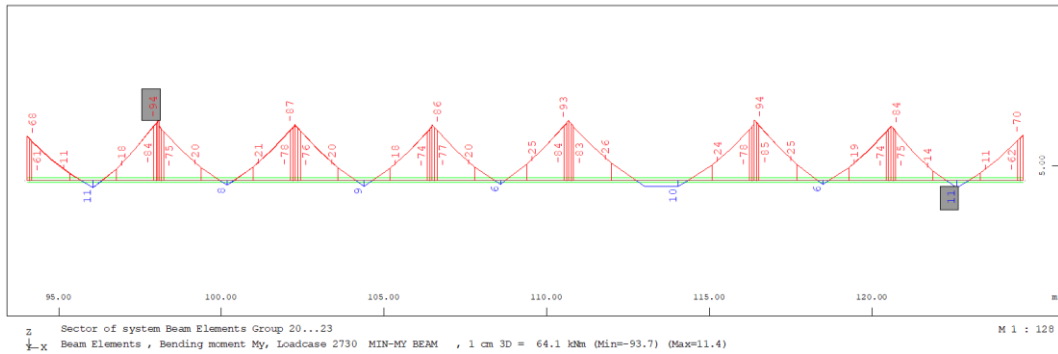
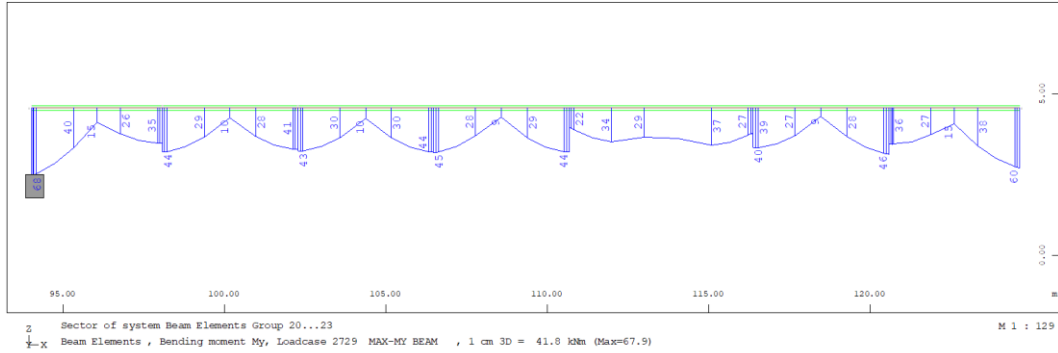
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>92 di 304</b>



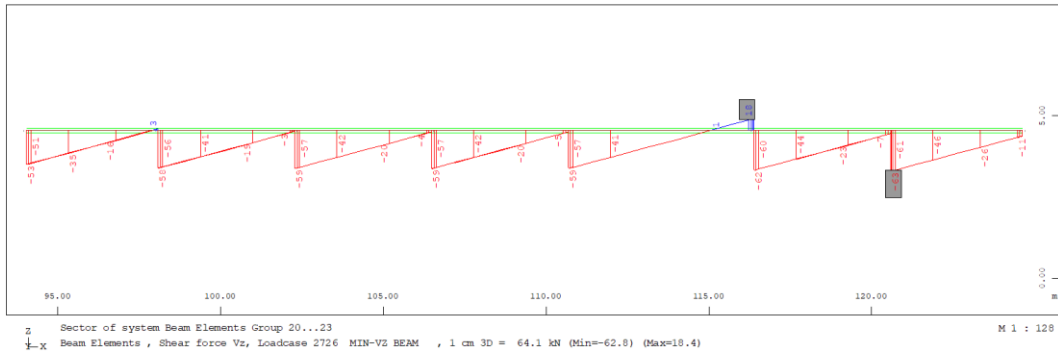
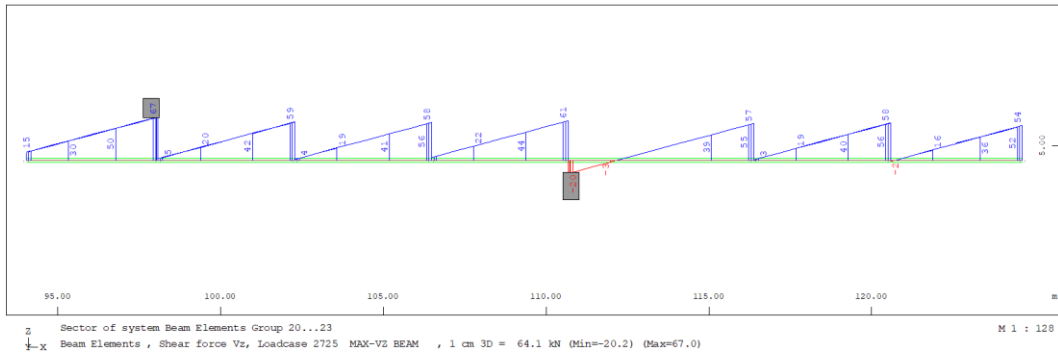
**Figura 10-2**Diagrammi taglio Vz involucri SLU (kN)



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>93 di 304</b>

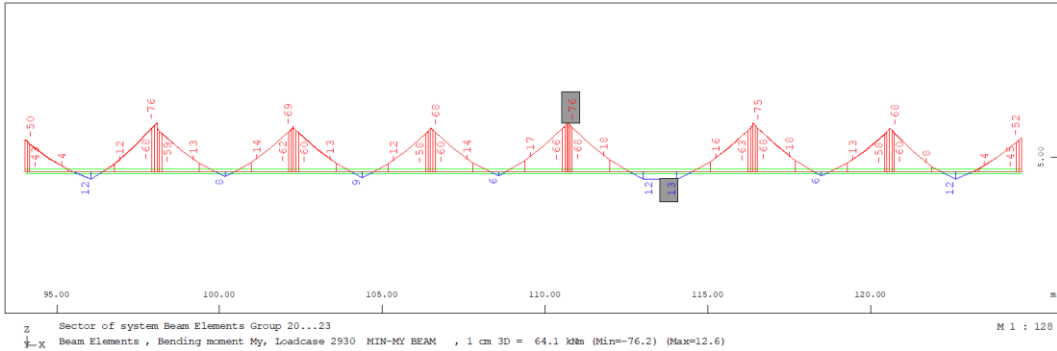
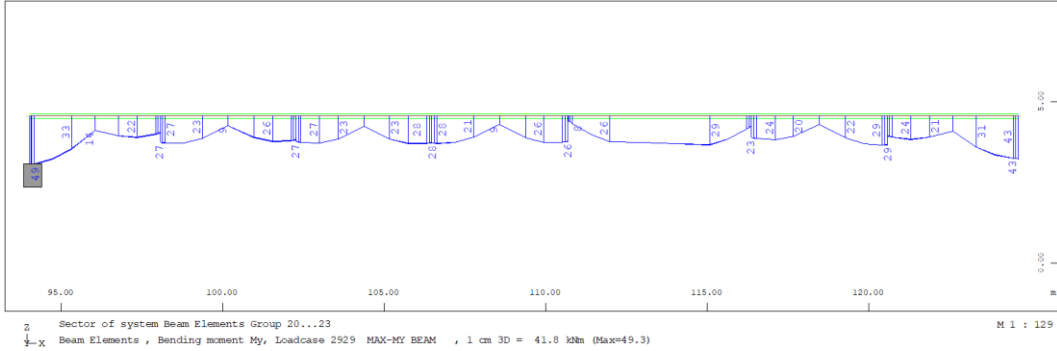


**Figura 10-3 Diagrammi momento My\_SLV (kNm)**

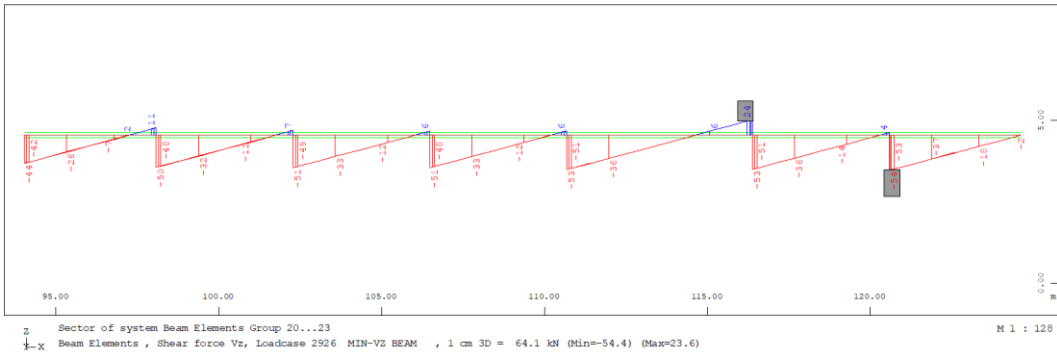
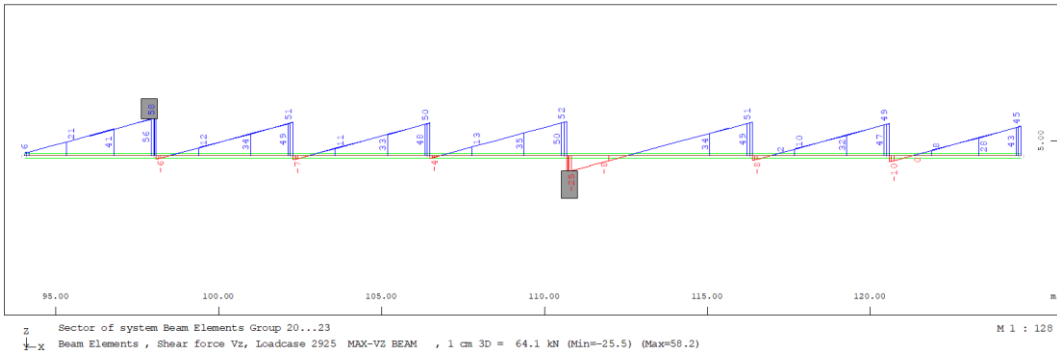


**Figura 10-4 Diagrammi taglio Vz\_SLV (kN)**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>94 di 304</b>



**Figura 10-5 Diagrammi momento My\_SLD (kNm)**

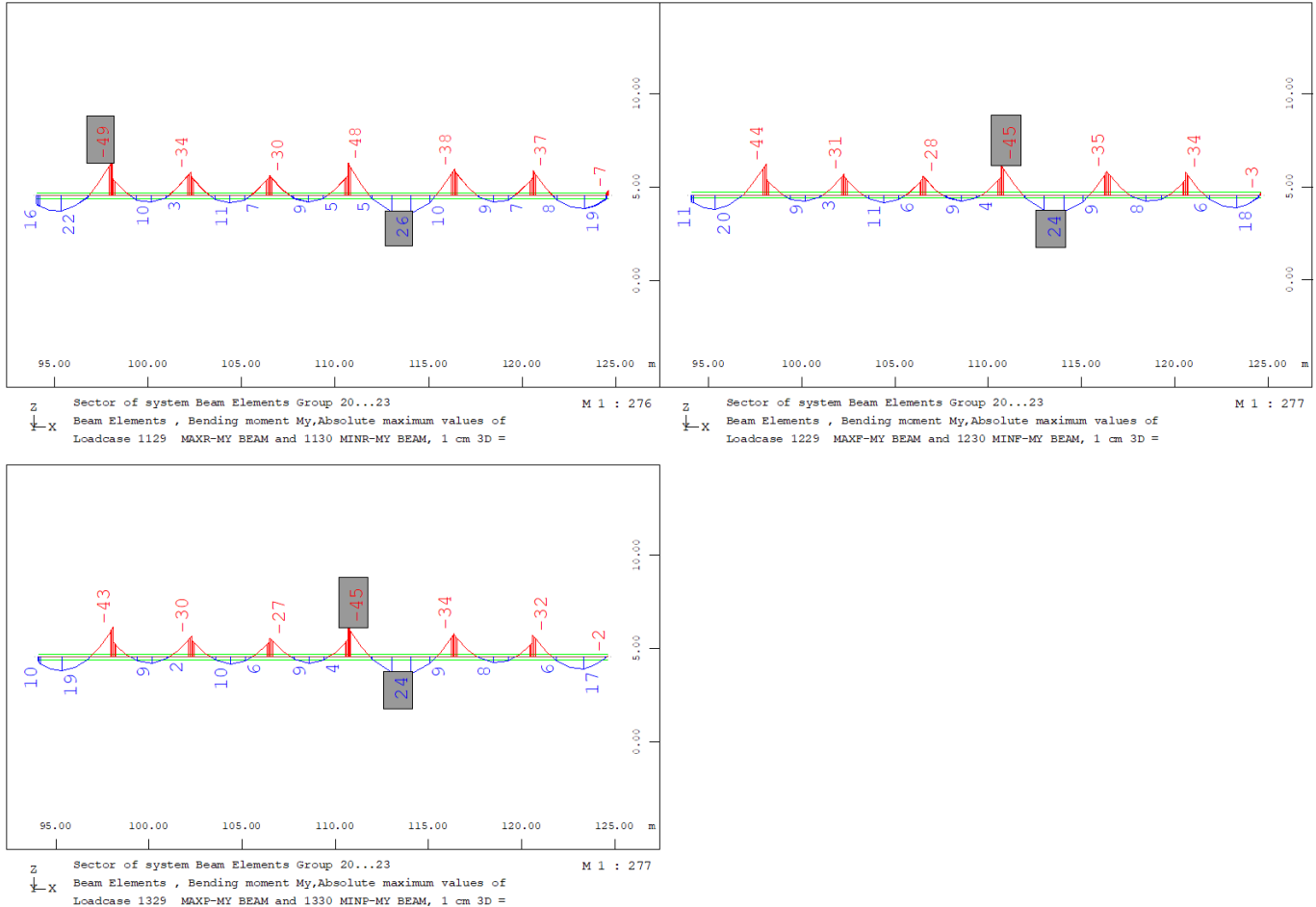


**Figura 10-6 Diagrammi taglio Vz\_SLD (kN)**

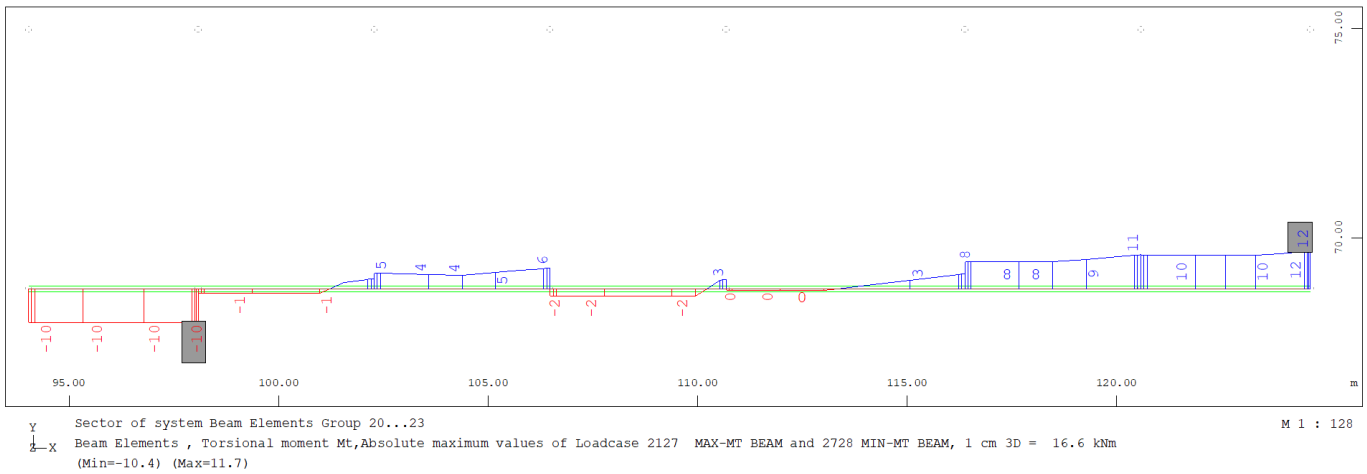
Si nota che le sollecitazioni allo SLD sono simili a quelle SLV e dunque le verifiche di resistenza previste al punto al capitolo 7 §7.3.6 delle NTC-18 saranno effettuate con le sollecitazioni maggiori tra le SLV e SLD.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>95 di 304</b>

Si riportano i diagrammi di momento per le combinazioni SLE rara LC\_1100, SLE freq. LC\_1200 e SLE Q.P. LC\_1300

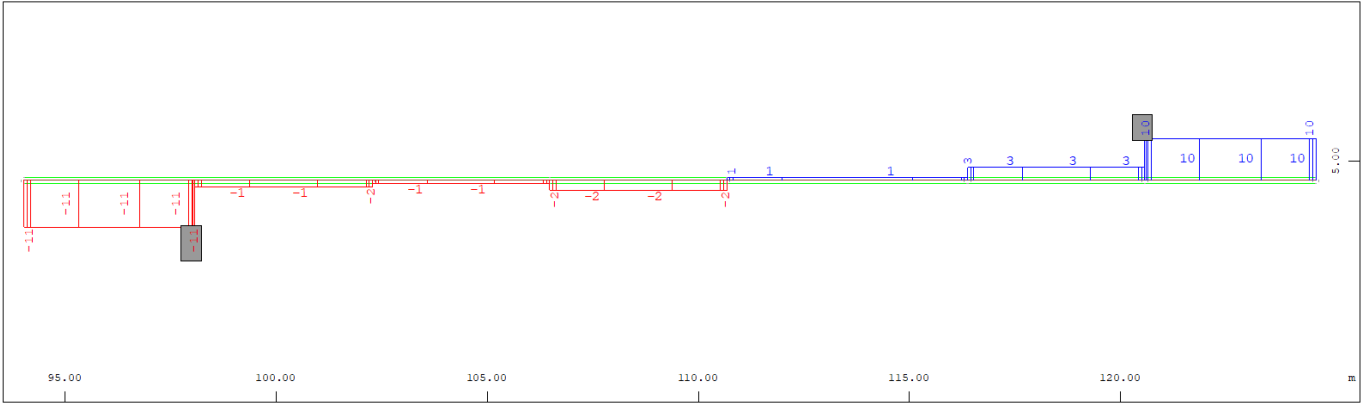


**Figura 10-7 Diagrammi Momento My\_SLE (kNm)**



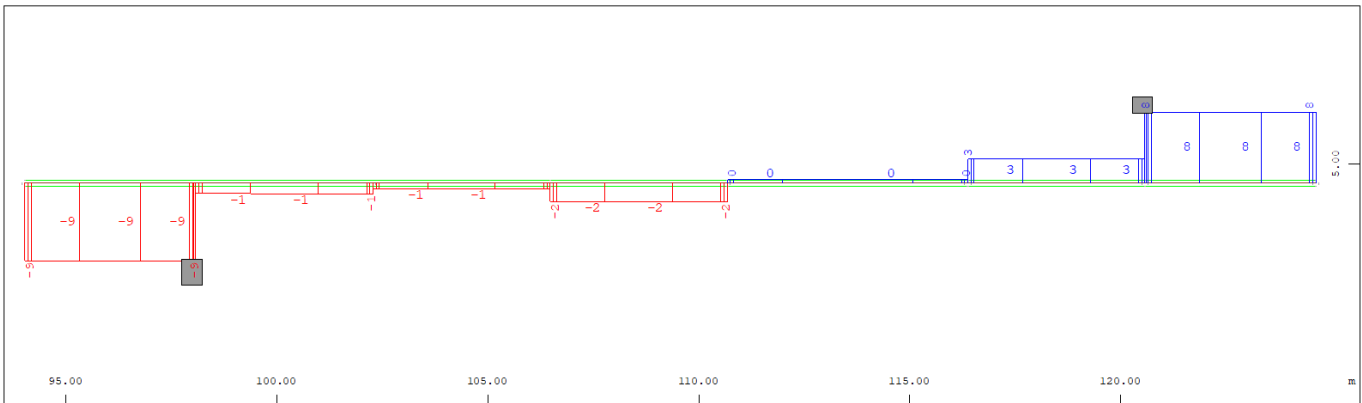
**Figura 10-8 Diagrammi Torsione Mt\_SLU (kNm)**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>96 di 304</b>



z Sector of system Beam Elements Group 20...23  
 Beam Elements , Torsional moment Mt, Absolute maximum values of Loadcase 2727 MAX-MT BEAM and 2728 MIN-MT BEAM, 1 cm 3D = 12.8 kNm  
 (Min=-11.1) (Max=9.97) M 1 : 127

**Figura 10-9 Diagrammi Torsione Mt\_SLV (kNm)**



z Sector of system Beam Elements Group 20...23  
 Beam Elements , Torsional moment Mt, Absolute maximum values of Loadcase 2927 MAX-MT BEAM and 2928 MIN-MT BEAM, 1 cm 3D = 6.41 kNm  
 (Min=-9.27) (Max=8.49) M 1 : 127

**Figura 10-10 Diagrammi Torsione Mt\_SLD (kNm)**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>97 di 304</b>

### 10.4.2 Materiali

I materiali adottati sono conformi a quanto riportato nel §4.1.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.0 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	8.5 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	200000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

Copriferro netto C=40mm

### 10.4.3 Geometria e disposizione Geometria e disposizione delle armature trave

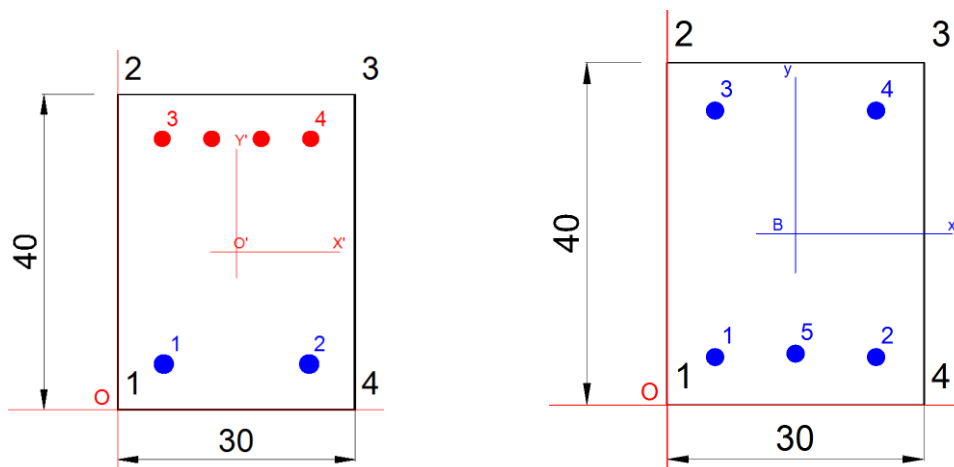


Figura 10-11 Sezione all'appoggio a SX e Sezione in campata a DX.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 98 di 304

## 10.4.4 Verifiche a pressoflessione deviata trave da 5.70m

### 10.4.4.1 DOMINIO ULTIMO SEZIONE ALL'APPOGGIO:

Si riporta la verifica per le comb. SLU LC\_2100 e SLV LC\_2700

LC: 1130, 1230, 1330, 2130, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	1130 MINR-MY BEAM	220048	0.000	0.000	139.6	-3.03	46.34	-7.05	-43.43	-1.87
2	1230 MINF-MY BEAM	220048	0.000	0.000	66.7	-0.84	43.49	-4.86	-39.40	-0.59
3	1330 MINP-MY BEAM	220048	0.000	0.000	-9.2	-1.63	42.73	-4.29	-38.08	-1.51
4	2130 MIN-MY BEAM	220048	0.000	0.000	210.0	-4.42	67.33	-9.92	-62.59	-2.69

LC: 2730, 2930, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	2730 MIN-MY BEAM	220048	0.000	0.000	-19.8	-11.57	64.85	-6.10	-85.12	-14.13
2	2930 MIN-MY BEAM	220048	0.000	0.000	-17.9	-8.87	56.17	-5.63	-68.90	-10.70

LC: 2729, 2929, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	2729 MAX-MY BEAM	230038	0.000	0.000	2.7	4.09	13.22	6.35	67.38	-17.06
2	2929 MAX-MY BEAM	230038	0.000	0.000	-1.6	3.43	4.26	5.81	49.13	-13.75

Il momento flettente massimo nella sezione considerata tende le fibre superiori.

- Armatura superiore 4  $\Phi$  16
- Armatura inferiore 2  $\Phi$  20

### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C30/37

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	40.0
3	30.0	40.0
4	30.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	5.8	5.8	20
2	24.2	5.8	20
3	5.6	34.4	16
4	24.4	34.4	16

### 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

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>99 di 304</b>

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	3	4	2	16

#### 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' // asse X coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord. con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y delle coord.
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse X delle coord.

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	-210.00	-65.00	-2.70	0.00	0.00
2	19.00	-86.00	-14.50	0.00	0.00
3	-3.00	68.00	-17.10	0.00	0.00
4	-212.00	-37.00	0.00	0.00	0.00
5	-213.00	23.00	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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	-140.01	-44.00	-1.90
2	-212.00	-26.00	0.00
3	-141.00	15.00	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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	-66.70	-40.00 (-26.32)	-0.60 (-0.39)

#### 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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
---------	---	----	----

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 100 di 304

1 9.20 -38.10 (-28.77) -1.51 (-1.14)

## 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 X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
MY	Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
MX Res	Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)
MY Res	Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. 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 massima ex (7.4.26)NTC]

N°Comb	Ver	N	MX	MY	N Res	MX Res	MY Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-210.00	-65.00	-2.70	-209.94	-67.71(-67.71)	-2.65(-2.65)	1.04	14.3(9.3)
2	S	19.00	-86.00	-14.50	18.90	-99.68(-99.68)	-16.66(-16.66)	1.16	8.0(12.5)
3	S	-3.00	68.00	-17.10	-2.94	75.37(75.37)	-18.86(-18.86)	1.11	8.3(13.4)
4	S	-212.00	-37.00	0.00	-212.16	-67.39(-67.39)	0.00(0.00)	1.92	14.3(9.3)
5	S	-213.00	23.00	0.00	-212.91	46.52(46.52)	0.00(0.00)	1.87	14.3(9.3)

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

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.146	0.0	0.0	-0.00056	5.8	5.8	-0.02042	24.4	34.4
2	0.00350	0.270	0.0	0.0	0.00119	5.8	5.8	-0.00947	24.4	34.4
3	0.00350	0.258	0.0	40.0	0.00111	5.6	34.4	-0.01009	24.2	5.8
4	0.00350	0.139	0.0	0.0	-0.00075	5.8	5.8	-0.02170	24.4	34.4
5	0.00350	0.129	0.0	40.0	-0.00093	5.6	34.4	-0.02357	24.2	5.8

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000016767	-0.000683539	0.003500000	0.146	0.700
2	-0.000074497	-0.000324307	0.003500000	0.270	0.777
3	-0.000099470	0.000327046	-0.009581859	0.258	0.762
4	0.000000000	-0.000732646	0.003500000	0.139	0.700
5	0.000000000	0.000791445	-0.028157802	0.129	0.700



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C FOGLIO 101 di 304

#### 10.4.4.2 DOMINIO ULTIMO SEZIONE IN CAMPATA

Si riporta la verifica per le comb. SLU LC\_2100 e SLV LC\_2700

LC: 1129, 1229, 1329, 2129, 2729, 2929, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	1129 MAXR-MY BEAM	200013	0.000	0.000	95.5	-0.04	6.11	-0.27	25.61	0.03
2	1229 MAXF-MY BEAM	200013	0.000	0.000	-30.9	0.00	6.40	0.03	24.33	-0.02
3	1329 MAXP-MY BEAM	200013	0.000	0.000	-29.2	0.00	6.38	0.07	24.12	-0.02
4	2129 MAX-MY BEAM	200013	0.000	0.000	145.9	-0.06	9.04	-0.41	37.44	0.04
5	2729 MAX-MY BEAM	200013	0.000	0.000	-58.5	-3.35	-13.59	-0.20	30.47	-0.02
6	2929 MAX-MY BEAM	200013	0.000	0.000	-51.6	-2.43	-8.25	-0.16	27.65	-0.02

Il momento flettente massimo nella sezione considerata tende le fibre inferiori.

- Armatura superiore 2  $\Phi$  16
- Armatura inferiore 3  $\Phi$  16

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C28/35

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	40.0
3	30.0	40.0
4	30.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	5.6	5.6	16
2	24.4	5.6	16
3	5.6	34.4	16
4	24.4	34.4	16
5	15.0	6.0	16

#### 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	-146.00	38.00	0.04	0.00	0.00
2	58.00	30.50	-0.02	0.00	0.00

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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 102 di 304

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	-96.00	26.00	0.03

#### 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	30.90	24.33 (29.26)	-0.02 (-0.02)

#### 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	29.20	24.12 (29.13)	-0.02 (-0.02)

#### 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	-146.00	38.00	0.04	-146.07	53.03	0.07	1.44	10.1(1.7)
2	S	58.00	30.50	-0.02	52.74	82.52	-0.03	2.72	6.0(1.9)

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

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>103 di</b> <b>304</b>

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	0.127	30.0	40.0	-0.00097	24.4	34.4	-0.02398	5.6	5.6
2	0.00350	0.191	0.0	40.0	0.00051	5.6	34.4	-0.01485	24.4	5.6

#### 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	0.000000941	0.000798083	-0.028451546	0.127	0.700
2	-0.000000346	0.000533113	-0.017824504	0.191	0.700

In aggiunta, fuori calcolo, andranno disposti 2  $\Phi$  12 come ferri di parete.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C FOGLIO 104 di 304

## 10.4.5 Verifica a taglio

### 10.4.5.1 VERIFICA IN APPOGGIO

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo con i valori delle sollecitazioni taglianti ottenute seguendo la metodologia descritta e riportata nel §10.1.1.2.

Base	0,3	m	<b>1° SCHEMA</b>		<b>2° SCHEMA</b>											
Altezza	0,4	m														
Ltrave	5,7	m														
G1_trave	3	kN/m	$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$		$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$											
G1_solaio	1	kN/m														
G2_solaio	1,4	kN/m	$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$		$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$											
Gk	5,4	kN/m														
gamma q			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>VA</td> <td>49,55 kN</td> <td>Ved (sofistik)</td> <td>VA</td> <td>49,55 kN</td> <td>Ved (sofistik)</td> </tr> <tr> <td>VB</td> <td>18,77 kN</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">72 kN</td> <td>VB</td> <td>18,77 kN</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">72 kN</td> </tr> </table>		VA	49,55 kN	Ved (sofistik)	VA	49,55 kN	Ved (sofistik)	VB	18,77 kN	72 kN	VB	18,77 kN	72 kN
VA	49,55 kN	Ved (sofistik)			VA	49,55 kN	Ved (sofistik)									
VB	18,77 kN	72 kN	VB	18,77 kN	72 kN											
Qk	0	kN/m														
gamma Rd	1,1	[-]														
Mua (+)	99	kNm														
Mua (-)	78	kNm														
Mub (+)	78	kNm														
Mub (-)	99	kNm														

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata è minore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale mediante sofistik, si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

**V<sub>Ed-max</sub> = 72 kN**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 105 di 304

• **Caratteristiche della sezione**

$b_w = 300$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 400$ mm altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 58$ mm copriferro	$f_{yd} = 391,3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1,50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 2 \text{ } \emptyset 20$	$= 6,28 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 342$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17,00$ MPa resist. di calcolo		$6,28 \text{ cm}^2$

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

$N_{ed} = 0,0$  kN       $V_{ed} = 72,0$  kN

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

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$        $k = 1,765 < 2$

$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$        $v_{min} = 0,449$

$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$        $\rho_1 = 0,006 < 0,02$

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$        $\sigma_{cp} = 0,00$  MPa < 0,2 fcd

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

$V_{Rd} = 57,3$  kN;      (con  $(v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 46,1$  kN)

$V_{Rd} = 57,3$  kN valore di calcolo

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

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

$\theta = 45,0$  ° inclinaz. bielle cls      angolo ammissibile

$\alpha = 90,0$  ° inclinaz. staffe

Armatura a taglio (staffatura):

$A_{sw}/s =$  staffe  $\emptyset 8$  mm con n° bracci (trasv)      2      passo      8      cm       $= 0,126 \text{ cm}^2/\text{cm}$

$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha$        $V_{Rsd} = 151,4$  kN

$f_{cd} = 8,50$  MPa resist. di calcolo ridotta

$\alpha_c = 1,000$  coeff. maggiorativo

$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha)$        $V_{Rcd} = 392,5$  kN

$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$        $V_{Rd} = 151,4 > 72,0$  kN      c.s. = 2,1

la sezione armata a taglio risulta verificata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 106 di 304

#### 10.4.5.2 VERIFICA A 80CM DAL PILASTRO

##### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 300$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 400$ mm altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 56$ mm copriferro	$f_{yd} = 391,3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1,50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 3 \text{ } \emptyset 16$	$= 6,03 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 344$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17,00$ MPa resist. di calcolo		$6,03 \text{ cm}^2$

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

$$N_{ed} = 0,0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 50,0 \text{ kN}$$

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

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1,762 < 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{\min} = 0,449$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02 \quad \rho_1 = 0,006 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa} < 0,2 f_{cd}$$

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

$$V_{Rd} = 56,7 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{\min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 46,3 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 56,7 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

Si adotteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 0,80 m dal pilastro, staffe  $\Phi 8 / 8$  cm, mentre nelle zone centrali di campata rimanenti staffe  $\Phi 8 / 20$  cm.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 107 di 304

### 10.4.6 Verifica a torsione

VERIFICA A TORSIONE DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 17/01/2018						
B <sub>tot</sub>		300 mm				
H <sub>tot</sub>		400 mm				
Ac		120000 mm <sup>2</sup>				
copriferro		58,0 mm				
perimetro		1400 mm				
t		86 mm				
t calcolo		86 mm				
A <sub>k</sub>		67347 mm <sup>2</sup>				
f <sub>ck</sub>		30,0 MPa				
γ <sub>cls</sub>		1,5				
f <sub>cd</sub>		20 MPa				
ν		0,4	>	0,35 OK		
θ =		45,0 °		inclinaz. bielle cls		
tg(teta)		1,00				
ctg(teta)		1,00				
<b>Momento resistente portato dalle bielle compresse</b>						
T <sub>rd1</sub>		44448979,59 Nmm	=	44,45 kNm	=	4445 daNm
<b>Staffe</b>						
As	φ	8	n. bracci	2		
		50 mm <sup>2</sup>		100 mm <sup>2</sup>		
Passo		20 mm				
f <sub>yk</sub>		450,0 MPa				
γ <sub>acc</sub>		1,15				
f <sub>yd</sub>		391,3 Mpa				
<b>Momento torcente supportato dalle staffe</b>						
Trsd 1		264796450,8 Nmm	=	264,80 kNm	=	26480 daNm
<b>Ferri longitudinali</b>						
	φ	20		0	0	0
	n°	2		0	0	0
Area ferri longitudinali		628,00 mm <sup>2</sup>				
um		1057,14 mm	=	105,71 cm		
<b>Momento torcente supportato dalle armature longitudinali</b>						
Trsd 2		31310391,14 Nmm	=	31,31 kNm	=	3131 daNm
<b>minimo valore di Trd</b>						
		3131 daNm	=	31,31 kNm		
<b>Verifica a torsione</b>						
La sezione necessita armatura a taglio <b>Si</b>						
	T <sub>Ed</sub> =	12,0 kNm				
	V <sub>Ed</sub> =	72,0 kN				
Verifica a torsione		12,00 kNm	<	31,31 kNm		Verificato
Tasso di lavoro	T <sub>ed calcolo</sub>		=	0,38		
	Trd					

Poiché la sollecitazione torsionale massima,  $T_{Edmax} = 12 \text{ kNm}$  è minore della resistenza minima a torsione ( $T_{Rcd} = 42.24 \text{ kNm}$ ), la verifica si ritiene soddisfatta.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 108 di 304

### 10.4.7 Verifica limitazioni armatura

SEZIONE DI APPOGGIO																
GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI				RAP. GEOM.		ARM. TRASV (mm)				
B=	300	mm	∅ tesa	16	∅ comp.	20	fyk	450	Mpa	fctm	2,77	ρ	0,0067	∅ Staffe	8	
H=	400	mm	N tesa	4	Ncomp.	2	fyd	391,3	MPa			ρcomp	0,0052	P staffe	80	
COPRIFERRO		∅ tesa	16	∅ comp.	16											
c=	40	mm	N tesa	0	Ncomp.	0										

SEZIONE DI CAMPATA																
GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI				RAP. GEOM.		ARM. TRASV (mm)				
B=	300	mm	∅ tesa	16	∅ comp.	16	fyk	450	Mpa	fctm	2,77	ρ	0,0050	∅ Staffe	8	
H=	400	mm	N tesa	3	Ncomp.	2	fyd	391,3	MPa			ρcomp	0,0034	P staffe	200	
COPRIFERRO		∅ tesa	16	∅ comp.	16											
c=	40	mm	N tesa	0	Ncomp.	0										

SEZIONE DI APPOGGIO																										
CONDIZIONE A				CONDIZIONE B				CONDIZIONE C				CONDIZIONE D		CONDIZIONE E												
∅ tesa	16	≥	14	OK	OK	0,00311	<	ρ	<	0,013014	OK	0,0052	>	0,0034	OK	passo staffe	passo scelto	804,2 >	165,2 OK							
N tesa	4	≥	2	OK												86				80	OK	804,2 >	134,16 OK			
∅ comp.	20	≥	14	OK												225	>							128	80	4800 OK
N comp.	2	≥	2	OK												192										

SEZIONE DI CAMPATA																										
CONDIZIONE A				CONDIZIONE B				CONDIZIONE C				CONDIZIONE D		CONDIZIONE E												
∅ tesa	16	≥	14	OK	OK	0,00311	<	ρ	<	0,011129	OK	0,0034	>	0,0025	OK	passo staffe	passo scelto	603,2 >	165,2 OK							
N tesa	3	≥	2	OK												86				80	OK	603,2 >	134,16 OK			
∅ comp.	16	≥	14	OK												225	>							128	80	4800 OK
N comp.	2	≥	2	OK												192										

Le verifiche a taglio di cui al §10.4.5 risultano soddisfatte pertanto, l'armatura della trave rispetta i limiti prescritti dalle NTC2018.



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 109 di 304

#### 10.4.8 Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec. Per la sezione di campata e la sezione di appoggio.

##### 10.4.8.1 VERIFICHE PER LA SEZIONE DI APPOGGIO

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

##### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.22	0.0	0.0	-277.6	24.4	34.4	295	8.0
2	S	0.90	0.0	0.0	-243.4	24.4	34.4	375	8.0
3	S	0.64	0.0	40.0	-196.0	24.2	5.8	390	6.3

##### COMBINAZIONI RARE 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 fctm
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 Ac 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 Smax / Es [(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	-0.00170	0.00000	0.500	16.0	48	0.00102 (0.00083)	263 0.267 (990.00)		-23.28	-1.01
2	S	-0.00143	0.00000	0.500	16.0	48	0.00076 (0.00073)	290 0.220 (990.00)		-19.07	0.00
3	S	-0.00115	0.00000	0.500	20.0	48	0.00059 (0.00059)	374 0.220 (990.00)		17.21	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.66	0.0	0.0	-208.7	24.4	34.4	293	8.0

##### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00128	0.00000	0.500	16.0	48	0.00067 (0.00063)	262 0.177 (0.20)		-26.32	-0.39

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>110 di</b> <b>304</b>

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.17	0.0	0.0	-157.5	24.4	34.4	254	8.0

**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	-0.00100	0.00000	0.500	16.0	48	0.00057 (0.00047)	249	0.142 (0.20)	-28.77	-1.14

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 111 di 304

#### 10.4.8.2 VERIFICHE PER LA SEZIONE DI CAMPATA

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

##### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.58	30.0	40.0	-224.6	5.6	5.6	330	6.0

##### COMBINAZIONI RARE 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
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]
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	-0.00135	0.00000	0.500	16.0	48	0.00067 (0.00067)	312	0.210 (990.00)	22.39	0.03

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.29	0.0	40.0	-109.3	24.4	5.6	270	6.0

##### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00069	0.00000	0.500	16.0	48	0.00033 (0.00033)	285	0.093 (0.20)	30.75	-0.03

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.25	0.0	40.0	-109.5	24.4	5.6	270	6.0

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

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>112 di</b> <b>304</b>

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00069	0.00000	0.500	16.0	48	0.00033 (0.00033)	285	0.094 (0.20)	30.61	-0.03

Le verifiche risultano soddisfatte.

APPALTATORE: Conorzio / Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario / Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 113 di 304

## 10.5 TRAVI PRINCIPALI INTERNE (30X40)

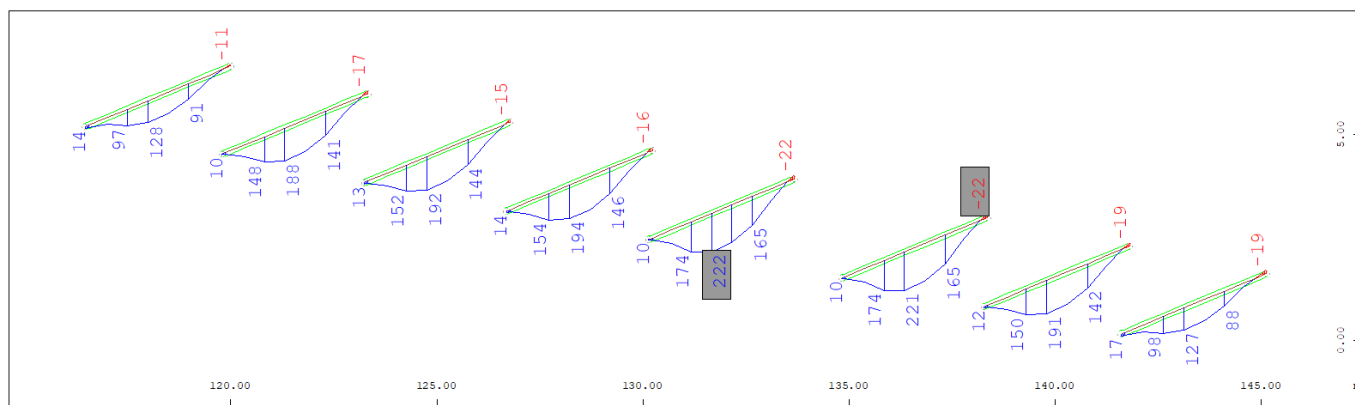
### 10.5.1 Sollecitazioni

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi secondarie aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x40 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limiti ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto delle combinazioni di carico più gravose.

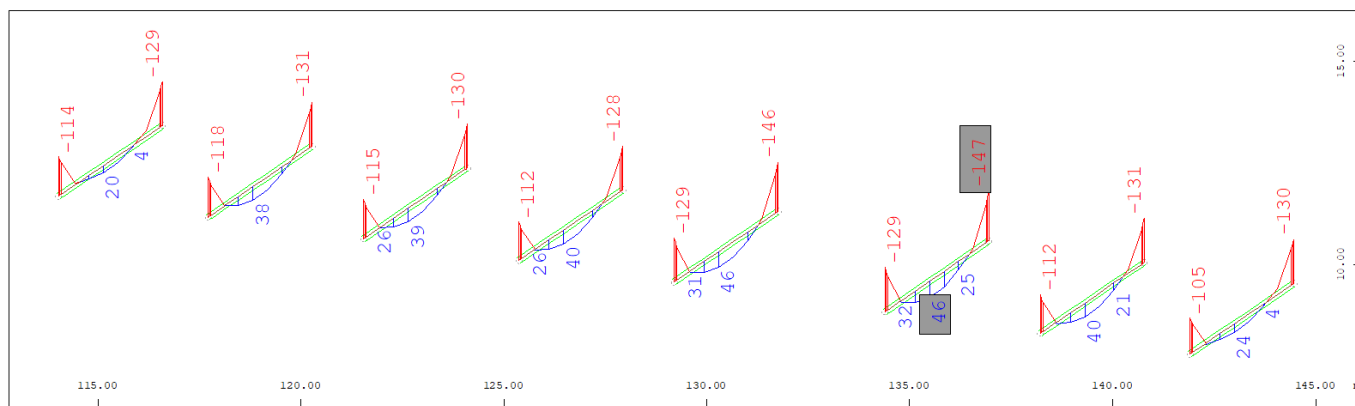
Qui di seguito si riportano le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLV, SLD, SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente.

Si nota che le sollecitazioni allo SLD (non riportate nel presente documento) sono inferiori a quelle SLV e dunque si ometteranno le verifiche di resistenza previste al punto 7.3.7.1 del rif.[1].

Si riportano qui di seguito i diagrammi caratteristici delle travi secondarie per gli SLU, SLV e SLD.



Sector of system Beam Elements Group 30...33  
Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 2129 MAX-MY BEAM , 1 cm 3D = 296.9 kNm (Min=-21.8) (Max=221.7) M 1 : 130  
X \* 0.838  
Y \* 0.617  
Z \* 0.958



Sector of system Beam Elements Group 30...33  
Beam Elements , Bending moment My, Loadcase 2130 MIN-MY BEAM , 1 cm 3D = 148.4 kNm (Min=-146.8) (Max=46.5) M 1 : 132  
X \* 0.920  
Y \* 0.499  
Z \* 0.951

Figura 10-12 Diagrammi momento My involucri SLU (kNm)

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>114 di 304</b>

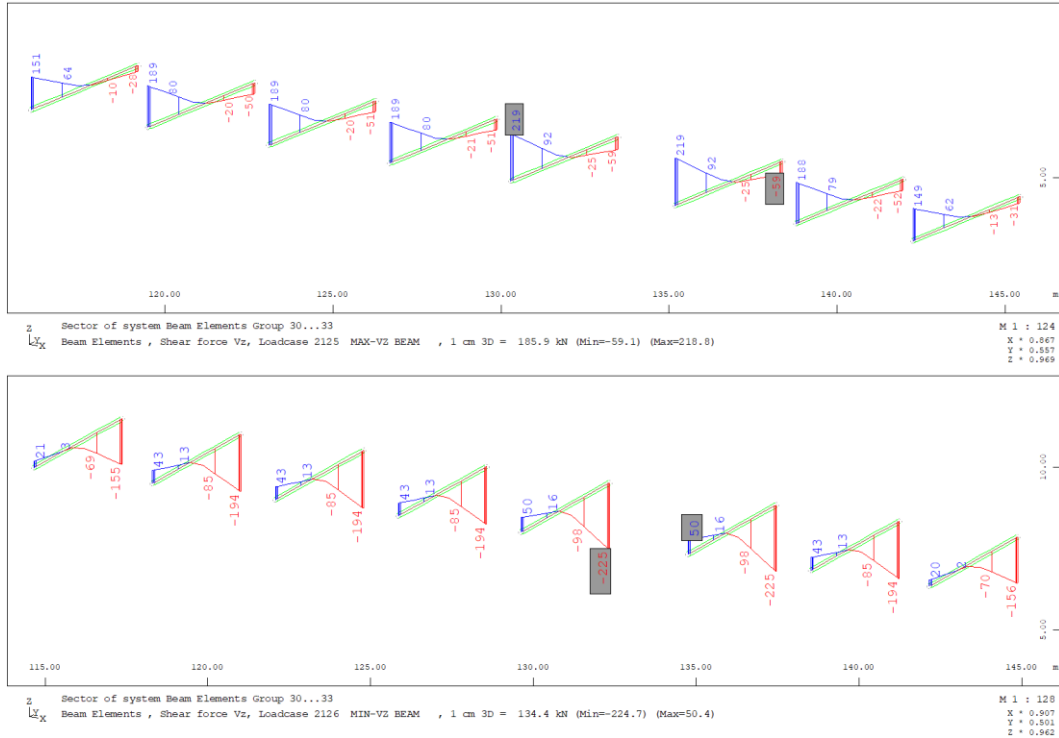
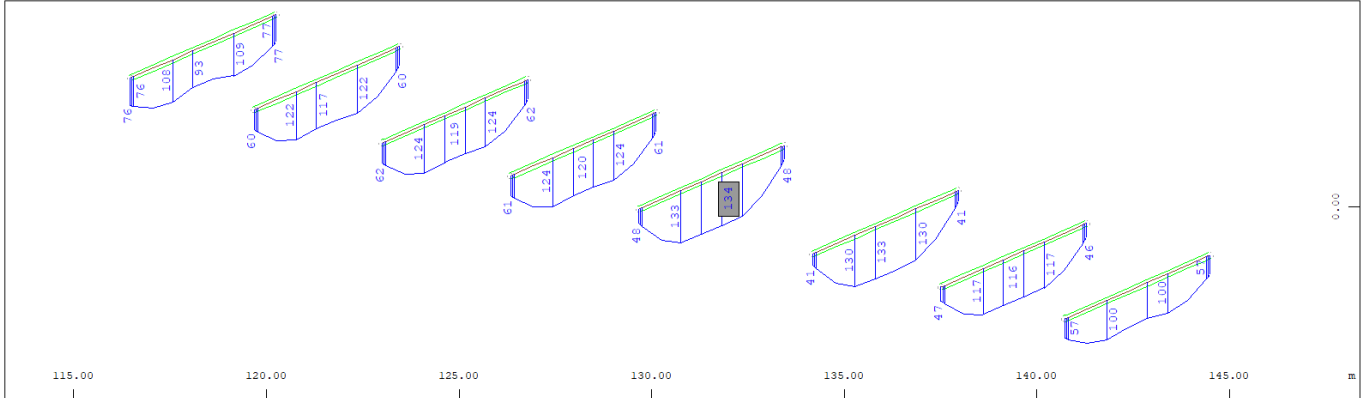
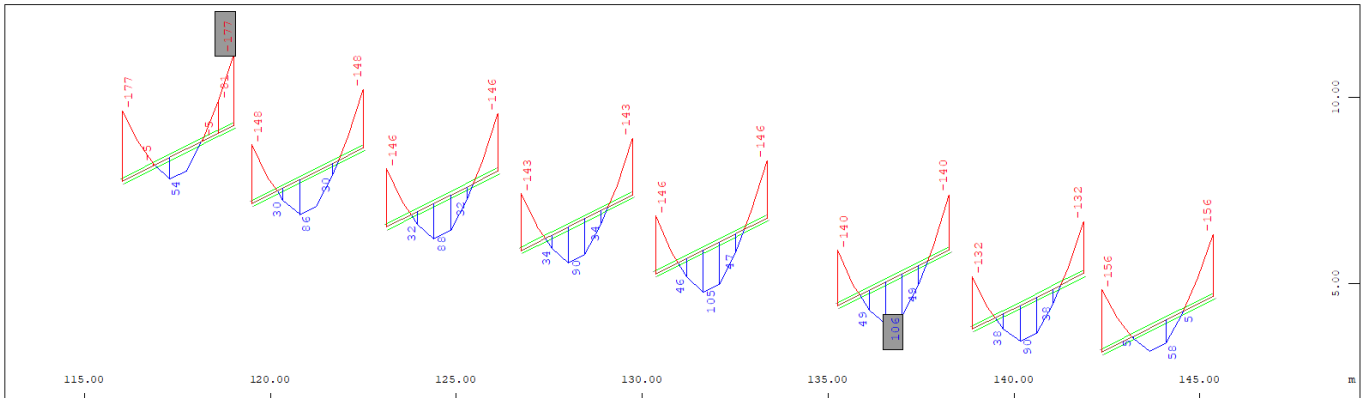


Figura 10-13 Diagrammi taglio Vz involucri SLU (kN)

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>115 di 304</b>



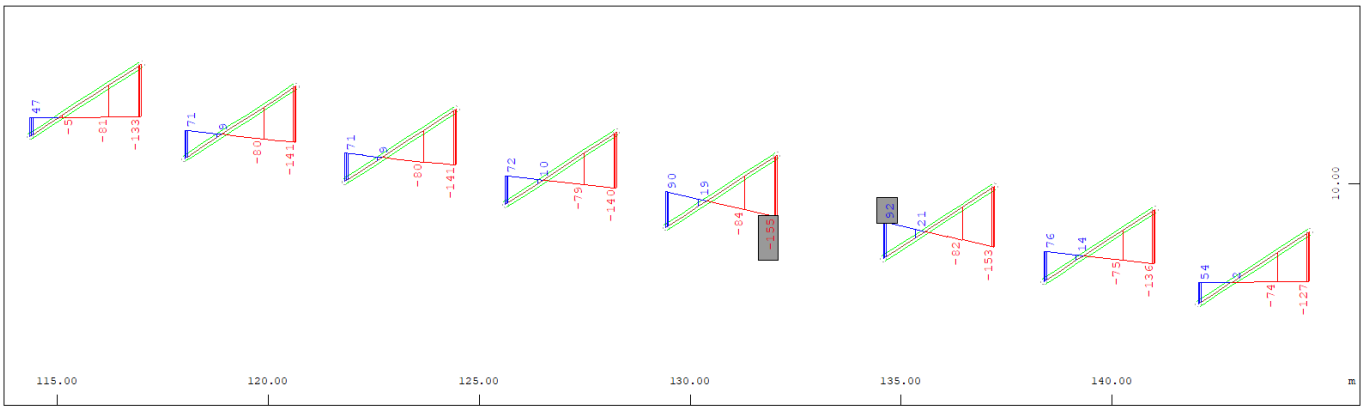
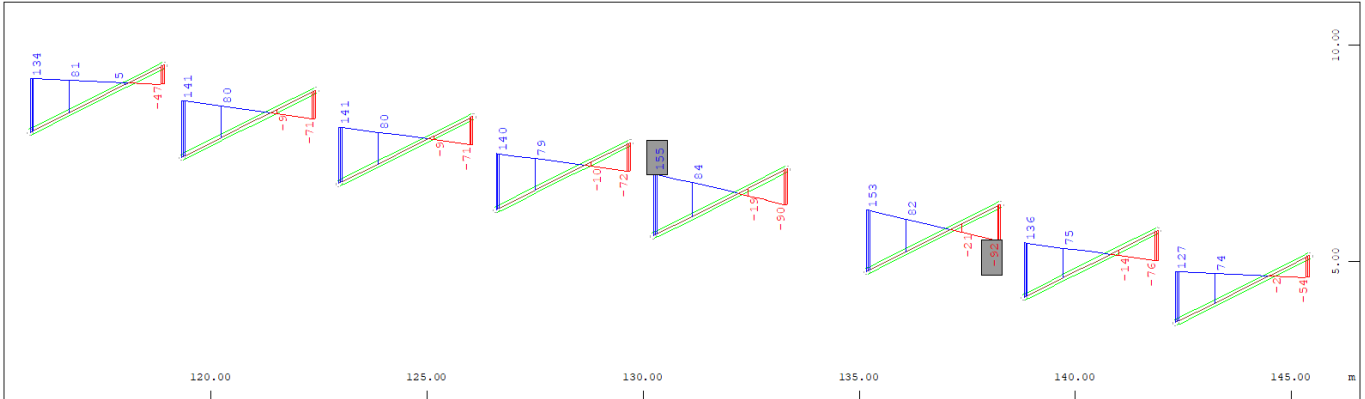
M 1 : 139  
 X \* 0.818  
 Y \* 0.665  
 Z \* 0.942



M 1 : 144  
 X \* 0.874  
 Y \* 0.568  
 Z \* 0.956

**Figura 10-14 Diagrammi momento My\_SLV (kNm)**

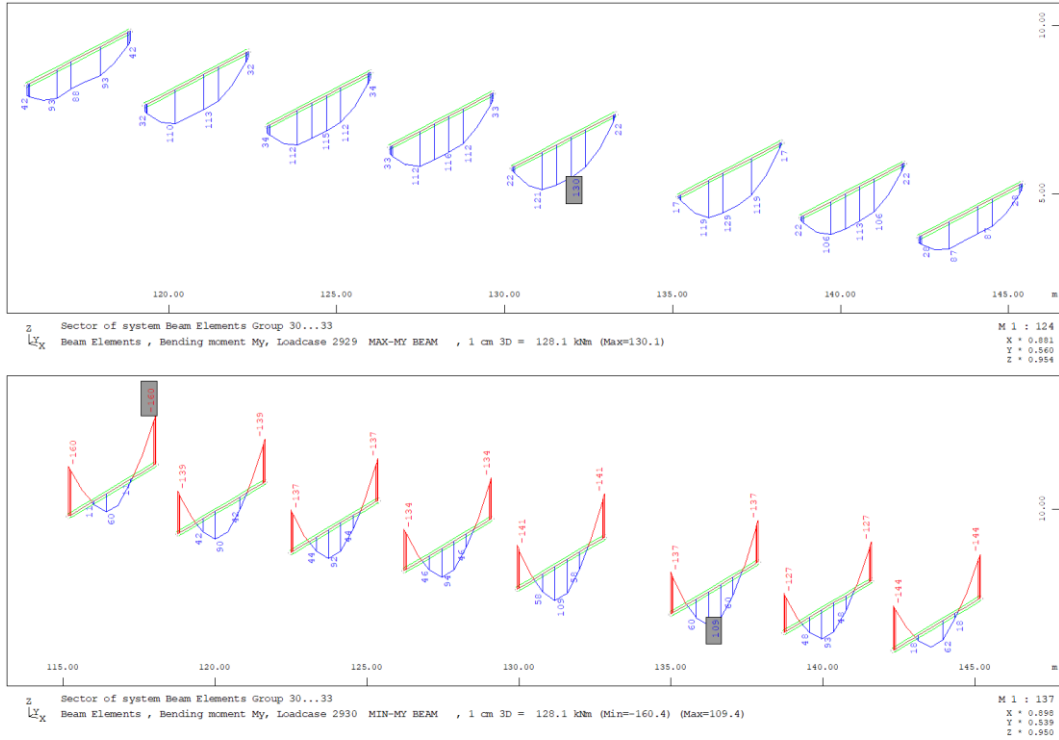
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>116 di 304</b>



**Figura 10-15 Diagrammi taglio Vz\_SLV (kN)**

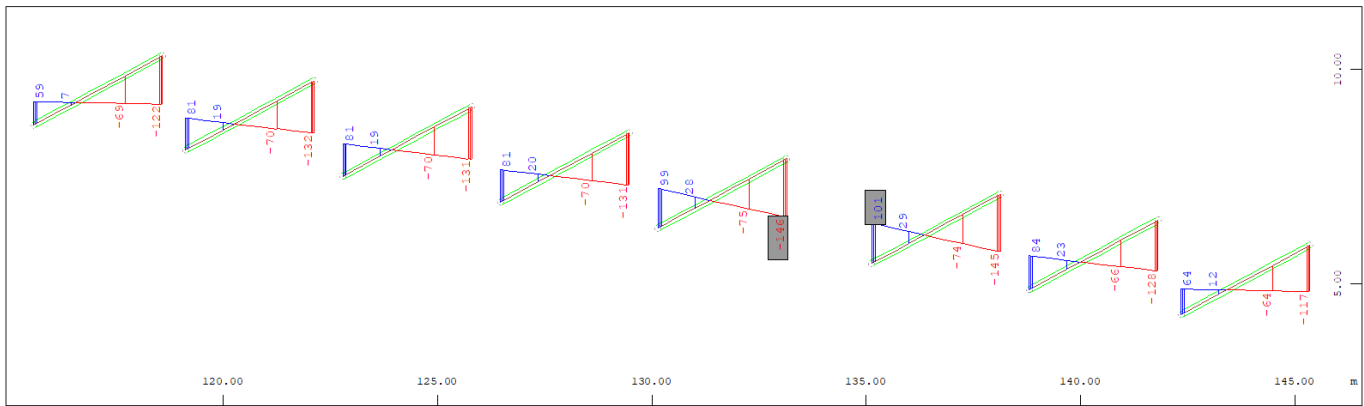
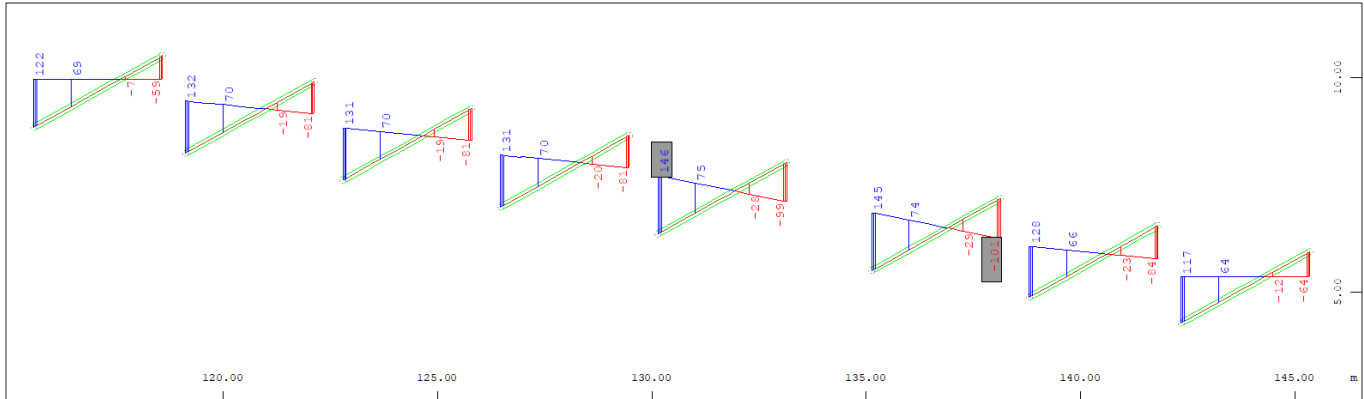


<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo				COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>117 di 304</b>



**Figura 10-16 Diagrammi momento My\_SLD (kNm)**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>118 di 304</b>

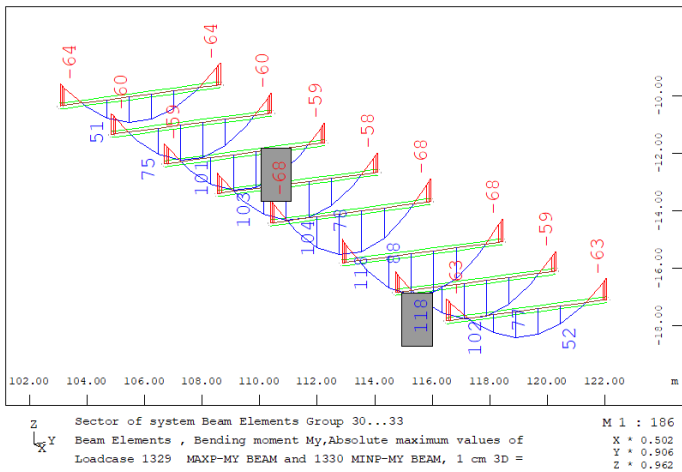
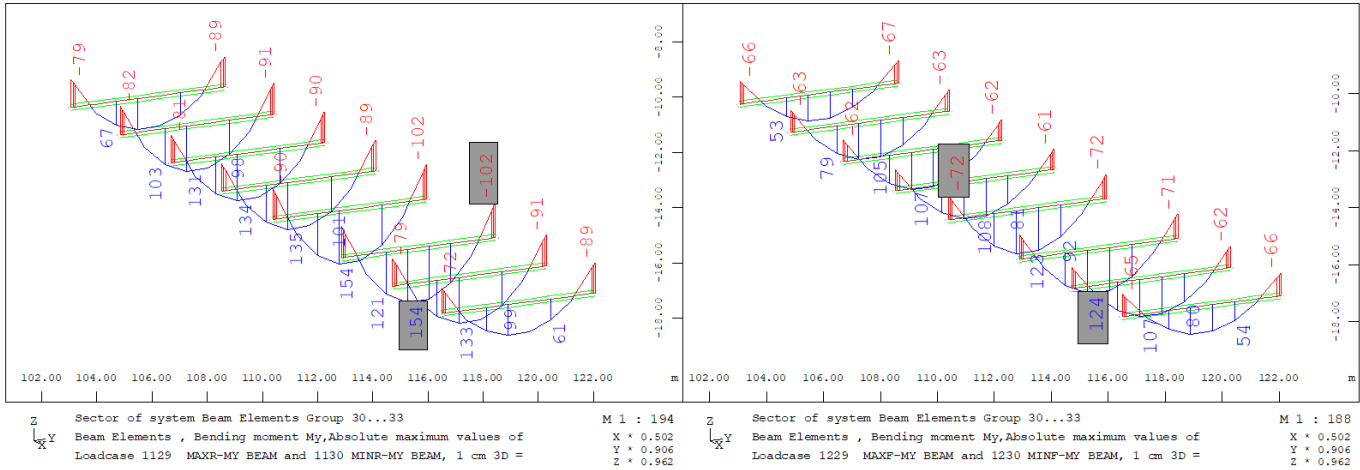


**Figura 10-17 Diagrammi taglio Vz\_SLD (kN)**

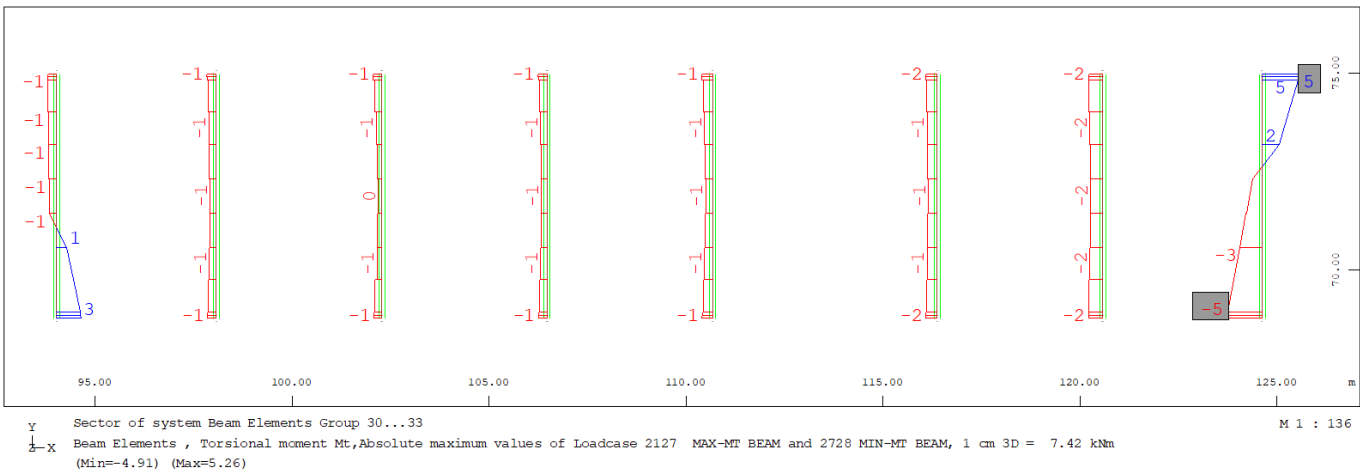
Si nota che le sollecitazioni allo SLD sono simili a quelle SLV e dunque le verifiche di resistenza previste al punto al capitolo 7 §7.3.6 delle NTC-18 saranno effettuate con le sollecitazioni maggiori tra le SLV e SLD.

