

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

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

SE00 - SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE

SE02 - SSE HIRPINIA

ELABORATI A CARATTERE GENERALE SSE HIRPINIA

Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA

| | | |
|--|---|-------------------|
| APPALTATORE Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 21/02/2020 | DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani | Ing. R. Zanon |
|--|---|-------------------|

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

IF28 01 E ZZ CL SE0200 008 A -

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autorizzato Data |
|------|------------------------|-----------|------------|------------|------------|-----------------|------------|------------------|
| A | Emissione per consegna | B. Borghi | 21/02/2020 | L. Ongaro | 21/02/2020 | T. Finocchietti | 21/02/2020 | Ing. R. Zanon |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

21/02/2020

| | | | | | | |
|--|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 2 di 32 |

Indice

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | GENERALITÀ | 3 |
| 2 | NORMATIVA..... | 4 |
| 3 | MATERIALI..... | 5 |
| 4 | NATURA DEL TERRENO..... | 6 |
| 5 | METODOLOGIA DI CALCOLO | 7 |
| 6 | DEFINIZIONE DEI CARICHI..... | 10 |
| 6.1 | PESI PROPRI..... | 10 |
| 6.2 | NEVE | 10 |
| 6.3 | PESO DEL GHIACCIO..... | 10 |
| 6.4 | AZIONE DEL VENTO..... | 10 |
| 6.5 | CARICO DURANTE IL MONTAGGIO | 11 |
| 6.6 | AZIONE SISMICA | 11 |
| 6.7 | CONDIZIONE DI CARICO DA CORTO CIRCUITO..... | 16 |
| 7 | FONDAZIONE PER INTERRUTTORE CON TA..... | 17 |
| 7.1 | CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA..... | 17 |
| 7.2 | CARICHI AGENTI E DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DELLA SOLLECITAZIONE | 18 |
| 7.2.1 | AZIONE DEL VENTO | 18 |
| 7.2.2 | CORTO CIRCUITO | 20 |
| 7.2.3 | AZIONE SISMICA..... | 21 |
| 7.3 | COMBINAZIONE DI CARICO AGLI STATI LIMITE ULTIMI SLU | 22 |
| 7.4 | COMBINAZIONE DI CARICO SISMICA..... | 22 |
| 7.5 | COMBINAZIONE DI CARICO DA CORTO CIRCUITO | 23 |
| 7.6 | VERIFICA DELLA FONDAZIONE | 23 |
| 7.6.1 | VERIFICHE SLU DI TIPO GEOTECNICO..... | 23 |
| 7.6.2 | VERIFICHE SLU DI TIPO STRUTTURALE..... | 29 |
| 7.7 | CONCLUSIONI..... | 32 |

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 3 di 32 |

1 GENERALITÀ

Lo scopo del presente documento è la verifica della seguente opera:

- fondazione per interruttore + TA

che sarà realizzata nella Sottostazione Elettrica RFI sita nel comune di Grottaminarda (AV), alimentata in Alta Tensione a 150kV, nell'ambito degli interventi per la realizzazione della nuova linea ferroviari Apice-Hirpinia.

La fondazione è dimensionata considerando i massimi valori dei parametri della sollecitazione alla base della carpenteria di sostegno dell'apparecchiatura, che sono impiegati come massime azioni esterne sulla struttura di fondazione oggetto di esame.

La verifica della struttura è condotta con il metodo semiprobabilistico agli stati limite, in ottemperanza alle norme vigenti, in due ipotesi di carico, normale ed eccezionale.

Le unità di misura impiegate nella presente relazione sono:

- forza daN
- massa kg
- lunghezza m (per alcune lunghezze cm, mm)

Il sistema di riferimento cartesiano 0xy considerato è tale che la direzione delle ascisse xx è parallela all'asse della sbarra.

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> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 4 di 32 |

2 NORMATIVA

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 2 febbraio 2009, n.617
"Applicazione Norme Tecniche per le Costruzioni".
- [2] D. M. 14/01/2008
"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> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 5 di 32 |

3 MATERIALI

Caratteristiche dei materiali utilizzati nella costruzione.

Calcestruzzo per fondazioni e struttura

Rck 30: $f_{ck} = 24,9$ MPa Resistenza cilindrica caratteristica del cls a 28 giorni
 $\alpha_{cc} = 0,85$ Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata
 $\gamma_c = 1,5$ Coeff. parziale di sicurezza relativo al cls
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14,11$ MPa Resistenza cilindrica di calcolo
 $E_c = 31447$ MPa Modulo elastico
 $\gamma_{cls} = 2400$ daN/m³ Peso specifico

Acciaio per armature e tirafondi

B 450 C $f_{yk} = 450$ N/ mm² Resistenza caratteristica a snervamento
 $\gamma_s = 1,15$ Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio
 $f_{yd} = 11,8$ MPa Resistenza di calcolo
 $E_s = 206000$ N/mm² Modulo elastico

Acciaio per carpenteria metallica tipo S 355 JR

S 355 JR: $f_{yk} = 355$ N/ mm² Resistenza caratteristica a snervamento
 $f_{tk} = 510$ N/ mm² Resistenza caratteristica di rottura
 $\gamma_s = 1,05$ Coeff. Parziale resist.
 $E_s = 206000$ N/mm² Modulo elastico
 $\rho = 7850$ daN/m³ Densità

Bulloneria classe 6.8

Classe 6.8 $f_t = 600$ N/ mm² Resistenza caratteristica a rottura
 $f_y = 510$ N/ mm² Resistenza caratteristica di snervamento

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 6 di 32 |

4 NATURA DEL TERRENO

La caratterizzazione geotecnica del terreno di fondazione si deduce dallo studio geologico elaborato...

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 |
| Strato 1 | 4m - 1m di scotico= 3 | 18 | 100 | 22 | 20 |
| Strato 2 | 2 | 18 | - | 32 | 0 |
| Strato 3 | 1 | 18 | - | 35 | 0 |
| Strato 4a | 12 | 19 | 200 | 20 | 20 |
| Strato 4b | - | 19 | 350 | 20 | 20 |

Falda a 4 m dal p.c. (a partire da sopra lo scotico)

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

Con riferimento al D.M. 14 gennaio 2008, 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 V_s 30 compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $15 < N_{SPT} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_u < 250$ KPa nei terreni a grana fina). (Nella definizione V_s 30 è la velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio).

Con riferimento alla Tabella 3.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008, l'assetto topografico del terreno in studio rientra nella categoria:

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

Per una più precisa analisi del terreno si rimanda alla relazione geotecnica sopracitata.

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 7 di 32 |

5 METODOLOGIA DI CALCOLO

Le attività di verifica strutturale della carpenteria e della fondazione vengono condotte seguendo le indicazioni del D.M. 14 gennaio 2008, in particolare per quanto concerne:

- il criterio dello stato limite ultimo;
- le azioni sismiche;
- la metodologia dell'analisi statica equivalente;
- i criteri di combinazione con le concomitanti azioni non sismiche.

In ottemperanza alle norme vigenti, si devono considerare due ipotesi di carico, normale ed eccezionale. In ciascuno di questi casi devono essere analizzate diverse combinazioni, la più sfavorevole delle quali fornisce i parametri della sollecitazione sulla struttura di sostegno e sulla fondazione per determinare la resistenza meccanica delle strutture.

