

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

SE00-SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE

SE01-SSE ARIANO

ELABORATI A CARATTERE GENERALE SSE ARIANO

Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA-ORSARA 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 SE0100 002 B -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 08.00 - Emissione 180gg	P.Righetto	08/02/2022	R.Stella	08/02/2022	M.Simeone	08/02/2022	R. Zanon
B	C 08.01 - A valle del contraddittorio	P.Righetto	08/06/2022	L. Ongaro	08/06/2022	A.Callerio	08/06/2022	
								08/06/2022

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 2 di 124

Sommario

1. RELAZIONE GENERALE SULL' INTERVENTO	5
2. RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI	6
3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
4. TERRENO DI FONDAZIONE	9
5. IPOTESI DI CALCOLO	10
7. FONDAZIONE PER TV, SCARICATORI E COLONNA ISOLATORI AT	11
ANALISI DEI CARICHI	13
PESI PROPRI E PORTATI	13
CARICO ECCEZIONALE	13
AZIONE DEL VENTO	13
VERIFICHE GEOTECNICHE	14
VERIFICA A RIBALTAMENTO	14
VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE	16
VERIFICA CEDIMENTI	16
VERIFICHE STRUTTURALI	16
VERIFICA TIRAFONDI	16
VERIFICA SFILAMENTO	18
VERIFICA ARMATURA PLINTI	18
INCIDENZA	20
8. FONDAZIONE PER SEZIONATORI AT ROTATIVI	21
ANALISI DEI CARICHI	22
PESI PROPRI E PORTATI	22
CARICO ECCEZIONALE	22
AZIONE DEL VENTO	22
VERIFICHE GEOTECNICHE	23
VERIFICA A RIBALTAMENTO	23
VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE	24
VERIFICA CEDIMENTI	25
VERIFICHE STRUTTURALI	25
VERIFICA TIRAFONDI	25
VERIFICA SFILAMENTO	27
VERIFICA ARMATURA FONDAZIONE	27

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 3 di 124

INCIDENZA	32
9. FONDAZIONE PER INTERRUTTORI AT CON TA	33
ANALISI DEI CARICHI	34
PESI PROPRI E PORTATI.....	34
CARICO ECCEZIONALE	34
AZIONE DEL VENTO	34
VERIFICHE GEOTECNICHE	35
VERIFICA A RIBALTAMENTO	35
VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE.....	36
VERIFICA CEDIMENTI	37
VERIFICHE STRUTTURALI	37
VERIFICA TIRAFONDI	37
VERIFICA A SFILAMENTO	39
VERIFICA ARMATURA FONDAZIONE.....	39
INCIDENZA	44
10. SOSTEGNO TRIPOLARE SBARRE 132KV A 7M.....	45
ANALISI DEI CARICHI	49
PESI PROPRI E PORTATI.....	49
CARICO ECCEZIONALE	50
AZIONE DEL VENTO	50
VERIFICHE GEOTECNICHE	50
VERIFICA A RIBALTAMENTO	51
VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE.....	52
VERIFICA CEDIMENTI	52
VERIFICHE STRUTTURALI	53
VERIFICA TIRAFONDI	53
VERIFICA A SFILAMENTO	54
VERIFICA ARMATURA FONDAZIONE.....	54
INCIDENZA	59
11. FONDAZIONE PER VASCHE TRASFORMATORI DI GRUPPO E MURO TAGLIAFIAMMA	61
TEORIA SULLE VERIFICHE STRUTTURALI.....	75
VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE – PRESSOFLESSIONE	75
VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO.....	75
VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	76
VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE	77
VERIFICHE STRUTTURALI	77
VERIFICHE ALLO SLU/SLV	77
VERIFICHE ALLO SLE.....	82

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 4 di 124

RIEPILOGO ARMATURE	86
INCIDENZA	86
VERIFICA TRAVE IN ACCIAIO HEB160	86
VERIFICHE GEOTECNICHE	88
VERIFICA CONDIZIONI DRENATE	88
VERIFICA DEI CEDIMENTI.....	93
12. TERMINALE CAVI AT	94
MODELLAZIONE	94
ANALISI DEI CARICHI	96
CALCOLO COSTRUZIONE DI SOTTOFONDO	96
SPINTA DEL TERRENO	97
AZIONE DEL VENTO.....	98
AZIONE SISMICA	99
CARICHI APPLICATI.....	102
SOLLECITAZIONI DI CALCOLO	106
TEORIA SULLE VERIFICHE STRUTTURALI	109
VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE – PRESSOFLESSIONE	109
VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO.....	109
VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	110
VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE	111
VERIFICHE STRUTTURALI	111
VERIFICHE ALLO SLU/SLV	111
VERIFICHE ALLO SLE.....	114
RIEPILOGO ARMATURE	118
INCIDENZA	118
VERIFICHE GEOTECNICHE	119
VERIFICA CONDIZIONI DRENATE	119
VERIFICA DEI CEDIMENTI.....	123
13. BLOCCHI DI FONDAZIONE SEZIONATORI DI 1 (P3) E 2 (P2) FILA 3 KV	124

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 5 di 124

1. RELAZIONE GENERALE SULL' INTERVENTO

1.1. Descrizione generale

Nell'ambito della costruzione della SSE di ARIANO (AV) è prevista la realizzazione delle fondazioni degli enti di piazzale quali

Fondazione Per TV, Scaricatori E Colonna Isolatori AT
 Fondazione Per Sezionatori AT Rotativi
 Fondazione Per Vasche Trasformatori Di Gruppo E Muro Tagliafiamma
 Fondazione Per Interruttori AT Con TA
 Terminale Cavi AT
 SOSTEGNO TRIPOLARE SBARRE 132KV A 7M
 TORRE FARO 18 M
 RECINZIONE A PETTINE
 BLOCCHI DI FONDAZIONE SEZIONATORI 3 Kv

Le strutture di fondazione saranno realizzate mediante plinti in c.a. e in cls di dimensioni variabili.

Le strutture in elevazione saranno del tipo a traliccio, realizzate mediante assemblaggio di elementi metallici aventi sezione variabile.

La connessione tra le parti in elevazione e quelle in fondazione, avverrà tramite piastre metalliche perfettamente poste su tirafondi pre-posti nei plinti di base e/o fissaggi chimici, e quindi ad essi bullonate.

Le fondazioni per le linee elettriche sono state dimensionate facendo riferimento alla normativa CEI 11-4, con il presupposto che questa verifica garantisce l'idoneità delle strutture per l'impiego in qualsiasi zona sismica (Art. 2.5.08). Tutte le restanti fondazioni sono state dimensionate e verificate per la zona sismica appartenente.

Per l'analisi di tutti i particolari strutturali e l'esatta disposizione degli elementi si rimanda agli allegati grafici che integrano la presente relazione.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 6 di 124

2. RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

Nell'eseguire le verifiche che costituiscono l'opera di cui alla presente relazione, si è fatto riferimento alla seguente normativa tecnica:

- [1] Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti 21 Gennaio 2019, n.7
"Applicazione Norme Tecniche per le Costruzioni".
- [2] D. M. 17/01/2018
"Nuove Norme tecniche per le costruzioni".
- [3] Ordinanza 3274 20 Marzo 2003
"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- [4] Legge 5 Novembre 1971 n°1086
"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale precompresso ed a struttura metallica".
- [5] D.M. 11 marzo 1988
"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- [6] Circolare 24 settembre 1988, n°30483
"Norme tecniche per terreni e fondazioni: istruzioni applicative".
- [7] CEI EN 61936-1 (2011-07)
"Impianti elettrici con tensioni superiori a 1kV in corrente alternata".
- [8] CEI 11-4 (1998)
"Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne".
- [9] CEI 11-26 (1998)
"Correnti di corto circuito. Calcolo degli effetti. Parte prima: definizioni e metodi di calcolo".
- [10] UNI ENV 1993-1-1 Eurocodice 3.
"Progettazione delle strutture di acciaio. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"
- [11] UNI ENV 1992-1-1 Eurocodice 2.
"Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 7 di 124

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

A) Acciaio da Carpenteria

Profilati laminati a caldo:

S235JR (Fe 360): Tensione di snervamento $f_y < 235 \text{ N/mm}^2$

Tirafondi:

S355JR (Fe 510): Tensione di snervamento $f_y < 355 \text{ N/mm}^2$

Le bullonature saranno effettuate secondo quanto prescritto dalle raccomandazioni CNR 10011/85 con viti di classe 8.8 o maggiore e dadi della classe 8.8 aventi le seguenti caratteristiche:

$F_{d,N} = 560 \text{ N/mm}^2$, $F_{d,V} = 396 \text{ N/mm}^2$

Si prescrivono elettrodi per saldature rivestiti omologati secondo UNI 5132/74 di tipo E44; le saldature saranno di tipo manuale ad arco di classe II.

B) Acciaio da CA

Si utilizzerà per tutte le strutture in C.C.A. acciaio del tipo B450C avente le seguenti caratteristiche:

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$

C) Conglomerato cementizio

Si utilizzerà conglomerato cementizio della classe di resistenza pari a $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ (**C25/30**).

D) Malta per ancoraggi

Si prescrive l'utilizzo di malta cementizia tipo M1

E) Inerti

Gli inerti devono essere di buona qualità e di granulometria assortita, in materia tale da rispettare le seguenti caratteristiche:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							<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: 15%;">REV.</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">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;">SE0100 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">8 di 124</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	8 di 124													

1) sabbia: dovrà contenere a grani assortiti con pezzatura variabile da 0 a 7 mm; dovrà essere priva di materie organiche, melmose o terrose e di salsedine.

2) ghiaia: dovrà contenere elementi assortiti di dimensioni fino a 30 mm e dovrà essere composta di materiali non gelivi, non friabili, privi di terra e di salsedine.

Particolare cura dovrà essere posta nella composizione granulometrica degli inerti, la curva granulometrica della miscela dovrà essere contenuta tra le curve limite di Fuller.

APPALTATORE: Conorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandatario <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 9 di 124

4. TERRENO DI FONDAZIONE

Riportiamo i parametri geotecnici del terreno:

	Coltre		STF2	
γ [kN/m ³]	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
ϕ' [°]	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_e [-]	$6.4 \cdot 10^{-2}$		$6.6 \cdot 10^{-2}$	
c_r [-]	$1.2 \cdot 10^{-2}$		$1.0 \cdot 10^{-2}$	
c_{az}	$2.7 \cdot 10^{-3}$		$2.0 \cdot 10^{-3}$	
c_v [m ² /s]	$4.0 \cdot 10^{-8} \div 4.0 \cdot 10^{-7}$ [$1.0 \cdot 10^{-7}$]		$8.0 \cdot 10^{-8} \div 1.0 \cdot 10^{-6}$ [$3.0 \cdot 10^{-7}$]	
e_0 [-]	0.4÷0.6 [0.5]		0.36÷0.49 [0.45]	
OCR [-]	1÷8 [3]		1÷8 [4]	
v' [-]	0.3		0.3	
k [m/s]	$1.2 \cdot 10^{-8} \div 6.0 \cdot 10^{-5}$ [$4.0 \cdot 10^{-7}$]		$1.0 \cdot 10^{-8} \div 2.0 \cdot 10^{-7}$ [$1.0 \cdot 10^{-7}$]	

Di seguito si riporta la stratigrafia considerata per il dimensionamento delle fondazioni del piazzale di SSE.

	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	c_u (kPa)	ϕ°	c' (kPa)
Rilevato +scotoco e bonifica	(vedasi sezione)	19	-	35	0

Fig. 1: Sintesi delle stratigrafie e dei parametri del terreno in corrispondenza del piazzale di SSE.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 10 di 124

5. IPOTESI DI CALCOLO

Le fondazioni sono verificate sulla base dei seguenti carichi:

- pressione massima ammissibile sul terreno;
- peso proprio delle strutture;
- peso tubi in alluminio $\phi_e 100 * \phi_i 86 = 22,09 \text{ daN/m}$
- peso tubi in alluminio $\phi_e 40 * \phi_i 30 = 5,94 \text{ daN/m}$
- peso delle apparecchiature installate:
- linee elettriche spinta del vento a 130 km/h senza formazione manicotto ghiaccio/spinta del vento a 65 km/h con formazione manicotto ghiaccio (CEI 11-4)
- spinta del vento sulle restanti strutture ed apparecchiature ZONA 3, categoria esposizione IV (D.M. 17/01/2018)
- $q = q_{ref} * C_p * C_e * C_d$
- $q_{ref} = v_{ref}^2 / 1,6 = 46 \text{ daN/m}^2$
- carico accidentale per neve = $200 * 0,8 = 1,60 \text{ kN/mq}$
- forza di corto circuito si assume il valore convenzionale di 150 daN agente alle estremità degli isolatori e concomitante alla spinta del vento.

Si esegue il metodo di calcolo agli stati limite.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 12 di 124

LEGENDA		
SIGLA APP.	DESCRIZIONE	PESO TOT. APPARECCHIATURA COMPLETA DI SUPPORTO E ATTREZZ.
TV	Trasformatore di tensione	450 kg
TA	Trasformatori di corrente	490 kg
T.O.	Traliccio Ormeggio
SL..	Sezionatore A.T. di linea	1600 kg
IL..	Interruttore A.T. di linea	2400 kg
SS..	Sezionatore A.T. di sbarra	1600 kg
SG..	Sezionatore A.T. di gruppo	1600 kg
IG..	Interruttore A.T. di gruppo	1600 kg
SC..	Scaricatore A.T.	490 kg
CR	Colonnino rompitratta	400 kg
TR. Gr."A"(B)	Trasformatore di gruppo "A" (B)	31000 kg
ST	Sostegno secondari Trasformatore	300 kg
TR. IS.	Trasformatore di isolamento	250 kg
T.T.S.	Plinto traliccio tipo "S"	1200 kg
O/10.30	Plinto traliccio tipo "O" con trave L=10m	1350 kg
T.F.	Plinto torre faro da m. 18	900 kg
ASA	Armadio interfaccia SSA	200 kg
NSA	Pozzetto negativo SSA	
PSA	Sostegno positivo SSA	800 kg
PS1°	Plinto palo sezionatore 1° fila	900 kg
PS2°	Plinto palo sezionatore 2° fila	800 kg

Il peso maggiore corrisponde allo scaricatore A.T. con un peso di 490kg = 4.9 kN

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 13 di 124

ANALISI DEI CARICHI

Pesi propri e portati

- Dimensioni blocco di fondazione = $(1,40*1,40)*0,60+(0,70*0,70)*0,20 = 1,27 \text{ mc}$
- peso struttura di sostegno = 3048 daN
- quota max apparecchiatura cautelativamente si pone a h= 6.30 m
- Peso scaricatore 490 daN



Carico eccezionale

- forza di corto circuito = 150 daN a quota 5,00 m

Azione del vento

IIPOTESI 1

spinta vento 130 km/h (120 kg/m²) T = -5 °C

CALCOLO DELLA SPINTA DEL VENTO SU SCARICATORE							
<i>velocità vento 130 Km/h - pressione del vento 120 daN/mq per sup piane-72 daN/mq per sup cilindriche</i>							
TRONCO	Tipo elemento		lunghezza (m)	superficie (mq)	spinta tot. (daN)	baricentro (m)	momento (daN*m)
0	colonne	219*4,85	4,85	1,06	76,47	2,43	185,45
1	piatti inf.		0,08	0,08	9,60	0,20	1,92

APPALTATORE: Consortio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 14 di 124

2	piatti sup.		0,017	0,017	2,04	4,85	9,89
3	scaricatore	265	1,47	0,39	28,05	4,34	121,59
4	tubo	40/30*5	5	0,20	14,40	6,02	86,69
				1,55	130,56		405,54

IPOTESI 2

spinta vento 65 km/h con formazione manicotto di ghiaccio → si trascura in quanto meno gravosa.

VERIFICHE GEOTECNICHE

Per la verifica a ribaltamento si adotta la combinazione EQU prevista nelle NTC-18 e per le verifiche strutturali si usano i coefficienti di comb. A1.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	Coefficiente Parziale		
			EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(a)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qk}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

^(a) Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_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}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_V	γ_V	1,0	1,0

Tab. 6.5.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Verifica a ribaltamento

Momento al piede caso eccezionale (corto circuito)

$$M_p = 150 \cdot 6.30 = 945 \text{ daNm}$$

Momento al piede azione del vento SLU

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 15 di 124

$$M_p = 1.50 \times 406 = 609 \text{ daNm}$$

Taglio al piede caso eccezionale (corto circuito)

$$T_p = 150 \text{ daN}$$

Taglio al piede azione del vento SLU

$$T_p = 1.50 \times 131 = 197 \text{ daN}$$

Momento ribaltante

$$M_r (\text{ecc}) = 945 + 150 \times 0,80 = 1065 \text{ daNm}$$

$$M_r (\text{eq}) = 609 + 197 \times 0.80 = 767 \text{ daNm}$$

Carico verticale a piano fondazione

$$W_{\text{EQU}} = (490+3048) \times 0.90 = 3184 \text{ daN}$$

Momento stabilizzante

$$M_s = (W \cdot B/2)/1.15 = (3184 \cdot 1,40/2)/1.15 = 1938 \text{ daNm}$$

$$K = M_s/M_r = 1938 / 1065 = 1.81 > 1$$

$$K = M_s/M_r = 1938 / 767 = 2.52 > 1$$

La verifica a ribaltamento risulta largamente soddisfatta.

Per quanto riguarda le pressioni trasmesse in fondazione si ha:

$$P = 2.400 \cdot 0,1 \cdot 1,6 \cdot 1,6 = 615 \text{ daN} \quad (\text{peso magrone})$$

$$W_{\text{SLU}} = (490 + 3048) \times 1.35 = 3538 \times 1.35 = 4777 \text{ daN}$$

Poiché è presente un momento si calcola la base ridotta del plinto di fondazione.

Eccentricità

$$e = M / W = 1065/3538 = 0,30 \text{ m} > 1,40/6 = 0,10 \text{ m}$$

$$b_r = L - 2e = 140 - 2 \times 30 = 80 \text{ cm}$$

Pressione massima sul terreno

$$\sigma_{t \text{ max}} = W_{\text{SLU}} / (b_r \times L) + (6 \cdot M / b_r \cdot L^2) = 4777 / (140 \cdot 80) + (6 \times 767) / (80 \times 140 \times 140) = 0.43$$

$$R_s = 0,43 \text{ daN/cm}^2$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 16 di 124

Verifica capacità portante

Il carico ultimo del terreno si determina con la Formula di Terzaghi:

$$Q_{limite} = q \cdot N_q + c \cdot N_c + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Angolo di attrito del terreno $\varphi = 30^\circ$

$$q = \gamma \cdot D = 2000 \cdot 0.7 = 1400 \text{ daN/m}^2$$

$$N_q = e^{(\pi \cdot \text{tg}(\varphi)) \cdot (1 + \text{sen} \varphi)} / (1 - \text{sen} \varphi) = e^{(\pi \cdot \text{tg}(30)) \cdot (1 + \text{sen} 30)} / (1 - \text{sen} 30) = 18.4$$

$$c = 0$$

$$N_c = (N_q - 1) / (\tan(\varphi)) = (18.4 - 1) / (\tan 30) = 30$$

$$\gamma = 2000 \text{ daN/m}^3$$

$$B = 1.40 \text{ m}$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\varphi) = 2 \cdot (18.4 + 1) \cdot \tan 30 = 22.4$$

$$\rightarrow Q_{limite} = 57120 \text{ daN/m}^2 = 5.71 \text{ daN/cm}^2$$

Considerando un coefficiente di sicurezza pari a 3, si ottiene il $Q_{ammisibile} = 1.90 \text{ daN/cm}^2 > 0.43 \text{ daN/cm}^2$

\rightarrow Il terreno è verificato.

Verifica cedimenti

Per la valutazione dei cedimenti si considera la formula:

$$S = C1 \cdot C2 \cdot C3 \cdot ((q' - 2/3 \sigma'_{vo}) \cdot B^{0.7} \cdot I_c)$$

$$q' = 42 \text{ kPa}$$

$$C1 = ((1.25 \cdot L/B) / (L/B + 0.25))^2 = 1.00$$

$$C2 = H/z_i \cdot (2 - H/z_i) = 1.00$$

$$C3 = 1 + R3 + R_t \cdot \log t / 3 = 1.30$$

$$B = 1.40$$

$$I_c = 0.04$$

$$\rightarrow S = 3 \text{ mm}$$

VERIFICHE STRUTTURALI

Verifica tirafondi

La struttura è ancorata al blocco di fondazione attraverso 4 tirafondi $\phi 20$

Caratteristiche del singolo tirafondo:

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 17 di 124

Area lorda $A_l = 3,14 \text{ cm}^2$

Area netta $A_n = 0.8 \times 3.14 = 2,45 \text{ cm}^2$

Lunghezza di ancoraggio $L_b = 48 \text{ cm}$ lunghezza minima con uncino terminale.

Caratteristiche materiali

Fe 510 – S355JR – $f_d = 355 \text{ N/mm}^2$

Cls 250 – C20/25 – tensione tangenziale ultima = $0.26 \cdot (25)^{2/3} = 2.22 \text{ N/mm}^2$ (barre ad aderenza migliorata)

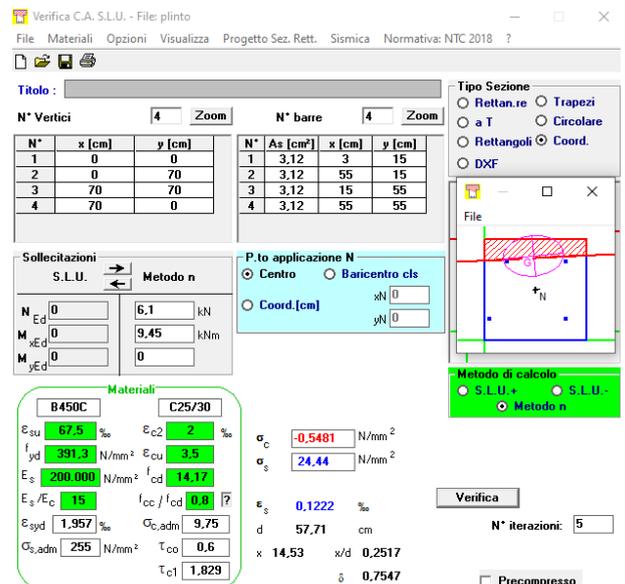
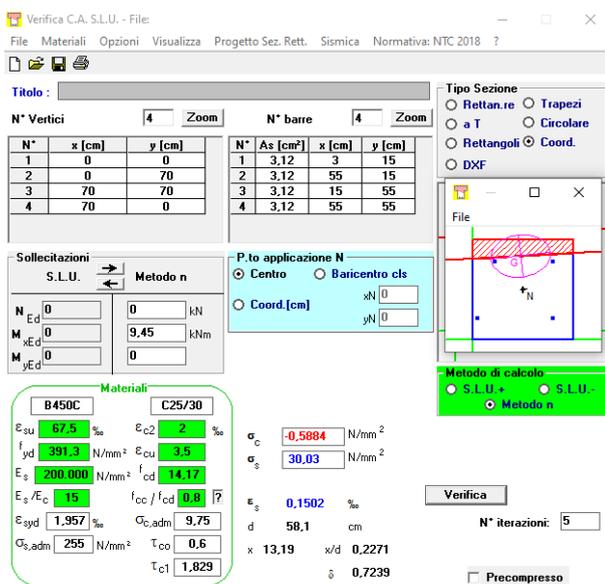
Carichi agenti (amplificati per verifica agli SLU, 1.5 Carichi Accidentali – 1.3 Carichi Permanenti – 1.0 Carichi Eccezionali):

momento al piede SLU $M_{slu} = 1,5 \cdot 406 = 609 \text{ daN}$

momento al piede Ecc. Mecc = $1.0 \times 150 \cdot 6,3 = 945 \text{ daNm}$

Per il calcolo dei tirafondi si assumono le massime sollecitazioni che si ottengono per le due combinazioni esaminate comb. SLU e comb. eccezionale.

Le verifiche sui tirafondi sono state calcolate trascurando lo sforzo normale in modo tale da massimizzare il tiro sui tirafondi e lo sforzo di compressione sul cls.



Si ricava una pressione massima agente sulla sezione di: $\sigma_{n,M} = 0.60 \text{ N/mm}^2$

Tensione nei bulloni in corrispondenza del gambo σ_b : $\sigma_b = 30.03/0.8 = 38 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{b,amm} = 355/1.25 = 284 \text{ N/mm}^2$

La sezione risulta verificata, poiché la tensione sul singolo tirafondo è inferiore al valore massimo di tensione di progetto f_{yd} .

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 18 di 124

Vengono controllate le tensioni del calcestruzzo e la sezione risulta verificata in quanto:

$\sigma_c = 0.6 \leq 13.75 \text{ N/mm}^2$ verificato

Verifica sfilamento

$$\tau = S / (\pi * D * L) = 1.943 / (3,14 * 2 * (48 + 20 * 2)) = 3,50 \text{ daN/cm}^2 < f_{bd} = 22,2 \text{ daN/cm}^2$$

Verifica armatura plinti

Valori espressi in daN, cm.

Metodo di calcolo: stati limite-norme italiane

Tipo A

Dimensioni del basamento: lungo X = 140 lungo Y = 140 spessore = 60

Dimensioni del sottopilastro: altezza = 20 lungo X = 60 lungo Y = 60

Copriferro per il plinto = 4 copriferro per il bicchiere = 4

Materiali: calcestruzzo Rck 350

Tensione di snervamento acciaio $f_{yk} = 4500$

Coeff. di sicurezza parziali dei materiali: calcestruzzo 1.5 acciaio 1.15

Coeff. di sicurezza parziale per carichi permanenti: 1.5

Coeff. per limitazione tensioni in esercizio rara: calcestruzzo 0.55 acciaio 0.75

Sollecitazioni trasmesse dalla sovra struttura:

in condizioni ultime:

cond. n. 1 N = -490 Mx = 945 My = 0

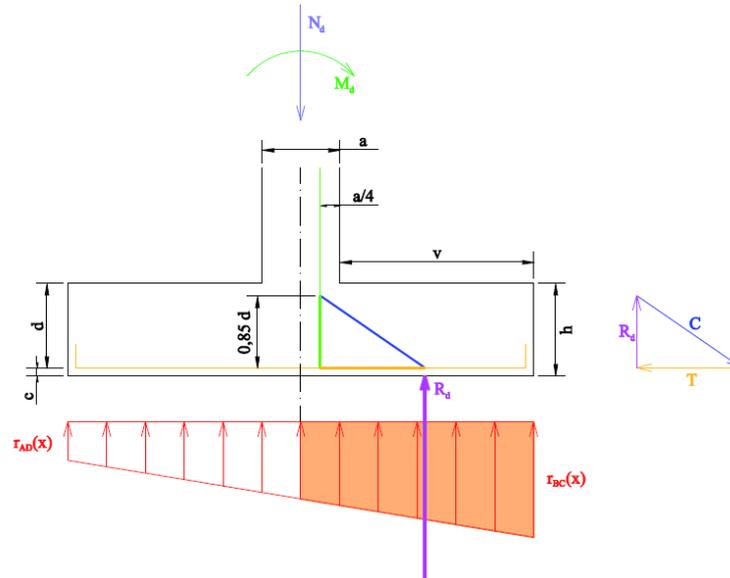
cond. n. 2 N = -662 Mx = 609 My = 0

la comb. dominante risulta essere quella n.1 ovvero comb. eccezionale

Il plinto risulta di tipo tozzo

Quindi per il calcolo dell'armatura si usa il metodo tirante puntone come schema che segue:

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 19 di 124



Si calcolano le pressioni agenti sul terreno:

$$\sigma_{A,B,C,D} = \frac{N}{BL} \pm \frac{6M_x}{BL^2} \pm \frac{6M_y}{LB^2}$$

$$\sigma_1 = [4.90 / (1.4 \times 1.4)] = 2.50$$

$$\sigma_2 = [4.90 / (1.4 \times 1.4)] + [(6 \times 9.45) / (1.4 \times 1.4^2)] = 2.50 + 20.66 = 23.2 \text{ kN/m}^2$$

La tensione in asse del plinto vale:

$$\sigma_3 = 14.10 \text{ kN/m}^2$$

la risultante delle tensioni per la porzione di plinto maggiormente sollecitato vale:

$$R_d = 14.1 \times 0.70 + (0.5 \times 0.7 \times 9.10) = 9.9 + 3.2 = 13.1 \text{ kN}$$

La risultante ricade a 0.25m dal bordo esterno

Area di armatura necessaria per il plinto vale:

$$T = R_d \cdot \sin 30 / \sin 60 = 7.6 \text{ kN}$$

$$A_s = 7.6 \times 10^3 / 391 = 20 \text{ mm}^2 = 0.2 \text{ cm}^2$$

Metodo tipo mensola

$$M_{sd} = 13.1 \times 0.45 = 6 \text{ kNm}$$

$$A_s = M_{sd} / (0.9 \times d \times f_{yd}) = 6 \times 10^6 / (0.9 \times 550 \times 391) = 31 \text{ mm}^2 = 0.31 \text{ cm}^2$$

Si dispongono 6 Φ 14

Si riporta la verifica a taglio.