Si ripotano i diagrammi di momento per le combinazioni SLE rara LC\_1100, SLE freq. LC\_1200 e SLE Q.P. LC\_1300

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER ELETTRI-FER M-NEGNERIA</b>				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>				COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>119 di 304</b>

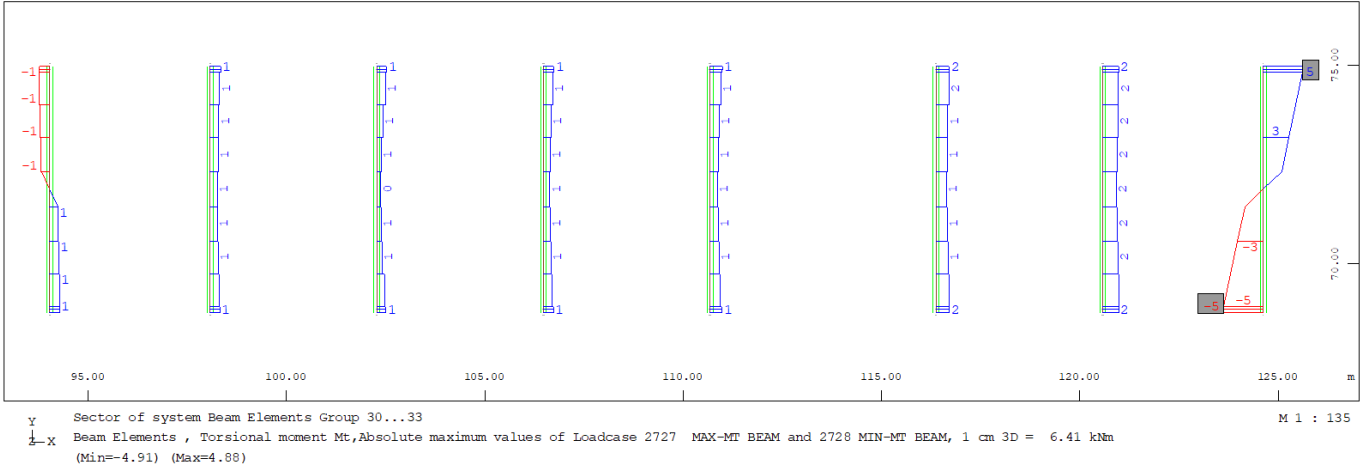


**Figura 10-18 Diagrammi Momento My\_SLE (kNm)**

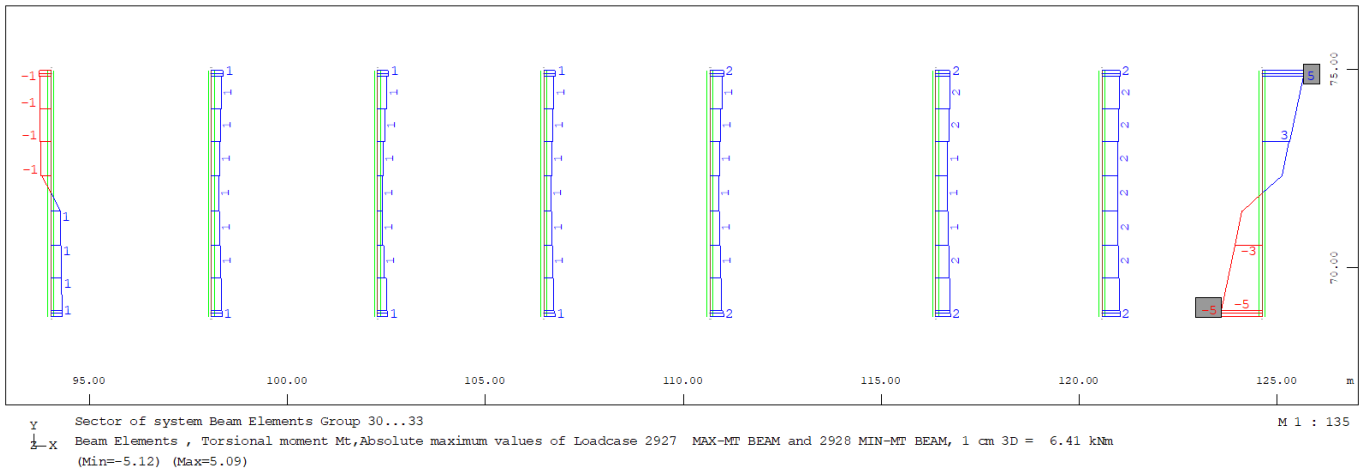


**Figura 10-19 Diagrammi Torsione Mt\_SLU (kNm)**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>				COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>120 di 304</b>



**Figura 10-20 Diagrammi Torsione Mt\_SLV (kNm)**



**Figura 10-21 Diagrammi Torsione Mt\_SLD (kNm)**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>121 di 304</b>

### 10.5.2 Materiali

I materiali adottati sono conformi a quanto riportato nel §4.1.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.0 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	8.5 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	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

Copriferro netto C=40mm

### 10.5.3 Geometria e disposizione delle armature trave

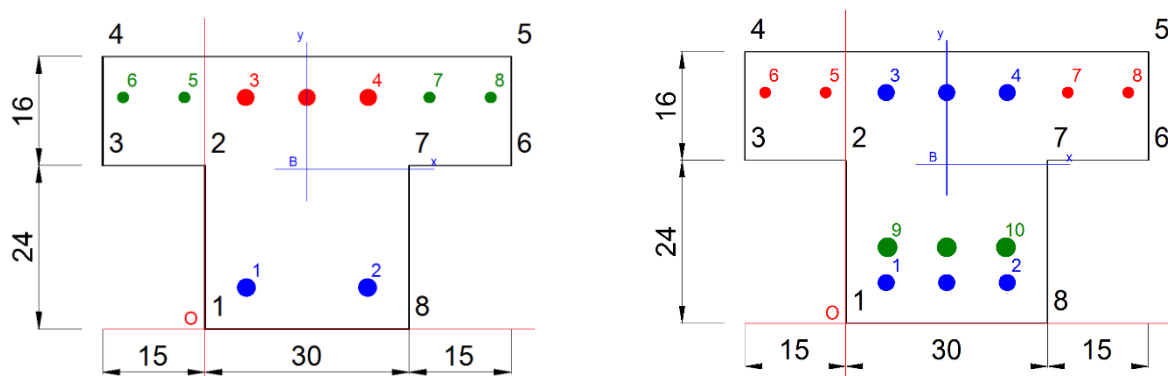


Figura 10-22 Sezione all'appoggio a SX e Sezione in campata a DX.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 122 di 304

## 10.5.4 Verifiche a pressoflessione deviata

### 10.5.4.1 DOMINIO ULTIMO SEZIONE ALL'APPOGGIO:

Si riporta la verifica per le comb. SLU LC\_2100 e SLV LC\_2700 / SLD LC\_2900

LC: 1130, 1230, 1330, 2130, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	1130 MINR-MY BEAM	330008	0.075	1.000	-370.0	-0.41	-157.59	0.12	-102.13	0.75
2	1230 MINF-MY BEAM	330008	0.075	1.000	-111.5	0.00	-128.16	0.00	-71.35	0.09
3	1330 MINP-MY BEAM	330008	0.075	1.000	-108.0	0.00	-122.73	0.00	-68.11	0.09
4	2130 MIN-MY BEAM	330008	0.075	1.000	-544.7	-0.62	-224.57	0.19	-146.78	1.13

LC: 2729, 2929, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	2729 MAX-MY BEAM	310032	0.825	1.000	-74.4	4.01	-66.24	-0.41	62.09	-3.09
2	2929 MAX-MY BEAM	310032	0.825	1.000	-81.2	2.91	-75.71	-0.30	33.69	-2.27

LC: 2729-2730, 2929-2930, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	2729 MAX-MY BEAM	330010	0.075	1.000	-71.7	-6.01	-90.39	-0.67	35.05	8.49
2	2730 MIN-MY BEAM	330010	0.075	1.000	-131.9	6.01	-155.07	0.68	-169.20	-8.58
3	2929 MAX-MY BEAM	330010	0.075	1.000	-79.9	-4.35	-99.21	-0.49	7.20	6.15
4	2930 MIN-MY BEAM	330010	0.075	1.000	-123.7	4.35	-146.25	0.49	-141.35	-6.24

Il momento flettente massimo nella sezione considerata tende le fibre superiori.

- Armatura superiore 3  $\Phi$  20 + 2+2  $\Phi$  12 sulle ali
- Armatura inferiore 2  $\Phi$  22

### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C30/37

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	24.0
3	-15.0	24.0
4	-15.0	40.0
5	45.0	40.0
6	45.0	24.0
7	30.0	24.0
8	30.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	6.1	6.1	22
2	23.9	6.1	22
3	6.0	34.0	20
4	24.0	34.0	20
5	-3.0	34.0	12
6	-12.0	34.0	12
7	33.0	34.0	12

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>123 di</b> <b>304</b>

8                      42.0                      34.0                      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	3	4	1	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	544.00	-147.00	1.13	0.00	0.00
2	131.00	-170.00	-8.60	0.00	0.00
3	74.00	62.10	-3.10	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	370.00	-105.00	0.75

#### 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	111.00	-72.00 (-55.92)	0.09 (0.07)

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

N                      Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 124 di 304

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	108.00	-69.00 (-56.04)	0.09 (0.07)

## 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 massima ex (7.4.26)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	544.00	-147.00	1.13	544.08	-231.46	1.89	1.57	13.9(20.7)
2	S	131.00	-170.00	-8.60	131.25	-181.17	-9.01	1.07	13.9(20.7)
3	S	74.00	62.10	-3.10	74.01	107.84	-5.15	1.74	7.6(13.1)

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

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.558	30.0	0.0	0.00239	23.9	6.1	-0.00278	-12.0	34.0
2	0.00350	0.344	0.0	0.0	0.00172	6.1	6.1	-0.00668	42.0	34.0
3	0.00350	0.167	-15.0	40.0	-0.00020	-12.0	34.0	-0.01750	23.9	6.1
4	0.00350	0.155	-15.0	40.0	-0.00049	6.0	34.0	-0.01903	6.1	6.1
5	0.00350	0.266	0.0	0.0	0.00114	6.1	6.1	-0.00967	33.0	34.0

### 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	0.000008192	-0.000174505	0.003254239	0.558	1.000
2	-0.000033489	-0.000258123	0.003500000	0.344	0.870



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 125 di 304

3 -0.000003569 0.000615515 -0.021174119 0.167 0.700

#### 10.5.4.2 DOMINIO ULTIMO SEZIONE IN CAMPATA

Si riporta la verifica per le comb. SLU LC\_2100 e SLV LC\_2700 / SLD LC\_2900

LC: 1129, 1229, 1329, 2129, 2729, 2929, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi [m]	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	1129 MAXR-MY BEAM	300013	0.867	1.000	111.2	0.44	17.35	0.07	154.32	0.75
2	1229 MAXF-MY BEAM	300013	0.867	1.000	-108.5	0.00	17.91	0.00	123.35	-0.05
3	1329 MAXP-MY BEAM	300013	0.867	1.000	-104.0	0.00	17.16	0.00	118.08	-0.04
4	2129 MAX-MY BEAM	300013	0.867	1.000	177.9	0.66	24.38	0.10	221.73	1.13
5	2729 MAX-MY BEAM	300013	0.867	1.000	-93.0	0.99	-15.71	0.89	134.03	3.28
6	2929 MAX-MY BEAM	300013	0.867	1.000	-95.4	0.75	-6.75	0.65	130.05	2.28

Il momento flettente massimo nella sezione considerata tende le fibre inferiori.

- Armatura superiore 3  $\Phi$  20 + 2+2  $\Phi$  12 nelle ali
- Armatura inferiore 3  $\Phi$  22 in primo strato + 3  $\Phi$  26 in secondo strato

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	24.0
3	-15.0	24.0
4	-15.0	40.0
5	45.0	40.0
6	45.0	24.0
7	30.0	24.0
8	30.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.1	6.1	22
2	23.9	6.1	22
3	6.0	34.0	20
4	24.0	34.0	20
5	-3.0	34.0	12
6	-12.0	34.0	12
7	33.0	34.0	12
8	42.0	34.0	12
9	6.2	11.5	26
10	23.8	11.5	26

#### 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

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>126 di</b> <b>304</b>

∅                      Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	∅
1	1	2	1	22
2	3	4	1	20
3	9	10	1	26

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:                      8 mm  
Passo staffe:                      7.2 cm  
Staffe:                      Una sola staffa chiusa perimetrale

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-178.00	222.00	1.13	0.00	0.00
2	93.00	134.10	3.30	0.00	0.00

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-111.20	154.32	0.75

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	108.00	123.50 (44.70)	-0.05 (-0.02)

#### 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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 127 di 304

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	104.00	118.10 (44.71)	-0.04 (-0.02)

## 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 massima ex (7.4.26)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-178.00	222.00	1.13	-178.06	263.66	0.11	1.20	27.3(27.0)
2	S	93.00	134.10	3.30	92.72	290.25	7.76	2.15	27.3(27.0)

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

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.234	45.0	40.0	0.00085	42.0	34.0	-0.01147	6.1	6.1
2	0.00350	0.297	45.0	40.0	0.00143	42.0	34.0	-0.00830	6.1	6.1

### 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	0.000000190	0.000441282	-0.014159836	0.234	0.732
2	0.000004944	0.000342513	-0.010422973	0.297	0.811

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 128 di 304

## 10.5.5 Verifica a taglio

### 10.5.5.1 VERIFICA IN APPOGGIO

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo con i valori delle sollecitazioni taglianti ottenute seguendo la metodologia descritta e riportata nel §10.1.1.2.

Base	0,3	m	<b>1° SCHEMA</b>		<b>2° SCHEMA</b>																																	
Altezza	0,4	m																																				
Ali	0.15x0.20	m																																				
Ltrave	6,2	m	$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$		$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$																																	
G1_trave	4,5	kN/m																																				
G1_solaio	14,85	kN/m	$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$		$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$																																	
G2_solaio	20,54	kN/m																																				
Gk	39,89	kN/m	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>VA</td> <td>170,14 kN</td> <td>Ved (sofistik)</td> <td>225 kN</td> <td>VA</td> <td>170,14 kN</td> <td>Ved (sofistik)</td> <td>225 kN</td> </tr> <tr> <td>VB</td> <td>-77,18 kN</td> <td></td> <td></td> <td>VB</td> <td>-77,18 kN</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		VA	170,14 kN	Ved (sofistik)	225 kN	VA	170,14 kN	Ved (sofistik)	225 kN	VB	-77,18 kN			VB	-77,18 kN			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>VA</td> <td>170,14 kN</td> <td>Ved (sofistik)</td> <td>225 kN</td> <td>VA</td> <td>170,14 kN</td> <td>Ved (sofistik)</td> <td>225 kN</td> </tr> <tr> <td>VB</td> <td>-77,18 kN</td> <td></td> <td></td> <td>VB</td> <td>-77,18 kN</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		VA	170,14 kN	Ved (sofistik)	225 kN	VA	170,14 kN	Ved (sofistik)	225 kN	VB	-77,18 kN			VB	-77,18 kN		
VA	170,14 kN	Ved (sofistik)			225 kN	VA	170,14 kN	Ved (sofistik)	225 kN																													
VB	-77,18 kN			VB	-77,18 kN																																	
VA	170,14 kN	Ved (sofistik)	225 kN	VA	170,14 kN	Ved (sofistik)	225 kN																															
VB	-77,18 kN			VB	-77,18 kN																																	
gamma q																																						
Qk	0	kN/m																																				
gamma Rd	1,1	[-]																																				
Mua (+)	162	kNm																																				
Mua (-)	100	kNm																																				
Mub (+)	100	kNm																																				
Mub (-)	162	kNm																																				

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata è minore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale mediante sofistik, si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

**V<sub>Ed-max</sub> = 225 kN**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 129 di 304

**• Caratteristiche della sezione**

$b_w = 300$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 400$ mm altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 60$ mm copriferro	$f_{yd} = 391,3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1,50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 3 \text{ } \emptyset 20$	$= 9,42 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 340$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17,00$ MPa resist. di calcolo		$9,42 \text{ cm}^2$

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

$N_{ed} = 0,0$  kN                       $V_{ed} = 225,0$  kN

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

$k = 1+(200/d)^{1/2} < 2$                        $k = 1,767 < 2$   
 $v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$                        $v_{min} = 0,450$   
 $\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$                        $\rho_1 = 0,009 < 0,02$   
 $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$                        $\sigma_{cp} = 0,00$  MPa < 0,2 fcd

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

$V_{Rd} = 65,5$  kN;                      (con  $(v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 45,9$  kN)

$V_{Rd} = 65,5$  kN valore di calcolo

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

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

$\theta = 40,0$  ° inclinaz. bielle cls                      angolo ammissibile

$\alpha = 90,0$  ° inclinaz. staffe

Armatura a taglio (staffatura):

$A_{sw}/s =$  staffe  $\emptyset 10$  mm con n° bracci (trasv)                      2                      passo                      8                      cm = 0,196 cm<sup>2</sup>/cm

$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg\alpha + \cotg\theta) \times \text{sen}\alpha$                        $V_{Rsd} = 280,2$  kN

$f_{cd} = 8,50$  MPa resist. di calcolo ridotta

$\alpha_c = 1,000$  coeff. maggiorativo

$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg\alpha + \cotg\theta) / (1 + \cotg^2\alpha)$                        $V_{Rcd} = 384,2$  kN

$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$                        $V_{Rd} = 280,2 > 225,0$  kN                      c.s.= 1,2

la sezione armata a taglio risulta verificata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 130 di 304

### 10.5.5.2 VERIFICA A 80CM DAL PILASTRO

#### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 300$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 400$ mm altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 61$ mm copriferro	$f_{yd} = 391,3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1,50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 2 \text{ } \emptyset 22$	$= 7,60 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 339$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17,00$ MPa resist. di calcolo		$7,60 \text{ cm}^2$

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

$$N_{ed} = 0,0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 95,0 \text{ kN}$$

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

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1,768 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0,451$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02 \quad \rho_1 = 0,007 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa} < 0,2 f_{cd}$$

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

$$V_{Rd} = 60,9 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 45,8 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 60,9 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

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

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

$$\theta = 40,0 \quad \circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90,0 \quad \circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 10 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2 \quad \text{passo } 20 \text{ cm} = 0,079 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha \quad V_{Rsd} = 111,8 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 8,50 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1,000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 383,1 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 111,8 > 95,0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1,2$$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 131 di 304

Si adotteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 0,80 m dal pilastro, staffe  $\Phi 10 / 8$  cm, mentre nelle zone centrali di campata rimanenti staffe  $\Phi 10 / 20$  cm.

### 10.5.6 Verifica a torsione

VERIFICA A TORSIONE DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 17/01/2018					
$B_{tot}$		300 mm			
$H_{tot}$		400 mm			
Ac		120000 mm <sup>2</sup>			
copriferro		61,0 mm			
perimetro		1400 mm			
t		86 mm			
t calcolo		86 mm			
Ak		67347 mm <sup>2</sup>			
fck		30,0 MPa			
$\gamma_{cls}$		1,5			
fcd		20 MPa			
$\nu$		0,4	>	0,35 OK	
$\theta$		45,0 °		inclinaz. bielle cls	
tg(teta)		1,00			
ctg(teta)		1,00			
<b>Momento resistente portato dalle bielle compresse</b>					
$T_{rd1}$		44448979,59 Nmm	=	44,45 kNm	= 4445 daNm
<b>Staffe</b>					
$\phi$		10	n. bracci	2	
As		79 mm <sup>2</sup>		157 mm <sup>2</sup>	
Passo		20 mm			
fyk		450,0 MPa			
$\gamma_{acc}$		1,15			
fyd		391,3 Mpa			
<b>Momento torcente supportato dalle staffe</b>					
$Trsd 1$		413744454,3 Nmm	=	413,74 kNm	= 41374 daNm
<b>Ferri longitudinali</b>					
$\phi$		22		20	0
n°		2		3	0
Area ferri longitudinali		1701,88 mm <sup>2</sup>			
um		1057,14 mm	=	105,71 cm	
<b>Momento torcente supportato dalle armature longitudinali</b>					
$Trsd 2$		84851159,98 Nmm	=	84,85 kNm	= 8485 daNm
<b>minimo valore di Trd</b>					
		4445 daNm	=	44,45 kNm	
<b>Verifica a torsione</b>					
La sezione necessita armatura a taglio <b>Si</b>					
		$T_{Ed} =$		5,0 kNm	
		$V_{Ed} =$		225,0 kN	
Verifica a torsione		5,00 kNm	<	44,45 kNm	Verificato
Tasso di lavoro		$\frac{T_{ed\ calcolo}}{Trd}$	=	0,11	

Poiché la sollecitazione torsionale massima,  $T_{Edmax} = 5 \text{ kNm}$  è minore della resistenza minima a torsione ( $T_{Rcd} = 42.24 \text{ kNm}$ ), la verifica si ritiene soddisfatta.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 132 di 304

### 10.5.7 Verifica limitazioni armatura

SEZIONE DI APPOGGIO															
Ali	GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI				RAP. GEOM.		ARM. TRASV (mm)		
150	B=	300	∅ tesa	20	∅ comp.	22	f <sub>yk</sub>	450	Mpa	f <sub>ctm</sub>	2,77	ρ	0,0083	∅ Staffe	10
160	H=	400	N tesa	3	Ncomp.	2	f <sub>yd</sub>	391,3	MPa			ρ <sub>comp</sub>	0,0045	P staffe	80
	COPRIFERRO		∅ tesa	16	∅ comp.	20									
	C=	40	N tesa	0	Ncomp.	0									
			∅ tesa	12											
			N tesa	4											

SEZIONE DI CAMPATA															
Ali	GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI				RAP. GEOM.		ARM. TRASV (mm)		
150	B=	300	∅ tesa	22	∅ comp.	20	f <sub>yk</sub>	450	Mpa	f <sub>ctm</sub>	2,77	ρ	0,0142	∅ Staffe	10
160	H=	400	N tesa	3	Ncomp.	3	f <sub>yd</sub>	391,3	MPa			ρ <sub>comp</sub>	0,0083	P staffe	200
	COPRIFERRO		∅ tesa	26	∅ comp.	12									
	C=	40	N tesa	3	Ncomp.	4									

SEZIONE DI APPOGGIO																	
CONDIZIONE A				CONDIZIONE B				CONDIZIONE C				CONDIZIONE D		CONDIZIONE E			
∅ tesa	20	≥	14	OK								passo staffe	passo scelto				
N tesa	3	≥	2	OK	OK	0,00311	<	ρ	<	0,012303	OK	0,0045	>	0,0042	OK		
∅ comp.	22	≥	14	OK								85			603,2 >	326,5 OK	
N comp.	2	≥	2	OK								225	>	80	OK	603,2 >	265,2 OK
												160				603,2 <	6720 OK
												240					

SEZIONE DI CAMPATA																	
CONDIZIONE A				CONDIZIONE B				CONDIZIONE C				CONDIZIONE D		CONDIZIONE E			
∅ tesa	22	≥	14	OK								passo staffe	passo scelto				
N tesa	3	≥	2	OK	OK	0,00311	<	ρ	<	0,01609	OK	0,0083	>	0,0071	OK		
∅ comp.	20	≥	14	OK								84,75			2733,2 >	325,5 OK	
N comp.	3	≥	2	OK								225	>	80	OK	2733,2 >	264,42 OK
												176				2733,2 <	6720 OK
												240					

Le verifiche a taglio di cui al §10.4.5 risultano soddisfatte pertanto, l'armatura della trave rispetta i limiti prescritti dalle NTC2018.



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 133 di 304

### 10.5.8 Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec. Per la sezione di campata e la sezione di appoggio.

#### 10.5.8.1 VERIFICHE PER LA SEZIONE DI APPOGGIO

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

#### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	13.33	30.0	0.0	-119.4	-12.0	34.0	210	5.4

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

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 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	-0.00088	0.00000	0.500	15.6	24	0.00036 (0.00036)	185	0.066 (990.00)	-68.15	0.49

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.01	30.0	0.0	-133.6	-12.0	34.0	450	13.9

#### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00090	0.00000	0.500	16.4	24	0.00040 (0.00040)	172	0.069 (0.30)	-55.92	0.07

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



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 135 di 304

### 10.5.8.2 VERIFICHE PER LA SEZIONE DI CAMPATA

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

#### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	10.76	45.0	40.0	-271.5	6.1	6.1	270	11.4

#### COMBINAZIONI RARE 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 Ac 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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(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	-0.00175	0.00000	0.500	22.0	50	0.00110 (0.00081)	259 0.284 (990.00)		41.26	0.20

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.49	-15.0	40.0	-186.6	23.9	6.1	255	11.4

#### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00123	0.00000	0.500	22.0	50	0.00069 (0.00056)	254 0.174 (0.20)		44.70	-0.02

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.08	-15.0	40.0	-178.3	23.9	6.1	255	11.4

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

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NEGNERIA</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>136 di</b> <b>304</b>

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00117	0.00000	0.500	22.0	50	0.00073 (0.00053)	254	0.184 (0.20)	44.71	-0.02

Le verifiche risultano soddisfatte.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C  FOGLIO 137 di 304

## 10.6 TRAVI PRINCIPALI ESTERNE (30X40)

### 10.6.1 Geometria e disposizione delle armature trave

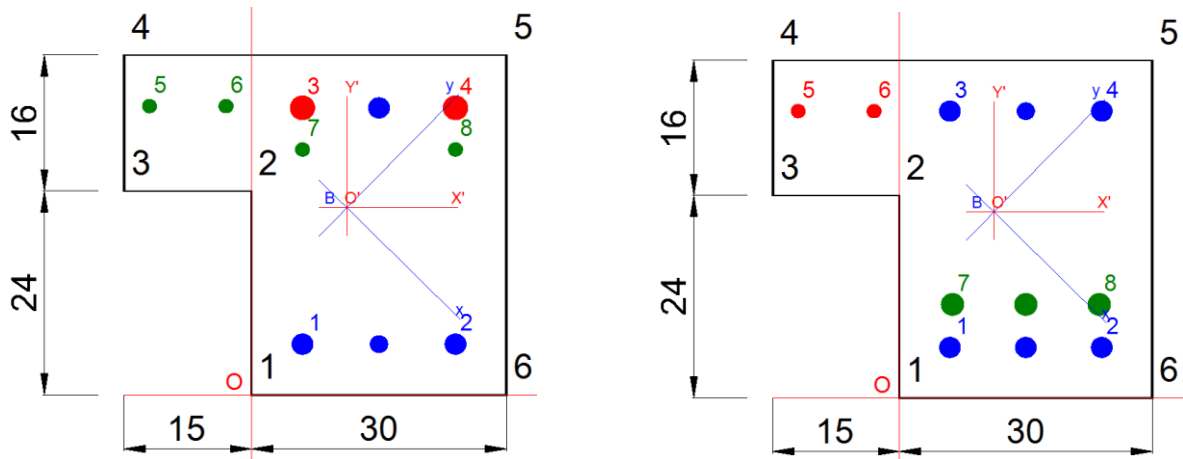


Figura 10-23 Sezione all'appoggio a SX e Sezione in campata a DX.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 138 di 304

## 10.6.2 Verifiche a pressoflessione deviata trave

### 10.6.2.1 DOMINIO ULTIMO SEZIONE ALL'APPOGGIO:

Si riporta la verifica per le comb. SLU LC\_2100 e SLV LC\_2700 / SLD\_2900

LC: 1130, 1230, 1330, 2130, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	$X_i$ [m]	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	1130 MINR-MY BEAM	330002	0.075	1.000	-178.5	-1.29	-103.92	3.52	-89.44	-2.46
2	1230 MINF-MY BEAM	330002	0.075	1.000	-32.6	-0.20	-91.35	3.04	-66.38	-4.63
3	1330 MINP-MY BEAM	330002	0.075	1.000	-32.4	0.00	-90.27	2.99	-63.11	-5.12
4	2130 MIN-MY BEAM	330002	0.075	1.000	-265.2	-1.93	-149.74	5.08	-130.05	-3.32

LC: 2729-2730, 2929-2930, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	$X_i$ [m]	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	2729 MAX-MY BEAM	310008	0.825	1.000	-17.2	0.25	-43.64	0.72	76.58	19.50
2	2730 MIN-MY BEAM	310008	0.825	1.000	-69.5	-0.25	-128.17	-0.74	-177.05	-10.45
3	2929 MAX-MY BEAM	310008	0.825	1.000	-24.3	0.17	-55.16	0.52	42.00	15.42
4	2930 MIN-MY BEAM	310008	0.825	1.000	-62.3	-0.17	-116.65	-0.54	-142.48	-6.37

Il momento flettente massimo nella sezione considerata tende le fibre superiori.

- Armatura superiore 2  $\Phi$  24 + 1  $\Phi$  20 in primo strato + 2  $\Phi$  12 secondo strato + 2  $\Phi$  12 sull'ala
- Armatura inferiore 3  $\Phi$  20

### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	24.0
3	-15.0	24.0
4	-15.0	40.0
5	30.0	40.0
6	30.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.0	6.0	20
2	24.0	6.0	20
3	6.0	33.8	24
4	24.0	33.8	24
5	-12.0	34.0	12
6	-3.0	34.0	12
7	6.0	28.9	12
8	24.0	28.9	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

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>139 di</b> <b>304</b>

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	1	16
2	3	4	1	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' // asse X coordinate  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My                                      Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord.  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy                                      Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y delle coord.  
Vx                                      Componente del Taglio [kN] parallela all'asse X delle coord.

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	265.00	-130.10	-3.32	0.00	0.00
2	74.40	-181.00	-10.80	0.00	0.00
3	17.00	77.00	20.00	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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My                                      Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	178.00	-90.00	-2.46

#### 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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My                                      Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	32.60	-66.40 (-29.89)	-4.63 (-2.08)

#### 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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My                                      Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
---------	---	----	----

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>140 di</b> <b>304</b>

1                      32.40                      -63.11 (-29.57)                      -5.12 (-2.40)

## 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 X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
MY	Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
MX Res	Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)
MY Res	Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. 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 massima ex (7.4.26)NTC]

N°Comb	Ver	N	MX	MY	N Res	MX Res	MY Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	265.00	-130.10	-3.32	264.81	-200.27(-147.56)	-6.77(135.58)	1.54	16.7(20.6)
2	S	74.40	-181.00	-10.80	74.20	-183.19(-138.34)	-11.00(120.58)	1.01	16.7(20.6)
3	S	17.00	77.00	20.00	16.91	115.55(103.03)	29.43(-60.03)	1.50	12.8(18.9)

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

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.506	0.0	0.0	0.00215	6.0	6.0	-0.00342	24.0	33.8
2	0.00350	0.452	0.0	0.0	0.00198	6.0	6.0	-0.00424	24.0	33.8
3	0.00350	0.298	30.0	40.0	0.00124	24.0	33.8	-0.00824	6.0	6.0

### 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	-0.000070661	-0.000154591	0.003500000	0.506	1.000
2	-0.000084573	-0.000168918	0.003500000	0.452	1.000
3	0.000072967	0.000293808	-0.010441330	0.298	0.813



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 141 di 304

### 10.6.2.2 DOMINIO ULTIMO SEZIONE IN CAMPATA

Si riporta la verifica per le comb. SLU LC\_2100 e SLV LC\_2700 / SLD\_2900

LC: 1129, 1229, 1329, 2129, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	1129 MAXR-MY BEAM	300004	0.867	1.000	85.0	0.84	10.09	-0.14	88.23	8.13
2	1229 MAXF-MY BEAM	300004	0.867	1.000	-45.2	0.00	12.94	0.00	75.31	4.59
3	1329 MAXP-MY BEAM	300004	0.867	1.000	-43.7	0.00	12.62	0.00	73.36	4.47
4	2129 MAX-MY BEAM	300004	0.867	1.000	131.2	1.27	14.28	-0.22	127.61	11.94

LC: 2729, 2929, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	2729 MAX-MY BEAM	300006	0.867	1.000	-35.6	-3.63	4.81	0.85	108.62	18.37
2	2929 MAX-MY BEAM	300006	0.867	1.000	-37.7	-2.64	-6.83	0.62	93.15	14.59

Il momento flettente massimo nella sezione considerata tende le fibre inferiori.

- Armatura superiore 2  $\Phi$  20 + 1  $\Phi$  16 + 2  $\Phi$  12 nell'ala
- Armatura inferiore 3  $\Phi$  20 + 3  $\Phi$  22

### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C30/37

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	24.0
3	-15.0	24.0
4	-15.0	40.0
5	30.0	40.0
6	30.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.0	6.0	20
2	24.0	6.0	20
3	6.0	34.0	20
4	24.0	34.0	20
5	-12.0	34.0	12
6	-3.0	34.0	12
7	6.3	11.1	22
8	23.7	11.1	22

### 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

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>142 di</b> <b>304</b>

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	1	20
2	3	4	1	16
3	7	8	1	22

#### 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' // asse X coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord. con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y delle coord.				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse X delle coord.				
N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	-131.00	128.00	12.00	0.00	0.00
2	35.00	110.00	18.40	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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
N°Comb.	N	MX	MY	
1	-85.00	88.50	8.15	

#### 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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
N°Comb.	N	MX	MY	
1	45.00	75.50 (29.17)	4.60 (1.78)	

#### 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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
N°Comb.	N	MX	MY	
1	43.00	73.40 (29.15)	4.50 (1.79)	

#### RISULTATI DEL CALCOLO

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 143 di 304

#### 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 X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
MY	Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
MX Res	Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)
MY Res	Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
As Tesa	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area massima ex (7.4.26)NTC]

N°Comb	Ver	N	MX	MY	N Res	MX Res	MY Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-131.00	128.00	12.00	-131.19	192.27(151.01)	19.84(-120.65)	1.53	22.0(19.5)
2	S	35.00	110.00	18.40	34.97	193.53(161.19)	33.07(-112.10)	1.76	22.0(19.5)

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

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.437	30.0	40.0	0.00195	24.0	34.0	-0.00451	6.0	6.0
2	0.00350	0.504	30.0	40.0	0.00213	24.0	34.0	-0.00345	6.0	6.0

#### 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	0.000077653	0.000180873	-0.006064507	0.437	0.986
2	0.000080071	0.000147787	-0.004813630	0.504	1.000

APPALTATORE: Conorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatara                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI              GCF ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV.              FOGLIO C                      144 di 304

### 10.6.3 Verifica a taglio

#### 10.6.3.1 VERIFICA IN APPOGGIO

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo con i valori delle sollecitazioni taglianti ottenute seguendo la metodologia descritta e riportata nel §10.1.1.2.

Base	0,3	m	<b>1° SCHEMA</b>		<b>2° SCHEMA</b>																									
Altezza	0,4	m																												
Ali	0.15x0.20	m																												
Ltrave	6,2	m	$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$		$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$																									
G1_trave	4,5	kN/m																												
G1_solaio	6,1	kN/m	$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$		$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$																									
G2_solaio	8,72	kN/m																												
Gk	19,32	kN/m	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>VA</td> <td>113,30 kN</td> <td>Ved (sofistik)</td> <td>VA</td> <td>113,30 kN</td> <td>Ved (sofistik)</td> </tr> <tr> <td>VB</td> <td>-6,49 kN</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">156 kN</td> <td>VB</td> <td>-6,49 kN</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">156 kN</td> </tr> </table>		VA	113,30 kN	Ved (sofistik)	VA	113,30 kN	Ved (sofistik)	VB	-6,49 kN	156 kN	VB	-6,49 kN	156 kN	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>VA</td> <td>113,30 kN</td> <td>Ved (sofistik)</td> <td>VA</td> <td>113,30 kN</td> <td>Ved (sofistik)</td> </tr> <tr> <td>VB</td> <td>-6,49 kN</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">156 kN</td> <td>VB</td> <td>-6,49 kN</td> <td style="background-color: #e0ffe0;">156 kN</td> </tr> </table>		VA	113,30 kN	Ved (sofistik)	VA	113,30 kN	Ved (sofistik)	VB	-6,49 kN	156 kN	VB	-6,49 kN	156 kN
VA	113,30 kN	Ved (sofistik)			VA	113,30 kN	Ved (sofistik)																							
VB	-6,49 kN	156 kN	VB	-6,49 kN	156 kN																									
VA	113,30 kN	Ved (sofistik)	VA	113,30 kN	Ved (sofistik)																									
VB	-6,49 kN	156 kN	VB	-6,49 kN	156 kN																									
gamma q																														
Qk	0	kN/m																												
gamma Rd	1,1	[-]																												
Mua (+)	182	kNm																												
Mua (-)	119	kNm																												
Mub (+)	119	kNm																												
Mub (-)	182	kNm																												

Il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata è maggiore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale mediante sofistik, si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

**V<sub>Ed-max</sub> = 156.00 kN**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 145 di 304

• **Caratteristiche della sezione**

$b_w = 300$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 400$ mm altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 60$ mm copriferro	$f_{yd} = 391,3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1,50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 3 \text{ } \emptyset 20$	$= 9,42 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 340$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17,00$ MPa resist. di calcolo		$9,42 \text{ cm}^2$

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

$N_{ed} = 0,0$  kN       $V_{ed} = 156,0$  kN

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

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$        $k = 1,767 < 2$

$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$        $v_{min} = 0,450$

$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$        $\rho_1 = 0,009 < 0,02$

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$        $\sigma_{cp} = 0,00$  MPa < 0,2 fcd

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

$V_{Rd} = 65,5$  kN;      (con  $(v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 45,9$  kN)

$V_{Rd} = 65,5$  kN valore di calcolo

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

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

$\theta = 45,0$  ° inclinaz. bielle cls      angolo ammissibile

$\alpha = 90,0$  ° inclinaz. staffe

Armatura a taglio (staffatura):

$A_{sw}/s =$  staffe  $\emptyset 10$  mm con n° bracci (trasv)      2      passo      8      cm       $= 0,196 \text{ cm}^2/\text{cm}$

$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha$        $V_{Rsd} = 235,1$  kN

$f_{cd} = 8,50$  MPa resist. di calcolo ridotta

$\alpha_c = 1,000$  coeff. maggiorativo

$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha)$        $V_{Rcd} = 390,2$  kN

$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$        $V_{Rd} = 235,1 > 156,0$  kN      c.s. = 1,5

la sezione armata a taglio risulta verificata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C FOGLIO 146 di 304

### 10.6.3.2 VERIFICA A 80CM DAL PILASTRO

#### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 300$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 400$ mm altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 60$ mm copriferro	$f_{yd} = 391,3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1,50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 3 \text{ } \emptyset 20$	$= 9,42 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 340$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17,00$ MPa resist. di calcolo		$9,42 \text{ cm}^2$

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

$$N_{ed} = 0,0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 115,0 \text{ kN}$$

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

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1,767 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0,450$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02 \quad \rho_1 = 0,009 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa} < 0,2 f_{cd}$$

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

$$V_{Rd} = 65,5 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 45,9 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 65,5 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

*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):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 10 \text{ mm con } n^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2 \quad \text{passo } 20 \text{ cm} = 0,079 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 134,3 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 8,50 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1,000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 366,6 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 134,3 > 115,0 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1,2$$

*la sezione armata a taglio risulta verificata.*

Si adatteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 0,80 m dal pilastro, staffe  $\Phi 10 / 8$  cm, mentre nelle zone centrali di campata rimanenti staffe  $\Phi 10 / 20$  cm.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>147 di 304</b>

### 10.6.4 Verifica a torsione

<b>VERIFICA A TORSIONE DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 17/01/2018</b>						
B <sub>tot</sub>		300 mm				
H <sub>tot</sub>		400 mm				
Ac		120000 mm <sup>2</sup>				
copriferro		60,0 mm				
perimetro		1400 mm				
t		86 mm				
t calcolo		86 mm				
A <sub>k</sub>		67347 mm <sup>2</sup>				
f <sub>ck</sub>		30,0 MPa				
γ <sub>cls</sub>		1,5				
f <sub>cd</sub>		20 MPa				
ν		0,4	>	0,35 OK		
θ =		45,0 °		inclinaz. bielle cls		
tg(teta)		1,00				
ctg(teta)		1,00				
<b>Momento resistente portato dalle bielle compresse</b>						
T <sub>rd1</sub>		44448979,59 Nmm	=	44,45 kNm	=	4445 daNm
<b>Staffe</b>						
As	φ	10	n. bracci	2		
		79 mm <sup>2</sup>		157 mm <sup>2</sup>		
Passo		20 mm				
f <sub>yk</sub>		450,0 MPa				
γ <sub>acc</sub>		1,15				
f <sub>yd</sub>		391,3 Mpa				
<b>Momento torcente supportato dalle staffe</b>						
Trsd 1		413744454,3 Nmm	=	413,74 kNm	=	41374 daNm
<b>Ferri longitudinali</b>						
	φ	20		16		0
	n°	5		1		0
Area ferri longitudinali		1770,96 mm <sup>2</sup>				
um		1057,14 mm	=	105,71 cm		
<b>Momento torcente supportato dalle armature longitudinali</b>						
Trsd 2		88295303 Nmm	=	88,30 kNm	=	8830 daNm
<b>minimo valore di Trd</b>						
		4445 daNm	=	44,45 kNm		
<b>Verifica a torsione</b>						
La sezione necessita armatura a taglio                      Si						
	T <sub>Ed</sub> =	5,0 kNm				
	V <sub>Ed</sub> =	156,0 kN				
Verifica a torsione		5,00 kNm	<	44,45 kNm		Verificato
Tasso di lavoro		T <sub>ed calcolo</sub>	=	0,11		
		Trd				

Poiché la sollecitazione torsionale massima,  $T_{Edmax} = 5 \text{ kNm}$  è minore della resistenza minima a torsione ( $T_{Rcd} = 42.24 \text{ kNm}$ ), la verifica si ritiene soddisfatta.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 148 di 304

### 10.6.5 Verifica limitazioni armatura

SEZIONE DI APPOGGIO																
Ali	GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI				RAP. GEOM.		ARM. TRASV (mm)			
150	B=	300	mm	∅ tesa	24	∅ comp.	20	f <sub>yk</sub>	450	Mpa	f <sub>ctm</sub>	2,77	ρ	0,0116	∅ Staffe	10
160	H=	400	mm	N tesa	2	N comp.	3	f <sub>yd</sub>	391,3	MPa			ρ <sub>comp</sub>	0,0065	P staffe	80
	COPRIFERRO			∅ tesa	20	∅ comp.	0									
	c=	40	mm	N tesa	1	N comp.	0									
				∅ tesa	12											
				N tesa	4											

SEZIONE DI CAMPATA																
Ali	GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI				RAP. GEOM.		ARM. TRASV (mm)			
150	B=	300	mm	∅ tesa	20	∅ comp.	20	f <sub>yk</sub>	450	Mpa	f <sub>ctm</sub>	2,77	ρ	0,0145	∅ Staffe	10
160	H=	400	mm	N tesa	3	N comp.	2	f <sub>yd</sub>	391,3	MPa			ρ <sub>comp</sub>	0,0073	P staffe	200
	COPRIFERRO			∅ tesa	22	∅ comp.	12									
	c=	40	mm	N tesa	3	N comp.	2									
				∅ tesa	16											
				N tesa	1											

SEZIONE DI APPOGGIO													
CONDIZIONE A			CONDIZIONE B				CONDIZIONE C			CONDIZIONE D		CONDIZIONE E	
∅ tesa	24	≥ 14	OK							passo staffe	passo scelto		
N tesa	2	≥ 2	OK	OK	0,00311	< ρ	< 0,01432	OK	0,0065	> 0,0058	OK	84,5	1080,7 > 243,4 OK
∅ comp.	20	≥ 14	OK									225	1080,7 > 197,73 OK
N comp.	3	≥ 2	OK									192	1080,7 < 5760 OK
												240	

SEZIONE DI CAMPATA													
CONDIZIONE A			CONDIZIONE B				CONDIZIONE C			CONDIZIONE D		CONDIZIONE E	
∅ tesa	20	≥ 14	OK							passo staffe	passo scelto		
N tesa	3	≥ 2	OK	OK	0,00311	< ρ	< 0,015108	OK	0,0073	> 0,0072	OK	85	2082,9 > 244,9 OK
∅ comp.	20	≥ 14	OK									225	2082,9 > 198,9 OK
N comp.	2	< 2	OK									160	2082,9 < 5760 OK
												240	

Le verifiche a taglio di cui al §10.4.5 risultano soddisfatte pertanto, l'armatura della trave rispetta i limiti prescritti dalle NTC2018.



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 149 di 304

### 10.6.6 Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec. Per la sezione di campata e la sezione di appoggio.

#### 10.6.6.1 VERIFICHE PER LA SEZIONE DI APPOGGIO

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

##### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	14.50	0.0	0.0	-180.9	24.0	33.8	119	4.5

##### COMBINAZIONI RARE 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 Ac 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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(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	-0.00129	0.00000	0.500	24.0	48	0.00062 (0.00054)	271	0.168 (990.00)	-33.86	-0.93

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	10.75	0.0	0.0	-169.6	24.0	33.8	136	4.5

##### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00117	0.00000	0.500	24.0	48	0.00053 (0.00051)	285	0.153 (0.20)	-29.89	-2.08

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>150 di</b> <b>304</b>

1      S      10.38      0.0      0.0      -162.8      24.0      33.8      133      4.5

**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	-0.00113	0.00000	0.500	24.0	48	0.00061 (0.00049)	283	0.172 (0.20)	-29.57	-2.40

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 151 di 304

### 10.6.6.2 VERIFICHE PER LA SEZIONE DI CAMPATA

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

#### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	13.42	30.0	40.0	-244.2	6.0	6.0	135	3.1

#### COMBINAZIONI RARE 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
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]
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]
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	-0.00165	0.00000	0.500	20.0	50	0.00079 (0.00073)	316	0.251 (990.00)	26.64	2.45

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	11.25	30.0	40.0	-174.5	6.0	6.0	128	3.1

#### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00120	0.00000	0.500	20.0	50	0.00052 (0.00052)	308	0.161 (0.20)	29.17	1.78

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	10.94	30.0	40.0	-169.8	6.0	6.0	128	3.1

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

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>				COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>152 di 304</b>

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00117	0.00000	0.500	20.0	50	0.00058 (0.00051) 308	0.178 (0.20)	29.15	1.79

## 10.7 PILASTRI (30X40)

### 10.7.1 Sollecitazioni

Si riportano di seguito le verifiche strutturali dei pilastri aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x40 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto della combinazioni di carico più gravose.

Qui di seguito si riportano le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLV, SLD, SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente.

Si nota che le sollecitazioni allo SLD sono inferiori a quelle SLV e dunque si ometteranno le verifiche di resistenza previste al punto 7.3.7.1 del rif. [1].

Si riportano qui di seguito i diagrammi caratteristici dei pilastri:

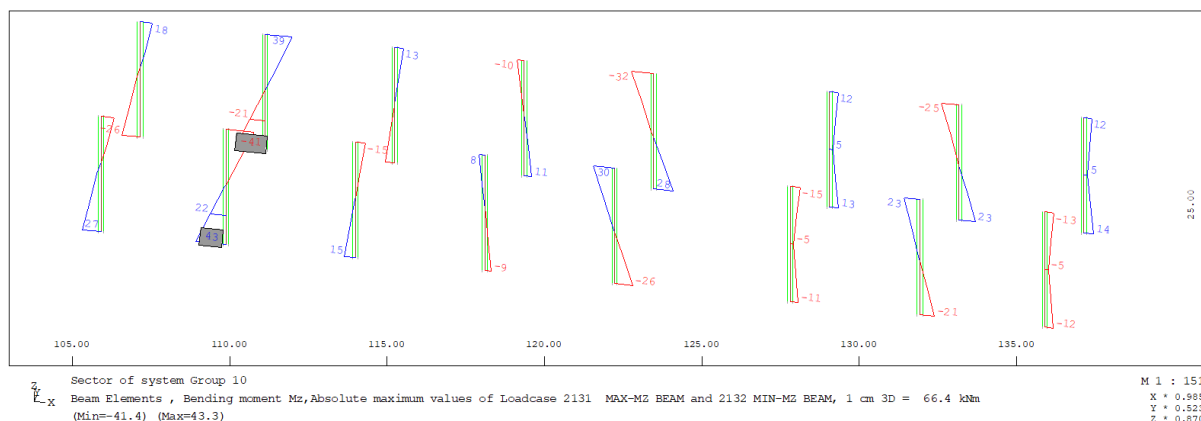


Figura 10-24 Diagrammi di momento SLU Mz (kNm)

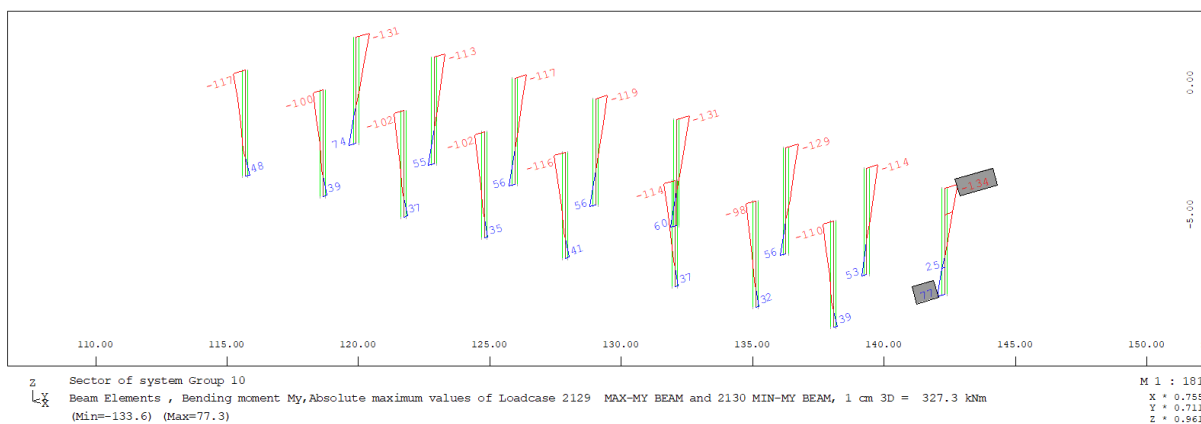
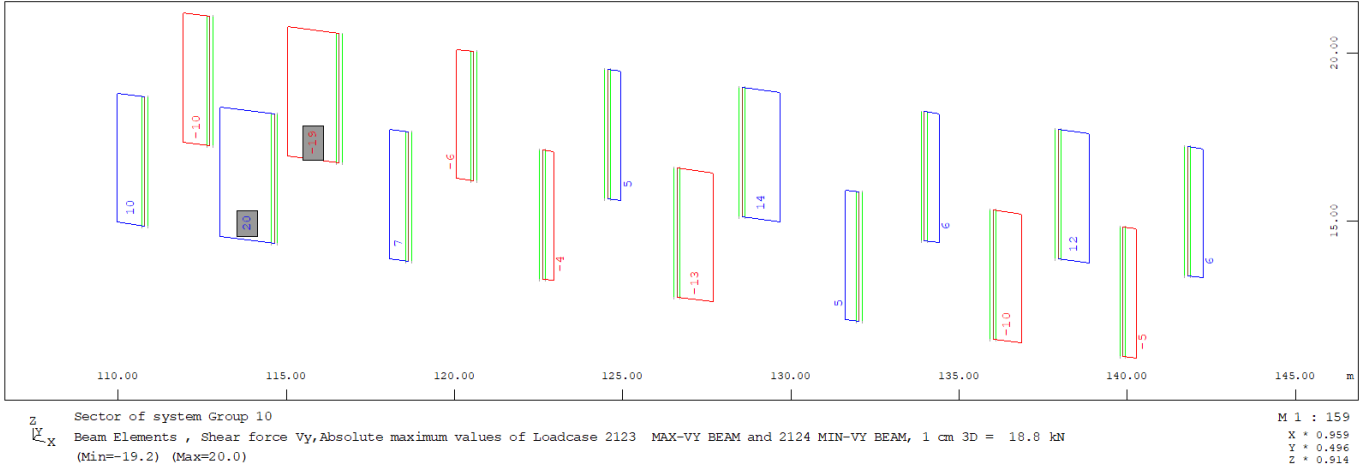
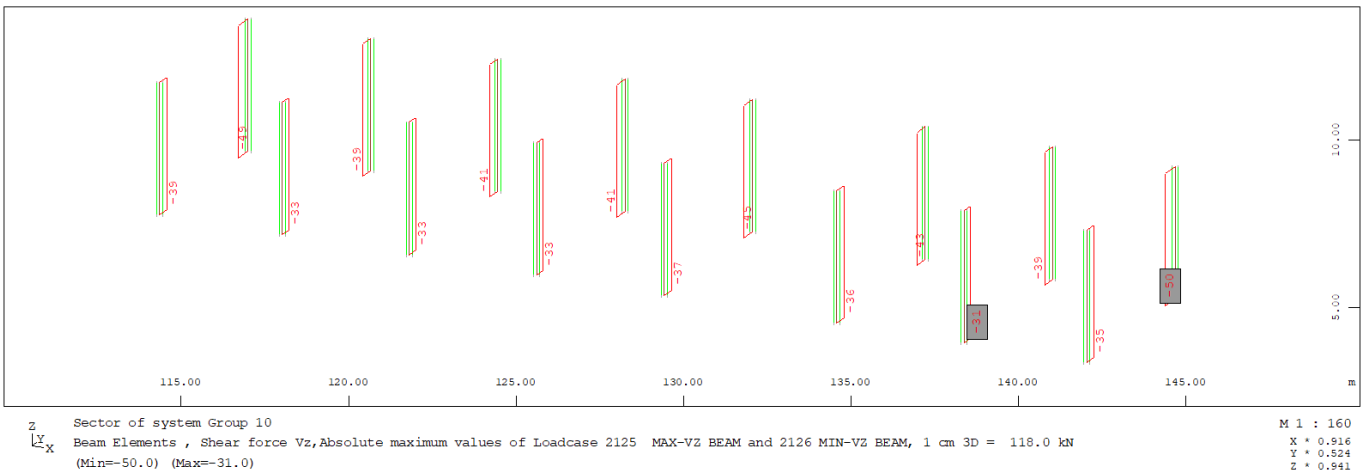


Figura 10-25 Diagrammi di momento SLU My (kNm)