Data la variabilità delle caratteristiche dinamiche delle apparecchiature, per ogni coppia "apparecchiatura/carpenteria" vengono normalmente considerati casi differenti, ai quali corrispondono sets di caratteristiche ponderali e geometriche dell'apparecchiatura, a parità di carpenteria.

1. Determinazione delle combinazioni di carico e dei parametri della sollecitazione agenti alla base del sostegno

Nell'ipotesi di carico normale, le azioni di carico agenti sono le seguenti:

- Peso proprio;
- Tiro;
- Carichi durante il montaggio (secondo CEI, si deve tener conto di un carico durante il montaggio almeno pari a 1,0kN nel punto più critico della struttura di supporto)
- Spinta del vento;
- Peso del ghiaccio;

Nell'ipotesi di carico eccezionale, il peso proprio e il tiro agiscono simultaneamente e si devono considerare insieme al maggiore dei seguenti carichi occasionali:

- Carichi derivanti dalle manovre;
- Condizione di carico da corto circuito (secondo CEI 11-26, si considera una corrente di corto circuito trifase pari a 31,5 kA).
- Perdita del tiro esercitato dal conduttore.
- Azione sismica.

Tali azioni, in accordo a quanto previsto dal paragrafo 2.5.3 del D.M. 14 gennaio 2008, sono state combinate tra loro come riportato nella Tabella 6.1, in cui i coefficienti di combinazione sono stati ottenuti definendo le azioni permanenti, eccezionali e quelle variabili e, tra queste ultime, distinguendo le dominanti dalle secondarie.

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 8 di 32 |

L'azione sismica e i carichi da corto circuito sono azioni eccezionali e per tale motivo non si considerano agenti simultaneamente.

Il carico durante il montaggio non si considera agente simultaneamente alle azioni eccezionali di corto circuito.

Ogni combinazione considerata (SLU, SLE, Sismica, Corto circuito) fornisce i parametri della sollecitazione agenti sulla struttura in elevazione.

Tabella 5.1: Coefficienti combinazione delle azioni.

| | Combinazione di carico | G1 | G2 | Qk,i | Qk,i | Qk,i | Qk,i | Qk,i | E | E | E | A |
|---|------------------------|--------------|-----------------|-----------|---------|---------|----------|------|---------|---------|---------|----------------|
| | | Peso proprio | Tiri conduttori | Montaggio | Vento X | Vento y | Ghiaccio | Neve | Sisma X | Sisma Y | Sisma Z | Corto circuito |
| NORMALE | SLU_1 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 0,9 | 0,9 | 0,75 | 0,75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | SLU_2 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 0,9 | 0,75 | 0,75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | SLU_3 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 0,9 | 1,5 | 0,75 | 0,75 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | SLU_4 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 0,9 | 0,9 | 1,5 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | SLU_5 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 0,9 | 0,9 | 0,75 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NORMALE | SLE freq_1 | 1 | 1 | 1,5 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | SLE freq_2 | 1 | 1 | 1,5 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | SLE freq_3 | 1 | 1 | 1,5 | 0 | 0 | 0,2 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | SLE freq_4 | 1 | 1 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sismica | Sismica_1 | 1 | 1 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,3 | 0,3 | 0 |
| | Sismica_2 | 1 | 1 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 1 | 0,3 | 0 |
| | Sismica_3 | 1 | 1 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0,3 | 1 | 0 |
| ECCEZ. | Eccezionale CC | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Coefficienti di combinazione delle azioni | | | | | | | | | | | | |

2. Verifica della fondazione

Per ogni combinazioni di carico considerata, si svolgono le verifiche della fondazione, di tipo geotecnico e strutturale, agli stati limite ultimi secondo le NTC.

Per il calcolo delle sollecitazioni si sono adottate le ipotesi di materiali linearmente elastici. Le analisi sono svolte nelle ipotesi di piccoli spostamenti e piccole deformazioni impiegando i criteri della Scienza e della Tecnica delle Costruzioni.

Le verifiche allo stato limite ultimo condotte sulla struttura di fondazione in c.a. sono di due tipi, secondo la vigente normativa:

- SLU di tipo geotecnico
 - Ribaltamento della fondazione (EQU)
 - Collasso per raggiungimento del carico limite dell'insieme fondazione-terreno (GEO)
 - Scorrimento sul piano di posa (GEO)
- SLU di tipo Strutturale (STR):
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata, analogamente a quanto previsto nel § 6.4.2.1 delle NTC 2008, secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le resistenze globali.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate, , tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I., seguendo almeno uno dei due approcci:

- Approccio 1

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 9 di 32 |

- - Combinazione 1 (A1+M1+R1)
- - Combinazione 2 (A2+M2+R2)
- Approccio 2
 - Combinazione 1 (A1+M1+R3)

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 finalizzate al dimensionamento strutturale (STR), il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

La lettera A indica i coefficienti da applicare alle sollecitazioni, M i coefficienti da applicare ai parametri geotecnici del terreno e R i coefficienti da applicare per le resistenze globali.

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 $G_2^{(0)}$ | Favorevole | γ_{G2} | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Azioni variabili Q | Favorevole | γ_{Q1} | 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 | $\tan \varphi'_k$ | γ_φ | 1,0 | 1,25 |
| Coesione efficace | c'_k | γ_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 agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

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

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

| COEFFICIENTE | R2 |
|--------------|-----|
| γ_R | 1,1 |

Le verifiche agli stati limite ultimi di tipo strutturale sono svolte sugli elementi principali che costituiscono la fondazione.

| | | | | | | |
|---|---|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 10 di 32 |

6 DEFINIZIONE DEI CARICHI

6.1 Pesì propri

Il peso proprio di sostegni ed apparecchiature è stato tratto dai documenti forniti dal committente e da dati tecnici del produttore dell'apparecchiatura.

6.2 Neve

Il carico neve è dimensionato secondo NTC 2008.

| | | | |
|---------------------|-----|--------------------|--|
| Zona di carico NEVE | II | | |
| quota s.l.m. | 160 | m | |
| q_{sk} | 100 | daN/m ² | |

6.3 Peso del ghiaccio

Nelle regioni dove si possono verificare formazioni di ghiaccio si deve tenere conto del relativo carico sui conduttori flessibili, sulle sbarre e sui conduttori rigidi (CEI EN 61936-1). Si assume densità del ghiaccio pari a 900kg/m³ e spessore manicotto di ghiaccio di 10 mm.

6.4 Azione del vento

La pressione del vento p si ottiene dall'espressione: $p=q_{ref} \cdot c_e \cdot c_p \cdot A_v$

con: c_e = coeff. di esposizione

c_p = coeff. di forma pari a: 0,7 se riferito a superfici cilindriche
1 se riferito a superfici piane

Tabella 6.1: Determinazione pressione del vento.

| Comune GROTTAMINARDA (AV) | | $a_s=350-400$ m s.l.m. | | |
|------------------------------|---|------------------------|-----------|-------------|
| ZONA | Descrizione | $v_{b,0}$ (m/s) | a_0 (m) | k_a (1/s) |
| 3 | Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria) | 27 | 500 | 0,37 |

SUPERFICI CILINDRICHE

| | | |
|-------------|--------|------------------|
| Rugosità | D | |
| Cat. Espos. | II | |
| v_r | 27,00 | m/s |
| q_r | 455,63 | N/m ² |
| k_r | 0,19 | |
| z_0 | 0,05 | m |
| z_{min} | 4 | m |
| c_t | 1 | |

SUPERFICI PIANE

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 11 di 32 |

| | | |
|------------------|--------|------------------|
| Rugosità | D | |
| Cat. Espos. | II | |
| v _r | 27,00 | m/s |
| q _r | 455,63 | N/m ² |
| k _r | 0,19 | |
| z ₀ | 0,05 | m |
| z _{min} | 4 | m |
| ct | 1 | |

6.5 Carico durante il montaggio

Il carico durante il montaggio almeno pari a 1,0kN nel punto più critico della struttura di supporto.