La sollecitazione di taglio V_{ed} è pari a 13.1 kN

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">SE0100 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">20 di 124</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	20 di 124
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	20 di 124								

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

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1400$ mm	larghezza	$f_{tk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 600$ 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	$A_{s1} = 6 \text{ } \emptyset 12$	$= 6,79 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$	coeff. riduttivo	$A_{s2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 540$ mm	altezza utile	$A_{s3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17,00$ MPa	resist. di calcolo		$6,79 \text{ cm}^2$

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

$N_{ed} = 0,0$ kN $V_{ed} = 13,1$ kN

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1,609$	< 2
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{tk}^{1/2}$	$v_{min} = 0,391$	
$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \times d) < 0,02$	$\rho_1 = 0,001$	$< 0,02$
$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0,00$ MPa	$< 0,2 f_{cd}$

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

$$V_{Rd} = 203,0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 295,7 \text{ kN})$$

$V_{Rd} = 295,7$ kN assunto pari alla resistenza minima

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

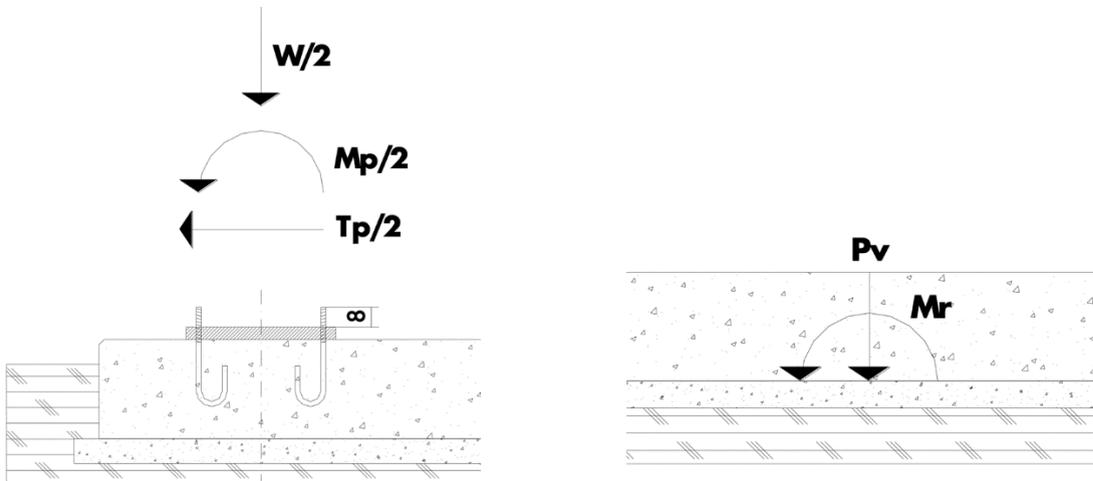
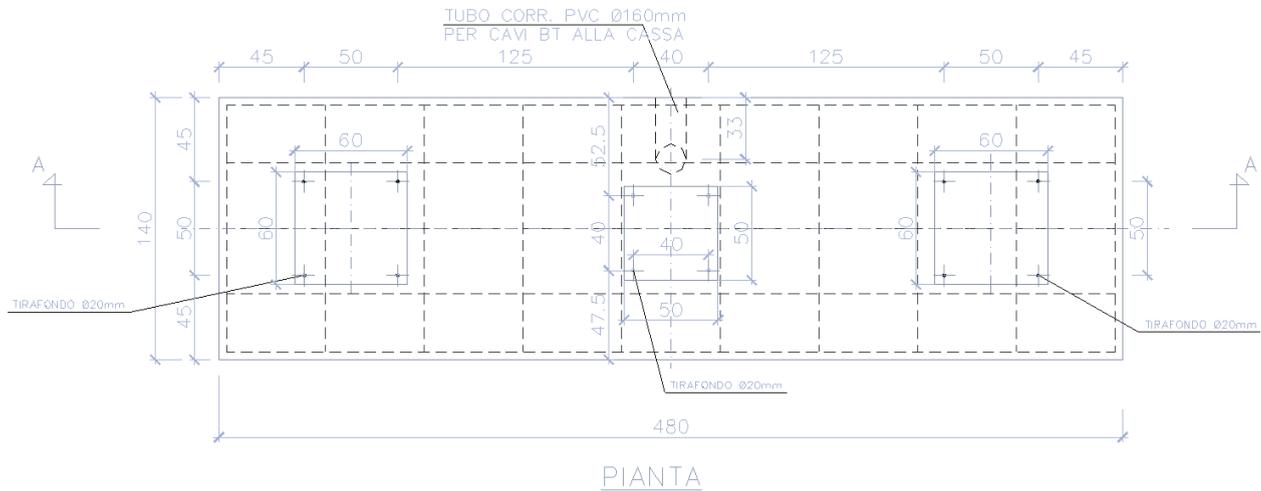
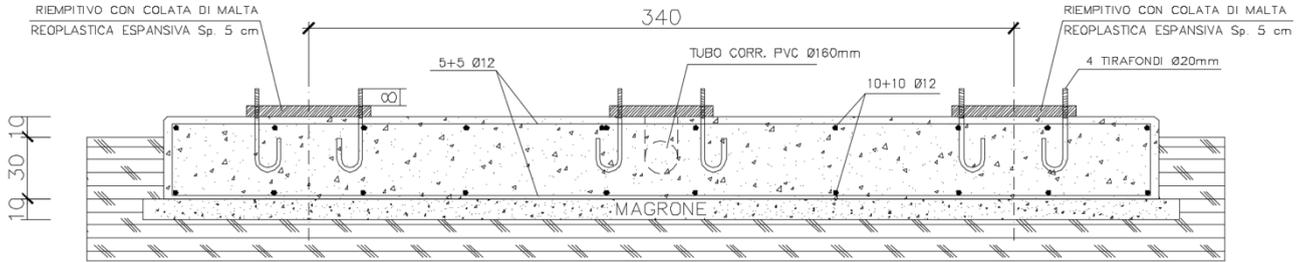
La verifica a taglio risulta soddisfatta in assenza di apposite armature a taglio.

Incidenza

Incidenza plinto: 60 kg/m^3

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 21 di 124

8. FONDAZIONE PER SEZIONATORI AT ROTATIVI



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 22 di 124

ANALISI DEI CARICHI

Pesi propri e portati

- Dimensioni blocco di fondazione = $(4,80*1,40)*0,40 = 2,688$ mc
- quota max apparecchiatura = 5,25 m
- peso struttura di sostegno = 6451 daN
- peso apparecchiatura = 950 daN
- peso tubi alluminio ϕ 40/30 = $5,94*3*10/2 = 90$ daN

Carico eccezionale

- forza di corto circuito = 150 daN a quota 5,25 m

azione del vento

IPOTESI 1

- spinta vento 130 km/h (120 kg/m^2) $T = -5 \text{ }^\circ\text{C}$
- Si considera la condizione più gravosa dal punto di vista statico per cui il vento spiri in direzione parallela ai conduttori e quindi investa ortogonalmente le apparecchiature.

CALCOLO DELLA SPINTA DEL VENTO SUL SEZIONATORE							
velocità vento 130 Km/h - pressione del vento 120 daN/mq per sup piane-72 daN/mq per sup cilindriche							
TRONCO	tipo elemento		lunghezza (m)	superficie (mq)	spinta tot.(daN)	baricentro (m)	momento (daN*m)
0	colonne	219	3,39	1,48	106,91	1,70	181,21
1	traverso		5	0,50	60,00	3,34	200,40
2	comando			0,31	36,99	0,46	16,83
3	traversi		2,5	1,00	120,00	3,59	430,80
4	sezionatori	sup cilindrica	1,86	4,19	301,32	4,59	1383,06
5	piatti inf	020*0,40		0,08	9,60	0,20	1,92
6	piatti sup	0,085*0,20		0,02	2,04	2,55	5,20
				7,48	636,86		2219,42

IPOTESI 2 spinta vento 65 km/h con formazione manicotto di ghiaccio → si trascura in quanto meno gravosa.

APPALTATORE: Consorzio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 23 di 124

VERIFICHE GEOTECNICHE

Per la verifica a ribaltamento si adotta la combinazione EQU prevista nelle NTC-18 e per le verifiche strutturali si usano i coefficienti di comb. A1.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{ca}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_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}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.5.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Verifica a ribaltamento

Momento al piede caso eccezionale (corto circuito)

$$M_p = 150 \cdot 5,25 = 788 \text{ daNm}$$

Momento al piede azione del vento SLU

$$M_p = 1,50 \times 2220 = 3330 \text{ daNm}$$

Taglio al piede caso eccezionale (corto circuito)

$$T_p = 150 \text{ daN}$$

Taglio al piede azione del vento SLU

$$T_p = 1,50 \times 637 = 956 \text{ daN}$$

Momento ribaltante

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 24 di 124

$$M_r(\text{ecc}) = 788 + 150 \times 0,40 = 848 \text{ daNm}$$

$$M_r(\text{eq}) = 3330 + 956 \times 0,40 = 3713 \text{ daNm}$$

Carico verticale a piano fondazione

$$W_{\text{EQU}} = (1040+6451) \times 0,90 = 7491 \text{ daN}$$

La verifica a ribaltamento è svolta lungo il lato corto (1.40m)

Momento stabilizzante

$$M_s = (W \cdot B/2)/1,15 = (7491 \cdot 1,40/2)/1,15 = 4559,7 \text{ daNm}$$

$$K = M_s/M_r = 4559 / 848 = 5,38 > 1$$

$$K = M_s/M_r = 4559 / 3713 = 1,23 > 1$$

La verifica a ribaltamento risulta largamente soddisfatta.

Per quanto riguarda le pressioni trasmesse in fondazione si ha:

$$W_{\text{SLU}} = (1040+6451) \times 1,35 = 7491 \times 1,35 = 10113 \text{ daN}$$

Poiché è presente un momento si calcola la base ridotta del plinto di fondazione.

Eccentricità

$$e = M / W = 3330/7491 = 0,44 \text{ m} > 1,40/6 = 0,10 \text{ m}$$

$$b_r = L - 2e = 140 - 2 \times 44 = 52 \text{ cm}$$

Pressione massima sul terreno

$$\sigma_{\text{t max}} = W_{\text{SLU}} / (b_r \times L) + (6 \cdot M / b_r \cdot L^2) = 10113 / (480 \times 52) + (6 \times 3713) / (52 \times 480 \times 480) = 0,41$$

$$R_s = 0,41 \text{ daN/cm}^2$$

Verifica capacità portante

Il carico ultimo del terreno si determina con la Formula di Terzaghi:

$$Q_{\text{limite}} = q \cdot N_q + c \cdot N_c + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$q = \gamma \cdot D = 2000 \cdot 0,4 = 800 \text{ daN/m}^2$$

$$N_q = e^{(\pi \cdot \text{tg}(\phi)) \cdot (1 + \text{sen} \phi)} / (1 - \text{sen} \phi) = e^{(\pi \cdot \text{tg}(30)) \cdot (1 + \text{sen} 30)} / (1 - \text{sen} 30) = 18,4$$

$$c = 0$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 25 di 124

$$N_c = (N_q - 1) / (\tan(\varphi)) = (18.4 - 1) / (\tan 30) = 30$$

$$\gamma = 2000 \text{ daN/m}^3$$

$$B = 1.40 \text{ m}$$

$$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan(\varphi) = 2 * (18.4 + 1) * \tan 30 = 22.4$$

$$\rightarrow Q_{\text{limite}} = 46080 \text{ daN/m}^2 = 4.61 \text{ daN/cm}^2$$

Considerando un coefficiente di sicurezza pari a 3, si ottiene il $Q_{\text{ammisibile}} = 1.54 \text{ daN/cm}^2 > 0.41 \text{ daN/cm}^2$

→ Il terreno è verificato

Verifica cedimenti

Per la valutazione dei cedimenti si considera la formula:

$$S = C_1 * C_2 * C_3 * ((q' - 2/3 \sigma'_{vo}) * B^{0.7} * I_c)$$

$$q' = 39 \text{ kPa}$$

$$C_1 = ((1.25 * L/B) / (L/B + 0.25))^2 = 1.40$$

$$C_2 = H/z_i * (2 - H/z_i) = 1.00$$

$$C_3 = 1 + R_3 + R_t * \log t / 3 = 1.30$$

$$B = 1.40$$

$$I_c = 0.04$$

$$\rightarrow S = 3.6 \text{ mm}$$

VERIFICHE STRUTTURALI

Verifica tirafondi

La struttura è ancorata al blocco di fondazione attraverso 4 tirafondi $\phi 20$

Caratteristiche del singolo tirafondo:

$$\text{Area lorda } A_l = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area netta } A_n = 0.8 \times 3.14 = 2,45 \text{ cm}^2$$

Lunghezza di ancoraggio $L_b = 60 \text{ cm}$ lunghezza minima con uncino terminale.

Caratteristiche materiali

$$\text{Fe 510 – S355JR – } f_d = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Cis 250 – C20/25 – tensione tangenziale ultima} = 0.26 * (25)^{(2/3)} = 2.22 \text{ N/mm}^2 \text{ (barre ad aderenza migliorata)}$$

Carichi agenti (amplificati per verifica agli SLU, 1.5 Carichi Accidentali – 1.3 Carichi Permanenti – 1.0 Carichi Eccezionali):

$$\text{momento al piede SLU } M_{slu} = 1,5 * 2220 = 3330 \text{ daNm}$$

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GC ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 26 di 124

momento al piede Ecc. Mecc = $1.0 \times 150 \times 5.25 = 788$ daNm

Il sezionatore rotativo è composto da 3 montati quindi il momento sopra viene suddiviso per i 3 montanti.

momento al piede SLU $M_{slu} = 3330/3 = 1110$ daNm

momento al piede Ecc. Mecc = $788/3 = 263$ daNm

Per il calcolo dei tirafondi si assumono le massime sollecitazioni che si ottengono per le due combinazioni esaminate comb. SLU e comb. eccezionale.

Le verifiche sui tirafondi sono state calcolate trascurando lo sforzo normale in modo tale da massimizzare il tiro sui tirafondi e lo sforzo di compressione sul cls.

Verifica C.A. S.L.U. - File: Nastriforme

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

TITOLO: []

N° Vertici: 4 Zoom N° barre: 4 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	1	3,12	10	10
2	0	60	2	3,12	50	10
3	60	60	3	3,12	10	50
4	60	0	4	3,12	50	50

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Metodo di calcolo:
 S.L.U. S.L.U. Metodo n

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

Materiali

B450C	C25/30
ϵ_{su} 67,5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm²	ϵ_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm²	f_{cd} 14,17
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0,8
ϵ_{syd} 1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9,75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0,6
	τ_{c1} 1,829

σ_c -0,7165 N/mm²
 σ_s 38,49 N/mm²
 ϵ_s 0,1925 ‰
 d 50 cm
 x 10,91 x/d 0,2183
 δ 0,7128

Verifica C.A. S.L.U. - File: Nastriforme

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

TITOLO: []

N° Vertici: 4 Zoom N° barre: 4 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	1	3,12	10	10
2	0	60	2	3,12	50	10
3	60	60	3	3,12	10	50
4	60	0	4	3,12	50	50

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Metodo di calcolo:
 S.L.U. S.L.U. Metodo n

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

Materiali

B450C	C25/30
ϵ_{su} 67,5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm²	ϵ_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm²	f_{cd} 14,17
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0,8
ϵ_{syd} 1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9,75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0,6
	τ_{c1} 1,829

σ_c -0,7127 N/mm²
 σ_s 34,59 N/mm²
 ϵ_s 0,1729 ‰
 d 50 cm
 x 11,81 x/d 0,2361
 δ 0,7351

Si ricava una pressione massima agente sulla sezione di: $\sigma_{N,M} = 0.72$ N/mm²

Tensione nei bulloni in corrispondenza del gambo σ_b : $\sigma_b = 38.50/0.8 = 49$ N/mm² < $\sigma_{b,amm} = 355/1.25 = 284$ N/mm²

La sezione risulta verificata, poiché la tensione sul singolo tirafondo è inferiore al valore massimo di tensione di progetto f_{yd} .

Vengono controllate le tensioni del calcestruzzo e la sezione risulta verificata in quanto:

$\sigma_c = 0.72 \leq 13.75$ N/mm² verificato

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 27 di 124

Verifica sfilamento

$$\tau = S / (\pi \cdot D \cdot L) = 2.059 / (3,14 \cdot 2 \cdot (60 + 20 \cdot 2)) = 3,27 \text{ daN/cm}^2 < f_{bd} = 22,2 \text{ daN/cm}^2$$

Verifica armatura fondazione

Valori espressi in kN, m.

Metodo di calcolo: stati limite-norme italiane

Tipo C

Dimensioni del basamento: lungo X = 480 lungo Y = 140 spessore = 40

Copriferro per il plinto = 4 copriferro per il bicchiere = 4

Materiali: calcestruzzo Rck 350

Tensione di snervamento acciaio fyk = 4500

Coeff. di sicurezza parziali dei materiali: calcestruzzo 1.5 acciaio 1.15

Coeff. di sicurezza parziale per carichi permanenti: 1.5

Coeff. per limitazione tensioni in esercizio rara: calcestruzzo 0.55 acciaio 0.75

Il calcolo delle sollecitazioni sono state calcolate mediante il software di calcolo realizzato dal Prof. Gelfi "1.con", dove è possibile analizzare una trave continua su suolo elastico.

La costante di sottofondo è stata imposta pari a 1daN/cm³, le sollecitazioni applicate al modello di calcolo sono date da forze puntuali e (sforzo normale date dai montanti) e da coppie alla base del montante.

Le sollecitazioni agli SLU alla base di ogni singolo montante valgono

in condizioni ultime:

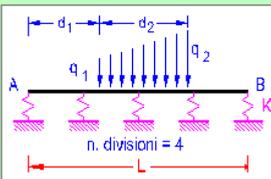
cond. n. 1_SLU N = -4.5 kN Mx = 11.1 kNm

cond. n. 2_SLE N = -3.5 kN Mx = 7.5 kNm

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL SE0100 002 B 28 di 124

File Unità Opzioni ?

Titolo :



Vincoli

- App. - App.
- Inc. - Inc.
- Inc. - App.
- Mensola
- Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI Zoom

N° Carichi CONCENTRATI Zoom

N°	F	d
1	4,7	0,7
2	4,7	1,7
3	4,7	1,7

Fondazione

- Rigida
- Winkler

$K = 1$ daN/cm³

$b = 1,4$ m

$n = 100$

Reag. traz.

Risultati

Luca m $J = 3,15E+09$ mm⁴ Sezione

$E = 31.400$ MPa Distanze parziali

σ_{tA} MPa σ_{tB}

max M kNm x max M

max V kN x max V

f max m x f max

σ_{tmax} MPa x σ_{tmax}

N° Coppie CONCENTRATE Zoom

N°	W	d
1	11,1	0,7
2	11,1	1,7
3	11,1	1,7

Risultati all'ascissa x

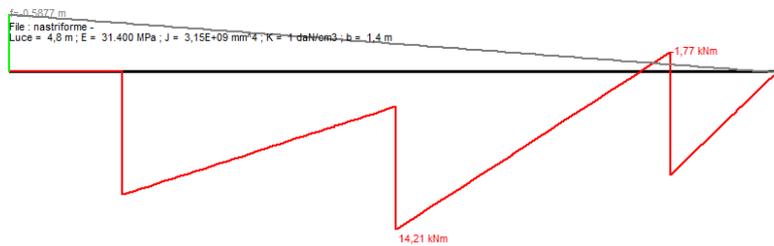
x	M(x)	V(x)	f(x)	$\sigma_t(x)$
0	→ 0	0	-0,5877	-5,877

Diagrammi

M V C

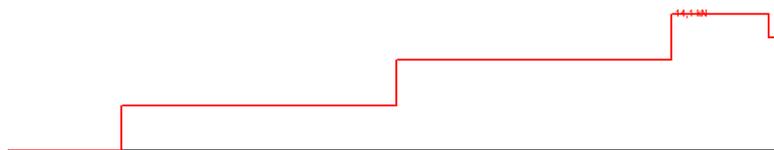
N° sezioni di calcolo

Diagramma Momento



Momento agli SLU

Diagramma Taglio

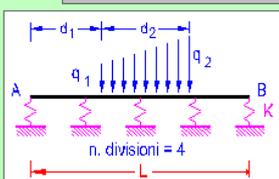


Taglio agli SLU

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL SE0100 002 B 29 di 124

File Unità Opzioni ?

Titolo :



Vincoli:
 App. - App.
 Inc. - Inc.
 Inc. - App.
 Mensola
 Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI kN/m: 0 Zoom

N° Carichi CONCENTRATI kN: 3 Zoom

N°	F	d
1	3,5	0,7
2	3,5	1,7
3	3,5	1,7

Fondazione:
 Rigida
 Winkler
 K = 1 daN/cm³
 b = 1,4 m
 n = 100
 Reag. traz.

Luca: 4,8 m J: 3,15E+09 mm⁴ Sezione
 E: 31.400 MPa Distanze parziali

Risultati:

σ_{tA} MPa	-0,1037	σ_{tB} MPa	0,01937
max M kNm	9,05	x max M	2,4
max V kN	-10,4	x max V	4,1
f max m	-0,01037	x f max	0
σ_{tmax} MPa	0,01937	x σ_{tmax}	4,8

N° Coppie CONCENTRATE kNm: 3 Zoom

N°	W	d
1	7,5	0,7
2	7,5	1,7
3	7,5	1,7

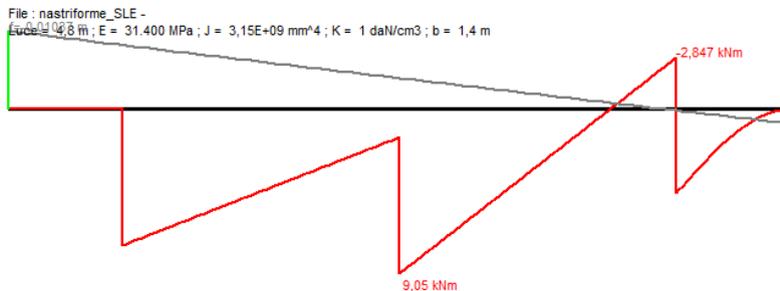
Risultati all'ascissa x:

x	M(x)	V(x)	f(x)	$\sigma_t(x)$
0	0	0	-0,01037	-0,1037

Diagrammi: Visualizza M V C Stampa

N° sezioni di calcolo: 100 Calcola

Diagramma Momento



Momento agli SLE

La verifica di resistenza è eseguita mediante il software di calcolo RC-Sec

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
	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 ²	

APPALTATORE: Consorzio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO												
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>SE0100 002</td> <td>B</td> <td>31 di 124</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	31 di 124
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	31 di 124								

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	10.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	14.50	0.00	0.00	83.42	0.00	5.75	11.3(7.2)

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	0.082	0.0	40.0	-0.00406	6.0	34.0	-0.03933	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	0.000000000	0.001259806	-0.046892233	0.082	0.700

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

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel 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

APPALTATORE: Consorzio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 32 di 124

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.76	140.0	40.0	-55.1	6.0	6.0	842	5.7

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; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ 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 $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 S_{max} / E_s [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max \cdot (e_sm - e_cm)$ [(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]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00033	0.00000	0.500	12.0	54	0.00017 (0.00017)	487	0.081 (990.00)	99.83	0.00

Verifica a taglio a taglio

La verifica è soddisfatta in assenza di armatura a taglio

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1400$ mm	larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 300$ 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	$A_{sl,1} = 5 \text{ Ø } 12$	$= 5,65 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ Ø } 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 240$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ Ø } 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17,00$ MPa	resist. di calcolo		$5,65 \text{ cm}^2$

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

$N_{ed} = 0,0$ kN	$V_{ed} = 14,1$ kN
-------------------	--------------------

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1,913$	< 2
$v_{min} = 0,035 k^3 f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0,507$	
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \cdot d) < 0,02$	$\rho_1 = 0,002$	$< 0,02$
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0,00$ MPa	$< 0,2 f_{cd}$

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

$$V_{Rd} = 132,3 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 170,4 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 170,4 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

Armatura superiore e inferiore longitudinale 5 \varnothing 12

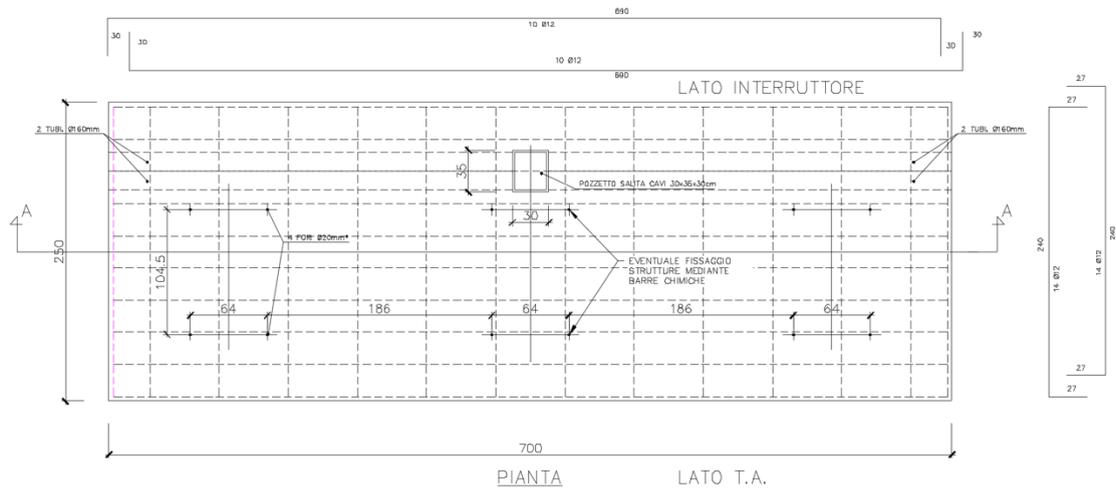
Armatura trasversale \varnothing 12 /250

Incidenza

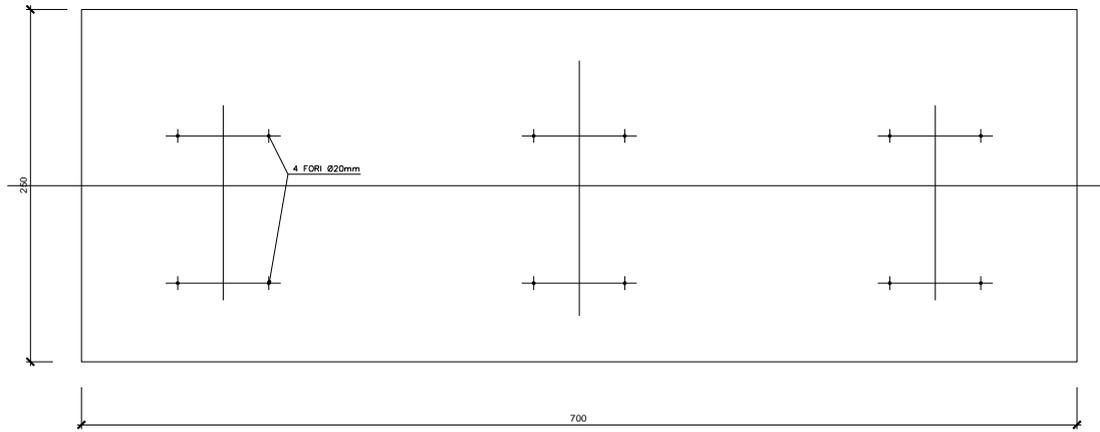
Incidenza fondazione: 45 kg/m³

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 33 di 124

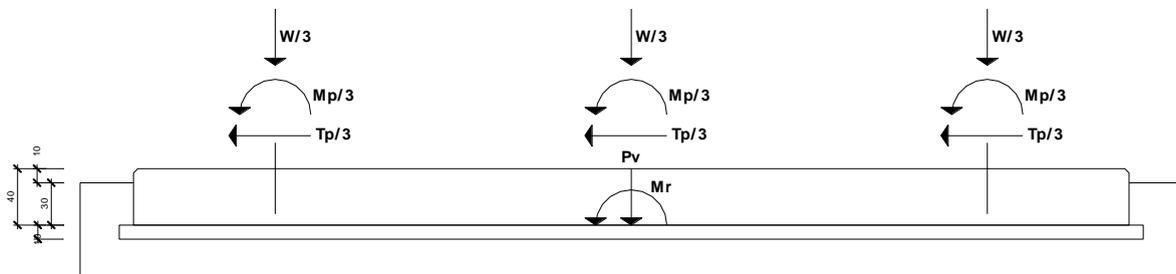
9. FONDAZIONE PER INTERRUITORI AT CON TA



PIANTA



SEZIONE



APPALTATORE: Consorzio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 34 di 124

ANALISI DEI CARICHI

Pesi propri e portati

- Dimensioni blocco di fondazione = $(2,50 \times 7,00) \times 0,40 = 7,00 \text{mc}$
- Peso fondazione = $2400 \times 7.00 = 16800 \text{ daN}$
- quota max apparecchiatura = 6,02 m
- peso totale apparecchiatura = 1600 daN
- peso tubi alluminio $\varnothing 40/30 = 5,94 \times 3 \times 10/2 = 90 \text{ daN}$

carico eccezionale

- sforzo di corto circuito = 150 da N quota 6,02 m
- Carichi verticali dinamici:
 - Sforzo dinamico in apertura poli (verso il basso) = $3 \times 800 = 2400 \text{ daN}$
 - Sforzo dinamico in chiusura poli (verso l'alto) = $3 \times 800 = -2400 \text{ daN}$
- Carichi orizzontali dinamici:
 - Sforzo dinamico in apertura poli = $3 \times 200 = 600 \text{ daN}$ quota 3,35
 - Sforzo dinamico in chiusura poli = $3 \times 200 = -600 \text{ daN}$ quota 3,35

Azione del vento

IPOTESI 1

- spinta vento 130 km/h (120 kg/m^2)
- Si considera la condizione più gravosa dal punto di vista statico per cui il vento spiri in direzione parallela ai tubi e quindi investa ortogonalmente le apparecchiature.