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>153 di 304</b>

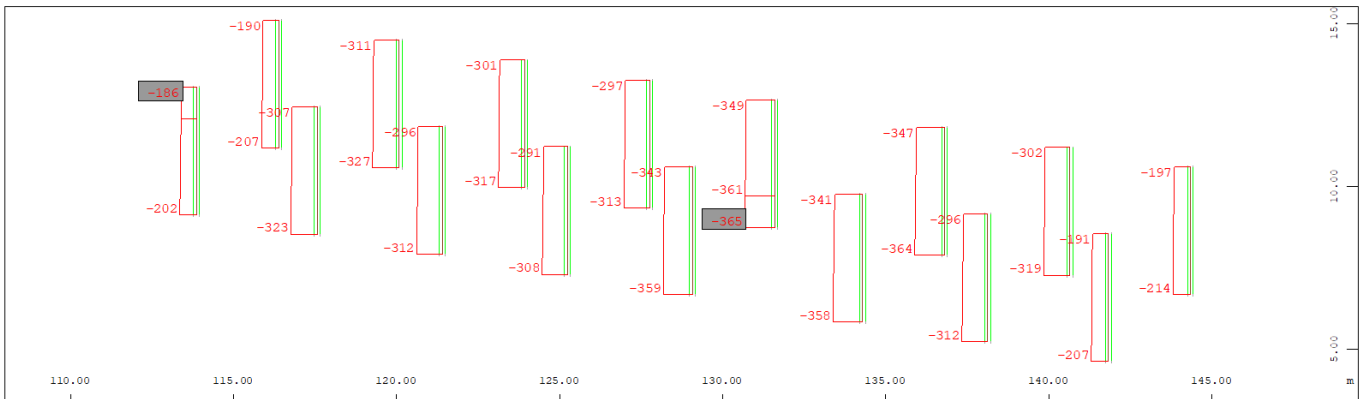
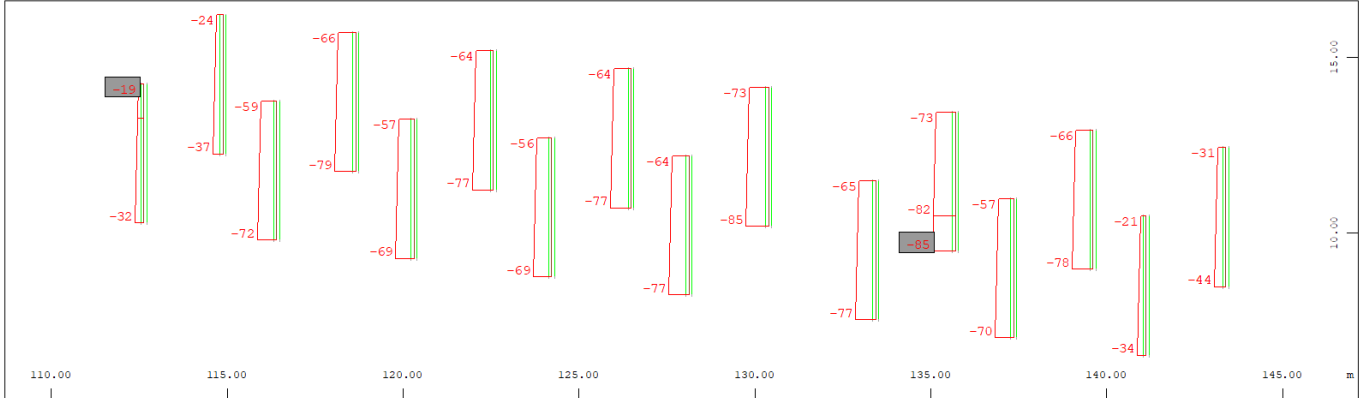


**Figura 10-26 Diagrammi di taglio SLU Vy (kN)**

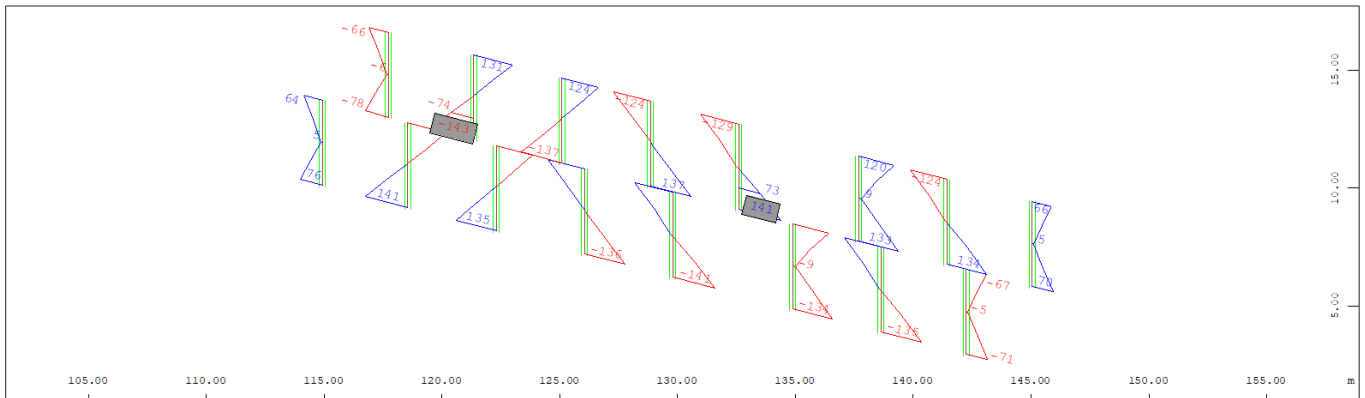


**Figura 10-27 Diagrammi di taglio SLU Vz (kN)**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER              M-NEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>154 di 304</b>

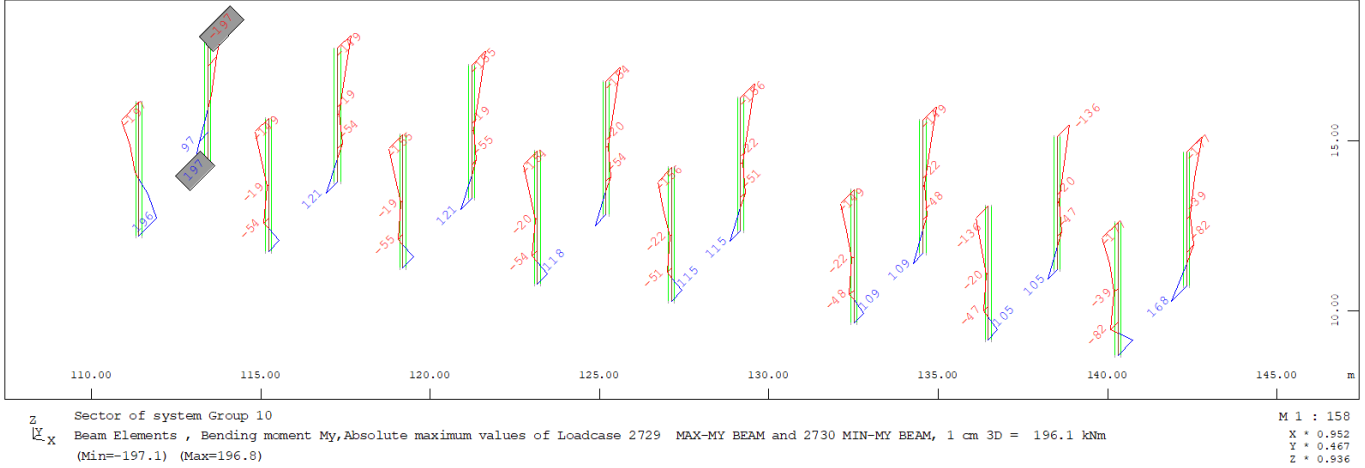


**Figura 10-28 Diagrammi sforzo assiale SLU (kN)**

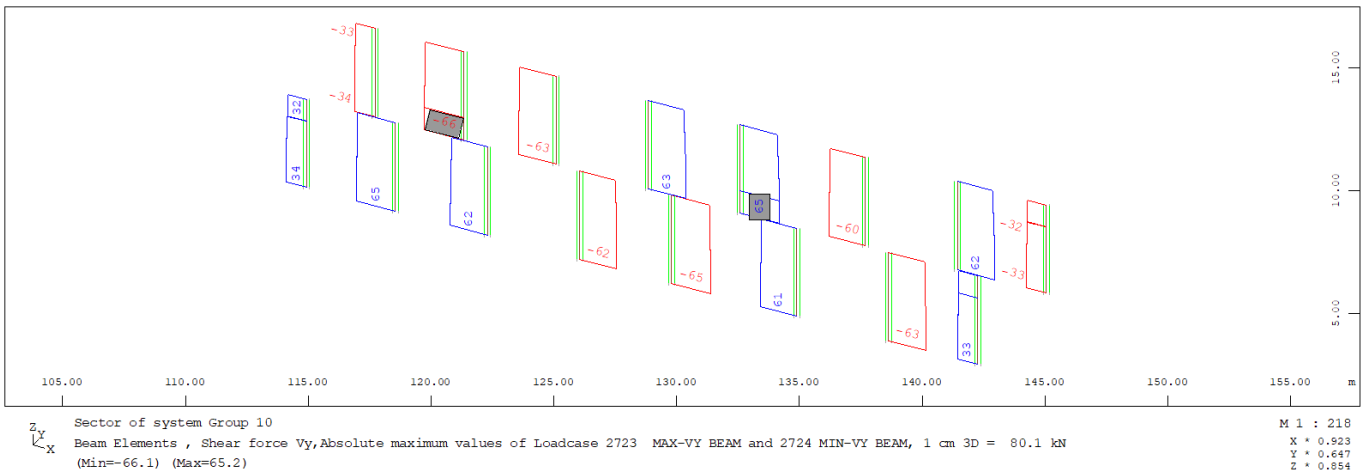


**Figura 10-29 Diagrammi di momento SLV Mz (kNm)**

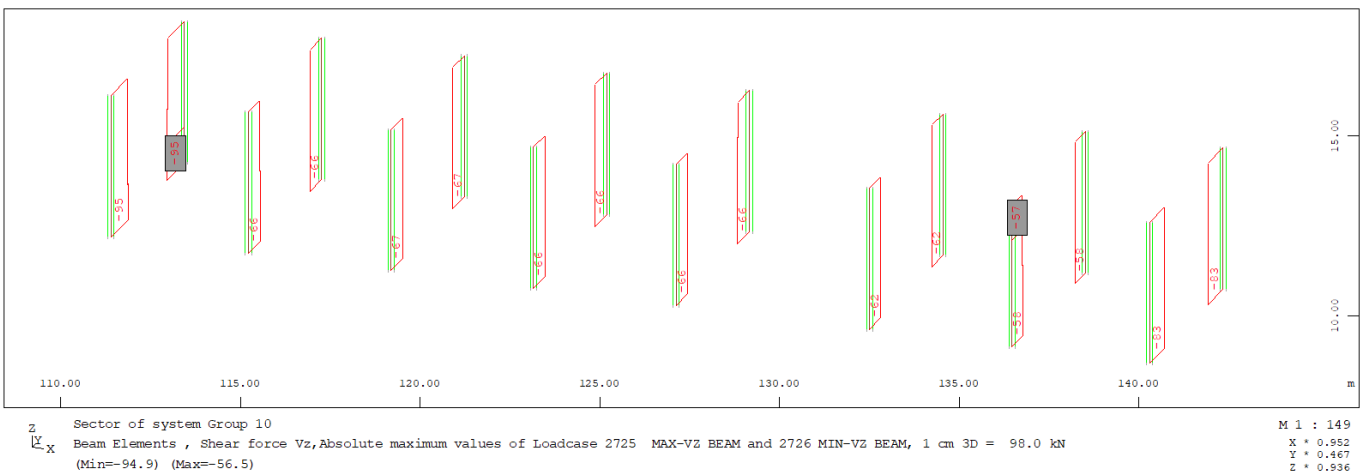
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>155 di 304</b>



**Figura 10-30 Diagrammi di momento SLV My (kNm)**

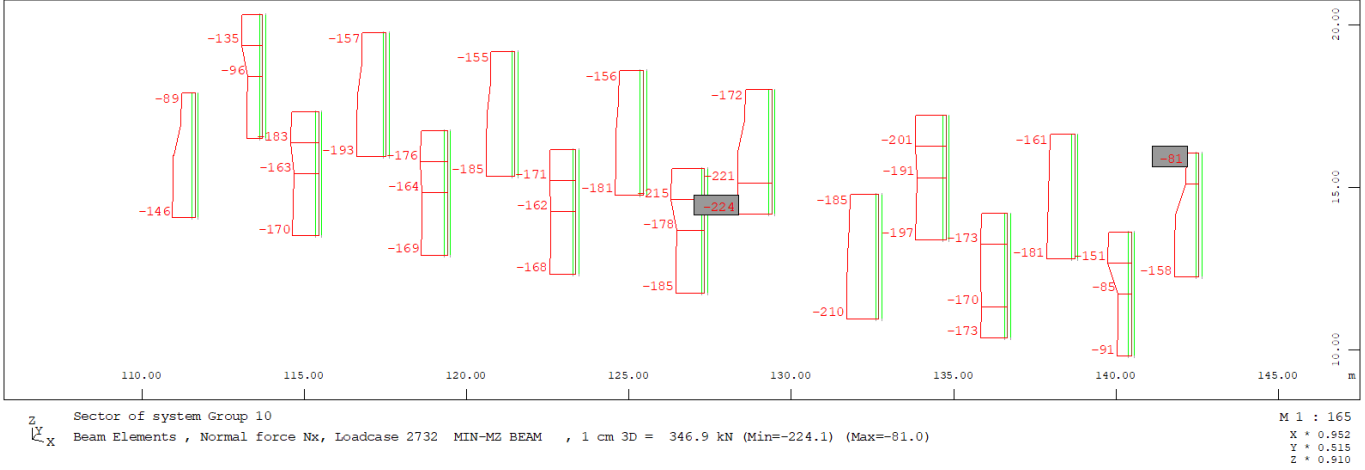


**Figura 10-31 Diagrammi di taglio SLV Vy (kN)**

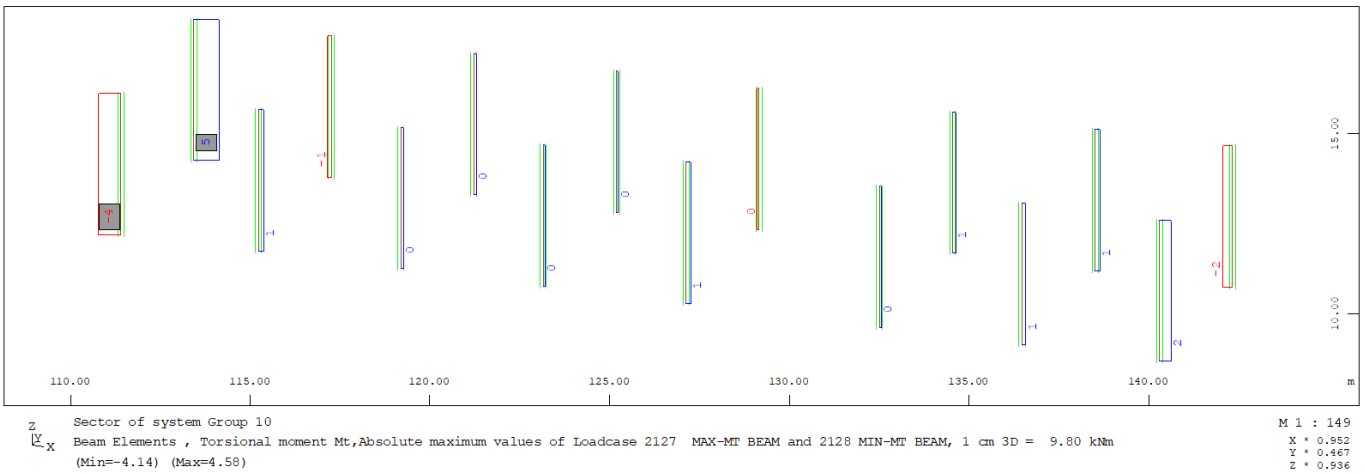
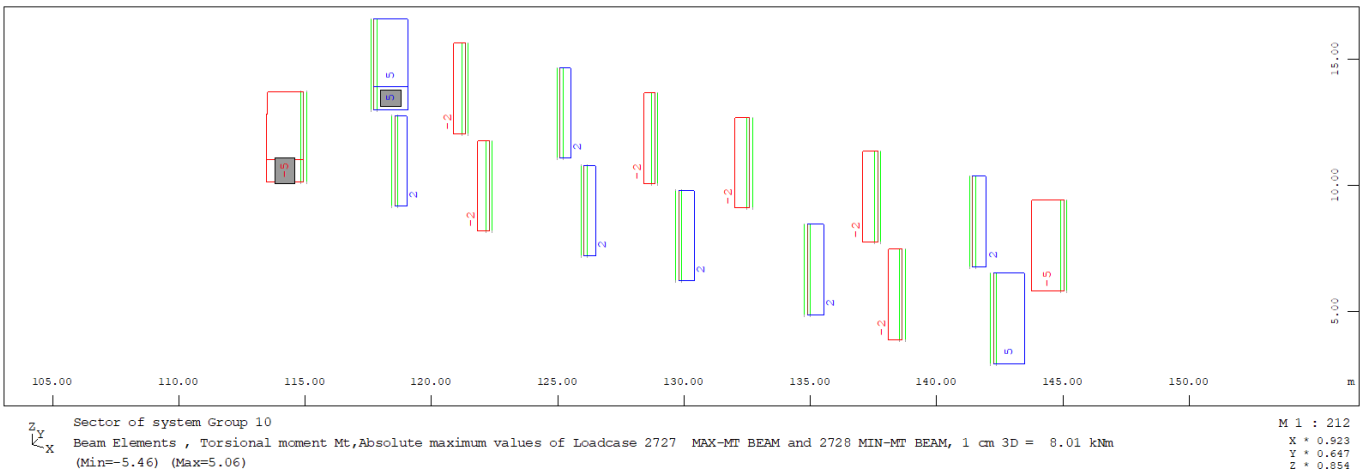


**Figura 10-32 Diagrammi di taglio SLV Vz (kN)**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER ELETTRI-FER M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>156 di 304</b>



**Figura 10-33 Diagrammi sforzo assiale SLV (kN)**



**Figura 10-34 Diagrammi momento torcente SLU e SLV (kNm)**



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>157 di</b> <b>304</b>

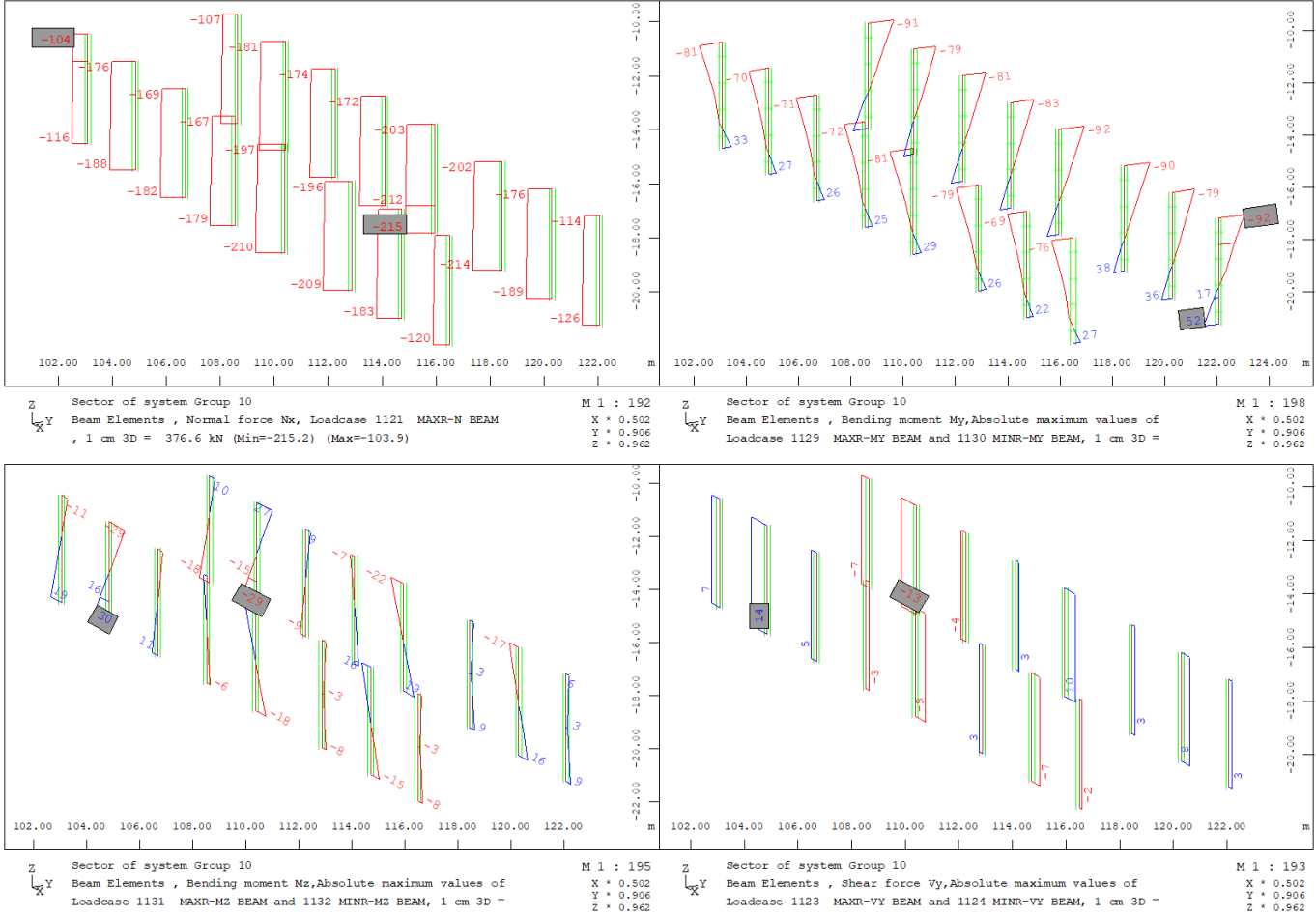


Figura 10-35 Diagrammi SLE Rara

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>158 di</b> <b>304</b>

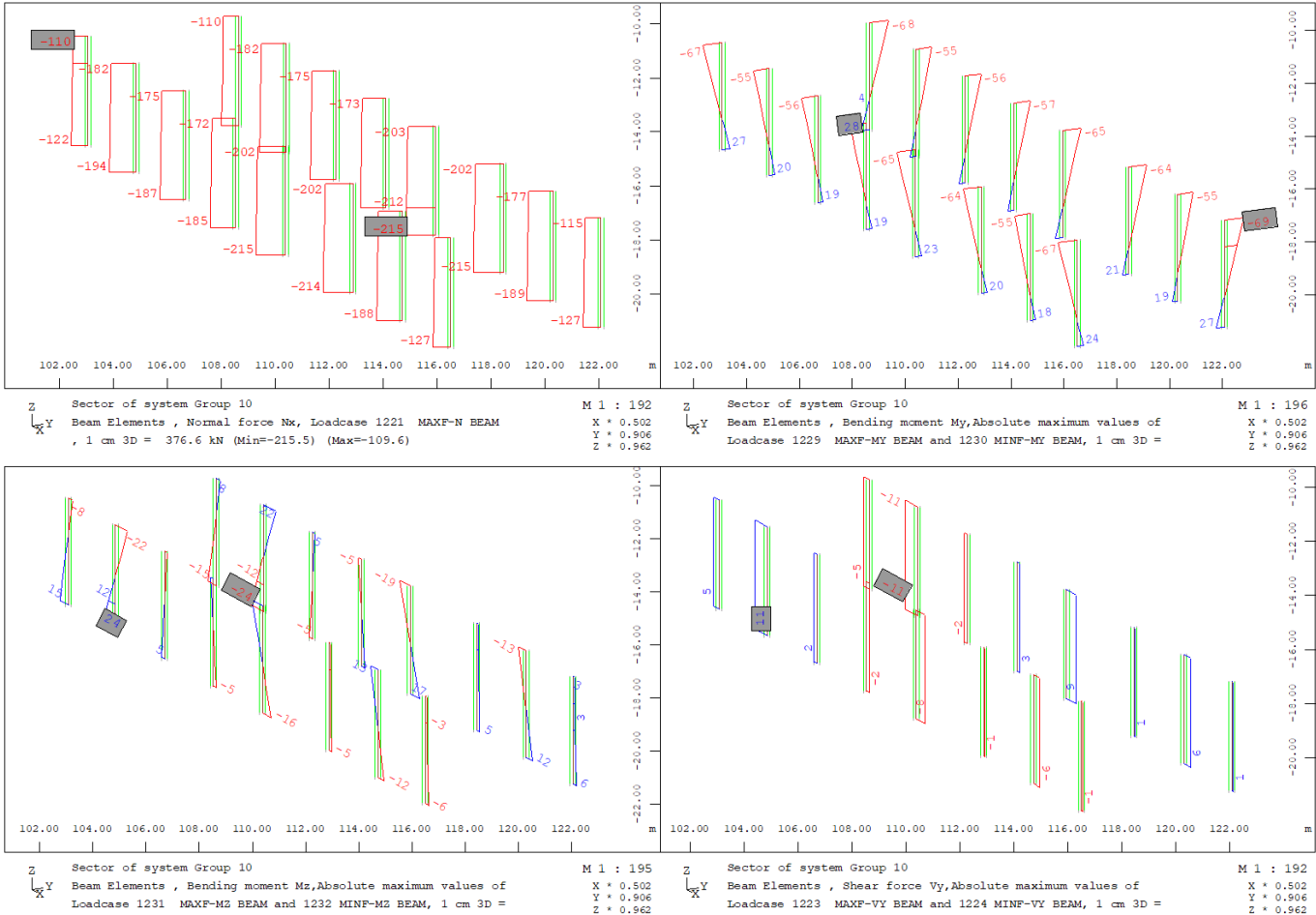


Figura 10-36 Diagrammi SLE Freq.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	

<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E Z CL	FA01A0 000	C	159 di 304

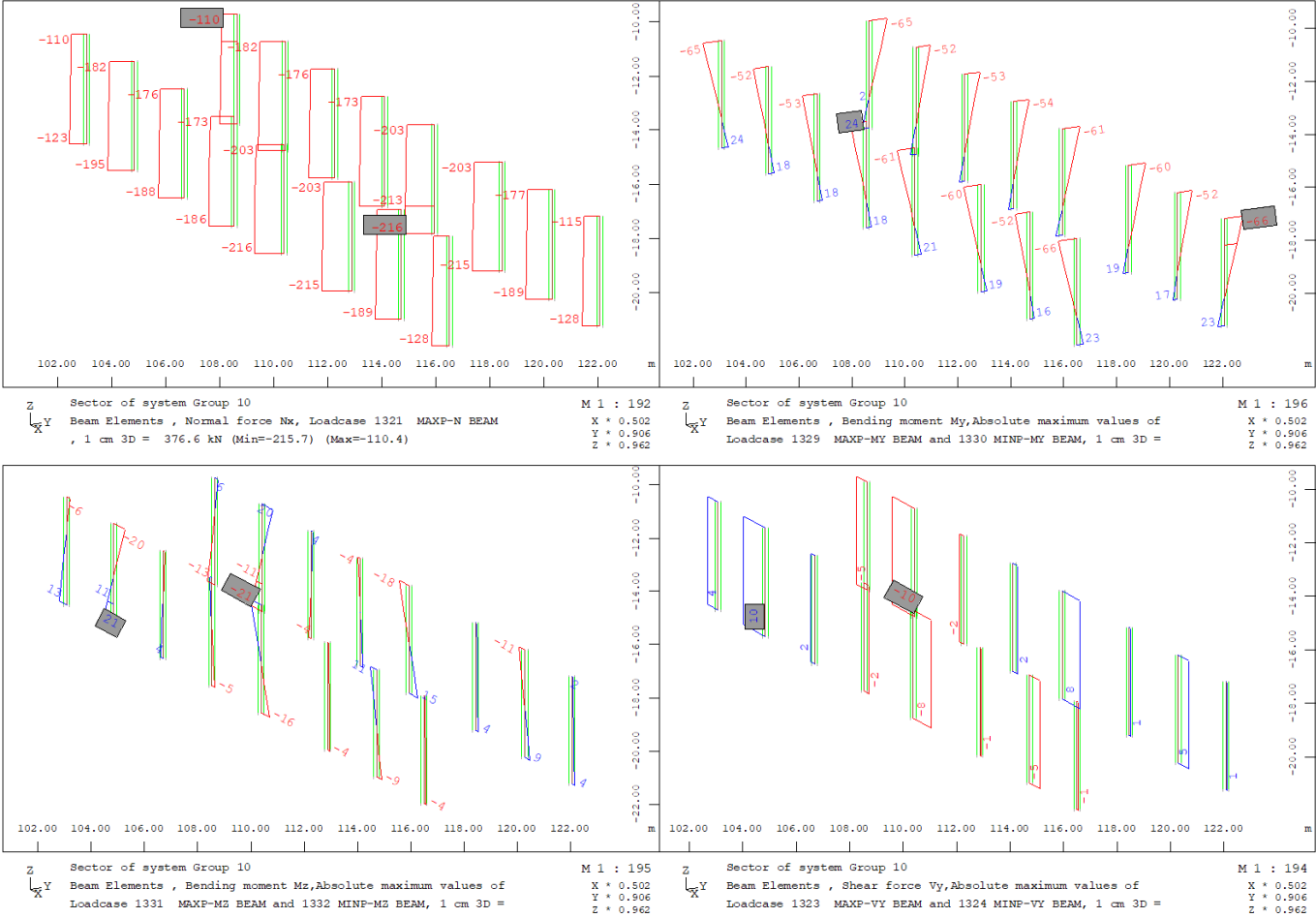


Figura 10-37 Diagrammi SLE Q. p.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>160 di</b> <b>304</b>

## 10.7.2 Materiali

I materiali adottati sono conformi a quanto riportato nel §4.1.

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

<b>CALCESTRUZZO -</b>	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	9.07	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.10	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.2	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.2	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.4	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
<b>ACCIAIO -</b>	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.0	MPa

Copriferro netto C=40mm

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 161 di 304

### 10.7.3 Geometrie e disposizione delle armature

Per i pilastri interni si considera una sezione in c.a 30x40 armati con **4 Φ24** disposti agli angoli **3+3 Φ20** disposti lungo la direzione lunga e **1+1 Φ20** disposti nel lato corto per la sezione di testa e, con **5+5 Φ20** disposti lungo la direzione lunga per la sezione di base.

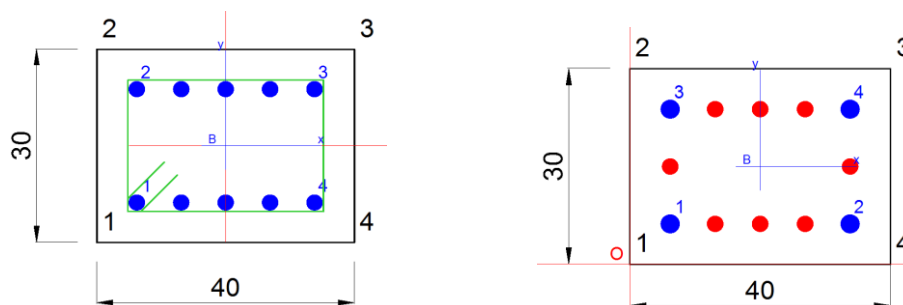


Figura 10-38 Sezione di base e di testa

Per i pilastri esterni si considera una sezione in c.a 30x40 armati con **4 Φ24** disposti agli angoli **3+3 Φ16** disposti lungo la direzione lunga e **1+1 Φ20** disposti nel lato corto per la sezione di testa e, con **4 Φ24** disposti agli angoli **3+3 Φ18** disposti lungo la direzione lunga e **1+1 Φ20** disposti nel lato corto per la sezione di base.

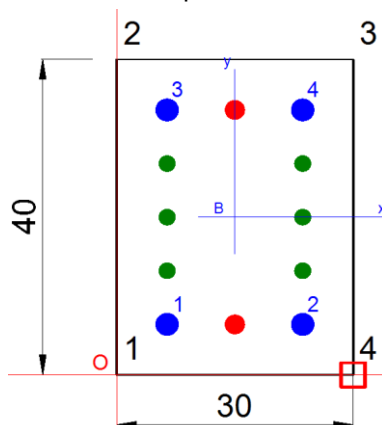


Figura 10-39 Sezione di base e di testa

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 162 di 304

## 10.7.4 Verifiche a pressoflessione deviata pilastro interno

### 10.7.4.1 DOMINIO ULTIMO SEZIONE DI TESTA:

Si riporta la verifica per le comb. SLU LC\_2100 e SLV LC\_2700

LC: 1121-1122, 1129-1132, 1221-1222, 1229-1232, 1321-1322, 1329-1332, 2121-2122, 2129-2132, 2721-2722, 2729-2732, Beam Elements Fo

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]	
		▽		▽							
1	1121	MAXR-N BEAM	100032	1.050	1.000	-202.6	8.30	-17.07	0.12	-53.70	-18.85
2	1122	MINR-N BEAM	100032	1.050	1.000	-241.7	8.55	-31.02	-0.15	-91.48	-19.38
3	1129	MAXR-MY BEAM	100032	1.050	1.000	-204.3	8.30	-17.11	0.11	-53.68	-18.89
4	1130	MINR-MY BEAM	100032	1.050	1.000	-238.1	8.55	-30.95	-0.14	-91.50	-19.28
5	1131	MAXR-MZ BEAM	100032	1.050	1.000	-204.7	6.15	-20.06	-0.07	-60.81	-14.55
6	1132	MINR-MZ BEAM	100032	1.050	1.000	-237.2	9.81	-25.52	0.13	-80.03	-21.90
7	1221	MAXF-N BEAM	100032	1.050	1.000	-202.9	8.52	-19.50	0.08	-60.88	-19.25
8	1222	MINF-N BEAM	100032	1.050	1.000	-209.1	8.11	-20.47	-0.01	-63.82	-18.45
9	1229	MAXF-MY BEAM	100032	1.050	1.000	-203.0	7.75	-18.49	-0.01	-57.65	-17.74
10	1230	MINF-MY BEAM	100032	1.050	1.000	-203.2	8.34	-20.79	0.00	-64.68	-18.87
11	1231	MAXF-MZ BEAM	100032	1.050	1.000	-203.0	7.75	-18.49	-0.01	-57.65	-17.74
12	1232	MINF-MZ BEAM	100032	1.050	1.000	-202.9	8.52	-19.50	0.08	-60.88	-19.25
13	1321	MAXP-N BEAM	100032	1.050	1.000	-203.1	8.05	-19.64	0.00	-61.16	-18.30
14	1322	MINP-N BEAM	100032	1.050	1.000	-203.1	8.05	-19.64	0.00	-61.16	-18.30
15	1329	MAXP-MY BEAM	100032	1.050	1.000	-203.1	8.05	-19.64	0.00	-61.16	-18.30
16	1330	MINP-MY BEAM	100032	1.050	1.000	-203.1	8.05	-19.64	0.00	-61.16	-18.30
17	1331	MAXP-MZ BEAM	100032	1.050	1.000	-203.1	8.05	-19.64	0.00	-61.16	-18.30
18	1332	MINP-MZ BEAM	100032	1.050	1.000	-203.1	8.05	-19.64	0.00	-61.16	-18.30
19	2121	MAX-N BEAM	100032	1.050	1.000	-72.6	5.82	-7.07	0.18	-19.63	-11.67
20	2122	MIN-N BEAM	100032	1.050	1.000	-348.5	9.88	-42.96	-0.23	-129.73	-23.40
21	2129	MAX-MY BEAM	100032	1.050	1.000	-94.4	4.33	-5.33	0.17	-17.92	-9.62
22	2130	MIN-MY BEAM	100032	1.050	1.000	-324.0	11.37	-44.64	-0.21	-131.46	-25.36
23	2131	MAX-MZ BEAM	100032	1.050	1.000	-76.6	0.27	-9.81	-0.11	-28.66	-0.85
24	2132	MIN-MZ BEAM	100032	1.050	1.000	-340.9	14.09	-36.45	0.20	-114.20	-31.55
25	2721	MAX-N BEAM	100032	1.050	1.000	-154.9	25.31	26.85	0.51	36.44	-52.98
26	2722	MIN-N BEAM	100032	1.050	1.000	-228.6	-15.99	-63.35	-0.51	-156.16	30.02
27	2729	MAX-MY BEAM	100032	1.050	1.000	-161.3	-5.03	26.97	1.38	36.70	7.90
28	2730	MIN-MY BEAM	100032	1.050	1.000	-222.1	14.34	-63.47	-1.39	-156.43	-30.87
29	2731	MAX-MZ BEAM	100032	1.050	1.000	-211.5	-53.99	-28.14	1.29	-80.96	106.25
30	2732	MIN-MZ BEAM	100032	1.050	1.000	-171.9	63.30	-8.35	-1.30	-38.77	-129.21

LC: 2721-2722, 2729-2732, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]	
		▽		▽							
1	2721	MAX-N BEAM	100056	1.050	1.000	-129.4	17.02	30.85	-1.28	46.64	-34.19
2	2722	MIN-N BEAM	100056	1.050	1.000	-207.9	-25.86	-63.05	0.83	-149.45	52.70
3	2729	MAX-MY BEAM	100056	1.050	1.000	-129.4	15.24	30.87	-1.23	46.69	-30.55
4	2730	MIN-MY BEAM	100056	1.050	1.000	-207.9	-24.07	-63.07	0.79	-149.50	49.06
5	2731	MAX-MZ BEAM	100056	1.050	1.000	-180.5	-64.24	-29.80	0.90	-79.84	131.19
6	2732	MIN-MZ BEAM	100056	1.050	1.000	-156.8	55.40	-2.40	-1.35	-22.97	-112.69

Si riportano le verifiche svolte mediante RC-sec.

**CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>163 di 304</b>

Forma del Dominio:                      Poligonale  
 Classe Calcestruzzo:                      C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	30.0
3	40.0	30.0
4	40.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.2	6.2	24
2	33.8	6.2	24
3	6.2	23.8	24
4	33.8	23.8	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	3	20
2	3	4	3	20
3	1	3	1	20
4	2	4	1	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	72.00	-20.00	-12.00	0.00	0.00
2	348.00	-130.00	-24.00	0.00	0.00
3	94.00	-18.00	-10.00	0.00	0.00
4	324.00	-132.00	-26.00	0.00	0.00
5	76.00	-29.00	-1.00	0.00	0.00
6	340.00	-115.00	-32.00	0.00	0.00
7	154.00	37.00	-53.00	0.00	0.00
8	228.00	-157.00	30.00	0.00	0.00
9	161.00	37.00	8.00	0.00	0.00
10	222.00	-157.00	-31.00	0.00	0.00
11	211.00	-81.00	107.00	0.00	0.00
12	171.00	-39.00	-130.00	0.00	0.00

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>164 di 304</b>

13	129.00	47.00	-35.00	0.00	0.00
14	207.00	-150.00	53.00	0.00	0.00
15	129.00	47.00	-31.00	0.00	0.00
16	207.00	-150.00	50.00	0.00	0.00
17	180.00	-80.00	132.00	0.00	0.00
18	156.00	-23.00	-113.00	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	202.00	-54.00	-19.00
2	241.00	-92.00	-20.00
3	204.00	-54.00	-19.00
4	238.00	-92.00	-20.00
5	204.00	-61.00	-15.00
6	237.00	-80.00	-22.00

#### 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	202.00	-61.00 (-25.32)	-20.00 (-8.30)
2	209.00	-64.00 (-26.10)	-18.00 (-7.34)
3	203.00	-58.00 (-25.85)	-18.00 (-8.02)
4	203.00	-65.00 (-26.01)	-18.00 (-7.20)
5	203.00	-58.00 (-25.85)	-18.00 (-8.02)
6	202.00	-61.00 (-25.32)	-20.00 (-8.30)

#### 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	203.00	-62.00 (-25.66)	-19.00 (-7.86)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver                      S = combinazione verificata / N = combin. non verificata



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 165 di 304

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 Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	72.00	-20.00	-12.00	71.96	-141.49	-85.38	7.09	43.2(12.0)
2	S	348.00	-130.00	-24.00	347.83	-175.21	-31.64	1.35	43.2(12.0)
3	S	94.00	-18.00	-10.00	94.22	-145.23	-79.98	8.05	43.2(12.0)
4	S	324.00	-132.00	-26.00	323.78	-173.33	-34.48	1.31	43.2(12.0)
5	S	76.00	-29.00	-1.00	75.91	-166.35	-5.10	5.74	43.2(12.0)
6	S	340.00	-115.00	-32.00	339.87	-170.56	-47.77	1.48	43.2(12.0)
7	S	154.00	37.00	-53.00	153.90	102.96	-146.29	2.77	43.2(12.0)
8	S	228.00	-157.00	30.00	227.77	-168.85	31.87	1.08	43.2(12.0)
9	S	161.00	37.00	8.00	160.73	164.31	35.83	4.44	43.2(12.0)
10	S	222.00	-157.00	-31.00	221.79	-168.16	-33.40	1.07	43.2(12.0)
11	S	211.00	-81.00	107.00	211.20	-108.40	141.74	1.33	43.2(12.0)
12	S	171.00	-39.00	-130.00	170.95	-58.73	-197.24	1.52	43.2(12.0)
13	S	129.00	47.00	-35.00	129.09	134.73	-100.23	2.87	43.2(12.0)
14	S	207.00	-150.00	53.00	206.76	-161.30	56.85	1.08	43.2(12.0)
15	S	129.00	47.00	-31.00	128.73	140.04	-91.56	2.97	43.2(12.0)
16	S	207.00	-150.00	50.00	207.01	-162.24	54.08	1.08	43.2(12.0)
17	S	180.00	-80.00	132.00	180.15	-95.45	156.33	1.19	43.2(12.0)
18	S	156.00	-23.00	-113.00	155.78	-42.84	-209.16	1.85	43.2(12.0)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	0.0	0.00186	6.2	6.2	-0.00351	33.8	23.8
2	0.00350	0.0	0.0	0.00180	6.2	6.2	-0.00335	33.8	23.8
3	0.00350	0.0	0.0	0.00186	6.2	6.2	-0.00349	33.8	23.8
4	0.00350	0.0	0.0	0.00179	6.2	6.2	-0.00338	33.8	23.8
5	0.00350	0.0	0.0	0.00131	6.2	6.2	-0.00496	33.8	23.8
6	0.00350	0.0	0.0	0.00189	6.2	6.2	-0.00311	33.8	23.8
7	0.00350	0.0	30.0	0.00202	6.2	23.8	-0.00324	33.8	6.2
8	0.00350	40.0	0.0	0.00169	33.8	6.2	-0.00375	6.2	23.8
9	0.00350	40.0	30.0	0.00166	33.8	23.8	-0.00391	6.2	6.2
10	0.00350	0.0	0.0	0.00170	6.2	6.2	-0.00374	33.8	23.8
11	0.00350	40.0	0.0	0.00204	33.8	6.2	-0.00311	6.2	23.8
12	0.00350	0.0	0.0	0.00206	6.2	6.2	-0.00348	33.8	23.8
13	0.00350	0.0	30.0	0.00192	6.2	23.8	-0.00333	33.8	6.2
14	0.00350	40.0	0.0	0.00185	33.8	6.2	-0.00337	6.2	23.8
15	0.00350	0.0	30.0	0.00190	6.2	23.8	-0.00336	33.8	6.2

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>				<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>166 di</b> <b>304</b>

16	0.00350	40.0	0.0	0.00183	33.8	6.2	-0.00341	6.2	23.8
17	0.00350	40.0	0.0	0.00204	33.8	6.2	-0.00322	6.2	23.8
18	0.00350	0.0	0.0	0.00203	6.2	6.2	-0.00380	33.8	23.8

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000071361	-0.000193160	0.003500000	----	----
2	-0.000030398	-0.000244573	0.003500000	----	----
3	-0.000067733	-0.000197498	0.003500000	----	----
4	-0.000033011	-0.000241995	0.003500000	----	----
5	-0.000005162	-0.000347940	0.003500000	----	----
6	-0.000043353	-0.000216349	0.003500000	----	----
7	-0.000105309	0.000133797	-0.000513917	----	----
8	0.000031395	-0.000260183	0.002244199	----	----
9	0.000035306	0.000261113	-0.005745630	----	----
10	-0.000032727	-0.000257899	0.003500000	----	----
11	0.000099379	-0.000136789	-0.000475179	----	----
12	-0.000144460	-0.000087917	0.003500000	----	----
13	-0.000077738	0.000176783	-0.001803483	----	----
14	0.000051836	-0.000215024	0.001426554	----	----
15	-0.000073058	0.000184567	-0.002037018	----	----
16	0.000049890	-0.000219417	0.001504389	----	----
17	0.000111377	-0.000124103	-0.000955096	----	----
18	-0.000166649	-0.000069898	0.003500000	----	----

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 167 di 304

#### 10.7.4.2 DOMINIO ULTIMO SEZIONE DI BASE:

Si riporta la verifica per le comb. SLU LC\_2100 e SLV LC\_2700

#### LC: 1121-1122, 1129-1132, 1221-1222, 1229-1232, 1321-1322, 1329-1332, 2121-2122, 2129-2132, 2721-2722, 2729-2732, Beam Elements F

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]	
		▽		▽							
1	1121	MAXR-N BEAM	100029	0.000	0.000	-215.2	8.30	-17.07	0.12	18.02	16.02
2	1122	MINR-N BEAM	100029	0.000	0.000	-254.3	8.55	-31.02	-0.15	38.80	16.53
3	1129	MAXR-MY BEAM	100029	0.000	0.000	-237.2	8.25	-30.97	-0.20	41.35	15.98
4	1130	MINR-MY BEAM	100029	0.000	0.000	-217.1	7.47	-17.04	0.11	17.86	14.12
5	1131	MAXR-MZ BEAM	100029	0.000	0.000	-249.8	9.81	-25.52	0.13	27.18	19.30
6	1132	MINR-MZ BEAM	100029	0.000	0.000	-217.3	6.15	-20.06	-0.07	23.43	11.26
7	1221	MAXF-N BEAM	100029	0.000	0.000	-215.5	8.52	-19.50	0.08	21.01	16.54
8	1222	MINF-N BEAM	100029	0.000	0.000	-221.7	8.11	-20.47	-0.01	22.17	15.62
9	1229	MAXF-MY BEAM	100029	0.000	0.000	-216.6	8.00	-20.78	-0.03	23.72	15.39
10	1230	MINF-MY BEAM	100029	0.000	0.000	-215.6	7.75	-18.49	-0.01	20.00	14.83
11	1231	MAXF-MZ BEAM	100029	0.000	0.000	-215.5	8.52	-19.50	0.08	21.01	16.54
12	1232	MINF-MZ BEAM	100029	0.000	0.000	-215.6	7.75	-18.49	-0.01	20.00	14.83
13	1321	MAXP-N BEAM	100029	0.000	0.000	-215.7	8.05	-19.64	0.00	21.32	15.50
14	1322	MINP-N BEAM	100029	0.000	0.000	-215.7	8.05	-19.64	0.00	21.32	15.50
15	1329	MAXP-MY BEAM	100029	0.000	0.000	-215.7	8.05	-19.64	0.00	21.32	15.50
16	1330	MINP-MY BEAM	100029	0.000	0.000	-215.7	8.05	-19.64	0.00	21.32	15.50
17	1331	MAXP-MZ BEAM	100029	0.000	0.000	-215.7	8.05	-19.64	0.00	21.32	15.50
18	1332	MINP-MZ BEAM	100029	0.000	0.000	-215.7	8.05	-19.64	0.00	21.32	15.50
19	2121	MAX-N BEAM	100029	0.000	0.000	-85.2	5.82	-7.07	0.18	10.07	12.79
20	2122	MIN-N BEAM	100029	0.000	0.000	-364.9	9.88	-42.96	-0.23	50.68	18.11
21	2129	MAX-MY BEAM	100029	0.000	0.000	-320.1	10.92	-44.68	-0.30	60.33	21.40
22	2130	MIN-MY BEAM	100029	0.000	0.000	-107.2	3.09	-5.23	0.17	4.00	5.82
23	2131	MAX-MZ BEAM	100029	0.000	0.000	-357.3	14.09	-36.45	0.20	38.89	27.63
24	2132	MIN-MZ BEAM	100029	0.000	0.000	-89.2	0.27	-9.81	-0.11	12.55	0.29
25	2721	MAX-N BEAM	100029	0.000	0.000	-167.4	25.93	28.93	0.51	-81.39	54.86
26	2722	MIN-N BEAM	100029	0.000	0.000	-241.2	-16.62	-65.43	-0.51	114.95	-38.71
27	2729	MAX-MY BEAM	100029	0.000	0.000	-235.0	13.55	-65.55	-1.35	115.18	27.73
28	2730	MIN-MY BEAM	100029	0.000	0.000	-173.7	-4.24	29.05	1.35	-81.62	-11.59
29	2731	MAX-MZ BEAM	100029	0.000	0.000	-184.5	65.16	-7.92	-1.30	-4.73	141.32
30	2732	MIN-MZ BEAM	100029	0.000	0.000	-224.1	-55.85	-28.57	1.29	38.29	-125.17
min	1121	-	100029	0.000	0.000	-364.9	-55.85	-65.55	-1.35	-81.62	-125.17
max	2732	-	100029	0.000	0.000	-85.2	65.16	29.05	1.35	115.18	141.32

#### LC: 2721-2722, 2729-2732, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]	
		▽		▽							
1	2721	MAX-N BEAM	100053	0.000	0.000	-141.9	17.17	33.38	-1.27	-88.93	37.79
2	2722	MIN-N BEAM	100053	0.000	0.000	-220.6	-26.01	-65.58	0.82	121.37	-56.40
3	2729	MAX-MY BEAM	100053	0.000	0.000	-220.5	-26.06	-65.61	0.81	121.44	-56.51
4	2730	MIN-MY BEAM	100053	0.000	0.000	-141.9	17.22	33.41	-1.26	-89.01	37.90
5	2731	MAX-MZ BEAM	100053	0.000	0.000	-169.4	57.26	-1.63	-1.35	-14.70	124.68
6	2732	MIN-MZ BEAM	100053	0.000	0.000	-193.1	-66.10	-30.57	0.90	47.13	-143.29

Si riportano le verifiche svolte mediante RC-sec.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>168 di</b> <b>304</b>

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40

Resistenza compress. di progetto fcd: 18.13 MPa

Resistenza compress. ridotta fcd': 9.07 MPa

Deform. unitaria max resistenza ec2: 0.0020

Deformazione unitaria ultima ecu: 0.0035

Diagramma tensioni-deformaz.: Parabola-Rettangolo

Modulo Elastico Normale Ec: 33643.0 MPa

Resis. media a trazione fctm: 3.10 MPa

Coeff.Omogen. S.L.E.: 15.00

Sc limite S.L.E. comb. Rare: 19.2 MPa

Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 19.2 MPa

Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.400 mm

Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 14.4 MPa

Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. a snervamento fyk: 450.0 MPa

Resist. caratt. a rottura ftk: 450.0 MPa

Resist. a snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa

Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa

Deform. ultima di progetto Epu: 0.068

Modulo Elastico Ef: 200000.0 MPa

Diagramma tensioni-deformaz.: Bilineare finito

Coeff. Aderenza istant.  $\beta_1 * \beta_2$ : 1.00

Coeff. Aderenza differito  $\beta_1 * \beta_2$ : 0.50

Comb.Rare - Sf Limite: 360.0 MPa

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 40.0 cm

Altezza: 30.0 cm

N°totale barre: 10

Diametro barre: 20 mm

Copriferro (dal baric.barre): 6.2 cm

Coordinate Barre nei vertici

N°Barra	X [cm]	Y [cm]
1	-13.8	-8.8
2	-13.8	8.8
3	13.8	8.8
4	13.8	-8.8

#### 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	4	3	20
2	2	3	3	20

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>169 di</b> <b>304</b>

Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione				
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione				
Vx	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse x baric. della sezione				
<b>N°Comb.</b>	<b>N</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>Vy</b>	<b>Vx</b>
1	85.00	10.10	13.00	0.00	0.00
2	364.00	51.00	19.00	0.00	0.00
3	320.00	61.00	22.00	0.00	0.00
4	107.00	4.00	6.00	0.00	0.00
5	357.00	39.00	28.00	0.00	0.00
6	89.00	13.00	1.00	0.00	0.00
7	167.00	-82.00	55.00	0.00	0.00
8	241.00	115.00	39.00	0.00	0.00
9	235.00	116.00	28.00	0.00	0.00
10	173.00	-82.00	-12.00	0.00	0.00
11	184.00	-5.00	142.00	0.00	0.00
12	224.00	39.00	-126.00	0.00	0.00
13	141.00	-90.00	38.00	0.00	0.00
14	220.00	122.00	-57.00	0.00	0.00
15	220.00	122.00	-57.00	0.00	0.00
16	141.00	-89.00	38.00	0.00	0.00
17	169.00	-15.00	125.00	0.00	0.00
18	193.00	48.00	-144.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
<b>N°Comb.</b>	<b>N</b>	<b>Mx</b>	<b>Mx</b>
1	215.00	18.00	16.00
2	254.00	39.00	17.00
3	237.00	42.00	16.00
4	217.00	18.00	15.00
5	249.00	28.00	20.00
6	217.00	24.00	12.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
<b>N°Comb.</b>	<b>N</b>	<b>Mx</b>	<b>Mx</b>
1	215.00	21.00	17.00
2	221.00	23.00	16.00
3	216.00	24.00	16.00
4	215.00	20.00	15.00
5	215.00	21.00	17.00
6	215.00	20.00	15.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 170 di 304

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	215.00	22.00	16.00

### 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 Totale	Area totale barre longitudinali [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	85.00	10.10	13.00	85.13	83.68	108.51	8.32	31.4(12.0)
2	S	364.00	51.00	19.00	364.19	140.33	52.09	2.75	31.4(12.0)
3	S	320.00	61.00	22.00	320.01	139.04	50.31	2.28	31.4(12.0)
4	S	107.00	4.00	6.00	106.95	78.12	116.24	19.42	31.4(12.0)
5	S	357.00	39.00	28.00	357.09	117.33	83.70	3.00	31.4(12.0)
6	S	89.00	13.00	1.00	89.29	129.32	10.13	9.95	31.4(12.0)
7	S	167.00	-82.00	55.00	166.92	-114.11	76.23	1.39	31.4(12.0)
8	S	241.00	115.00	39.00	241.21	136.51	46.44	1.19	31.4(12.0)
9	S	235.00	116.00	28.00	235.06	138.99	34.12	1.20	31.4(12.0)
10	S	173.00	-82.00	-12.00	173.25	-135.81	-20.21	1.66	31.4(12.0)
11	S	184.00	-5.00	142.00	184.14	-6.10	170.46	1.20	31.4(12.0)
12	S	224.00	39.00	-126.00	224.05	46.13	-150.31	1.19	31.4(12.0)
13	S	141.00	-90.00	38.00	141.26	-126.55	53.86	1.41	31.4(12.0)
14	S	220.00	122.00	-57.00	220.10	128.09	-59.96	1.05	31.4(12.0)
15	S	220.00	122.00	-57.00	220.10	128.09	-59.96	1.05	31.4(12.0)
16	S	141.00	-89.00	38.00	140.79	-126.13	54.58	1.42	31.4(12.0)
17	S	169.00	-15.00	125.00	168.99	-20.12	163.94	1.31	31.4(12.0)
18	S	193.00	48.00	-144.00	193.15	48.34	-147.23	1.02	31.4(12.0)

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

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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 171 di 304

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	20.0	15.0	0.00193	13.8	8.8	-0.00372	-13.8	-8.8
2	0.00350	20.0	15.0	0.00192	13.8	8.8	-0.00317	-13.8	-8.8
3	0.00350	20.0	15.0	0.00188	13.8	8.8	-0.00332	-13.8	-8.8
4	0.00350	20.0	15.0	0.00196	13.8	8.8	-0.00368	-13.8	-8.8
5	0.00350	20.0	15.0	0.00202	13.8	8.8	-0.00302	-13.8	-8.8
6	0.00350	20.0	15.0	0.00101	13.8	8.8	-0.00626	-13.8	-8.8
7	0.00350	20.0	-15.0	0.00189	13.8	-8.8	-0.00354	-13.8	8.8
8	0.00350	20.0	15.0	0.00181	13.8	8.8	-0.00361	-13.8	-8.8
9	0.00350	20.0	15.0	0.00166	13.8	8.8	-0.00405	-13.8	-8.8
10	0.00350	-20.0	-15.0	0.00136	-13.8	-8.8	-0.00505	13.8	8.8
11	0.00350	20.0	-15.0	0.00195	13.8	-8.8	-0.00484	-13.8	8.8
12	0.00350	-20.0	15.0	0.00204	-13.8	8.8	-0.00369	13.8	-8.8
13	0.00350	20.0	-15.0	0.00177	13.8	-8.8	-0.00384	-13.8	8.8
14	0.00350	-20.0	15.0	0.00186	-13.8	8.8	-0.00351	13.8	-8.8
15	0.00350	-20.0	15.0	0.00186	-13.8	8.8	-0.00351	13.8	-8.8
16	0.00350	20.0	-15.0	0.00178	13.8	-8.8	-0.00383	-13.8	8.8
17	0.00350	20.0	-15.0	0.00197	13.8	-8.8	-0.00441	-13.8	8.8
18	0.00350	-20.0	15.0	0.00202	-13.8	8.8	-0.00375	13.8	-8.8

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

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000120913	0.000131524	-0.000891130	----	----
2	0.000060641	0.000194228	-0.000626243	----	----
3	0.000061122	0.000199678	-0.000717615	----	----
4	0.000126735	0.000121598	-0.000858667	----	----
5	0.000082583	0.000156623	-0.000501001	----	----
6	0.000018190	0.000384120	-0.002625602	----	----
7	0.000086476	-0.000173152	-0.000826806	----	----
8	0.000061473	0.000211561	-0.000902870	----	----
9	0.000049439	0.000246960	-0.001193186	----	----
10	-0.000033208	-0.000311989	-0.001843990	----	----
11	0.000237666	-0.000013045	-0.001448986	----	----
12	-0.000157973	0.000077727	-0.000825368	----	----
13	0.000071163	-0.000207225	-0.001031634	----	----
14	-0.000072055	0.000192284	-0.000825362	----	----
15	-0.000072055	0.000192284	-0.000825362	----	----
16	0.000071711	-0.000206118	-0.001025976	----	----
17	0.000205082	-0.000041139	-0.001218711	----	----
18	-0.000157032	0.000081519	-0.000863433	----	----

### 10.7.4.3 VERIFICHE A TAGLIO

#### 10.7.4.3.1 Direzione forte

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici o fragili dovuti al taglio, per quanto concerne la verifica a taglio del pilastro si utilizza il valore massimo tra il taglio di calcolo dedotto dall'output del modello di calcolo e quello che si ottiene dalla condizione di equilibrio del pilastro soggetto all'azione dei momenti resistenti nelle sezioni di estremità superiore  $M_{C,Rd}^s$  ed inferiore  $M_{C,Rd}^i$  secondo l'espressione:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 172 di 304

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M^s_{C,Rd} + M^i_{C,Rd}}{l_p}$$

dove:

$\gamma_{Rd} = 1.10$  per strutture in CD"B";

$M^s_{C,Rd} = 233.5$  kNm

$M^i_{C,Rd} = 171$  kNm

$l_p = 3,85$  m

**$V_{Ed} = 116$  kN**

Dalla tabella di cui al §10.7.1 si evince che il taglio massimo  $V_y=53$  kN pertanto le verifiche a taglio saranno condotte con  **$V_{Ed} = 116$  kN**.

Le verifiche vengono condotte considerando staffe  $\Phi 12/150$ mm nella zona duttile

• **Caratteristiche della sezione**

$b_w = 300$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 400$ mm	altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 64$ 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	$A_{sl,1} = 2 \text{ } \emptyset \text{ } 24$	$= 9,05 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset \text{ } 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 336$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset \text{ } 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18,13$ MPa	resist. di calcolo		$9,05 \text{ cm}^2$

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

$N_{ed} = 0,0$  kN       $V_{ed} = 116,0$  kN

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

$k = 1+(200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1,772$	$< 2$
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0,467$	
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$	$\rho_1 = 0,009$	$< 0,02$
$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0,00$ MPa	$< 0,2 f_{cd}$

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

$V_{Rd} = 65,6$  kN; (con  $(v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 47,1$  kN)

$V_{Rd} = 65,6$  kN valore di calcolo

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

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

$\theta = 45,0$  ° inclinaz. bielle cls      angolo ammissibile  
 $\alpha = 90,0$  ° inclinaz. staffe

Armatura a taglio (staffatura):

$A_{sw}/s =$  staffe  $\emptyset 12$  mm con n° bracci (trasv)      2      passo      15      cm       $= 0,151 \text{ cm}^2/\text{cm}$

$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha$        $V_{Rsd} = 178,4$  kN

$f_{cd} = 9,07$  MPa resist. di calcolo ridotta

$\alpha_c = 1,000$  coeff. maggiorativo

$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha)$        $V_{Rcd} = 411,3$  kN

$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$        $V_{Rd} = 178,4 > 116,0$  kN      c.s. = 1,5

la sezione armata a taglio risulta verificata.

Lunghezza critica per staffe  $L=3.85/6=0.65$  m.



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI              GCF ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA	<table border="1" 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>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>FA01A0 000</td> <td>C</td> <td>173 di 304</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA01A0 000	C	173 di 304
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF3A	02	E ZZ CL	FA01A0 000	C	173 di 304												
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo																	

#### 10.7.4.3.2 Direzione debole

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici o fragili dovuti al taglio, per quanto concerne la verifica a taglio del pilastro si utilizza il valore massimo tra il taglio di calcolo dedotto dall'output del modello di calcolo e quello che si ottiene dalla condizione di equilibrio del pilastro soggetto all'azione dei momenti resistenti nelle sezioni di estremità superiore  $M^{s}_{C,Rd}$  ed inferiore  $M^{i}_{C,Rd}$  secondo l'espressione:

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M^{s}_{C,Rd} + M^{i}_{C,Rd}}{l_p}$$

dove:

$\gamma_{Rd} = 1.10$  per strutture in CD"B";

$M^{s}_{C,Rd} = 171$  kNm                       $M^{i}_{C,Rd} = 135$  kNm

$l_p = 3,85$  m

**$V_{Ed} = 87.5$  kN**

Dalla tabella di cui al §10.7.1 si evince che il taglio massimo  $V_z = 56$  kN pertanto le verifiche a taglio saranno condotte con  **$V_{Ed} = 87.5$  kN**.