6.6 Azione sismica

Il calcolo dell'azione sismica è svolto per lo Stato limite ultimo di salvaguardia della Vita (SLV).

Per l'azione sismica sono stati considerati gli spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali riferiti al comune di Grottaminarda (AV).

Tramite il fattore di struttura q , relativo alla singola struttura in esame, si otterranno i valori dello spettro di progetto. Il fattore di struttura q sarà determinato secondo le NTC e, nel caso di struttura con comportamento non dissipativa, a mensola o pendolo inverso, si assume valore pari a 1,50 per la componente orizzontale. Lo stesso valore di q si assume per la componente verticale.

Nell'analisi statica lineare, il periodo del primo modo di vibrare della struttura T_1 è ricavato dalla seguente formula:
 $T_1 = C_1 \cdot H^{3/4}$

I parametri sismici che caratterizzano l'area dove sorge la struttura sono:

a_g Accelerazione orizzontale massima al sito

F_0 Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione

Poiché l'azione sismica è una forza inerziale, si riporta il calcolo delle componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica per ogni apparecchiatura presa in esame.

Tabella 6.2: Determinazione parametri azione sismica.

| Calcolo AZIONE SISMICA | | Zona | 1 | SLV |
|------------------------|------|------|--|-----|
| Tipo costruzione | 3 | | COSTRUZIONI CON LIVELLI DI PRESTAZIONE ELEVATI | |
| V _N | 100 | anni | Vita nominale | |
| Classe d'uso | IV | | | |
| C _u | 2 | | Coefficiente d'uso | |
| V _R | 200 | anni | Periodo di riferimento: Se V _r è minore di 35 anni si pone V _r =35 | |
| P V _R (SLV) | 10% | | Probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato | |
| TR | 1898 | anni | Tempo di ritorno | |

| PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA – apparecchiature e.m. AT | | | | | |
|--|-----|-----------|--------|-------|-----------|
| STATO LIMITE | | Tr [anni] | ag [g] | F0 | T*c [sec] |
| Operatività | SLO | 120 | 0,134 | 2,315 | 0,334 |
| Danno | SLD | 201 | 0,175 | 2,304 | 0,347 |

| | | | | | | | |
|---|--|---|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 12 di 32 |

| | | | | | |
|-----------------------------|------------|------|-------|-------|-------|
| Salvaguardia vita | SLV | 1898 | 0,473 | 2,341 | 0,425 |
| Prevenzione collasso | SLC | 2475 | 0,523 | 2,365 | 0,431 |

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

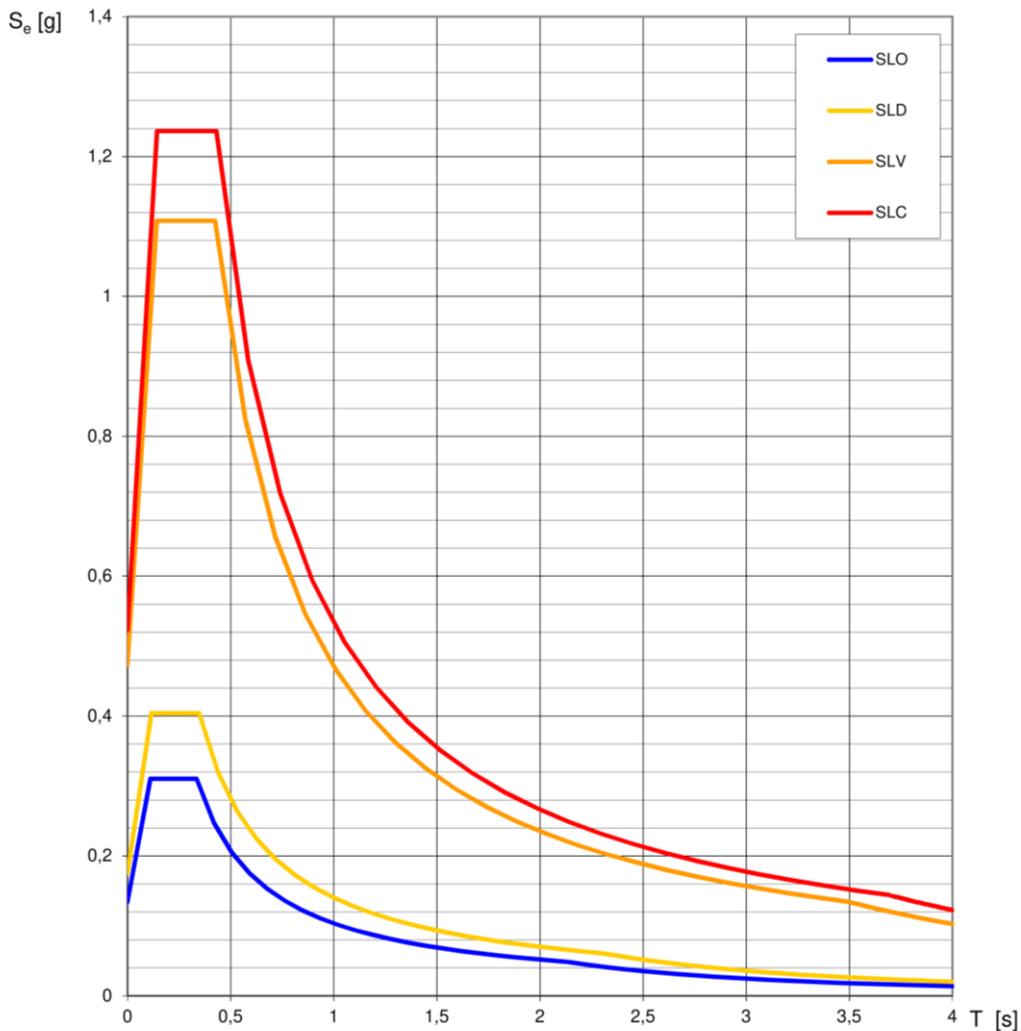


Fig. 2: Spettri di risposta elastici per i diversi stati limite, comune di GROTTAMINARDA (AV) - Apparecchiature elettromeccaniche impianto AT presso SSE di HIRPINIA.

Infine, definendo il fattore di struttura q e la categoria di sottosuolo (tipo **C** nel caso in esame), si determinano gli spettri di risposta per le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica, per lo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV).