CALCOLO DELLA SPINTA DEL VENTO SUL TRASFORMATORE							
velocità vento 130 Km/h - pressione del vento 120 daN/mq per sup piane-72 daN/mq per sup cilindriche							
TRONCO	tipo elemento	ANGOLARE	lunghezza (m)	superficie (mq)	spinta tot.(daN)	baricentro (m)	momento (daN*m)
0	montanti	L80*80*8	3,35	1,61	192,96	1,68	323,21
1	traversi	L 80*80*8	0,64	0,31	36,86	1,68	61,75
2	cabina			0,36	43,20	1,29	55,73
3	traversi		2,5	1,00	120,00	2,69	323,28
4	interruttori	sup cilindrica	2,77	1,25	89,75	4,59	411,94
5	trasformatori	sup cilindrica	2	3,00	216,00	3,65	788,40

APPALTATORE: Consortio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 35 di 124

3,64	698,77	1964,31
------	--------	---------

IPOTESI 2 spinta vento 65 km/h con formazione manicotto di ghiaccio → si trascura in quanto meno gravosa.

VERIFICHE GEOTECNICHE

Per la verifica a ribaltamento si adotta la combinazione EQU prevista nelle NTC-18 e per le verifiche strutturali si usano i coefficienti di comb. A1.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	Coefficiente Parziale		
			EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{e1}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Verifica a ribaltamento

Momento al piede caso eccezionale (corto circuito)

$$M_p = 150 \cdot 6.02 = 903 \text{ daNm}$$

Momento al piede azione del vento SLU

$$M_p = 1.50 \times 1965 + 1.5 \times (600 \times 3.35) = 5963 \text{ daNm}$$

Taglio al piede caso eccezionale (corto circuito)

$$T_p = 150 \text{ daN}$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 36 di 124

Taglio al piede azione del vento SLU

$$T_p = 1.50 \times 699 + 1.50 \times 600 = 1949 \text{ daN}$$

Momento ribaltante

$$M_r (\text{ecc}) = 903 + 150 \times 0,40 = 963 \text{ daNm}$$

$$M_r (\text{eq}) = 5963 + 1949 \times 0.40 = 6743 \text{ daNm}$$

Carico verticale a piano fondazione

$$W_{\text{EQU}} = (16800 + 1600) \times 0.90 = 16560 \text{ daN}$$

La verifica a ribaltamento è svolta lungo il lato corto (2.50m)

Momento stabilizzante

$$M_s = (W \cdot B / 2) / 1.15 = (16560 \cdot 2,50 / 2) / 1.15 = 18000 \text{ daNm}$$

$$K = M_s / M_r = 18000 / 963 = 18.70 > 1$$

$$K = M_s / M_r = 18000 / 6743 = 2.70 > 1$$

La verifica a ribaltamento risulta largamente soddisfatta.

Per quanto riguarda le pressioni trasmesse in fondazione si ha:

$$W_{\text{SLU}} = (16800 + 1600) \times 1.35 + 1.50 \times 600 = 18400 \times 1.35 + 1.50 \times 600 = 24840 + 900 = 25740 \text{ daN}$$

Poiché è presente un momento si calcola la base ridotta del plinto di fondazione.

Eccentricità

$$e = M / W = 5963 / 18400 = 0,32 \text{ m} < 2,50 / 6 = 0,42 \text{ m}$$

$$b_r = L - 2e = 250 - 2 \times 42 = 166 \text{ cm}$$

Pressione massima sul terreno

$$\sigma_{t \text{ max}} = W_{\text{SLU}} / (b_r \times L) + (6 \cdot M / b_r \cdot L^2) = 25740 / (700 \times 166) + (6 \times 6743 / 166 \times 700 \times 700) = 0.22$$

$$R_s = 0,22 \text{ daN/cm}^2$$

Verifica capacità portante

Il carico ultimo del terreno si determina con la Formula di Terzaghi:

$$Q_{\text{limite}} = q \cdot N_q + c \cdot N_c + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 37 di 124

$$q = \gamma \cdot D = 2000 \cdot 0.4 = 800 \text{ daN/m}^2$$

$$Nq = e^{(\pi \cdot \text{tg}(\varphi)) \cdot (1 + \text{sen} \varphi)} / (1 - \text{sen} \varphi) = e^{(\pi \cdot \text{tg}(30)) \cdot (1 + \text{sen} 30)} / (1 - \text{sen} 30) = 18.4$$

$$c = 0$$

$$Nc = (Nq - 1) / (\tan(\varphi)) = (18.4 - 1) / (\tan 30) = 30$$

$$\gamma = 2000 \text{ daN/m}^3$$

$$B = 2.50 \text{ m}$$

$$N\gamma = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot \tan(\varphi) = 2 \cdot (18.4 + 1) \cdot \tan 30 = 22.4$$

$$\rightarrow Q_{\text{limite}} = 70720 \text{ daN/m}^2 = 7.07 \text{ daN/cm}^2$$

Considerando un coefficiente di sicurezza pari a 3, si ottiene il $Q_{\text{ammisibile}} = 2.36 \text{ daN/cm}^2 > 0.22 \text{ daN/cm}^2$

→ Il terreno è verificato.

Verifica cedimenti

Per la valutazione dei cedimenti si considera la formula:

$$S = C1 \cdot C2 \cdot C3 \cdot ((q' - 2/3 \sigma'_{vo}) \cdot B^{0.7} \cdot I_c)$$

$$q' = 15 \text{ kPa}$$

$$C1 = ((1.25 \cdot L/B) / (L/B + 0.25))^2 = 1.40$$

$$C2 = H/z_i \cdot (2 - H/z_i) = 1.00$$

$$C3 = 1 + R3 + R_t \cdot \log t / 3 = 1.30$$

$$B = 2.50$$

$$I_c = 0.04$$

$$\rightarrow S = 2.1 \text{ mm}$$

VERIFICHE STRUTTURALI

Verifica tirafondi

La struttura è ancorata al blocco di fondazione attraverso 4 tirafondi $\phi 20$

Caratteristiche del singolo tirafondo:

$$\text{Area lorda } A_l = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area netta } A_n = 0.8 \times 3.14 = 2,45 \text{ cm}^2$$

Lunghezza di ancoraggio $L_b = 44.5 \text{ cm}$ lunghezza minima con uncino terminale.

Caratteristiche materiali

$$Fe 510 - S355JR - f_d = 355 \text{ N/mm}^2$$

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 38 di 124

Cls 250 – C20/25 – tensione tangenziale ultima = $0.26 \cdot (25)^{2/3} = 2.22 \text{ N/mm}^2$ (barre ad aderenza migliorata)

Carichi agenti (amplificati per verifica agli SLU, 1.5 Carichi Accidentali – 1.3 Carichi Permanenti – 1.0 Carichi Eccezionali):

momento al piede SLU Mslu= 6743 daNm

momento al piede Ecc. Mecc =963 daNm

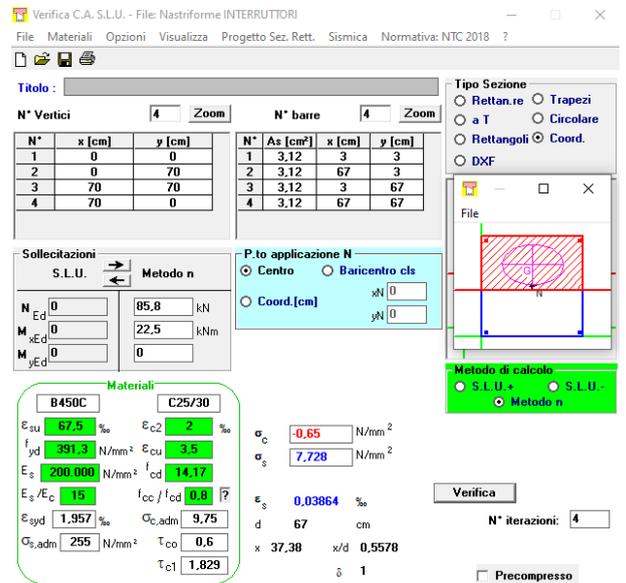
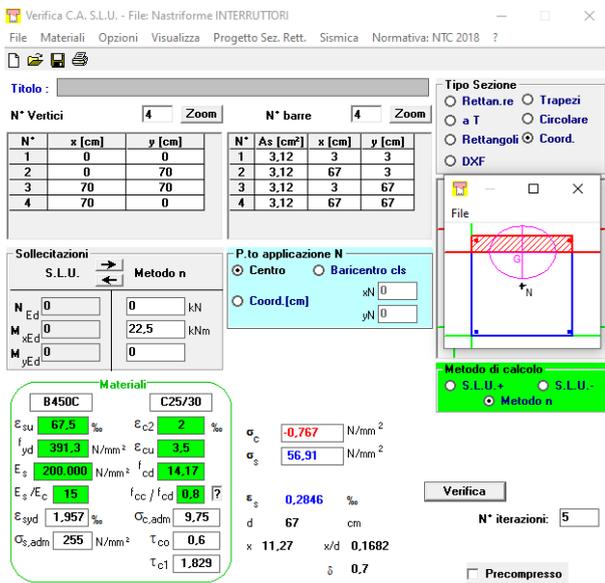
L'interruttore AT è composto da 3 montati quindi il momento sopra viene suddiviso per i 3 montanti.

momento al piede SLU Mslu= 6743/3 = 2248 daNm

momento al piede Ecc. Mecc= 963/3 = 321 daNm

Per il calcolo dei tirafondi si assumono le massime sollecitazioni che si ottengono per le due combinazioni esaminate comb. SLU e comb.eccezionale.

Le verifiche sui tirafondi sono state calcolate trascurando lo sforzo normale in modo tale da massimizzare il tiro sui tirafondi e lo sforzo di compressione sul cls.



Si ricava una pressione massima agente sulla sezione di: $\sigma_{N,M} = 0.77 \text{ N/mm}^2$

Tensione nei bulloni in corrispondenza del gambo ob: $\sigma_b = 57/0.8 = 71.3 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{b,amm} = 355/1.25 = 284 \text{ N/mm}^2$

La sezione risulta verificata, poiché la tensione sul singolo tirafondo è inferiore al valore massimo di tensione di progetto fyd.

Vengono controllate le tensioni del calcestruzzo e la sezione risulta verificata in quanto:

$\sigma_c = 0.77 \leq 13.75 \text{ N/mm}^2$ verificato

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 39 di 124

Verifica a sfilamento

$$\tau = S / (\pi * D * L) = 1.526 / (3,14 * 2 * (44,5 + 20 * 2)) = 2,88 \text{ daN/cm}^2 < f_{bd} = 22,2 \text{ daN/cm}^2$$

Verifica armatura fondazione

Valori espressi in kN, m.

Metodo di calcolo: stati limite-norme italiane

Tipo C

Dimensioni del basamento: lungo X = 700 lungo Y = 250 spessore = 40

Copriferro per il plinto = 4 copriferro per il bicchiere = 4

Materiali: calcestruzzo Rck 350

Tensione di snervamento acciaio fyk = 4500

Coeff. di sicurezza parziali dei materiali: calcestruzzo 1.5 acciaio 1.15

Coeff. di sicurezza parziale per carichi permanenti: 1.5

Coeff. per limitazione tensioni in esercizio rara: calcestruzzo 0.55 acciaio 0.75

Il calcolo delle sollecitazioni sono state calcolate mediante il software di calcolo realizzato dal Prof. Gelfi "1.con", dove è possibile analizzare una trave continua su suolo elastico.

La costante di sottofondo è stata imposta pari a 1daN/cm³, le sollecitazioni applicate al modello di calcolo sono date da forze puntuali e (sforzo normale date dai montanti) e da coppie alla base del montante.

Le sollecitazioni agli SLU alla base di ogni singolo montante valgono

in condizioni ultime:

cond. n. 1_SLU N = -85.8 kN Mx = 22.5 kNm

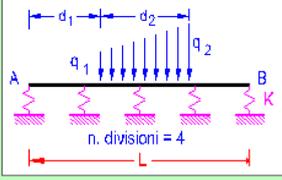
cond. n. 2_SLE N = -63.6 kN Mx = 15 kNm

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL SE0100 002 B 40 di 124

Trave 1 Campata - File: nastriforme INTERRUTTORI

File Unità Opzioni ?

Titolo :



Vincoli

- App. - App.
- Inc. - Inc.
- Inc. - App.
- Mensola
- Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI kN/m Zoom

N° Carichi CONCENTRATI kN Zoom

N°	F	d
1	85,8	1
2	85,8	2,5
3	85,8	2,5

Fondazione

- Rigida
- Winkler

K = daN/cm³

b = m

n =

Reag. traz.

Luce m J mm⁴ Sezione

E MPa Distanze parziali

Risultati

σ_{tA} MPa	<input type="text" value="0,01115"/>	σ_{tB}	<input type="text" value="0,01952"/>
max M kNm	<input type="text" value="37,27"/>	x max M	<input type="text" value="1"/>
max V kN	<input type="text" value="-55,08"/>	x max V	<input type="text" value="3,5"/>
f max m	<input type="text" value="0,001952"/>	x f max	<input type="text" value="7"/>
σ_{tmax} MPa	<input type="text" value="0,01952"/>	x σ_{tmax}	<input type="text" value="7"/>

N° Coppie CONCENTRATE kNm Zoom

N°	W	d
1	22,5	1
2	22,5	2,5
3	22,5	2,5

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)	$\sigma_t(x)$
0	0	0,9754	0,001115	0,01115

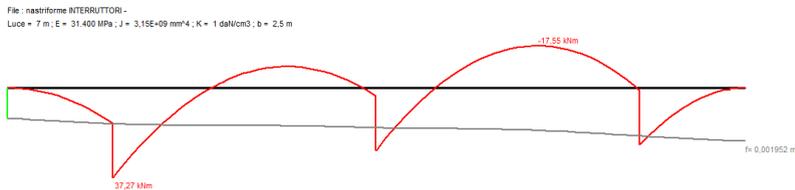
N° sezioni di calcolo Calcola

Diagrammi

Visualizza

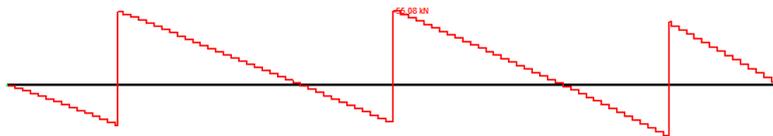
M V C Stampa

Diagramma Momento



Momento agli SLU

Diagramma Taglio



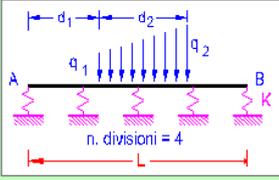
Taglio agli SLU

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL SE0100 002 B 41 di 124

Trave 1 Campata - File: nastriforme INTERRUTTORI

File Unità Opzioni ?

Titolo :



Vincoli
 App. - App.
 Inc. - Inc.
 Inc. - App.
 Mensola
 Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI Zoom

N° Carichi CONCENTRATI Zoom

N°	F	d
1	64	1
2	64	2,5
3	64	2,5

Fondazione
 Rigida
 Winkler
 K = daN/cm³
 b = m
 n =
 Reag. traz.

Luce m J mm⁴ Sezione
 E MPa Distanze parziali

Risultati

σ_{tA} MPa	<input type="text" value="0,008647"/>	σ_{tB}	<input type="text" value="0,01423"/>
max M	<input type="text" value="26,37"/> kNm	x max M	<input type="text" value="1"/>
max V	<input type="text" value="-40,39"/> kN	x max V	<input type="text" value="1"/>
f max	<input type="text" value="0,001423"/> m	x f max	<input type="text" value="7"/>
σ_{tmax} MPa	<input type="text" value="0,01423"/>	x σ_{tmax}	<input type="text" value="7"/>

N° Coppie CONCENTRATE Zoom

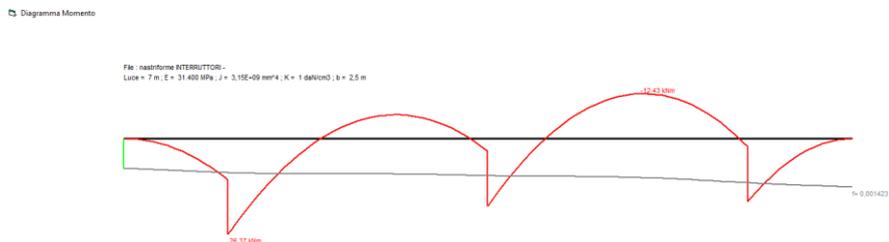
N°	W	d
1	15	1
2	15	2,5
3	15	2,5

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)	$\sigma_t(x)$
0	0	0,7566	0,0008647	0,008647

N° sezioni di calcolo Calcola

Diagrammi
 Visualizza V C



Momento agli SLE

La verifica di resistenza è eseguita mediante il software di calcolo RC-Sec

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
	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 ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">SE0100 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">42 di 124</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	42 di 124
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	42 di 124								

Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 360.00 MPa

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	40.0
3	250.0	40.0
4	250.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.0	6.0	12
2	244.0	6.0	12
3	6.0	34.0	12
4	244.0	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	1	2	8	12
2	3	4	8	12

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	38.00	0.00	0.00	0.00

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

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

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT								
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 43 di 124

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	27.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	38.00	0.00	0.00	165.57	0.00	4.36	22.6(12.9)

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	0.091	0.0	40.0	-0.00332	6.0	34.0	-0.03515	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	0.000000000	0.001136714	-0.041968549	0.091	0.700

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

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel 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	1.10	250.0	40.0	-74.8	58.9	6.0	1729	11.3

APPALTATORE: Consorzio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 44 di 124

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 $A_{c\text{ eff}}$ [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 = $sr\ max * (e_sm - e_cm)$ [(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	-0.00045	0.00000	0.500	12.0	54	0.00022 (0.00022)	495	0.111 (990.00)	179.18	0.00

Verifica a taglio a taglio

La verifica è soddisfatta in assenza di armatura a taglio

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

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1400$ 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	$A_{sl,1} = 6 \text{ Ø } 12$	$= 6,79 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ Ø } 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 340$ mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ Ø } 0$	$= 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17,00$ MPa	resist. di calcolo		$6,79 \text{ cm}^2$

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

$N_{ed} = 0,0$ kN	$V_{ed} = 56,0$ kN
-------------------	--------------------

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1,767 < 2$
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0,450$
$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \times d) < 0,02$	$\rho_1 = 0,001 < 0,02$
$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0,2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa} < 0,2 f_{cd}$

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

$$V_{Rd} = 163,8 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 214,3 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 214,3 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

Armatura superiore e inferiore longitudinale $10 \varphi 12$

Armatura trasversale $\varphi 12 / 250$

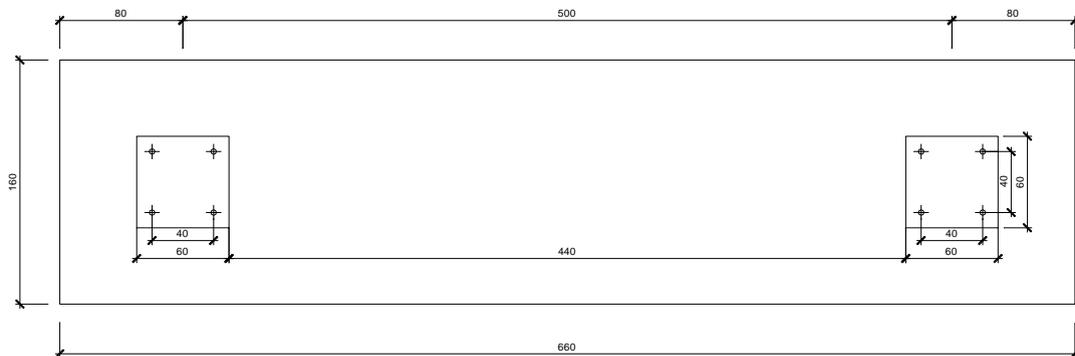
Incidenza

Incidenza fondazione: 40 kg/m^3

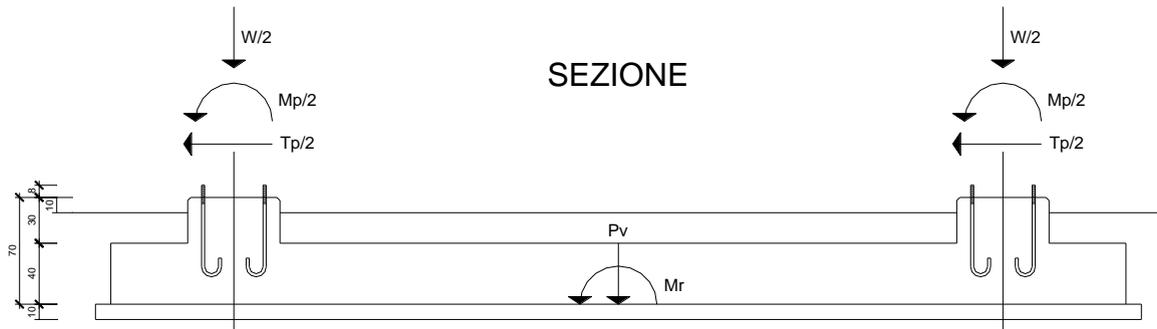
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 45 di 124

10. SOSTEGNO TRIPOLARE SBARRE 132KV A 7M

PIANTA



SEZIONE



Analisi dei carichi

- Dimensioni blocco di fondazione = $(6,60 \cdot 1,60) \cdot 0,40 + 2 \cdot (0,60 \cdot 0,60) \cdot 0,30 = 4,44 \text{ mc}$
- quota max apparecchiatura = 7,70 m
- peso struttura di sostegno = 420 daN
- peso apparecchiatura = $89 \cdot 3 = 267 \text{ daN}$
- peso tubi alluminio $\varnothing 40/30 = 5,94 \cdot 3 \cdot 10/2 = 90 \text{ daN}$
- forza di corto circuito = 150 daN a quota 7,70 m
- carico per neve = $4,60 \cdot 1,60 \cdot 160 = 1178 \text{ daN}$

Spinta del Vento

IPOTESI 1

- spinta vento 130 km/h (120 kg/m^2) $T = -5 \text{ }^\circ\text{C}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">SE0100 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">46 di 124</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	46 di 124
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	46 di 124								

- Si considera la condizione più gravosa dal punto di vista statico per cui il vento spiri in direzione parallela ai conduttori e quindi investa ortogonalmente le apparecchiature.

CALCOLO DELLA SPINTA DEL VENTO SU APPARECCHIATURE TRIPOLARI							
velocità vento 130 Km/h - pressione del vento 120 daN/mq per sup piane-72 daN/mq per sup cilindriche							
TRONCO	tipo elemento		lunghezza (m)	superficie (mq)	spinta tot. (daN)	baricentro (m)	momento (daN*m)
0	colonne		5,75	0,97	69,84	2,88	201,14
3	3 scaricatori		5,51	1,16	83,52	6,84	571,28
4	traverso		5,35	0,54	64,80	5,85	379,08
				2,67	218,16		1151,50

IPOTESI 2 spinta vento 65 km/h con formazione manicotto di ghiaccio → si trascura in quanto meno gravosa.

Momento al piede nel senso longitudinale

$M_p = 1.152 + 150 \cdot 7,70 = 2.307 \text{ daNm}$

Taglio al piede

$T_p = 219 + 150 = 369 \text{ daN}$

Momento ribaltante

$M_r = 2.307 + 369 \cdot 0,60 = 2.529 \text{ daNm}$

Carico verticale a piano fondazione

$W = 420 + 267 + 90 = 777 \text{ daN}$

$P_{V_{max}} = 777 + 4,44 \cdot 2.500 + 1178 = 13.055 \text{ daN}$

$P_{V_{min}} = 777 + 4,44 \cdot 2.500 = 11.877 \text{ daN}$

Momento stabilizzante

$M_s = P_v \cdot B / 2 = 11.877 \cdot 1,60 / 2 = 9.502 \text{ daNm}$

$K = M_s / M_r = 9.502 / 2.529 > 1,50$

Si trascura la verifica in quanto con i conduttori di modeste dimensioni la condizione più gravosa risulta l' ipotesi 1.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">SE0100 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">47 di 124</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	47 di 124
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	47 di 124								

Per quanto riguarda le pressioni trasmesse in fondazione risulta più gravosa la condizione di carico verticale $P_{V_{min}}$

Eccentricità

$$M_r = 2.529 \text{ daNm}$$

$$e = M/P_v = 2.529/11.877 = 0,21 \text{ m} < B/6 = 0,27 \text{ m}$$

Pressione massima sul terreno

$$\text{Da cui la pressione sul terreno: } \sigma = P/(B \cdot H) \cdot (1 + 6e/H) = 11.877/(160 \cdot 660) \cdot (1 + 6 \cdot 21/660) =$$

$$\mathbf{0,14 \text{ daN/cm}^2}.$$

Il carico ultimo del terreno si determina con la Formula di Terzaghi:

$$Q_{limite} = q \cdot N_q + c \cdot N_c + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$q = \gamma \cdot D = 2000 \cdot 0.6 = 1200 \text{ daN/m}^2$$

$$N_q = e^{(\pi \cdot \text{tg}(\varphi)) \cdot (1 + \text{sen} \varphi) / (1 - \text{sen} \varphi)} = e^{(\pi \cdot \text{tg}(30)) \cdot (1 + \text{sen} 30) / (1 - \text{sen} 30)} = 18.4$$

$$c = 0$$

$$N_c = (N_q - 1) / (\tan(\varphi)) = (18.4 - 1) / (\tan 30) = 30$$

$$\gamma = 2000 \text{ daN/m}^3$$

$$B = 1.60 \text{ m}$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\varphi) = 2 \cdot (18.4 + 1) \cdot \tan 30 = 22.4$$

$$\rightarrow Q_{limite} = 57920 \text{ daN/m}^2 = 5.79 \text{ daN/cm}^2$$

Considerando un coefficiente di sicurezza pari a 3, si ottiene il $Q_{ammissibile} = \mathbf{1.93 \text{ daN/cm}^2} > \mathbf{0.14 \text{ daN/cm}^2}$

\rightarrow Il terreno è verificato.

Per la valutazione dei cedimenti si considera la formula:

$$S = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot ((q' - 2/3 \sigma'_{vo}) \cdot B^{0.7} \cdot I_c)$$

$$q' = 14 \text{ kPa}$$

$$C_1 = ((1.25 \cdot L/B) / (L/B + 0.25))^2 = 1.40$$

$$C_2 = H/z_i \cdot (2 - H/z_i) = 1.00$$

$$C_3 = 1 + R_3 + R_t \cdot \log t/3 = 1.30$$

$$B = 1.60$$

$$I_c = 0.04$$

$$\rightarrow S = 1.4 \text{ mm}$$

VERIFICA TIRAFONDI

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 48 di 124

Ogni piede della struttura è ancorata al blocco di fondazione attraverso 4 tirafondi $\phi 20$.

Caratteristiche del singolo tirafondo:

Area lorda $A_l = 3,14 \text{ cm}^2$

Area netta $A_n = 2,45 \text{ cm}^2$

Lunghezza di ancoraggio $L_b = 60 \text{ cm}$ lunghezza minima con uncino terminale.

Caratteristiche materiali

Fe 510 – S355JR – $f_d = 355 \text{ N/mm}^2$

Cls 250 – C20/25 – tensione tangenziale ultima = $0.26 \cdot (25)^{2/3} = 2.22 \text{ N/mm}^2$ (barre ad aderenza migliorata).

Carichi agenti (amplificati per verifica agli SLU):

momento/piede = $(1,5 \cdot 1.152 + 1,0 \cdot 150 \cdot 7,70) / 2 = 1.442 \text{ daNm}$

interasse tirafondi = $0,50 \text{ m}$

trazione su ogni piede $S_p = 2.883 \text{ daN}$

trazione su ogni tirafondo $S = 2.883 / 2 = 1.442 \text{ daN}$

compressione max/ piede $N_p = 1,3 \cdot 777 / 2 = 506 \text{ daN}$

compressione su ogni tirafondo $N = 506 / 4 = 127 \text{ daN}$

taglio max/ piede $T_p = (1,5 \cdot 219 + 1,0 \cdot 150) / 2 = 240 \text{ daN}$

taglio su ogni tirafondo $T = 240 / 4 = 60 \text{ daN}$

VERIFICA DI RESISTENZA

$$\sigma = N / A_n = 127 / 2,45 = 52 \text{ daN/cm}^2$$

$$\tau = T / A_n = 60 / 2,45 = 25 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{ID} = 68 \text{ daN/cm}^2 < f_d = 3550 \text{ daN/cm}^2$$

VERIFICA A SFILAMENTO

$$\tau = S / (\pi \cdot D \cdot L) = 1.442 / (3,14 \cdot 2 \cdot (60 + 20 \cdot 2)) = 2,30 \text{ daN/cm}^2 < f_{bd} = 22,2 \text{ daN/cm}^2$$

VERIFICA PLINTO

Valori espressi in daN, cm.