Le verifiche vengono condotte considerando staffe  $\Phi 12/150$ mm nella zona duttile

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 174 di 304

• **Caratteristiche della sezione**

$b_w = 400$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 300$ mm altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 64$ 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	$A_{sl,1} = 2 \text{ } \emptyset 24$	$= 9,05 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 3 \text{ } \emptyset 20$	$= 9,42 \text{ cm}^2$
$d = 236$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18,13$ MPa resist. di calcolo		$18,47 \text{ cm}^2$

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

$$N_{ed} = 0,0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 87,5 \text{ kN}$$

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

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1,921 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0,527$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02 \quad \rho_1 = 0,020 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa} < 0,2 f_{cd}$$

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

$$V_{Rd} = 86,4 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 49,7 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 86,4 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

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

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

$$\theta = 45,0^\circ \quad \text{inclinaz. bielle cls} \quad \text{angolo ammissibile}$$

$$\alpha = 90,0^\circ \quad \text{inclinaz. staffe}$$

Armatura a taglio (staffatura):

$$A_{sw}/s = \text{staffe } \emptyset 12 \text{ mm con n}^\circ \text{ bracci (trasv)} \quad 2 \quad \text{passo } 15 \text{ cm} = 0,151 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha \quad V_{Rsd} = 125,3 \text{ kN}$$

$$f_{cd} = 9,07 \text{ MPa resist. di calcolo ridotta}$$

$$\alpha_c = 1,000 \quad \text{coeff. maggiorativo}$$

$$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 385,2 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) \quad V_{Rd} = 125,3 > 87,5 \text{ kN} \quad \text{c.s.} = 1,4$$

**la sezione armata a taglio risulta verificata.**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 175 di 304

#### 10.7.4.4 VERIFICHE A TORSIONE

Vista la ridotta entità delle sollecitazioni torsionali la verifica può essere opportunamente trascurata poiché risulta implicitamente soddisfatta e non dimensionante.

#### 10.7.4.5 VERIFICHE LIMITAZIONE ARMATURA

Si riportano le verifiche di limitazione di armatura per la sezione di testa e di base del pilastro

PILASTRO TESTA															
GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI			RAP. GEOM.	ARM. TRASV (mm)	CARICHI Ned (kN)				
B=	300mm	∅ tesa	24	∅ comp.	24	fyk	450	Mpa	fctm	3,1	p	0,0360	∅ Staffe	12	172
H=	400mm	N tesa	2	Ncomp.	2	fyd	391,3	MPa	fcd	18,13	pcomp	0,0180	P staffe	150	
COPRIFERRO		∅ tesa	20	∅ comp.	20										
c=	40mm	N tesa	4	Ncomp.	4										

PILASTRO TESTA				
CONDIZIONE F	CONDIZIONE G	CONDIZIONE H	CONDIZIONE I	CONDIZIONE L
$1\% < \rho < 4\%$ <b>OK</b> $1\% < \rho < 4\%$ <b>OK</b> 3,6%	$\phi_{staffe} > 6 \text{ mm}$ $\phi_{staffe} > 10 \text{ mm}$ <b>OK</b>	passo staffe 150 175 192 > 150 <b>OK</b>	$\frac{A_{st}}{s} = 0,08 \frac{f_{ctd} b_{st}}{f_{yd}}$ 1,51 > 1,19 <b>OK</b>	$A_{s=} 4323 > 360$ <b>OK</b> $44$ <b>OK</b>

PILASTRO BASE															
GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI			RAP. GEOM.	ARM. TRASV (mm)	CARICHI Ned (kN)				
B=	300mm	∅ tesa	20	∅ comp.	20	fyk	450	Mpa	fctm	3,1	p	0,0262	∅ Staffe	12	224
H=	400mm	N tesa	5	Ncomp.	5	fyd	391,3	MPa	fcd	18,13	pcomp	0,0131	P staffe	150	
COPRIFERRO															
c=	40mm														

PILASTRO BASE				
CONDIZIONE F	CONDIZIONE G	CONDIZIONE H	CONDIZIONE I	CONDIZIONE L
$1\% < \rho < 4\%$ <b>OK</b> $1\% < \rho < 4\%$ <b>OK</b> 2,6%	$\phi_{staffe} > 6 \text{ mm}$ $\phi_{staffe} > 8 \text{ mm}$ <b>OK</b>	passo staffe 150 175 160 > 150 <b>OK</b>	$\frac{A_{st}}{s} = 0,08 \frac{f_{ctd} b_{st}}{f_{yd}}$ 1,51 > 1,19 <b>OK</b>	$A_{s=} 3142 > 360$ <b>OK</b> $57$ <b>OK</b>

#### 10.7.4.6 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO -SLE

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec. Per la sezione di campata e la sezione di appoggio.

##### 10.7.4.6.1 Verifiche per la sezione di testa

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

#### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	11.51	0.0	0.0	-124.4	33.8	23.8	146	4.5
2	S	17.82	0.0	0.0	-217.9	33.8	23.8	131	4.5
3	S	11.51	0.0	0.0	-123.9	33.8	23.8	145	4.5

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 176 di 304

4	S	17.82	0.0	0.0	-218.6	33.8	23.8	131	4.5
5	S	12.13	0.0	0.0	-136.6	33.8	23.8	124	4.5
6	S	16.16	0.0	0.0	-189.8	33.8	23.8	125	4.5

#### COMBINAZIONI RARE 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 di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\ eff}$
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	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [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 = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00098	0.00000	0.785	24.0	50	0.00037 (0.00037)	376 0.140 (990.00)		-25.39	-8.93
2	S	-0.00169	0.00000	0.817	24.0	50	0.00077 (0.00065)	362 0.277 (990.00)		-26.52	-5.76
3	S	-0.00098	0.00000	0.785	24.0	50	0.00037 (0.00037)	376 0.140 (990.00)		-25.43	-8.95
4	S	-0.00170	0.00000	0.817	24.0	50	0.00077 (0.00066)	362 0.279 (990.00)		-26.48	-5.76
5	S	-0.00108	0.00000	0.817	24.0	50	0.00041 (0.00041)	353 0.145 (990.00)		-26.87	-6.61
6	S	-0.00148	0.00000	0.817	24.0	50	0.00064 (0.00057)	355 0.226 (990.00)		-25.86	-7.11

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	12.78	0.0	0.0	-144.5	33.8	23.8	121	4.5
2	S	13.01	0.0	0.0	-147.9	33.8	23.8	123	4.5
3	S	12.03	0.0	0.0	-133.3	33.8	23.8	120	4.5
4	S	13.16	0.0	0.0	-151.9	33.8	23.8	124	4.5
5	S	12.03	0.0	0.0	-133.3	33.8	23.8	120	4.5
6	S	12.78	0.0	0.0	-144.5	33.8	23.8	121	4.5

#### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00113	0.00000	0.817	24.0	50	0.00043 (0.00043)	348 0.151 (0.40)		-25.32	-8.30
2	S	-0.00116	0.00000	0.817	24.0	50	0.00044 (0.00044)	351 0.156 (0.40)		-26.10	-7.34
3	S	-0.00105	0.00000	0.817	24.0	50	0.00040 (0.00040)	347 0.139 (0.40)		-25.85	-8.02
4	S	-0.00119	0.00000	0.817	24.0	50	0.00046 (0.00046)	353 0.161 (0.40)		-26.01	-7.20
5	S	-0.00105	0.00000	0.817	24.0	50	0.00040 (0.00040)	347 0.139 (0.40)		-25.85	-8.02
6	S	-0.00113	0.00000	0.817	24.0	50	0.00043 (0.00043)	348 0.151 (0.40)		-25.32	-8.30

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	12.81	0.0	0.0	-145.4	33.8	23.8	122	4.5

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 177 di 304

#### 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	-0.00114	0.00000	0.817	24.0	50	0.00052 (0.00044)	350	0.183 (0.30)	-25.66 -7.86

#### 10.7.4.6.2 Verifiche per la sezione di base

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

#### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.76	20.0	15.0	-30.0	-13.8	-8.8	101	3.1
2	S	9.89	20.0	15.0	-83.1	-13.8	-8.8	113	3.1
3	S	10.29	20.0	15.0	-95.6	-13.8	-8.8	121	3.1
4	S	5.61	20.0	15.0	-27.6	-13.8	-8.8	98	3.1
5	S	8.26	20.0	15.0	-57.3	-13.8	-8.8	92	3.1
6	S	6.30	20.0	15.0	-37.9	-13.8	-8.8	120	3.1

#### COMBINAZIONI RARE 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 fctm Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
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	= (e1 + e2)/(2*e1) [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]
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	-0.00028	0.00000	0.742	20.0	52	0.00009 (0.00009)	339	0.031 (990.00)	23.15 20.58
2	S	-0.00069	0.00000	0.786	20.0	52	0.00025 (0.00025)	368	0.092 (990.00)	25.38 11.06
3	S	-0.00078	0.00000	0.787	20.0	52	0.00029 (0.00029)	382	0.110 (990.00)	25.41 9.68
4	S	-0.00026	0.00000	0.743	20.0	52	0.00008 (0.00008)	334	0.028 (990.00)	24.26 20.21
5	S	-0.00049	0.00000	0.785	20.0	52	0.00017 (0.00017)	333	0.057 (990.00)	22.95 16.39
6	S	-0.00035	0.00000	0.745	20.0	52	0.00011 (0.00011)	370	0.042 (990.00)	27.36 13.68

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>178 di</b> <b>304</b>

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.48	20.0	15.0	-39.9	-13.8	-8.8	116	3.1
2	S	6.71	20.0	15.0	-41.9	-13.8	-8.8	120	3.1
3	S	6.90	20.0	15.0	-46.0	-13.8	-8.8	91	3.1
4	S	5.99	20.0	15.0	-33.1	-13.8	-8.8	109	3.1
5	S	6.48	20.0	15.0	-39.9	-13.8	-8.8	116	3.1
6	S	5.99	20.0	15.0	-33.1	-13.8	-8.8	109	3.1

**COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00036	0.00000	0.742	20.0	52	0.00012 (0.00012)	363	0.044 (0.40)	22.74	18.40
2	S	-0.00037	0.00000	0.742	20.0	52	0.00013 (0.00013)	369	0.046 (0.40)	24.03	16.72
3	S	-0.00040	0.00000	0.785	20.0	52	0.00014 (0.00014)	331	0.046 (0.40)	23.88	15.92
4	S	-0.00031	0.00000	0.743	20.0	52	0.00010 (0.00010)	353	0.035 (0.40)	24.32	18.24
5	S	-0.00036	0.00000	0.742	20.0	52	0.00012 (0.00012)	363	0.044 (0.40)	22.74	18.40
6	S	-0.00031	0.00000	0.743	20.0	52	0.00010 (0.00010)	353	0.035 (0.40)	24.32	18.24

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.52	20.0	15.0	-40.6	-13.8	-8.8	118	3.1

**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	-0.00036	0.00000	0.743	20.0	52	0.00012 (0.00012)	367	0.045 (0.30)	23.65	17.20

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 179 di 304

## 10.7.5 Verifiche a pressoflessione deviata pilastro esterno

### 10.7.5.1 DOMINIO ULTIMO SEZIONE DI TESTA:

Si riporta la verifica per le comb. SLU LC\_2100 e SLV LC\_2700

#### LC: 1121-1122, 1129-1130, 1229-1230, 1329-1330, 2129-2130, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
		∇		∇						
1	1121 MAXR-N BEAM	100040	1.050	1.000	-113.7	2.22	-21.12	-1.13	-66.21	-1.38
2	1122 MINR-N BEAM	100040	1.050	1.000	-135.3	-0.47	-32.31	-0.85	-90.09	4.08
3	1129 MAXR-MY BEAM	100040	1.050	1.000	-117.8	-1.42	-20.95	-0.78	-64.79	5.82
4	1130 MINR-MY BEAM	100040	1.050	1.000	-127.9	1.60	-34.30	-0.80	-92.19	-0.15
5	1229 MAXF-MY BEAM	100040	1.050	1.000	-116.0	-0.20	-21.02	-0.96	-65.19	3.39
6	1230 MINF-MY BEAM	100040	1.050	1.000	-116.3	0.61	-22.81	-0.97	-68.73	1.80
7	1329 MAXP-MY BEAM	100040	1.050	1.000	-115.3	0.59	-21.05	-1.02	-65.53	1.83
8	1330 MINP-MY BEAM	100040	1.050	1.000	-115.3	0.59	-21.05	-1.02	-65.53	1.83
9	2129 MAX-MY BEAM	100040	1.050	1.000	-44.5	-2.24	-7.22	0.00	-22.33	5.75
10	2130 MIN-MY BEAM	100040	1.050	1.000	-178.6	2.77	-50.03	-1.12	-133.62	-1.69

#### LC: 1121-1122, 1131-1132, 1221-1222, 1231-1232, 1321-1322, 1331-1332, 2121-2122, 2131-2132, 2721-2722, 2729-2732, Beam Elements

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
		∇		∇						
1	1121 MAXR-N BEAM	100048	1.050	1.000	-107.2	-6.04	-19.99	1.22	-64.50	8.94
2	1122 MINR-N BEAM	100048	1.050	1.000	-129.3	-4.00	-31.04	1.67	-86.43	4.96
3	1131 MAXR-MZ BEAM	100048	1.050	1.000	-119.2	-6.68	-30.78	0.18	-86.17	10.36
4	1132 MINR-MZ BEAM	100048	1.050	1.000	-111.6	-2.35	-18.15	2.37	-58.11	1.78
5	1221 MAXF-N BEAM	100048	1.050	1.000	-109.7	-5.32	-21.64	0.75	-66.63	7.69
6	1222 MINF-N BEAM	100048	1.050	1.000	-112.9	-4.52	-21.78	1.22	-66.93	6.09
7	1231 MAXF-MZ BEAM	100048	1.050	1.000	-109.7	-5.32	-21.64	0.75	-66.63	7.69
8	1232 MINF-MZ BEAM	100048	1.050	1.000	-111.2	-3.68	-20.77	1.62	-63.63	4.47
9	1321 MAXP-N BEAM	100048	1.050	1.000	-110.4	-4.50	-21.20	1.18	-65.13	6.08
10	1322 MINP-N BEAM	100048	1.050	1.000	-110.4	-4.50	-21.20	1.18	-65.13	6.08
11	1331 MAXP-MZ BEAM	100048	1.050	1.000	-110.4	-4.50	-21.20	1.18	-65.13	6.08
12	1332 MINP-MZ BEAM	100048	1.050	1.000	-110.4	-4.50	-21.20	1.18	-65.13	6.08
13	2121 MAX-N BEAM	100048	1.050	1.000	-24.2	-8.37	-6.24	0.49	-22.61	15.62
14	2122 MIN-N BEAM	100048	1.050	1.000	-190.5	-2.63	-44.57	2.42	-124.76	0.91
15	2131 MAX-MZ BEAM	100048	1.050	1.000	-52.7	-9.52	-24.63	-0.94	-62.08	17.92
16	2132 MIN-MZ BEAM	100048	1.050	1.000	-153.5	0.03	-23.03	3.34	-75.33	-4.04
17	2721 MAX-N BEAM	100048	1.050	1.000	-63.7	-4.85	49.92	4.43	65.45	7.65
18	2722 MIN-N BEAM	100048	1.050	1.000	-157.7	3.21	-91.32	-2.06	-195.21	-9.22
19	2729 MAX-MY BEAM	100048	1.050	1.000	-81.2	11.67	50.93	2.80	67.33	-26.04
20	2730 MIN-MY BEAM	100048	1.050	1.000	-140.2	-13.31	-92.33	-0.43	-197.10	24.47
21	2731 MAX-MZ BEAM	100048	1.050	1.000	-89.1	-32.61	-42.77	3.54	-105.63	64.00
22	2732 MIN-MZ BEAM	100048	1.050	1.000	-132.3	30.97	1.37	-1.18	-24.14	-65.57

Si riportano le verifiche svolte mediante RC-sec.

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C32/40

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>180 di</b> <b>304</b>

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	40.0
3	30.0	40.0
4	30.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.4	6.4	24
2	23.6	6.4	24
3	6.4	33.6	24
4	23.6	33.6	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	1	20
2	3	4	1	20
3	1	3	3	16
4	2	4	3	16

#### 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	178.00	-134.00	-1.70	0.00	0.00
2	44.00	-23.00	6.00	0.00	0.00
3	24.00	-23.00	16.00	0.00	0.00
4	190.00	-125.00	1.00	0.00	0.00
5	52.00	-63.00	18.00	0.00	0.00
6	153.00	-76.00	-5.00	0.00	0.00
7	63.00	66.00	8.00	0.00	0.00
8	157.00	-196.00	-10.00	0.00	0.00
9	81.00	68.00	-27.00	0.00	0.00
10	140.00	-198.00	25.00	0.00	0.00
11	89.00	-106.00	64.00	0.00	0.00
12	132.00	-25.00	-66.00	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 - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>181 di</b> <b>304</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	113.00	-67.00	-2.00
2	135.00	-90.10	5.00
3	117.00	-65.00	6.00
4	127.00	-93.00	-0.20
5	107.00	-65.00	9.00
6	129.00	-87.00	5.00
7	119.00	-87.00	11.00
8	111.00	-59.00	2.00

#### 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	116.00	-66.00 (-37.32)	4.00 (2.26)
2	109.00	-69.00 (-38.64)	2.00 (1.12)
3	109.00	-67.00 (-34.08)	8.00 (4.07)
4	112.00	-67.00 (-35.53)	6.10 (3.23)
5	109.00	-67.00 (-34.08)	8.00 (4.07)
6	111.00	-64.00 (-36.33)	5.00 (2.84)

#### 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	115.00	-66.00 (-39.01)	2.00 (1.18)
2	110.00	-66.00 (-35.45)	6.10 (3.28)

#### 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

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NEGNERIA</b>				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>				COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>182 di 304</b>

Mis.Sic.                      Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Totale                      Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	178.00	-134.00	-1.70	177.87	-214.28	-1.66	1.60	36.4(3.6)
2	S	44.00	-23.00	6.00	43.80	-177.83	46.94	7.74	36.4(3.6)
3	S	24.00	-23.00	16.00	23.91	-127.11	88.37	5.53	36.4(3.6)
4	S	190.00	-125.00	1.00	189.80	-214.92	2.22	1.72	36.4(3.6)
5	S	52.00	-63.00	18.00	52.28	-175.46	50.69	2.79	36.4(3.6)
6	S	153.00	-76.00	-5.00	153.08	-206.43	-14.38	2.72	36.4(3.6)
7	S	63.00	66.00	8.00	63.01	194.49	22.84	2.95	36.4(3.6)
8	S	157.00	-196.00	-10.00	156.84	-208.21	-11.20	1.06	36.4(3.6)
9	S	81.00	68.00	-27.00	81.06	162.86	-65.02	2.40	36.4(3.6)
10	S	140.00	-198.00	25.00	139.85	-200.32	24.74	1.01	36.4(3.6)
11	S	89.00	-106.00	64.00	88.80	-138.72	83.93	1.31	36.4(3.6)
12	S	132.00	-25.00	-66.00	131.99	-51.02	-134.88	2.04	36.4(3.6)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	0.0	0.00175	6.4	6.4	-0.00567	23.6	33.6
2	0.00350	30.0	0.0	0.00187	23.6	6.4	-0.00416	6.4	33.6
3	0.00350	30.0	0.0	0.00184	23.6	6.4	-0.00368	6.4	33.6
4	0.00350	30.0	0.0	0.00176	23.6	6.4	-0.00556	6.4	33.6
5	0.00350	30.0	0.0	0.00188	23.6	6.4	-0.00403	6.4	33.6
6	0.00350	0.0	0.0	0.00181	6.4	6.4	-0.00504	23.6	33.6
7	0.00350	30.0	40.0	0.00178	23.6	33.6	-0.00503	6.4	6.4
8	0.00350	0.0	0.0	0.00179	6.4	6.4	-0.00520	23.6	33.6
9	0.00350	0.0	40.0	0.00191	6.4	33.6	-0.00369	23.6	6.4
10	0.00350	30.0	0.0	0.00186	23.6	6.4	-0.00457	6.4	33.6
11	0.00350	30.0	0.0	0.00190	23.6	6.4	-0.00353	6.4	33.6
12	0.00350	0.0	0.0	0.00166	6.4	6.4	-0.00378	23.6	33.6

#### 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	-0.000003433	-0.000270613	0.003500000	----	----
2	0.000091639	-0.000163661	0.000750835	----	----
3	0.000151001	-0.000107660	-0.001030020	----	----
4	0.000004748	-0.000266456	0.003357559	----	----
5	0.000096539	-0.000156338	0.000603839	----	----

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>										
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGERIA</b>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="727 304 863 360"> <b>COMMESSA</b>  <b>IF3A</b> </td> <td data-bbox="863 304 967 360"> <b>LOTTO</b>  <b>02</b> </td> <td data-bbox="967 304 1110 360"> <b>CODIFICA</b>  <b>E ZZ CL</b> </td> <td data-bbox="1110 304 1294 360"> <b>DOCUMENTO</b>  <b>FA01A0 000</b> </td> <td data-bbox="1294 304 1390 360"> <b>REV.</b>  <b>C</b> </td> <td data-bbox="1390 304 1469 360"> <b>FOGLIO</b>  <b>183 di</b>  <b>304</b> </td> </tr> </table>					<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>183 di</b> <b>304</b>
<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>183 di</b> <b>304</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>											

6	-0.000033496	-0.000230623	0.003500000	----	----
7	0.000052680	0.000216740	-0.006750006	----	----
8	-0.000026503	-0.000240222	0.003500000	----	----
9	-0.000113513	0.000134237	-0.001869461	----	----
10	0.000054419	-0.000202090	0.001867426	----	----
11	0.000137877	-0.000112410	-0.000636312	----	----
12	-0.000236586	-0.000050406	0.003500000	----	----

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 184 di 304

### 10.7.5.2 DOMINIO ULTIMO SEZIONE DI BASE:

Si riporta la verifica per le comb. SLU LC\_2100 e SLV LC\_2700

**LC: 1121-1122, 1129-1130, 1221-1222, 1229-1230, 1321-1322, 1329-1330, 2121-2122, 2129-2130, Beam Elements Forces**

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]	
		▽		▽							
1	1121	MAXR-N BEAM	100037	0.000	0.000	-126.3	2.22	-21.12	-1.13	22.51	7.96
2	1122	MINR-N BEAM	100037	0.000	0.000	-147.9	-0.47	-32.31	-0.85	45.60	2.09
3	1129	MAXR-MY BEAM	100037	0.000	0.000	-142.2	-0.22	-34.21	-0.66	52.42	2.50
4	1130	MINR-MY BEAM	100037	0.000	0.000	-127.5	1.68	-21.10	-1.00	22.37	6.77
5	1221	MAXF-N BEAM	100037	0.000	0.000	-127.1	1.39	-21.09	-1.08	22.71	6.09
6	1222	MINF-N BEAM	100037	0.000	0.000	-130.4	0.56	-21.63	-1.05	23.49	4.28
7	1229	MAXF-MY BEAM	100037	0.000	0.000	-128.9	0.61	-22.81	-0.97	27.08	4.35
8	1230	MINF-MY BEAM	100037	0.000	0.000	-127.1	1.39	-21.09	-1.08	22.71	6.09
9	1321	MAXP-N BEAM	100037	0.000	0.000	-127.9	0.59	-21.05	-1.02	22.89	4.32
10	1322	MINP-N BEAM	100037	0.000	0.000	-127.9	0.59	-21.05	-1.02	22.89	4.32
11	1329	MAXP-MY BEAM	100037	0.000	0.000	-127.9	0.59	-21.05	-1.02	22.89	4.32
12	1330	MINP-MY BEAM	100037	0.000	0.000	-127.9	0.59	-21.05	-1.02	22.89	4.32
13	2121	MAX-N BEAM	100037	0.000	0.000	-43.5	4.98	-8.01	-0.54	8.91	11.85
14	2122	MIN-N BEAM	100037	0.000	0.000	-213.7	-2.10	-46.52	-1.19	65.14	-0.16
15	2129	MAX-MY BEAM	100037	0.000	0.000	-197.6	0.03	-49.89	-0.92	77.30	3.80
16	2130	MIN-MY BEAM	100037	0.000	0.000	-52.8	2.41	-7.46	-0.33	6.77	6.72

**LC: 1121-1122, 1131-1132, 1221-1222, 1231-1232, 1321-1322, 1331-1332, 2121-2122, 2131-2132, 2721-2722, 2729-2732, Beam Elements F**

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]	
		▽		▽							
1	1121	MAXR-N BEAM	100045	0.000	0.000	-119.8	-6.04	-19.99	1.22	19.45	-16.44
2	1122	MINR-N BEAM	100045	0.000	0.000	-141.9	-4.00	-31.04	1.67	43.95	-11.86
3	1131	MAXR-MZ BEAM	100045	0.000	0.000	-124.2	-2.35	-18.15	2.37	18.10	-8.10
4	1132	MINR-MZ BEAM	100045	0.000	0.000	-128.5	-6.74	-26.27	0.90	32.23	-17.99
5	1221	MAXF-N BEAM	100045	0.000	0.000	-122.3	-5.32	-21.64	0.75	24.24	-14.65
6	1222	MINF-N BEAM	100045	0.000	0.000	-125.5	-4.52	-21.78	1.22	24.56	-12.89
7	1231	MAXF-MZ BEAM	100045	0.000	0.000	-123.8	-3.68	-20.77	1.62	23.61	-11.00
8	1232	MINF-MZ BEAM	100045	0.000	0.000	-122.3	-5.32	-21.64	0.75	24.24	-14.65
9	1321	MAXP-N BEAM	100045	0.000	0.000	-123.0	-4.50	-21.20	1.18	23.93	-12.82
10	1322	MINP-N BEAM	100045	0.000	0.000	-123.0	-4.50	-21.20	1.18	23.93	-12.82
11	1331	MAXP-MZ BEAM	100045	0.000	0.000	-123.0	-4.50	-21.20	1.18	23.93	-12.82
12	1332	MINP-MZ BEAM	100045	0.000	0.000	-123.0	-4.50	-21.20	1.18	23.93	-12.82
13	2121	MAX-N BEAM	100045	0.000	0.000	-36.8	-8.37	-6.24	0.49	3.60	-19.55
14	2122	MIN-N BEAM	100045	0.000	0.000	-206.9	-2.63	-44.57	2.42	62.44	-10.15
15	2131	MAX-MZ BEAM	100045	0.000	0.000	-52.5	0.35	-2.96	2.22	-0.37	-0.54
16	2132	MIN-MZ BEAM	100045	0.000	0.000	-177.7	-9.92	-37.93	1.27	46.80	-25.85
17	2721	MAX-N BEAM	100045	0.000	0.000	-75.9	-5.35	52.50	4.43	-150.30	-13.95
18	2722	MIN-N BEAM	100045	0.000	0.000	-170.7	3.71	-93.90	-2.06	194.40	5.49
19	2729	MAX-MY BEAM	100045	0.000	0.000	-153.0	-13.80	-94.92	-0.43	196.82	-32.68
20	2730	MIN-MY BEAM	100045	0.000	0.000	-93.6	12.16	53.53	2.79	-152.72	24.21
21	2731	MAX-MZ BEAM	100045	0.000	0.000	-145.0	32.81	2.15	-1.18	-31.74	69.11
22	2732	MIN-MZ BEAM	100045	0.000	0.000	-101.6	-34.45	-43.54	3.54	75.85	-77.57

Si riportano le verifiche svolte mediante RC-sec.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>185 di</b> <b>304</b>

### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	40.0
3	30.0	40.0
4	30.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.2	6.2	24
2	23.8	6.2	24
3	6.2	33.8	24
4	23.8	33.8	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	3	3	18
2	2	4	3	18
3	1	2	1	20
4	3	4	1	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	43.00	9.00	12.00	0.00	0.00
2	213.00	66.00	-0.20	0.00	0.00
3	197.00	78.00	4.00	0.00	0.00
4	52.00	7.00	8.00	0.00	0.00
5	36.00	4.00	-20.00	0.00	0.00
6	206.00	63.00	-11.00	0.00	0.00
7	52.00	-0.40	-0.60	0.00	0.00
8	177.00	47.00	-26.00	0.00	0.00
9	75.00	-151.00	-14.00	0.00	0.00
10	170.00	194.00	6.00	0.00	0.00

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>									
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>				<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>186 di</b> <b>304</b>

11	153.00	197.00	-33.00	0.00	0.00
12	93.00	-153.00	25.00	0.00	0.00
13	145.00	-32.00	70.00	0.00	0.00
14	101.00	76.00	-78.00	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	126.00	23.00	8.00
2	147.00	46.00	3.00
3	142.00	53.00	3.00
4	127.00	23.00	7.00
5	119.00	20.00	-17.00
6	141.00	44.00	-12.00
7	124.00	19.00	-9.00
8	128.00	33.00	-18.00

#### 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	127.00	23.00 (34.79)	7.00 (10.59)
2	130.00	24.00 (39.49)	5.00 (8.23)
3	128.00	28.00 (38.87)	5.00 (6.94)
4	127.00	23.00 (36.66)	6.10 (9.72)
5	122.00	25.00 (24.38)	-15.00 (-14.63)
6	125.00	25.00 (26.46)	-13.00 (-13.76)
7	123.00	24.00 (28.37)	-11.00 (-13.00)
8	122.00	25.00 (24.38)	-15.00 (-14.63)

#### 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	127.00	23.00 (40.82)	4.40 (7.81)
2	123.00	24.00 (26.06)	-13.00 (-14.11)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER M-NEGNERIA</b>				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo				COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>187 di 304</b>

### 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 Totale	Area totale barre longitudinali [cm <sup>2</sup> ]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	43.00	9.00	12.00	43.18	93.69	124.81	10.40	39.6(3.6)
2	S	213.00	66.00	-0.20	213.12	229.23	-0.23	3.47	39.6(3.6)
3	S	197.00	78.00	4.00	196.97	222.48	12.01	2.85	39.6(3.6)
4	S	52.00	7.00	8.00	51.82	103.33	119.08	14.83	39.6(3.6)
5	S	36.00	4.00	-20.00	36.04	29.33	-147.21	7.36	39.6(3.6)
6	S	206.00	63.00	-11.00	205.84	207.76	-36.91	3.30	39.6(3.6)
7	S	52.00	-0.40	-0.60	52.15	-85.94	-129.41	215.43	39.6(3.6)
8	S	177.00	47.00	-26.00	177.16	155.70	-86.33	3.31	39.6(3.6)
9	S	75.00	-151.00	-14.00	75.13	-210.39	-18.64	1.39	39.6(3.6)
10	S	170.00	194.00	6.00	169.86	223.36	5.93	1.15	39.6(3.6)
11	S	153.00	197.00	-33.00	152.88	206.66	-34.42	1.05	39.6(3.6)
12	S	93.00	-153.00	25.00	92.94	-203.37	34.10	1.33	39.6(3.6)
13	S	145.00	-32.00	70.00	144.71	-65.86	143.41	2.05	39.6(3.6)
14	S	101.00	76.00	-78.00	101.24	112.37	-115.65	1.48	39.6(3.6)

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	30.0	40.0	0.00185	23.8	33.8	-0.00362	6.2	6.2
2	0.00350	0.0	40.0	0.00189	6.2	33.8	-0.00528	23.8	6.2
3	0.00350	30.0	40.0	0.00193	23.8	33.8	-0.00479	6.2	6.2
4	0.00350	30.0	40.0	0.00188	23.8	33.8	-0.00358	6.2	6.2
5	0.00350	0.0	40.0	0.00146	6.2	33.8	-0.00463	23.8	6.2
6	0.00350	0.0	40.0	0.00202	6.2	33.8	-0.00388	23.8	6.2
7	0.00350	0.0	0.0	0.00183	6.2	6.2	-0.00364	23.8	33.8
8	0.00350	0.0	40.0	0.00202	6.2	33.8	-0.00332	23.8	6.2
9	0.00350	0.0	0.0	0.00186	6.2	6.2	-0.00503	23.8	33.8
10	0.00350	30.0	40.0	0.00188	23.8	33.8	-0.00521	6.2	6.2
11	0.00350	0.0	40.0	0.00199	6.2	33.8	-0.00411	23.8	6.2
12	0.00350	30.0	0.0	0.00195	23.8	6.2	-0.00432	6.2	33.8
13	0.00350	30.0	0.0	0.00182	23.8	6.2	-0.00354	6.2	33.8
14	0.00350	0.0	40.0	0.00192	6.2	33.8	-0.00344	23.8	6.2

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>188 di</b> <b>304</b>

**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	0.000187364	0.000078789	-0.005272479	----	----
2	-0.000000786	0.000259321	-0.006872852	----	----
3	0.000025170	0.000227594	-0.006358839	----	----
4	0.000177433	0.000084388	-0.005198504	----	----
5	-0.000297492	0.000031090	0.002256393	----	----
6	-0.000066377	0.000171537	-0.003361474	----	----
7	-0.000195076	-0.000073918	0.003500000	----	----
8	-0.000123178	0.000115062	-0.001102491	----	----
9	-0.000038846	-0.000224966	0.003500000	----	----
10	0.000012583	0.000248696	-0.006825339	----	----
11	-0.000064238	0.000180058	-0.003702330	----	----
12	0.000065326	-0.000185450	0.001540233	----	----
13	0.000210663	-0.000059804	-0.002819899	----	----
14	-0.000167207	0.000087645	-0.000005789	----	----



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C FOGLIO 189 di 304

### 10.7.5.3 VERIFICHE A TAGLIO

#### 10.7.5.3.1 Direzione forte

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici o fragili dovuti al taglio, per quanto concerne la verifica a taglio del pilastro si utilizza il valore massimo tra il taglio di calcolo dedotto dall'output del modello di calcolo e quello che si ottiene dalla condizione di equilibrio del pilastro soggetto all'azione dei momenti resistenti nelle sezioni di estremità superiore  $M^{s}_{C,Rd}$  ed inferiore  $M^{i}_{C,Rd}$  secondo l'espressione:

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M^{s}_{C,Rd} + M^{i}_{C,Rd}}{l_p}$$

dove:

$\gamma_{Rd} = 1.10$  per strutture in CD"B";

$M^{s}_{C,Rd} = 203$  kNm       $M^{i}_{C,Rd} = 218$  kNm

$l_p = 3,85$  m

**$V_{Ed} = 121$  kN**

Dalla tabella di cui al §10.7.1 si evince che il taglio massimo  $V_y = 95$  kN pertanto le verifiche a taglio saranno condotte con  **$V_{Ed} = 121$  kN**.

Le verifiche vengono condotte considerando staffe  $\Phi 12/150$ mm nella zona duttile

• **Caratteristiche della sezione**

$b_w = 300$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 400$ mm altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 64$ 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	$A_{st,1} = 2 \text{ } \emptyset 24$	$= 9,05 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$ coeff. riduttivo	$A_{st,2} = 1 \text{ } \emptyset 20$	$= 3,14 \text{ cm}^2$
$d = 336$ mm altezza utile	$A_{st,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18,13$ MPa resist. di calcolo		$12,19 \text{ cm}^2$

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

$N_{Ed} = 0,0$  kN       $V_{Ed} = 121,0$  kN

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

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1,772$	$< 2$
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0,467$	
$\rho_1 = A_{st}/(b_w \times d) < 0,02$	$\rho_1 = 0,012$	$< 0,02$
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0,00$ MPa	$< 0,2 f_{cd}$

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

$V_{Rd} = 72,5$  kN; (con  $(v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 47,1$  kN)

$V_{Rd} = 72,5$  kN valore di calcolo

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

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

$\theta = 45,0$  ° inclinaz. bielle cls      angolo ammissibile  
 $\alpha = 90,0$  ° inclinaz. staffe

Armatura a taglio (staffatura):

$A_{sw}/s =$  staffe  $\emptyset 12$  mm con n° bracci (trasv)      2      passo      15      cm       $= 0,151 \text{ cm}^2/\text{cm}$

$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha$        $V_{Rsd} = 178,4$  kN

$f_{cd} = 9,07$  MPa resist. di calcolo ridotta

$\alpha_c = 1,000$  coeff. maggiorativo

$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha)$        $V_{Rcd} = 411,3$  kN

$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$        $V_{Rd} = 178,4 > 121,0$  kN      c.s. = 1,5

la sezione armata a taglio risulta verificata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C FOGLIO 190 di 304

### 10.7.5.3.2 Direzione debole

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici o fragili dovuti al taglio, per quanto concerne la verifica a taglio del pilastro si utilizza il valore massimo tra il taglio di calcolo dedotto dall'output del modello di calcolo e quello che si ottiene dalla condizione di equilibrio del pilastro soggetto all'azione dei momenti resistenti nelle sezioni di estremità superiore  $M^{s}_{C,Rd}$  ed inferiore  $M^{i}_{C,Rd}$  secondo l'espressione:

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M^{s}_{C,Rd} + M^{i}_{C,Rd}}{l_p}$$

dove:

$\gamma_{Rd} = 1.10$  per strutture in CD "B";

$M^{s}_{C,Rd} = 143$  kNm

$M^{i}_{C,Rd} = 156$  kNm

$l_p = 3,85$  m

**$V_{Ed} = 86$  kN**

Dalla tabella di cui al §10.7.1 si evince che il taglio massimo  $V_z = 34$  kN pertanto le verifiche a taglio saranno condotte con  **$V_{Ed} = 86$  kN**.

Le verifiche vengono condotte considerando staffe  $\Phi 12/150$ mm nella zona duttile

#### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 400$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 300$ mm	altezza	$\gamma_s = 1,15$	coeff. sicurezza
$c = 64$ 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	$A_{sl,1} = 2 \text{ } \emptyset 24$	$= 9,05 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 3 \text{ } \emptyset 18$	$= 7,63 \text{ cm}^2$
$d = 236$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18,13$ MPa	resist. di calcolo		$16,68 \text{ cm}^2$

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

$N_{ed} = 0,0$  kN       $V_{ed} = 86,0$  kN

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

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$        $k = 1,921 < 2$   
 $v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$        $v_{min} = 0,527$   
 $\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$        $\rho_1 = 0,018 < 0,02$   
 $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$        $\sigma_{cp} = 0,00$  MPa       $< 0,2 f_{cd}$

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

$V_{Rd} = 83,5$  kN; (con  $(v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 49,7$  kN)

$V_{Rd} = 83,5$  kN valore di calcolo

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

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

$\theta = 45,0$  ° inclinaz. bielle cls      angolo ammissibile  
 $\alpha = 90,0$  ° inclinaz. staffe

Armatura a taglio (staffatura):

$A_{sw}/s =$  staffe  $\emptyset 12$  mm con n° bracci (trasv)      2      passo      15      cm       $= 0,151 \text{ cm}^2/\text{cm}$

$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha$        $V_{Rsd} = 125,3$  kN

$f_{cd} = 9,07$  MPa resist. di calcolo ridotta

$\alpha_c = 1,000$  coeff. maggiorativo

$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha)$        $V_{Rcd} = 385,2$  kN

$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$        $V_{Rd} = 125,3 > 86,0$  kN      c.s. = 1,5

la sezione armata a taglio risulta verificata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 191 di 304

### 10.7.5.4 VERIFICHE A TORSIONE

Vista la ridotta entità delle sollecitazioni torsionali la verifica può essere opportunamente trascurata poiché risulta implicitamente soddisfatta e non dimensionante.

### 10.7.5.5 VERIFICHE LIMITAZIONE ARMATURA

Si riportano le verifiche di limitazione di armatura per la sezione in testa e di base.

PILASTRO TESTA															
GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI				RAP. GEOM.	ARM. TRASV (mm)	CARICHI Ned (kN)			
B=	300mm	∅ tesa	24	∅ comp.	24	f <sub>yk</sub>	450	Mpa	f <sub>ctm</sub>	3,1	p	0,0304	∅ Staffe	12	158
H=	400mm	N tesa	2	Ncomp.	2	f <sub>yd</sub>	391,3	MPa	f <sub>cd</sub>	18,13	pcomp	0,0152	P staffe	150	
COPRIFERRO		∅ tesa	20	∅ comp.	20										
c=	40mm	N tesa	1	Ncomp.	1										
		∅ tesa	16	∅ comp.	16										
		N tesa	3	Ncomp.	3										

PILASTRO TESTA				
CONDIZIONE F	CONDIZIONE G	CONDIZIONE H	CONDIZIONE I	CONDIZIONE L
$1\% < \rho < 4\%$ <b>OK</b> $1\% < \rho < 4\%$ <b>OK</b> 3,0%	$\phi_{staffe} > 6\text{ mm}$ $\phi_{staffe} > 10\text{ mm}$ <b>OK</b>	passo staffe 150 175 192 > 150 <b>OK</b>	$\frac{A_{st}}{s} = 0,08 \frac{f_{ctd} b_{st}}{f_{yd}}$ $1,51 > 1,19$ <b>OK</b>	$A_s = 2438 > 360$ <b>OK</b> $40$ <b>OK</b>

PILASTRO BASE															
GEOMETRIA		ARM. TESA		ARM. COMP.		MATERIALI				RAP. GEOM.	ARM. TRASV (mm)	CARICHI Ned (kN)			
B=	300mm	∅ tesa	24	∅ comp.	24	f <sub>yk</sub>	450	Mpa	f <sub>ctm</sub>	3,1	p	0,0330	∅ Staffe	12	158
H=	400mm	N tesa	2	Ncomp.	2	f <sub>yd</sub>	391,3	MPa	f <sub>cd</sub>	18,13	pcomp	0,0165	P staffe	150	
COPRIFERRO		∅ tesa	20	∅ comp.	20										
c=	40mm	N tesa	1	Ncomp.	1										
		∅ tesa	18	∅ comp.	18										
		N tesa	3	Ncomp.	3										

PILASTRO BASE				
CONDIZIONE F	CONDIZIONE G	CONDIZIONE H	CONDIZIONE I	CONDIZIONE L
$1\% < \rho < 4\%$ <b>OK</b> $1\% < \rho < 4\%$ <b>OK</b> 3,3%	$\phi_{staffe} > 6\text{ mm}$ $\phi_{staffe} > 10\text{ mm}$ <b>OK</b>	passo staffe 150 175 192 > 150 <b>OK</b>	$\frac{A_{st}}{s} = 0,08 \frac{f_{ctd} b_{st}}{f_{yd}}$ $1,51 > 1,19$ <b>OK</b>	$A_s = 2438 > 360$ <b>OK</b> $40$ <b>OK</b>

### 10.7.5.6 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO -SLE

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec. Per la sezione di campata e la sezione di appoggio.

#### 10.7.5.6.1 Verifiche per la sezione di testa

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

#### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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 Ss min Xs min Ys min Ac eff. As eff.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER M-NEGNERIA</b>				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo				COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>192 di 304</b>

1	S	8.78	0.0	0.0	-132.6	23.6	33.6	218	12.2
2	S	12.25	30.0	0.0	-187.4	6.4	33.6	197	7.7
3	S	9.38	30.0	0.0	-134.2	6.4	33.6	151	4.5
4	S	11.56	0.0	0.0	-187.6	23.6	33.6	240	12.2
5	S	9.99	30.0	0.0	-143.0	6.4	33.6	140	4.5
6	S	11.86	30.0	0.0	-181.7	6.4	33.6	197	7.7
7	S	13.11	30.0	0.0	-196.3	6.4	33.6	147	4.5
8	S	7.81	30.0	0.0	-114.0	6.4	33.6	213	12.2

### COMBINAZIONI RARE 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 di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\text{eff}}$
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	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [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 $A_{c\text{eff}}$ [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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00092	0.00000	0.834	22.8	52	0.00044 (0.00040)	292	0.129 (990.00)	-38.88	-1.16
2	S	-0.00130	0.00000	0.833	22.2	52	0.00064 (0.00056)	339	0.217 (990.00)	-36.94	2.05
3	S	-0.00095	0.00000	0.834	24.0	52	0.00040 (0.00040)	404	0.162 (990.00)	-35.77	3.30
4	S	-0.00128	0.00000	0.836	22.8	52	0.00070 (0.00056)	304	0.213 (990.00)	-39.64	-0.09
5	S	-0.00101	0.00000	0.833	24.0	52	0.00043 (0.00043)	387	0.166 (990.00)	-33.28	4.61
6	S	-0.00126	0.00000	0.833	22.2	52	0.00061 (0.00054)	338	0.208 (990.00)	-36.79	2.11
7	S	-0.00138	0.00000	0.833	24.0	52	0.00062 (0.00059)	397	0.248 (990.00)	-33.23	4.20
8	S	-0.00079	0.00000	0.833	22.8	52	0.00035 (0.00034)	290	0.102 (990.00)	-39.19	1.33

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.09	30.0	0.0	-133.1	6.4	33.6	191	7.7
2	S	9.01	30.0	0.0	-138.5	6.4	33.6	220	12.2
3	S	10.03	30.0	0.0	-145.2	6.4	33.6	146	4.5
4	S	9.64	30.0	0.0	-140.6	6.4	33.6	153	4.5
5	S	10.03	30.0	0.0	-145.2	6.4	33.6	146	4.5
6	S	9.04	30.0	0.0	-131.6	6.4	33.6	156	4.5

### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00093	0.00000	0.833	22.2	52	0.00040 (0.00040)	333	0.133 (0.40)	-37.32	2.26
2	S	-0.00096	0.00000	0.833	22.8	52	0.00047 (0.00042)	293	0.138 (0.40)	-38.64	1.12
3	S	-0.00102	0.00000	0.833	24.0	52	0.00044 (0.00044)	396	0.172 (0.40)	-34.08	4.07
4	S	-0.00099	0.00000	0.834	24.0	52	0.00042 (0.00042)	406	0.171 (0.40)	-35.53	3.23
5	S	-0.00102	0.00000	0.833	24.0	52	0.00044 (0.00044)	396	0.172 (0.40)	-34.08	4.07

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 193 di 304

6 S -0.00092 0.00000 0.834 24.0 52 0.00039 (0.00039) 411 0.162 (0.40) -36.33 2.84

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.66	30.0	0.0	-129.6	6.4	33.6	217	12.2
2	S	9.51	30.0	0.0	-138.8	6.4	33.6	153	4.5

#### 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	-0.00090	0.00000	0.834	22.8	52	0.00050 (0.00039)	292	0.146 (0.30)	-39.01	1.18
2	S	-0.00097	0.00000	0.833	24.0	52	0.00045 (0.00042)	406	0.182 (0.30)	-35.45	3.28

### 10.7.5.6.2 Verifiche per la sezione di base

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

#### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.37	30.0	40.0	-35.4	6.2	6.2	107	4.5
2	S	6.34	30.0	40.0	-72.6	6.2	6.2	141	4.5
3	S	7.16	30.0	40.0	-89.8	6.2	6.2	180	7.7
4	S	4.20	30.0	40.0	-33.2	6.2	6.2	110	4.5
5	S	5.59	0.0	40.0	-51.6	23.8	6.2	109	4.5
6	S	7.73	0.0	40.0	-86.0	23.8	6.2	90	4.5
7	S	4.03	0.0	40.0	-29.5	23.8	6.2	92	4.5
8	S	7.44	0.0	40.0	-77.8	23.8	6.2	88	4.5

#### COMBINAZIONI RARE 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 fctm Esito della verifica
e1	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
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	= (e1 + e2)/(2*e1) [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]
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

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>194 di 304</b>

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	-0.00028	0.00000	0.785	24.0	50	0.00011 (0.00011)	322 0.034 (990.00)	32.83	11.42
2	S	-0.00052	0.00000	0.834	24.0	50	0.00022 (0.00022)	382 0.083 (990.00)	41.77	2.72
3	S	-0.00063	0.00000	0.833	22.2	50	0.00027 (0.00027)	317 0.085 (990.00)	40.74	2.31
4	S	-0.00027	0.00000	0.785	24.0	50	0.00010 (0.00010)	325 0.032 (990.00)	34.79	10.59
5	S	-0.00041	0.00000	0.785	24.0	50	0.00015 (0.00015)	325 0.050 (990.00)	20.63	-17.53
6	S	-0.00064	0.00000	0.836	24.0	50	0.00026 (0.00026)	306 0.079 (990.00)	31.52	-8.60
7	S	-0.00024	0.00000	0.785	24.0	50	0.00009 (0.00009)	300 0.027 (990.00)	30.03	-14.22
8	S	-0.00059	0.00000	0.818	24.0	50	0.00023 (0.00023)	299 0.070 (990.00)	24.53	-13.38

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.20	30.0	40.0	-33.2	6.2	6.2	110	4.5
2	S	3.99	30.0	40.0	-31.0	6.2	6.2	126	4.5
3	S	4.49	30.0	40.0	-40.3	6.2	6.2	112	4.5
4	S	4.05	30.0	40.0	-31.6	6.2	6.2	115	4.5
5	S	5.87	0.0	40.0	-55.7	23.8	6.2	80	4.5
6	S	5.51	0.0	40.0	-50.4	23.8	6.2	80	4.5
7	S	5.03	0.0	40.0	-44.4	23.8	6.2	78	4.5
8	S	5.87	0.0	40.0	-55.7	23.8	6.2	80	4.5

#### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00027	0.00000	0.785	24.0	50	0.00010 (0.00010)	325 0.032 (0.40)	34.79	10.59
2	S	-0.00025	0.00000	0.786	24.0	50	0.00009 (0.00009)	348 0.032 (0.40)	39.49	8.23
3	S	-0.00031	0.00000	0.817	24.0	50	0.00012 (0.00012)	335 0.040 (0.40)	38.87	6.94
4	S	-0.00025	0.00000	0.785	24.0	50	0.00009 (0.00009)	332 0.031 (0.40)	36.66	9.72
5	S	-0.00043	0.00000	0.817	24.0	50	0.00017 (0.00017)	288 0.048 (0.40)	24.38	-14.63
6	S	-0.00039	0.00000	0.817	24.0	50	0.00015 (0.00015)	287 0.043 (0.40)	26.46	-13.76
7	S	-0.00035	0.00000	0.817	24.0	50	0.00013 (0.00013)	285 0.038 (0.40)	28.37	-13.00
8	S	-0.00043	0.00000	0.817	24.0	50	0.00017 (0.00017)	288 0.048 (0.40)	24.38	-14.63

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.76	30.0	40.0	-28.5	6.2	6.2	127	4.5
2	S	5.38	0.0	40.0	-48.8	23.8	6.2	78	4.5

#### 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	-0.00023	0.00000	0.785	24.0	50	0.00009 (0.00009)	350 0.030 (0.30)	40.82	7.81
2	S	-0.00038	0.00000	0.817	24.0	50	0.00015 (0.00015)	285 0.042 (0.30)	26.06	-14.11

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>195 di</b> <b>304</b>

### 10.7.6 Verifiche di instabilità per elementi snelli

Il massimo sforzo assiale riportato nel §10.7.1 è circa 361.1 kN (di compressione) pertanto;

$$v = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 365000 / (300 \times 400 \times 18.13) = 0.17$$

Il massimo sforzo assiale si ha per la combinazione SLU\_2122 e corrispondono i seguenti momenti di estremità 50.68 kNm e 84.63 kNm. (vedi figura seguente)

LC: 2122, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]	
		▽		▽							
1	2122 MIN-N BEAM	100029	0.000	0.000	-364.9	9.88	-42.96	-0.23	50.68	18.11	
2	2122 MIN-N BEAM	100030	0.000	0.000	-360.8	9.88	-42.96	-0.23	5.58	7.73	
3	2122 MIN-N BEAM	100031	0.000	0.000	-356.7	9.88	-42.96	-0.23	-39.52	-2.64	
4	2122 MIN-N BEAM	100032	0.000	0.000	-352.6	9.88	-42.96	-0.23	-84.63	-13.02	
<b>min</b>	2122	-	100029	0.000	0.000	-364.9	9.88	-42.96	-0.23	-84.63	-13.02
<b>max</b>	2122	-	100032	0.000	0.000	-352.6	9.88	-42.96	-0.23	50.68	18.11

$$r_m = 50.68 / (-84.63) = -0,60$$

$$C = 1.7 - (-0.60) = 2,30$$

$$\lambda_{lim} = 15.4 \cdot \frac{C}{\sqrt{v}} = 85.91 > \lambda = 44 \text{ VERIFICA SODDISFATTA}$$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 196 di 304

## 10.8 VERIFICA NODI

La domanda a taglio agente nel nucleo di calcestruzzo del nodo può essere calcolata in funzione della massima trazione trasferita dall'armatura longitudinale delle travi, secondo le formule 7.4.6 e 7.4.7 delle NTC:

$$V_{jbd} = \gamma_{Rd} \cdot (A_{S1} + A_{S2}) \cdot f_{yd} - V_c$$

$$V_{jbd} = \gamma_{Rd} \cdot A_{S1} \cdot f_{yd} - V_c$$

Rispettivamente per nodi interni ed esterni, in cui per il valore di  $\gamma_{Rd}$  si veda la Tab. 7.2.I ( 1.1 per CDB) ,  $A_{S1}$  ed  $A_{S2}$  sono rispettivamente l'area dell'armatura superiore ed inferiore della trave e  $V_c$  è la forza di taglio nel pilastro al di sopra del nodo, derivante dall'analisi in condizioni sismiche.

La verifica del nodo si basa su un meccanismo a traliccio che, a seguito della fessurazione diagonale, genera contemporaneamente un meccanismo di taglio-compressione e di taglio-trazione. I controlli da effettuare sono basati su entrambi i meccanismi. Per la verifica a taglio-compressione si deve controllare che nel puntone diagonale non si superi la resistenza a compressione del calcestruzzo, secondo la seguente relazione:

$$V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$$

$$\eta = \alpha_j \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$$

ed  $\alpha_j$  è un coefficiente che vale 0,6 per nodi interni e 0,48 per nodi esterni,  $v_d$  è la forza assiale nel pilastro al di sopra del nodo, normalizzata rispetto alla resistenza a compressione della sezione di solo calcestruzzo,  $h_{jc}$  è la distanza tra le giaciture più esterne delle armature del pilastro,  $b_j$  è la larghezza effettiva del nodo.

Quest'ultima è assunta pari alla minore tra:

- la maggiore tra le larghezze della sezione del pilastro e della sezione della trave;
- la minore tra le larghezze della sezione del pilastro e della sezione della trave, ambedue aumentate di metà altezza della sezione del pilastro.

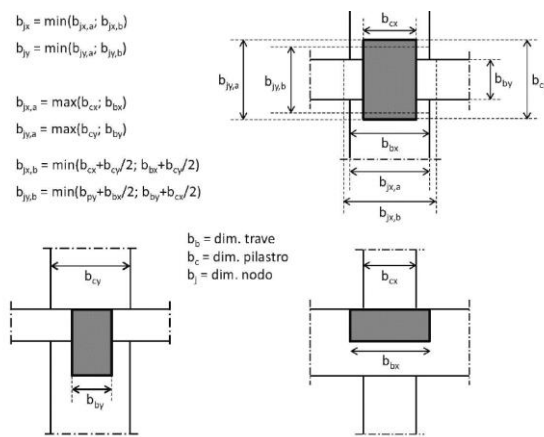


Figura 10-40 larghezza effettiva del nodo



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C FOGLIO 197 di 304

Per evitare che la massima trazione diagonale del calcestruzzo ecceda la  $f_{ctd}$  deve essere previsto un adeguato confinamento. In assenza di modelli più accurati, si possono disporre nel nodo staffe orizzontali di diametro non inferiore a 6 mm, in modo che:

$$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$$

in cui  $A_{sh}$  è l'area totale della sezione delle staffe e  $h_{jw}$  è la distanza tra le giaciture di armature superiori e inferiori della trave.

In alternativa, l'integrità del nodo a seguito della fessurazione diagonale può essere garantita integralmente dalle staffe orizzontali se:

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi interni}$$

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi esterni}$$

dove per il valore di  $\gamma_{Rd}$  si veda la Tab. 7.2.I,  $A_{s1}$  ed  $A_{s2}$  hanno il valore visto in precedenza,  $v_d$  è la forza assiale normalizzata agente al di sopra del nodo, per i nodi interni, al di sotto del nodo, per i nodi esterni.

Essendo la struttura in classe di duttilità bassa, risulta necessario verificare solamente i nodi non interamente confinati che vengono evidenziati per tipologia nella figura seguente:

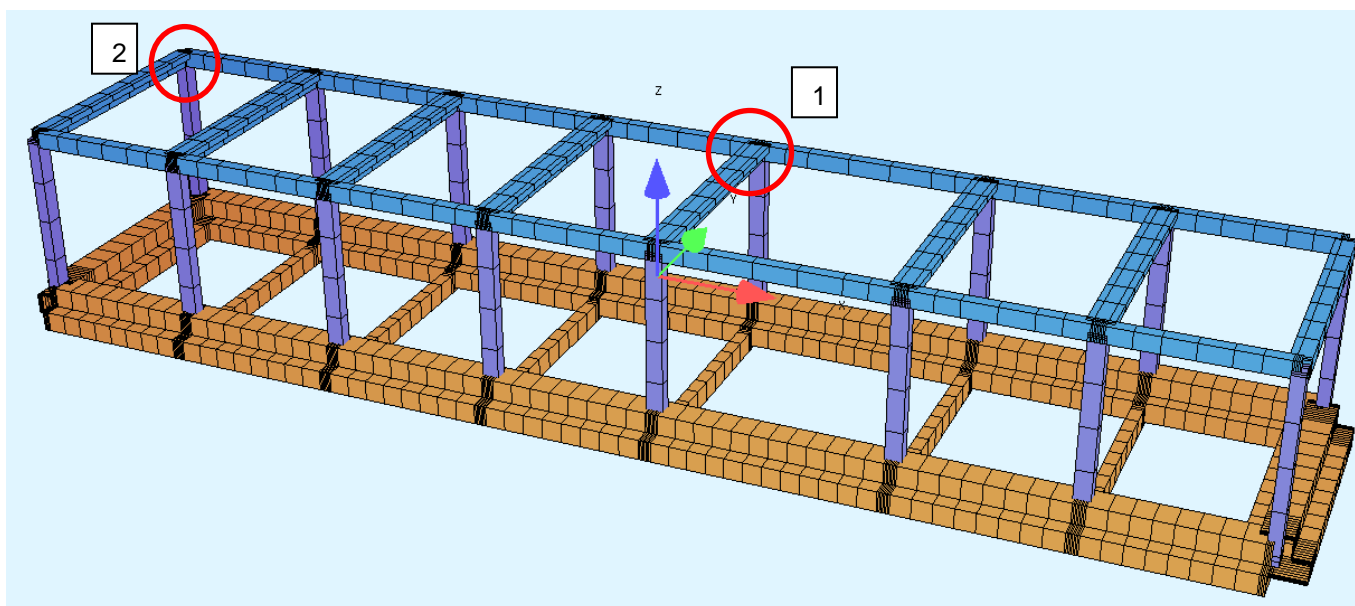


Figura 10-41 Nodi oggetto di verifica

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C FOGLIO 198 di 304

### 10.8.1 Verifica nodo 1

Si dispongono all'interno del nodo 5 staffe  $\Phi 12$  (due bracci) e 1x2 spilli  $\Phi 12$  in direzione y e 4x1 spilli  $\Phi 12$  in direzione x.

#### 10.8.1.1 VERIFICA IN DIREZIONE Y

Ash	NUMERO $\Phi$	Area	BRACCI	
STAFFE NEL NODO	5	12	113	2
SPILLI IN DIREZIONE y	1	12	113	2
Armatura facce verticali TRAVE	0	12	113	2
				totale Ash
				1356 mm <sup>2</sup>

Nodo di bordo direzione sisma y		numero barre	diametro
AS1	942 mm <sup>2</sup>	3	20
		2	0
AS2	0 mm <sup>2</sup>	3	0
		2	0
Ash	1356 mm <sup>2</sup>		
fywd	391,3 N/mm <sup>2</sup>		
fyd	391,3 N/mm <sup>2</sup>		
N	0 kN	sforzo normale pilastro sopra nodo	
Hcx	300 mm	dim. pilastro faccia lato sisma	
Hcy	400 mm	dim. pilastro ortogonale sisma	
hjc	200 mm		
Ht	400 mm	altezza trave	
$\sigma$	0,00 MPa		
fck	30 MPa		
fcd	17,00 MPa		
fctd	1,35 MPa		
vd	0,000		
$\gamma_{rd}$	1,1		
copriferro	40 mm	copriferro	
staffa diametro	10 mm	diametro staffa	
c	50 mm	copriferro +staffe	
$\mu$	0,4224		
$\alpha$	0,48 nodo esterno		
VC	0 taglio sopra nodo		

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C FOGLIO 199 di 304

H NODO (Parallela dir sisma)	L NODO (ortogonale dir.sisma)	
h <sub>jw</sub> 300 mm	b <sub>jx</sub> 300 mm	
	b <sub>jy</sub> 400 mm	
	b <sub>jxa</sub> 300	b <sub>jxb</sub> 500
	b <sub>jya</sub> 400	b <sub>jyb</sub> 450
base pilastro	b <sub>cx</sub> 300 mm	
base pilastro	b <sub>cy</sub> 400 mm	
base trave	b <sub>bx</sub> 300 mm	
base trave	b <sub>by</sub> 300 mm	

V <sub>jbd</sub>				FS
verifica puntone compresso	405465 N	<	574464	VERO 1,4168
$V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$				
verifica taglio trazione	1356 >	5421		FALSO 0,25
$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$				
nodo fessurato	1356 N	>	1036	VERO 1,31
$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d)$ per nodi interni $A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d)$ per nodi esterni				

### 10.8.1.2 VERIFICA IN DIREZIONE X

Ash	NUMERO Φ	Area	BRACCI	
STAFFE NEL NODO	5	12	113	2
SPILLI IN DIREZIONE X	4	12	113	1
Armatura facce verticali TRAVE	0	12	113	2
				totale Ash
				1583 mm <sup>2</sup>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>200 di</b> <b>304</b>

<b>Nodo di bordo direzione sisma x</b>		<b>numero barre</b>	<b>diametro</b>
AS1	804 mm <sup>2</sup>	4	16
		0	0
AS2	603 mm <sup>2</sup>	3	16
		0	0
Ash	1583 mm <sup>2</sup>		
fywd	391,3 N/mm <sup>2</sup>		
fyd	391,3 N/mm <sup>2</sup>		
N	0 kN	sforzo normale pilastro sopra nodo	
Hcx	400 mm	dim. pilastro faccia lato sisma	
Hcy	300 mm	dim. pilastro ortogonale sisma	
hjc	300 mm		
Ht	400 mm	altezza trave	
σ	0,00 MPa		
fck	30 MPa		
fcd	17,00 MPa		
fctd	1,35 MPa		
vd	0,000		
γrd	1,1		
copriferro	40 mm	copriferro	
staffa diametro	10 mm	diametro staffa	
c	50 mm	copriferro +staffe	
μ	0,528		
α	0,6 nodo interno		
VC	0 taglio sopra nodo		

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C FOGLIO 201 di 304

H NODO (Parallela dir sisma)	L NODO (ortogonale dir.sisma)	
h <sub>jw</sub> 300 mm	b <sub>jx</sub> 400 mm	
	b <sub>jy</sub> 300 mm	
	b <sub>jxa</sub> 400	b <sub>jxb</sub> 450
	b <sub>jya</sub> 300	b <sub>jyb</sub> 500
base pilastro	b <sub>cx</sub> 400 mm	
base pilastro	b <sub>cy</sub> 300 mm	
base trave	b <sub>bx</sub> 300 mm	
base trave	b <sub>by</sub> 300 mm	

V <sub>jbd</sub>				FS
verifica puntone compresso	605494 N	<	807840	VERO 1,334
$V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$				
verifica taglio trazione	1583 >	7401		FALSO 0,21
$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$				
nodo fessurato	1583 N	>	1547	VERO 1,023
$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d)$ per nodi interni $A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d)$ per nodi esterni				

Il nodo risulta verificato.