- Categoria sottosuolo: C
- Categoria topografica: T1

| | | | | | | |
|---|---|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 13 di 32 |

- Stato limite considerato: SLV
- q per la componente orizzontale = 1,5 (struttura a mensola o pendolo inverso, per strutture non dissipative)
- q per la componente verticale = 1,5 (struttura a mensola o pendolo inverso)

Si riportano di seguito gli spettri di progetto così definiti:

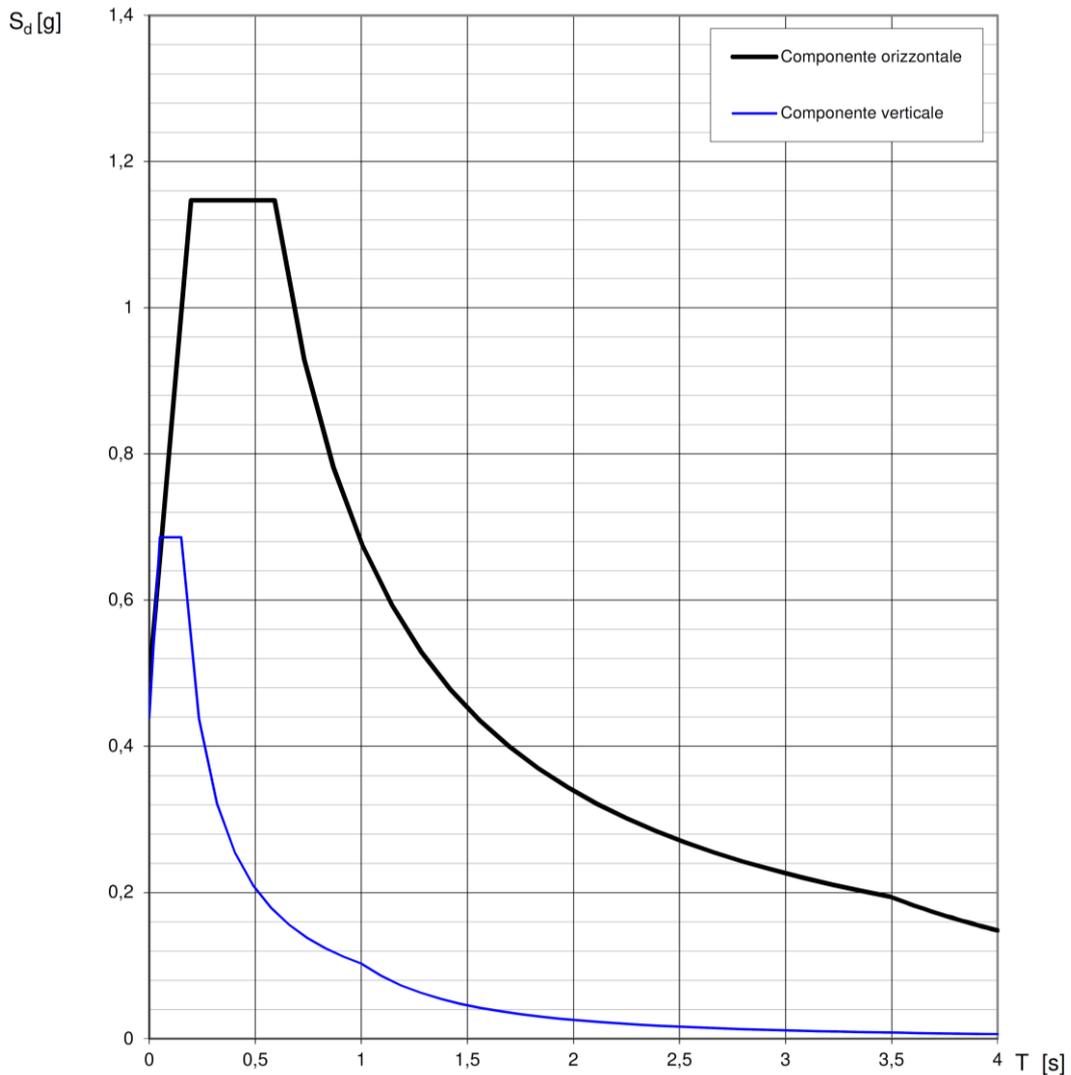
Periodo di ritorno: 1898

$a_g = 0,473 \text{ g}$

Accelerazione spettrale orizzontale = 1,147 g (accelerazione al plateau)

Accelerazione spettrale verticale = 0,44 g (massima accelerazione al piede a periodo nullo).

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 14 di 32 |

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

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_g | 0,473 g |
| F_o | 2,341 |
| T_C^* | 0,425 s |
| S_S | 1,035 |
| C_C | 1,393 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1,035 |
| η | 1,000 |
| T_B | 0,197 s |
| T_C | 0,592 s |
| T_D | 3,493 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|------------------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,490 |
| $T_B \leftarrow$ | 0,197 | 1,147 |
| $T_C \leftarrow$ | 0,592 | 1,147 |
| | 0,730 | 0,930 |
| | 0,868 | 0,782 |
| | 1,006 | 0,674 |
| | 1,144 | 0,593 |
| | 1,282 | 0,529 |
| | 1,421 | 0,478 |
| | 1,559 | 0,435 |
| | 1,697 | 0,400 |
| | 1,835 | 0,370 |
| | 1,973 | 0,344 |
| | 2,112 | 0,321 |
| | 2,250 | 0,302 |
| | 2,388 | 0,284 |
| | 2,526 | 0,269 |
| | 2,664 | 0,255 |
| | 2,802 | 0,242 |
| | 2,941 | 0,231 |
| | 3,079 | 0,220 |
| | 3,217 | 0,211 |
| | 3,355 | 0,202 |
| $T_D \leftarrow$ | 3,493 | 0,194 |
| | 3,517 | 0,192 |
| | 3,542 | 0,189 |
| | 3,566 | 0,186 |
| | 3,590 | 0,184 |
| | 3,614 | 0,182 |
| | 3,638 | 0,179 |
| | 3,662 | 0,177 |
| | 3,686 | 0,174 |
| | 3,710 | 0,172 |
| | 3,735 | 0,170 |
| | 3,759 | 0,168 |
| | 3,783 | 0,166 |
| | 3,807 | 0,164 |
| | 3,831 | 0,162 |
| | 3,855 | 0,159 |
| | 3,879 | 0,158 |
| | 3,903 | 0,156 |
| | 3,928 | 0,154 |
| | 3,952 | 0,152 |
| | 3,976 | 0,150 |
| | 4,000 | 0,148 |

| | | | | | | |
|--|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 15 di 32 |

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_{gv} | 0,440 g |
| S_S | 1,000 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,500 |
| T_B | 0,050 s |
| T_C | 0,150 s |
| T_D | 1,000 s |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|-------|
| F_v | 2,174 |
| S | 1,000 |
| η | 0,667 |

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|---------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,440 |
| T_B ← | 0,050 | 0,686 |
| T_C ← | 0,150 | 0,686 |
| | 0,235 | 0,438 |
| | 0,320 | 0,322 |
| | 0,405 | 0,254 |
| | 0,490 | 0,210 |
| | 0,575 | 0,179 |
| | 0,660 | 0,156 |
| | 0,745 | 0,138 |
| | 0,830 | 0,124 |
| | 0,915 | 0,112 |
| T_D ← | 1,000 | 0,103 |
| | 1,094 | 0,086 |
| | 1,188 | 0,073 |
| | 1,281 | 0,063 |
| | 1,375 | 0,054 |
| | 1,469 | 0,048 |
| | 1,563 | 0,042 |
| | 1,656 | 0,038 |
| | 1,750 | 0,034 |
| | 1,844 | 0,030 |
| | 1,938 | 0,027 |
| | 2,031 | 0,025 |
| | 2,125 | 0,023 |
| | 2,219 | 0,021 |
| | 2,313 | 0,019 |
| | 2,406 | 0,018 |
| | 2,500 | 0,016 |
| | 2,594 | 0,015 |
| | 2,688 | 0,014 |
| | 2,781 | 0,013 |
| | 2,875 | 0,012 |
| | 2,969 | 0,012 |
| | 3,063 | 0,011 |
| | 3,156 | 0,010 |
| | 3,250 | 0,010 |
| | 3,344 | 0,009 |
| | 3,438 | 0,009 |
| | 3,531 | 0,008 |
| | 3,625 | 0,008 |
| | 3,719 | 0,007 |
| | 3,813 | 0,007 |
| | 3,906 | 0,007 |
| | 4,000 | 0,006 |

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

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

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

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|----|---------|------------|---|----------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>SE0200 008</td> <td>A</td> <td>16 di 32</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF28 | 01 | E ZZ CL | SE0200 008 | A | 16 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF28 | 01 | E ZZ CL | SE0200 008 | A | 16 di 32 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

La componente verticale del sisma sarà trascurata.