Metodo di calcolo: stati limite-norme italiane

Tipo C

Dimensioni del basamento: lungo X = 660 lungo Y = 160 spessore = 40

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 49 di 124

Copriferro per il plinto = 4 copriferro per il bicchiere = 4

Materiali: calcestruzzo Rck 350

Tensione di snervamento acciaio fyk = 4000

Coeff. di sicurezza parziali dei materiali: calcestruzzo 1.6 acciaio 2.5

Coeff. di sicurezza parziale per carichi permanenti: 1.5

Coeff. per limitazione tensioni in esercizio: calcestruzzo .45 acciaio .8

Coefficiente Beta2 Circ.M.LL.PP 252 B.6.6.3 .5

Resistenze di calcolo (stati limite ultimi): fcd = 154.3 fyd = 1600

Tensioni limite in condizioni di esercizio : sc = 130.7 sf = 3200 fctd = 12.6

Tensione ammissibile del terreno: st = .9

Sollecitazioni trasmesse dal pilastro (30 x 30 cm) :

in condizioni ultime:

cond. n. 1 N = -1010 Mx = 288400 My = 0 Tx = 0 Ty = 480

Pressioni sul terreno

in condizioni ultime (solo per verifica di resistenza delle sezioni):

st max. -.26 st min. -.06 nella cond. n. 1 st media -.16 nella cond. n. 1 sezione interamente reagente

Verifiche in condizioni ultime

Verifiche per le sezioni parallele ad Y: flessione condizione n. 1

Armature e momenti di verifica: af = 5.5 a'f = 3.93

Msd = 83325 daN*cm (asse o filo pilastro) Msd = 0 daN*cm (filo risega)

Mu = 337164 daN*cm (asse o filo pilastro) Mu = 0 daN*cm (filo risega)

Verifiche per le sezioni parallele ad X: flessione condizione n. 1

Armature e momenti di verifica: af = 14.92 a'f = 14.92

Msd = 164400 daN*cm (asse o filo pilastro) Msd = 0 daN*cm (filo risega)

Mu = 943569 daN*cm (asse o filo pilastro) Mu = 0 daN*cm (filo risega)

ANALISI DEI CARICHI

Pesi propri e portati

- Dimensioni blocco di fondazione = $(6,60 \times 1,60) \times 0,40 + 2 \times (0,60 \times 0,60) \times 0,30 = 4,44$ mc
- Peso fondazione = $4,44 \times 2400 = 10656$ daN

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 50 di 124

- quota max apparecchiatura = 7,70 m
- peso apparecchiatura = 89*3 = 267 daN
- peso tubi alluminio Ø 40/30 = 5,94*3*10/2 = 90 daN

carico eccezionale

- sforzo di corto circuito = 150 da N quota 7,70 m

Azione del vento

IPOTESI 1

- spinta vento 130 km/h (120 kg/m²)
- Si considera la condizione più gravosa dal punto di vista statico per cui il vento spiri in direzione parallela ai conduttori e quindi investa ortogonalmente le apparecchiature.

CALCOLO DELLA SPINTA DEL VENTO SU APPARECCHIATURE TRIPOLARI							
velocità vento 130 Km/h - pressione del vento 120 daN/mq per sup piane-72 daN/mq per sup cilindriche							
TRONCO	tipo elemento		lunghezza (m)	superficie (mq)	spinta tot.(daN)	baricentro (m)	momento (daN*m)
0	colonne		5,75	0,97	69,84	2,88	201,14
3	3 scaricatori		5,51	1,16	83,52	6,84	571,28
4	traverso		5,35	0,54	64,80	5,85	379,08
				2,67	218,16		1151,50

IPOTESI 2 spinta vento 65 km/h con formazione manicotto di ghiaccio → si trascura in quanto meno gravosa.

VERIFICHE GEOTECNICHE

Per la verifica a ribaltamento si adotta la combinazione EQU prevista nelle NTC-18 e per le verifiche strutturali si usano i coefficienti di comb. A1.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	Categorie di combinazione		
			EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 52 di 124

$$K = M_s/M_r = 6894 / 1260 = 5.47 > 1$$

$$K = M_s/M_r = 6894 / 1959 = 3.52 > 1$$

La verifica a ribaltamento risulta largamente soddisfatta.

Per quanto riguarda le pressioni trasmesse in fondazione si ha:

$$W_{SLU} = (10656+357) \times 1.35 = 11013 \times 1.35 = 14868 \text{ daN}$$

Poiché è presente un momento si calcola la base ridotta del plinto di fondazione.

Eccentricità

$$e = M / W = 1155/11010 = 0,11 \text{ m} < 1,60/6 = 0,27 \text{ m}$$

$$b_r = L - 2e = 160 - 2 \times 27 = 106 \text{ cm}$$

Pressione massima sul terreno

$$\sigma_{t \max} = W_{SLU} / (b_r \times L) + (6 \times M / b_r \times L^2) = 14868 / (660 \times 106) + (6 \times 1959 / 106 \times 660 \times 600) = 0.22$$

$$R_s = 0,22 \text{ daN/cm}^2$$

Verifica capacità portante

Il carico ultimo del terreno si determina con la Formula di Terzaghi:

$$Q_{\text{limite}} = q \times N_q + c \times N_c + 1/2 \times \gamma \times B \times N_\gamma$$

$$q = \gamma \times D = 2000 \times 0.6 = 1200 \text{ daN/m}^2$$

$$N_q = e^{(\pi \times \text{tg}(\varphi)) \times (1 + \text{sen}\varphi) / (1 - \text{sen}\varphi)} = e^{(\pi \times \text{tg}(30)) \times (1 + \text{sen}30) / (1 - \text{sen}30)} = 18.4$$

$$c = 0$$

$$N_c = (N_q - 1) / (\tan(\varphi)) = (18.4 - 1) / (\tan 30) = 30$$

$$\gamma = 2000 \text{ daN/m}^3$$

$$B = 1.60 \text{ m}$$

$$N_\gamma = 2 \times (N_q + 1) \times \tan(\varphi) = 2 \times (18.4 + 1) \times \tan 30 = 22.4$$

$$\rightarrow Q_{\text{limite}} = 57920 \text{ daN/m}^2 = 5.79 \text{ daN/cm}^2$$

Considerando un coefficiente di sicurezza pari a 3, si ottiene il $Q_{\text{ammissibile}} = 1.93 \text{ daN/cm}^2 > 0.22 \text{ daN/cm}^2$

\rightarrow Il terreno è verificato.

Verifica cedimenti

Per la valutazione dei cedimenti si considera la formula:

$$S = C_1 \times C_2 \times C_3 \times ((q' - 2/3 \sigma'_{vo}) \times B^{0.7} \times I_c)$$

$$q' = 14 \text{ kPa}$$

$$C_1 = ((1.25 \times L/B) / (L/B + 0.25))^2 = 1.40$$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 53 di 124

$$C2 = H/zi*(2-H/zi) = 1.00$$

$$C3 = 1+R3+Rt*logt/3 = 1.30$$

$$B = 1.60$$

$$Ic = 0.04$$

$$\rightarrow S = 1.4\text{mm}$$

VERIFICHE STRUTTURALI

Verifica tirafondi

La struttura è ancorata al blocco di fondazione attraverso 4 tirafondi $\phi 20$

Caratteristiche del singolo tirafondo:

$$\text{Area lorda } A_l = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area netta } A_n = 0.8 \times 3.14 = 2,45 \text{ cm}^2$$

Lunghezza di ancoraggio $L_b = 60$ cm lunghezza minima con uncino terminale.

Caratteristiche materiali

$$\text{Fe 510 – S355JR – } f_d = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Cls 250 – C20/25 – tensione tangenziale ultima} = 0.26*(25)^{(2/3)} = 2.22 \text{ N/mm}^2 \text{ (barre ad aderenza migliorata)}$$

Carichi agenti (amplificati per verifica agli SLU, 1.5 Carichi Accidentali – 1.3 Carichi Permanenti – 1.0 Carichi Eccezionali):

$$\text{momento al piede SLU } M_{slu} = 1959 \text{ daNm}$$

$$\text{momento al piede Ecc. Mecc} = 1260 \text{ daNm}$$

L'interruttore AT è composto da 2 montanti quindi il momento sopra viene suddiviso per i 2 montanti.

$$\text{momento al piede SLU } M_{slu} = 1959/2 = 980 \text{ daNm}$$

$$\text{momento al piede Ecc. Mecc} = 1260/2 = 630 \text{ daNm}$$

Per il calcolo dei tirafondi si assumono le massime sollecitazioni che si ottengono per le due combinazioni esaminate comb. SLU e comb. eccezionale.

Le verifiche sui tirafondi sono state calcolate trascurando lo sforzo normale in modo tale da massimizzare il tiro sui tirafondi e lo sforzo di compressione sul cls.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 54 di 124

Verifica C.A. S.L.U. - File: tripolatore sbarre

Tipo Sezione: Rettangolare

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	1	3,12	10	10
2	0	60	2	3,12	50	10
3	60	60	3	3,12	10	50
4	60	0	4	3,12	50	50

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 9,8 kNm
M_{yEd} 0 kNm

Materiali: B450C, C25/30

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17 N/mm²
ε_s/ε_c 15 ‰ f_{cc}/f_{cd} 0,8

σ_c -0,6326 N/mm²
σ_s 33,98 N/mm²
ε_s 0,1699 ‰
d 50 cm
x 10,91 x/d 0,2183
τ_{co} 0,6 τ_{c1} 1,829

Verifica N° iterazioni: 5 Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: tripolatore sbarre

Tipo Sezione: Rettangolare

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	1	3,12	10	10
2	0	60	2	3,12	50	10
3	60	60	3	3,12	10	50
4	60	0	4	3,12	50	50

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 5,4 kN
M_{xEd} 9,8 kNm
M_{yEd} 0 kNm

Materiali: B450C, C25/30

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17 N/mm²
ε_s/ε_c 15 ‰ f_{cc}/f_{cd} 0,8

σ_c -0,6276 N/mm²
σ_s 29,49 N/mm²
ε_s 0,1474 ‰
d 50 cm
x 12,1 x/d 0,242
τ_{co} 0,6 τ_{c1} 1,829

Verifica N° iterazioni: 5 Precompresso

Si ricava una pressione massima agente sulla sezione di: $\sigma_{N,M} = 0.63 \text{ N/mm}^2$

Tensione nei bulloni in corrispondenza del gambo σ_b : $\sigma_b = 34/0.8 = 43 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{b,amm} = 355/1.25 = 284 \text{ N/mm}^2$

La sezione risulta verificata, poiché la tensione sul singolo tirafondo è inferiore al valore massimo di tensione di progetto f_{yd} .

Vengono controllate le tensioni del calcestruzzo e la sezione risulta verificata in quanto:

$\sigma_c = 0.63 \leq 13.75 \text{ N/mm}^2$ verificato

Verifica a sfilamento

$$\tau = S / (\pi \cdot D \cdot L) = 1.526 / (3,14 \cdot 2 \cdot (44,5 + 20 \cdot 2)) = 2,88 \text{ daN/cm}^2 < f_{bd} = 22,2 \text{ daN/cm}^2$$

Verifica armatura fondazione

Valori espressi in kN, m.

Metodo di calcolo: stati limite-norme italiane

Tipo C

Dimensioni del basamento [cm]: lungo X = 660 lungo Y = 160 spessore = 40

Copriferro per il plinto = 4 copriferro per il bicchiere = 4

Materiali: calcestruzzo Rck 350

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL SE0100 002 B 55 di 124

Tensione di snervamento acciaio $f_{yk} = 4500$

Coeff. di sicurezza parziali dei materiali: calcestruzzo 1.5 acciaio 1.15

Coeff. di sicurezza parziale per carichi permanenti: 1.5

Coeff. per limitazione tensioni in esercizio rara: calcestruzzo 0.55 acciaio 0.75

Il calcolo delle sollecitazioni sono state calcolate mediante il software di calcolo realizzato dal Prof. Gelfi "1.con", dove è possibile analizzare una trave continua su suolo elastico.

La costante di sottofondo è stata imposta pari a 1 daN/cm^3 , le sollecitazioni applicate al modello di calcolo sono date da forze puntuali e (sforzo normale date dai montanti) e da coppie alla base del montante.

Le sollecitazioni agli SLU alla base di ogni singolo montante valgono in condizioni ultime:

cond. n. 1_SLU $N = -5.4 \text{ kN}$ $M_x = 9.8 \text{ kNm}$

cond. n. 2_SLE $N = -3.6 \text{ kN}$ $M_x = 6.6 \text{ kNm}$

Titolo: Trave 1 Campata - File: tripalatore

Vincoli:
 App. - App.
 Inc. - Inc.
 Inc. - App.
 Mensola
 Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI kN/m : 0 Zoom

N° Carichi CONCENTRATI kN : 2 Zoom

N°	F	d
1	5,4	0,8
2	5,4	5

N° Coppie CONCENTRATE kNm : 2 Zoom

N°	W	d
1	9,8	0,8
2	9,8	5

Fondazione:
 Rigida
 Winkler
 $K = 1$
 daN/cm^3
 $b = 1,6$ m
 $n = 100$
 Reag. traz.
 Iterazione 4

Luca: 6.6 m $J = 3,15E+09$ mm^4 Sezione

E: 31.400 MPa Distanze parziali

Risultati:

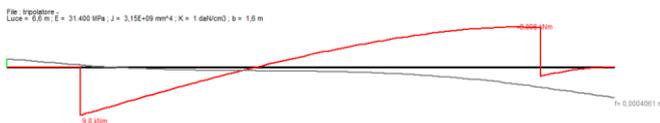
σ_{tA} MPa	-0,001072	σ_{tB} MPa	0,004061
max M	9,8 kNm	x max M	0,8
max V	-5,4 kN	x max V	0,8
f max	0,0004061 m	x f max	6,6
σ_{tmax} MPa	0,004061	x σ_{tmax}	6,6

Risultati all'ascissa x:

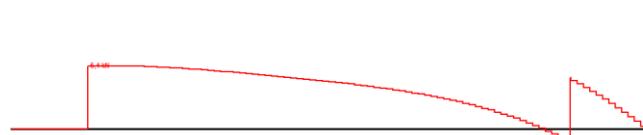
x	M(x)	V(x)	f(x)	$\sigma_t(x)$
0	0	0	-0,0001072	-0,001072

Diagrammi: Visualizza (M, V, C) Stampa

N° sezioni di calcolo: 100 Calcola



Momento agli SLU



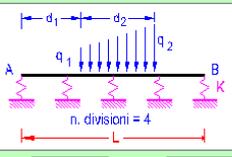
Taglio agli SLU

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL SE0100 002 B 56 di 124

Trave 1 Campata - File: tripolatore

File Unità Opzioni ?

Titolo :



Vincoli:
 App. - App.
 Inc. - Inc.
 Inc. - App.
 Mensola
 Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI kN/m: 0 Zoom

N° Carichi CONCENTRATI kN: 2 Zoom

N°	F	d
1	3,6	0,8
2	3,6	5

N° Coppie CONCENTRATE kNm: 2 Zoom

N°	w	d
1	6,6	0,8
2	6,6	5

Fondazione:
 Rigida
 Winkler
 K = 1 daN/cm³
 b = 1,6 m
 n = 100
 Reag. traz.
 Iterazione 4

Luce: 6,6 m J: 3,15E+09 mm⁴ Sezione:
 E: 31.400 MPa Distanze parziali

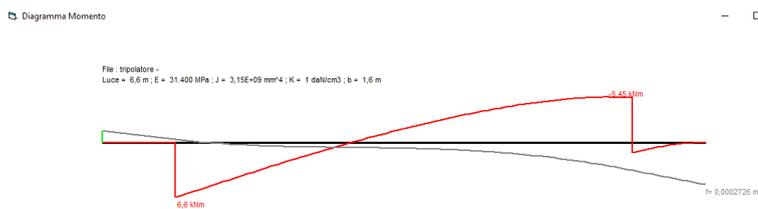
Risultati:
 σ_{tA} MPa: -0,0007544 σ_{tB} MPa: 0,002726
 max M kNm: 6,6 x max M: 0,8
 max V kN: -3,6 x max V: 0,8
 f max m: 0,0002726 x f max: 6,6
 σ_{tmax} MPa: 0,002726 x σ_{tmax} : 6,6

Diagrammi:
 M V C

Risultati all'ascissa x:

x	M(x)	V(x)	f(x)	$\sigma_t(x)$
0	0	0	-7,544E-05	-0,0007544

N° sezioni di calcolo: 100



Momento agli SLE

La verifica di resistenza è eseguita mediante il software di calcolo RC-Sec

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
	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 ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:		1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:		0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">SE0100 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">57 di 124</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	57 di 124
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	57 di 124								

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	40.0
3	160.0	40.0
4	160.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.0	6.0	12
2	154.0	6.0	12
3	6.0	34.0	12
4	154.0	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	1	2	6	12
2	3	4	6	12

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	6.60	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

APPALTATORE: Consorzio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL SE0100 002 B 58 di 124

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 [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	10.00	0.00	0.00	130.16	0.00	13.02	18.1(8.3)

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	0.113	0.0	40.0	-0.00195	6.0	34.0	-0.02738	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	0.000000000	0.000908358	-0.032834333	0.113	0.700

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

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel 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 ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] 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	0.38	0.0	40.0	-23.0	154.0	6.0	1322	9.0

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 fctm Esito della verifica
------	--

APPALTATORE: Consorzio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 59 di 124

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 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	-0.00014	0.00000	0.500	12.0	54	0.00007 (0.00007)	482	0.033 (990.00)	116.04	0.00

Verifica a taglio a taglio

La verifica è soddisfatta in assenza di armatura a taglio

• Caratteristiche della sezione

b _w = 1600	mm larghezza	f _{yk} = 450	MPa	resist. caratteristica
h = 400	mm altezza	γ _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:		
γ _c = 1,50	coeff. sicurezza	A _{sl,1} = 8	Ø 12	= 9,05 cm ²
α _{cc} = 0,85	coeff. riduttivo	A _{sl,2} = 0	Ø 0	= 0,00 cm ²
d = 340	mm altezza utile	A _{sl,3} = 0	Ø 0	= 0,00 cm ²
f _{cd} = 17,00	MPa resist. di calcolo			9,05 cm ²

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

N _{ed} = 0,0 kN	V _{ed} = 5,4 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	
ρ ₁ = A _{sl} /(b _w ×d) < 0.02	ρ ₁ = 0,002	< 0.02
σ _{cp} = N _{Ed} /A _c < 0.2f _{cd}	σ _{cp} = 0,00	MPa < 0.2 fcd

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

$$V_{Rd} = 197,1 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 244,9 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 244,9 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

Armatura superiore e inferiore longitudinale 8 φ 12

Armatura trasversale φ 12 /200

Spilli φ 10 /600

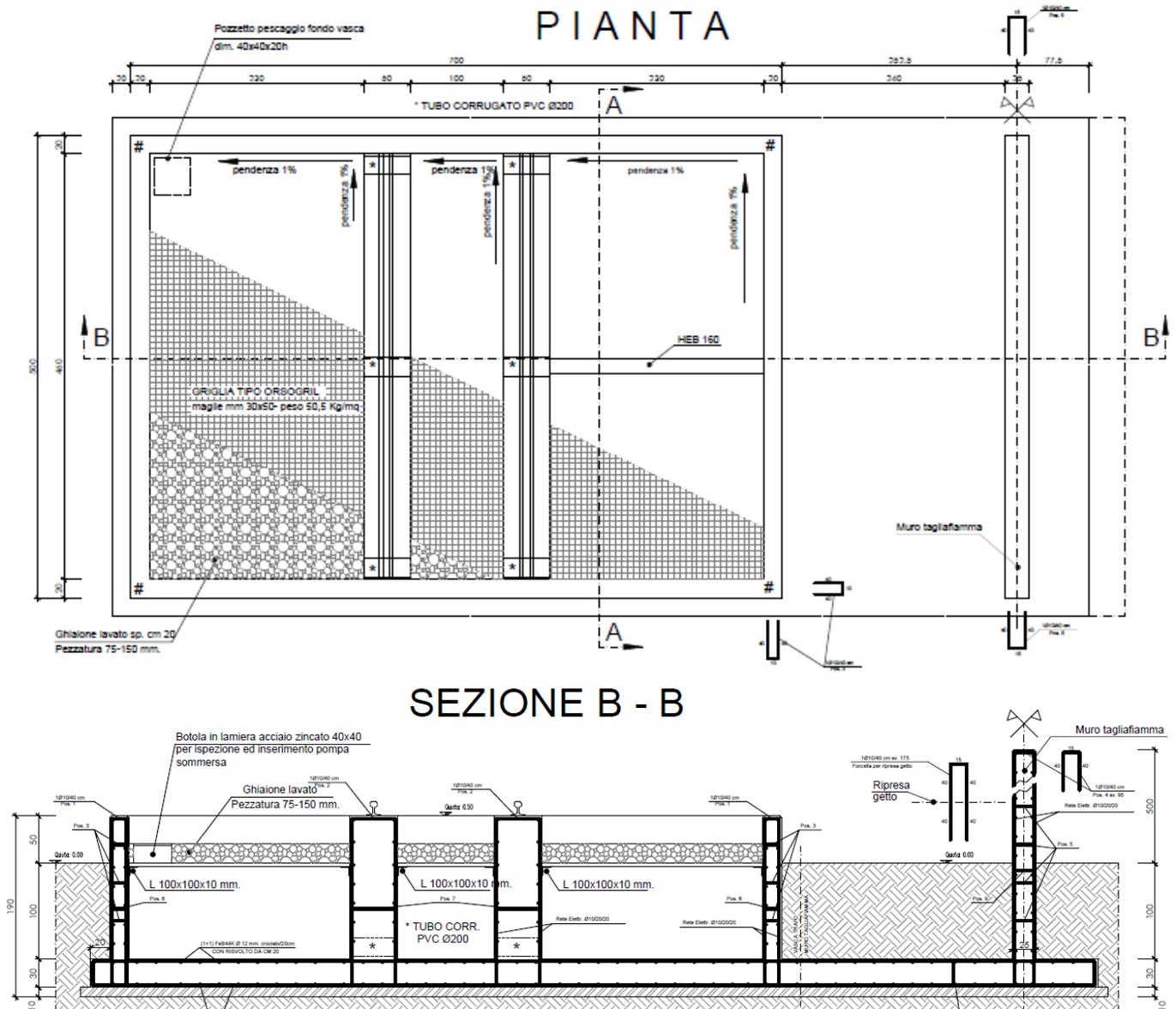
Incidenza

Incidenza fondazione: 80 kg/m³

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO																
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						<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: 15%;">REV.</td> <td style="text-align: center; width: 15%;">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;">SE0100 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">60 di 124</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	60 di 124												

APPALTATORE: Consorzio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT								
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 61 di 124

11. FONDAZIONE PER VASCHE TRASFORMATORI DI GRUPPO E MURO TAGLIAFIAMMA



Modellazione

La struttura è stata analizzata mediante un modello di calcolo piano 2D.

Il software di calcolo utilizzato è sofistik e mediante il post-processore sono state calcolate le armature necessarie al soddisfacimento delle verifiche agli Stati limite.

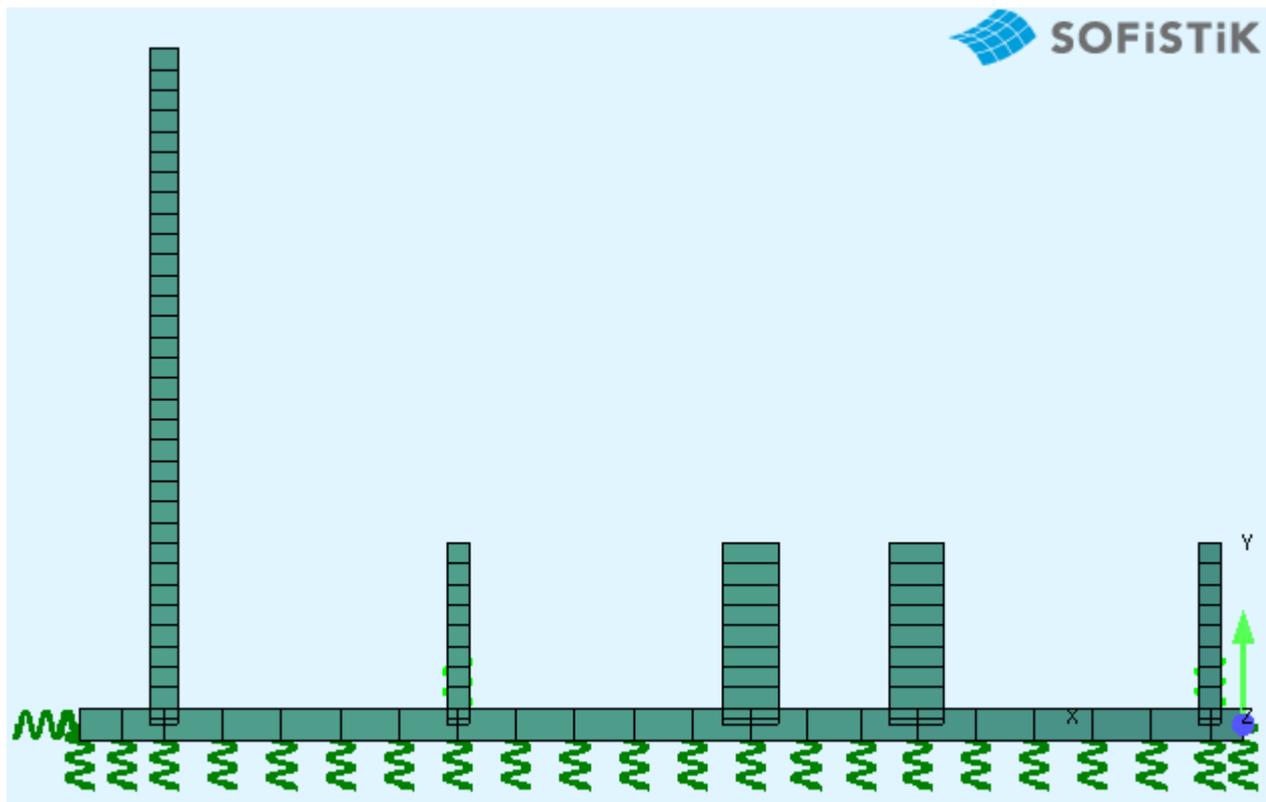
Per semplicità di lettura dei risultati il modello è stato suddiviso in gruppi come di seguito riportati in tabella.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 62 di 124

gruppo	
10	Platea
11	spessore
12	30cm
20	Parete
21	spessore
22	20cm
30	Parete
31	spessore
32	50cm
40	Parete
41	spessore
42	25cm

Si riportano una serie di immagini del modello strutturale.

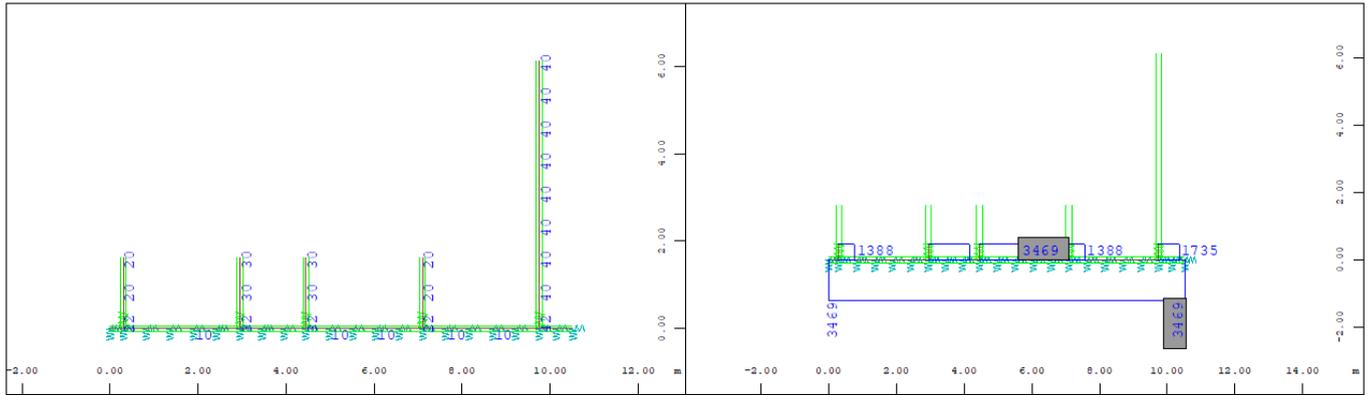
Vista estrusa del modello



Il modello è stato vincolato alla base mediante costanti di sottofondo alla winkler

Assegnazione gruppi e sezioni

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 63 di 124

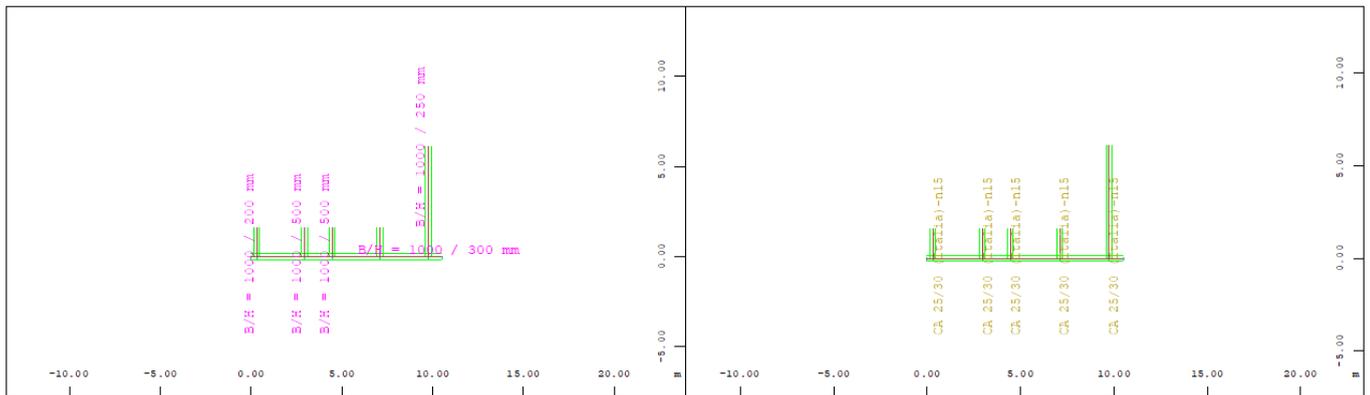


Number of group, Beam Elements(Max=42), Spring Elements(Max=0), Boundary Elements(Max=10)

M 1 : 120

Boundary bedding support, (1 cm 3D = unit) in global X (Unit=4484. kN/m2,Max=3469.), in direction of the edge (Unit=4484. kN/m2,Max=3469.)