### 10.8.2 verifica nodo 2

Si dispongono all'interno del nodo 5 staffe Φ12 (due bracci) e 5x1 spilli Φ12 in direzione y.

#### 10.8.2.1 VERIFICA IN DIREZIONE Y

Ash	NUMERO Φ	Area	BRACCI	
STAFFE NEL NODO	5	12	113	2
SPILLI IN DIREZIONE y	5	12	113	1
Armatura facce verticali TRAVE	0	12	113	2
				totale Ash
				1696 mm <sup>2</sup>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>202 di</b> <b>304</b>

<b>Nodo di bordo direzione sisma y</b>		<b>numero barre</b>	<b>diametro</b>
AS1	1444 mm <sup>2</sup>		
		2	24
		2	12
AS2	0 mm <sup>2</sup>		
		1	20
		2	0
Ash	1696 mm <sup>2</sup>		
fywd	391,3 N/mm <sup>2</sup>		
fyd	391,3 N/mm <sup>2</sup>		
N	0 kN	sforzo normale pilastro sopra nodo	
Hcx	400 mm	dim. pilastro faccia lato sisma	
Hcy	300 mm	dim. pilastro ortogonale sisma	
hjc	300 mm		
Ht	400 mm	altezza trave	
σ	0,00 MPa		
fck	30 MPa		
fcd	17,00 MPa		
fctd	1,35 MPa		
vd	0,000		
γrd	1,1		
copriferro	40 mm	copriferro	
staffa diametro	10 mm	diametro staffa	
c	50 mm	copriferro +staffe	
μ	0,4224		
α	0,48 nodo esterno		
VC	0 taglio sopra nodo		

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 203 di 304

H NODO (Parallela dir sisma)	L NODO (ortogonale dir.sisma)
h <sub>jw</sub> 300 mm	b <sub>jx</sub> 400 mm
	b <sub>jy</sub> 300 mm
	b <sub>jxa</sub> 400                  b <sub>jxb</sub> 450
	b <sub>jya</sub> 300                  b <sub>jyb</sub> 500
base pilastro	b <sub>cx</sub> 400 mm
base pilastro	b <sub>cy</sub> 300 mm
base trave	b <sub>bx</sub> 300 mm
base trave	b <sub>by</sub> 300 mm

<b>V<sub>jbd</sub></b>				FS
verifica puntone compresso                  621713 N                  <                  646272 <b>VERO</b>				1,0395
$V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$				
verifica taglio trazione 1696 >                  7820 <b>FALSO</b>				0,22
$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$				
nodo fessurato                  1696 N                  >                  1589 <b>VERO</b>				1,067
$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi interni}$ $A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi esterni}$				

### 10.8.2.2 VERIFICA IN DIREZIONE X

Ash	NUMERO	Φ	Area	BRACCI	
STAFFE NEL NODO	5	12	113	2	
SPILLI IN DIREZIONE X	0	10	79	1	totale Ash
Armatura facce verticali TRAVE	0	12	113	2	1130 mm <sup>2</sup>

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 204 di 304

<b>Nodo di bordo direzione sisma x</b>		numero barre	diametro
AS1	804 mm <sup>2</sup>	4	16
AS2	0 mm <sup>2</sup>	3	0
Ash	1130 mm <sup>2</sup>	2	0
fywd	391,3 N/mm <sup>2</sup>		
fyd	391,3 N/mm <sup>2</sup>		
N	0 kN	sforzo normale pilastro sopra nodo	
Hcx	300 mm	dim. pilastro faccia lato sisma	
Hcy	400 mm	dim. pilastro ortogonale sisma	
hjc	200 mm		
Ht	400 mm	altezza trave	
σ	0,00 MPa		
fck	30 MPa		
fcd	17,00 MPa		
fctd	1,35 MPa		
vd	0,000		
γrd	1,1		
copriferro	40 mm	copriferro	
staffa diametro	10 mm	diametro staffa	
c	50 mm	copriferro +staffe	
μ	0,4224		
α	0,48 nodo esterno		
VC	0 taglio sopra nodo		

<b>H NODO (Parallela dir sisma)</b>		<b>L NODO (ortogonale dir.sisma)</b>			
h <sub>jw</sub>	300 mm	b <sub>jx</sub>	300 mm		
		b <sub>jy</sub>	400 mm		
		b <sub>jxa</sub>	300	b <sub>jxb</sub>	500
		b <sub>jya</sub>	400	b <sub>jyb</sub>	450
base pilastro		b <sub>cx</sub>	300 mm		
base pilastro		b <sub>cy</sub>	400 mm		
base trave		b <sub>bx</sub>	300 mm		
base trave		b <sub>by</sub>	300 mm		



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 205 di 304

<b>Vjbd</b>					FS
verifica puntone compresso	345997 N	<	574464	VERO	1,66
$V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$					
verifica taglio trazione	1130 >	3835		FALSO	0,29
$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$					
nodo fessurato	1130 N	>	884	VERO	1,278
$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi interni}$ $A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi esterni}$					

Il nodo risulta verificato.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>206 di</b> <b>304</b>

## 10.9 VERIFICA RESISTENZA AL FUOCO

Nel locale GE. gli elementi strutturali devono garantire una resistenza al fuoco di 90 minuti (REI-90).

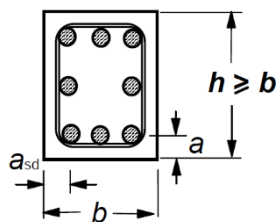
La resistenza al fuoco delle pareti divisorie interne è garantita dal tipo di blocco utilizzato nel caso in esame la tramezzatura interna è costituita da blocchi di laterizio tipo lecablocco.

Vengono analizzati le seguenti parti strutturali quali:

- Pilastro;
- Trave;
- Solaio.

### 10.9.1 Verifica di resistenza al fuoco dei pilastri

La struttura deve garantire una resistenza al fuoco REI-90 e la verifica dei pilastri è svolta utilizzando il metodo A descritto nell'EC2.



Distanza baricentro barre pilastro  $a = 40 + 12 + 16/2 = 60\text{mm}$

Copriferro netto  $C = 40\text{mm}$

Staffe  $\varnothing 12$

Diametro minore armatura verticale pilastro  $\varnothing 16$

Si riporta la verifica del copriferro minimo per garantire una resistenza R-90, si procede la verifica utilizzando il metodo A riportato nell'EC2.

Il pilastro ha una luce libera di inflessione pari  $L_{fi} = 0.7 \times L$

$L = 3.20 + 0.55 = 3.75 \text{ m}$

$L_{fi} = 0.7 \times 3.75 = 2.65\text{m} < L_{fi} = 3.00\text{m}$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>207 di 304</b>

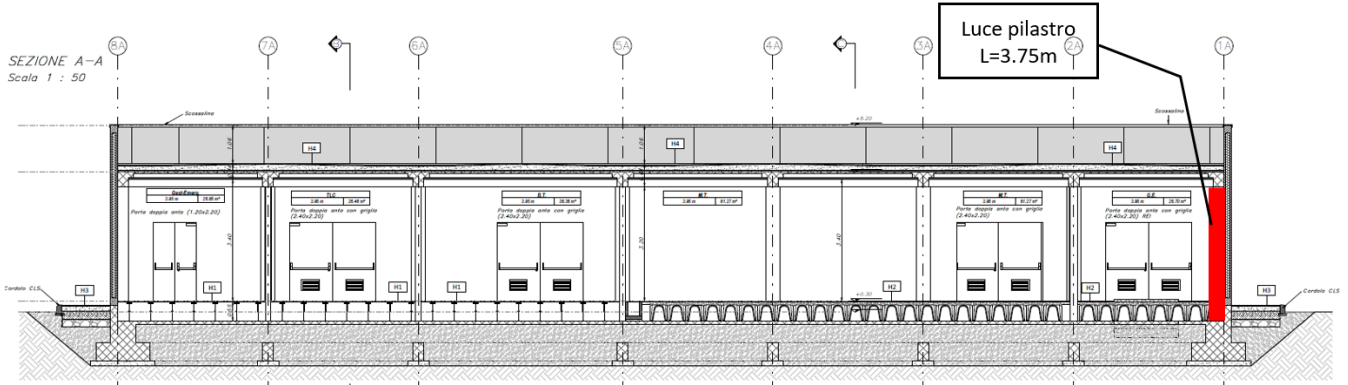


Figura 10-42 Pilastro analizzato

Il valore di momento e sforzo normale per la combinazione in esame vale alla quota estradosso igloo

Med= 11 kNm

Ned= 70 kNm

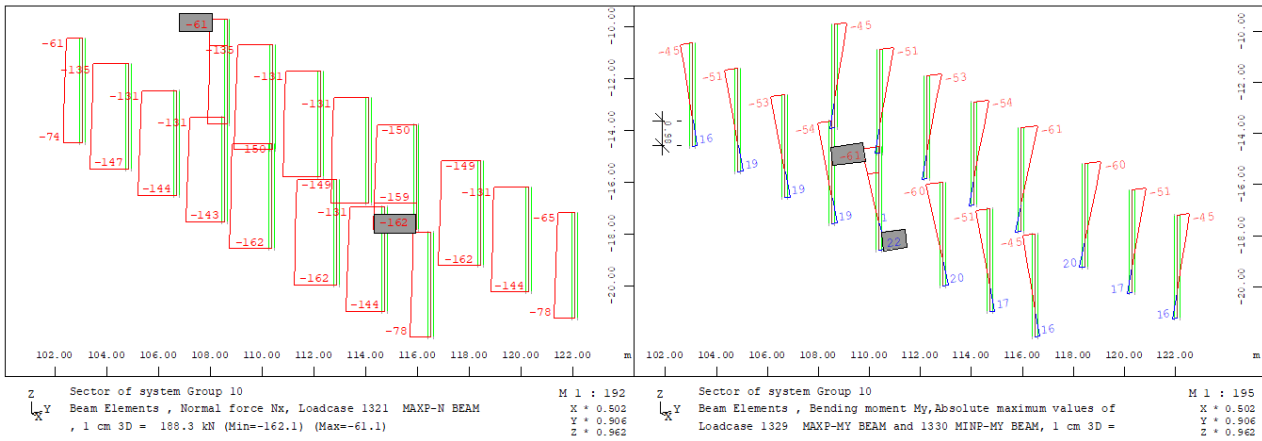


Figura 10-43 Sforzo normale e momento flettente

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>208 di</b> <b>304</b>

Calcolo parametri metodo A					
N ed	70	kN			
N0	70000	N			
b	300	mm	Pilastro		
h	400	mm			
Ac	120000				
fck	32	MPa			
fcd	21.33	MPa			
Armatura pilastro					
	4	24	As1	1809.557	mm2
	6	18	As2	1526.814	mm2
	2	20	As3	628.3185	mm2
As	3964.69	mm2	<	4800	mm2 = Ac
0.04xAc=	4800.00	mm2			
fyk	450	MPa			
fyd	391.3	MPa			
Altezza pilastro					
h	3.75	m			
Pilastro inastrato					
mu=	0.7				
Luce libera di inflessione					
L=	2.625	m	<	3	m ok
	2625	mm			
eccentricità					
e=	0.157	m	157	mm	< 160 mm ok
Med=	11	kNm			
Ned=	70	kN			
Nrd=	3599	kN			
μ=	0.02				

Il fabbricato rispecchia tutti i limiti imposti per essere applicato il metodo A, quindi si entra nella tabella 5.2a dell'EC2 parte 1-2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C FOGLIO 209 di 304

**Table 5.2a: Minimum column dimensions and axis distances for columns with rectangular or circular section**

Standard fire resistance	Minimum dimensions (mm) Column width $b_{min}$ /axis distance $a$ of the main bars			
	Column exposed on more than one side			Exposed on one side
	$\mu_{fi} = 0.2$	$\mu_{fi} = 0.5$	$\mu_{fi} = 0.7$	$\mu_{fi} = 0.7$
1	2	3	4	5
R 30	200/25	200/25	200/32 300/27	155/25
R 60	200/25	200/36 300/31	250/46 350/40	155/25
R 90	200/31 300/25	300/45 400/38	350/53 450/40**	155/25
R 120	250/40 350/35	350/45** 450/40**	350/57** 450/51**	175/35
R 180	350/45**	350/63**	450/70**	230/55
R 240	350/61**	450/75**	-	295/70

\*\*  
Minimum 8 bars  
For prestressed columns the increase of axis distance according to 4.2.2. (4) should be noted.

La verifica risulta ampiamente soddisfatta poiché il valore di  $a=60\text{mm} \gg 31\text{mm}$

Anche il valore della dimensione minima della larghezza del pilastro risulta largamente soddisfatta  $b=300\text{mm} \gg 200\text{mm} = b_{min}$ .

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>210 di 304</b>

### 10.9.2 Verifica di resistenza al fuoco delle travi

La struttura deve garantire una resistenza al fuoco REI-90, le travi sono state verificate a seguito del confronto con quanto riportato nella tabella 5.6a.

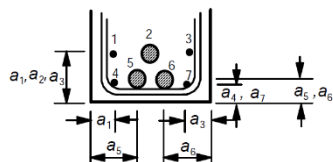


Figure 5.3: Dimensions used to calculate average axis distance  $a_m$

Distanza baricentro barre trave

$$a = 40 + 8 + 16/2 = 56 \text{ mm}$$

Copriferro netto

$$C = 40 \text{ mm}$$

Staffe

$$\varnothing 8$$

Diametro minore armatura longitudinale trave

$$\varnothing 16$$

Si riporta la verifica del copriferro minimo per garantire una resistenza R-90.

La trave è di tipo continua perché incastrata alle estremità.

Table 5.6: Minimum dimensions and axis distances for continuous beams made with reinforced and prestressed concrete (see also Table 5.7).

Standard fire resistance	Minimum dimensions (mm)						
	Possible combinations of $a$ and $b_{\min}$ where $a$ is the average axis distance and $b_{\min}$ is the width of beam				Web thickness $b_w$		
	2	3	4	5	Class WA	Class WB	Class WC
1	2	3	4	5	6	7	8
R 30	$b_{\min} = 80$ $a = 15^*$	160 12*			80	80	80
R 60	$b_{\min} = 120$ $a = 25$	200 12*			100	80	100
R 90	$b_{\min} = 150$ $a = 35$	250 25			110	100	100
R 120	$b_{\min} = 200$ $a = 45$	300 35	450 35	500 30	130	120	120
R 180	$b_{\min} = 240$ $a = 60$	400 50	550 50	600 40	150	150	140
R 240	$b_{\min} = 280$ $a = 75$	500 60	650 60	700 50	170	170	160
$a_{sd} = a + 10 \text{ mm}$ (see note below) For prestressed beams the increase of axis distance according to 5.2(5) should be noted. $a_{sd}$ is the axis distance to the side of beam for the corner bars (or tendon or wire) of beams with only one layer of reinforcement. For values of $b_{\min}$ greater than that given in Column 3 no increase of $a_{sd}$ is required. * Normally the cover required by EN 1992-1-1 will control.							

La verifica risulta ampiamente soddisfatta poiché il valore di  $a = 56 \text{ mm} \gg 25 \text{ mm}$

Anche il valore della dimensione minima della base della trave risulta largamente soddisfatta  $b = 300 \text{ mm} \gg 250 \text{ mm} = b_{\min}$ .

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>211 di</b> <b>304</b>

### 10.9.3 Verifica di resistenza al fuoco del solaio

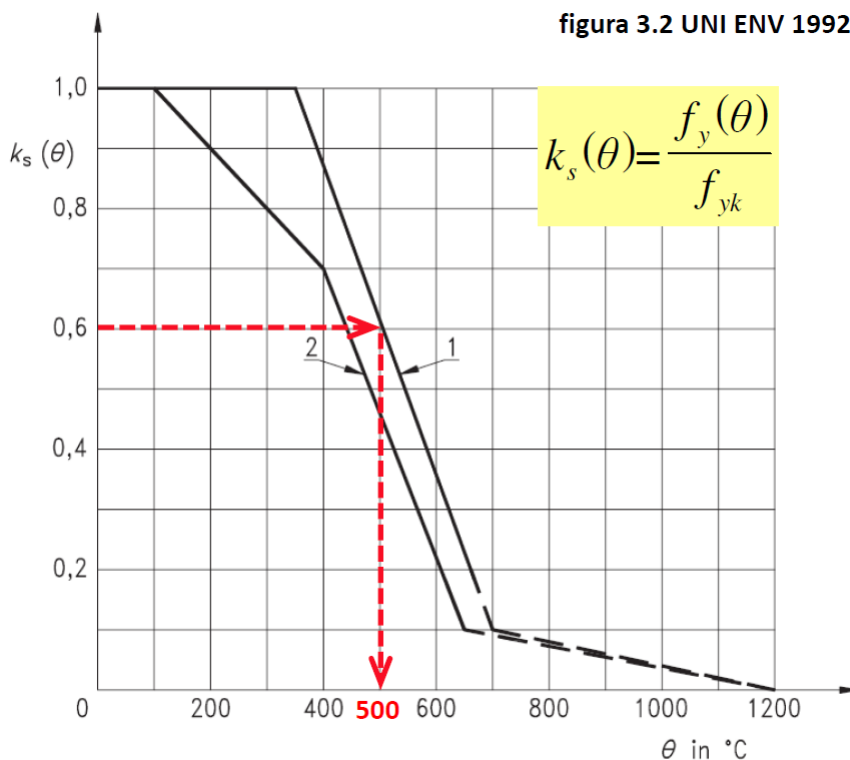
La struttura deve garantire una resistenza al fuoco REI-90.

Il solaio esposto a carico di incendio è stato verificato mediante il metodo tabellare riportato nell'annesso C dell'eurocodice 2 parte 1-2.

Le tabelle sono state riprodotte mediante dati sperimentali facendo riferimento ad un incendio standard definito nella ISO-834.

Il metodo tabellare, per sua natura semplificato e conservativo, assume, per sezioni in C.A., proprio il valore  $\mu_{fi} = 0,60$  che corrisponde al decadimento dell'acciaio presente nella sezione in cls..

Entrando nel grafico curvatura gradi centigradi, si ricava per  $\mu_{fi} = 0,60$  una temperatura di isoterma pari di 500 °C.



La verifica delle parti strutturali sono svolte per isoterme pari a 500 °C.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>212 di 304</b>

Distanza baricentro barre solaio =  $40 + 12/2 = 46\text{mm}$

Spessore lastra predalle prefabbricata  $s = 40\text{mm}$

Diametro minore armatura longitudinale solaio  $\varnothing 12$

Si riporta la verifica del copriferro minimo per garantire una resistenza R-90.

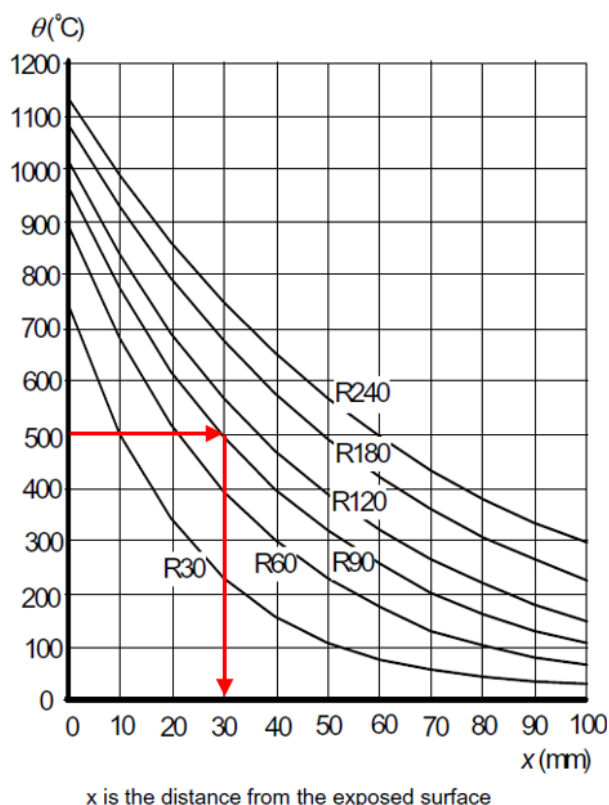


Figure A.2: Temperature profiles for slabs (height  $h = 200$ ) for R60 - R240

Entrando nel grafico con la temperatura di  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$  si ricava che la distanza al baricentro delle armature per il solaio deve essere  $a = 30\text{mm}$ .

Il solaio deve avere un'altezza  $H > 120\text{mm}$ .

D.5.1 La tabella seguente riporta i valori minimi (mm) dello spessore totale H di solette e solai, della distanza a dall'asse delle armature alla superficie esposta sufficienti a garantire il requisito R per le classi indicate.

Classe	30	60	90	120	180	240
Solette piene con armatura monodirezionale	$H = 80 / a = 10$	120 / 20	120 / 30	160 / 40	200 / 55	240 / 65

La verifica risulta ampiamente soddisfatta poiché  $a_{min} = 47\text{ mm} > 30\text{ mm}$  e l'altezza solaio  $H = 200\text{mm} > 120\text{mm}$ .



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>213 di 304</b>

## 10.10 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO)

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso III e IV si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO (v. § 3.2.1 e § 3.2.3.2) siano inferiori a:

- per tamponamenti progettati in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano, per effetto della loro deformabilità intrinseca ovvero dei collegamenti alla struttura:

$$d_r \leq 2 \times 0.01h / 3 = 0,0283 \text{ m}$$

Si riportano gli spostamenti lungo l'asse x per effetto della Comb. – SLO<sub>x</sub>,

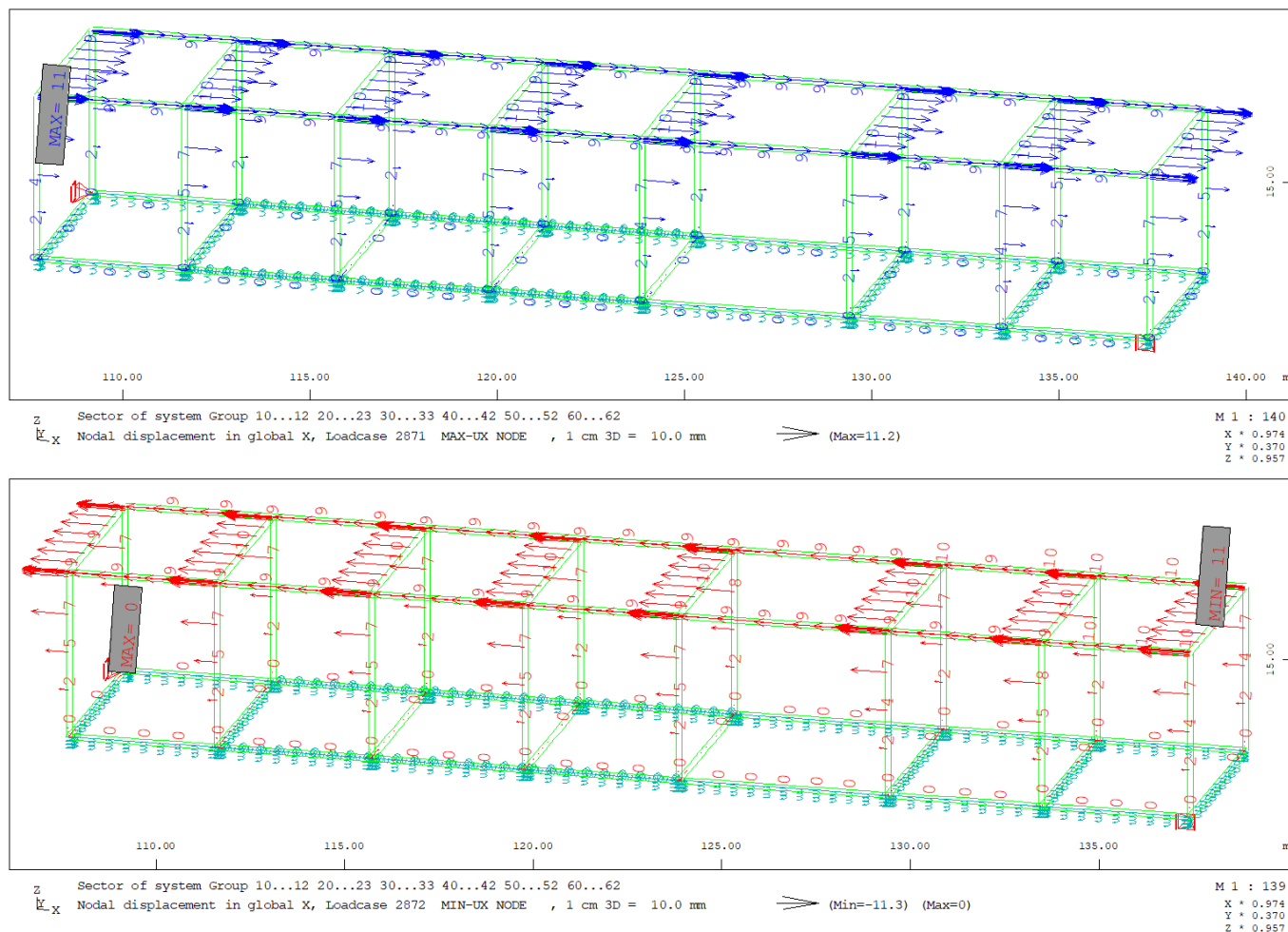


Figura 10-44 Spostamenti orizzontali in direzione X

$$d_r = u_1 = 0,011 \text{ m} < 0,0283 \text{ m. VERIFICA SODDISFATTA}$$

Si riportano gli spostamenti lungo l'asse y per effetto della Comb. - SLO<sub>y</sub>,

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>			<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>			<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo			COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>214 di 304</b>

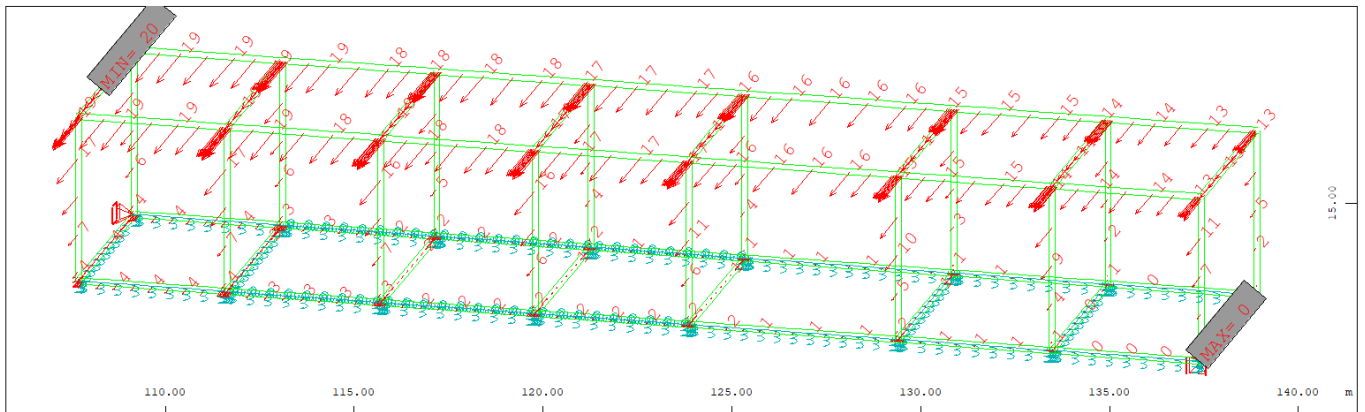
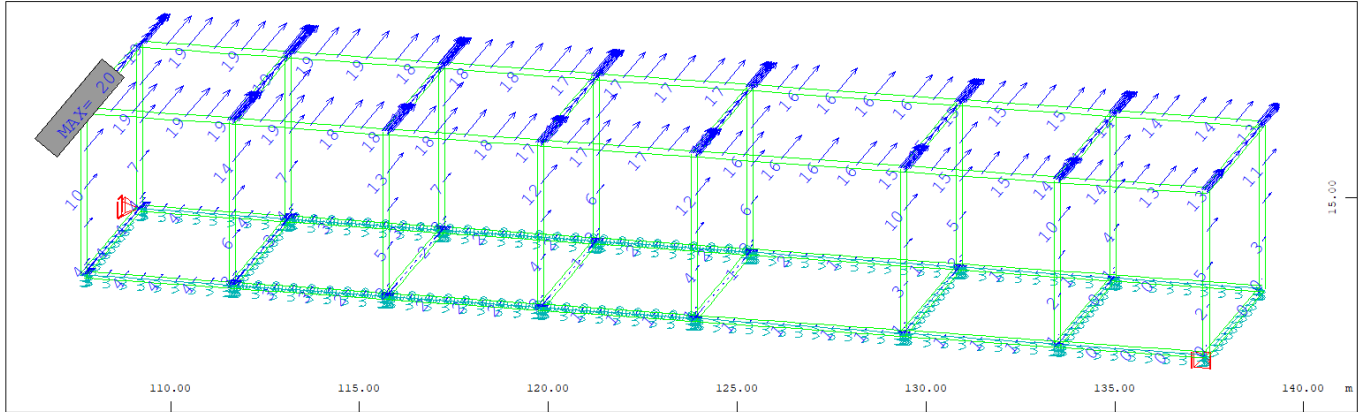


Figura 10-45 Spostamenti orizzontali in direzione Y

$$d_r = u_1 = 0,020\text{m} < 0,0283 \text{ m. } \underline{\underline{\text{VERIFICA SODDISFATTA}}}$$

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>215 di</b> <b>304</b>

## 10.11 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E DEGLI IMPIANTI

Per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale debbono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della Fa corrispondente allo SLV.

Per ciascuno degli impianti principali, gli elementi strutturali che sostengono e collegano i diversi elementi funzionali costituenti l'impianto tra loro ed alla struttura principale devono avere resistenza sufficiente a sostenere l'azione della Fa corrispondente allo SLV.

Al fine della verifica esemplificativa delle pareti di tamponamento si è fatto riferimento al § 7.2.3 del D.M. 17/01/2018 e al § C7.2.3 della Circolare n. 7 – C.S.LL.PP. del 21/01/2019, in cui si indicano i criteri di progettazione degli elementi strutturali secondari e degli elementi costruttivi non strutturali, tra cui i tamponamenti esterni, che influenzano la risposta strutturale solo attraverso la loro massa ma che risultano comunque significativi ai fini della sicurezza e/o dell'incolumità delle persone.

Gli effetti dell'azione sismica sugli elementi costruttivi senza funzione strutturale possono essere determinati applicando a tali elementi una forza orizzontale Fa definita come segue:

$$F_a = \frac{S_a \cdot W_a}{q_a}$$

dove:

- $F_a$  è la forza sismica orizzontale distribuita o agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole, risultante delle forze distribuite proporzionali alla massa;
- $S_a$  è l'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (§ 3.2.1);
- $W_a$  è il peso dell'elemento;
- $q_a$  è il fattore di struttura dell'elemento;

Per la determinazione di Sa, si farà riferimento a quanto riportato al § C7.2.3 della Circolare n.7 del 21/01/2019, con particolare riferimento alla Formulazione semplificata per costruzioni con struttura a telai, secondo la quale l'accelerazione massima Sa(Ta) può essere determinata attraverso la seguente espressione, rappresentante lo spettro di risposta di piano per l'elemento non strutturale in esame:

APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA          II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 216 di 304

$$S_a(T_a) = \begin{cases} \alpha S \left(1 + \frac{Z}{H}\right) \left[ \frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \left(1 - \frac{T_a}{aT_1}\right)^2} \right] \geq \alpha S & \text{per } T_a < aT_1 \\ \alpha S \left(1 + \frac{Z}{H}\right) a_p & \text{per } aT_1 \leq T_a < bT_1 \\ \alpha S \left(1 + \frac{Z}{H}\right) \left[ \frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \left(1 - \frac{T_a}{bT_1}\right)^2} \right] \geq \alpha S & \text{per } T_a \geq bT_1 \end{cases}$$

dove:

- $\alpha$  è il rapporto tra l'accelerazione massima del terreno  $a_g$  su sottosuolo di tipo A da considerare nello stato limite in esame (§ 3.2.1) e l'accelerazione di gravità  $g$ ;
- $S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sotto suolo e delle condizioni topografiche (§ 3.2.3.2.1);
- $T_0$  è il periodo fondamentale dell'elemento non strutturale;
- $T_1$  è il periodo fondamentale della costruzione nella direzione considerata;
- $Z$  è la quota del baricentro del pannello rispetto al piano delle fondazioni;
- $H$  è l'altezza dell'edificio rispetto al piano delle fondazioni;
- $a, b, a_p$  sono i parametri definiti in accordo con il periodo fondamentale di vibrazione della costruzione (si veda Fig. C7.2.3 e Tabella C7.2.II).

	a	b	$a_p$
$T_1 < 0,5 \text{ s}$	0,8	1,4	5,0
$0,5 \text{ s} < T_1 < 1,0 \text{ s}$	0,3	1,2	4,0
$T_1 > 1,0 \text{ s}$	0,3	1,0	2,5

Figura 10-46 Tabella C 7.2.II

La norma consente infine di ridurre la domanda sismica  $S_a$  su ciascun elemento non strutturale attraverso uno specifico fattore di comportamento  $q_a$ :

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 217 di 304

<b>Valori di <math>q_a</math> per elementi non strutturali (cfr. Tab. C7.2.I D.M. 2018)</b>		
Gruppo	Tipologia di elementi non-strutturali	$q_a$
1	Parapetti o decorazioni aggettanti Insegne e pannelli pubblicitari Comignoli, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole senza controventi per più di metà della loro altezza	1,0
2	Pareti interne ed esterne Tramezzatura e facciate Comignoli, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole non controventate per meno di metà della loro altezza o connesse alla struttura in corrispondenza o al di sopra del loro centro di massa Elementi di ancoraggio per armadi e librerie permanenti direttamente poggiati sul pavimento Elementi di ancoraggio per controsoffitti e corpi illuminanti	2,0

Il periodo di vibrazione dell'elemento non strutturale ( $T_a$ ) può essere calcolato con la seguente formulazione:

$$T_a = \frac{2 \cdot h^2}{\pi \cdot k^2} \cdot \sqrt{\frac{(L \cdot s) \cdot \gamma}{E \cdot I \cdot g}}$$

dove:

- $k$  è il numero che indica il modo di vibrazione considerato (1,2,3...);
- $h$  è l'altezza del pannello di tamponatura;
- $L$  è la base del pannello di tamponatura;
- $s$  è lo spessore del pannello di tamponatura;
- $\gamma$  è il peso per unità di volume del pannello di tamponatura;
- $E$  è il modulo elastico del pannello di tamponatura;
- $I$  è il momento di inerzia del pannello di tamponatura per la sezione considerata;
- $g$  è l'accelerazione di gravità.

Si avrà quindi:

$\gamma_m$	9 kN/m <sup>3</sup>	60% foratura
$\gamma_{bet}$	25	peso specifico intonaco
$q_a$	2	fattore comportamento elemento
$p_p$	3037,5 N	peso parete m
$p_o$	0	peso orrizontamenti
$t$	15 mm	spessore parete
$l$	6000 mm	lunghezza parete
$h$	3750 mm	altezza parete
$F_{a,p}$	19096,80 kN/m	forza inerzia peso parete
$\alpha_1$	0,004	
$F_{s1}$	0,01	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>218 di 304</b>

$\alpha$	0,381	rapporto tra accelerazione massima del terreno ag su sottosuolo di tipo A e acc gravità
S	1,177	SsxSt
Z	1,88	quota baricentro parete , misurata a partire dal piano di fondazione
H	4,15	altezza costruzione
Sa	0,605	accelerazione massima adimensionalizzata 7.8.1.5.4
T1	0,44 s	
C1	0,075	
Ta	0,362 s	
E	30000 Mpa	
I	1687500 mm4	
g	9810	
k	1	
ap	0,8	
a	5,0	

La parete in assenza del rinforzo ha moltiplicatore di attivazione del meccanismo di ribaltamento pari a:

$$\alpha_1 = (P_p \cdot t/2) / P_p \cdot h/2 = (t/2) / (h/2) = 0.004$$

La parete, quindi, non risulta in equilibrio in quanto  $\alpha_1 / (S_a/q) = 0.01 < 1$

Si considera quindi il l'inserto di intonaco armato di spessore 4 cm con reti in fibra di vetro di maglia 20x20 mm di caratteristiche tecniche come segue:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	VALORE NOMINALE	TOLLERANZE	NORMATIVA
PESO TESSUTO APPRETTATO	320 g/m <sup>2</sup>	+/- 5 %	ISO 3374:2000
PESO TESSUTO GREGGIO	240 g/m <sup>2</sup>	+/- 5 %	ISO 3374:2000
CONTENUTO di BISSIDO DI ZIRCONIO	> 16 %	-	-
SPESSORE MEDIO TESSUTO APPRETTATO	1,15 mm	+/- 5 %	VIM JCGM 200:2012
DIMENSIONE MAGLIE	20x20 mm	+/- 5 %	VIM JCGM 200:2012
AREA NOMINALE SINGOLO FILO	0,9981 mm <sup>2</sup>	-	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI
COLORE	ROSSO	-	-
SPESSORE EQUIVALENTE (ordito)	0,0597 mm	+/- 5%	CNR-DT 200 R1/2013
SPESSORE EQUIVALENTE (trama)	0,0597 mm	+/- 5%	CNR-DT 200 R1/2013
ALLUNGAMENTO A ROTTURA	1,80 %	-	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI
LARGHEZZA MEDIA DEL FILO	2,00 mm	-	-
NUMERO FILI IN ORDITO	50	-	-
NUMERO FILI IN TRAMA	50	-	-
ALTEZZA ROTOLO	100/200 cm	-	UNI 9311/2
LUNGHEZZA ROTOLO	50/50 m	-	UNI 9311/2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 219 di 304

CARATTERISTICHE DI PROGETTO	VALORE NOMINALE	TOLLERANZE	NORMATIVA
DENSITA' VETRO	2,68 g/cm <sup>3</sup>	+/- 5 %	-
MODULO ELASTICO VETRO	72.000 N/mm <sup>2</sup>	+/- 5%	-
RESISTENZA A TRAZIONE SINGOLO FILO (ordito) velocità di trazione 1 mm/min	1,116 kN	+/- 5%	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI
RESISTENZA A TRAZIONE SINGOLO FILO (ordito) velocità di trazione 10 mm/min	1,270 kN		SECONDO NORMA ISO 527-4.5 : 1997
RESISTENZA A TRAZIONE SINGOLO FILO (ordito) velocità di trazione 100 mm/min	1,450 kN		SECONDO NORMA ISO 10406-1:2015 STS-17/0013
RESISTENZA A TRAZIONE SINGOLO FILO (trama) velocità di trazione 1 mm/min	1,122 kN	+/- 5%	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI
RESISTENZA A TRAZIONE SINGOLO FILO (trama) velocità di trazione 10 mm/min	1,370 kN		SECONDO NORMA ISO 527-4.5 : 1997
RESISTENZA A TRAZIONE SINGOLO FILO (trama) velocità di trazione 100 mm/min	1,380 kN		SECONDO NORMA ISO 10406-1:2015 STS-17/0013
RESISTENZA A TRAZIONE (ordito) velocità di trazione 1 mm/min	55 kN/m	+/- 5%	-
RESISTENZA A TRAZIONE (ordito) velocità di trazione 10 mm/min	63,5 kN/m		
RESISTENZA A TRAZIONE (ordito) velocità di trazione 100 mm/min	72,5 kN/m		
RESISTENZA A TRAZIONE (trama) velocità di trazione 1 mm/min	55 kN/m	+/- 5%	-
RESISTENZA A TRAZIONE (trama) velocità di trazione 10 mm/min	68,5 kN/m		
RESISTENZA A TRAZIONE (trama) velocità di trazione 100 mm/min	69 kN/m		
SEZIONE RESISTENTE (ordito)	49,905 mm <sup>2</sup> /m	+/- 5%	CNR-DT 200 R1/2013
SEZIONE RESISTENTE (trama)	49,905 mm <sup>2</sup> /m	+/- 5%	CNR-DT 200 R1/2013
TENSIONE DI ROTTURA (ordito)	1118,33 N/mm <sup>2</sup>	+/- 5%	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI
TENSIONE DI ROTTURA (trama)	1124,20 N/mm <sup>2</sup>	+/- 5%	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI
MODULO ELASTICO RETE (ordito)	66.750 N/mm <sup>2</sup>	+/- 5%	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI
MODULO ELASTICO RETE (trama)	61.680 N/mm <sup>2</sup>	+/- 5%	CERTIFICATO 2018/0915 POLIMI

Considerando quindi il contributo dell'intonaco si avrà che la parete per ribaltare deve vincere la forza di trazione offerta dalla rete. Si ipotizza una rotazione attorno alla cerniera C tale che si raggiunga la deformazione ultima  $\epsilon_{max}$  della barra più distante. Alcune barre saranno in fase elastica ( $F_e$ ) altre in fase plastica ( $F_p$ ). Si ricava quindi l'altezza  $h_e$  che delimita la zona in fase elastica da quella plastica.

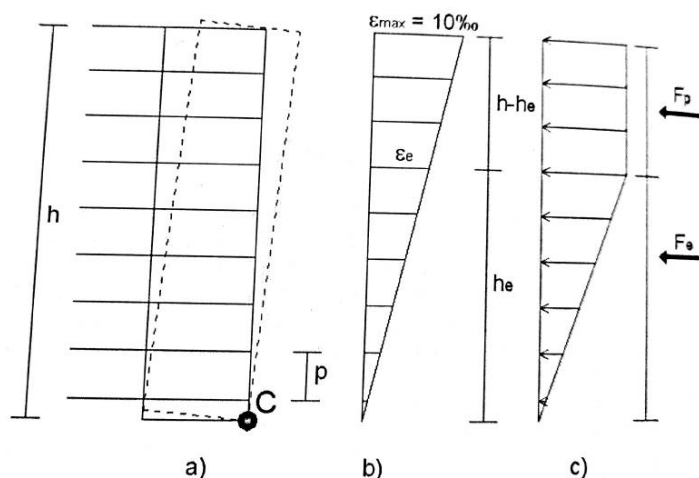


Figura 10-47 Resistenza delle armature (in questa immagine rete elettrosaldata)





APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 221 di 304

$$\alpha_0 = \frac{(P_2 + P_{s2}) \frac{t_2}{2} - S_o \cdot h_2 + P_3 \left( t_2 + \frac{t_1}{2} \right) - P_4 \frac{t_1}{2} + F_p (h_2 + h_e) + \frac{4}{3} F_e \cdot h_e}{P_{s2} \cdot h_2 + (P_2 + P_3 + P_4) \cdot y_{G2}}$$

Nel caso specifico in esame (in assenza di carichi in testa ) si ha:

$\alpha$	0,381	rapporto tra accelerazione massima del terreno ag su sottosuolo di tipo A e acc gravità
S	1,177	SsxSt
Z	1,88	quota baricentro parete , misurata a partire dal piano di fondazione
H	4,15	altezza costruzione
Sa	0,643	accelerazione massima adimensionalizzata 7.8.1.5.4
T1	0,44 s	
C1	0,075	
Ta	0,057 s	<b>considerando anche spessore betoncio</b>
E	30000 Mpa	
I	428687500 mm4	
g	9810	
k	1	
ap	0,8	
a	5,0	

Ym	9 kN/m3	60% foratura
Ybet	25	peso specifico intonaco
qa	2	fattore comportamento elemento
pp	3037,5 N	peso parete m
po	0	peso orrizontamenti
t	15 mm	spessore parete
l	6000 mm	lunghezza parete
h	3750 mm	altezza parete
Fa,p	15439,45 kN/m	forza inerzia peso parete
A	0,9981 mm2	Area singola barra
emax	0,018	
fyd	1124 Mpa	res. Trazione
E	72000 Mpa	modulo elastico rete
p	20 mm	passo maglia
tbet	40 mm	spessore intonaco
P1=P2	22500 N	peso lastra intonaco
Yf	2	fattore di sicurezza
he	3252 mm	
Fp	13958 N	
Fe	45328 N	
$\alpha_0$	3,271	
Fs	10,18	

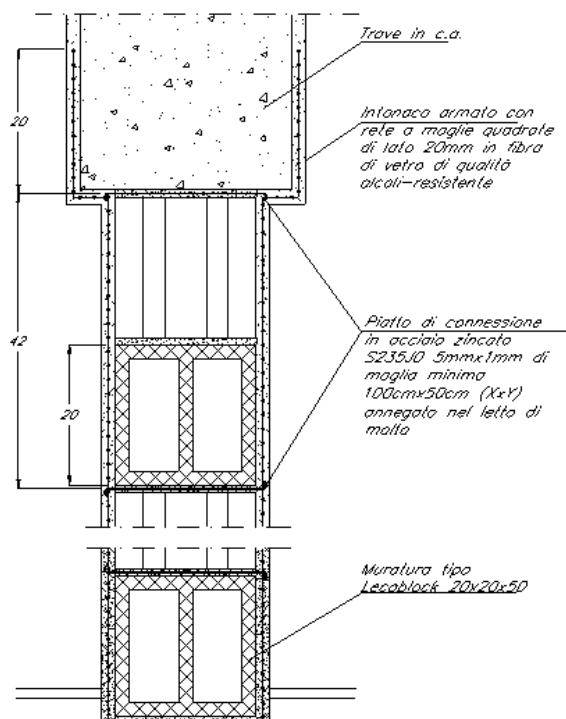
Come si evince dai calcoli riportati la parete non sarebbe in grado di sostenere il momento ribaltante dovuto al sisma. Per evitare ciò si inseriscono appunto reti da intonaco sui due lati della muratura, collegate tra loro ed alle strutture circostanti a distanza non superiore a 500 mm sia in direzione orizzontale sia in direzione verticale, ovvero con l'inserimento di elementi di armatura orizzontale nei letti di malta, a distanza non superiore a 500 mm. Inoltre, i

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-NGEENERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>222 di</b> <b>304</b>

connettori trasversali devono essere posizionati su tutta la parete sfalsati e ve ne devono essere almeno 4/m<sup>2</sup>. La tipologia e il numero dei tasselli trasversali dipenderà dal sistema utilizzato dal produttore. In questo modo il ribaltamento è impedito così come l'espulsione di eventuali parti della parete.

Per maggiore chiarezza e pratica applicazione è stato predisposto un dettaglio di collegamento della tamponatura alla struttura come intervento di riferimento.

Di seguito si riporta lo schema dell'intervento previsto, da riadattarsi caso per caso alla geometria delle tramezzature interessate.



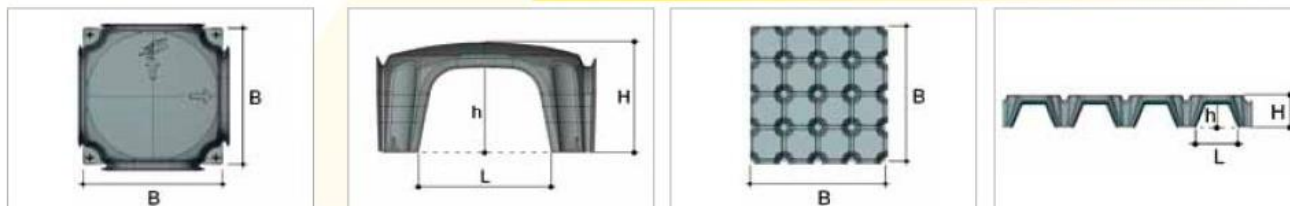
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>223 di 304</b>

## 10.12 VERIFICA SOLAIO CON IGLOO

Si riporta il calcolo della soletta sopra gli igloo.

Il carico di esercizio preso in considerazione è un carico da rimessa pari a 3.00 kN/m<sup>2</sup>.

### SCHEMA TECNICA



### TABELLA PARAMETRI

Altezza H (cm)	Base B (cm)	h (cm)	L (cm)	Sup.d'appoggio per elemento (cmq)	Peso (kg/pz)	Cls a raso (2500 kg/mc)		Imballo Pallet legno (cm)	N° Pezzi Pallet	N° Mq Pallet	Peso Pallet (kg)
						(mc/mq)	(kg/mq)				
4,5	50 x 50	3,3	8,5	94,08	0,750	0,008	20,00	110 x 110 x 125	400	100	310
8	50 x 50	5,2	32	193,28	1,000	0,022	55,00	110 x 110 x 250	400	100	410
13	50 x 50	7	27	241,06	1,130	0,034	85,00	110 x 110 x 250	360	90	415
16	50 x 50	10	28	218,05	1,300	0,037	92,50	110 x 110 x 250	360	90	480
20	50 x 50	14	30	190,38	1,330	0,040	100,00	110 x 110 x 250	340	85	460
25	50 x 50	19	33	156,87	1,375	0,044	110,00	110 x 110 x 250	340	85	475
27	50 x 50	21	34	146,17	1,400	0,045	112,50	110 x 110 x 250	340	85	485
30	50 x 50	24	35	129,79	1,450	0,047	117,50	110 x 110 x 250	340	85	500
35	50 x 50	29	36	105,39	1,700	0,049	122,50	110 x 110 x 250	300	75	520
40	50 x 50	34	29	219,67	1,900	0,070	175,00	110 x 110 x 250	300	75	580
45	50 x 50	39	31	181,30	2,000	0,074	185,00	110 x 110 x 250	300	75	610
50	50 x 50	44	33	146,72	2,150	0,076	190,00	110 x 110 x 250	300	75	655
55	50 x 50	49	35	115,80	2,300	0,078	195,00	110 x 110 x 250	300	75	700

### CARATTERISTICHE TECNICHE

Categoria	Carico permanente (kg/mq)	Carico accidentale (kg/mq)	Soletta (cm)	Spessore magrone (cm)	Pressione al terreno kg/cmq											Rete Ø (mm) maglia (cm x cm)		
					4,5	8	13	16	20	25	27	30	35	40	45		50	55
residenze	200	200	4	0	1,38	0,72	0,61	0,68	0,79	0,98	1,05	1,20	1,49	0,77	0,95	1,19	1,52	Ø 6 - 20x20
				5	0,37	0,12	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,21	0,13	0,16	0,18	0,22	
				10	0,17	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,12	0,08	0,10	0,11	0,13	
uffici	300	200	4	0	1,65	0,85	0,71	0,79	0,92	1,14	1,22	1,39	1,73	0,89	1,09	1,36	1,73	Ø 6 - 20x20
				5	0,45	0,14	0,13	0,14	0,15	0,18	0,19	0,21	0,24	0,15	0,18	0,21	0,25	
				10	0,20	0,09	0,08	0,08	0,09	0,11	0,11	0,12	0,14	0,10	0,11	0,13	0,14	
rimesse	300	800	5	0	3,31	1,66	1,36	1,51	1,74	2,13	2,29	2,59	3,21	1,60	1,95	2,42	3,08	Ø 6 - 20x20
				5	0,90	0,28	0,24	0,26	0,29	0,34	0,36	0,39	0,46	0,28	0,33	0,38	0,45	
				10	0,41	0,17	0,16	0,17	0,18	0,21	0,21	0,23	0,26	0,18	0,20	0,23	0,26	
industria	300	3000	6	0	9,22	4,53	3,67	4,05	4,66	5,68	6,10	6,88	8,49	4,13	5,02	6,21	7,88	Ø 6 - 20x20
				5	2,52	0,78	0,66	0,72	0,80	0,92	0,97	1,05	1,22	0,73	0,85	0,99	1,17	
				10	1,15	0,48	0,43	0,45	0,49	0,55	0,58	0,62	0,69	0,46	0,52	0,59	0,67	

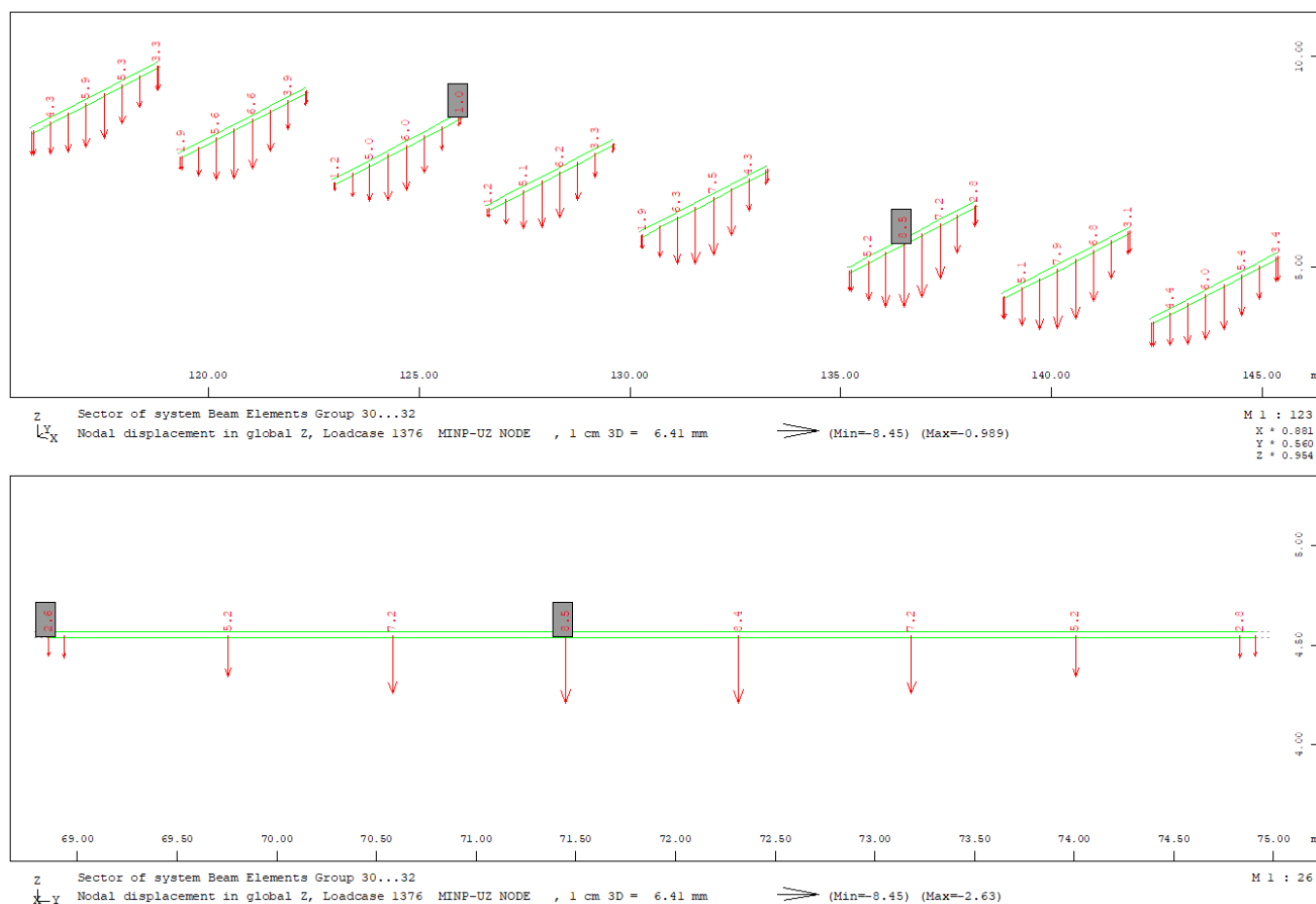
APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 224 di 304

### 10.13 VERIFICA DI DEFORMABILITÀ TRAVI PRINCIPALI

Dal software di calcolo si sono estrapolate le deformazioni delle travi principali per la combinazione SLE – quasi permanente.

Il valore letto dal software di calcolo viene in primis depurato dello spostamento alle estremità (dato dal cedimento globale della struttura), a sua volta il valore letto viene moltiplicato per 3 al fine di tenere conto delle deformazioni a lungo termine.

Si riporta il valore ottenuto dal software per la combinazione SLE Q.P.



**Figura 10-49** Diagrammi deformazione trave principale SLE Q.P.

La trave principale ha una deformazione massima in mezzeria di 8.5mm e una deformazione all'estremità di 2.6mm.

Il valore di deformazione effettivo della trave è dato dalla differenza dei due valori, quindi la freccia vale:

$$f = 8.50 - 2.60 = 5.90 \text{ mm}$$

Il valore della freccia sopra evidenziato viene moltiplicato per 3 per gli effetti a lungo termine.

$$f_{(t=\infty)} = 3 * 5.90 = 17.70 \text{ mm}$$

Il valore limite di freccia massimo  $f_{\max} = L/250 = 6300/250 = 25.20 \text{ mm}$

La verifica risulta soddisfatta  $f_{(t=\infty)} = 17.70 < 25.20 = f_{\max}$

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>225 di</b> <b>304</b>

## 11 VERIFICA DELLE FONDAZIONI

Le fondazioni dell'edificio sono di tipo diretto, costituite da un grigliato di travi rovesce disposte lungo il perimetro dell'edificio collegate trasversalmente mediante cordoli a sezione rettangolare 30 x 50 cm . Le travi di bordo hanno sezione a "T" rovescia con altezza 1.00 m e larghezza 1.50 m. Al di sotto delle fondazioni è previsto uno strato di magrone di spessore 0.15 m debordante l'impronta delle fondazioni di 0.15 m.

### 11.1 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di resistenza delle travi di fondazione sono state eseguite con riferimento alle travi rovesce perimetrali e ai cordoli trasversali di collegamento.

Nelle verifiche agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento strutturale (STR), si considerano gli stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza negli elementi che costituiscono la fondazione. Le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera opera alla quale sono applicate le azioni statiche e sismiche.

Le fondazioni superficiali sono verificate in condizioni sismiche e in condizioni statiche:

Le strutture delle fondazioni superficiali sono state progettate per le azioni definite mediante un'analisi strutturale eseguita ipotizzando un comportamento strutturale non dissipativo (fattore di struttura  $q_0=1.5$ ); In questo modo non sono necessarie armature specifiche per ottenere un comportamento duttile, secondo quanto prescritto nel paragrafo 7.2.5 delle NTC 2018.

In condizioni statiche utilizzando le sollecitazioni non amplificate della combinazione non sismica SLU.

Inoltre, sono state eseguite le verifiche a fessurazione e delle tensioni di esercizio per le combinazioni relative allo SLE.