6.7 Condizione di carico da corto circuito

La condizione di corto circuito è considerata eccezionale. I valori di corto circuito per l'apparecchiatura sono stati determinati secondo normativa vigente.

Il corto circuito non viene considerato contestualmente al sisma, anche se potrebbe essere causato da quest'ultimo. Trattasi, in questa interpretazione, di due eventi eccezionali la cui probabilità combinata di accadimento può essere considerata scarsa.

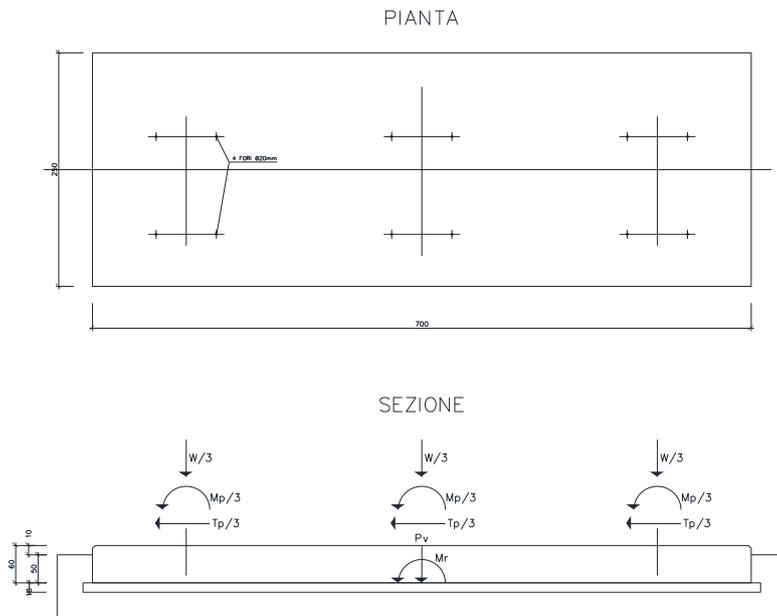
| | | | | | | |
|---|---|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 17 di 32 |

7 FONDAZIONE PER INTERRUTTORE CON TA

7.1 Caratteristiche della struttura

Trattasi di fondazione costituita da una platea in c.c.a. di spessore 60cm di dimensioni in pianta di 7,00x2,50m; la profondità del piano di posa è di 0,50m. Sulla platea sono ancorate le strutture di supporto apparecchiature mediante ancoraggi chimici.

Si precisa che per il dimensionamento della presente fondazione si è ipotizzato che le apparecchiature siano installate su un telaio metallico ancorato alla fondazione in tre punti, come riportato nello schema di seguito riportato.



Si riportano di seguito le principali caratteristiche considerate.

| DATI GENERALI | |
|-----------------------------|--------|
| Sostegno | |
| Peso [daN] | 630,00 |
| Altezza [m] | 2,675 |
| Baricentro [m] | 1,3375 |
| Diametro [m] | 0,220 |
| h vento [m] | 1,3375 |
| Sup. esposta al vento [m^2] | 0,589 |
| H sez trasverso [m] | 0,2 |
| Lunghezza trasverso HE | 5,089 |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 18 di 32 |

| | |
|------------------------------------|--------|
| Apparecchiatura | |
| Peso [daN] | 3200 |
| Altezza [m] | 2,919 |
| Baricentro [m] | 1,4595 |
| Sezione [m] | 0,3 |
| H vento (m) | 4,1345 |
| Diametro testa [m] | 0,28 |
| altezza attacco dx | 5,963 |
| Sup. esposta al vento [m^2] | 0,876 |
| Altezza attacco sx | 4,6 |
| Altezza applicazione tiro [m] | 5,594 |
| Altezza applicazione montaggio [m] | 2,675 |
| Collegamento elettrico | |
| | rigido |
| Lunghezza campata [m] | 4+5 |
| diametro conduttore [m] | 0,040 |
| altezza | 4,00 |
| peso [daN/m] | 0,735 |

7.2 Carichi agenti e determinazione dei parametri della sollecitazione

Di seguito sono riportati i carichi sopra descritti che sono stati applicati al modello di calcolo ad elementi finiti della struttura di sostegno dell'apparecchiatura tramite il software Mastesap 2019.

Nel modello di calcolo, i carichi sono applicati come forze concentrate nei punti coincidenti con il baricentro degli elementi. Per maggiori dettagli si rimanda alle seguenti tabelle.

7.2.1 AZIONE DEL VENTO

Si riporta la determinazione della forza vento applicata al modello di calcolo, spirante in direzione x e y.

La forza vento sull'apparecchiatura viene calcolata come forza applicata al baricentro dell'apparecchiatura e riportata alla sommità del sostegno insieme al suo momento di trasporto. La forza vento sulla struttura di sostegno viene considerata anch'essa come applicata al baricentro dell'elemento.

INTERRUTTORE TRIPOLARE + TA

| Carichi derivanti da azione del vento | | | | Y | | Asse Sbarra X | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------|-------|--------------------|--|-------------------------------|------------------|--|---------|------|---|----------|------|---|---------|------|---|
| pressione vento su sup. cilindriche | p sup. cil. | 64,97 | daN/m ² | | | | | | | | | | | | | |
| pressione vento su sup. piane | p sup. piane | 92,82 | daN/m ² | | | | | | | | | | | | | |
| Forza vento xx | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Superficie esposta al vento | app | yy | 0,88 | m ² /m | Superficie yy_vento in dir XX | apparecch. | | | | | | | | | | |
| | traverso | yy | 1,0178 | m ² /m | Superficie yy_vento in dir XX | singolo traverso | | | | | | | | | | |
| | colonna | yy | 0,59 | m ² /m | Superficie yy_vento in dir XX | singola colonna | | | | | | | | | | |
| Fvx, app | 1 | 56,90 | daN | <table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <td>zG,app=</td> <td>4,13</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>zG,trav=</td> <td>2,78</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>zG,col=</td> <td>1,34</td> <td>m</td> </tr> </table> | | | | zG,app= | 4,13 | m | zG,trav= | 2,78 | m | zG,col= | 1,34 | m |
| zG,app= | 4,13 | m | | | | | | | | | | | | | | |
| zG,trav= | 2,78 | m | | | | | | | | | | | | | | |
| zG,col= | 1,34 | m | | | | | | | | | | | | | | |
| Fvx, trav | 1 | 94,47 | daN | | | | | | | | | | | | | |
| Fvx, col | 1 | 54,62 | daN | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 19 di 32 |