M 1 : 156



Beam Elements , Sectional Designations

M 1 : 291

Beam Elements , Material designations

M 1 : 283

Analisi dei carichi.

- Peso proprio c.a.
- Peso proprio grigliati in acciaio: **50,5 daN/m²**
 Il carico applicato sulle pareti vale:
 1) $(0.5 \times 2.30)/2 = 0.60 \text{ kN/m}$;
 2) $(0.5 \times 1.00)/2 = 0.30 \text{ kN/m}$;
- Peso carpenteria di sostegno grigliati: **900 daN**
- Peso proprio ghiaia di rivestimento (spessore 20cm): **1800 daN/m³**
 Il carico applicato sulle pareti vale:
 3) $(0.2 \times 18 \times 2.30)/2 = 4.15 \text{ kN/m}$;
 4) $(0.2 \times 18 \times 1.00)/2 = 1.80 \text{ kN/m}$;
- Peso carico accidentale (aree ad uso industriale cat. E): **600 daN/m²**
 $6 \times 2.30 / 2 = 6.90 \text{ kN/m}$;
- Peso terreno: **1900 daN/m³**
- Peso tubi alluminio $\phi 40/30$: $5,94 \times 3 \times 4$ **72 daN**

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 64 di 124

- Peso proprio trasformatore completo: 31000 daN
Il peso del trasformatore è applicato come carico lineare sulle pareti di spessore di 50cm
Il carico vale $(31000/2)/4.60=3370$ daN/m =33.7 kN/m il carico viene moltiplicato per il coefficiente di amplificazione dinamico 1.30 $Q=33.7 \times 1.30 = 44.0$ kN/m;
- Peso rinterro tra muro taglia fiamma e vasca (1.00 x 19) 19000 daN/m2

Calcolo della costante di sottofondo

Il terreno è simulato con il coefficiente di winkler, calcolato secondo la formulazione di Vesic.

Di seguito si riporta la stratigrafia considerata per il dimensionamento delle fondazioni del piazzale di SSE.

	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Cu (kPa)	ϕ°	c' (kPa)
Rilevato +scotoco e bonifica	(vedasi sezione)	19	-	35	0

Fig. 2: Sintesi delle stratigrafie e dei parametri del terreno in corrispondenza del piazzale di SSE.

Con riferimento al D.M18, i terreni presenti nell'area sono ascrivibili alla categoria C, che in generale comprende:

C – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati, o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS 30 compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $15 < NSPT < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu < 250$ KPa nei terreni a grana fina). (Nella definizione VS 30 è la velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio).

L'assetto topografico del terreno in studio rientra nella categoria:

T1: superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

Costante di sottofondo di Vesic.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL SE0100 002 B 65 di 124

Vesic

PARAMETRI TERRENO			
E=	30	MPa	modulo operativo
E=	30000	kN/mq	modulo operativo
v=	0,30		coeff. di Poisson

PARAMETRI FONDAZIONE			
B=	10,30	m	dimensione trasversale trave
H=	0,30	m	altezza soletta
J=	0,02	m ⁴	inerzia soletta
Rck=	30	Mpa	
Ec=	31500000	kN/mq	modulo di elasticità cls
K=	35735	kN/mq	
K=	3469	kN/m³	modulo di reazione verticale

Sotto i setti è stata posta una costante di sottofondo più rigida

$$K_v(20) = 2 \times k \times sp = 2 \times 3469 \times 0.20 = 1388 \text{ kN/m}^2$$

$$K_v(50) = 2 \times k \times sp = 2 \times 3469 \times 0.50 = 3469 \text{ kN/m}^2$$

$$K_v(25) = 2 \times k \times sp = 2 \times 3469 \times 0.25 = 1735 \text{ kN/m}^2$$

Spinta del terreno

La vasca risulta essere interrata di una profondità di 1.00m misurata dall'estradosso della fondazione che presenta uno spessore di 30cm.

Il terreno che spinge sul paramento è da rilevato.

$$\text{Coefficiente di spinta a riposo } k_0 = 1 - \tan(\varphi) = 1 - \tan(35) = 0.43$$

$$\sigma = h \times \gamma \times k_0 = 1.15 \times 19 \times 0.43 = 9.40 \text{ kN/m} \quad (\text{riferita all'asse baricentrico della fondazione})$$

A tergo del piedritto si suppone che possa essere presente un carico di 20 kN/m²

$$\sigma = Q_v \times k_0 = 20 \times 0.43 = 8.6 \text{ kN/m}$$

MURO TAGLIAFIAMMA

Analisi dei carichi verticali.

$$\text{Peso proprio paramento verticale: } 0,25 \times 6,00 \times 2500 = 3750 \text{ daN/ml}$$

Azione orizzontale dovuta al vento.

- spinta vento ZONA 3 a 5 m classe esposizione IV
- $q_{ref} = v_{ref}^2 / 1,6 = 46 \text{ daN/mq}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 66 di 124

- $C_e = k^2 \ln(z/z_0) * [7 + \ln(z/z_0)] = 1,63$
- $C_p = 1,2$
- $C_d = 1$
- $q = q_{ref} * C_p * C_e * C_d = 46 * 1,2 * 1,63 * 1 = 89 \text{ daN/mq}$
- Altezza investita dal vento = 5 m

Viene di seguito esposto il modello di calcolo realizzato con elementi bidimensionali shell. I carichi sono applicati perpendicolarmente agli elementi shell (parete tagliafiamma).

Azione sismica

L'azione sismica a favore di sicurezza è stata valutata tra la peggiore di quella del piazzale RI 11 e R114 della tratta Bovino-Orsara e il piazzale RI12 della tratta Hirpinia-Orsara.

In condizioni sismiche, il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

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

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

Per la definizione dell'azione sismica si assumono i seguenti parametri di base:

- Categoria di suolo: **C;**
- Categoria topografica: **T₁;**
- Vita nominale: **V_N = 75 anni;**
- Classe d'uso : **III;**
- Coeff. d'uso: **c_u = 1.5;**
- Periodo di riferimento per l'azione sismica: **V_R = V_N x c_u = 112.5 anni;**

I parametri che definiscono l'azione sismica, calcolati mediante il documento excel Spettri-NTC.ver.1.0.3.xls fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, vengono di seguito riportati:

Per la definizione dell'azione sismica sono necessarie delle valutazioni preliminari relative alle seguenti caratteristiche proprie della costruzione (2.4 – NTC2018):

- Vita Nominale (V_N);
- Classe d'uso (C_u);
- Periodo di Riferimento (V_R).

Si attribuisce una vita nominale V_N = 75 anni e la classe d'uso III con coefficiente d'uso C_u=1,5, in conformità ai seguenti riferimenti normativi:

- DM 17/01/2018 par. 2.4;
- Circ. 21/01/2019, par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 67 di 124

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi

$$V_R = C_u \times V_N = 112,5 \text{ anni.}$$

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_2 (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 30^\circ$).

Gli spettri di progetto agli stati limite SLV sono stati determinati rispetto alle coordinate delle opere come esposto nelle seguenti tabelle:

SLV										
Tratta	Piazzale	lat.	long.	cat. Sottosuolo	Vita Nominale	Classe d'uso	ag/g	Ss	St	amax/g
BO	RI11 e RI14	41,2435	15,2839	C	75	III	0,271	1,304	1	0,353
HO	RI12	41,1606	15,1341	C	75	III	0,368	1,19	1,2	0,525

Per il calcolo cautelativamente si prende in considerazione l'azione sismica della tratta Hirpinia-Orsara

Il calcolo sismico viene eseguito mediante un calcolo di statica equivalente.

La sovraspinta delle terre viene applicata mediante la metodologia di Wood e la parte fuori terra viene applicata un'accelerazione al plateau.

Inerzia pareti

Parete tipo	spessore	amax	tipo	inerzia x	inerzia y
interrata	0,2	0,5	PGA	2,6	1,3
interrata	0,5	0,5	PGA	6,6	3,3

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 68 di 124

interrata	0,25	0,5	PGA	3,3	1,6
Fuori terra	0,2	0,8	Plateaux	4,0	2,0
Fuori terra	0,5	0,8	Plateaux	10,0	5,0
Fuori terra	0,25	0,8	Plateaux	5,0	2,5

Sovraspinta di Wood

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica è calcolata con la teoria di Wood, risultando in un valore di spinta al metro, distribuito uniformemente sull'intera altezza del piedritto, da applicare ad una quota pari ad H/2.

Essendo la struttura chiusa, il suo comportamento in relazione alle azioni sismiche può essere considerato di tipo rigido; pertanto le spinte delle terre, in accordo a NTC § 7.11.6.2.1 e EC8-5 § .7.3.2.1, sono calcolate in regime di spinta a riposo che comporta il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni.

L'analisi sismica è stata fatta considerando il valore di ancoraggio dello spettro.

Poichè questo tipo di struttura non ammette spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente r , assume il valore $r=1$ pertanto, i due coefficienti sismici valgono:

$$(SLV) \quad kh=0.525 \quad kv=\pm 0.5 \cdot kh=0.263$$

L'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato secondo la teoria di Wood come:

$$\Delta Pd = S \cdot ag / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2$$

La sovraspinta sismica assume pertanto il seguente valore:

$$\Delta Pd = 0.525 \cdot 19 \cdot 1.15 \cdot 1.15 = 13.20 \text{ kN}$$

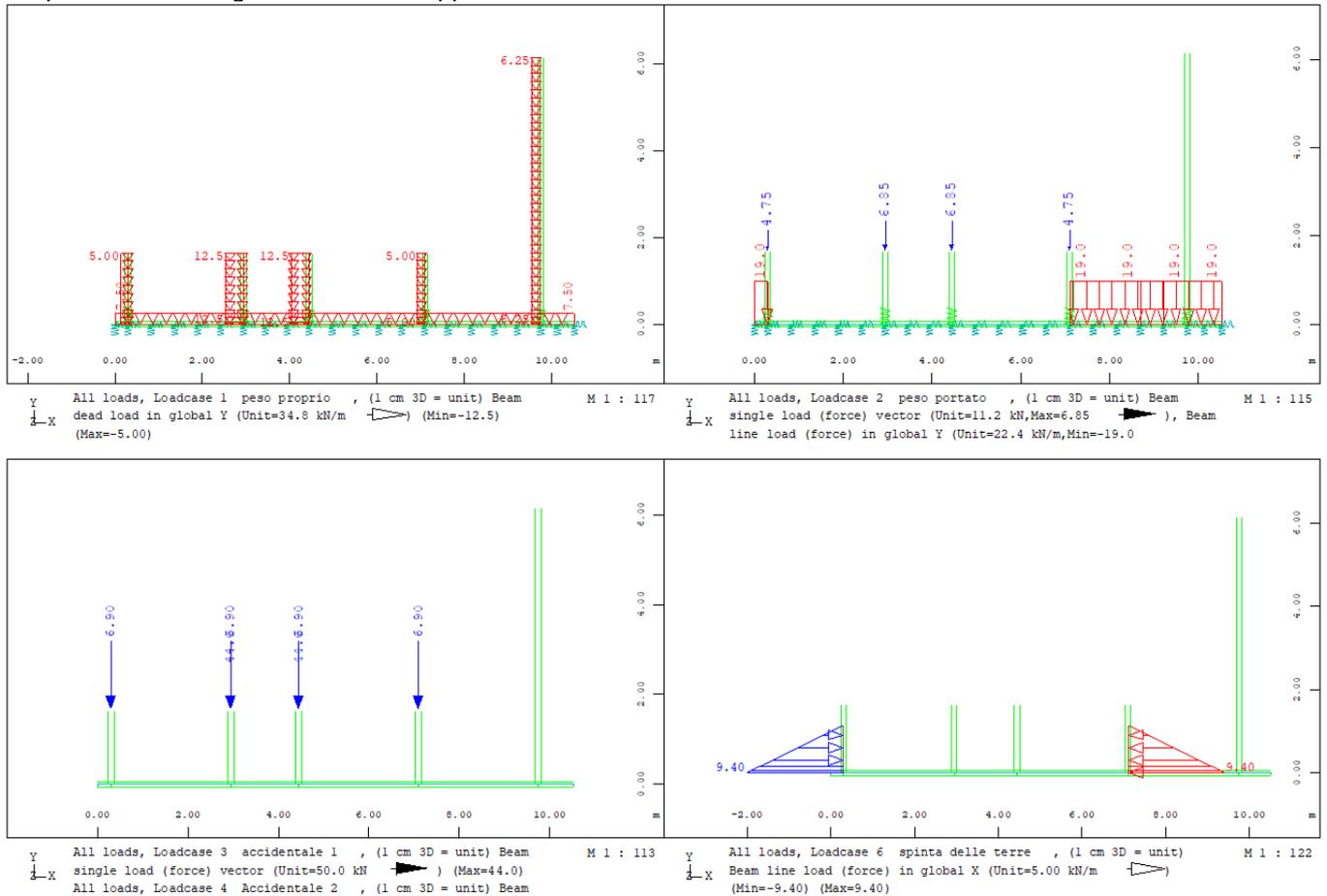
La pressione agente, per metro lineare sul piedritto del ponticello vale:

$$\Delta pd = 0.525 \cdot 19 \cdot 1.15 = 11.5 \text{ kN/m}$$

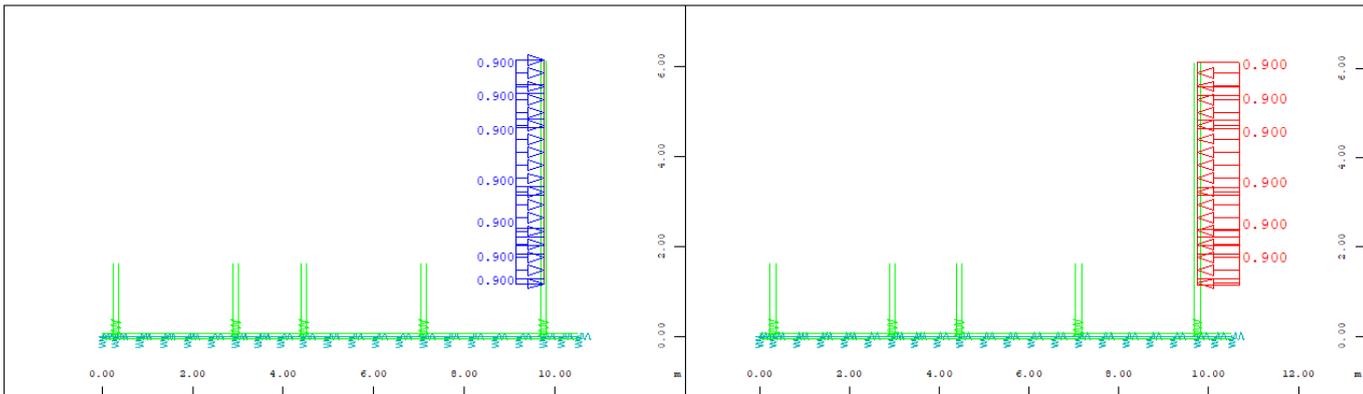
Carichi applicati

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 69 di 124

Si riportano le immagini con i carichi applicati al modello strutturale:

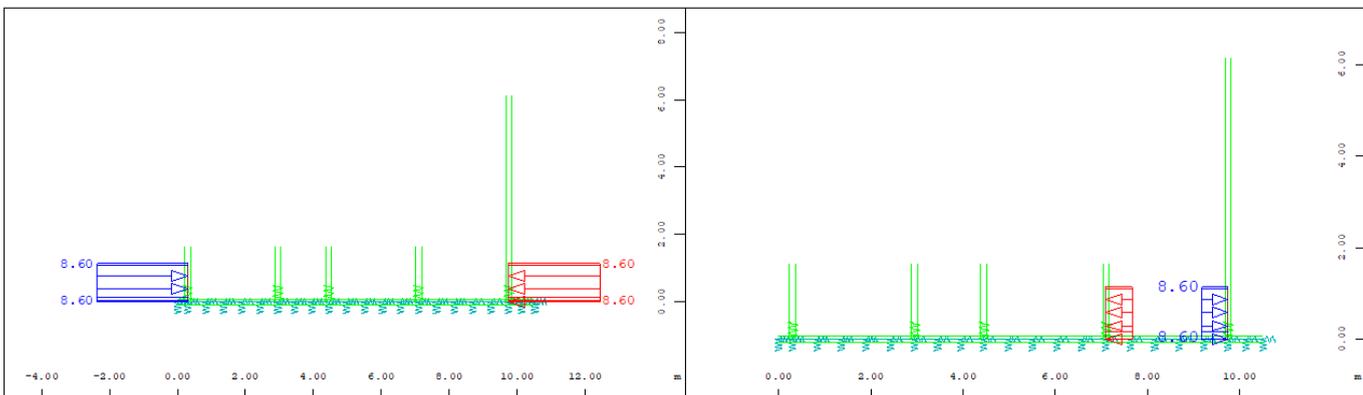


APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 70 di 124



Y
 1-X All loads, Loadcase 7 vento +x , (1 cm 3D = unit) Beam line load (force) in global X (Unit=1.74 kN/m ∇) (Max=0.900) M 1 : 117

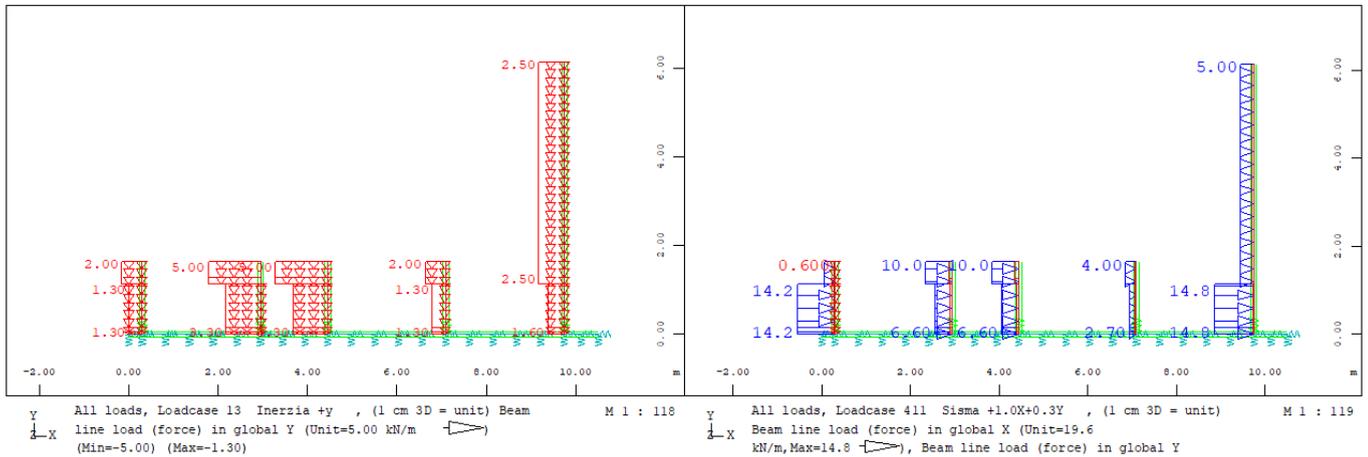
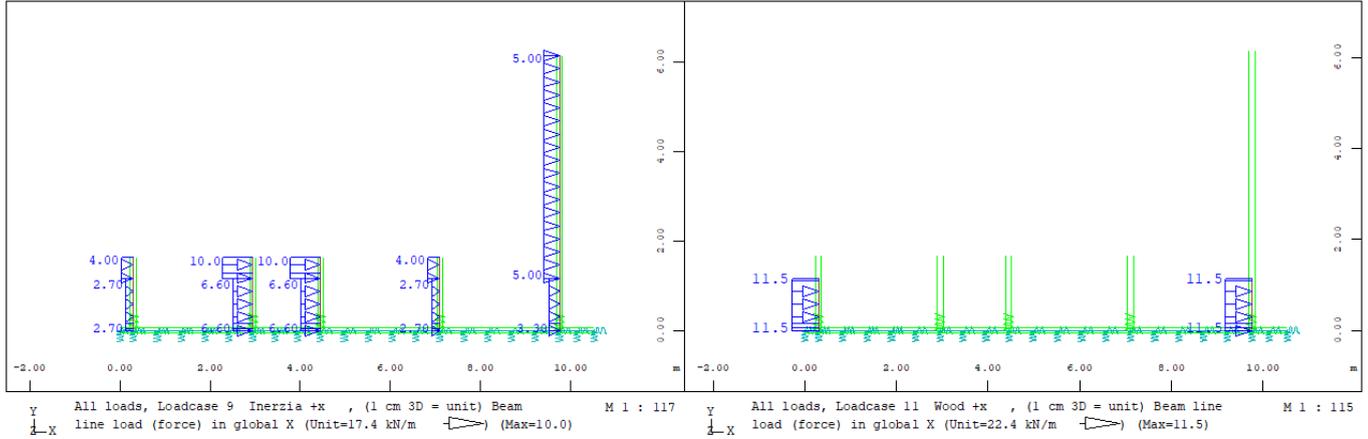
Y
 1-X All loads, Loadcase 8 vento -x , (1 cm 3D = unit) Beam line load (force) in global X (Unit=1.12 kN/m ∇) (Min=-0.900) (Max=-0.900) M 1 : 118



Y
 1-X All loads, Loadcase 15 mezzi 1 , (1 cm 3D = unit) Beam line load (force) in global X (Unit=5.00 kN/m ∇) (Max=8.60) All loads, Loadcase 17 mezzi 3 , (1 cm 3D = unit) Beam line M 1 : 156

Y
 1-X All loads, Loadcase 16 mezzi 2 , (1 cm 3D = unit) Beam line load (force) in global X (Unit=17.4 kN/m ∇) (Min=-8.60) (Max=8.60) M 1 : 115

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 71 di 124



I carichi sono combinati tra di loro in modo automatizzato dal software secondo le coefficienti moltiplicativi definiti nelle NTC, si riporta la tabella dei coefficienti inseriti nel programma di calcolo.

SOFiStik: Action and Loadcase Manager

Action	Description	Partition	Superposition	γ_u	γ_f	γ_a	ψ_0	ψ_1	ψ_2
E	Azione Sismica	E (Earthquake)	USEX exclusive with unfavourable sign	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G	Azioni Permanenti	G (Permanent)	PERC permanent with individual factors	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G_2	Permanenti non strutturali	G (Permanent)	PERC permanent with individual factors	1.50	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00
Q	Azioni Variabili	Q (Variable)	COND conditional	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30
R	Spinta delle terre	G (Permanent)	PERC permanent with individual factors	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
W	Azioni del Vento	Q (Variable)	EXCL exclusive within category	1.50	0.00	1.00	0.60	0.20	0.00

Si riportano le tabelle con i carichi considerati

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 72 di 124

SOFiSTIK: Action and Loadcase Manager

Actions Loadcases										
Nr	Title	Action	Factor of dead weight	$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	ψ_0	ψ_1	ψ_2	
1	peso proprio	G Azioni Permanenti	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
2	peso portato	G_2 Permanenti non strutturali	0.00	1.50	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	
3	accidentale 1	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	
4	Accidentale 2	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	
5	Accidentale 3	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	
6	spinta delle terre	R Spinta delle terre	0.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
7	vento +x	W Azioni del Vento	0.00	1.50	0.00	1.00	0.60	0.20	0.00	
8	vento -x	W Azioni del Vento	0.00	1.50	0.00	1.00	0.60	0.20	0.00	
9	Inerzia +x	None	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	Inerzia -x	None	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
11	Wood +x	None	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
12	Wood -x	None	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
13	Inerzia +y	None	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
14	Inerzia -y	None	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
15	mezzi 1	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	
16	mezzi 2	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	
17	mezzi 3	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	

Le azioni sismiche sono state combinate tra di loro secondo la regola:

$$\pm Ex \pm 0.30 Ey$$

$$\pm Ey \pm 0.30 Ex$$

Mediante una istruzione di cui si riporta lo screenshot.

```
+prog sofiload urs:19.2 $ SISMA
head SISMA

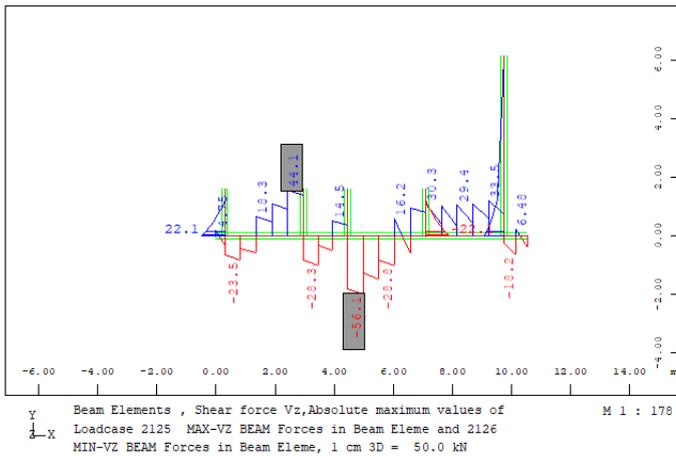
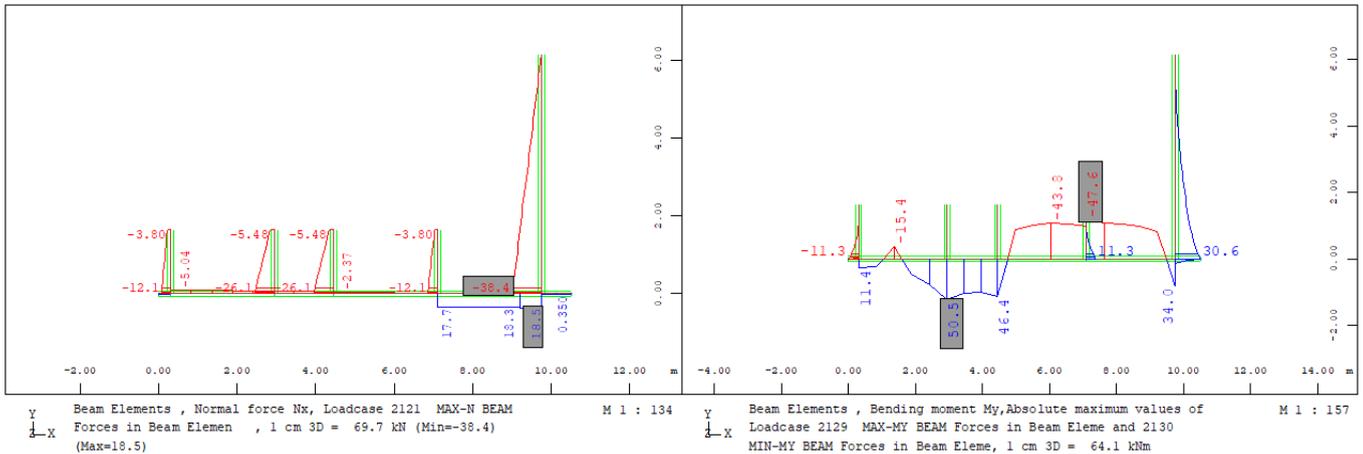
$ LEGENDA:
$ LC 9-11   SISMA X
$ LC 13-   SISMA Y

lc 411 type E titl 'Sisma +1.0X+0.3Y';copy 9 fact +1.0;copy 11 fact +1.0; copy 13 fact +0.3
lc 412 type E titl 'Sisma +1.0X-0.3Y';copy 9 fact +1.0;copy 11 fact +1.0; copy 14 fact +0.3
lc 413 type E titl 'Sisma -1.0X+0.3Y';copy 10 fact +1.0;copy 12 fact +1.0; copy 13 fact +0.3
lc 414 type E titl 'Sisma -1.0X-0.3Y';copy 10 fact +1.0;copy 12 fact +1.0; copy 14 fact +0.3
lc 415 type E titl 'Sisma +1.0Y+0.3X';copy 13 fact +1.0;copy 9 fact +0.3; copy 11 fact +0.3
lc 416 type E titl 'Sisma +1.0Y+0.3X';copy 13 fact +1.0;copy 10 fact +0.3; copy 12 fact +0.3
lc 417 type E titl 'Sisma +1.0Y+0.3X';copy 14 fact +1.0;copy 9 fact +0.3; copy 11 fact +0.3
lc 418 type E titl 'Sisma -1.0Y+0.3X';copy 14 fact +1.0;copy 10 fact +0.3; copy 12 fact +0.3
end
```

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 73 di 124

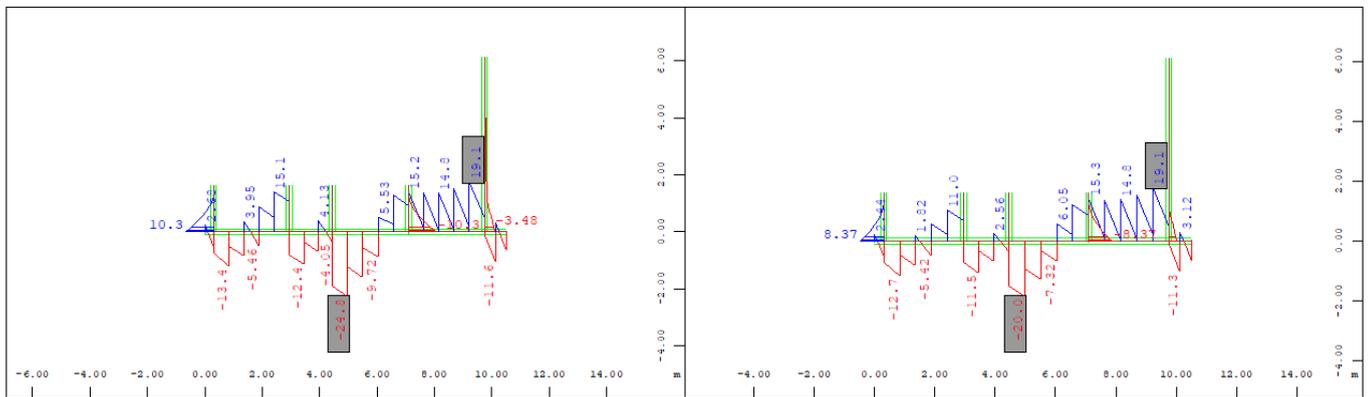
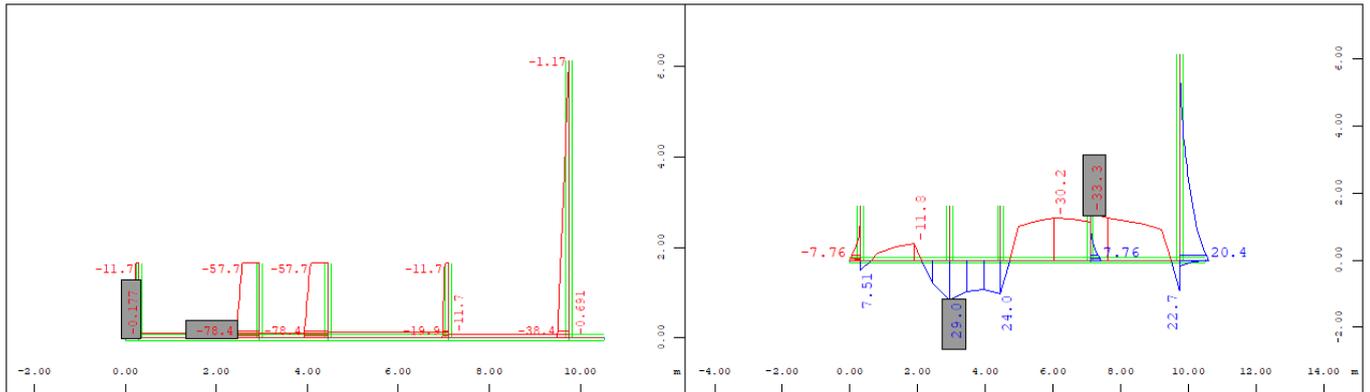
Sollecitazioni di calcolo

Si riportano le sollecitazioni di calcolo ricavate dal modello



Sollecitazioni agli SLU

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 75 di 124



Sollecitazioni agli SLE

TEORIA SULLE VERIFICHE STRUTTURALI

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.