### 11.2 TRAVI DI FONDAZIONE

#### 11.2.1 Verifiche strutturali

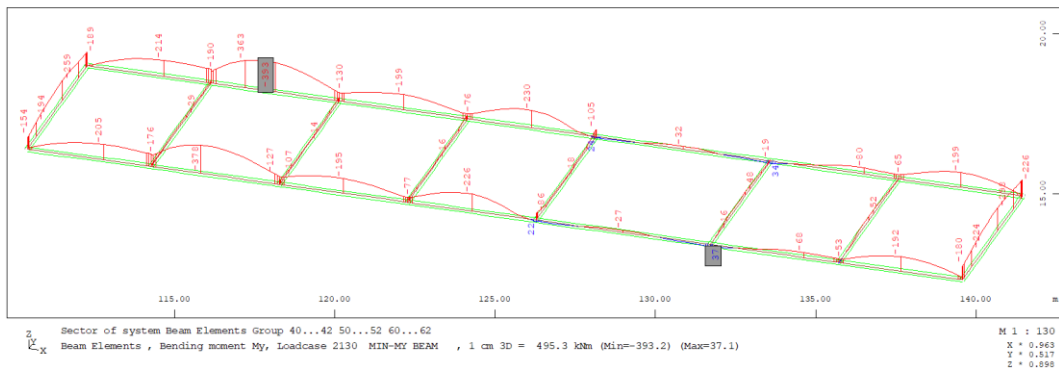
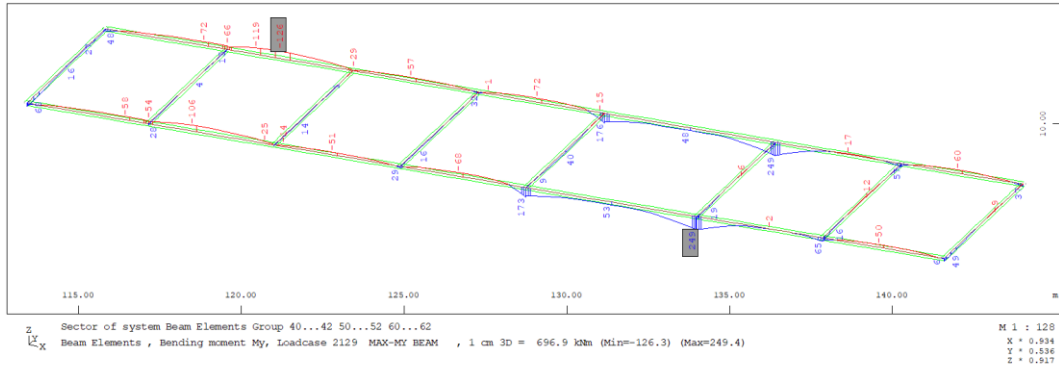
##### 11.2.1.1 SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi rovesce di fondazione. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto della combinazioni di carico più gravose.

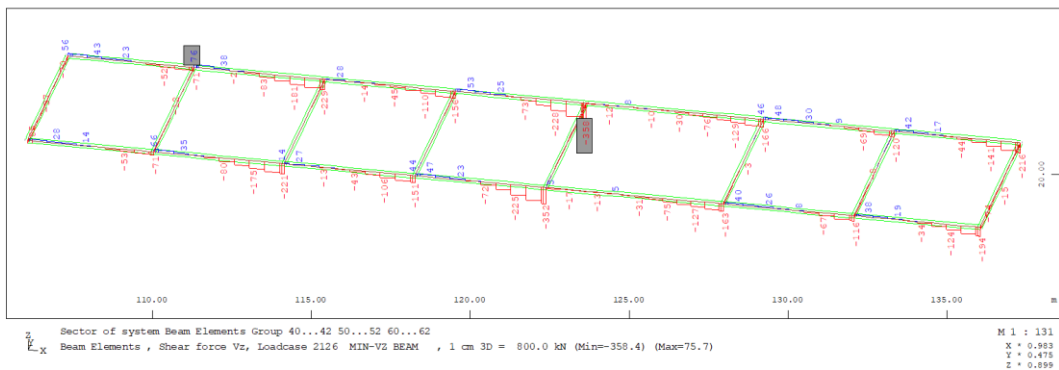
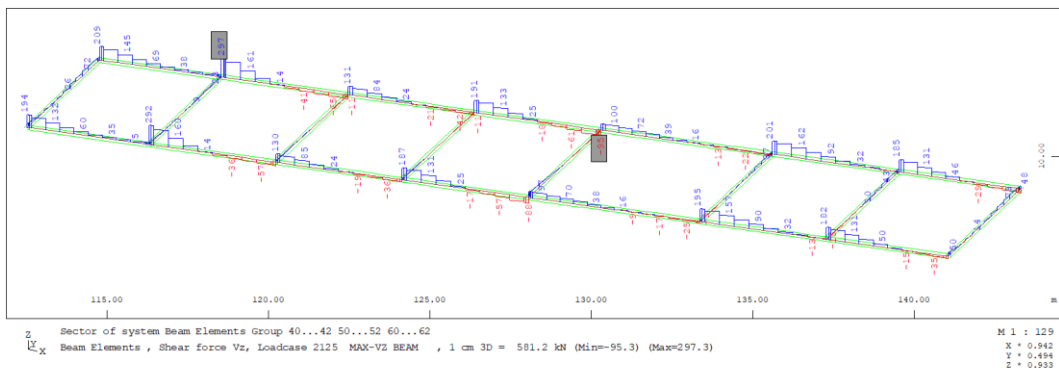
Qui di seguito si riportano le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLV, SLD, SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente. Le combinazioni si sismiche sono effettuate con  $q=1.5$ .

Si nota che le sollecitazioni allo SLD (non riportate nel presente documento) sono inferiori a quelle SLV e dunque si ometteranno le verifiche di resistenza previste al punto 7.3.7.1 del rif.[1].

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER              M-NEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>226 di 304</b>

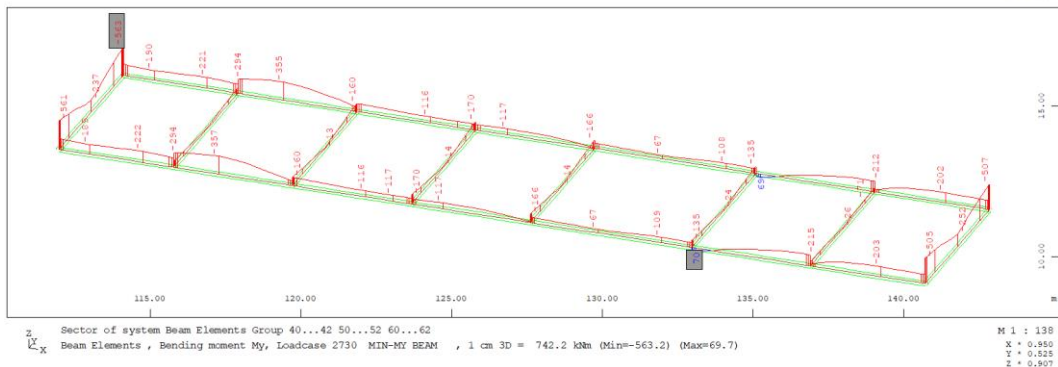
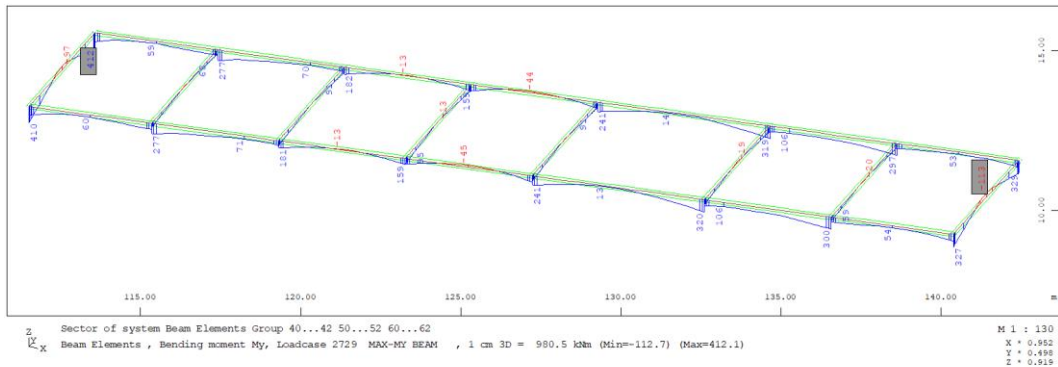


**Figura 11-1 Diagrammi di momento travi di fondazione SLU My (kNm)**

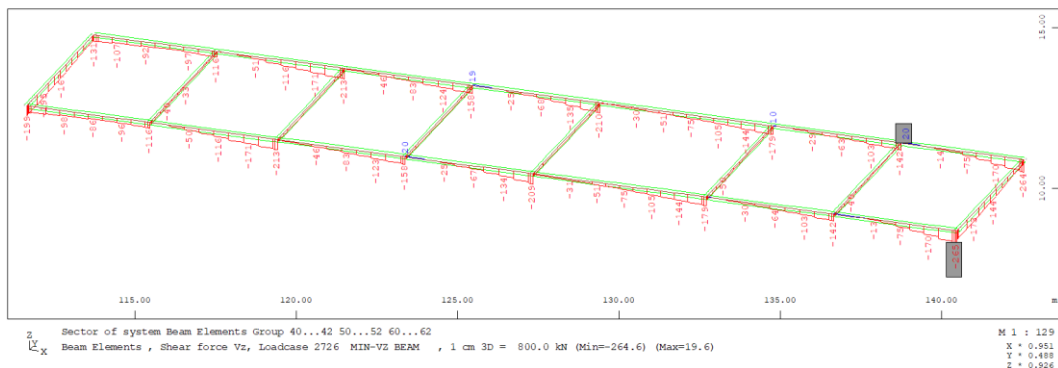
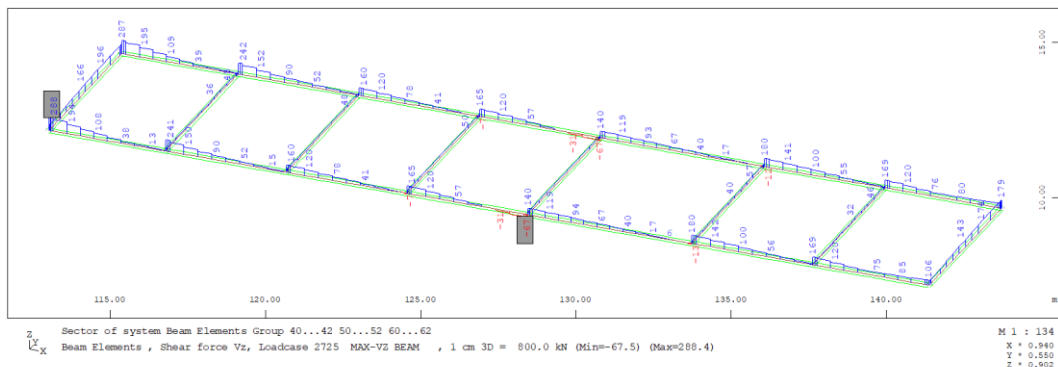


**Figura 11-2 Diagrammi di taglio travi di fondazione SLU Vz (kN)**

APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A                NET ENGINEERING            PINI            GCF ELETTRI-FER                    M-NEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA          II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>227 di          304</b>

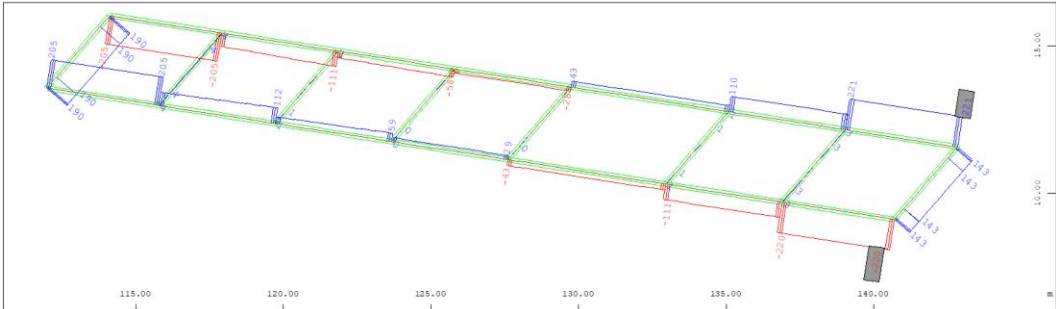
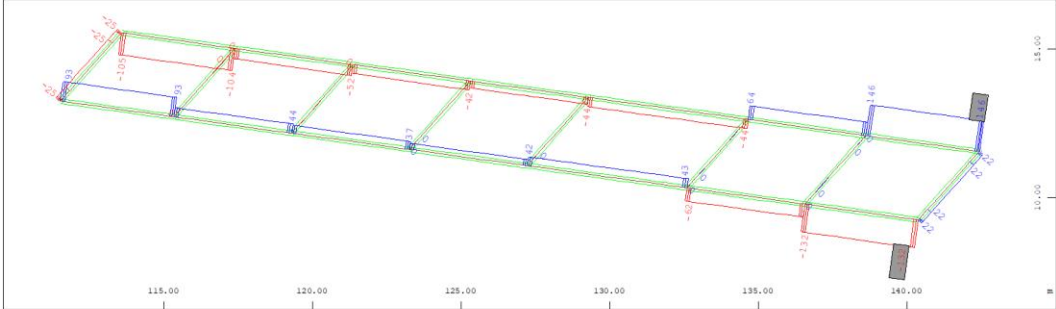


**Figura 11-3 Diagrammi di momento travi di fondazione SLV My (kNm)**



**Figura 11-4 Diagrammi di taglio travi di fondazione SLV Vz (kN)**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV.              FOGLIO <b>C                      228 di</b> <b>                                 304</b>



**Figura 11-5 Diagrammi di Momento torcente travi di fondazione SLU e SLV (kNm)**



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>229 di</b> <b>304</b>

### 11.2.1.2 MATERIALI

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.2 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef		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	

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>230 di</b> <b>304</b>

### 11.2.1.3 GEOMETRIE

Si considera una sezione a T rovescia con anima spessa 70cm e ala larga 150cm. L'altezza complessiva della fondazione è 100cm e lo spessore dell'ala è 50cm.

La trave è armata come segue:

- In appoggio con **4Φ20** superiori e **6Φ20** inferiori e **2+2Φ20** nelle ali;
- In mezzeria con **4Φ20** superiori e **6Φ20** inferiori e **2+2Φ20** nelle ali.

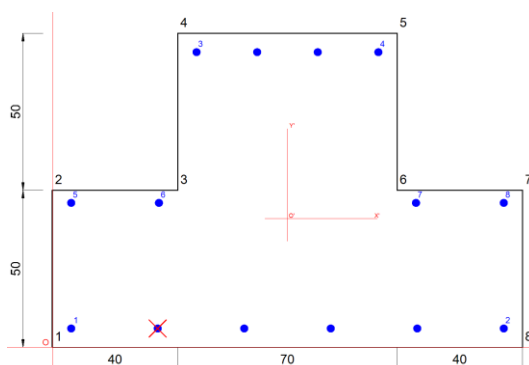


Figura 11-6 Sezione all'appoggio e sezione di campata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 231 di 304

## 11.2.2 Verifiche a pressoflessione deviata della trave di fondazione

### 11.2.2.1 DOMINIO ULTIMO SEZIONE ALL'ATTACCO PILASTRO:

Si riporta la verifica per le comb. SLU LC\_2100 e quella allo SLV secondo quanto previsto dalle NTC-18 al capitolo 7 §7.2.5 ovvero facendo lavorare le fondazioni in campo non dissipativo ( $q_0=1.5$ ).

LC: 1129, 1229, 1329, 2129, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi [m]	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	1129 MAXR-MY BEAM	420019	0.000	0.000	9.6	5.46	-105.03	20.22	173.50	-22.88
2	1229 MAXF-MY BEAM	420019	0.000	0.000	-5.0	1.87	-93.09	23.10	145.44	7.42
3	1329 MAXP-MY BEAM	420019	0.000	0.000	-5.1	1.84	-90.27	23.87	140.19	7.14
4	2129 MAX-MY BEAM	420019	0.000	0.000	15.4	8.01	-151.98	27.76	249.44	-35.18

LC: 2729-2730, 2929-2930, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi [m]	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	2729 MAX-MY BEAM	500040	0.100	1.000	30.1	207.76	197.45	189.50	382.33	-631.63
2	2730 MIN-MY BEAM	500040	0.100	1.000	29.3	-207.84	-106.22	-189.50	-547.06	594.79
3	2929 MAX-MY BEAM	500040	0.100	1.000	29.9	90.64	111.87	82.70	120.42	-286.02
4	2930 MIN-MY BEAM	500040	0.100	1.000	29.6	-90.72	-20.64	-82.70	-285.16	249.18

Il momento flettente massimo nella sezione considerata tende le fibre inferiori (lato terreno).

- Armatura superiore 4  $\Phi$  20 + 2+2  $\Phi$  20 sulle ali
- Armatura inferiore 6  $\Phi$  20

### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	50.0
3	40.0	50.0
4	40.0	100.0
5	110.0	100.0
6	110.0	50.0
7	150.0	50.0
8	150.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.0	6.0	20
2	144.0	6.0	20
3	46.0	94.0	20
4	104.0	94.0	20
5	6.0	46.0	20
6	34.0	46.0	20
7	116.0	46.0	20
8	144.0	46.0	20

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                  NET ENGINEERING          PINI                  GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>					
<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>232 di</b> <b>304</b>

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	4	20
2	3	4	2	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 // asse X coordinate  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My                              Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y // asse Y coord.  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy                              Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y delle coord.  
 Vx                              Componente del Taglio [kN] parallela all'asse X delle coord.

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	-15.40	250.00	-35.20	0.00	0.00
2	-30.00	382.50	-632.00	0.00	0.00
3	-29.00	-547.10	595.00	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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My                              Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	-10.00	174.00	-23.00

#### 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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My                              Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	0.00	146.00 (543.17)	7.40 (27.53)

#### 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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My                              Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 233 di 304

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	5.00	140.20 (546.57)	7.15 (27.87)

## 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 X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
MY	Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
MX Res	Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)
MY Res	Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. 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	-15.40	250.00	-35.20	-15.57	875.78(875.78)	-125.21(-125.21)	3.50	31.4(16.3)
2	S	-30.00	382.50	-632.00	-29.92	445.58(445.58)	-730.13(-730.13)	1.16	34.6(16.2)
3	S	-29.00	-547.10	595.00	-28.77	-624.60(-624.60)	685.80(685.80)	1.15	34.6(16.7)

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

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.180	40.0	100.0	0.00228	46.0	94.0	-0.01594	144.0	6.0
2	0.00350	0.170	40.0	100.0	0.00226	46.0	94.0	-0.01707	144.0	6.0
3	0.00350	0.170	150.0	0.0	0.00221	144.0	6.0	-0.01703	46.0	94.0

### 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	-0.000036824	0.000166015	-0.011628530	0.180	0.700
2	-0.000111618	0.000095322	-0.001567517	0.170	0.700
3	0.000033051	-0.000181835	-0.001457630	0.170	0.700

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 234 di 304

### 11.2.2.2 DOMINIO ULTIMO SEZIONE IN CAMPATA

Si riporta la verifica per le comb. SLU LC\_2100 e quella allo SLV secondo quanto previsto dalle NTC-18 al capitolo 7 §7.2.5 ovvero facendo lavorare le fondazioni in campo non dissipativo ( $q_0=1.5$ ).

LC: 1130, 1230, 1330, 2130, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	1130 MINR-MY BEAM	400101	0.487	1.000	13.2	12.73	-16.46	-21.07	-280.38	2.96
2	1230 MINF-MY BEAM	400101	0.487	1.000	-8.1	4.93	-15.96	-13.64	-254.51	-6.17
3	1330 MINP-MY BEAM	400101	0.487	1.000	-13.5	2.90	-15.70	-12.66	-251.73	-9.11
4	2130 MIN-MY BEAM	400101	0.487	1.000	21.4	18.76	-21.65	-30.86	-393.24	5.32

LC: 2729-2730, 2929-2930, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	2729 MAX-MY BEAM	400094	0.000	0.000	182.0	126.13	46.69	-39.87	127.68	119.18
2	2729 MAX-MY BEAM	400094	0.488	1.000	181.8	126.07	46.71	-39.98	150.45	57.77
3	2730 MIN-MY BEAM	400094	0.000	0.000	-192.3	-134.54	16.48	95.33	-356.51	-96.83
4	2730 MIN-MY BEAM	400094	0.488	1.000	-192.1	-134.48	16.46	95.44	-348.49	-31.31
5	2929 MAX-MY BEAM	400094	0.000	0.000	76.5	52.67	38.18	-1.77	-8.76	58.31
6	2929 MAX-MY BEAM	400094	0.488	1.000	76.4	52.65	38.19	-1.82	9.85	32.66
7	2930 MIN-MY BEAM	400094	0.000	0.000	-86.8	-61.08	24.99	57.23	-220.07	-35.96
8	2930 MIN-MY BEAM	400094	0.488	1.000	-86.7	-61.06	24.98	57.28	-207.89	-6.21

Il momento flettente massimo nella sezione considerata tende le fibre inferiori.

- Armatura superiore 4  $\Phi$  20
- Armatura inferiore 6  $\Phi$  20 + 2 +2  $\Phi$  nelle ali

### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C25/30

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	50.0
3	40.0	50.0
4	40.0	100.0
5	110.0	100.0
6	110.0	50.0
7	150.0	50.0
8	150.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	6.0	6.0	20
2	144.0	6.0	20
3	46.0	94.0	20
4	104.0	94.0	20
5	6.0	46.0	20
6	34.0	46.0	20
7	116.0	46.0	20
8	144.0	46.0	20
9	75.0	94.0	20

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>235 di</b> <b>304</b>

#### 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	4	20
2	3	4	2	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' // asse X coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y' // asse Y coord. con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y delle coord.
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse X delle coord.

N°Comb.	N	MX	MY	VY	VX
1	-21.40	-393.30	5.32	0.00	0.00
2	-182.00	128.00	120.00	0.00	0.00
3	-182.00	151.00	58.00	0.00	0.00
4	192.00	-357.00	-97.00	0.00	0.00
5	192.00	349.00	-32.00	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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	-13.00	-280.40	3.00

#### 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 delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse Y delle coordinate (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	MX	MY
1	8.00	-254.50 (-395.06)	-6.20 (-9.62)

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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 236 di 304

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

N°Comb.	N	MX	MY
1	13.00	-251.73 (-394.61)	-9.11 (-14.28)

## 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 X del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
MY Componente Y del momento assegnato [kNm] rifer. assi X,Y con origine nel baric. B del cls.  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
MX Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. inerzia)  
MY Res Momento flettente resistente [kNm] rif. X,Y,B (tra parentesi rif. assi princ. 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	-21.40	-393.30	5.32	-21.46	-658.78(-658.78)	6.32(6.32)	1.68	25.1(16.3)
2	S	-182.00	128.00	120.00	-181.82	559.12(559.12)	515.22(515.22)	4.29	34.6(16.3)
3	S	-182.00	151.00	58.00	-181.90	727.36(727.36)	275.32(275.32)	4.74	34.6(16.3)
4	S	192.00	-357.00	-97.00	191.85	-730.71(-730.71)	-199.12(-199.12)	2.05	25.1(16.3)
5	S	192.00	349.00	-32.00	192.10	985.65(985.65)	-86.94(-86.94)	2.82	31.4(16.3)

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

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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 corrip. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrip. 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 corrip. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrip. 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 corrip. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrip. 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	0.062	150.0	0.0	-0.00008	144.0	6.0	-0.05256	46.0	94.0
2	0.00350	0.188	110.0	100.0	0.00237	104.0	94.0	-0.01513	6.0	6.0
3	0.00350	0.203	110.0	100.0	0.00244	104.0	94.0	-0.01370	6.0	6.0
4	0.00350	0.090	0.0	0.0	0.00103	6.0	6.0	-0.03533	104.0	94.0
5	0.00350	0.180	40.0	100.0	0.00228	46.0	94.0	-0.01589	144.0	6.0

### 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.
--------	---	---	---	-----	--------



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: left;">COMMESSA</td> <td style="text-align: left;">LOTTO</td> <td style="text-align: left;">CODIFICA</td> <td style="text-align: left;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: left;">REV.</td> <td style="text-align: right;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;"><b>IF3A</b></td> <td style="text-align: left;"><b>02</b></td> <td style="text-align: left;"><b>E ZZ CL</b></td> <td style="text-align: left;"><b>FA01A0 000</b></td> <td style="text-align: left;"><b>C</b></td> <td style="text-align: right;"><b>237 di</b> <b>304</b></td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	<b>IF3A</b>	<b>02</b>	<b>E ZZ CL</b>	<b>FA01A0 000</b>	<b>C</b>	<b>237 di</b> <b>304</b>
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
<b>IF3A</b>	<b>02</b>	<b>E ZZ CL</b>	<b>FA01A0 000</b>	<b>C</b>	<b>237 di</b> <b>304</b>												
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>																	

1	0.000000754	-0.000595508	0.003386900	0.062	0.700
2	0.000089273	0.000099417	-0.016261762	0.188	0.700
3	0.000061177	0.000115315	-0.014761050	0.203	0.700
4	-0.000010835	-0.000401113	0.003500000	0.090	0.700
5	-0.000026779	0.000176681	-0.013096938	0.180	0.700

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 238 di 304

### 11.2.2.3 VERIFICA A TAGLIO

#### 11.2.2.3.1 Verifica zona innesto pilastro

Il valore di taglio massimo è dato dalla combinazione SLU che risulta essere maggiore di quella SLV calcolata secondo quanto previsto dalle NTC-18 al capitolo 7 §7.2.5 ovvero facendo lavorare le fondazioni in campo non dissipativo ( $q_0=1.5$ ).

La sollecitazione di verifica vale:

**$V_{Ed-max} = 358.00$  kN**

##### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 700$  mm larghezza  $f_{yk} = 450$  MPa resist. caratteristica  
 $h = 1000$  mm altezza  $\gamma_s = 1,15$  coeff. sicurezza  
 $c = 60$  mm copriferro  $f_{yd} = 391,3$  MPa resist. di calcolo

$f_{ck} = 25$  MPa resist. caratteristica Armatura longitudinale tesa:  
 $\gamma_c = 1,50$  coeff. sicurezza  $A_{sl,1} = 4 \text{ } \emptyset \text{ } 20 = 12,57 \text{ cm}^2$   
 $\alpha_{cc} = 0,85$  coeff. riduttivo  $A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset \text{ } 0 = 0,00 \text{ cm}^2$   
 $d = 940$  mm altezza utile  $A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset \text{ } 0 = 0,00 \text{ cm}^2$   
 $f_{cd} = 14,17$  MPa resist. di calcolo  $12,57 \text{ cm}^2$

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

$N_{ed} = 0,0$  kN  $V_{ed} = 358,0$  kN

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

$k = 1+(200/d)^{1/2} < 2$   $k = 1,461 < 2$   
 $v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$   $v_{min} = 0,309$   
 $\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$   $\rho_1 = 0,002 < 0,02$   
 $\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$   $\sigma_{cp} = 0,00$  MPa  $< 0,2 f_{cd}$

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

$V_{Rd} = 194,3$  kN; (con  $(v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 203,4$  kN)

$V_{Rd} = 203,4$  kN assunto pari alla resistenza minima

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

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

$\theta = 35,0$  ° inclinaz. bielle cls angolo ammissibile  
 $\alpha = 90,0$  ° inclinaz. staffe

Armatura a taglio (staffatura):

$A_{sw}/s =$  staffe  $\emptyset 10$  mm con n° bracci (trasv)  $2$  passo  $20$  cm  $= 0,079 \text{ cm}^2/\text{cm}$

$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha$   $V_{Rsd} = 371,3$  kN

$f_{cd} = 7,08$  MPa resist. di calcolo ridotta

$\alpha_c = 1,000$  coeff. maggiorativo

$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha)$   $V_{Rcd} = 1970,9$  kN

$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$   $V_{Rd} = 371,3 > 358,0$  kN c.s.= 1,0

la sezione armata a taglio risulta verificata.

Si adotteranno staffe  $\Phi 10 / 20$  cm.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C FOGLIO 239 di 304

### 11.2.2.4 VERIFICA A TORSIONE

Si riporta la verifica a torsione per la trave di fondazione. Nella tabella a seguire viene riportato il valore di torsione massimo con il rispettivo taglio concomitante.

LC: 2127, 2727, 2927, Beam Elements Forces

LC	LC-title	NR	X [m]	Xi	N [kN]	VY [kN]	VZ [kN]	MT [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1	2127 MAX-MT BEAM	400045	0.000	0.000	34.8	47.64	-152.79	146.28	-2.58	139.89
2	2727 MAX-MT BEAM	400045	0.000	0.000	127.5	120.25	-220.34	221.27	152.60	435.43
3	2927 MAX-MT BEAM	400045	0.000	0.000	56.2	58.25	-132.52	132.13	60.11	200.81

Il valore di momento torcente massimo si ha per la combinazione SLV:

$$M_{ted} = 221.5 \text{ kNm}$$

$$V_{ed} = 220.5 \text{ kN}$$

VERIFICA A TORSIONE DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 17/01/2018			
$B_{tot}$		700 mm	
$H_{tot}$		1000 mm	
$A_c$		700000 mm <sup>2</sup>	
copriferro		60,0 mm	
perimetro		3400 mm	
t		206 mm	
t calcolo		206 mm	
$A_k$		392388 mm <sup>2</sup>	
fck		25,0 MPa	
$\gamma_{ds}$		1,5	
fcd		17 MPa	
$\nu$		0,4	> 0,35 OK
$\theta$		45,0 °	inclinaz. bielle cls
tg(teta)		1,00	
ctg(teta)		1,00	
<b>Momento resistente portato dalle bielle compresse</b>			
$T_{rd1}$		541937207,4 Nmm	= 541,94 kNm = 54194 daNm
<b>Staffe</b>			
$\phi$		10	n. bracci 2
$A_s$		79 mm <sup>2</sup>	157 mm <sup>2</sup>
Passo		20 mm	
$f_{yk}$		450,0 MPa	
$\gamma_{acc}$		1,15	
$f_{yd}$		391,3 Mpa	
<b>Momento torcente supportato dalle staffe</b>			
$Trsd 1$		2410624342 Nmm	= 2410,62 kNm = 241062 daNm
<b>Ferri longitudinali</b>			
$\phi$		20	20 0 0
n°		4	4 0 0
Area ferri longitudinali		2512,00 mm <sup>2</sup>	
um		2576,47 mm	= 257,65 cm
<b>Momento torcente supportato dalle armature longitudinali</b>			
$Trsd 2$		299401744,7 Nmm	= 299,40 kNm = 29940 daNm
<b>minimo valore di Trd</b>			
		29940 daNm	= 299,40 kNm
<b>Verifica a torsione</b>			
La sezione necessita armatura a taglio Si			
$T_{Ed}$		221,5 kNm	
$V_{Ed}$		220,5 kN	
Verifica a torsione		221,50 kNm	< 299,40 kNm Verificato
Tasso di lavoro		$\frac{T_{ed \text{ calcolo}}}{Trd}$	= 0,74

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 240 di 304

Taglio	
$V_{Ed} =$	220,5 kN
$N =$	0,0 kN (compressione <0)
$\alpha =$	90,0 ° inclinaz. staffe
$\sigma_{cp} =$	0,00 MPa <0.2 fcd
$f_{cd} =$	8,3 Mpa resistenza di calcolo ridotta
$\alpha_c =$	1,000 coeff. maggiorativo
$V_{Rcd} =$	2467,6 kN $V_{Rcd} = 0.90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha)$
$V_{Rsd} =$	25989,3 kN $V_{Rsd} = 0.90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha$
$V_{Rd} =$	2467,6 kN $V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$
verifica a taglio	
$V_{Ed} =$	220,5 kN < 2467,61 kN = $V_{Rd}$ Verificato
$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} =$	0,09
verifica combinata torsione e taglio	
$\frac{T_{ed}}{T_{rd}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rcd}} =$	0,83 < 1 Verificato

La verifica si ritiene soddisfatta.

### 11.2.2.5 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO - SLE

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec. Per la sezione di campata e la sezione di appoggio.

#### 11.2.2.5.1 Verifiche per la sezione di appoggio

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

#### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.62	40.0	100.0	-107.6	144.0	6.0	2310	18.8

#### COMBINAZIONI RARE 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
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; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ 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 = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 241 di 304

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	MX fess	MY fess
1	S	-0.00058	0.00000	0.500	20.0	50	0.00032 (0.00032)	587	0.189 (990.00)	499.40 -66.01

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.00	110.0	100.0	-82.0	6.0	6.0	2536	18.8

#### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00045	0.00000	0.500	20.0	50	0.00025 (0.00025)	627	0.154 (0.40)	543.17 27.53

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.92	110.0	100.0	-77.5	6.0	6.0	2538	18.8

#### 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	0.00000	0.500	20.0	50	0.00023 (0.00023)	628	0.146 (0.30)	546.57 27.87

### 11.2.2.5.2 Verifiche per la sezione di campata

Si riportano le verifiche per le combinazioni SLE rara, freq. e quasi permanente svolte mediante il software di calcolo RC-Sec.

#### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss 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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.83	150.0	0.0	-216.8	46.0	94.0	1051	12.6

#### COMBINAZIONI RARE 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 fctm
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 = 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

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>242 di</b> <b>304</b>

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]  
 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	-0.00117	0.00000	0.500	20.0	50	0.00065 (0.00065)	454	0.295 (990.00)	-392.77	4.20

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.63	0.0	0.0	-192.2	104.0	94.0	1075	12.6

#### COMBINAZIONI FREQUENTI 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	-0.00103	0.00000	0.500	20.0	50	0.00058 (0.00058)	461	0.266 (0.40)	-395.06	-9.62

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.64	0.0	0.0	-189.1	104.0	94.0	1087	12.6

#### 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	-0.00102	0.00000	0.500	20.0	50	0.00057 (0.00057)	464	0.263 (0.30)	-394.61	-14.28

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 243 di 304

### 11.3 CORDOLI DI COLLEGAMENTO

I cordoli di collegamento saranno dimensionati in accordo a quanto previsto dal §7.2.5 della NTC2018 considerando un suolo di tipo C.

In particolare, i cordoli dovranno essere dimensionati per sopportare un carico assiale pari a  $\pm 0,4 N_{sd} a_{max}/g$

Dove:

$N_{sd}$  = valore medio delle forze verticali agenti sugli elementi collegati;

$a_{max} = a_g S$  e  $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima per lo SLC su sito di riferimento rigido.

Considerando che lo sforzo di compressione massimo dei pilastri ricavato dalla tabella del §10.7.1 è  $N_{sd}=365$  kN, La forza  $P_c$  per dimensionare il cordolo è:

$$P_c = \pm 0.4 \times 365 \times 0,381 \times 1,177 = \pm 66 \text{ kN}$$

$$\sigma_c = 66000 / (300 \times 500) = 0.44 \text{ MPa} \ll f_{cd} = 14,17 \text{ Mpa (cls C25/30)}$$

I cordoli saranno armati con **3+3Φ20** (1885mm<sup>2</sup>) con staffe **Φ10/200mm** lungo tutta la lunghezza.

$$\sigma_s = -66000 / (1885) = 35 \text{ Mpa} \ll f_{yd} = 390 \text{ Mpa.}$$

### 11.4 VERIFICHE GEOTECNICHE

In accordo al §6.4.2.1 della NTC2018 le verifiche delle fondazioni superficiali saranno condotte secondo la combinazione A1+M1+R3 dell'Approccio 2 i cui coefficienti parziali di sicurezza e di combinazione sono riportati nelle tabelle qui di seguito.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(a)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	$\gamma_r$	1,0	1,0

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI    GCF</b> <b>ELETTRI-FER                  M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>244 di 304</b>

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Si riportano qui di seguito le reazioni massime per unità di lunghezza ( $q$ ) delle molle alla Winkler ottenute dal modello di calcolo. Le reazioni sono state selezionate tra le massime delle combinazioni SLV e SLU.

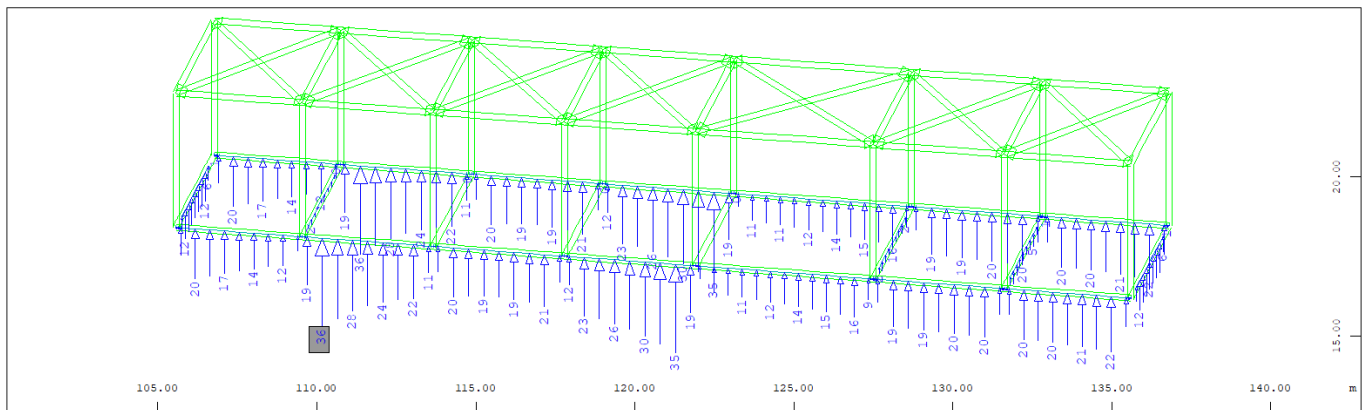
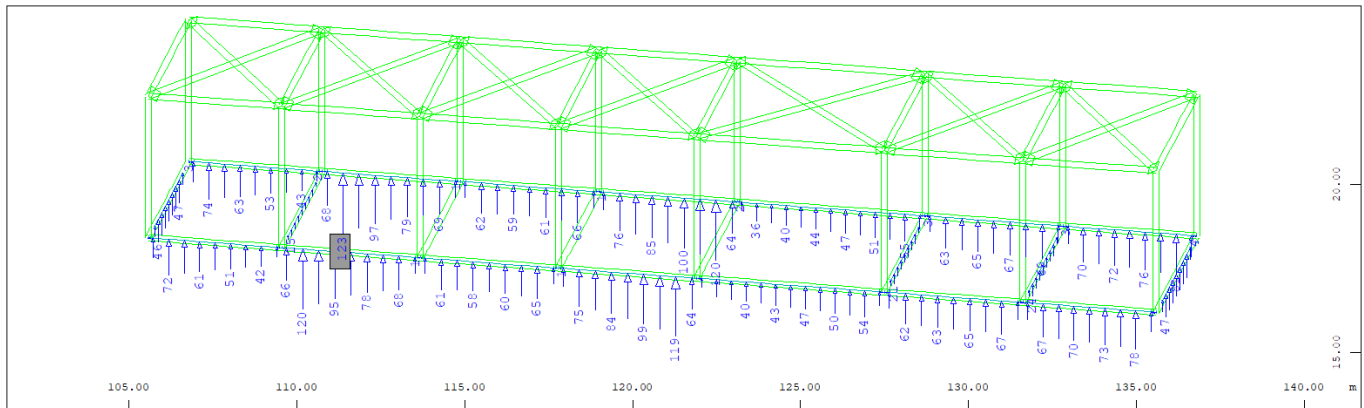


Figura 11-7 Reazioni massime per unità di lunghezza su suolo elastico SLU/SLV (kN/m)



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>245 di 304</b>

### 11.4.1 Verifica condizioni drenate

L'opera risulta fondata su un terreno che presenta le seguenti caratteristiche geotecniche , (cautelativamente si trascura la coesione del terreno).

$$\gamma_t = 21 \text{ kN/m}^3;$$

$$\Phi = 27^\circ$$

$$c' = 0.00$$

#### Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

$e_B$  = Eccentricità in direzione B ( $e_B = Mb/N$ )

$e_L$  = Eccentricità in direzione L ( $e_L = Ml/N$ )                      (per fondazione nastriforme  $e_L = 0$ ;  $L^* = L$ )

$B^*$  = Larghezza fittizia della fondazione ( $B^* = B - 2 \cdot e_B$ )

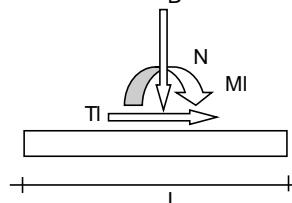
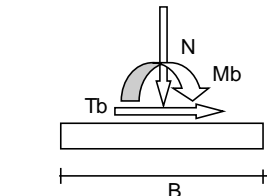
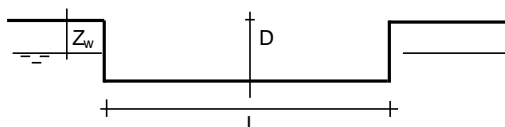
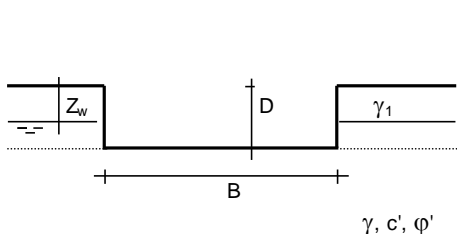
$L^*$  = Lunghezza fittizia della fondazione ( $L^* = L - 2 \cdot e_L$ )

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

#### coefficienti parziali

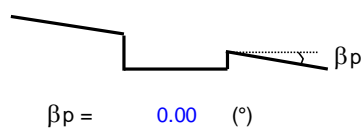
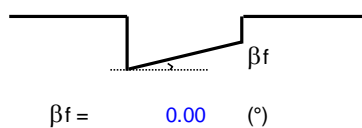
Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \phi'$	$c'$
Stato limite ultimo	○	1.00	1.30	1.25	1.25
Tensioni ammissibili	○	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dall'utente	●	1.00	1.00	1.00	1.00

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>246 di 304</b>



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 1.50 (m)  
 L = 1.00 (m)  
 D = 1.50 (m)



<b>AZIONI</b>			
	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	123,00	0,00	123,00
Mb [kNm]	0,00	0,00	0,00
MI [kNm]	0,00	0,00	0,00
Tb [kN]	0,00	0,00	0,00
TI [kN]	0,00	0,00	0,00
H [kN]	0,00	0,00	0,00

*Peso unità di volume del terreno*

$\gamma_1 = 21,00$  (kN/mc)  
 $\gamma = 21,00$  (kN/mc)

*Valori caratteristici di resistenza del terreno*

$c' = 0,00$  (kN/mq)  
 $\phi' = 27,00$  (°)

*Valori di progetto*

$c' = 0,00$  (kN/mq)  
 $\phi' = 27,00$  (°)

*Profondità della falda*

$Z_w = 5,00$  (m)

$e_B = 0,00$  (m)                       $B^* = 1,50$  (m)  
 $e_L = 0,00$  (m)                       $L^* = 1,00$  (m)

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>247 di</b> <b>304</b>

**q : sovraccarico alla profondità D**

$$q = 31,50 \quad (\text{kN/mq})$$

**$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**

$$\gamma = 21,00 \quad (\text{kN/mc})$$

**$N_c, N_q, N_\gamma$  : coefficienti di capacità portante**

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi)}$$

$$N_q = 13,20$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 23,94$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 14,47$$

**$s_c, s_q, s_\gamma$  : fattori di forma**

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1,83$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 1,76$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 0,40$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>248 di 304</b>

**$i_c, i_q, i_\gamma$  : fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,40 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90,00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,60 \quad m = 1,40 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi))^m$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e m=(m<sub>b</sub>sin<sup>2</sup>θ+m<sub>l</sub>cos<sup>2</sup>θ) in tutti gli altri casi)

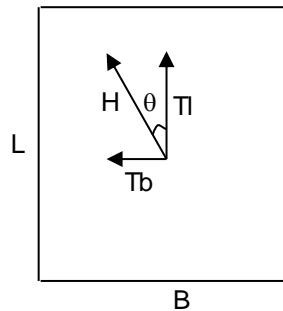
$$i_q = 1,00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$$

$$i_c = 1,00$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1,00$$



**$d_c, d_q, d_\gamma$  : fattori di profondità del piano di appoggio**

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \text{sen}\varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \text{sen}\varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1,30$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$d_c = 1,33$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1,00$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C FOGLIO 249 di 304

<b><u>b<sub>c</sub>, b<sub>q</sub>, b<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione base della fondazione</u></b>			
$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi)^2$	$\beta_f + \beta_p =$	0,00	$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$
$b_q =$		1,00	
$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$			
$b_c =$		1,00	
$b_\gamma = b_q$			
$b_\gamma =$		1,00	
<b><u>g<sub>c</sub>, g<sub>q</sub>, g<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione piano di campagna</u></b>			
$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2$	$\beta_f + \beta_p =$	0,00	$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$
$g_q =$		1,00	
$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$			
$g_c =$		1,00	
$g_\gamma = g_q$			
$g_\gamma =$		1,00	

<b><u>Carico limite unitario</u></b>			
$q_{lim} =$	1047,56	(kN/m <sup>2</sup> )	
			R3 qrd
			2,30 455
			(kN/m <sup>2</sup> )
<b><u>Pressione massima agente</u></b>			
$q = N / B * L^*$			
$q =$	82,00	(kN/m <sup>2</sup> )	
<b><u>Coefficiente di sicurezza</u></b>			
$F_s = q_{lim} / q =$	12,78	<b>OK</b>	

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>250 di 304</b>

### 11.4.2 Verifica dei cedimenti

Si riporta la verifica dei cedimenti svolta secondo la combinazione SLE rara.

Le reazioni massime per unità di lunghezza ( $q$ ) delle molle alla Winkler ottenute dal modello di calcolo per la comb. SLE rara valgono:

$$Q=88 \text{ kN/ml}$$

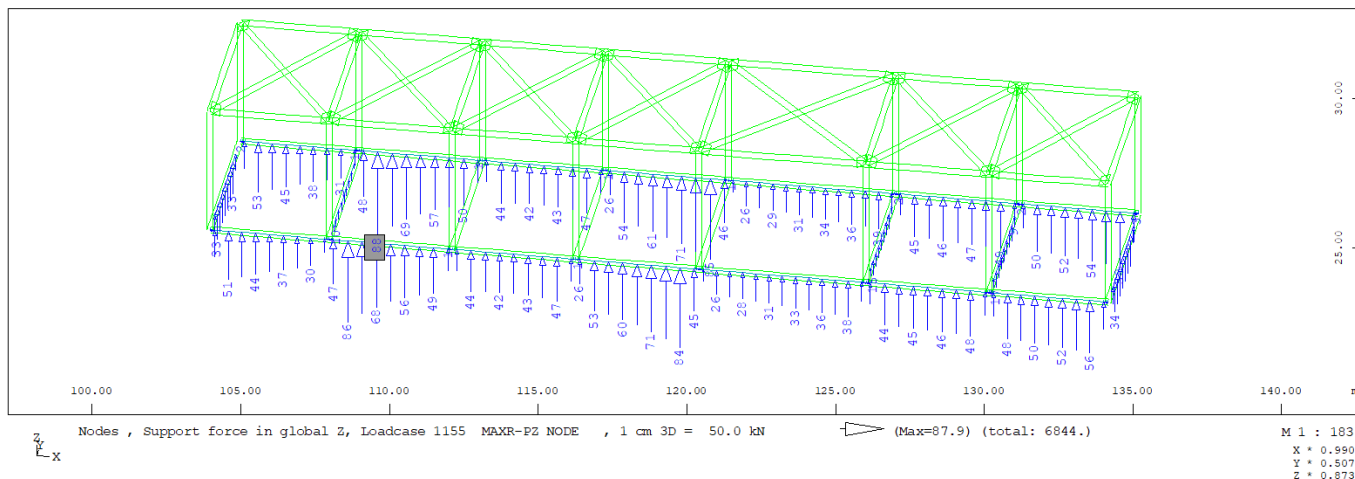
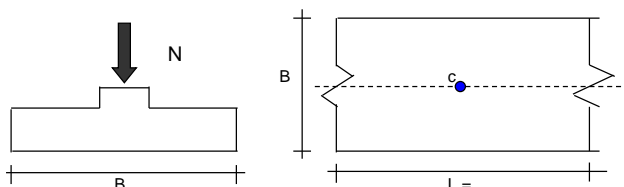


Figura 11-8 Reazioni massime per unità di lunghezza su suolo elastico SLE rara (kN/m)

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>251 di 304</b>

**CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE NASTRIFORME**

**LAVORO:**



**Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis; 1974)**

$$\Delta\sigma_{zi} = (2q/\pi) * (\alpha + \text{sen}\alpha \cdot \text{cos}\alpha)$$

$$\Delta\sigma_{xi} = (2q/\pi) * (\alpha - \text{sen}\alpha \cdot \text{cos}\alpha)$$

$$\Delta\sigma_{yi} = (4q/\pi) * (v\alpha)$$

$$\alpha = \tan^{-1}((B/2)/z)$$

$$\delta_{ot} = \sum \delta_i = \sum (((\Delta\sigma_{zi} - v_i(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi})) \Delta z_i / E_i)$$

**DATI DI INPUT:**

B = 1,50 (m) (Larghezza della Fondazione)

N = 88,00 (kN) (Carico Verticale Agente)

q = 58,67 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/B))

ns = 4 (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato	Litologia	Spessore	da z <sub>i</sub>	a z <sub>i+1</sub>	Δz <sub>i</sub>	E	v	δ <sub>ci</sub>
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m <sup>2</sup> )	(-)	(cm)
1	coltre <5m	5,00	0,0	5,0	0,5	17000	0,30	0,66
2	coltre >5m	4,00	5,0	9,0	0,5	25000	0,30	0,12
3	STF2 <20m	11,00	9,0	20,0	0,5	40000	0,30	0,29
4	STF2 >20m	10,00	20,0	30,0	0,0	81000	0,00	0,00
-		0,00	0,0	0,0	0,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	0,0	0	0,00	-

$$\delta_{ctot} = 1,07 \text{ (cm)}$$

Il cedimento vale  $\delta = 11,00 \text{ mm}$

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>252 di</b> <b>304</b>

## 12 VALIDAZIONE MODELLO DI CALCOLO

### 12.1 VALIDAZIONE RISULTATI ANALISI STATICA

Lo schema statico per la trave di copertura visualizzata nella figura successiva è ad unica campata (trave principale interna) con incastri parziali alle estremità sollecitata da un carico distribuito.

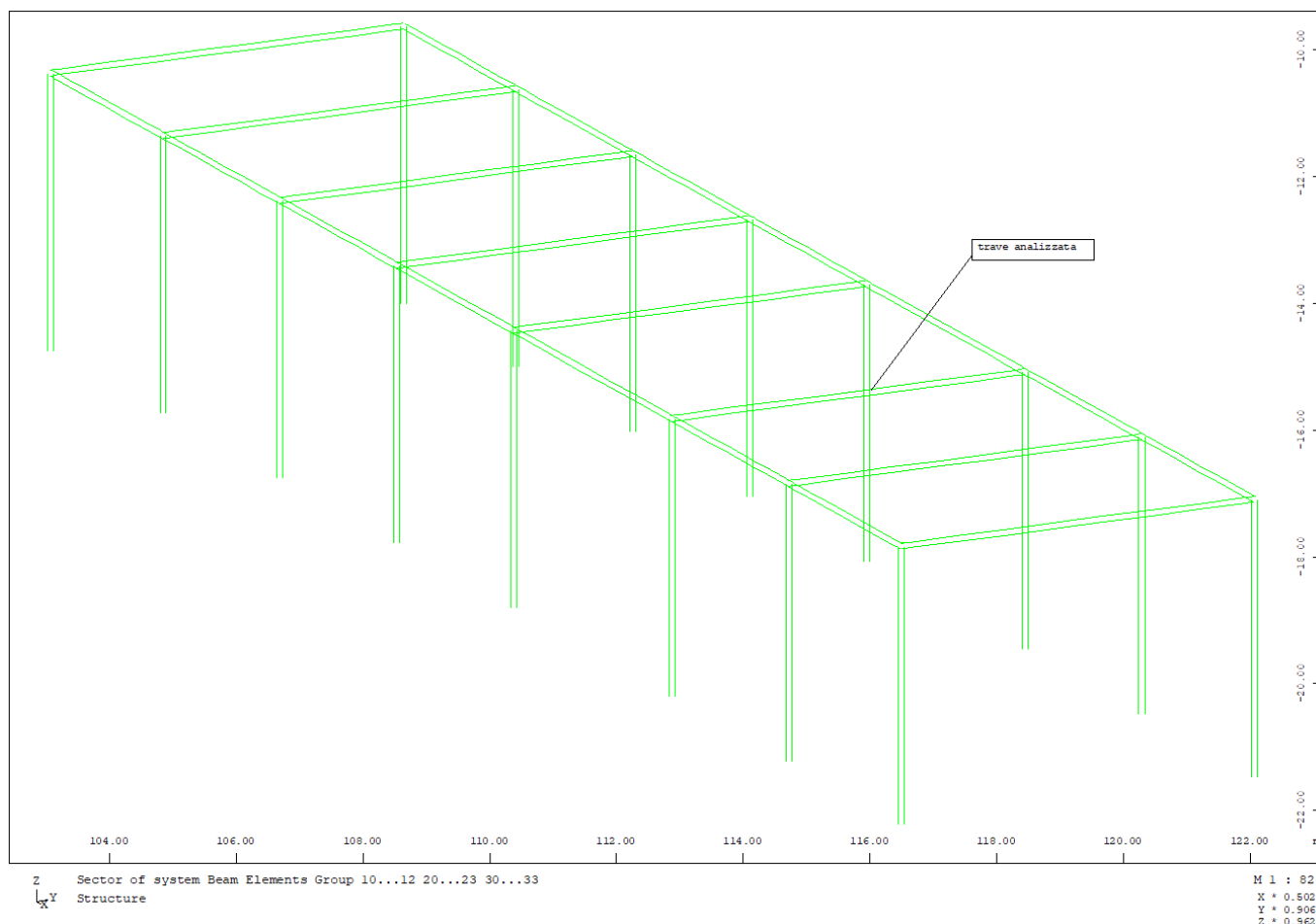


Figura 12-1 Trave soggetta a validazione

Le molle rotazionali alle estremità vengono valutate considerando le seguenti grandezze geometriche.



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>253 di 304</b>

Rigidzze vincoli elastici

vincolo sinistra      vincolo destra       K utente

portale incastrato

a: 0.3000 m  
b: 0.4000 m  
J: 0.0009000 m<sup>4</sup>  
L: 4.050 m

E: 33,640 N/mm<sup>2</sup>

$K_{sin}$  29,156       $K_{des}$  29,156 [kNm/rad]      OK      Annulla

Trave Continua - File: campata

File Opzioni Impostazioni ?

Titolo : trave 1

Tipo di calcolo delle sollecitazioni:  SLE  SLU      rara

Numero campate (Compresi Sbalzi) : 1

Camp. N°	Luce	G1	G2	Q1	App.	Largh.
1	6.45	15	21	9	1	
2					2	

(lunghezze in [m], carichi in [kN/m])

Vincoli di estremità

Sinistra      Destra

Appoggio           

Incastro           

Libero           

Elastico           

ridist. M      Calcolo

Diagrammi

Visualizza Deformata      Momento 1: 100

Scale fisse Taglio 1: 100      Freccia 1: 0.02

N. Punti Plottaggio: 100

Visualizza      Stampa

M      I      M ± T

DWG      Esporta Blocco      ?

**Risultati**

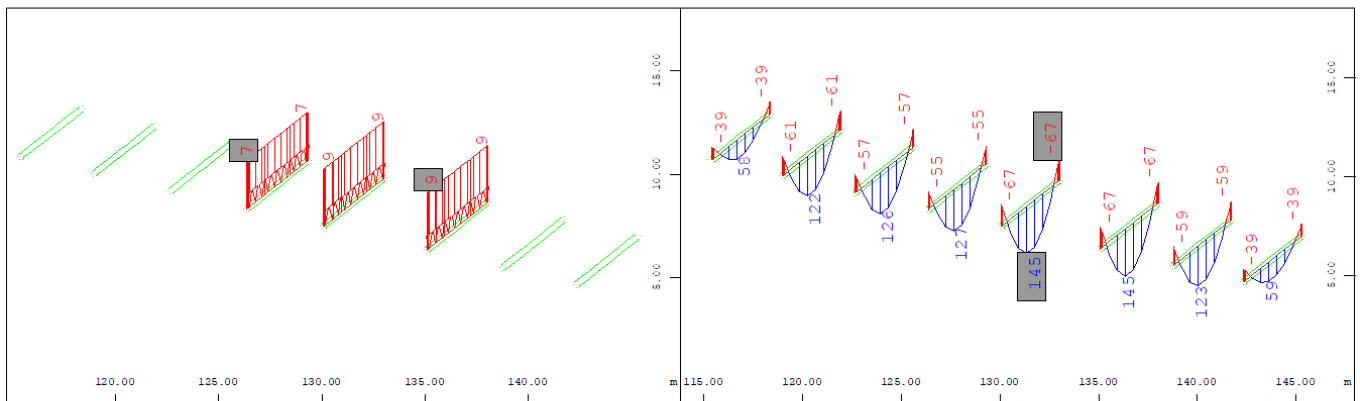
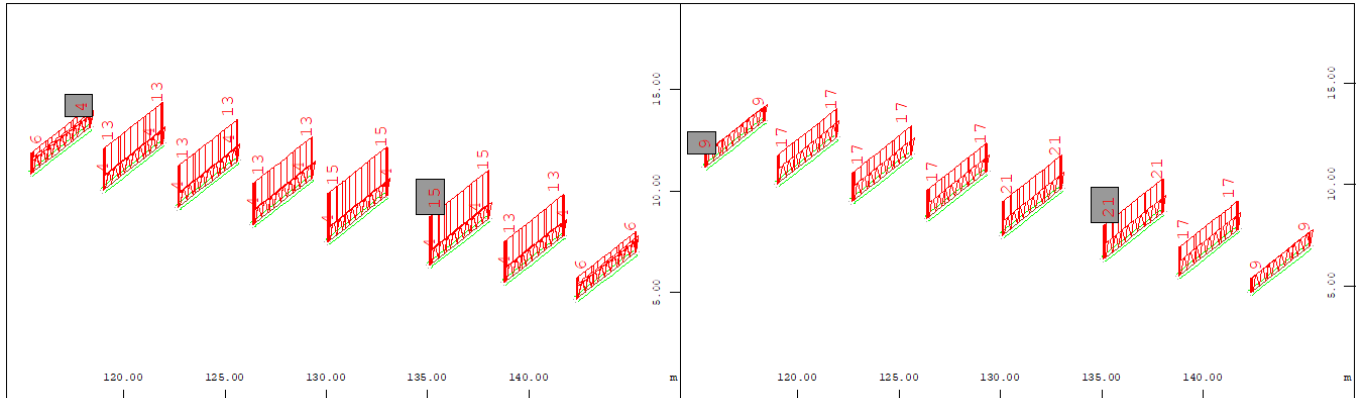
Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	-83.8		-104.8			
m	140.3	3.3	112.2	3.3	1.01E-02	8.05E-03
2	-83.8		-104.8			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1			148.5	148.5
2	-148.5	76.43	148.5	118.8

Figura 12-2 Vincoli elastici trave continua

Il carico uniformemente distribuito dato dal peso proprio delle travi e delle predelle è carico accidentale neve corrispettivamente pari a (15.00 +21.00 +9.00) kN/m il peso si desume dall'analisi dei carichi ed è pari a 45.00 kN/m. Si considera una combinazione di carico con coefficienti pari 1 (SLE - rara).