| | | | | | |
|--|---|-------|-------------------|---------------------------------------|------------------|
| My,trasporto | 1 | 83,04 | daN m | | |
| Forza vento yy | | | | | |
| Superficie esposta al vento app. xx | | 0,88 | m ² /m | Superficie xx_vento in dir YY | apparecch. |
| traverso xx | | 0 | m ² /m | Superficie xx_vento in dir YY | singolo traverso |
| colonna xx | | 0,59 | m ² /m | Superficie xx_vento in dir YY | singola colonna |
| conduttore xx | | 0,04 | m ² /m | | |
| Fvy, app | 1 | 56,90 | daN | | |
| Fvy, trav | 1 | 0,00 | daN | | |
| Fvy, col | 1 | 38,24 | daN | | |
| Fvy, cond rigido DX | 1 | 5,20 | daN | | |
| Fvy, cond rigido SX | 1 | 6,50 | daN | | |
| Mx,trasporto vento su app. | 1 | 90,63 | daN m | | |
| Mx,trasporto vento su cond. DX | 1 | 31 | daN m | | |
| Mx,trasporto vento su cond. SX | 1 | 29 | daN m | | |
| Peso conduttore rigido | | -6,68 | daN | p lineae sb. alluminio d=0,04m [daNm] | 0,735 |
| Peso manicotto di ghiaccio 10mm | | -6,36 | daN | p lineare manicotto 10mm [daN/m] | 1,412 |
| Area esposta al vento conduttore rigido | | 0,04 | m ² /m | densità ghiaccio 900 kg/m3 | |
| Lunghezza conduttore binato DX | | 4 | m | | |
| Lunghezza conduttore binato SX | | 5 | m | | |
| Area esposta al vento conduttore rigido con ghiaccio | | 0,06 | m ² /m | | |

| | | |
|----------|------|---|
| zG,app= | 4,13 | m |
| zG,trav= | 2,78 | m |
| zG,col= | 1,34 | m |

Tali carichi sono stati combinati secondo quanto riportato al capitolo 6 e in tabella 6.1, di cui si riporta un estratto, al fine di determinare i parametri della sollecitazione con cui eseguire le verifiche previste. Si precisa che il carico di montaggio è stato applicato ai nodi in cui l'apparecchiatura viene ancorata alla struttura di sostegno. Per le caratteristiche dell'impianto, il valore del tiro è nullo.

| | Combinazione di carico | G1 | G2 | Qk,i | Qk,i | Qk,i | Qk,i | Qk,i |
|---------|------------------------|--------------|-----------------|-------------|-------------|---------|---------|----------|
| | | Peso proprio | Tiri conduttori | Montaggio X | Montaggio Y | Vento X | Vento y | Ghiaccio |
| NORMALE | SLU_1 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 0 | 1,5 | 0,9 | 0,75 |
| | SLU_2 | 1,3 | 1,5 | 0 | 1,5 | 1,5 | 0,9 | 0,75 |
| | SLU_3 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 0 | 0,9 | 1,5 | 0,75 |
| | SLU_4 | 1,3 | 1,5 | 0 | 1,5 | 0,9 | 1,5 | 0,75 |
| | SLU_5 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 0 | 0,9 | 0,9 | 1,5 |
| | SLU_6 | 1,3 | 1,5 | 0 | 1,5 | 0,9 | 0,9 | 1,5 |
| NORMALE | SLE freq_1 | 1 | 1 | 1,5 | 0 | 0,2 | 0 | 0 |
| | SLE freq_2 | 1 | 1 | 1,5 | 0 | 0 | 0,2 | 0 |
| | SLE freq_3 | 1 | 1 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0,2 |
| | SLE freq_4 | 1 | 1 | 0 | 1,5 | 0,2 | 0 | 0 |
| | SLE freq_5 | 1 | 1 | 0 | 1,5 | 0 | 0,2 | 0 |
| | SLE freq_6 | 1 | 1 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0,2 |

| | | | | | | |
|---|---|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 20 di 32 |

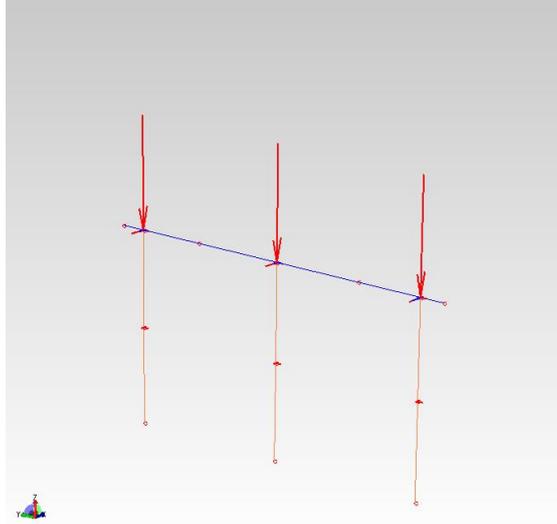
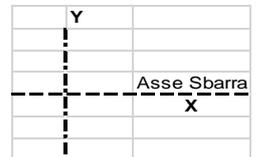


Fig. 7.1. Vista del modello ad elementi finiti con applicazione dei carichi in SLU 3.

7.2.2 CORTO CIRCUITO

Il carico da corto circuito è stato applicato nella direzione yy in corrispondenza dei nodi cui è vincolata l'apparecchiatura. La forza vale 100 daN. Sullo stesso punto è stato applicato un momento di trasporto calcolato come il valore della forza da corto circuito per l'altezza dell'apparecchiatura, in quanto il carico da corto circuito si assume applicato in sommità dell'apparecchiatura. Il valore applicato è pari a $M=100 \text{ daN} \times 2,919 \text{ m}=291,90 \text{ daN m}$.

INTERRUTTORE TRIPOLARE + TA



| Corto circuito | | | |
|---------------------------|----|--------|--|
| valore del corto circuito | YY | 100 | daN applicato all'apparecchiatura |
| My,trasporto | | 291,90 | daN m applicato al traverso su cui grava l'apparecchiatura |

Tali carichi sono stati combinati secondo quanto riportato al capitolo 6 e in tabella 6.1, al fine di determinare i parametri della sollecitazione con cui eseguire le verifiche previste, di cui si riporta un estratto. Per le caratteristiche dell'impianto, il valore del tiro è nullo.

| | | G1 | G2 | Qk,i | Qk,i | Qk,i | Qk,i | Qk,i | A |
|------------------------|----------------|--------------|-----------------|-------------|-------------|---------|---------|----------|----------------|
| Combinazione di carico | | Peso proprio | Tiri conduttori | Montaggio X | Montaggio Y | Vento X | Vento y | Ghiaccio | Corto circuito |
| ECCEZ. | Eccezionale CC | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 21 di 32 |

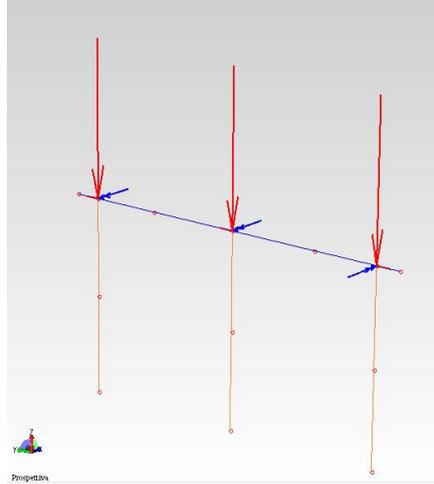


Fig. 7.2. Vista del modello ad elementi finiti con applicazione dei carichi in Corto circuito.