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:

APPALTATORE: Consorzio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 76 di 124

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[0.18 / \gamma_c \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\},$$

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;

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

$1 \leq \cot \vartheta \leq 2.5$ 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

Verifiche agli stati limite di esercizio

Si effettuano le seguenti verifiche agli stati limite di esercizio:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 77 di 124

- 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.

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.

VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali della struttura 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).

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 <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT								
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 78 di 124

A titolo di esempio si riporta un estratto del quantitativo di armature calcolate dal software (gruppo 10) platea.
 Longitudinal Reinforcements - Design case No. 2

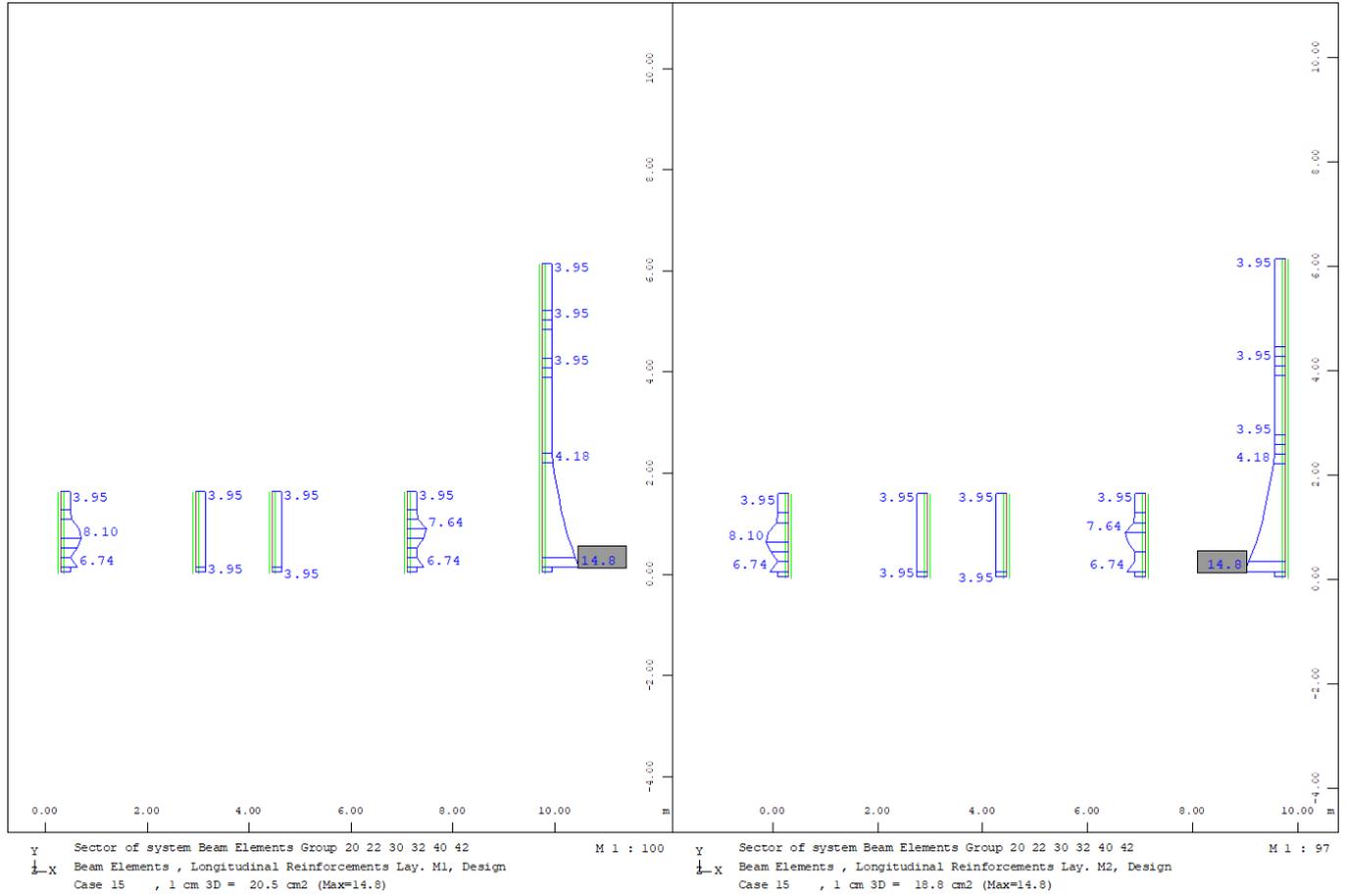
Beam	x[m]	SNo	p [o/o]	As1 [cm2]	vm [m]	As1-0 [cm2]	As1-1 [cm2]	As1-2 [cm2]	As1-3 [cm2]	As1-4 [cm2]	As1-5 [cm2]
100001	0.000	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100001	0.300	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100002	0.000	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100002	0.530	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100003	0.000	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100003	0.530	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100004	0.000	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100004	0.530	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100005	0.000	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100005	0.530	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100006	0.000	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100006	0.530	4	0.29	8.57			4.62	3.95			
100007	0.000	4	0.29	8.58			4.63	3.95			
100007	0.500	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100008	0.000	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100008	0.500	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100009	0.000	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100009	0.500	4	0.27	7.96			4.01	3.95			
100010	0.000	4	0.27	7.96			4.01	3.95			
100010	0.530	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100011	0.000	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100011	0.530	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100012	0.000	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100012	0.530	4	0.28	8.27			3.95	4.32			
100013	0.000	4	0.28	8.34			3.95	4.39			
100013	0.530	4	0.31	9.42			3.95	5.47			
100014	0.000	4	0.32	9.49			3.95	5.54			
100014	0.530	4	0.34	10.33			3.95	6.38			
100015	0.000	4	0.34	10.30			3.95	6.35			
100015	0.530	4	0.38	11.34			3.95	7.39			
100016	0.000	4	0.38	11.41			3.95	7.46			
100016	0.530	4	0.44	13.28			4.68	8.60			
100017	0.000	4	0.44	13.28			4.60	8.68			
100017	0.530	4	0.55	16.52			6.75	9.77			
100018	0.000	4	0.55	16.51			6.67	9.84			
100018	0.530	4	0.65	19.59			8.86	10.74			
100019	0.000	4	0.65	19.59			8.79	10.80			
100019	0.530	4	0.75	22.54			11.20	11.34			
100020	0.000	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100020	0.385	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100021	0.000	4	0.26	7.90			3.95	3.95			
100021	0.385	4	0.26	7.90			3.95	3.95			

Note: Layer includes reinforcements for torsion if followed by T
 Note: Layer has only compression reinforcements if followed by a quote

As1 geometric part of reinforcements
 total longitudinal reinforcement
 vm shift rule of longitudinal reinforcement (0.0 if already included by normal force)
 As1-0,As1-1,As1-2,As1-3,As1-4,As1-5 longitudinal reinforcement per layer

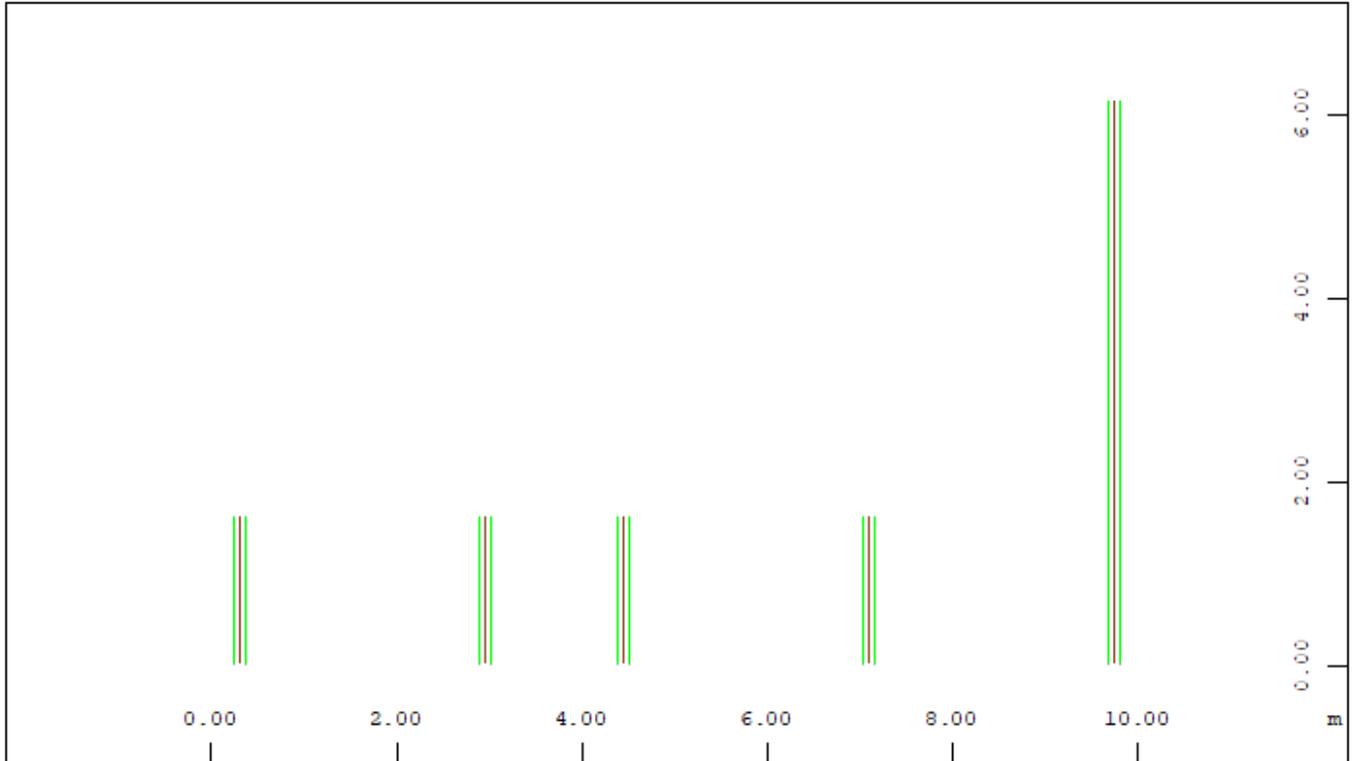
Se fosse stata necessaria armatura
 Si riporta l'armatura per le pareti.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 81 di 124



Armatura verticale pareti

APPALTATORE: Conorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT								
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 82 di 124



Y Sector of system Beam Elements Group 20 22 30 32 40 42 M 1 : 111
 X Beam Elements , Shift rule value (considered in reinforcement), Design Case 15 , 1 cm 3D = 0 m (Max=0)

Armatura a taglio pareti

Verifiche allo SLE

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.

Maximum Stresses and Checked Limits

Mat	Check or Criterion		Value	Limit	Unit	Level	LC	Beam	x[m]
3	Longitud. compressive stress	$\sigma-x$	-3.81	-337.50	MPa	0.011	1122	100019	0.530
	Longitud. tensile stress	$\sigma+x$	323.81	337.50	MPa	0.959	1130	100012	0.000
4	Longitud. compressive stress	$\sigma-x$	-5.86	-11.64	MPa	0.504	1130	100012	0.530

Check for crack width passed with additional reinforcements✓

Check for stress limits passed✓

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL SE0100 002 B 83 di 124

La tensione nell'acciaio e nel calcestruzzo considerando i minimi di armatura calcolati dal software valgono:

$\sigma_s = 324 \text{ Mpa} < 0.75 \times 450 = 338 \text{ Mpa}$ Verificato

$\sigma_c = 5.86 \text{ Mpa} < 0.55 \times 21.15 = 11.64 \text{ Mpa}$ 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✓							

Maximum Stresses and Checked Limits

Mat	Check or Criterion	Value	Limit	Unit	Level	LC	Beam	x[m]
3	Longitud. compressive stress $\sigma-x$	-0.94	-337.50	MPa	0.003	1329	100002	0.530
	Longitud. tensile stress $\sigma+x$	194.01	337.50	MPa	0.575	1330	100011	0.530
4	Longitud. compressive stress $\sigma-x$	-4.23	-8.46	MPa	0.500	1330	100012	0.530
Check for crack width passed with given reinforcements✓								
Check for stress limits passed✓								

La tensione nell'acciaio e nel calcestruzzo considerando i minimi di armatura calcolati dal software valgono:

$\sigma_s = 194 \text{ Mpa} < 0.75 \times 450 = 338 \text{ Mpa}$ Verificato

$\sigma_c = 4.23 \text{ Mpa} < 0.40 \times 21.15 = 8.46 \text{ Mpa}$ Verificato

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 84 di 124

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 ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 85 di 124

Nonlinear Stresses

Beam	x[m]	SNo	LC	Ni	Myi	Mzi	xc	ε-min	σ-min	σ-s	σ-t	Ey-eff [N/mm ²]
				[kN]	[kNm]	[kNm]	[mm]	[o/oo]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	
				ε-θ	ky	kz	xc/d	ε-max	σ-max	σ-s	σ-t	Ez-eff [N/mm ²]
				[o/oo]	[1/km]	[1/km]	[-]	[o/oo]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	
				Designation		h[mm]	D[mm]	w[mm]	σ	σ-sr	a[mm]	As-eff[cm ²]
410001	0.000	3	1122	-38.5	-20.41	0.00	80.0	-0.263	-3.47	-6.90		4770
				0.148	-3.285	0.000	0.444	0.558	0.00	68.99		31447
			T-zone		125.0	10.0	0.04	68.99	97.84		16.17	
			1125	-38.5	-15.54	0.00	82.4	-0.199	-2.63	-6.30		4938
				0.103	-2.417	0.000	0.458	0.405	0.00	49.54		31447
			T-zone		125.0	10.0	0.03	49.54	94.76		16.17	
	1126	-38.5	15.54	0.00	82.4	-0.199	-2.63	-6.30		4938		
		0.103	2.417	0.000	0.458	0.405	0.00	49.54		31447		
	T-zone		125.0	10.0	0.03	49.54	94.76		16.17			
	1129	-38.4	20.41	0.00	80.0	-0.263	-3.47	-6.89		4770		
		0.148	3.285	0.000	0.444	0.559	0.00	69.00		31447		
	T-zone		125.0	10.0	0.04	69.00	97.84		16.17			
1130	-38.5	-20.41	0.00	80.0	-0.263	-3.47	-6.90		4770			
	0.148	-3.285	0.000	0.444	0.558	0.00	68.99		31447			
T-zone		125.0	10.0	0.04	68.99	97.84		16.17				
0.050	3	1121	-38.2	14.92	0.00	82.1	-0.193	-2.55	-5.98		4873	
			0.101	2.352	0.000	0.456	0.395	0.00	48.35		31447	
		T-zone		125.0	10.0	0.03	48.35	96.68		15.71		
		1122	-38.2	-19.84	0.00	79.5	-0.258	-3.41	-6.50		4693	
			0.148	-3.247	0.000	0.442	0.553	0.00	68.50		31447	
		T-zone		125.0	10.0	0.04	68.50	100.08		15.71		
	1125	-38.2	-14.92	0.00	82.1	-0.193	-2.55	-5.98		4873		
		0.101	-2.352	0.000	0.456	0.395	0.00	48.35		31447		
	T-zone		125.0	10.0	0.03	48.35	96.68		15.71			
	1126	-38.2	14.92	0.00	82.1	-0.193	-2.55	-5.98		4873		
		0.101	2.352	0.000	0.456	0.395	0.00	48.35		31447		
	T-zone		125.0	10.0	0.03	48.35	96.68		15.71			
1129	-38.4	19.84	0.00	79.6	-0.258	-3.41	-6.52		4696			
	0.147	3.245	0.000	0.442	0.553	0.00	68.44		31447			
T-zone		125.0	10.0	0.04	68.44	99.99		15.71				
1130	-38.2	-19.84	0.00	79.5	-0.258	-3.41	-6.50		4693			
	0.148	-3.247	0.000	0.442	0.553	0.00	68.50		31447			
T-zone		125.0	10.0	0.04	68.50	100.08		15.71				

Ni,Myi,Mzi internal forces (integrals of nonlinear stresses) σ-min stress in section
xc,xc/d height of compressive zone σ-s stress in reinforcements
ε-min,ε-max strains σ-t stress in tendons
Ey-eff,Ez-eff effective elasticity modulus referring to gross section
ε-θ strain in centroid
ky,kz curvatures
h[mm] height of effective zone
D[mm] effective diameter of reinforcements
w[mm] width of cracks
σ effective steel stress
σ-sr steel stress at initial crack
a[mm] distance of reinforcement bars
As-eff[cm²] reinforcement of effective tensile zone

Si rendo noto che le fessure sempre inferiore al limite imposto $w_k \ll 0.20\text{mm}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 86 di 124

Riepilogo armature

La verifica risulta soddisfatta. $W_k = 0.20$ considerando un minimo di armatura teorico di 6.77 cm^2 , armatura commerciale scelta è la seguente:

ARMATURA PLATEA sp.=30cm

Armatura superiore direzione longitudinale: $\emptyset 14/200$ che corrisponde a $7.70 \text{ cm}^2 > 7.29 \text{ cm}^2$ con raffittimento (+ $\emptyset 14/400$) sotto alla parete di spessore 25cm

Armatura superiore direzione trasversale: $\emptyset 14/200$ che corrisponde a $7.70 \text{ cm}^2 > 7.29 \text{ cm}^2$ con raffittimento (+ $\emptyset 14/400$) sotto alla parete di spessore 25cm

Armatura inferiore direzione longitudinale: $\emptyset 12/200$ che corrisponde a $5.65 \text{ cm}^2 > 3.95 \text{ cm}^2$ con raffittimento (+ $\emptyset 12/100$) sotto alla parete di spessore 25cm

Armatura inferiore direzione trasversale: $\emptyset 12/200$ che corrisponde a $5.65 \text{ cm}^2 > 3.95 \text{ cm}^2$ con raffittimento (+ $\emptyset 12/100$) sotto alla parete di spessore 25cm

Armatura a taglio spilli: $\emptyset 10/600 \times 600$

ARMATURA PARETE sp.=20cm

Armatura interna ed esterna: $\emptyset 14/200 + \emptyset 14/400$ che corrisponde a $11.54 \text{ cm}^2 > 8.10 \text{ cm}^2$

Armatura a taglio spilli: $\emptyset 10/600 \times 600$

ARMATURA PARETE sp.=25cm

Armatura interna ed esterna zona incastro: $\emptyset 14/100$ che corrisponde a $15.39 \text{ cm}^2 > 14.80 \text{ cm}^2$

Armatura interna ed esterna zona incastro parte fuori terra: $\emptyset 14/200$ che corrisponde a $7.70 \text{ cm}^2 > 4.18 \text{ cm}^2$

Armatura a taglio spilli: $\emptyset 10/600 \times 600$

ARMATURA PARETE sp.=50cm

Armatura interna ed esterna: $\emptyset 14/200$ che corrisponde a $7.69 \text{ cm}^2 > 3.95 \text{ cm}^2$

Armatura a taglio spilli: $\emptyset 10/600 \times 600$

Incidenza

Incidenza fondazione: 100 kg/m^3

Incidenza parete sp.20: 130 kg/m^3

Incidenza parete sp.25: 105 kg/m^3

Incidenza parete sp.50: 55 kg/m^3

Verifica trave in acciaio HEB160

Si riporta la verifica della trave in acciaio a sostegno del grigliato

Il grigliato poggia su dei profili angolari lungo tutto il perimetro della vasca, nella mezzeria ai fini di rompitratte viene posta una trave HEB160.

Il calcolo viene svolto come se dovesse supportare il carico di metà della luce (ovvero come se il grigliato scaricasse solo due pareti).

Il carico agli SLU agente sulla trave vale:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 87 di 124

- Peso proprio profilo metallico HEB160: 0.43 kN/m
- Peso proprio grigliati in acciaio: 0.50 kN/m²
Il carico applicato sulle pareti vale:
5) (0.5 x 2.30)= 1.20 kN/m;
- Peso proprio ghiaia di rivestimento (spessore 20cm): 18.00 kN/m³
Il carico applicato sulle pareti vale:
6) (0.2 x 18 x 2.30)= 8.30 kN/m;
- Peso carico accidentale (aree ad uso industriale cat. E): 6.00 kN/m²
6 x 2.30 = 13.80 kN/m;

$Q_{slu} = 1.35 \times 0.43 + 1.5 \times (1.20 + 8.30) + 1.5 \times 13.80 = 0.58 + 14.25 + 20.70 = 35.53 \text{ kN/m}$

$Q_{sle} = 1.00 \times 0.43 + 1.0 \times (1.20 + 8.30) + 1.0 \times 13.80 = 23.73 \text{ kN/m}$

$Med \text{ } sl_u = Ql^2/8 = 36 \times 2.3 \times 2.3 / 8 = 23.81 \text{ kNm}$

$Ved \text{ } sl_u = Ql/2 = 36 \times 2.3 / 2 = 41.4 \text{ kN}$

Sigla HEB	b mm	h mm	a mm	e mm	r mm	Peso kg/m	Sezione cm ²	Momenti di inerzia		Moduli di resistenza		Raggi di inerzia	
								Jx cm ⁴	Jy cm ⁴	Wx cm ³	Wy cm ³	ix cm	iy cm
100	100	100	6,0	10,0	12	20,4	26,04	449,5	167,3	89,91	33,45	4,16	2,53
120	120	120	6,5	11,0	12	26,7	34,01	864,4	317,5	144,1	52,92	5,04	3,06
140	140	140	7,0	12,0	12	33,7	42,96	1.509	549,7	215,6	78,52	5,93	3,58
160	160	160	8,0	13,0	15	42,6	54,25	2.492	889,2	311,5	111,2	6,78	4,05
180	180	180	8,5	14,0	15	51,2	65,25	3.831	1.363	425,7	151,4	7,66	4,57
200	200	200	9,0	15,0	18	61,3	78,08	5.696	2.003	569,6	200,3	8,54	5,07
220	220	220	9,5	16,0	18	71,5	91,04	8.091	2.843	735,5	258,5	9,43	5,59
240	240	240	10,0	17,0	21	83,2	106,0	11.260	3.923	938,3	326,9	10,31	6,08

Dal profilario si ricava che il momento resistente elastico agli SLU vale:

$M_{rd} = f_{yk} \times W_{el} / \gamma_{m0} = 235 \times 311 \times 10^3 / 1.05 = 69.6 \text{ kNm} > 23.81$ **F.S. = 69.6/23.81 = 2.92 > 1**

ver.

$V_{rd} = A_v \times f_{yk} / (\gamma_{m0} \times \sqrt{3}) = 54.25 \times 10^2 \times 235 / (1.05 \times \sqrt{3}) = 701 \text{ kN} > 41.4 \text{ kN}$

ver.

Si riporta il calcolo della freccia

$f_{max} = 2300/250 = 9.2 \text{ mm}$

$f = (5/384) \times (Ql^4) / EI = (0.013 \times 24 \times 2300^4) / (210000 \times 24920000) = 1.67 \text{ mm} \ll f_{max} = 9.2 \text{ mm}$ **ver.**

APPALTATORE: Consortio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 88 di 124

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 γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(d)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_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 γ_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}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche

Verifica	Coefficiente parziale
	(R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Si è sviluppato un modello con in castro al baricentro della fondazione dove sono state lette le sollecitazioni agli stati limite.

LC: 1153, 2153, 3153, Nodes Support force; Nodes Support moment

LC	LC-title	Number	P-X [kN]	P-Y [kN]	M-Z [kNm]
1	1153 MAXR-PY NODE Supporting Forces i	1	0.0	384.6	67.52
2	2153 MAX-PY NODE Supporting Forces in	1	0.0	550.6	88.90
3	3153 MAXE-PY NODE Supporting Forces i	1	27.2	335.6	188.55

Verifica condizioni drenate

L'opera si trova su rilevato, per cui per la verifica sono stati considerati i valori presi dal Manuale di Progettazione RFI parte II sezione 3 corpo stradale.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">SE0100 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">89 di 124</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	89 di 124													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche																		

Si usano i seguenti valori per il rilevato:

$\gamma_t = 19 \text{ kN/m}^3$;

$\Phi = 35^\circ$

$c' = 0.00$

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 90 di 124

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 ($e_L = MI/N$) (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	$\tan \varphi'$	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)

$B = 1,00$ (m)
 $L = 10,50$ (m)
 $D = 1,00$ (m)

$\beta_f = 0,00$ (°)

$\beta_p = 0,00$ (°)

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 92 di 124

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico			
$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) =$	1,91	$\theta = \arctg(Tb/Tl) =$	90,00 (°)
$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) =$	1,09	$m =$	1,91 (-)
$i_q = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg\varphi))^m$ <small>(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e m=(m_bsin²θ+m_lcos²θ) in tutti gli altri casi)</small>			
$i_q =$	1,00		
$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$	$i_c =$		
$i_c =$	1,00		
$i_\gamma = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg\varphi))^{(m+1)}$	$i_\gamma =$		
d_c, d_q, d_γ : 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 $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2) * \arctan(D / B^*)$			
$d_q =$	1,25		
$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\varphi)$	$d_c =$		
$d_c =$	1,26		
$d_\gamma = 1$	$d_\gamma =$		
$d_\gamma =$	1,00		
b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione			
$b_q = (1 - \beta_r \tan\varphi)^2$	$\beta_r + \beta_p =$	0,00	$\beta_r + \beta_p < 45^\circ$
$b_q =$	1,00		
$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi)$	$b_c =$		
$b_c =$	1,00		
$b_\gamma = b_q$	$b_\gamma =$		
$b_\gamma =$	1,00		
g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna			
$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2$	$\beta_r + \beta_p =$	0,00	$\beta_r + \beta_p < 45^\circ$
$g_q =$	1,00		
$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi)$	$g_c =$		
$g_c =$	1,00		
$g_\gamma = g_q$	$g_\gamma =$		
$g_\gamma =$	1,00		

Carico limite unitario			
$q_{lim} =$	1286,69 (kN/m ²)	R3	2,30
		qrd	559 (kN/m ²)
Pressione massima agente			
$q = N / B^* L^*$	$q =$		
$q =$	54,16 (kN/m ²)		
Coefficiente di sicurezza			
$F_s = q_{lim} / q =$	23,76	OK	

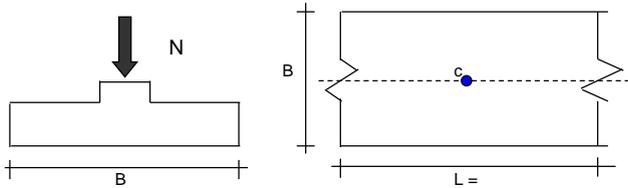
APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 93 di 124

Verifica dei cedimenti

Si riporta la verifica dei cedimenti svolta secondo la combinazione SLE rara.

CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE NASTRIFORME

LAVORO:



Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis; 1974)

$$\Delta\sigma_i = (2q/\pi) \cdot (\alpha + \text{sen}\alpha\cos\alpha)$$

$$\Delta\sigma_x = (2q/\pi) \cdot (\alpha - \text{sen}\alpha\cos\alpha)$$

$$\Delta\sigma_y = (4q/\pi) \cdot (\nu\alpha)$$

$$\alpha = \tan^{-1}((B/2)/z)$$

$$\delta_{tot} = \sum \delta_i = \sum (((\Delta\sigma_i - \nu_i(\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)) \Delta z_i / E_i)$$

DATI DI INPUT:

B = 10,50 (m) (Larghezza della Fondazione)

N = 385,00 (kN) (Carico Verticale Agente)

q = 36,67 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/B))

ns = 3 (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato	Litologia	Spessore	da	z _i	a	z _{i+1}	Δz _i	E	ν	δ _{ci}
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m ²)	(-)	(cm)
1	Rilevato	5,00	0,0	5,0	0,5	30000	0,30	0,40		
2	terreno di copertura	8,70	5,0	13,7	0,5	50000	0,30	0,33		
3	argilla e argilla limosa	5,00	13,7	18,7	0,5	113000	0,30	0,06		
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-		
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-		
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-		

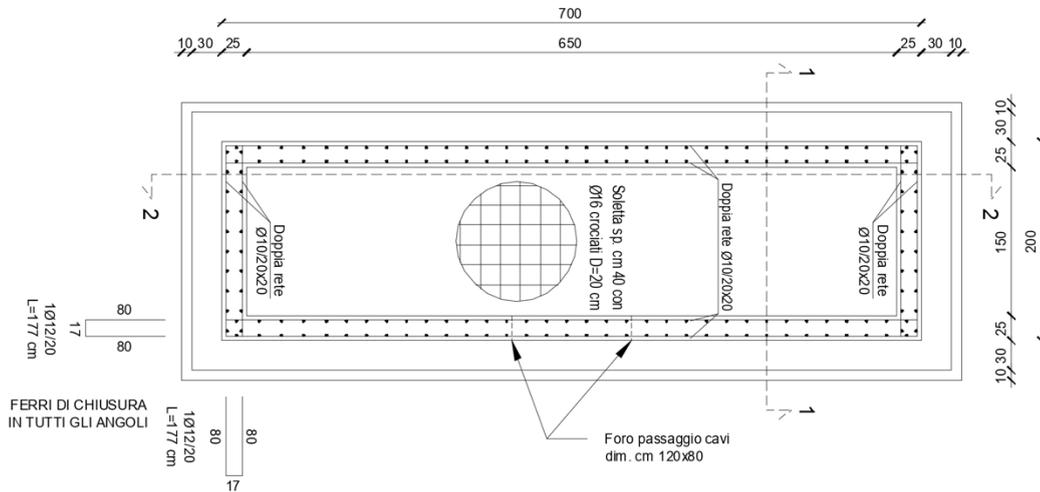
$$\delta_{tot} = 0,79 \text{ (cm)}$$

Il cedimento vale $\bar{\delta} = 1.00 \text{ cm}$

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 94 di 124

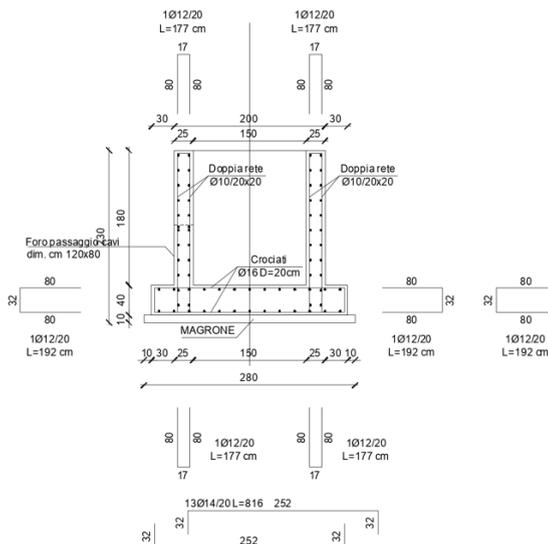
12. TERMINALE CAVI AT

LATO PIAZZALE

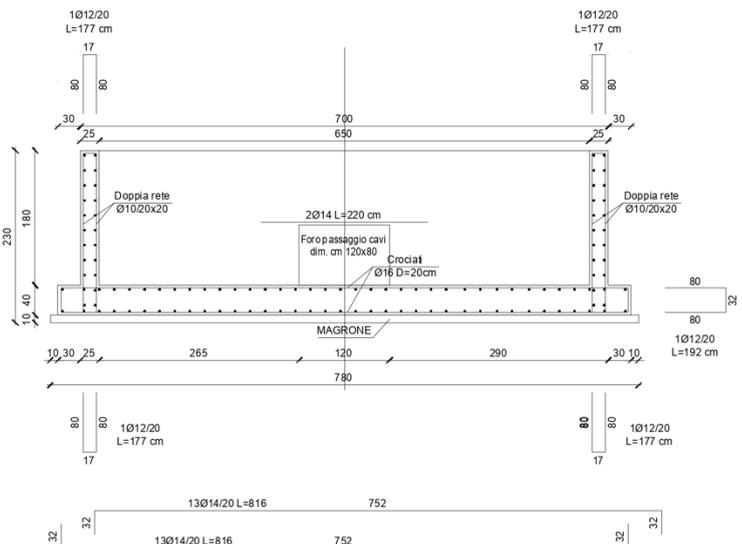


LATO ARRIVO CAVI AT

Sezione 1-1



Sezione 2-2



MODELLAZIONE

La struttura è stata analizzata mediante un modello di calcolo piano 2D.

Il software di calcolo utilizzato è sofistik e mediante il post-processore sono state calcolate le armature necessarie al soddisfacimento delle verifiche agli Stati limite.

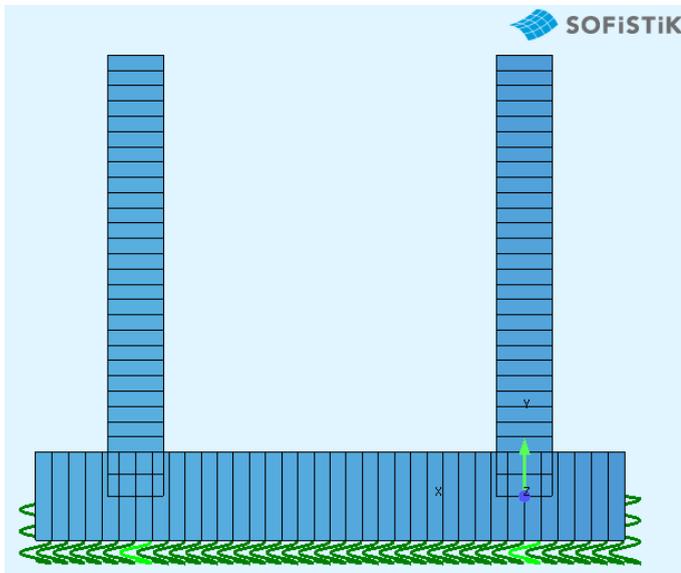
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">SE0100 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">95 di 124</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	95 di 124
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	95 di 124								

Per semplicità di lettura dei risultati il modello è stato suddiviso in gruppi come di seguito riportati in tabella.

gruppo	
1	Platea
2	spessore
3	40cm
10	Parete
20	spessore
30	25cm

Si riportano una serie di immagini del modello strutturale.

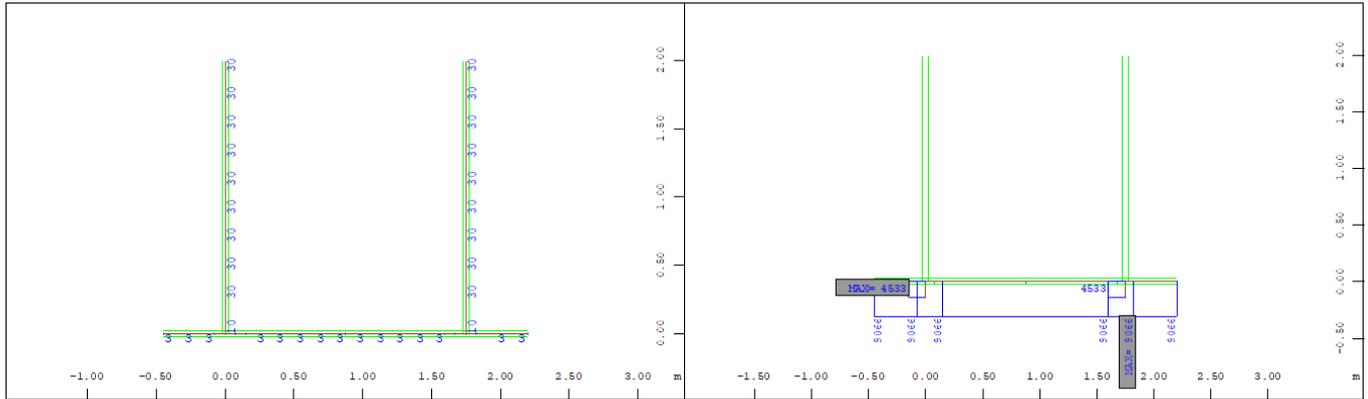
Vista estrusa del modello



Il modello è stato vincolato alla base mediante costanti di sottofondo alla winkler

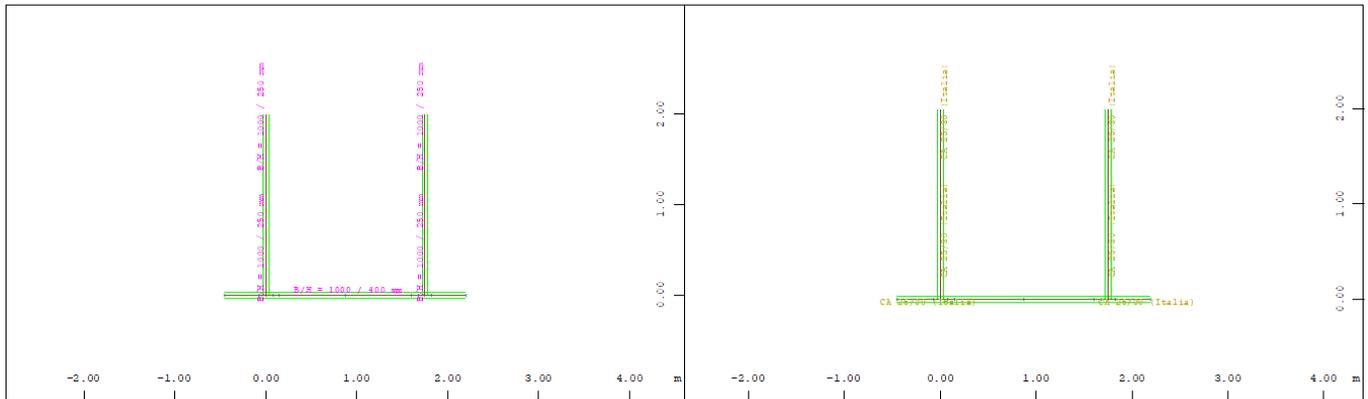
Assegnazione gruppi e sezioni

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 96 di 124



Y
X
Number of group, Beam Elements(Max=30), Spring Elements(Max=0), Boundary Elements(Max=1) M 1 : 39

Y
X
Boundary bedding support, (1 cm 3D = unit) in direction of the edge (Unit=13750. kN/m2) (Max=9066.) Spring constant, 1 cm 3D = 13750. kN/m (Max=4533.) M 1 : 47



Y
X
Sectional Designations, Beam Elements M 1 : 59

Y
X
Material designations, Beam Elements M 1 : 56

ANALISI DEI CARICHI

- Peso proprio c.a.
- peso apparecchiatura = 94 daN
- peso tubi alluminio ϕ 40/30 = $5,94 \cdot 10/2 =$ 30 daN
- forza di corto circuito 150 daN a quota 6,30 m
- Peso terreno: 1900 daN/m³
- Carico accidentale di manutenzione 100 daN
- quota max apparecchiatura = 6,30 m
-

Calcolo costrnate di sottofondo

Il terreno è simulato con il coefficiente di winkler, calcolato secondo la formulazione di Vesic.

Di seguito si riporta la stratigrafia considerata per il dimensionamento delle fondazioni del piazzale di SSE.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">SE0100 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">97 di 124</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	97 di 124
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	97 di 124								

	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	Cu (kPa)	ϕ°	c' (kPa)
Rilevato +scotoco e bonifica	(vedasi sezione)	19	-	35	0

Fig. 3: Sintesi delle stratigrafie e dei parametri del terreno in corrispondenza del piazzale di SSE.

Con riferimento al D.M18, i terreni presenti nell'area sono ascrivibili alla categoria C, che in generale comprende:

C – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati, o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS 30 compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $15 < NSPT < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu < 250$ KPa nei terreni a grana fina). (Nella definizione VS 30 è la velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio).

L'assetto topografico del terreno in studio rientra nella categoria:

T1: superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

Costante di sottofondo di Vesic.

Vesic

PARAMETRI TERRENO			
E=	30	MPa	modulo operativo
E=	30000	kN/mq	modulo operativo
v=	0,30		coeff. di Poisson

PARAMETRI FONDAZIONE			
B=	2,60	m	dimensione trasversale trave
H=	0,40	m	altezza soletta
J=	0,01	m ⁴	inerzia soletta
Rck=	30	Mpa	
Ec=	31500000	kN/mq	modulo di elasticità cls
K=	23572	kN/mq	
K=	9066	kN/m3	modulo di reazione verticale

Sotto i setti è stata posta una costante di sottofondo più rigida

$$K_v (25) = 2 \times k \times s_p = 2 \times 9066 \times 0.25 = 4533 \text{ kN/m}^2$$

Spinta del terreno

La vasca risulta essere interrata di una profondità di 1.00m misurata dall'estradosso della fondazione che presenta uno spessore di 30cm.

Il terreno che spinge sul paramento è da rilevato.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 98 di 124

Coefficiente di spinta a riposo $k_0 = 1 - \text{sen}(\varphi) = 1 - \text{sen}35 = 0.43$

$\sigma = h \times \gamma \times k_0 = 2.00 \times 19 \times 0.43 = 16.50 \text{ kN/m}$ (riferita all'asse baricentrico della fondazione)

A tergo del piedritto si suppone che possa essere presente un carico di 20 kN/m²

$\sigma = Q_v \times k_0 = 20 \times 0.43 = 8.6 \text{ kN/m}$

azione del vento

IPOTESI 1

spinta vento 130 km/h (120 kg/m²) T = -5 °C

CALCOLO DELLA SPINTA DEL VENTO SU SCARICATORE							
<i>velocità vento 130 Km/h - pressione del vento 120 daN/mq per sup piane-72 daN/mq per sup cilindriche</i>							
TRONCO	Tipo elemento		lunghezza (m)	superficie (mq)	spinta tot. (daN)	baricentro (m)	momento (daN*m)
1	piatti inf.		0,08	0,08	9,60	0,20	1,92
2	piatti sup.		0,017	0,017	2,04	4,85	9,89
3	tubo	40/30*5	5	0,20	14,40	6,02	86,69
				0,30	26,04		98,50

IPOTESI 2

spinta vento 65 km/h con formazione manicotto di ghiaccio → si trascura in quanto meno gravosa.

Momento al piede azione del vento

$M_p = 98.50 \text{ daNm}$

Taglio al piede azione del vento

$T_p = 26.04 \text{ daN}$

Azione orizzontale eccezionale (corto circuito)

Momento al piede caso eccezionale (corto circuito)

$M_p = 150 \times 6.30 = 945 \text{ daNm}$

Taglio al piede caso eccezionale (corto circuito)

$T_p = 150 \text{ daN}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 99 di 124

azione sismica

L'azione sismica a favore di sicurezza è stata valutata tra la peggiore di quella del piazzale RI 11 e RI14 della tratta Bovino-Orsara e il piazzale RI12 della tratta Hirpinia-Orsara.

In condizioni sismiche, il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

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

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

Per la definizione dell'azione sismica si assumono i seguenti parametri di base:

- Categoria di suolo: **C;**
- Categoria topografica: **T₁;**
- Vita nominale: **V_N = 75 anni;**
- Classe d'uso : **III;**
- Coeff. d'uso: **c_u = 1.5;**
- Periodo di riferimento per l'azione sismica: **V_R = V_N x c_u = 112.5 anni;**

I parametri che definiscono l'azione sismica, calcolati mediante il documento excel Spettri-NTC.ver.1.0.3.xls fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, vengono di seguito riportati:

Per la definizione dell'azione sismica sono necessarie delle valutazioni preliminari relative alle seguenti caratteristiche proprie della costruzione (2.4 – NTC2018):

- Vita Nominale (V_N);
- Classe d'uso (C_u);
- Periodo di Riferimento (V_R).

Si attribuisce una vita nominale V_N = 75 anni e la classe d'uso III con coefficiente d'uso C_u=1,5, in conformità ai seguenti riferimenti normativi:

- DM 17/01/2018 par. 2.4;
- Circ. 21/01/2019, par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi

$$V_R = C_u \times V_N = 112,5 \text{ anni.}$$

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;

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT									
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 100 di 124

- 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_2 (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 30^\circ$).

Gli spettri di progetto agli stati limite SLV sono stati determinati rispetto alle coordinate delle opere come esposto nelle seguenti tabelle:

SLV										
Tratta	Piazzale	lat.	long.	cat. Sottosuolo	Vita Nominale	Classe d'uso	ag/g	Ss	St	amax/g
BO	RI11 e RI14	41,2435	15,2839	C	75	III	0,271	1,304	1	0,353
HO	RI12	41,1606	15,1341	C	75	III	0,368	1,19	1,2	0,525

Per il calcolo cautelativamente si prende in considerazione l'azione sismica della tratta Hirpinia-Orsara

Il calcolo sismico viene eseguito mediante un calcolo di statica equivalente.

La sovraspinta delle terre viene applicata mediante la metodologia di Wood e la parte fuori terra viene applicata un'accelerazione al plateau.

Inerzia pareti

Parete tipo	spessore	amax	tipo	inerzia x	inerzia y
interrata	0,25	0,525	PGA	3,3	1,6

Sovraspinta di Wood

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica è calcolata con la teoria di Wood, risultando in un valore di spinta al metro, distribuito uniformemente sull'intera altezza del piedritto, da applicare ad una quota pari ad $H/2$.

APPALTATORE: <u>Consortio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 101 di 124

Essendo la struttura chiusa, il suo comportamento in relazione alle azioni sismiche può essere considerato di tipo rigido; pertanto le spinte delle terre, in accordo a NTC § 7.11.6.2.1 e EC8-5 § .7.3.2.1, sono calcolate in regime di spinta a riposo che comporta il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni.

L'analisi sismica è stata fatta considerando il valore di ancoraggio dello spettro.

Poichè questo tipo di struttura non ammette spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente r , assume il valore $r=1$ pertanto, i due coefficienti sismici valgono:

$$(SLV) \quad kh=0.525 \quad kv=\pm 0.5 \cdot kh=0.263$$

L'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato secondo la teoria di Wood come:

$$\Delta Pd = S \cdot ag / g \cdot \gamma \cdot htot^2$$

La sovraspinta sismica assume pertanto il seguente valore:

$$\Delta Pd = 0.525 \cdot 19 \cdot 2.00 \cdot 2.00 = 40.0 \text{ kN}$$

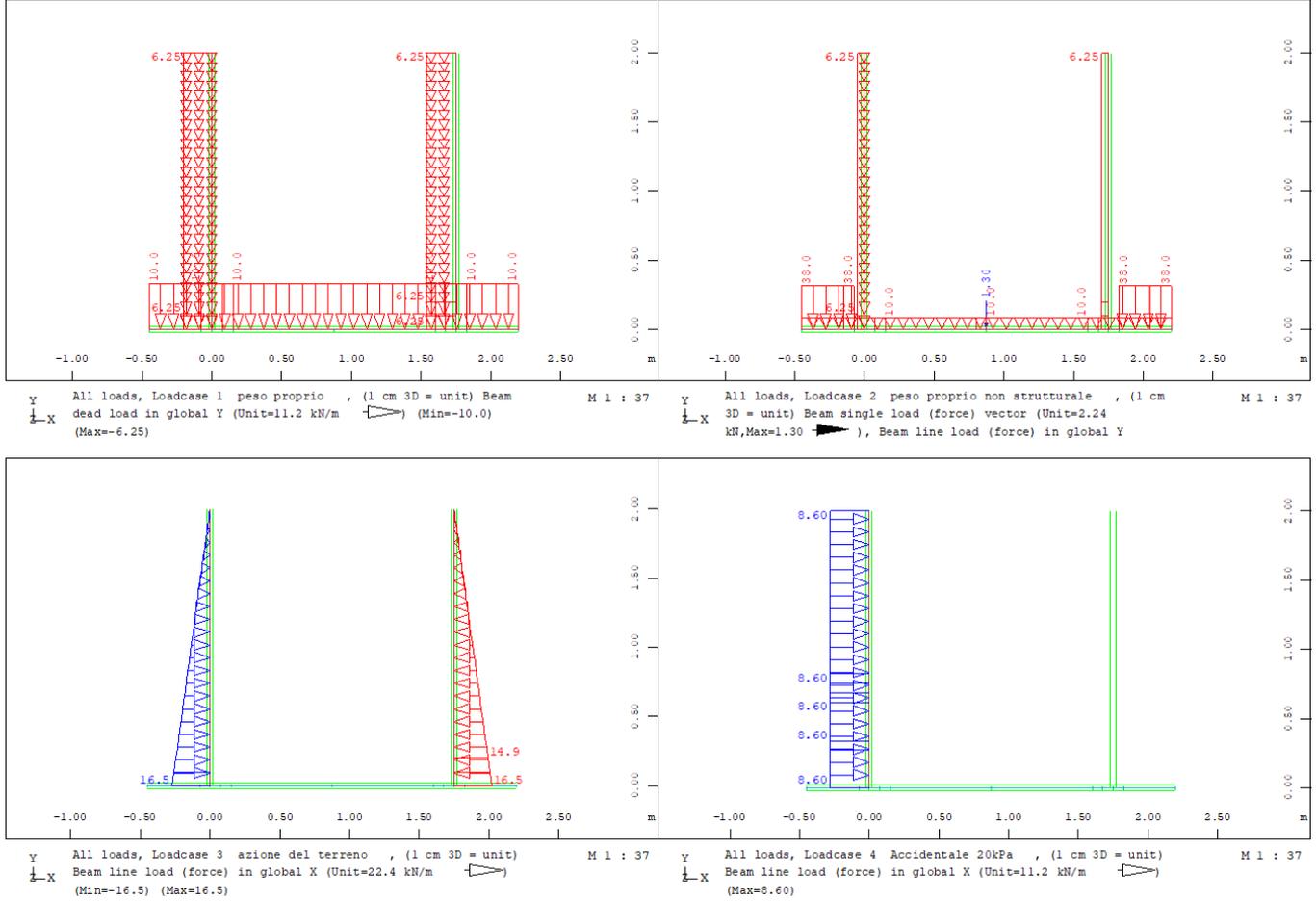
La pressione agente, per metro lineare sul piedritto del ponticello vale:

$$\Delta pd = 0.525 \cdot 19 \cdot 2.00 = 20.0 \text{ kN/m}$$

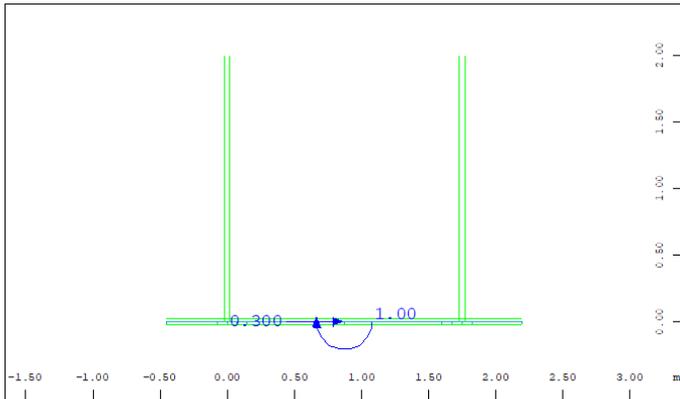
APPALTATORE: Consorzio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 102 di 124

carichi applicati

Si riportano le immagini con i carichi applicati al modello strutturale:

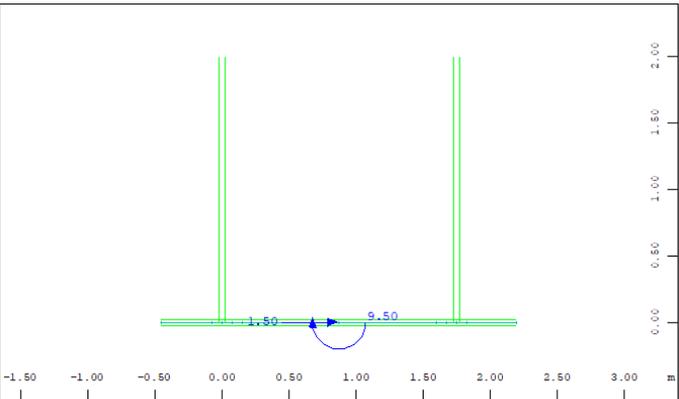


APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 103 di 124



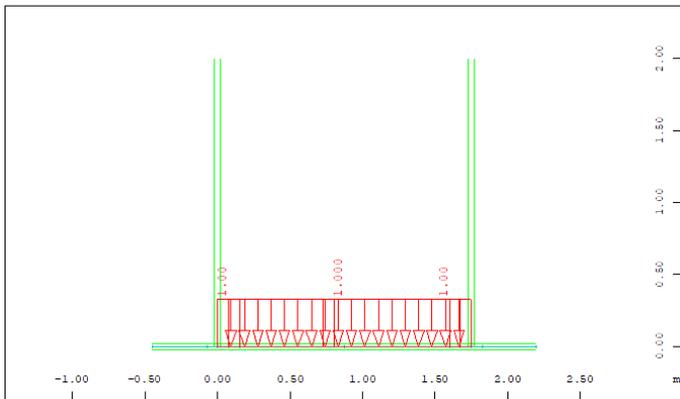
Y
 1-X All loads, Loadcase 8 vento , (1 cm 3D = unit) Beam single load (force) vector (Unit=0.275 kN,Max=0.300), Beam single load (moment) vector (Unit=0.688 kNm,Max=1.00)

M 1 : 40



Y
 1-X All loads, Loadcase 9 corto circuito , (1 cm 3D = unit) Beam single load (force) vector (Unit=1.38 kN,Max=1.50), Beam single load (moment) vector (Unit=6.88 kNm,Max=9.50)

M 1 : 40



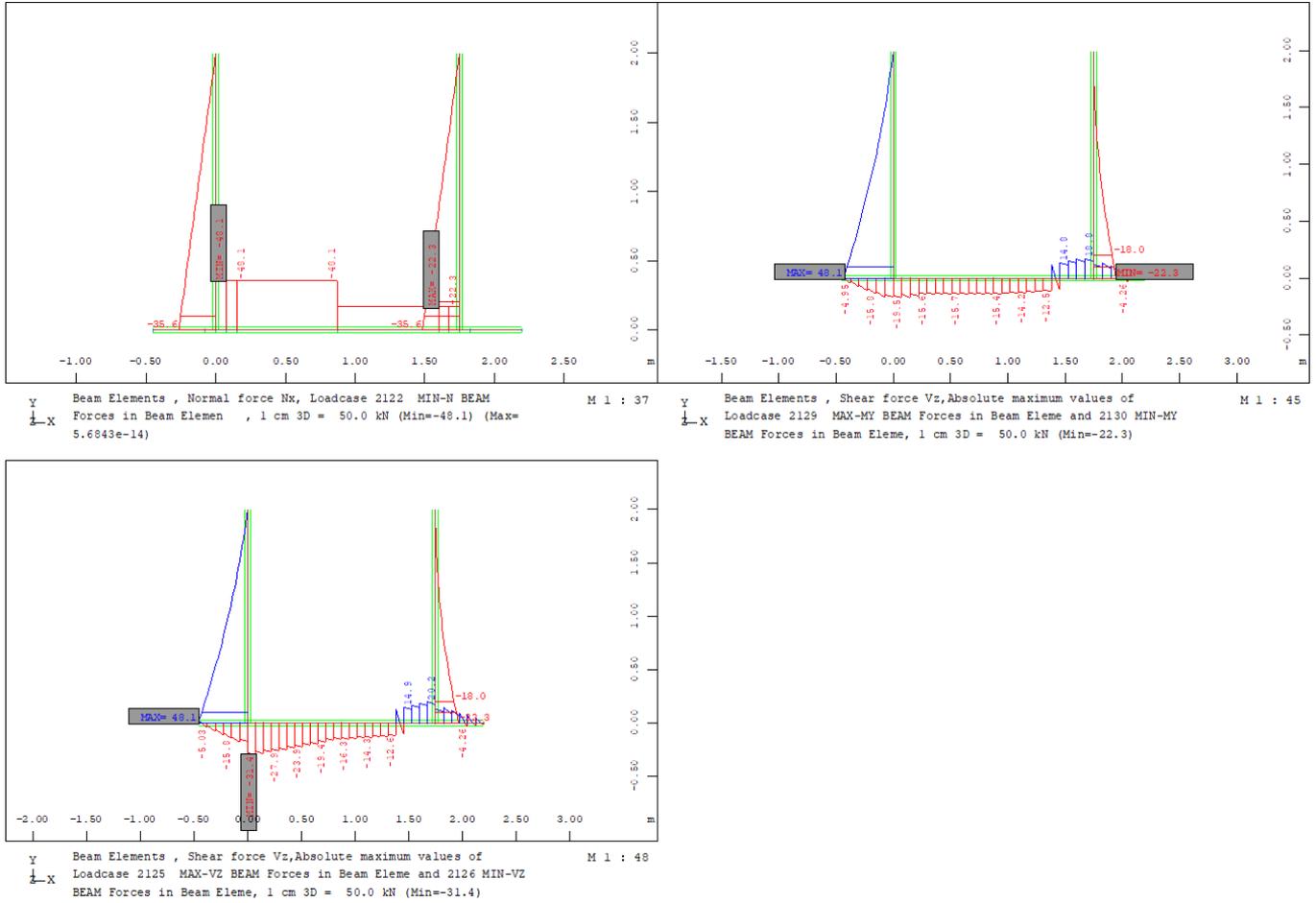
Y
 1-X All loads, Loadcase 10 Manutenzione , (1 cm 3D = unit) Beam line load (force) in global Y (Unit=1.12 kN/m) (Min=-1.00) (Max=-1.000)