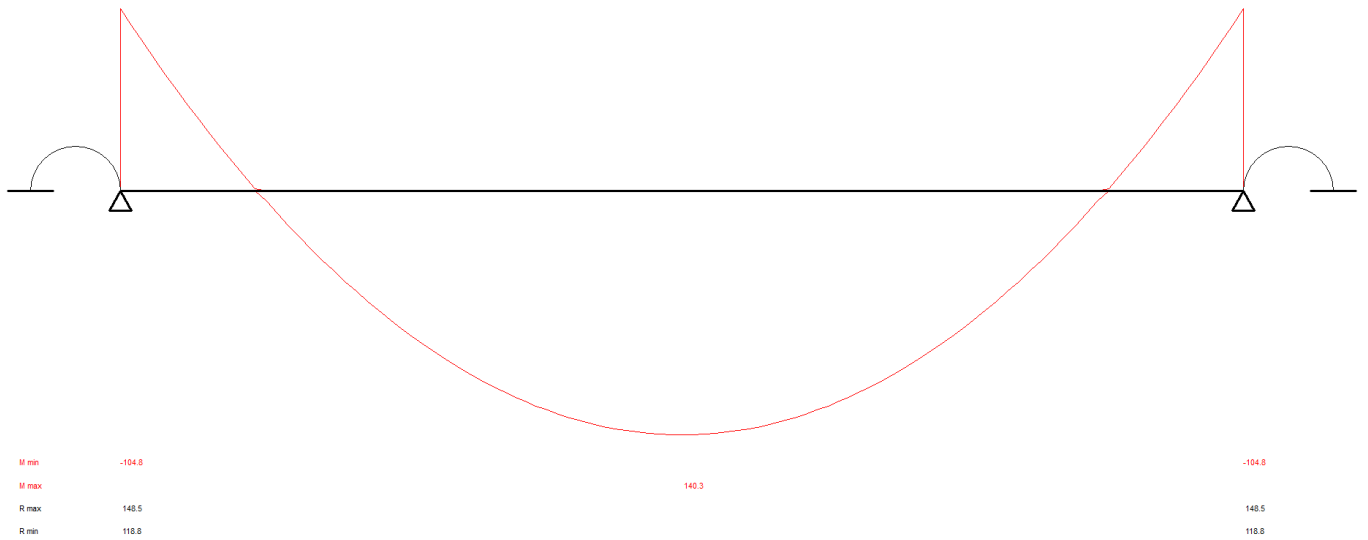
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER ELETTRI-FER M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>254 di 304</b>



Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni calcolate tramite programma *Travecontinua* del Prof. Piero Gelfi e quelle derivanti dal modello di calcolo:

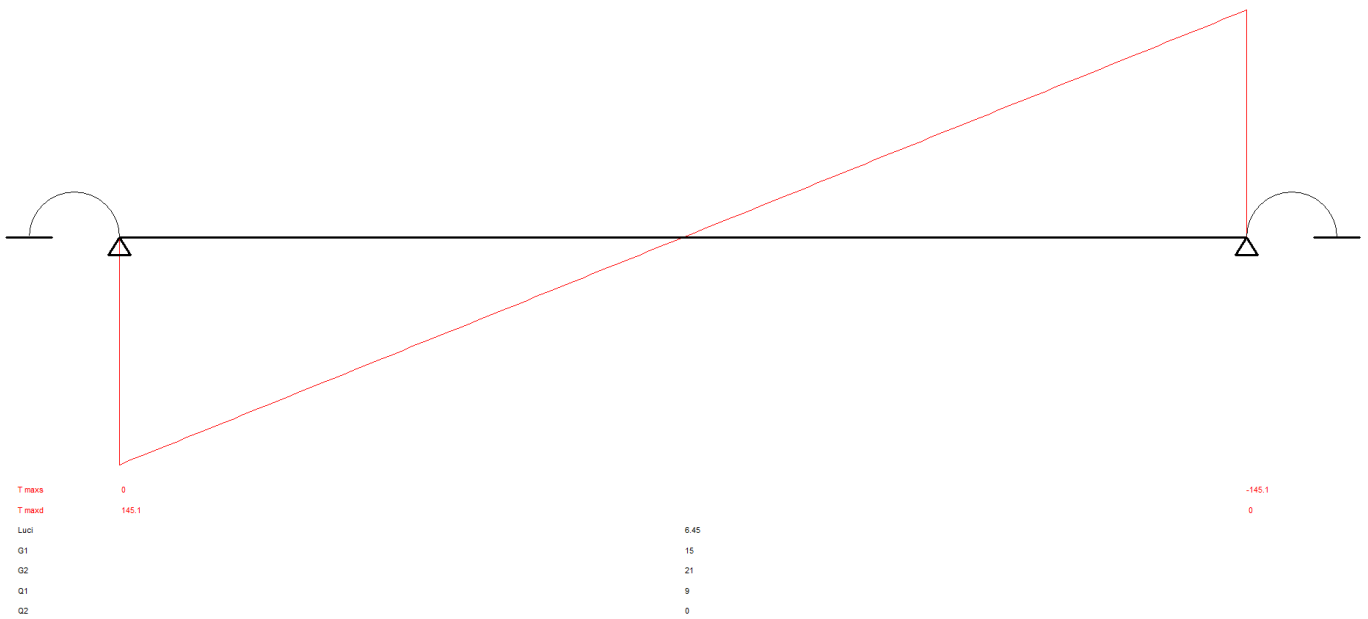
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>255 di</b> <b>304</b>

File : campala - trave 1  
Scala momenti 1:100 - Sollecitazioni SLE - Rara



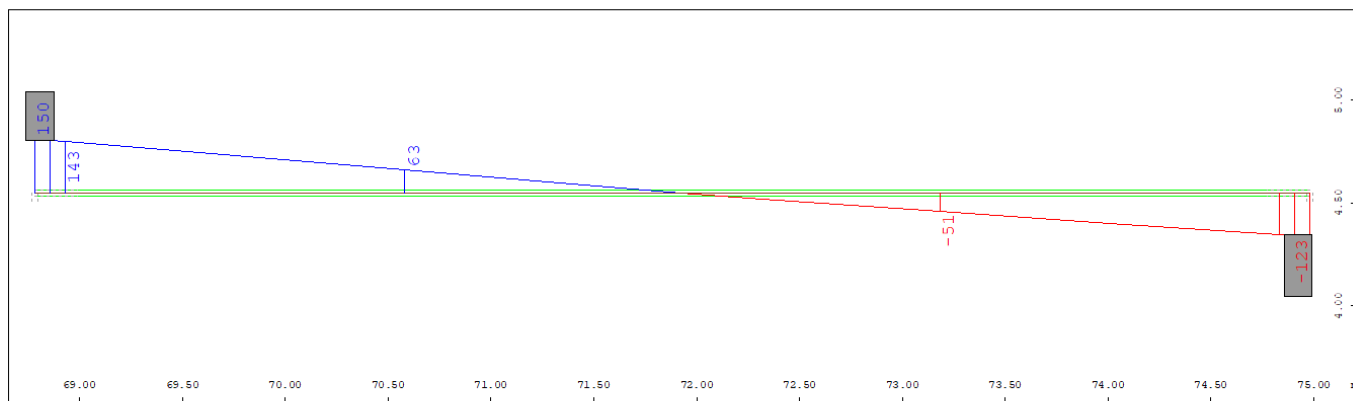
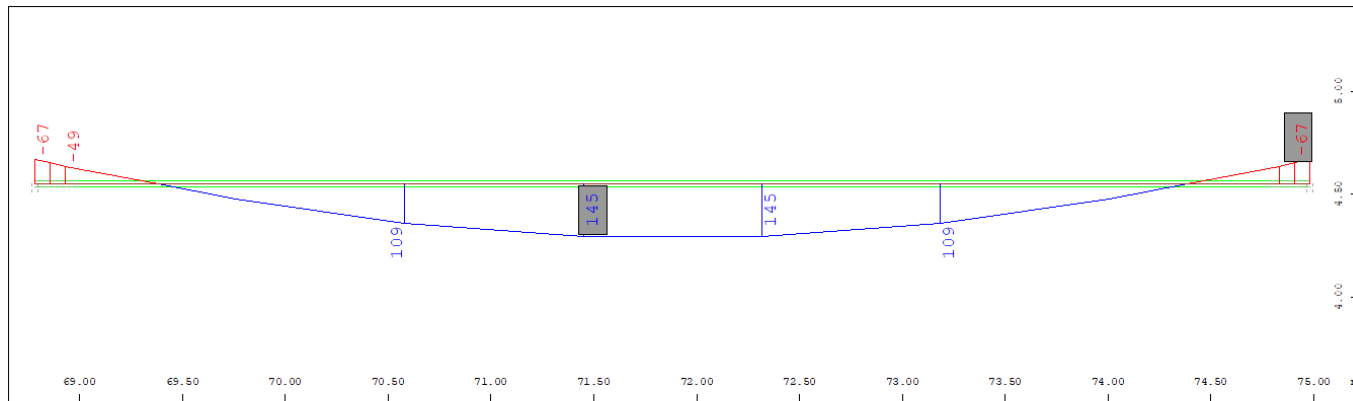
**Figura 12-3 Diagramma Flessione**

File : campala - trave 1  
Scala tagli 1:100 - Sollecitazioni SLE - Rara



**Figura 12-4 Diagramma taglio**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>256 di 304</b>



**Figura 12-5 Diagramma flessione e taglio modello**

$$\% \Delta MSLE = (145 - 140) / 145 = 0.03 \sim 3 \% \text{ ok}$$

$$\% \Delta TSLE = (150 - 145) / 150 = 0.03 = 3 \% \text{ ok}$$

## 12.2 VALIDAZIONE RISULTATI ANALISI SISMICA

Nell' immagine successive si riportano le reazioni di taglio orizzontale alla base per i casi sismici elementari desunti dalle analisi spettrali.

Il livello a base dei pilastri è 0.00 m.

Si riporta il taglio alla base per la direzione x estratto dall'analisi modale

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 257 di 304

**Sum of forces (Base-Shear)**

LC	Z-lvl [m]	Mode	Forces			Moments		
			PX[kN]	PY[kN]	PZ[kN]	MX[kNm]	MY[kNm]	MZ[kNm]
9001	0.000	CQC <sup>1</sup>	838.8	2.1	0.6	46.74	3867.22	60366.96

<sup>1</sup> Total Vb and Mb obtained by the given modal superposition rule.  
 LC load case  
 Z-lvl Storey elevation (upwards positive)  
 Mode eigenmode number  
 Forces Total forces at cutting plane just below elevation Z-lvl  
 Moments Overturning moments referring to the origin of the global coordinate system

A seguire la tabella con indicazione del taglio alla base nella direzione y.

**Sum of forces (Base-Shear)**

LC	Z-lvl [m]	Mode	Forces			Moments		
			PX[kN]	PY[kN]	PZ[kN]	MX[kNm]	MY[kNm]	MZ[kNm]
9002	0.000	CQC <sup>1</sup>	2.1	833.2	0.0	3748.92	9.94	90150.30

<sup>1</sup> Total Vb and Mb obtained by the given modal superposition rule.  
 LC load case  
 Z-lvl Storey elevation (upwards positive)  
 Mode eigenmode number  
 Forces Total forces at cutting plane just below elevation Z-lvl  
 Moments Overturning moments referring to the origin of the global coordinate system

**Figura 12-6 reazioni alla base casi spettrali**

La massa G1 peso proprio che entra nell'analisi è pari a 603 kN

Summary of beam elements  
Groups

Grp	TotLength [m]	Max.Length [m]	TotVolume [m3]	TotWeight [t]	Surface [m2]	As-Flex. [t]	As-Shear [t]
10	67.200	1.050	8.064	20.160	94.080	2.176	0.414
11	2.800	0.125	0.336	0.840	3.920	0.091	0.017
12	2.800	0.125	0.336	0.840	3.920	0.091	0.017
20	24.800	1.033	2.976	7.440	34.720	0.194	0.097
21	32.200	0.575	3.864	9.660	45.080	0.353	0.126
22	2.100	0.038	0.252	0.630	2.940	0.023	0.008
23	2.100	0.038	0.252	0.630	2.940	0.023	0.008
30	20.800	0.867	3.370	8.424	51.688	0.488	0.103
31	26.400	0.825	4.277	10.692	65.604	0.553	0.130
32	1.200	0.075	0.194	0.486	2.982	0.025	0.006
33	1.200	0.075	0.194	0.486	2.982	0.025	0.006
40	57.000	0.488	62.700	0.000		1.396	0.000
41	2.100	0.038	2.310	0.000		0.051	0.000
42	2.100	0.038	2.310	0.000		0.051	0.000
50	11.800	0.538	12.980	0.000		0.289	0.000
51	0.300	0.038	0.330	0.000		0.007	0.000
52	0.300	0.037	0.330	0.000		0.007	0.000
60	35.400	0.538	5.310	0.000		0.333	0.000
61	0.900	0.038	0.135	0.000		0.008	0.000
62	0.900	0.037	0.135	0.000		0.008	0.000
999	106.376	8.422	61.539	0.000		2.043	0.000
Sum	400.775		172.194	60.288	310.856	8.238	0.932

Grp primary group number

Pesi portati G2= 795 kN + peso facciata G2= 773 kN

**LC: 2, 24, Loadcase Sum of support forces in global Z**

LC	LC-title	RZ [kN]
1	2 G2	795.1
2	24 G2 facciata travi	772.7

La massa totale che entra nell'analisi simica è pari a 603+795+773= 2171kN:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 258 di 304

#### Eigenvalues

No.	LC	$\lambda$ [rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup> ]	error [-]	$\omega$ [rad/sec]	f [Hz]	T [sec]	$\xi$ [%]	Meff			participation		
								X[%]	Y[%]	Z[%]	X[%]	Y[%]	Z[%]
1	8000	2.0145E+02	0.0E+00	14.193	2.259	0.443	0.000	0.0	94.9	0.0	0.0	94.9	0.0
2	8001	3.0226E+02	0.0E+00	17.386	2.767	0.361	0.000	0.0	2.0	0.0	0.0	2.0	0.0
3	8002	3.5922E+02	0.0E+00	18.953	3.016	0.332	0.000	95.9	0.0	0.0	95.9	0.0	0.0

Il periodo del primo modo in x è pari 0.27 s (massa partecipante 96%) mentre in y è pari a 0.37 s (massa partecipante 95%), pertanto l'ordinata spettrale con cui si possono paragonare i risultati è 0.41 g. Si ha quindi:

- Taglio alla base x=  $2171 \cdot 0.41 \cdot 0.96 = 854$  kN , la differenza con il risultato del software è del 1,8 %.

- Taglio alla base y=  $2171 \cdot 0.41 \cdot 0.95 = 845$  kN , la differenza con il risultato del software è del 1.4 %.

I risultati si ritengono accettabili.

### 12.3 GIUDIZIO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI DELLE VERIFICHE STRUTTURALI

In accordo con le indicazioni contenute nel capitolo 10 delle NTC 2018, a commento delle verifiche riportate nei precedenti capitoli si precisa quanto segue:

- le verifiche degli elementi strutturali, laddove eseguite con programmi di calcolo automatico, sono state effettuate mediante l'utilizzo di codici di riconosciuta affidabilità ed impiego in ambito nazionale: tali codici contengono adeguata documentazione, nonché numerosi test di verifica e validazione circa l'affidabilità dei risultati ottenuti;

- i file di input e output dei programmi, riportati nella presente relazione, sono stati sottoposti a verifica mediante:

- controllo dei dati inseriti in merito a caratteristiche dei materiali, carichi e parametri di resistenza e deformabilità dei terreni, condizioni di vincolo imposte e coerenza con gli schemi statici rappresentati negli elaborati di progetto, nonché della successione delle fasi costruttive imposte nel progetto stesso;
- valutazione delle reazioni ai vincoli e verifica equilibrio globale della struttura analizzata;

analisi speditiva dei risultati per confronto con schemi di calcolo semplificati, oppure con i risultati ed i dimensionamenti già svolti in sede di Progetto Definitivo: questi ultimi, in particolare, hanno costituito un primario riferimento per il dimensionamento delle opere e la valutazione dei risultati, nonché per la comprensione/elaborazione del giudizio di accettabilità in presenza di eventuali scostamenti, qualora osservati a motivo delle diverse ipotesi di carico/vincolo e sequenze operative imposte

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>			<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF          ELETTRI-FER M-NGEGERIA</b>			<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA          II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 259 di 304

## 13 INCIDENZA

L'incidenza calcolata per gli elementi strutturali è la seguente:

<b>PILASTRI</b>							
	L [m]	n°	φ [mm]	kg/m	kg	Area pilastro	
Armatura verticale	1,1	4	24	3,551	14,91	b1	0,3 m
staffe zona critica passo 10cm	1,5	5	12	0,888	6,01	b2	0,4 m
staffe fuori zona critica passo 15cm	1,5	2	12	0,888	2,00	L=	1 m
Armatura verticale	1,1	6	20	2,466	15,54		
spillo fi 12 fuori calcolo	0,5	4	12	0,888	1,55		
					40,01		
						0,12 m3	fondazione
					Fattore sfrido	1,1	350 kg/m3
<b>TRAVE PRINCIPALE INTERNA MEZZERIA</b>							
	L [m]	n°	φ [mm]	kg/m	kg	Area TRAVE	
armatura sup 1° layer	1,00	3	20	2,466	7,40	b1	0,3 m
Armatura ali	1,00	4	12	0,888	3,55	b2	0,15 m
Armatura inf 1° layer	1,10	3	22	2,984	9,85	h1	0,24 m
Armatura inf 2° layer	1,10	3	26	4,168	13,75	h2	0,16 m
staffe	1,50	5	10	0,617	4,63	Area=	0,168 m2
						L=	6 m
					41,14		0,168 m3
					Fattore sfrido	1,1	269 kg/m3
<b>TRAVE PRINCIPALE INTERNA APPOGGIO</b>							
	L [m]	n°	φ [mm]	kg/m	kg	Area TRAVE	
armatura sup 1° layer	1,10	3	20	2,466	8,14	b1	0,3 m
Armatura ali	1,00	4	12	0,888	3,55	b2	0,15 m
Armatura inf 1° layer	1,10	2	22	2,984	6,56	h1	0,24 m
staffe	1,50	10	10	0,617	9,26	h2	0,16 m
staffe	1,50	1	10	0,617	0,93	Area=	0,168 m2
						L=	6 m
					28,44		0,168 m3
					Fattore sfrido	1,1	186 kg/m3
					Media pesata	229,11078	

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 260 di 304

TRAVE PRINCIPALE ESTERNA MEZZERIA								
	L [m]	n°	φ [mm]	kg/m	kg	Area TRAVE		
armatura sup 1° layer	1,0	2	20	2,466	4,93	b1		0,3 m
armatura sup 1° layer	1,0	1	16	1,578	1,58	b2		0,15 m
Armatura ali	1,0	2	12	0,888	1,78	h1		0,24 m
Armatura inf 1° layer	1,0	3	20	2,466	7,40	h2		0,16 m
Armatura inf 2° layer	1,0	3	22	2,984	8,95	Area=		0,144 m2
staffe	1,5	10	10	0,617	9,26	L=		6 m
staffe	1,5	1	10	0,617	0,93			
					34,82			0,144 m3
			Fattore sfrido	1,1				266 kg/m3
TRAVE PRINCIPALE ESTERNA APPOGGIO								
	L [m]	n°	φ [mm]	kg/m	kg	Area TRAVE		
armatura sup 1° layer	1,0	2	24	3,551	7,10	b1		0,3 m
armatura sup 1° layer	1,0	1	20	2,466	2,47	b2		0,15 m
armatura sup 2° layer	1,0	2	12	0,888	1,78	h1		0,24 m
Armatura ali	1,0	2	12	0,888	1,78	h2		0,16 m
Armatura inf 1° layer	1,0	3	20	2,466	7,40	Area=		0,144 m2
staffe	1,5	5	10	0,617	4,63	L=		6 m
					25,15			0,144 m3
			Fattore sfrido	1,1				192 kg/m3
			Media pesata	230,21307				



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>261 di</b> <b>304</b>

TRAVE secondaria MEZZERIA								
	L [m]	n°	φ [mm]	kg/m	kg	Area TRAVE		
armatura sup 1° layer	1,0	2	16	1,578	3,16	b1	0,3 m	
Armatura inf 1° layer	1,0	3	16	1,578	4,73	b2	0 m	
staffe	1,5	5	8	0,395	2,96	h1	0,4 m	
						h2	0 m	
						Area=	0,12 m2	
						L=	6 m	
					10,85	0,12 m3		
	Fattore sfrido		1,1			99 kg/m3		
TRAVE secondaria APPOGGIO								
	L [m]	n°	φ [mm]	kg/m	kg	Area TRAVE		
armatura sup 1° layer	1,0	4	16	1,578	6,31	b1	0,3 m	
Armatura inf 1° layer	1,0	2	20	2,466	4,93	b2	0 m	
staffe	1,5	10	8	0,395	5,93	h1	0,4 m	
staffe	1,5	1	8	0,395	0,59	h2	0 m	
						Area=	0,12 m2	
						L=	6 m	
					17,76	0,12 m3		
	Fattore sfrido		1,1			161 kg/m3		
		Media	130,40744					

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 262 di 304

TRAVE di Fondazione appoggio							
	L [m]	n°	φ [mm]	kg/m	kg	Area TRAVE	
ferri longitudinali	1,0	14	20	2,466	34,52	b1	0,7 m
staffe	4,0	5	10	0,617	12,34	b2	0,4 m
staffe	3,4	5	10	0,617	10,49	h1	0,5 m
riprese influiscono su una l	2	4	24	3,551	28,41	h2	0,5 m
armatura di pelle	1,0	8	12	0,888	7,10	Area=	1,1 m2
						L=	6 m
					92,87		1,1 m3
							118 kg/m3
TRAVE di Fondazione mezzeria							
	L [m]	n°	φ [mm]	kg/m	kg	Area TRAVE	
	1,0	15	20	2,466	36,99	b1	0,7 m
	4,0	5	10	0,617	12,34	b2	0,4 m
	3,4	5	10	0,617	10,49	h1	0,5 m
	2	4	24	3,551	28,41	h2	0,5 m
	1,0	8	12	0,888	7,10	Area=	1,1 m2
						L=	6 m
					95,33		1,1 m3
							121 kg/m3
						Media pesata	119,7

Cordolo di fondazione							
L [m]	n°	φ [mm]	kg/m	kg	Area TRAVE		
1,0	6	20	2,466	14,80	b1		0,3 m
1,8	5	10	0,617	5,55	b2		0 m
					h1		0,5 m
					h2		0 m
					Area=		0,15 m2
					L=		6 m
				20,35			0,15 m3
							149 kg/m3

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>263 di</b> <b>304</b>

solaio 5700							
L [m]	n°	φ [mm]	kg/m	kg	Area TRAVE		
1,0	4	14	1,208	4,83	b1	0,14 m	
1,0	1	12	0,888	0,89	b2	0 m	
					h1	0,2 m	
					h2	0 m	
					Area=	0,028 m2	
					L=	6 m	
				5,72	0,028 m3		
					225 kg/m3		
solaio 4200							
L [m]	n°	φ [mm]	kg/m	kg	Area TRAVE		
1,0	4	12	0,888	3,55	b1	0,14 m	
1,0	0	12	0,888	0,00	b2	0 m	
					h1	0,2 m	
					h2	0 m	
					Area=	0,028 m2	
					L=	6 m	
				3,55	0,028 m3		
					140 kg/m3		

Elemento strutturale	dimensioni bxh [mm x mm]	Incidenza [kg/m3]
Pilastro	300x400	<b>350</b>
Trave principale interna (sezione a T)	300x400 + 2x(150x160)	<b>230</b>
Trave principale esterna (sezione a L)	300x400 + (150x160)	<b>230</b>
Trave secondaria	300x400	<b>130</b>
Trave di fondazione (sezione a T rovescio)	700x1000 + 2x(400x500)	<b>120</b>
Cordolo	300x500	<b>150</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>264 di</b> <b>304</b>

Elemento strutturale	dimensioni b x h [mm x mm]	Incidenza [kg/m3]
Solaio (Luce 5,70 m)	140x200	<b>225</b>
Solaio (Luce 4,20 m)	140x200	<b>140</b>

## 14 DESCRIZIONE GRUPPO ELETROGENO

Il gruppo elettrogeno ha le dimensioni pari a 3.00x 1.14 x 1.77 m, posizionato su una platea di dimensioni 3.00 x 1.80 x 0.4 m.

Si riporta estratto da scheda tecnica.

### MAIN DATA

Continuous power (PRP)	<b>160.0 (kVA)</b>
Continuous power (PRP)	<b>128.0 (kW)</b>
Stand-by power (LTP)	<b>175.0 (kVA)</b>
Stand-by power (LTP)	<b>140.0 (kW)</b>
Voltage • Frequency • Power Factor	<b>400V • 50Hz • 0.8 cosφ</b>

### DIMENSIONS AND WEIGHT

Width	1140 mm
Length	3000 mm
Height	1770 mm
Weight	1660 kg

Si riporta la capacità del serbatoio per definire il carico del G.E. compreso del peso del carburante.

### BASEFRAME

Model	GV100HD
Standard tank	360 l
Optional tank	120 l
Oversized tank*	800 l

peso specifico del gasolio  $\gamma=8.50 \text{ kN/m}^3$

peso carburante  $8.50 \times 0.8 = 6.80 \text{ kN}$

Peso G.E. (vuoto) = 16.6 kN

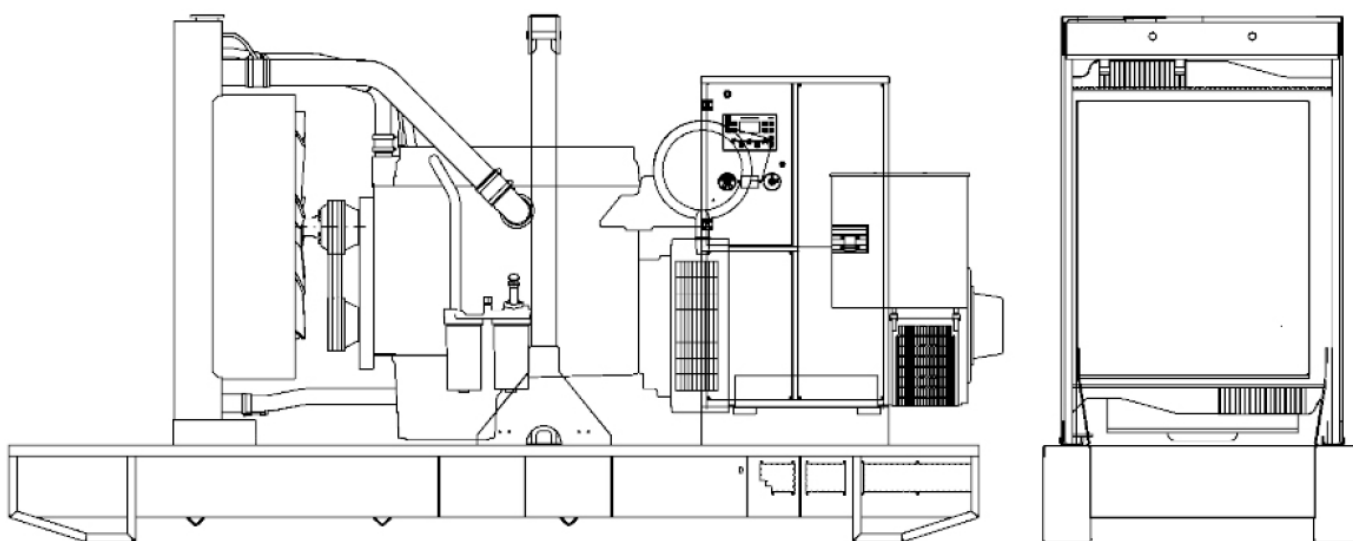
<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>265 di</b> <b>304</b>

Carico complessivo  $G_2 = 23.4$  kN

il carico del G.E. comprensivo del carburante è stato moltiplicato di un incremento dinamico  $\Phi=1.35$ , per passare da carichi statici a carichi dinamici.

$$G_{2ge\_p} = 1.35 \times 23.4 = 31.60 \text{ kN}$$

Il seguente carico viene applicato sulla platea come una pressione agente su 4 piedini del G.E. di dimensione  $0.14 \times 0.14$  m  $\rightarrow$  di area  $A_{\text{piede}}=0.02$  m<sup>2</sup>, disposti secondo lo schema riportato nell'immagine sotto inerente alla scheda tecnica del prodotto.



Ripartendo quindi il carico complessivo dell'intera struttura fra i 4 piedini, si ottiene:

Carico su singolo piedino

$$G_{2ge\_p} = 31.60 / 4 = 7.90 \text{ kN};$$

equivalente ad una pressione agente sulla platea di:

$$G_{2\_p} = G_{2ge\_p} / A_{\text{piede}} = 7.90 / 0.02 = 395 \text{ kN/m}^2$$

## 15 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 15.1 MAGRONE

Per la realizzazione delle opere di sottofondazione impiegato un calcestruzzo con classe di resistenza **C12/15** e classe di esposizione **X0**.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 266 di 304

## 15.2 CEMENTO ARMATO

### 15.2.1 Calcestruzzo

Nella tabella successiva sono riportate, per ogni singola classe di esposizione ambientale (UNI EN 206-1), le prescrizioni per il calcestruzzo che ne garantiscono la durabilità.

Tabella 15-1 Classe di esposizione e condizioni ambientali degli elementi strutturali

Elemento strutturale	Classi di esposizione (uni en 206-1)	Descrizione condizioni ambientali	Situazioni possibili per l'applicazione della classe
Fondazioni	XC3	Bagnato raramente asciutto	Fondazioni e strutture interrare

La classe di resistenza minima del conglomerato previsto per i muri di sostegno armati è **C30/37**. Per le verifiche si utilizza il legame costitutivo parabola-rettangolo.

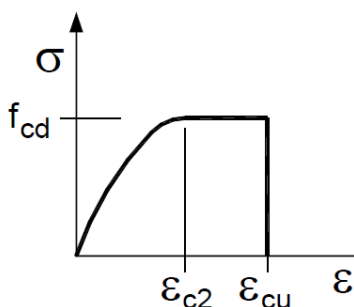


Figura 15-1 Legame costitutivo "a" definito per il calcestruzzo dalle NTC2018.

Le caratteristiche meccaniche sono le seguenti:

- Classe di resistenza: C30/37
- Rapporto massimo acqua/cemento: 0,55
- Copriferro netto minimo: 40 mm
- Peso per unità di volume:  $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$
- Resistenza caratteristica cubica:  $R_{ck} = 37,00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica cilindrica:  $f_{ck} = 30.71 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza cilindrica media:  $f_{cm} = 38.71 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione:  $f_{cd} = 17.40 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a trazione semplice (assiale):  $f_{ctm} = 2.90 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica a trazione semplice (frattile 5%):  $f_{ctk} = 2.03 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a trazione semplice:  $f_{ctd} = 1,35 \text{ N/mm}^2$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>267 di 304</b>

- Modulo elastico medio:  $E_{cm} = 32836.57 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente parziale di sicurezza:  $\gamma_c = 1,50$
- Deformazione al raggiungimento della massima tensione:  $\epsilon_{c2} = 2,00 \text{ ‰}$
- Deformazione ultima:  $\epsilon_{cu} = 3,50 \text{ ‰}$
- Coefficiente di dilatazione termica:  $\alpha = 10 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- Massima tensione di compressione in comb. RARA  $\sigma_c = 18.43 \text{ N/mm}^2$
- Massima tensione di compressione in comb. PERMANENTE  $\sigma_c = 13.82 \text{ N/mm}^2$

### 15.2.2 Acciaio d'armatura in barre tonde ad aderenza migliorata

Si adotta acciaio tipo B450C come previsto al punto 11.3.2.1 delle NTC2018, per il quale si possono assumere le seguenti caratteristiche:

Resistenza a trazione – compressione:

$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2 =$  Resistenza caratteristica di rottura

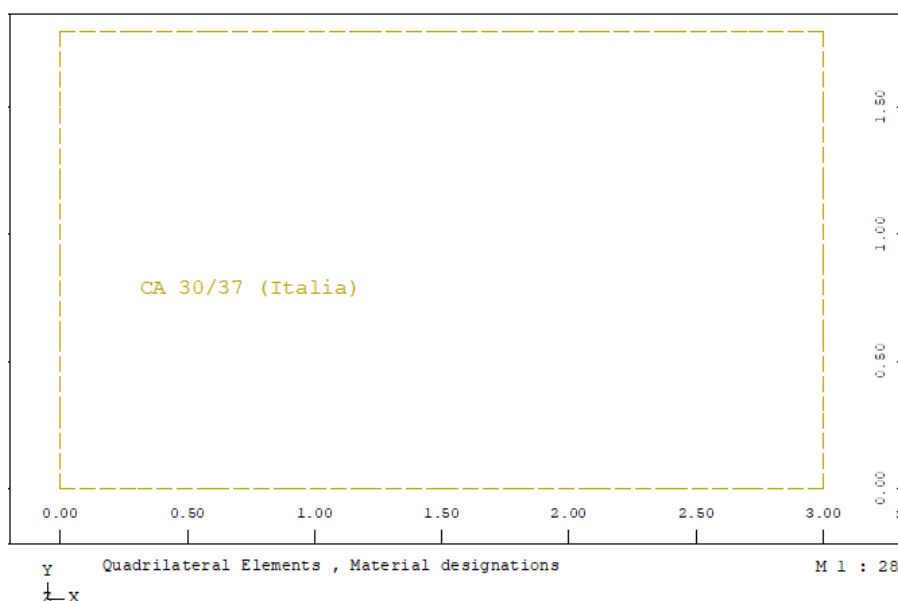
$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2 =$  Resistenza caratteristica a snervamento

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391.3 \text{ N/mm}^2 = \text{Resistenza di calcolo}$$

dove:

$\gamma_s = 1.15 =$  Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio.

Modulo Elastico:  $E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$



**Figura 15-2: Calcestruzzo basamento**

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>268 di</b> <b>304</b>

### 15.2.3 Copriferro

Secondo quanto riportato nel Manuale di progettazione RFI parte II sezione 2 “ponti e strutture” al paragrafo 2.5.2.2.3.1

Si utilizza un valore di copriferro C=40mm (valutato al netto dell’armatura più esterna)

Elemento strutturale	Copriferro minimo
Pali (di paratie o opere di sostegno), diaframmi e relativi cordoli di collegamento gettati in opera	60mm
Pali/diaframmi di fondazione gettati in opera	60mm
Pali di fondazione prefabbricati	60mm
<b>Solettoni di fondazione, fondazioni armate</b>	<b>40mm</b>
Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinte, ecc.)	40mm
Cunette canalette e cordoli	40mm
Opere in elevazione in viste (pile, spalle, pulvini, baggioli)	40mm
Opere in elevazione con superfici interrato o non ispezionabili	40mm
Solette estradosso	35mm
Solette intradosso (getto in opera)	35mm
Impalcati armatura ordinaria	40mm
Impalcati in C.A.P. - cavi pre-tesi	Max ( $3\phi_{TR}$ ; 50mm)
Impalcati in C.A.P. cavi post-tesi	Max ( $\phi_C$ ; 60mm)
Predalles prefabbricate con funzioni strutturali	25mm
Predalles senza funzioni strutturali	Max ( $\phi_{inf}$ ; 20mm)

Tabella 2.5.2.2.3.2.-1

Si riportano i dati di input iniziali

Copriferri, limiti tensionali e apertura delle fessure massime ammissibili.

L’armatura massima ammissibile per rispettare i copriferri imposti e per le quali le verifiche sono state condotte e verificate sono:

Basamento (gruppo 10):

diametro max consentito  $\Phi 16$  entrambe le direzioni;

Si assumono 2 direzioni ortogonali di armatura, organizzate nei layer sotto definiti:



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 269 di 304

SOFiSTiK: Design parameters of area elements

Common Graphical Output

Design parameter

Selection	Type	Direction and Distance	Reinforcement	Crack Control
1 Remaining Groups	No design	0.00°;0.00°		
2 10	Two Layers (orthogonal)	51.0mm;51.0mm;16.0mm;16.0mm ;	10 mm ; - ; - 10 mm ; - ; -	0.20mm;0.20mm ; - 0.20mm;0.20mm ; - ;

New Delete Up Down

Figura 15-3 Copriferro gruppi

Le distanze dal bordo H dell'armatura TRASVERSALE e quella DH tra TRASVERSALE e LONGITUDINALE sono riportate in figura:

SOFiSTiK: Direction and Distance

Direction

Upper (A) Lower (B)

Principal Reinforcement (0 ... 180)  °  °

The local x-axis of the elements is the default direction of the principal reinforcement.

Distance

Upper (A) Lower (B)

Principal Reinforcement (H)  mm  mm

Cross Reinforcement (DH)  mm  mm

OK Cancel

Figura 15-4 Copriferro Basamento

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 270 di 304

Upper

	Crack width	Steel stress
Principal Reinforcement	0.20 mm	337.50 MPa
Cross Reinforcement	0.20 mm	337.50 MPa

Lower

	Crack width	Steel stress
Principal Reinforcement	0.20 mm	337.50 MPa
Cross Reinforcement	0.20 mm	337.50 MPa

*i* Permissible crack width for crack width control with or without direct calculation. Crack width control acc. to EN 1992-1-1, table 7.3N requires input for permissible steel stress.

OK Cancel

**Figura 15-5 Limite apertura fessure e tensione sull'acciaio**

Il procedimento di verifica impostato nel software è quello di "in primis" calcolare l'armatura necessaria per le verifiche di resistenza SLU/SLV, lo step successivo è quello di verificare l'armatura calcolata agli SLU/SLV a fessurazione, se l'armatura non soddisfa le verifiche il software aumenta automaticamente l'armatura (fino a un limite che è stato impostato come visto precedentemente) e si passa alle verifiche tensionali la quale può confermare oppure aumentare l'armatura ulteriormente.

## 16 MODELLO STRUTTURALE BASAMENTO G.E.

### 16.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO

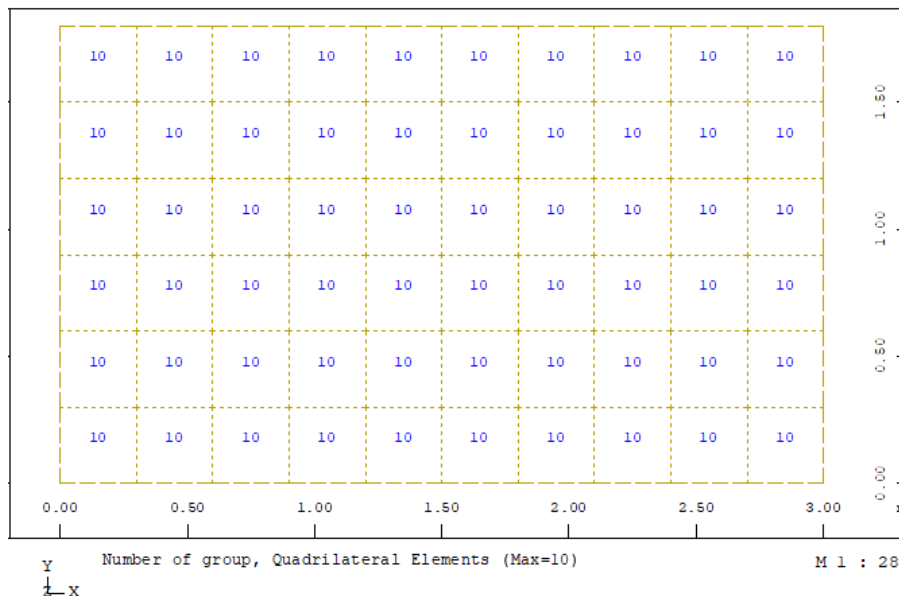
L'analisi della struttura è condotta con il programma di calcolo agli elementi finiti Sofistik Service Pack 2020-10 Build 1690, seguendo quanto specificato nelle NTC-18 al § 7.2.6 e nel manuale di progettazione RFI.

La platea di fondazione è modellata con elementi tipo *shell* e poggia su suolo elastico alla Winkler.

Il modello di calcolo ha le seguenti dimensioni 1.80 x 3.00 m.

Gli elementi modellati (shell) vengono suddivisi in gruppi in modo da avere una più pratica gestione dell'attribuzione delle proprietà (materiali, coefficienti, ecc.) ed una visione più efficiente in sede di verifica:

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>271 di 304</b>



**Figura 16-1: vista del modello di calcolo fem , gruppi degli elementi strutturali**

Per il caso in esame è stato definito un solo gruppo che rappresenta la platea tutta. Tale gruppo è il 10.

Terreno di fondazione

Il basamento G.E.verrà realizzato sul piazzale RI11 all'interno del fabbricato FA01A, per le verifiche si prendono in considerazione i parametri del terreno utilizzati per il calcolo delle fondazioni del fabbricato.

Per le analisi d'interazione struttura-terreno in direzione verticale, il coefficiente di sottofondo alla Winkler può essere determinato con la seguente relazione:

$$k_w = \frac{E}{(1-\nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

Dove:

- |       |                              |  |
|-------|------------------------------|--|
| $\nu$ | 0.3 -                        | coefficiente di Poisson = 0.3;                 |
| B     | 1.80 m                       | larghezza della fondazione;                    |
| L     | 3.00 m                       | lunghezza della fondazione;                    |
| $c_t$ | 1.13 -                       | fattore di forma (Bowles, 1960)                |
| $K_w$ | <b>9184 kN/m<sup>3</sup></b> | <b>coefficiente di sottofondo alla Winkler</b> |

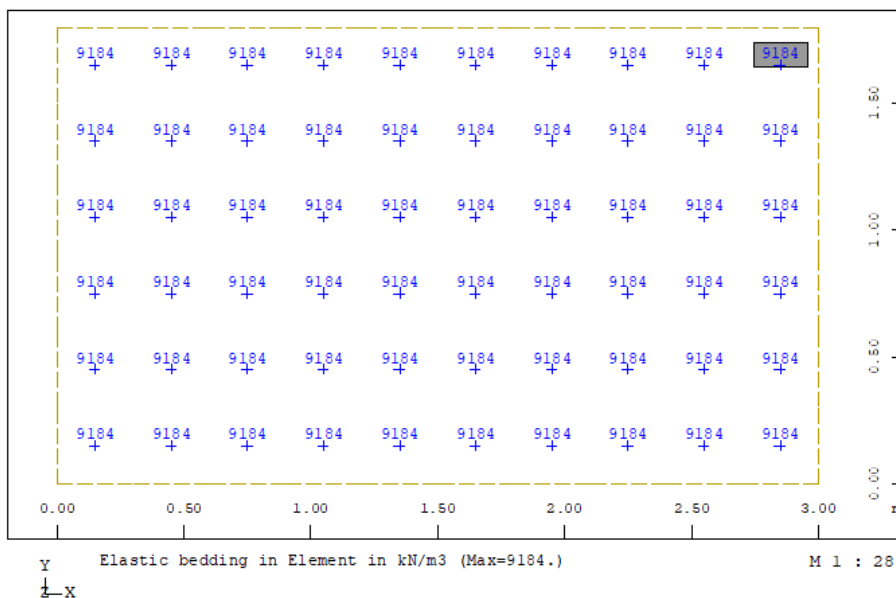
**Fattore di forma per la stima del coefficiente di Winkler**

- |                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Fondazione rigida           | $c_t$                          |
| Rettangolare con $L/B < 10$ | $c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$ |
| Rettangolare con $L/B > 10$ | $c_t = 2 + 0.0089(L/B)$        |

Dove L è il lato maggiore della fondazione.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>272 di</b> <b>304</b>

La costante di Winkler assunta sarà pari a  $k_v = 9184 \text{ kN/m}^3$  in direzione verticale e  $k_h = 918 \text{ kN/m}^3$  in direzione orizzontale.



**Figura 16-2: costante di Winkler inserita nel modello**

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>273 di 304</b>

## 16.2 ELEMENTI BIDIMENSIONALI “SHELL”

Il riferimento locale degli elementi SHELL è così descritto.

Soletta:

asse x // asse - Y

asse y // asse -X

asse z // asse Z, ma diretto verso il basso.

Le azioni interne negli elementi SHELL sono le seguenti:

Comportamento piastra:

$m_{xx}$  momento flettente sulla faccia di normale x, agente attorno all'asse y, tende le fibre +z

$m_{yy}$  momento flettente sulla faccia di normale y, agente attorno all'asse -x, tende le fibre +z

$m_{xy}$  momento torcente

$v_x$  azione tagliante sulla faccia di normale x, agente nella direzione +z (associato a  $m_{xx}$ )

$v_y$  azione tagliante sulla faccia di normale y, agente nella direzione +z (associato a  $m_{yy}$ )

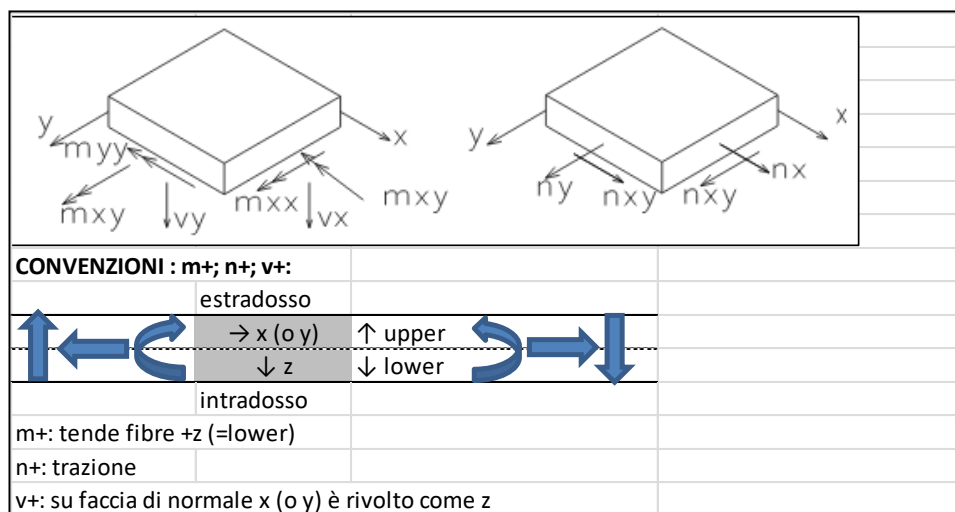
Comportamento membranale:

$n_x$  azione assiale sulla faccia di normale x

$n_y$  azione assiale sulla faccia di normale x

$n_{xy}$  azione tagliante sulla faccia di normale x, agente nella direzione y

Le convenzioni sono rappresentate in figura:



**Figura 16-3 : Convenzione sollecitazioni - elementi SHELL**

Descrizione degli indici associati alle Load case (LC) di involuppo:

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>274 di</b> <b>304</b>

INDICI DEI PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE:		
		SOLETTA
01	MAX-mxx	MOMENTO dir. LONG
02	MIN-mxx	
03	MAX-myy	MOMENTO dir. TRAS.
04	MIN-myy	
05	MAX-mxy	TORCENTE
06	MIN-mxy	
07	MAX-vx	TAGLIO dir. LONG. (sez. vert.)
08	MIN-vx	
09	MAX-vy	TAGLIO dir. TRAS. (sez. orizz.)
10	MIN-vy	
11	MAX-nxx	SFORZO ASS. dir. LONG.
12	MIN-nxx	
13	MAX-nyy	SFORZO ASS. dir. TRAS.
14	MIN-nyy	
15	MAX-nxy	TAGLIO MEMBRANALE
16	MIN-nxy	

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A       NET ENGINEERING    PINI       GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                    M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b> <b>FOGLIO</b> <b>275 di</b> <b>304</b>

## 17 ANALISI DEI CARICHI

Come prescritto dalle NTC 2018, sono state considerate agenti sulla struttura diverse condizioni di carico elementari, combinate tra loro in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche della platea di fondazione.

Per il calcolo delle sollecitazioni sulla platea e stato impiegato il programma di calcolo Sofistik che mediante il post processore calcola in modo automatizzato le armature necessarie.

Nel progetto strutturale in esame, al fine di una progettazione tipologica che consenta l'impiego del fabbricato su tutta la rete ferroviaria nazionale, le azioni esterne, quali vento e neve, sono state valutate considerando le condizioni più gravose in accordo con la dislocazione delle stazioni sul territorio della tratta Napoli - Bari.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 276 di 304

## 17.1 PARAMETRI DELL'OPERA

I parametri dell'opera che definiscono uso e vita utile del tombino sono scelti come di seguito riportato:

TIPO DI COSTRUZIONE <sup>(1)</sup>	Vita Nominale V <sub>N</sub> [Anni] <sup>(1)</sup>
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14.01.2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE (V<250 Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ V<250 Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ V ≥ 250 km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 <sup>(2)</sup>
(1) – La stessa V <sub>N</sub> si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprighiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

Tab. 2.5.1.1.1-1 – Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

V<sub>n</sub> = vita nominale = **75 anni**

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

CL = Classe d'uso = **III**

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C<sub>U</sub>

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C <sub>U</sub>	0,7	1,0	1,5	2,0

C<sub>u</sub> = coefficiente d'uso = **1.50**

Ne consegue un periodo di riferimento per la costruzione di:

V<sub>r</sub> = periodo di riferimento azione sismica = **112.5 anni**



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 277 di 304

## 17.2 PESO PROPRIO STRUTTURE

La platea in esame ha una forma rettangolare di dimensioni interne 3.00 x.1.80m con spessore della soletta di 40cm.

Considerando un peso specifico del calcestruzzo armato di:

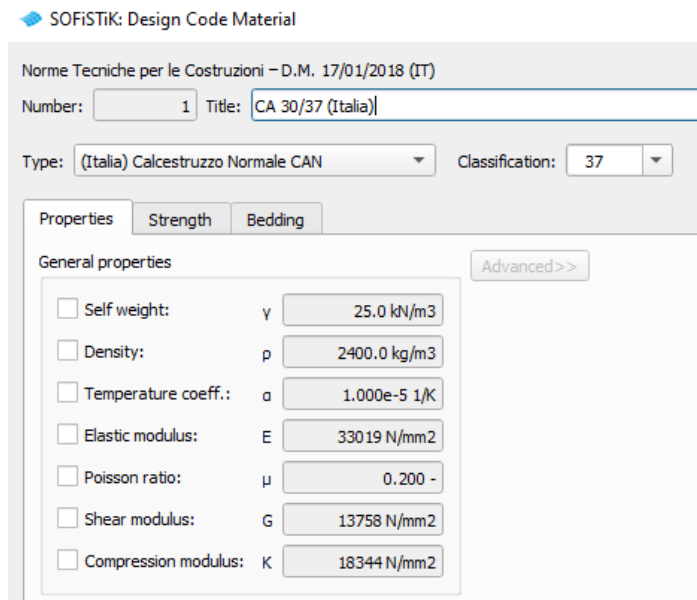
$$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$$

il peso a metro quadro della platea vale:

$$G_1 = \gamma \times S = 25 \times 0.40 = 10 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{peso proprio della platea})$$

$$S = 0.40 \text{ m} \quad (\text{spessore platea})$$

Il peso proprio del basamento viene inserito automaticamente dal software di calcolo sofistik.



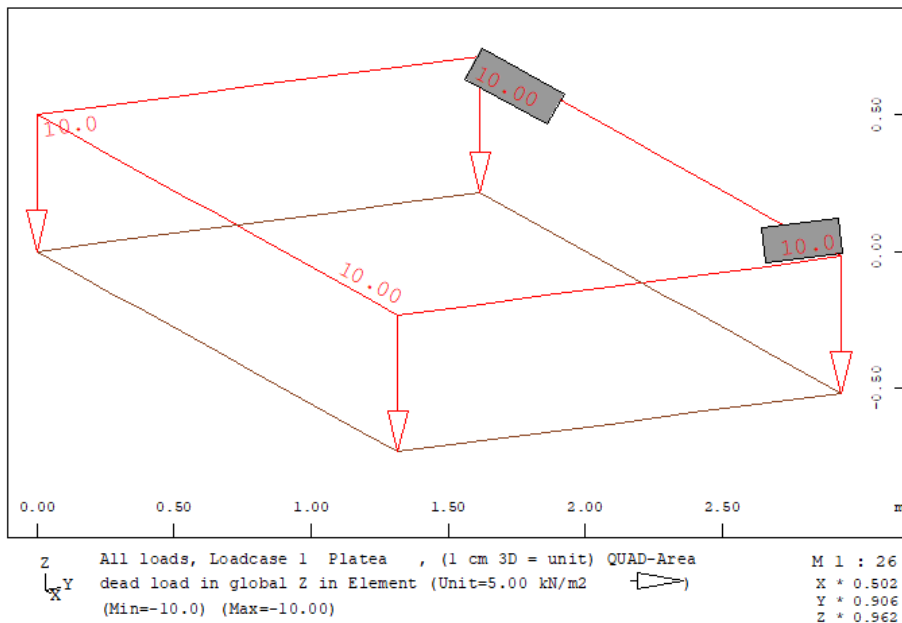
**Figura 17-1: Peso specifico del materiale**

Si riportano i coefficienti di combinazione utilizzati:

SOFiSTiK: Action and Loadcase Manager

Actions		Loadcases								
Nr	Title	Action	Factor of dead weight	$\gamma_u$	$\gamma_f$	$\gamma_a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	
1	Platea	G_1 Permanenti strutturali	1.00	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF          ELETTRI-FER M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA          II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 278 di 304



**Figura 17-2: Peso proprio struttura**

### 17.3 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Sopra la platea viene installato un gruppo elettrogeno e viene calcolato facendo riferimento alle seguenti caratteristiche geometriche:

Lato corto G.E.	$B_{ge} = 1.15 \text{ m}$
Lato lungo G.E.	$L_{ge} = 3.00 \text{ m}$
Altezza G.E.	$H_{ge} = 1.80 \text{ m}$

Peso G.E. (vuoto) = 16.6 kN

peso specifico del gasolio  $\gamma = 8.50 \text{ kN/m}^3$

peso carburante  $8.50 \times 0.8 = 6.80 \text{ kN}$

Carico complessivo  $G_2 = 23.4 \text{ kN}$

il carico del G.E. comprensivo del carburante è stato moltiplicato di un incremento dinamico  $\Phi = 1.35$ , per passare da carichi statici a carichi dinamici.

$G_{2ge_p} = 1.35 \times 23.4 = 31.60 \text{ kN}$

Il seguente carico viene applicato sulla platea come una pressione agente su 4 piedini del G.E. di dimensione  $0.14 \times 0.14 \text{ m} \rightarrow$  di area  $A_{piede} = 0.02 \text{ m}^2$ .

Ripartendo quindi il carico complessivo dell'intera struttura fra i 4 piedini, si ottiene:

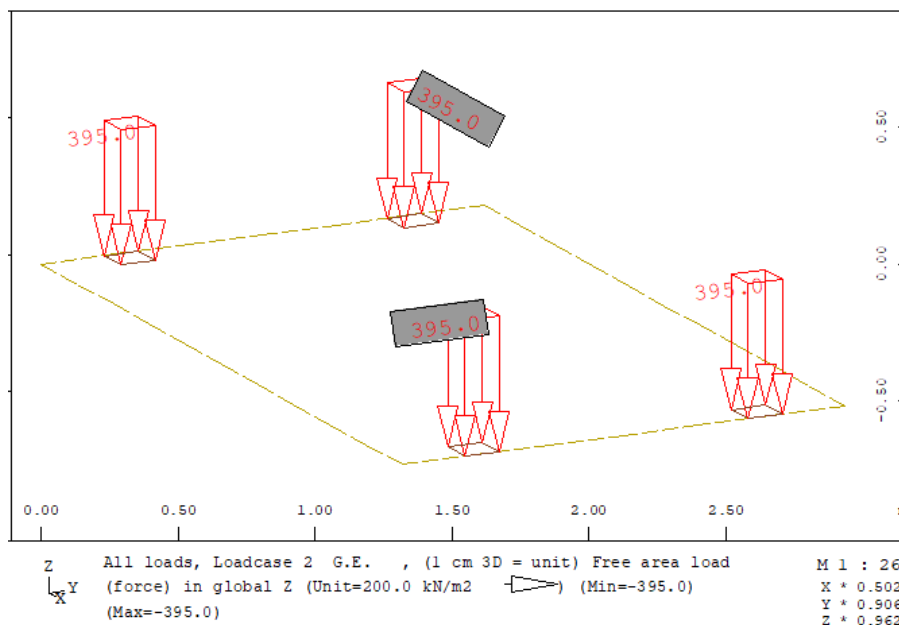
Carico su singolo piedino

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>279 di 304</b>

$$G_{2ge\_p} = 31.60 / 4 = 7.90 \text{ kN};$$

equivalente ad una pressione agente sulla platea di:

$$G_{2\_p} = G_{2ge\_p} / A_{\text{piede}} = 7.90 / 0.02 = 395 \text{ kN/m}^2$$



**Figura 17-3: Peso permanente**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

2 G.E.	G_2 Permanenti non strutturali	0.00	1.50	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00
--------	--------------------------------	------	------	------	------	------	------	------

## 17.4 SOVRACCARICHI VARIABILI

Il sovraccarico variabile per sola manutenzione in copertura è assunto cautelativamente pari a 1.00 kN/m<sup>2</sup>.

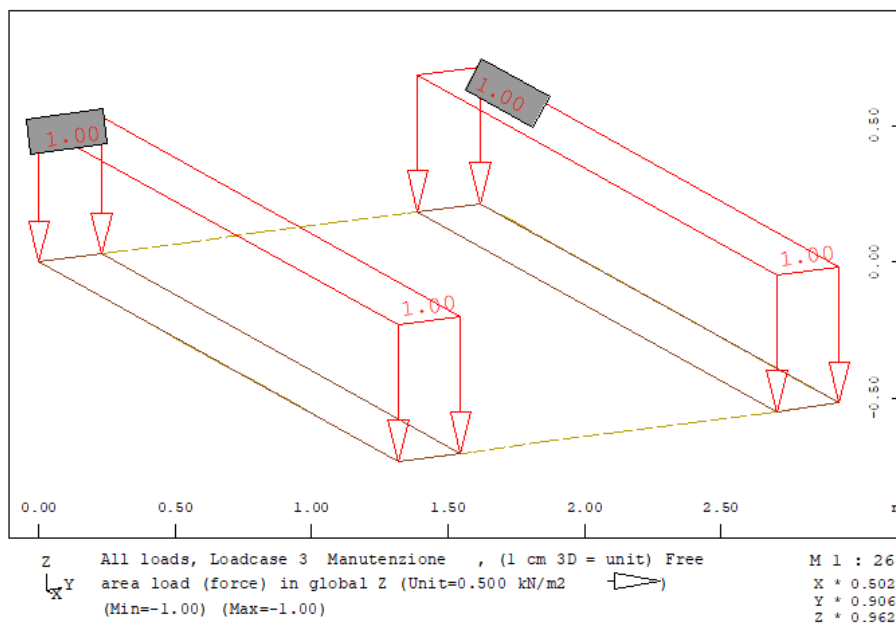
Locale accessibile per sola manutenzione (cat. H1): 1.00 kN/m<sup>2</sup>.

Tale valore sarà ripartito sui quattro piedini di appoggio del G.E..

Pressione sulla platea **QK\_E = 1.00 kN/m<sup>2</sup>**

Si ipotizza inoltre che il carico QK\_E interessi tutta la porzione di platea posta al di fuori del gruppo elettrogeno, sulla quale è applicato come carico uniformemente distribuito.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C FOGLIO 280 di 304



**Figura 17-4: Carico variabile per manutenzione**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

3 Manutenzione	Q <sub>H</sub> Coperture, sola manutenzione	0.00	1.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
----------------	---	------	------	------	------	------	------	------

## 17.5 AZIONE SISMICA

Per la definizione dell'azione sismica si rimanda al capitolo 7.8.

### 17.5.1 Inerzia masse strutturali e portate

L'azione sismica agente sul generatore elettrico sarà valutata trattando il G.E. – basamento come un sistema rigido, pertanto l'azione equivalente sul G.E. è valutata come ripotato in basso e considerata a favore di sicurezza a 2/3 dell'altezza dello stesso, pari a 1.20m.

$$Avremo \quad PGA = k_h = a_g \times S_s \times S_t = 0.381 \times 1.177 \times 1.00 = 0.448 \text{ g}$$

$$F_{a\_SLV\_G} = PGA \times W_{G.E.} = 0.448 \times 31.60 = 14.20 \text{ kN}$$

$$M = F_{a\_SLV\_G} \times (2/3) h = 14.20 \times 1.20 = 17.00 \text{ kNm}$$

$$E_{corto\_SLV} = M / e_1 = 17.00 / 2.85 = \pm 6.00 \text{ kN}$$

$$E_{lungo\_SLV} = M / e_2 = 17.00 / 1.00 = \pm 17.00 \text{ kN}$$

La pressione sulla platea vale:

$$QE_{corto\_SLV} = E_{corto\_SLV} / A_{piede} = \pm 6.00 / [2 \times (0.14 \times 0.14)] = 150 \text{ kN/m}^2$$

$$QE_{lungo\_SLV} = E_{lungo\_SLV} / A_{piede} = \pm 17.00 / [2 \times (0.14 \times 0.14)] = 425 \text{ kN/m}^2$$

L'azione di sisma verticale vale:

$$k_v = k_h \times 0.5 = 0.224$$

La pressione agente sulla fondazione per l'azione sismica verticale vale:

$$QE_{verticale\_SLV} = G_{2\_p} \times k_h = 31.60 \times 0.224 = 7.10 \text{ kN}$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>281 di 304</b>

Tale azione si ripartisce sui 4 piedini del G.E.

La pressione agente vale:

$$Q_{E\text{verticale\_SLV}} = 140.4 / [4 \times (0.14 \times 0.14)] = 90.60 \text{ kN/m}^2$$

Si riportano i coefficienti di combinazione per l'azione sismica:

6	Sisma x lato lungo	E	Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Sisma y lato corto	E	Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	Sisma z verticale	E	Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00

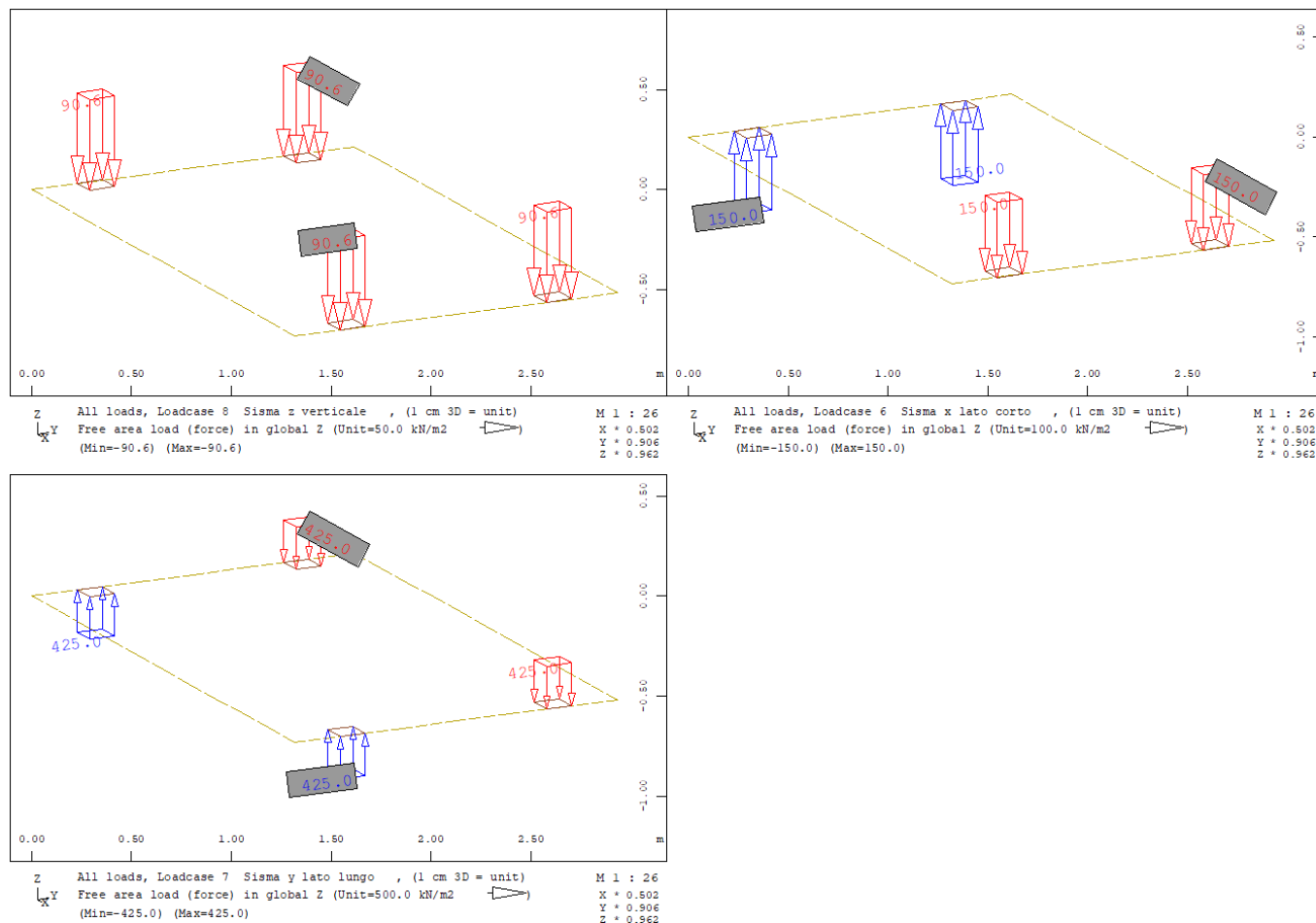


Fig. 1 –Inerzia sismica direzione x, y e z

## 18 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2018).

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 282 di 304

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (frequente), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (quasi permanente), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

I valori dei coefficienti parziali per le azioni sono riportati nella tabella sottostante, tratti dalla Tabella 2.5.1 in funzione delle diverse categorie di carico.