7.2.3 AZIONE SISMICA

L'azione sismica si ripartisce sul sistema sostegno+apparecchiatura secondo la relazione:

$$F_i = F_h \cdot z_i \cdot W_i / (\sum_j z_j \cdot W_j)$$

I carichi così ottenuti e applicati al modello sono riportati di seguito.

Con riferimento alla tabella 7.3, e alle caratteristiche del sistema si ha:

INTERRUTTORE TRIPOLARE + TA.

| Carichi derivanti da azione sismica | | | | Y | |
|---|-----------------------|----------|-------|-------|--|
| Forza orizzontale | F _h | 2930,00 | daN | | |
| Apparecchiatura | W _{app} | 3200,00 | daN | | |
| | z app | 4,13 | m | | |
| Sostegno | W _{trav+col} | 630,00 | daN | | |
| | z trav+col | 1,34 | m | | |
| | $\sum_j z_j W_j$ | 14073,03 | daN m | | |
| Ripartizione azione sismica su elementi principali | | | | | |
| | Apparecchiatura | 2755 | daN | | |
| | sostegno | 175 | daN | | |
| M trasporto | 2755*2,919/3= | | 2680 | daN m | |

Anche in questo caso ai nodi del traverso (n. 6) su cui grava l'apparecchiatura, è stato applicato un momento $M = 2755 \cdot 2,919 / 3 = 2680$ daN m, calcolato come la forza sismica sull'apparecchiatura applicata al baricentro della stessa. Per le caratteristiche dell'impianto, il valore del tiro è nullo.

Tali carichi sono stati combinati secondo quanto riportato al capitolo 6 e in tabella 6.1, al fine di determinare i parametri della sollecitazione con cui eseguire le verifiche previste.

| | Combinazione di carico | G1 | G2 | Q _{k,i} | E | E | A |
|---------|------------------------|--------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------|---------|----------------|
| | | Peso proprio | Tiri conduttori | Montaggio X | Montaggio Y | Vento X | Vento y | Ghiaccio | Sisma X | Sisma Y | Corto circuito |
| Sismica | Sismica_1 | 1 | 1 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,3 | 0 |
| | Sismica_2 | 1 | 1 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 1 | 0 |
| | Sismica_3 | 1 | 1 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,3 | 0 |
| | Sismica_4 | 1 | 1 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 1 | 0 |

| | | | | | | |
|---|---|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 22 di 32 |

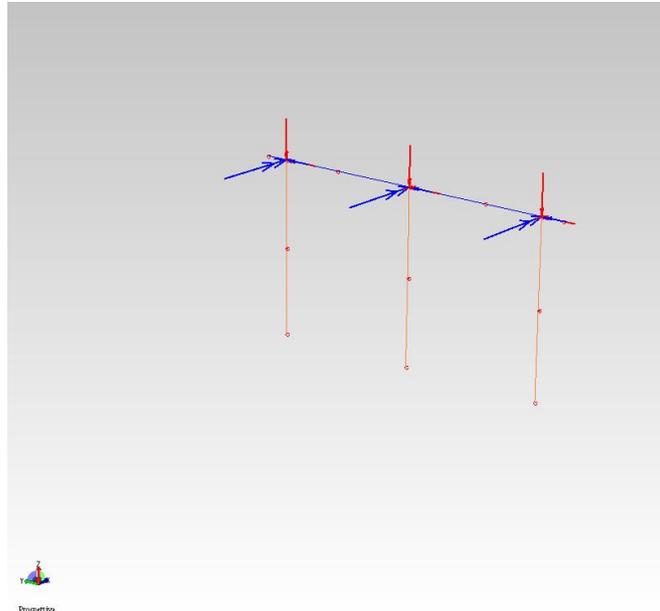


Fig. 7.3. Vista del modello ad elementi finiti con applicazione dei carichi in Sismica 4.

7.3 Combinazione di carico agli stati limite ultimi SLU

| Parametri della sollecitazione alla base della singola colonna- SLU | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| | SLU_1 | SLU_2 | SLU_3 | SLU_4 | SLU_5 | SLU_6 | |
| Azione assiale | 18690 | 19090 | 18690 | 18930 | 18780 | 19140 | N |
| Taglio in X | 3430 | 1920 | 2660 | 1160 | 2660 | 1160 | N |
| Taglio in Y | 1150 | 2600 | 1810 | 3210 | 1150 | 2600 | N |
| Momento flettente rispetto asse X | 1310 | 3600 | 2060 | 4320 | 1310 | 3600 | N m |
| Momento flettente rispetto asse y | 9630 | 5610 | 7390 | 3370 | 7390 | 3370 | N m |

7.4 Combinazione di carico sismica

| Parametri della sollecitazione alla base della singola colonna- SISMICA | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|
| | Sismica_1 | Sismica_2 | Sismica_3 | Sismica_4 | |
| Azione assiale | 16690 | 22180 | 15580 | 21070 | N |
| Taglio in X | 11360 | 4460 | 9850 | 2960 | N |
| Taglio in Y | 3360 | 10910 | 4710 | 12260 | N |
| Momento flettente rispetto asse X | 5310 | 17330 | 6660 | 18680 | N m |
| Momento flettente rispetto asse y | 56380 | 19730 | 52360 | 15710 | N m |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 23 di 32 |

7.5 Combinazione di carico da corto circuito

| Parametri della sollecitazione alla base della singola colonna- CORTO CIRCUITO | | |
|---|-------|-----|
| | CC1 | |
| Azione assiale | 13900 | N |
| Taglio in X | 0 | N |
| Taglio in Y | 1010 | N |
| Momento flettente rispetto asse X | 1710 | N m |
| Momento flettente rispetto asse y | 0 | N m |

7.6 Verifica della fondazione

7.6.1 Verifiche SLU di tipo geotecnico

Sono state considerate le combinazioni di carico sismica, agli stati limite ultimi e di corto circuito.

Per ogni combinazione di carico ottenuta impiegando i coefficienti parziali riportati nella seguente tabella, sono stati calcolati i parametri della sollecitazione alla base di ogni sostegno. Quindi, tra quelle esaminate, si sono considerate le combinazioni di carico che trasmettono alla fondazione:

1. Massimo momento ribaltante attorno ad una asse trasversale a quello della linea $M_{x,MAX}$
2. Massimo momento ribaltante attorno ad una asse parallelo a quello della linea $M_{y,MAX}$
3. Minima azione verticale.