M 1 : 37

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 106 di 124

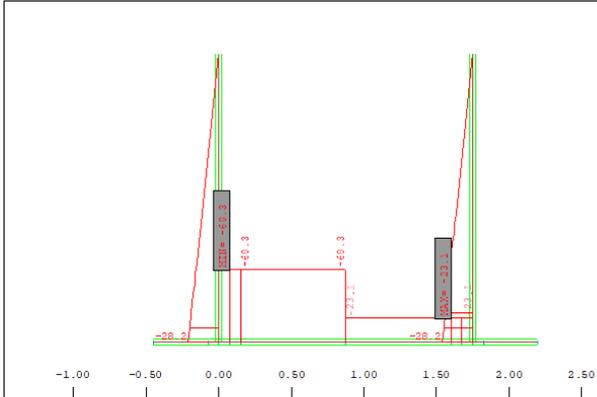
SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

Si riportano le sollecitazioni di calcolo ricavate dal modello

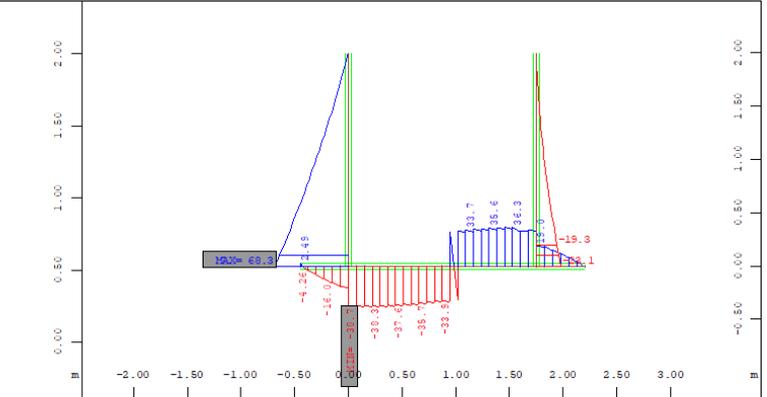


Sollecitazioni agli SLU

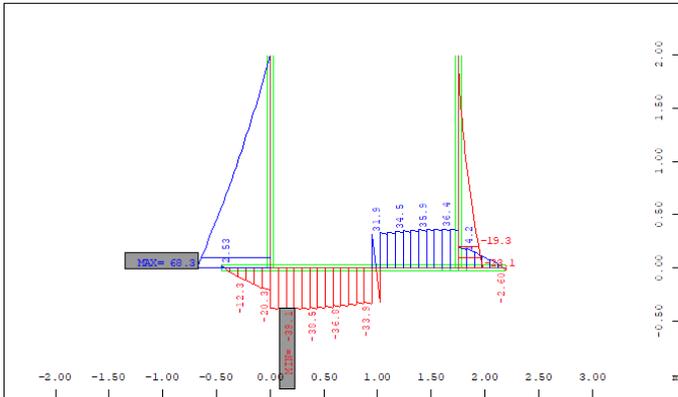
APPALTATORE: Consorzio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 107 di 124



Y
 1-X Beam Elements , Normal force Nx, Loadcase 3122 MINE-N BEAM Forces in Beam Eleme , 1 cm 3D = 50.0 kN (Min=-68.3) (Max=7.5048e-14)



Y
 1-X Beam Elements , Shear force Vz, Absolute maximum values of Loadcase 3129 MAXE-MY BEAM Forces in Beam Elem and 3130 MINE-MY BEAM Forces in Beam Elem, 1 cm 3D = 50.0 kN



Y
 1-X Beam Elements , Shear force Vz, Absolute maximum values of Loadcase 3125 MAXE-VZ BEAM Forces in Beam Elem and 3126 MINE-VZ BEAM Forces in Beam Elem, 1 cm 3D = 50.0 kN

Sollecitazioni agli SLV

APPALTATORE: Conorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 110 di 124

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[0.18 / \gamma_c \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\},$$

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;

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

$1 \leq \cot \vartheta \leq 2.5$ 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

Verifiche agli stati limite di esercizio

Si effettuano le seguenti verifiche agli stati limite di esercizio:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 111 di 124

- 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.

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.

VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali della struttura 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 proseguono con le verifiche agli SLE (fessurazioni e tensioni).

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 ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOLGIO 112 di 124

A titolo di esempio si riporta un estratto del quantitativo di armature calcolate dal software (gruppo 10) platea.
Longitudinal Reinforcements - Design case No. 3

Beam	x [m]	SNo	ρ [o/o]	As1 [cm ²]	vm [m]	As1-0 [cm ²]	As1-1 [cm ²]	As1-2 [cm ²]	As1-3 [cm ²]	As1-4 [cm ²]	As1-5 [cm ²]
30010	0.000	1	0.14	5.78			2.89	2.89			
30010	0.072	1	0.14	5.78			2.89	2.89			
30011	0.000	1	0.14	5.78			2.89	2.89			
30011	0.073	1	0.14	5.78			2.89	2.89			
30012	0.000	1	0.14	5.78			2.89	2.89			
30012	0.072	1	0.14	5.78			2.89	2.89			
30013	0.000	1	0.14	5.78			2.89	2.89			
30013	0.072	1	0.14	5.78			2.89	2.89			
30014	0.000	1	0.14	5.78			2.89	2.89			
30014	0.073	1	0.14	5.78			2.89	2.89			
30015	0.000	1	0.14	5.78			2.89	2.89			
30015	0.072	1	0.14	5.78			2.89	2.89			
30016	0.000	1	0.14	5.78			2.89	2.89			
30016	0.072	1	0.13	5.04			2.89	2.15			
30017	0.000	1	0.13	5.04			2.89	2.15			
30017	0.072	1	0.13	5.04			2.89	2.14			
30018	0.000	1	0.13	5.04			2.89	2.14			
30018	0.072	1	0.13	5.04			2.89	2.15			
30019	0.000	1	0.13	5.04			2.89	2.15			
30019	0.072	1	0.11	4.29			2.89	1.40			
30020	0.000	1	0.11	4.29			2.89	1.40			
30020	0.072	1	0.11	4.29			2.89	1.40			
30021	0.000	1	0.07	2.80			1.40	1.40			
30021	0.075	1	0.07	2.80			1.40	1.40			
30022	0.000	1	0.07	2.80			1.40	1.40			
30022	0.075	1	0.07	2.80			1.40	1.40			
30023	0.000	1	0.07	2.80			1.40	1.40			
30023	0.075	1	0.07	2.80			1.40	1.40			
30024	0.000	1	0.07	2.80			1.40	1.40			
30024	0.075	1	0.11	4.29			1.40	2.89			
30025	0.000	1	0.11	4.29			1.40	2.89			
30025	0.075	1	0.11	4.29			1.40	2.89			
30026	0.000	1	0.11	4.29			1.40	2.89			
30026	0.075	1	0.11	4.29			1.40	2.89			
30027	0.000	1	0.11	4.29			1.40	2.89			
30027	0.075	1	0.07	2.80			1.40	1.40			
30028	0.000	1	0.07	2.80			1.40	1.40			
30028	0.075	1	0.07	2.80			1.40	1.40			
30029	0.000	1	0.07	2.80			1.40	1.40			
30029	0.075	1	0.07	2.80			1.40	1.40			
30030	0.000	1	0.07	2.80			1.40	1.40			
30030	0.075	1	0.07	2.80			1.40	1.40			

Note: Layer includes reinforcements for torsion if followed by T

Note: Layer has only compression reinforcements if followed by a quote

n geometric part of reinforcements

As1 total longitudinal reinforcement

vm shift rule of longitudinal reinforcement (0.0 if already included by normal force)

As1-0,As1-1,As1-2,As1-3,As1-4,As1-5 longitudinal reinforcement per layer

Se fosse stata necessaria armatura

Si riporta l'armatura per le pareti.

APPALTATORE: Consorzio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 113 di 124

Longitudinal Reinforcements - Design case No. 13

Beam	x[m]	SNo	p [o/o]	Asl [cm ²]	vm [m]	Asl-0 [cm ²]	Asl-1 [cm ²]	Asl-2 [cm ²]	Asl-3 [cm ²]	Asl-4 [cm ²]	Asl-5 [cm ²]
300037	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300037	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300038	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300038	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300039	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300039	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300040	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300040	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300041	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300041	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300042	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300042	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300043	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300043	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300044	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300044	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300045	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300045	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300046	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300046	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300047	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300047	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300048	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300048	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300049	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300049	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300050	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300050	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300051	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300051	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300052	0.000	2	0.11	2.80			1.40	1.40			
300052	0.069	2	0.11	2.80			1.40	1.40			

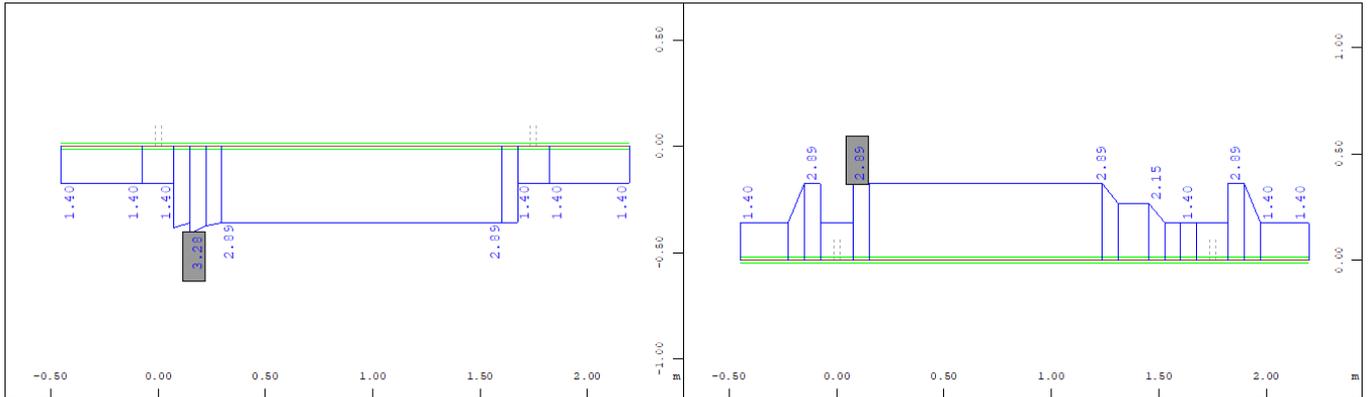
Note: Layer includes reinforcements for torsion if followed by T

Note: Layer has only compression reinforcements if followed by a quote

p	geometric part of reinforcements
Asl	total longitudinal reinforcement
vm	shift rule of longitudinal reinforcement (0.0 if already included by normal force)
Asl-0,Asl-1,Asl-2,Asl-3,Asl-4,Asl-5	longitudinal reinforcement per layer

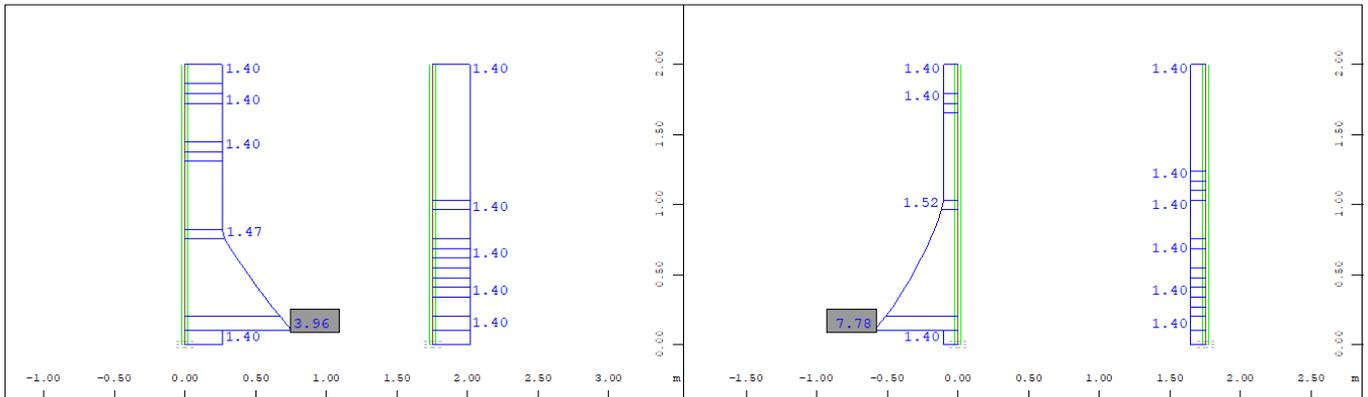
Nell'immagine seguente si riporta il minimo quantitativo di armatura richiesta:

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 114 di 124



Y Sector of system Beam Elements Group 1...3
 Beam Elements , Longitudinal Reinforcements Lay. M1, Design
 Case 6 , 1 cm 3D = 2.00 cm2 (Max=3.28) M 1 : 25

Y Sector of system Beam Elements Group 1...3
 Beam Elements , Longitudinal Reinforcements Lay. M2, Design
 Case 6 , 1 cm 3D = 2.00 cm2 (Max=2.89) M 1 : 25



Y Sector of system Beam Elements Group 10 20 30
 Beam Elements , Longitudinal Reinforcements Lay. M1, Design
 Case 16 , 1 cm 3D = 2.00 cm2 (Max=3.96) M 1 : 38

Y Sector of system Beam Elements Group 10 20 30
 Beam Elements , Longitudinal Reinforcements Lay. M2, Design
 Case 16 , 1 cm 3D = 5.00 cm2 (Max=7.78) M 1 : 38

Armatura longitudinale platea di fondazione e armatura verticale pareti

Verifiche allo SLE

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.

Maximum Stresses and Checked Limits

Mat	Check or Criterion	Value	Limit	Unit	Level	LC	Beam	x[m]
1	Longitud. compressive stress $\sigma-x$	-5.19	-11.64	MPa	0.446	1121	300001	0.000
2	Longitud. compressive stress $\sigma-x$	-1.24	-337.50	MPa	0.004	1122	300013	0.069
	Longitud. tensile stress $\sigma+x$	214.99	337.50	MPa	0.637	1121	300027	0.000
Check for crack width passed with given reinforcements✓								
Check for stress limits passed✓								

La tensione nell'acciaio e nel calcestruzzo considerando i minimi di armatura calcolati dal software valgono:

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 115 di 124

$$\sigma_s = 215 \text{ Mpa} < 0.75 \times 450 = 338 \text{ Mpa}$$

Verificato

$$\sigma_c = 5.19 \text{ Mpa} < 0.55 \times 21.15 = 11.64 \text{ Mpa}$$

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✓							

Maximum Stresses and Checked Limits

Mat	Check or Criterion		Value	Limit	Unit	Level	LC	Beam	x[m]
1	Longitud. compressive stress	$\sigma-x$	-3.35	-8.46	MPa	0.395	1321	300027	0.000
2	Longitud. compressive stress	$\sigma-x$	-1.24	-337.50	MPa	0.004	1322	300013	0.069
	Longitud. tensile stress	$\sigma+x$	214.99	337.50	MPa	0.637	1321	300027	0.000
Check for crack width passed with given reinforcements✓									
Check for stress limits passed✓									

La tensione nell'acciaio e nel calcestruzzo considerando i minimi di armatura calcolati dal software valgono:

$$\sigma_s = 215 \text{ Mpa} < 0.75 \times 450 = 338 \text{ Mpa}$$

Verificato

$$\sigma_c = 3.35 \text{ Mpa} < 0.40 \times 21.15 = 8.46 \text{ Mpa}$$

Verificato

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 116 di 124

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 ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOLGIO 117 di 124

Nonlinear Stresses

Beam	x[m]	SNo	LC	Ni [kN] ε-θ [o/oo]	Myi [kNm] ky [1/km]	Mzi [kNm] kz [1/km]	xc [mm] xc/d [-]	ε-min [o/oo]	σ-min [MPa]	σ-s [MPa]	σ-t [MPa]	Ey-eff [N/mm2]
				ε-max [o/oo]	σ-max [MPa]	σ-s [MPa]	σ-t [MPa]					
				Designation	h[mm]	D[mm]	w[mm]	σ	σ-sr	a[mm]	As-eff[cm2]	
						125.0	6.0	0.03	39.82	527.85		1.40
			1126	-15.6	2.66	0.00	48.2	-0.069	-0.92	6.59		1420
				0.110	1.439	0.000	0.268	0.290	0.00	39.82		31447
						125.0	6.0	0.03	39.82	527.85		1.40
			1129	-15.6	2.66	0.00	48.2	-0.069	-0.92	6.59		1420
				0.110	1.439	0.000	0.268	0.290	0.00	39.82		31447
						125.0	6.0	0.03	39.82	527.85		1.40
			1130	-15.6	2.66	0.00	48.2	-0.069	-0.92	6.59		1420
				0.110	1.439	0.000	0.268	0.290	0.00	39.82		31447
						125.0	6.0	0.03	39.82	527.85		1.40
300035	0.000	2	1121	-15.6	2.66	0.00	48.2	-0.069	-0.92	6.59		1420
				0.110	1.439	0.000	0.268	0.290	0.00	39.82		31447
						125.0	6.0	0.03	39.82	527.85		1.40
			1122	-15.6	2.66	0.00	48.2	-0.069	-0.92	6.59		1420
				0.110	1.439	0.000	0.268	0.290	0.00	39.82		31447
						125.0	6.0	0.03	39.82	527.85		1.40
			1125	-15.6	2.66	0.00	48.2	-0.069	-0.92	6.59		1420
				0.110	1.439	0.000	0.268	0.290	0.00	39.82		31447
						125.0	6.0	0.03	39.82	527.85		1.40
			1126	-15.6	2.66	0.00	48.2	-0.069	-0.92	6.59		1420
				0.110	1.439	0.000	0.268	0.290	0.00	39.82		31447
						125.0	6.0	0.03	39.82	527.85		1.40
			1129	-15.6	2.66	0.00	48.2	-0.069	-0.92	6.59		1420
				0.110	1.439	0.000	0.268	0.290	0.00	39.82		31447
						125.0	6.0	0.03	39.82	527.85		1.40
			1130	-15.6	2.66	0.00	48.2	-0.069	-0.92	6.59		1420
				0.110	1.439	0.000	0.268	0.290	0.00	39.82		31447
						125.0	6.0	0.03	39.82	527.85		1.40
	0.069	2	1121	-14.7	2.24	0.00	52.7	-0.055	-0.73	3.78		1652
				0.075	1.042	0.000	0.293	0.206	0.00	27.84		31447
						125.0	6.0	0.02	27.84	455.94		1.40
			1122	-14.7	2.24	0.00	52.7	-0.055	-0.73	3.78		1652
				0.075	1.042	0.000	0.293	0.206	0.00	27.84		31447
						125.0	6.0	0.02	27.84	455.94		1.40
			1125	-14.7	2.24	0.00	52.7	-0.055	-0.73	3.78		1652
				0.075	1.042	0.000	0.293	0.206	0.00	27.84		31447
						125.0	6.0	0.02	27.84	455.94		1.40
			1126	-14.7	2.24	0.00	52.7	-0.055	-0.73	3.78		1652
				0.075	1.042	0.000	0.293	0.206	0.00	27.84		31447
						125.0	6.0	0.02	27.84	455.94		1.40
			1129	-14.7	2.24	0.00	52.7	-0.055	-0.73	3.78		1652
				0.075	1.042	0.000	0.293	0.206	0.00	27.84		31447
						125.0	6.0	0.02	27.84	455.94		1.40
			1130	-14.7	2.24	0.00	52.7	-0.055	-0.73	3.78		1652
				0.075	1.042	0.000	0.293	0.206	0.00	27.84		31447
						125.0	6.0	0.02	27.84	455.94		1.40

Si rendo noto che le fessure sempre inferiore al limite imposto $w_k < 0.20 \text{ mm}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 118 di 124

Riepilogo armature

La verifica risulta soddisfatta. $W_k = 0.20$ considerando un minimo di armatura teorico di 6.77 cm^2 , armatura commerciale scelta è la seguente:

ARMATURA PLATEA $sp.=40\text{cm}$

Armatura superiore direzione longitudinale: $\varnothing 14/200$ che corrisponde a $7.70 \text{ cm}^2 > 3.28 \text{ cm}^2$

Armatura superiore direzione trasversale: $\varnothing 14/200$ che corrisponde a $7.70 \text{ cm}^2 > 3.28 \text{ cm}^2$

Armatura inferiore direzione longitudinale: $\varnothing 14/200$ che corrisponde a $7.70 \text{ cm}^2 > 3.28 \text{ cm}^2$

Armatura inferiore direzione trasversale: $\varnothing 14/200$ che corrisponde a $7.70 \text{ cm}^2 > 3.28 \text{ cm}^2$

Armatura a taglio spilli: $\varnothing 10/600 \times 600$

ARMATURA PARETE $sp.=25\text{cm}$

Armatura interna ed esterna zona incastro: $\varnothing 12/200 + \varnothing 12/400$ che corrisponde a $8.48 \text{ cm}^2 > 7.78 \text{ cm}^2$

Armatura interna ed esterna: $\varnothing 12/200$ che corrisponde a $5.65 \text{ cm}^2 > 1.52 \text{ cm}^2$

Armatura a taglio spilli: $\varnothing 10/600 \times 600$

Incidenza

Incidenza fondazione: 80 kg/m^3

Incidenza parete $sp.25$: 90 kg/m^3

APPALTATORE: Consortio Soci ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 119 di 124

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 di seguito.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(d)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_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 γ_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}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche

Verifica	Coefficiente parziale
	(R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Si è sviluppato un modello con in castro al baricentro della fondazione dove sono state lette le sollecitazioni agli stati limite.

LC: 1153, 2153, 3153, Nodes Support force; Nodes Support moment

LC	LC-title	Number	P-X [kN]	P-Y [kN]	M-Z [kNm]
1	1153 MAXR-PY NODE Supporting Forces i	4	0.0	134.5	0.00
2	2153 MAX-PY NODE Supporting Forces in	4	0.0	194.1	0.00
3	3153 MAXE-PY NODE Supporting Forces i	4	16.0	139.7	-15.96

Verifica condizioni drenate

L'opera si trova su rilevato, per cui per la verifica sono stati considerati i valori presi dal Manuale di Progettazione RFI parte II sezione 3 corpo stradale.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO											
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td data-bbox="746 309 874 365"> COMMESSA IF3A </td> <td data-bbox="874 309 986 365"> LOTTO 02 </td> <td data-bbox="986 309 1129 365"> CODIFICA E ZZ CL </td> <td data-bbox="1129 309 1305 365"> DOCUMENTO SE0100 002 </td> <td data-bbox="1305 309 1401 365"> REV. B </td> <td data-bbox="1401 309 1481 365"> FOGLIO 120 di 124 </td> </tr> </table>					
COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 120 di 124							

Si usano i seguenti valori per il rilevato:

$\gamma_t = 19 \text{ kN/m}^3$;

$\Phi = 35^\circ$

$c' = 0.00$

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 121 di 124

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 ($e_L = MI/N$) (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	$\tan \varphi'$	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)

$B = 2,60$ (m)
 $L = 7,60$ (m)
 $D = 2,00$ (m)

$\beta_f = 0,00$ (°)

$\beta_p = 0,00$ (°)

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0100 002	REV. B	FOGLIO 122 di 124

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,75 \quad \theta = \arctg(Tb/Tl) = 90,00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,25 \quad m = 1,75 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

$$i_c = 1,00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$$

$$i_c = 1,00$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1,00$$

d_c, d_q, d_γ : 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 $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi)^2) * \arctan (D / B^*)$

$$d_q = 1,20$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1,20$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1,00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_r \tan \varphi')^2 \quad \beta_r + \beta_p = 0,00 \quad \beta_r + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1,00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_r + \beta_p = 0,00 \quad \beta_r + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1,00$$

AZIONI			
	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	195,00	0,00	195,00
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
 $\gamma_1 = 19,00$ (kN/mc)
 $\gamma = 19,00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno
 $c' = 0,00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 35,00$ (°)

Valori di progetto
 $c' = 0,00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 35,00$ (°)

Profondità della falda
 $Z_w = 5,00$ (m)

$e_B = 0,00$ (m) $B^* = 2,60$ (m)
 $e_L = 0,00$ (m) $L^* = 7,60$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 38,00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 19,00 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi/2) * e^{(\pi * \gamma * D)}$$

$$N_q = 33,30$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 46,12$$

$$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 48,03$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B^* N_q / (L^* N_c)$$

$$s_c = 1,25$$

$$s_q = 1 + B^* \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1,24$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0,86$$

Carico limite unitario

$q_{lim} = 2899,52$ (kN/m ²)	R3	2,30
$q_{rd} = 1261$ (kN/m ²)	grd	

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 9,87 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Coefficiente di sicurezza

$$FS = q_{lim} / q = 293,82 \quad \text{OK}$$

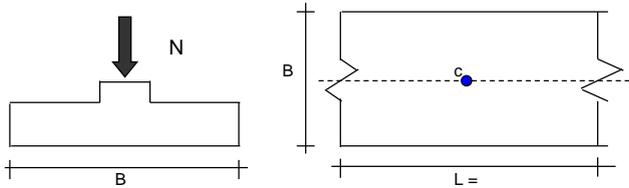
APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL SE0100 002 B 123 di 124

Verifica dei cedimenti

Si riporta la verifica dei cedimenti svolta secondo la combinazione SLE rara.

CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE NASTRIFORME

LAVORO:



Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis; 1974)

$$\Delta\sigma_{zi} = (2q/\pi) \cdot (\alpha + \text{sen}\alpha\text{cos}\alpha)$$

$$\Delta\sigma_{xi} = (2q/\pi) \cdot (\alpha - \text{sen}\alpha\text{cos}\alpha)$$

$$\Delta\sigma_{yi} = (4q/\pi) \cdot (\nu\alpha)$$

$$\alpha = \tan^{-1}((B/2)/z)$$

$$\delta_{tot} = \sum \delta_i = \sum (((\Delta\sigma_{zi} - \nu_i(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi})) \Delta z_i / E_i)$$

DATI DI INPUT:

B = 2,60 (m) (Larghezza della Fondazione)

N = 135,00 (kN) (Carico Verticale Agente)

q = 51,92 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/B))

ns = 3 (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato	Litologia	Spessore	da	z _i	a	z _{i+1}	Δz _i	E	ν	δ _{ci}
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m ²)	(-)	(cm)
1	Rilevato	5,00	0,0	5,0	0,5	30000	0,30	0,43		
2	terreno di copertura	8,70	5,0	13,7	0,5	50000	0,30	0,15		
3	argilla e argilla limosa	5,00	13,7	18,7	0,5	113000	0,30	0,02		
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-		
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-		
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-		

$$\delta_{tot} = 0,61 \text{ (cm)}$$

Il cedimento vale $\bar{\delta} = 1,00 \text{ cm}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> ORSARA - BOVINO AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA ORSARA – BOVINO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER TUNNELCONSULT	<table border="0" 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;">SE0100 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">124 di 124</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	124 di 124
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	SE0100 002	B	124 di 124													
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche																		

13. BLOCCHI DI FONDAZIONE SEZIONATORI DI 1 (P3) E 2 (P2) FILA 3 KV

I blocchi di fondazione sono stati scelti in applicazione del CAPITOLATO TECNICO T.E. EDIZIONE 2014 - RFI DTC STS ENE SP IFS TE 210 A ed in particolare dall'elaborato E64864f_TABELLA IMPIEGO PALI LSU E BLOCCHI DI FONDAZIONE DI PIENA LINEA in cui i dati di base del terreno di fondazione risultano migliori dei dati rilevati dalla Relazione Geotecnica fornita.