	$Q_{K,E}$	$Q_{K,Neve}$	$Q_{K,Wind}$
$\Psi_0$	1,00	0,50	0,60
$\Psi_1$	0,90	0,20	0,20
$\Psi_2$	0,80	0,00	0,00

Per le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) si adotta l'Approccio Progettuale 2, in cui si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.1 delle NTC 2018, di seguito riportata

Tabella 6.2.1 – Coefficienti parziali relativi alle azioni per le verifiche agli sls

Azione		Coefficiente $\gamma_F$	A1 STR	A2 GEO
Carichi Permanenti	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	1,00	1,00
	Sfavorevoli		1,30	1,00
Carichi Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00
	Sfavorevoli		1,50	1,30
Carichi Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00
	Sfavorevoli		1,50	1,30

I valori dei coefficienti parziali per i parametri del terreno  $\gamma_M$  sono dati dalla seguente tabella:

Parametro	Coefficiente parziale $\gamma_M$	
	M1	M2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 283 di 304

Tangente dell'angolo di resistenza a taglio $\tan \varphi'_k$	1,0 0	1,2 5
Coesione efficace $c'_k$	1,0 0	1,2 5
Resistenza non drenata $c_{uk}$	1,0 0	1,4 0
Peso dell'unità di volume di terreno $\gamma$	1,0 0	1,0 0

Le verifiche SLU, di tipo geotecnico (GEO) e strutturale (STR) sono svolte secondo NTC 2018 e quindi in riferimento alla combinazione A1 + M1 + R3.

Le combinazioni vengono eseguito in modo automatizzato dal software prendendo le più sfavorevoli.

Nome	G1	G2	Qk E	Q_wind	Q_snow	E_x	E_y	E_z
SLU_1	1,3	1,5	1,5	1,5*0,6	1,5*0,5	0,0	0,0	0,0
SLU_2	1,3	1,5	1,5*1,0	1,5	1,5*0,5	0,0	0,0	0,0
SLU_3	1,3	1,5	1,5*1,0	1,5*0,6	1,5	0,0	0,0	0,0
SLV_1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,3	0,3
SLV_2	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	0,3
SLV_3	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	1,0
SLE_RARA_1	1,0	1,0	1,0	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0
SLE_RARA_2	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0
SLE_RARA_3	1,0	1,0	1,0	0,6	1,0	0,0	0,0	0,0
SLE_FREQ.1	1,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SLE_FREQ.2	1,0	1,0	0,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
SLE_FREQ.3	1,0	1,0	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
SLE_QP	1,0	1,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

## 18.1 RIEPILOGO COMBINAZIONI

Le sollecitazioni sono raggruppate nelle seguenti Load Case.

Load CASE	
Comb. SLU	2100
Comb SLE (rara)	1100
Comb. SLE (freq.)	1200
Comb. SLE (q.P.)	1300
SLV Sisma	3100

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">LOTTO</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center; width: 10%;">REV.</td> <td style="text-align: center; width: 10%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">FA01A0 000</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">284 di 304</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA01A0 000	C	284 di 304
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF3A	02	E ZZ CL	FA01A0 000	C	284 di 304												
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>																	

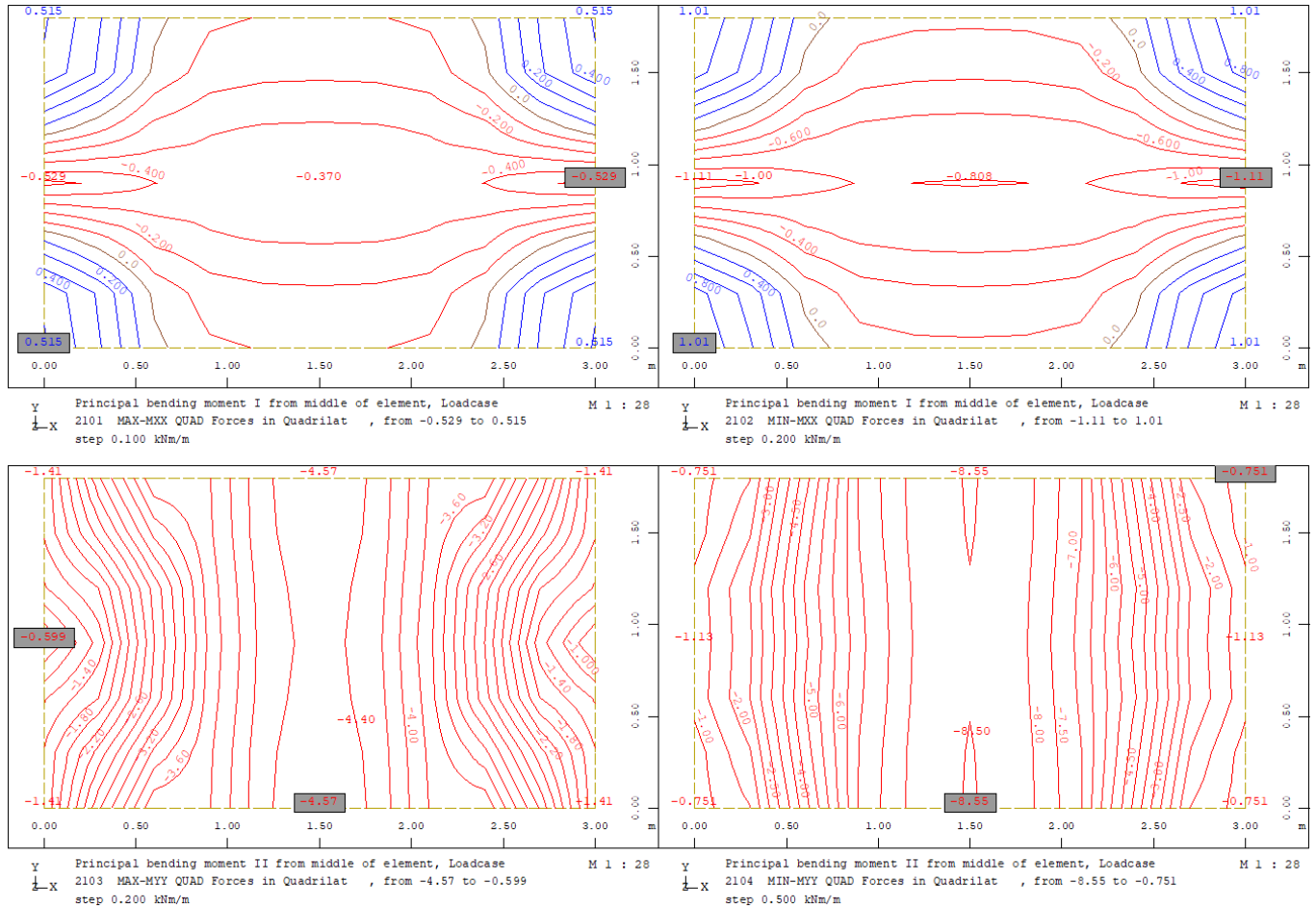
Si riportano le sollecitazioni massime (dimensionanti) in modo tabellare estratte dal software per la quale sono state svolte le verifiche strutturali.



APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                  M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>285 di 304</b>

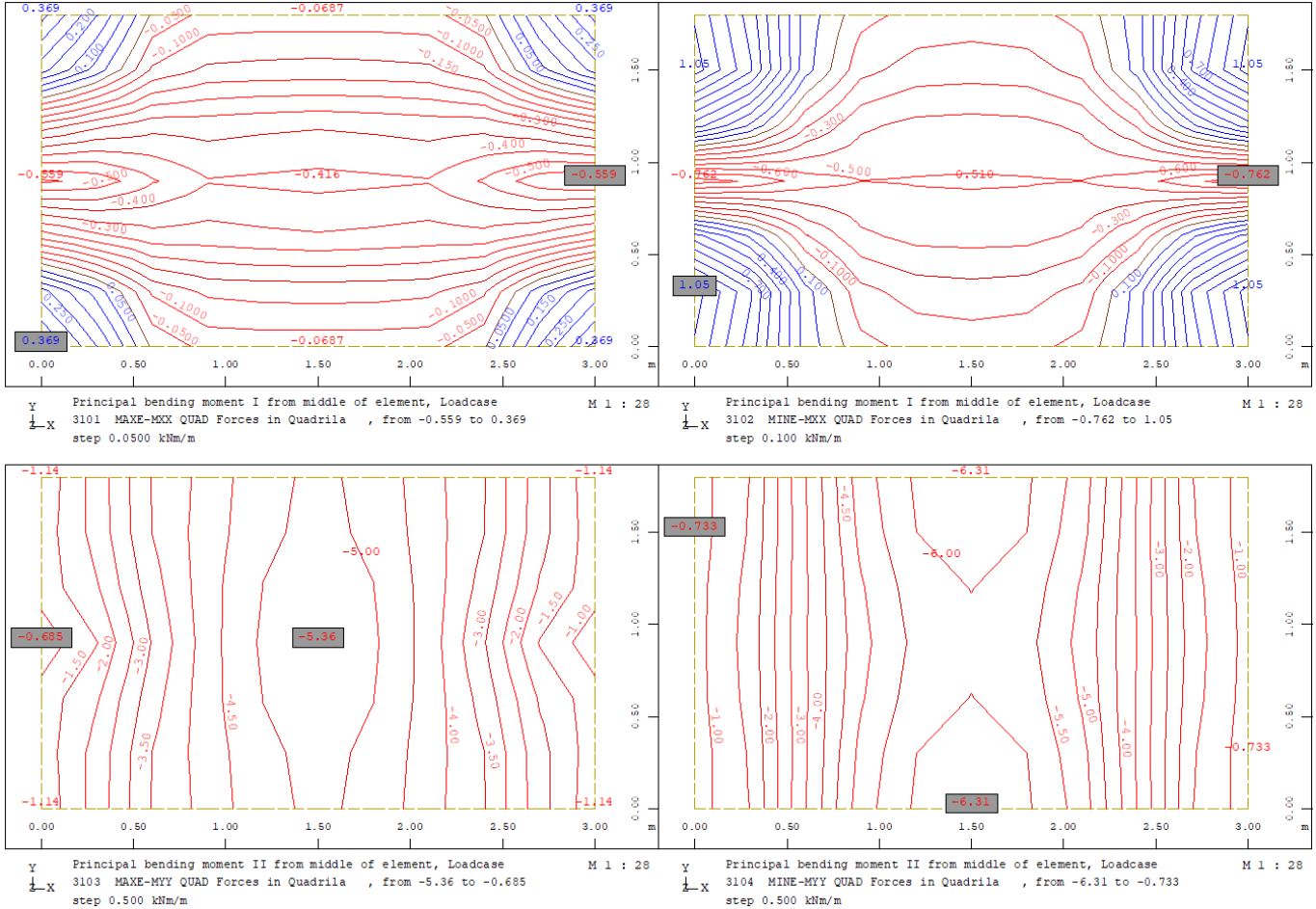
## 19 SOLLECITAZIONI

Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni per le varie combinazioni.



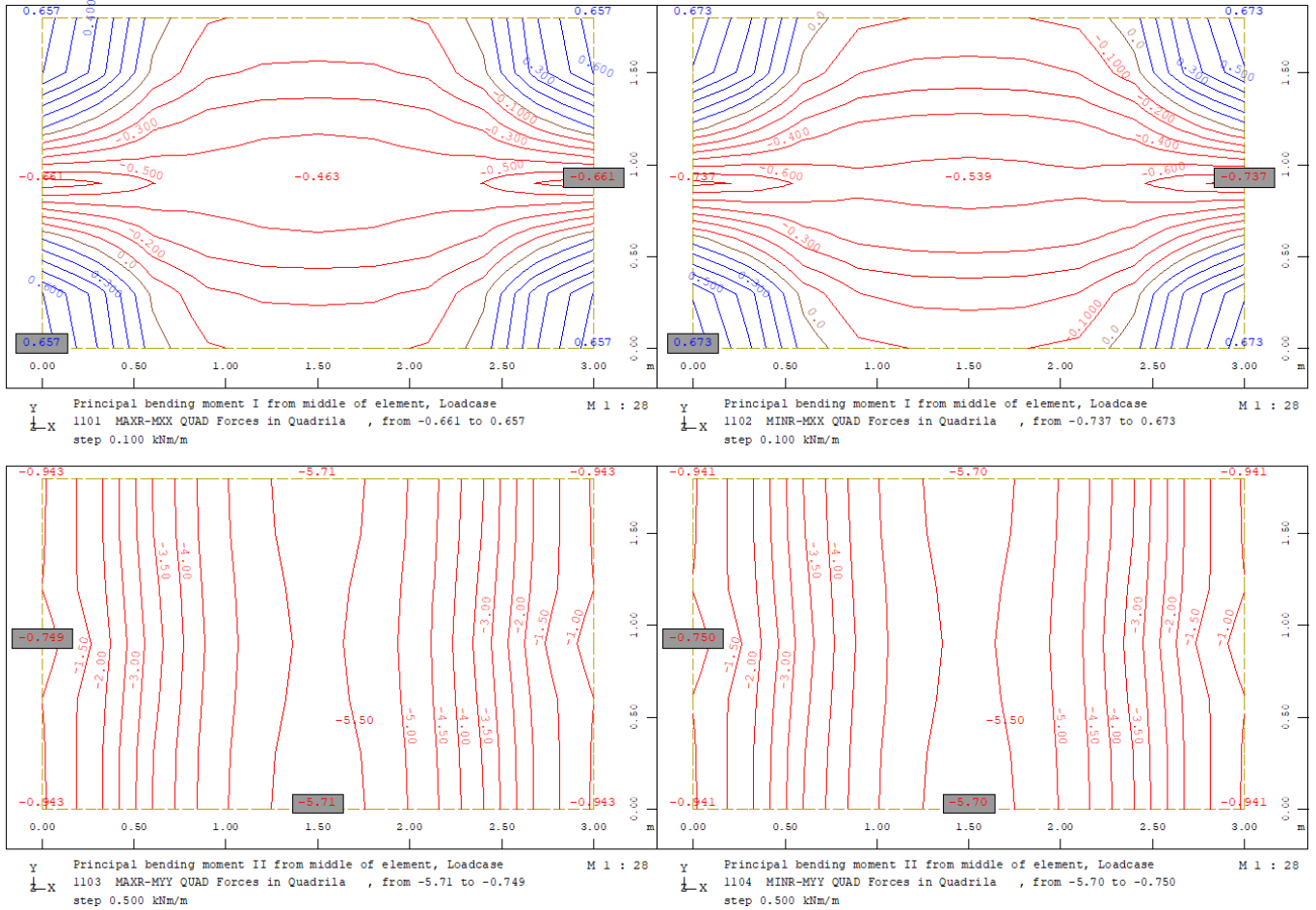
**Fig. 2 – Involuppo diagramma di momento flettente allo SLU [kNm]**

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>286 di 304</b>



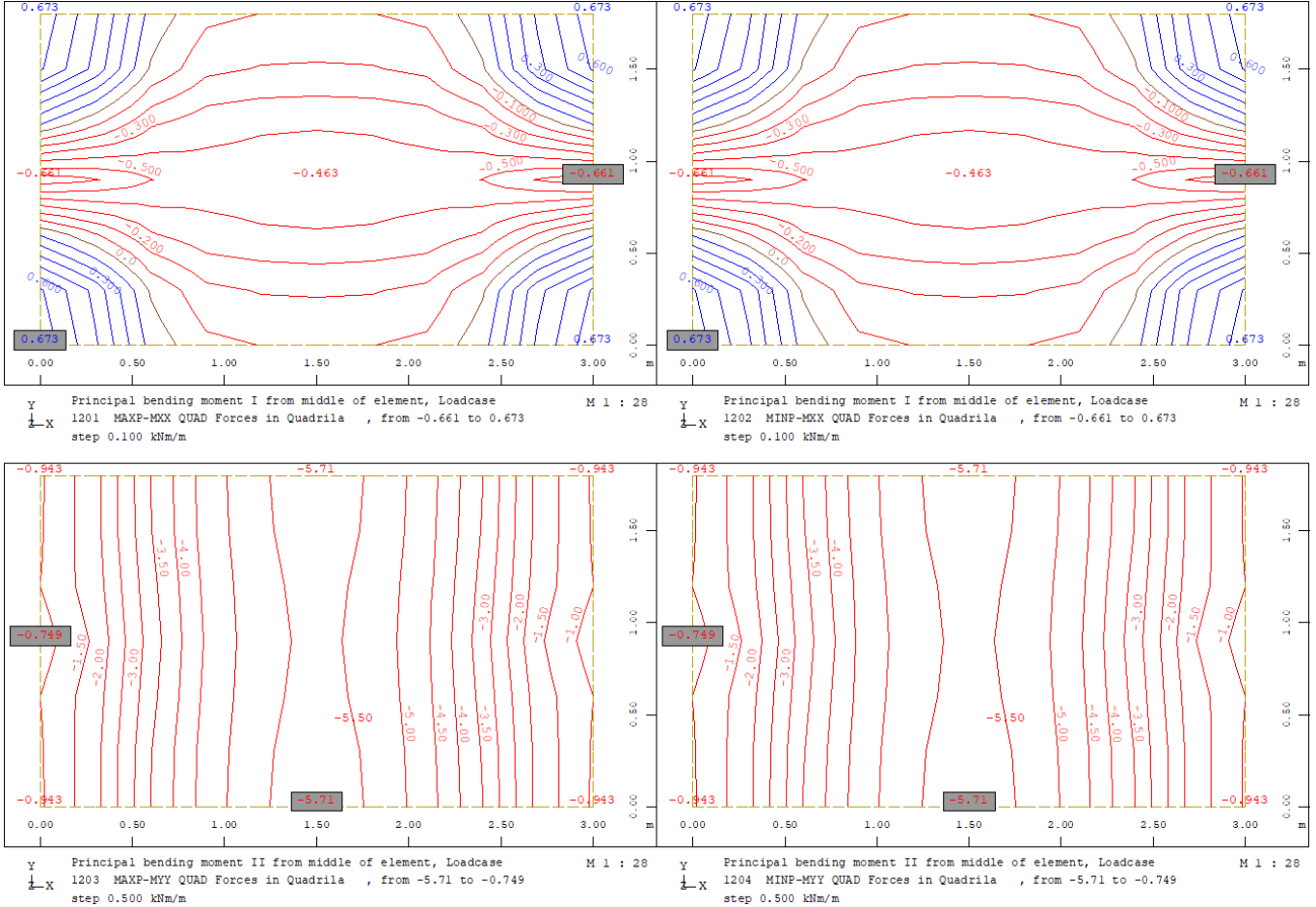
**Fig. 3 – Involuppo diagramma di momento flettente allo SLV [kNm]**

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                  M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>287 di 304</b>



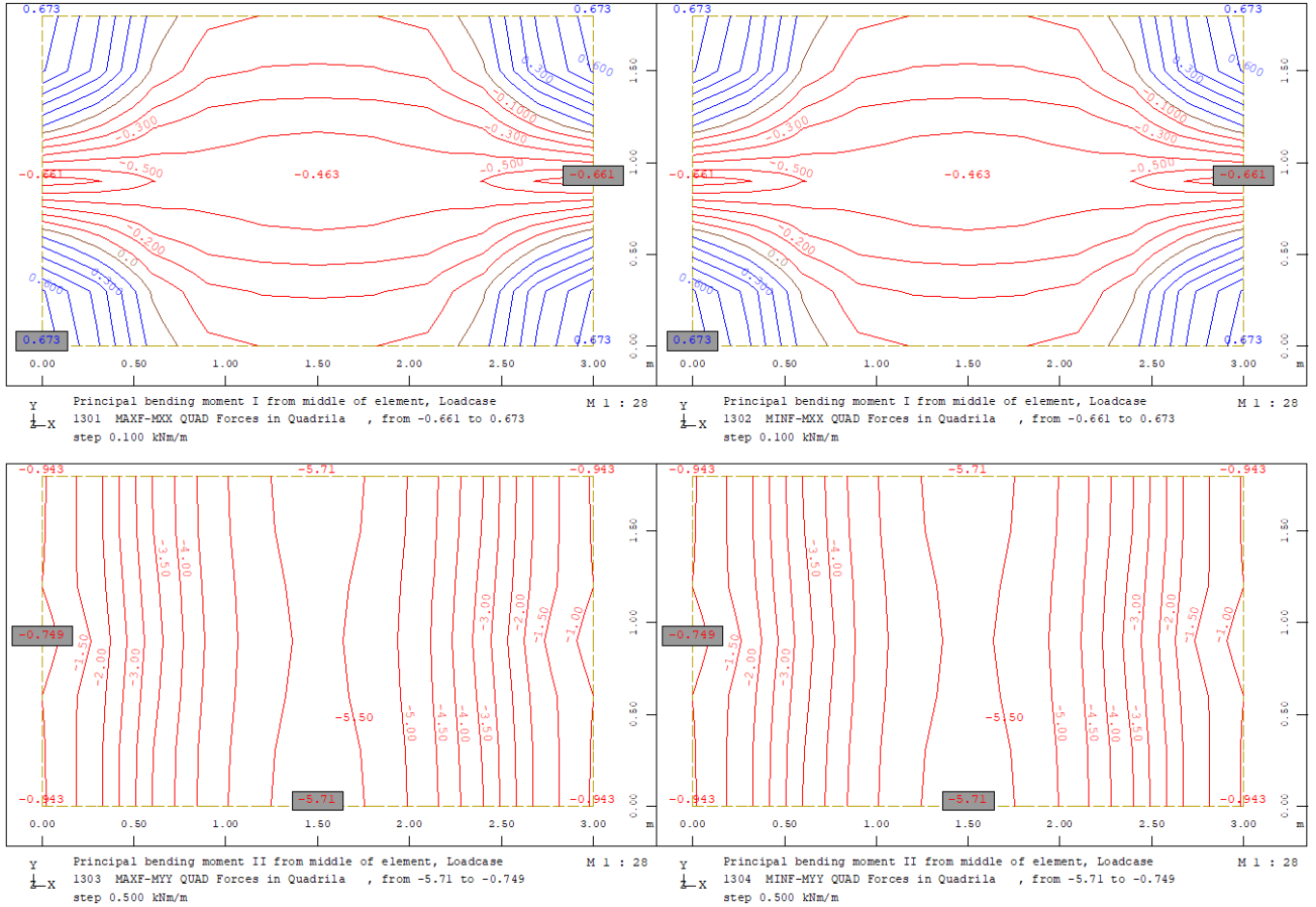
**Fig. 4 – Involuppo diagramma di momento flettente allo SLE rara [kNm]**

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>288 di 304</b>



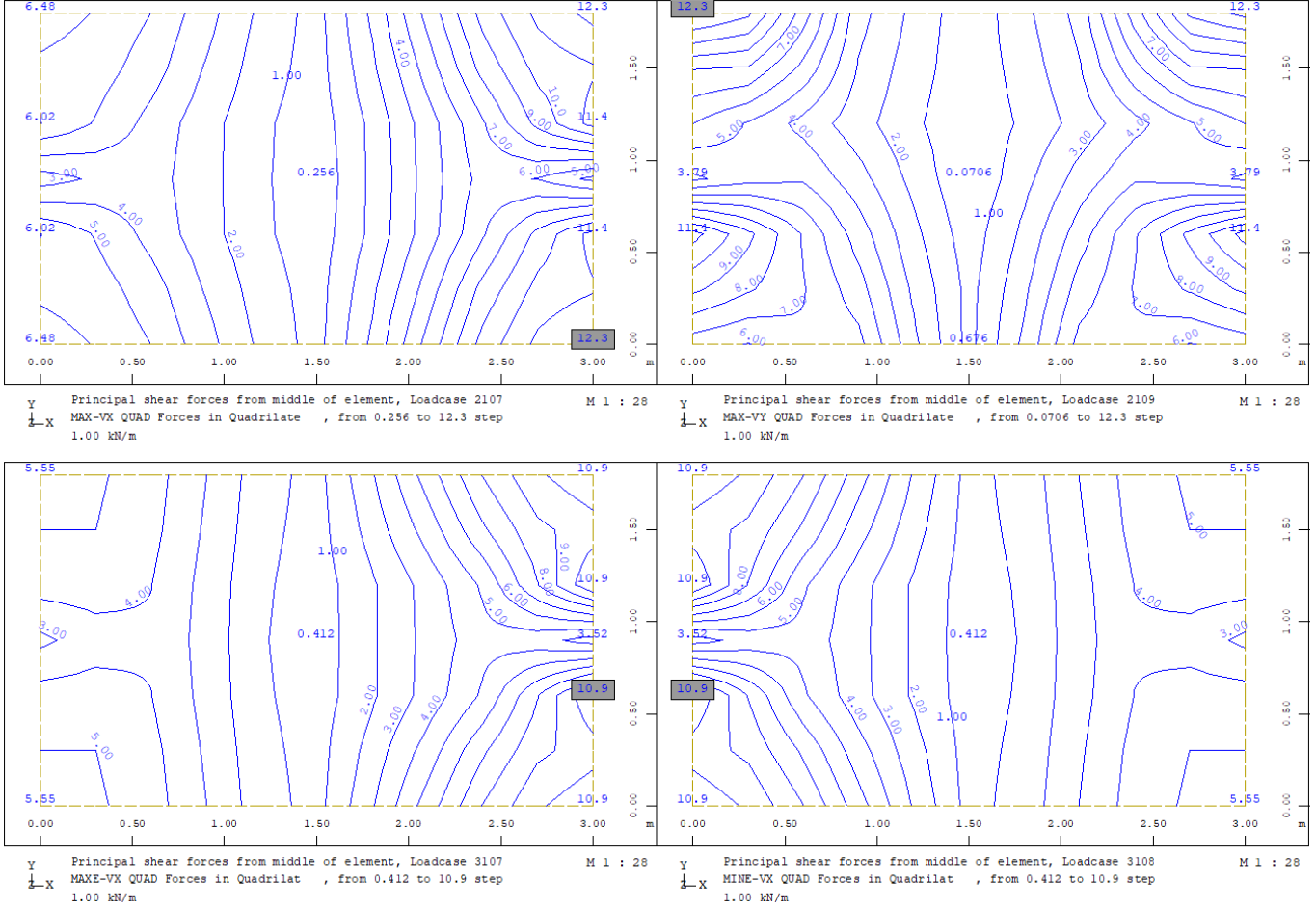
**Fig. 5 – Involuppo diagramma di momento flettente allo SLE freq. [kNm]**

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>289 di 304</b>



**Fig. 6 – Involuppo diagramma di momento flettente allo SLE Q.P. [kNm]**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>		<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>290 di</b> <b>304</b>



**Fig. 7 – Involuppo diagramma di taglio allo SLU e SLV [kN]**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 291 di 304

## 20 TEORIA SULLE VERIFICHE STRUTTURALI

### 20.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE – PRESSOFLESSIONE

Allo stato limite ultimo, le verifiche a flessione o presso-flessione sono condotte confrontando (per le sezioni più significative) le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza.

### 20.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dal DM17/01/2018, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[ \frac{0.18}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\},$$

resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio

$$V_{Rd,s} = 0.9 \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) \cdot \sin \alpha, \text{ valore di progetto dello sforzo di taglio che può}$$

essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento

$$V_{Rd,max} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} (\cot \alpha + \cot \vartheta) / (1 + \cot^2 \vartheta), \text{ valore di progetto del massimo sforzo di}$$

taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \text{ con } d \text{ in mm};$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02;$$

$A_{sl}$  è l'area dell'armatura tesa;

$b_w$  è la larghezza minima della sezione in zona tesa;

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0.2 \cdot f_{cd};$$

$N_{Ed}$  è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi;

$A_c$  è l'area della sezione di calcestruzzo;

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>292 di 304</b>

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

$1 \leq \cot \vartheta \leq 2.5$  è l'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave

$A_{sw}$  è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;

$s$  è il passo delle staffe;

$f_{ywd}$  è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio;

$f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$  è la resistenza ridotta a compressione del calcestruzzo d'anima;

$\alpha_{cw} = 1$  è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale

### 20.3 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Si effettuano le seguenti verifiche agli stati limite di esercizio:

- stato limite delle tensioni in esercizio;
- stato limite di fessurazione.

Nel primo caso, si esegue il controllo delle tensioni nei materiali supponendo una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare. In particolare si controlla la tensione massima di compressione del calcestruzzo e di trazione dell'acciaio, verificando che:

$\sigma_c < 0.55 f_{ck}$  per combinazione di carico caratteristica (rara);

$\sigma_c < 0.40 f_{ck}$  per combinazione di carico quasi permanente;

$\sigma_s < 0.75 f_{yk}$  per combinazione di carico caratteristica (rara).

Nel secondo caso, si verifica che le aperture delle fessure siano inferiori al valore limite dell'apertura delle fessure nella combinazione caratteristica Rara. I valori nominali di riferimento sono:

$w_2 = 0.20 \text{ mm}$                       Per la comb.SLE – Rara, Freq. E Q.P.

## 21 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE

Eseguito il modello di calcolo bidimensionale in sofistik, si ricavano le sollecitazioni con le quali si sono eseguite le verifiche strutturali agli SLU e SLE.

Le verifiche strutturali sono svolte in modo automatizzato dal software sofistik.

Le verifiche strutturali rispecchiano i limiti normativi riportati al capitolo 12.



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>293 di</b> <b>304</b>

## 22 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali del basamento GE sono state eseguite tramite il postprocessore di sofistik.

Il software suddivide in automaticamente in aree la platea e verifica le varie aree per le sollecitazioni agenti a compressione, flessione e a taglio, per le varie combinazioni di carico.

Il programma fornisce il minimo di armatura affinché le verifiche risultino tutte soddisfatte.

Le verifiche iniziano dagli SLU/SLV e prosegue con le verifiche agli SLE (fessurazioni e tensioni).

### 22.1 VERIFICHE ALLO SLU/SLV

Il software effettuando le verifiche avendo impostato i limiti richiesti di fessurazione e di stato tensionale calcola in modo automatizzato il minimo quantitativo di armatura previsto per soddisfare le verifiche di resistenza e di esercizio.

Il software calcola in modo automatizzato se necessaria armatura a punzonamento, per il caso in esame non è necessaria armatura a punzonamento e si riporta la tabella che mostra che la verifica è soddisfatta.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 294 di 304

G.E.  
calcolo combinazione SLU

**Required Reinforcements acc. to I EN 1992-1-1(I)**

Grp	Element	LC	t [m]	asu [cm2/m]	asu2 [cm2/m]	asu3 [cm2/m]	asl [cm2/m]	asl2 [cm2/m]	asl3 [cm2/m]	supp [-]	shear [-]	ass [cm2/m2]
10	100027	max.	0.400	0.52	0.10						1	
	100028	max.	0.400	0.42	0.08						1	
	100029	max.	0.400	0.27	0.09						1	
	100030	max.	0.400	0.10	0.11						1	
	100031	max.	0.400	0.10	0.11						1	
	100032	max.	0.400	0.27	0.09						1	
	100033	max.	0.400	0.42	0.08						1	
	100034	max.	0.400	0.52	0.10						1	
	100035	max.	0.400	0.57	0.11						1	
	100036	max.	0.400	0.57	0.11						1	
	100037	max.	0.400	0.52	0.10						1	
	100038	max.	0.400	0.42	0.08						1	
	100039	max.	0.400	0.27	0.09						1	
	100040	max.	0.400	0.10	0.11						1	
	100041	max.	0.400	0.14	0.03		0.02	0.09			1	
	100042	max.	0.400	0.31	0.06						1	
	100043	max.	0.400	0.45	0.09						1	
	100044	max.	0.400	0.54	0.11						1	
	100045	max.	0.400	0.58	0.12						1	
	100046	max.	0.400	0.58	0.12						1	
	100047	max.	0.400	0.54	0.11						1	
	100048	max.	0.400	0.45	0.09						1	
	100049	max.	0.400	0.31	0.06						1	
	100050	max.	0.400	0.14	0.03		0.02	0.09			1	
	100051	max.	0.400	0.10	0.02		0.01	0.07			1	
	100052	max.	0.400	0.30	0.06			0.02			1	
	100053	max.	0.400	0.45	0.09						1	
	100054	max.	0.400	0.54	0.11						1	
	100055	max.	0.400	0.58	0.12						1	
	100056	max.	0.400	0.58	0.12						1	
	100057	max.	0.400	0.54	0.11						1	
	100058	max.	0.400	0.45	0.09						1	
	100059	max.	0.400	0.30	0.06			0.02			1	
	100060	max.	0.400	0.10	0.02		0.01	0.07			1	
Grp	primary group number					asu2	Cross reinforcements (2nd layer)		Top			
Element	element number					asu3	Third reinforcements		Top			
LC	load case					asl	Principal reinforcements (1st layer)		Bottom			
t	plate thickness					asl2	Cross reinforcements (2nd layer)		Bottom			
asu	Principal reinforcements (1st layer)		Top			asl3	Third reinforcements		Bottom			
supp	reduction factor for the shear force near supports, punc-point in punching zone -> punching shear design											
shear	shear zone: 1=0k, punc-punching area, 1s=asu/l increased for shear, 1d=for punching, 2=required ass, 2m=minimum shear reinf.											
ass	Shear reinforcement											

Se fosse stata necessaria armatura a punzonamento nella colonna shear sarebbe stato plottato il valore "1d" che rappresenta l'incremento di armatura quali spilli per punzonamento. Nella colonna "ass" il software plotta il

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 295 di 304

quantitativo di armatura necessaria a taglio, nel caso in esame la verifica è soddisfatta senza che sia necessaria armatura a taglio.

Si riporta l'armatura per la combinazione SLV.

G.E.

Combinazione sismica SLV

**Required Reinforcements acc. to I EN 1992-1-1(I)**

Grp	Element	LC	t [m]	asu [cm2/m]	asu2 [cm2/m]	asu3 [cm2/m]	asl [cm2/m]	asl2 [cm2/m]	asl3 [cm2/m]	supp [-]	shear [-]	ass [cm2/m2]
0	100029	max.	0.400	0.27	0.09						1	
	100030	max.	0.400	0.10	0.11			0.01			1	
	100031	max.	0.400	0.10	0.11			0.01			1	
	100032	max.	0.400	0.27	0.09						1	
	100033	max.	0.400	0.42	0.08						1	
	100034	max.	0.400	0.52	0.10						1	
	100035	max.	0.400	0.57	0.11						1	
	100036	max.	0.400	0.57	0.11						1	
	100037	max.	0.400	0.52	0.10						1	
	100038	max.	0.400	0.42	0.08						1	
	100039	max.	0.400	0.27	0.09						1	
	100040	max.	0.400	0.10	0.11			0.01			1	
	100041	max.	0.400	0.14	0.03		0.02	0.11			1	
	100042	max.	0.400	0.31	0.06		0.01	0.03			1	
	100043	max.	0.400	0.45	0.09						1	
	100044	max.	0.400	0.54	0.11						1	
	100045	max.	0.400	0.58	0.12						1	
	100046	max.	0.400	0.58	0.12						1	
	100047	max.	0.400	0.54	0.11						1	
	100048	max.	0.400	0.45	0.09						1	
	100049	max.	0.400	0.31	0.06		0.01	0.03			1	
	100050	max.	0.400	0.14	0.03		0.02	0.11			1	
	100051	max.	0.400	0.10	0.02		0.01	0.07			1	
	100052	max.	0.400	0.30	0.06			0.02			1	
	100053	max.	0.400	0.45	0.09						1	
	100054	max.	0.400	0.54	0.11						1	
	100055	max.	0.400	0.58	0.12						1	
	100056	max.	0.400	0.58	0.12						1	
	100057	max.	0.400	0.54	0.11						1	
	100058	max.	0.400	0.45	0.09						1	
	100059	max.	0.400	0.30	0.06			0.02			1	
	100060	max.	0.400	0.10	0.02		0.01	0.07			1	

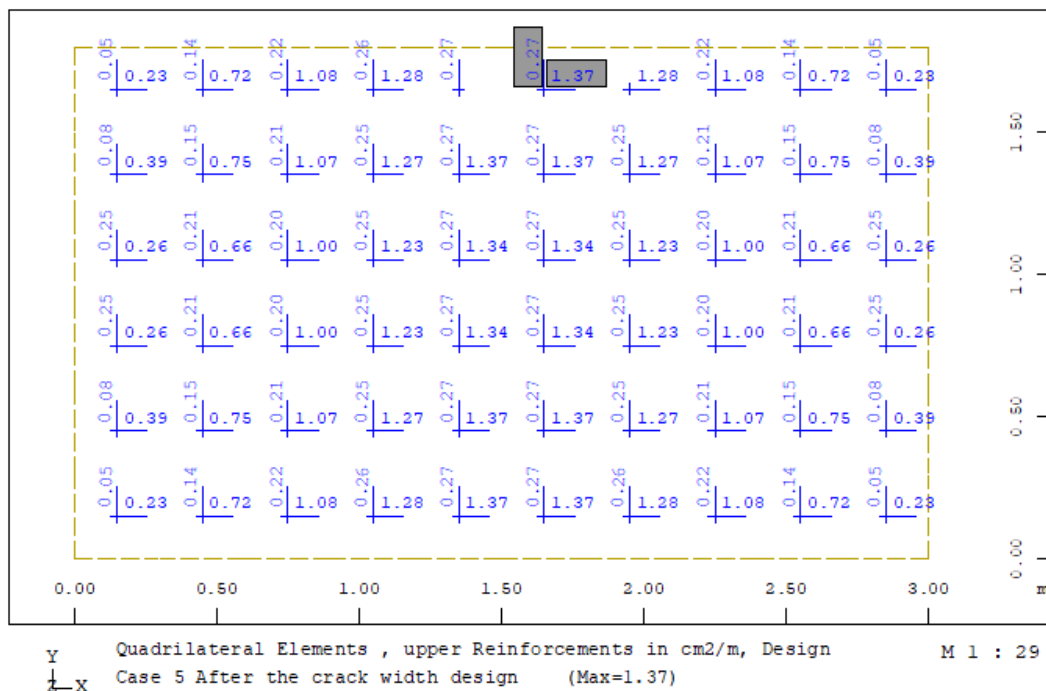
  

Grp	primary group number	asu2	Cross reinforcements (2nd layer)	Top
Element	element number	asu3	Third reinforcements	Top
LC	load case	asl	Principal reinforcements (1st layer)	Bottom
t	plate thickness	asl2	Cross reinforcements (2nd layer)	Bottom
asu	Principal reinforcements (1st layer)	asl3	Third reinforcements	Bottom
supp	reduction factor for the shear force near supports, punc=point in punching zone -> punching shear design			
shear	shear zone: 1=Ok, punc=punching area, 1s=asu/l increased for shear, 1d=for punching, 2=required ass, 2m=minimum shear reinf.			
ass	Shear reinforcement			

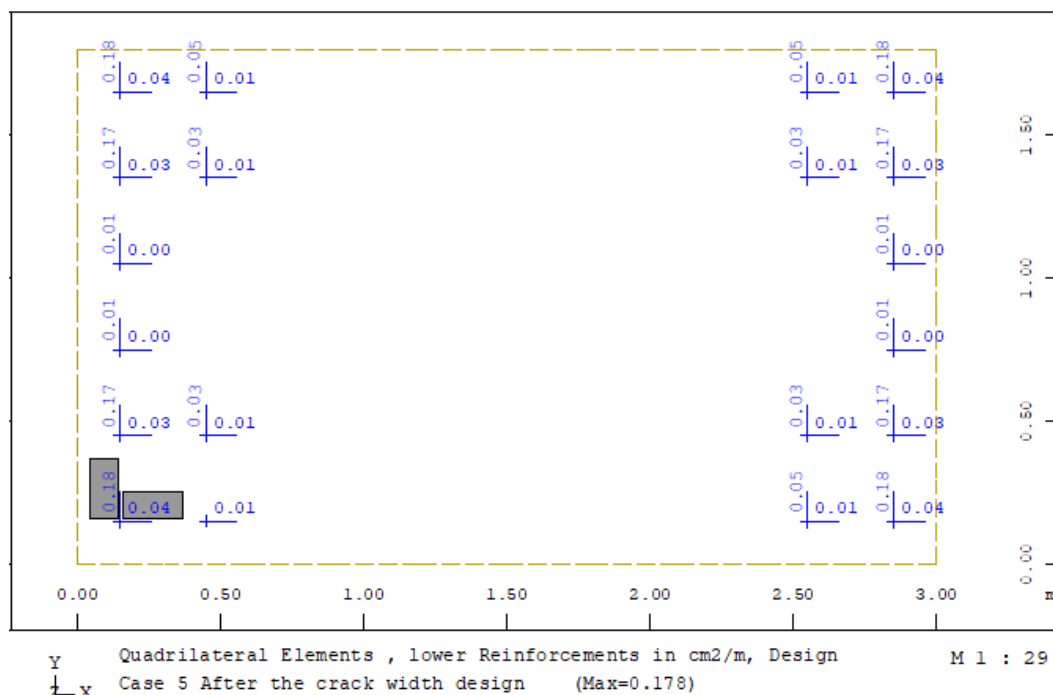
Anche in questo caso non è necessaria armatura a taglio colonna "Shear" e "ass".

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>296 di 304</b>

Nell'immagine seguente si riporta il minimo quantitativo di armatura richiesta:



**Fig. 8 – Armatura minima a flessione lembo superiore**



**Fig. 9 – Armatura minima a flessione lembo inferiore**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 297 di 304

## 22.2 VERIFICHE ALLO SLE

### 22.2.1 Verifiche delle tensioni

Si riportano i diagrammi che rappresentano lo stato tensionale del cls e dell'acciaio per la combinazione **SLE Rara**.

#### Serviceability limit state control parameters

No	Code	sigS	sigT	CHKC	CHKR	wk [mm]	
1	EN-1992	-	-	0.55	0.75	0.20	Calculation of crack-width acc. EN 1992 7.3.4 Reinforcement has been increased by SLS design -> WINGRAF: Decisive design check✓

Per l'elemento più sollecitato si riportano le verifiche in modo tabellare.

#### Steel stress, concrete pressure, stress range

E=ELEM N=NODE	stress range on top			stress range bottom			links Ass [MPa]	concre sig-max [MPa]	steel-l sig-max [MPa]	steel-s sig-max
	asu [MPa]	asu2 [MPa]	asu3 [MPa]	asl [MPa]	asl2 [MPa]	asl3 [MPa]				
E 100001	0.82	0.67	-	0.13	2.58	-	-	-0.38	125.22	-
E 100006	0.15	0.01	-	-	-	-	-	-1.48	131.16	-
E 100011	0.00	4.46 <sup>1</sup>	-	2.27 <sup>1</sup>	11.73 <sup>1</sup>	-	-	-0.67 <sup>1</sup>	150.00 <sup>1</sup>	-
E 100020	0.00	4.45 <sup>1</sup>	-	2.27 <sup>1</sup>	11.73 <sup>1</sup>	-	-	-0.67 <sup>1</sup>	150.00 <sup>1</sup>	-
E 100030	4.28	13.90	-	0.82	3.93	-	-	-0.51	132.62	-
E 100031	4.28	13.90	-	0.82	3.93	-	-	-0.51	132.62	-
E 100040	4.28	13.90	-	0.82	3.93	-	-	-0.51	132.62	-
E 100041	0.00	4.45 <sup>1</sup>	-	2.27 <sup>1</sup>	11.73 <sup>1</sup>	-	-	-0.67 <sup>1</sup>	150.00 <sup>1</sup>	-
E 100050	0.00	4.45 <sup>1</sup>	-	2.27 <sup>1</sup>	11.73 <sup>1</sup>	-	-	-0.67 <sup>1</sup>	150.00 <sup>1</sup>	-
E 100055	0.15	0.01	-	-	-	-	-	-1.48	131.16	-
E 100060	0.82	0.67	-	0.13	2.58	-	-	-0.38	125.22	-
Maximum	4.28	13.90	-	2.27 <sup>1</sup>	11.73 <sup>1</sup>	-	-	-1.48 <sup>1</sup>	150.00 <sup>1</sup>	-
<sup>1</sup> reinforcement increased, stress with new increased reinforcement stress range on top longitudinal reinforcement links stress range in shear reinforcements concre maximum concrete compression (# greater that allowed) steel-l maximum stress in longitudinal reinforcement steel-s maximum stress in the shear reinforcement Elements with maximum values are printed										

La tensione nell'acciaio e nel calcestruzzo considerando i minimi di armatura calcolati dal software valgono:

$$\sigma_s = 150.00 \text{ Mpa} < 0.75 \times 450 = 338 \text{ Mpa}$$

Verificato

$$\sigma_c = 1.48 \text{ Mpa} < 0.60 \times 30.71 = 18.43 \text{ Mpa}$$

Verificato

La verifica tensionale per la combinazione **SLE quasi permanente** risulta anch'essa verifica

#### Serviceability limit state control parameters

No	Code	sigS	sigT	CHKC	CHKR	wk [mm]	
1	EN-1992	-	-	0.40	-	0.20	Calculation of crack-width acc. EN 1992 7.3.4 Reinforcement has been increased by SLS design -> WINGRAF: Decisive design check✓

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 298 di 304

**Steel stress, concrete pressure, stress range**

E=ELEM N=NODE	stress range on top			stress range bottom			links Ass [MPa]	concre sig-max [MPa]	steel-l sig-max [MPa]	steel-s sig-max
	asu [MPa]	asu2 [MPa]	asu3 [MPa]	asl [MPa]	asl2 [MPa]	asl3 [MPa]				
E 100001	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	-	-0.38	125.22	-
E 100006	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-1.48	131.16	-
E 100011	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	-	-0.43	119.55	-
E 100021	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	-	-0.51	132.62	-
E 100040	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	-	-0.51	132.62	-
E 100055	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-1.48	131.16	-
E 100060	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	-	-0.38	125.22	-
Maximum	-	-	-	-	-	-	-	-1.48	132.62	-
stress range on top longitudinal reinforcement links stress range in shear reinforcements concre maximum concrete compression (# greater that allowed) steel-l maximum stress in longitudinal reinforcement steel-s maximum stress in the shear reinforcement Elements with maximum values are printed										

La tensione nell'acciaio e nel calcestruzzo considerando i minimi di armatura calcolati dal software valgono:

$$\sigma_s = 132.62 \text{ Mpa} < 0.75 \times 450 = 360 \text{ Mpa}$$

Verificato

$$\sigma_c = 1.48 \text{ Mpa} < 0.40 \times 30.71 = 12.28 \text{ Mpa}$$

Verificato

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>FA01A0 000</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>299 di</b> <b>304</b>

## 22.2.2 Verifica fessurazioni

Si riportano le verifiche a fessurazione per la comb. **SLE - Rara**:

### Serviceability limit state control parameters

No	Code	sigS	sigT	CHKC	CHKR	wk [mm]	
1	EN-1992	-	-	0.55	0.75	0.20	Calculation of crack-width acc. EN 1992 7.3.4
Reinforcement has been increased by SLS design -> WINGRAF: Decisive design check✓							

Si riporta la tabella con indicazione della fessura per la porzione più sollecitata.



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NEGNERIA				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 300 di 304

G.E.

Calcolo tensioni - comb. SLE rara.

Detail Results Calculation of Crack Widths

Grp	Element	ID	dir [°]	LC	t [mm]	d [mm]	z [mm]	x [mm]	hc,ef [mm]	∅ [mm]	σs [MPa]	as_0 [cm2/m]	as [cm2/m]	wk [mm]	wk,req [mm]
10	100039	asu	0	1110	400.0	330.0	324.4	0.0	133.3	10	124.1	0.66		0.19	0.20
	100040	asu	0	1110	400.0	330.0	324.0	0.0	133.3	10	124.3	0.26		0.14	0.20
		asu2	90	1110	400.0	310.0	301.7	0.0	133.3	10	114.0	0.25		0.13	0.20
	100041	asu	0	1109	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	128.7	0.33	0.39	0.20	0.20
		asl2	90	1110	400.0	310.0	252.3	0.0	133.3	10	92.61	0.17		0.14	0.20
	100042	asu	0	1110	400.0	330.0	322.9	11.2	129.6	10	115.9	0.75		0.18	0.20
	100043	asu	0	1110	400.0	330.0	322.6	19.7	126.8	10	122.6	1.07		0.18	0.20
	100044	asu	0	1110	400.0	330.0	321.6	21.1	126.3	10	128.6	1.27		0.19	0.20
	100045	asu	0	1110	400.0	330.0	321.2	21.7	126.1	10	131.2	1.37		0.19	0.20
	100046	asu	0	1110	400.0	330.0	321.2	21.7	126.1	10	131.2	1.37		0.19	0.20
	100047	asu	0	1110	400.0	330.0	321.6	21.1	126.3	10	128.6	1.27		0.19	0.20
	100048	asu	0	1110	400.0	330.0	322.6	19.7	126.8	10	122.6	1.07		0.18	0.20
	100049	asu	0	1110	400.0	330.0	322.9	11.2	129.6	10	115.9	0.75		0.18	0.20
	100050	asu	0	1109	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	128.7	0.33	0.39	0.20	0.20
		asl2	90	1110	400.0	310.0	252.3	0.0	133.3	10	92.61	0.17		0.14	0.20
	100051	asu	0	1110	400.0	330.0	314.4	0.0	133.3	10	124.4	0.23		0.19	0.20
		asl2	90	1110	400.0	310.0	286.9	0.0	133.3	10	121.7	0.18		0.19	0.20
	100052	asu	0	1110	400.0	330.0	323.6	0.0	133.3	10	118.6	0.72		0.19	0.20
	100053	asu	0	1110	400.0	330.0	322.3	19.0	127.0	10	123.1	1.08		0.18	0.20
	100054	asu	0	1110	400.0	330.0	321.4	21.2	126.3	10	128.5	1.28		0.19	0.20
	100055	asu	0	1110	400.0	330.0	321.1	21.9	126.0	10	131.0	1.37		0.19	0.20
	100056	asu	0	1110	400.0	330.0	321.1	21.9	126.0	10	131.0	1.37		0.19	0.20
	100057	asu	0	1110	400.0	330.0	321.4	21.2	126.3	10	128.5	1.28		0.19	0.20
	100058	asu	0	1110	400.0	330.0	322.3	19.0	127.0	10	123.1	1.08		0.18	0.20
	100059	asu	0	1110	400.0	330.0	323.6	0.0	133.3	10	118.6	0.72		0.19	0.20
	100060	asu	0	1110	400.0	330.0	314.4	0.0	133.3	10	124.4	0.23		0.19	0.20
		asl2	90	1110	400.0	310.0	286.9	0.0	133.3	10	121.7	0.18		0.19	0.20
	Maximum										132.1	1.37	1.37	0.20	

Grp	primary group number	d	Effective depth of a cross-section
Element	element number	z	lever arm in cracked state
ID	reinforcement identifier u=upper, l=lower, 2=cross	x	height of compression zone
dir	direction of the reinforcement to local x axis	hc,ef	effective tension area
LC	load case	∅	diameter of the reinforcement
t	plate thickness	σs	steel stress
as_0	reinforcement before this check (on multiple layers stress averaged)		
as	increased reinforcement due to this check		
wk	crack width with actual reinforcement		
wk,req	required crack width		
	Calculation of crack width according to EN 1992-1-1 7.3.4 (first element):		
	kt= 0.60 k1= 0.80 k2= 0.60 k3= variable k4= 0.43		



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>										
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA IF3A</td> <td style="text-align: center;">LOTTO 02</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO FA01A0 000</td> <td style="text-align: center;">REV. C</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO 301 di 304</td> </tr> </table>					COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 301 di 304
COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 301 di 304						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>											

### **22.3 RIEPILOGO ARMATURE**

La verifica risulta soddisfatta.  $W_k = 0.20$  e l'armatura minima calcolata dal software  $1.37 \text{ cm}^2$  al fine di soddisfare i minimi di armatura da NTC si dispone la seguente armatura:

Armatura superiore direzione longitudinale:  $\emptyset 14/200$  che corrisponde a  $7.70 \text{ cm}^2$

Armatura superiore direzione trasversale:  $\emptyset 14/200$  che corrisponde a  $7.70 \text{ cm}^2$

Armatura inferiore direzione longitudinale:  $\emptyset 14/200$  che corrisponde a  $7.70 \text{ cm}^2$

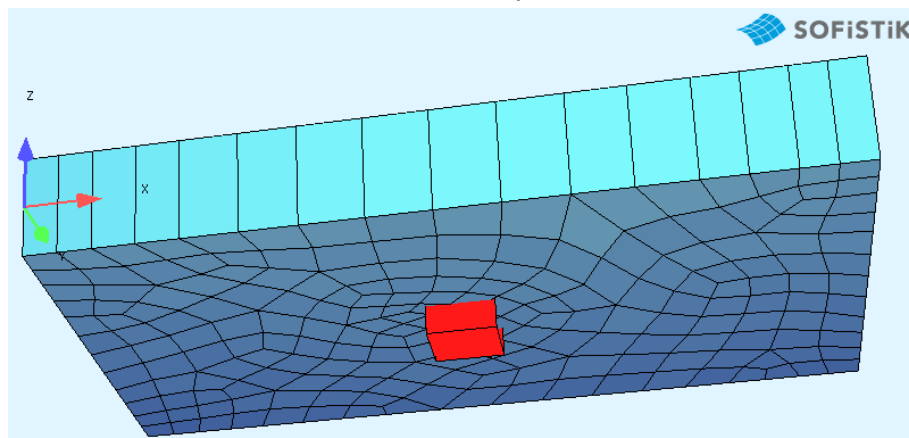
Armatura inferiore direzione trasversale:  $\emptyset 14/200$  che corrisponde a  $7.70 \text{ cm}^2$

Armatura a taglio spilli:  $\emptyset 10/400 \times 400$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA  II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 302 di 304

## 23 VERIFICA GEOTECNICA

Per le verifiche geotecniche si riportano le sollecitazioni massime agenti in fondazione per le comb. SLU/SLV per la verifica di capacità portante e SLE rara per la verifica dei cedimenti, le seguenti sollecitazioni sono state ricavate creando un secondo modello con incastro nel baricentro della platea di fondazione.



**Fig. 10 – Modello con incastro al baricentro**

Massime sollecitazioni agli SLU/SLV:

**LC: 2155, 3155, Nodes Support force; Nodes Support moment Groups 10**

LC	LC-title	Number	P-Z [kN]	M-X [kNm]	M-Y [kNm]
1	2155 MAX-PZ NODE Supporting Forces in	1	118.9	0.00	0.00
2	3155 MAXE-PZ NODE Supporting Forces i	1	87.1	1.72	-1.51

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI              GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-NGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA01A0 000</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>303 di 304</b>

### 23.1 VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE

Si riporta la verificasvolta mediante il foglio excel.

**Fondazioni Dirette**  
**Verifica in tensioni efficaci**

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B^* \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e<sub>B</sub> = Eccentricità in direzione B (e<sub>B</sub> = Mb/N)

e<sub>L</sub> = Eccentricità in direzione L (e<sub>L</sub> = MI/N)                      (per fondazione nastriforme e<sub>L</sub> = 0; L\* = L)

B\* = Larghezza fittizia della fondazione (B\* = B - 2\*e<sub>B</sub>)

L\* = Lunghezza fittizia della fondazione (L\* = L - 2\*e<sub>L</sub>)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno	
		permanenti	temporanee variabili	tan φ'	c'
Stato limite ultimo	○	1,00	1,30	1,25	1,60
Tensioni ammissibili	○	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dall'utente	●	1,00	1,00	1,00	1,00

valori suggeriti dall'EC7

γ, c', φ'

(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 1,80 (m)

L = 3,00 (m)

D = 0,40 (m)

β<sub>f</sub> = 0,00 (°)

β<sub>p</sub> = 0,00 (°)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-NGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA01A0 000	REV. C	FOGLIO 304 di 304

AZIONI			
	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	120,00	0,00	120,00
Mb [kNm]	0,00	0,00	0,00
MI [kNm]	0,00	0,00	0,00
Tb [kN]	0,00	0,00	0,00
Tl [kN]	0,00	0,00	0,00
H [kN]	0,00	0,00	0,00

**Peso unità di volume del terreno**  
 $\gamma_1 = 21,00$  (kN/mc)  
 $\gamma = 21,00$  (kN/mc)

**Valori caratteristici di resistenza del terreno**  
 $c' = 0,00$  (kN/mq)  
 $\varphi' = 27,00$  (°)

**Valori di progetto**  
 $c' = 0,00$  (kN/mq)  
 $\varphi' = 27,00$  (°)

**Profondità della falda**  
 $Z_w = 5,00$  (m)

$e_{B1} = 0,00$  (m)       $B^* = 1,80$  (m)  
 $e_{L1} = 0,00$  (m)       $L^* = 3,00$  (m)

**q : sovraccarico alla profondità D**  
 $q = 8,40$  (kN/mq)

**$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**  
 $\gamma = 21,00$  (kN/mc)

**Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante**  
 $Nq = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$   
 $Nq = 13,20$   
 $Nc = (Nq - 1) / \tan \varphi'$   
 $Nc = 23,94$   
 $Ny = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot \tan \varphi'$   
 $Ny = 14,47$

**Sc, Sq, Sy : fattori di forma**  
 $S_c = 1 + B^* Nq / (L^* Nc)$   
 $S_c = 1,33$   
 $S_q = 1 + B^* \tan \varphi' / L^*$   
 $S_q = 1,31$   
 $S_y = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$   
 $S_y = 0,76$

**$i_e, i_q, i_y$  : fattori di inclinazione del carico**  
 $m_0 = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,63$        $\theta = \arctg(Tb/Tl) = 90,00$  (°)  
 $m_1 = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,38$        $m = 1,63$  (-)  
( $m=2$  nel caso di fondazione nastriforme e  $m=(m_0 \sin^2 \theta + m_1 \cos^2 \theta)$  in tutti gli altri casi)  
 $i_e = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cot \varphi'))^m$   
 $i_e = 1,00$   
 $i_c = i_e \cdot (1 - i_q) / (Nq - 1)$   
 $i_c = 1,00$   
 $i_y = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cot \varphi'))^{m+1}$   
 $i_y = 1,00$

**$d_c, d_q, d_y$  : fattori di profondità del piano di appoggio**  
per  $D/B^* \leq 1$ :  $d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$   
per  $D/B^* > 1$ :  $d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) \cdot \arctan(D / B^*)$   
 $d_c = 1,07$   
 $d_e = d_c - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$   
 $d_e = 1,07$   
 $d_s = 1$   
 $d_y = 1,00$

**$b_c, b_q, b_y$  : fattori di inclinazione base della fondazione**  
 $b_c = (1 - \beta_1 \tan \varphi')^2$        $\beta_1 + \beta_2 = 0,00$        $\beta_1 + \beta_2 < 45^\circ$   
 $b_c = 1,00$   
 $b_e = b_c - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$   
 $b_e = 1,00$   
 $b_s = b_c$   
 $b_y = 1,00$

**$g_c, g_q, g_y$  : fattori di inclinazione piano di campagna**  
 $g_c = (1 - \tan \beta_1)^2$        $\beta_1 + \beta_2 = 0,00$        $\beta_1 + \beta_2 < 45^\circ$   
 $g_c = 1,00$   
 $g_e = g_c - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$   
 $g_e = 1,00$   
 $g_s = g_c$   
 $g_y = 1,00$

**Carico limite unitario**

$q_{lim} = 362,38$ (kN/m <sup>2</sup> )	R3	2,30
	qrd	158 (kN/m <sup>2</sup> )

**Pressione massima agente**  
 $q = N / B^* L^*$   
 $q = 22,22$  (kN/m<sup>2</sup>)

**Coefficiente di sicurezza**  
 $F_s = q_{lim} / q = 16,31$  **OK**