Tabella 7.1: Coefficienti parziali per le verifiche di tipo geotecnico.

| VERIFICHE SLU - GEO | Approccio | Comb. | NTC 2008 Tab. 6.2.I | | | NTC 2008 Tab. 6.2.II | | | | NTC 2008 Tabb. 6.2.I, 6.2.II, 6.8.I |
|--|-----------|-------|------------------------|---------------|---------------|-------------------------|---------------|---------------|------------|--|
| | | | γ_{G1} | γ_{G2} | γ_{Q1} | $\gamma_{\phi' \tan}$ | $\gamma_{c'}$ | γ_{cu} | γ_y | |
| Collasso per carico limite (GEO) | 2 | - | (1)(1,3) | (0)(1,5) | (0)(1,5) | 1 | 1 | 1 | 1 | 2,3 |
| | 1 | 1 | (1)(1,3) | (0)(1,5) | (0)(1,5) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1 | 2 | (1)(1) | (0)(1,3) | (0)(1,3) | 1,25 | 1,25 | 1,4 | 1 | 1,8 |
| Scorrimento (GEO) | 2 | - | (1)(1,3) | (0)(1,5) | (0)(1,5) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,1 |
| | 1 | 1 | (1)(1,3) | (0)(1,5) | (0)(1,5) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1 | 2 | (1)(1) | (0)(1,3) | (0)(1,3) | 1,25 | 1,25 | 1,4 | 1 | 1 |
| Stabilità globale (EQU) | 1 | 2 | (0,9)(1,1) | (0)(1,5) | (0)(1,5) | 1,25 | 1,25 | 1,4 | 1 | 1,1 |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 24 di 32 |

Per calcolare le sollecitazioni alla base della fondazione, ai valori dei parametri della sollecitazione calcolati alla base del sostegno sono stati sommati i corrispettivi contributi dovuti allo sforzo di taglio e al peso della fondazione stessa.

Nel caso di verifica a ribaltamento, per la combiazione di carico sismica, il peso viene ridotto di una quantità pari al peso della fondazione moltiplicato per l'accelerazione calcolata del terreno in direzione verticale.

| Caratteristiche del TERRENO | | | |
|-----------------------------|---------|---------------------|---------------------------------|
| γt | 1900 | daN/m ³ | Peso di volume terreno |
| γ' | - | daN/m ³ | Peso di volume immerso |
| ϕ' | 35 | ° | Angolo di attrito in gradi |
| ϕ' | 0,61 | rad | Angolo di attrito in radianti |
| c' | 0 | daN/m ² | Coefficiente di coesione |
| Caratteristiche del CLS | | | |
| Rck | 250 | daN/cm ² | |
| γ_{cls} | 2500 | daN/m ³ | Peso specifico cls |
| γ'_{cls} | 1500 | daN/m ³ | Peso specifico cls immerso |
| Caratteristiche FONDAZIONE | | | |
| B_x | 2,5 | m | lato minore//x |
| B_y | 7,0 | m | lato maggiore//y |
| b | 0 | m | lato minore batolo |
| l | 0 | m | lato maggiore batolo |
| e_{bx} | 0 | m | eccentricità batolo y |
| e_{by} | 0 | m | eccentricità batolo x |
| D | 0 | m | altezza batolo |
| d | 0,6 | m | altezza piastra |
| $sp=H$ | 0,6 | m | spessore totale fondazione |
| spf | 0,1 | m | spessore fondazione fuori terra |
| $sp t$ | 0 | m | Spessore terreno |
| P_{cls} | 262500 | N | Peso fondazione cls |
| $P_{terreno}$ | 0 | N | Peso terreno su fondazione |
| $P_{tot fon}$ | -262500 | N | Peso totale cls+terreno |

Si riportano gli esiti delle verifiche svolte sulla fondazione.

- **Verifica a ribaltamento EQU**

La verifica a ribaltamento è stata eseguita per le tre condizioni (1, 2, 3) per le combinazioni di carico Corto Circuito (CC), Sismica e SLU. La verifica risulta soddisfatta.

Si riportano gli esiti della verifica a ribaltamento svolta per la combinazione di carico da corto circuito per le tre condizioni (1, 2, 3) analizzate per le quali le azioni sulla fondazione sono coincidenti.

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 25 di 32 |

Nei confronti del ribaltamento la combinazione di carico sismica è risultata più gravosa per la fondazione in esame

Combinazione di carico sismica

Azioni esterne riportate alla base della singola colonna

| | Sismica_1 | Sismica_2 | Sismica_3 | Sismica_4 | |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|
| Azione assiale | 16690 | 22180 | 15580 | 21070 | N |
| Taglio in X | 11360 | 4460 | 9850 | 2960 | N |
| Taglio in Y | 3360 | 10910 | 4710 | 12260 | N |
| Momento flettente rispetto asse X | 5310 | 17330 | 6660 | 18680 | N m |
| Momento flettente rispetto asse y | 56380 | 19730 | 52360 | 15710 | N m |

PdS alla base del sostegno - SISMICA

| | Sismica_1 | Sismica_2 | Sismica_3 | Sismica_4 | |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|
| Azione assiale | 50070 | 66540 | 46740 | 63210 | N |
| Taglio in X | 34080 | 13380 | 29550 | 8880 | N |
| Taglio in Y | 10080 | 32730 | 14130 | 36780 | N |
| Momento flettente rispetto asse X | 15930 | 51990 | 19980 | 56040 | N m |
| Momento flettente rispetto asse y | 169140 | 59190 | 157080 | 47130 | N m |

Parametri della sollecitazione alla base della fondazione

| Condizione | Comb. | Mx (daN m) | Ty (daN) | My (daN m) | Tx (daN) | N (daN) | |
|--|-----------|---------------|-------------|---------------|-------------|------------|--|
| 1. Mx max | SISMICA 4 | 5604 | 3678 | 4713 | 888 | -6321 | |
| 2. My max | SISMICA 1 | 1593 | 1008 | 16914 | 3408 | -5007 | |
| 3. N min | SISMICA 3 | 4674 | 1413 | 15708 | 2955 | -4674 | |
| 1. Mx max | SISMICA 4 | 2207 | 0 | 533 | 0 | -13831 | Contributo alle sollecitazioni dato dalla fondazione |
| 2. My max | SISMICA 1 | 605 | 0 | 2045 | 0 | -13831 | Contributo alle sollecitazioni dato dalla fondazione |
| 3. N min | SISMICA 3 | 848 | 0 | 1773 | 0 | -13831 | Contributo alle sollecitazioni dato dalla fondazione |
| Parametri della sollecitazione alla base della fondazione | | | | | | | |
| Condizione | Comb. | Mx (daN m) | Ty (daN) | My (daN m) | Tx (daN) | N (daN) | |
| 1. | SISMICA 4 | 7811 | 3678 | 5246 | 888 | -20152 | |
| 2. | SISMICA 1 | 2198 | 1008 | 18959 | 3408 | -18838 | |
| 3. | SISMICA 3 | 5522 | 1413 | 17481 | 2955 | -18505 | |

Verifica a ribaltamento

| | | | | | | |
|---|---|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 26 di 32 |

| Condizione | 1. | 2. | 3. | | |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|---|
| Ed= M rib,xx | 7811 | 2198 | 5522 | daN m | Momento di ribaltamento totale rispetto asse xx Momento stabilizzante derivante da carichi di compressione-asse xx |
| Rd= M stab xx / yR | 64120 | 59939 | 58880 | daN m | |
| Ed<Rd | Verificato | Verificato | Verificato | | |
| m rib,xx | 8,21 | 27,27 | 10,66 | | Verifica |
| Verifica stabilità | Verificato | Verificato | Verificato | | |
| Ed= M rib,yy | 5246 | 18959 | 17481 | daN m | Momento di ribaltamento totale rispetto asse yy Momento stabilizzante derivante da carichi di compressione-asse yy |
| Rd= M stab yy / yR | 22900 | 21407 | 21029 | daN m | |
| Ed<Rd | Verificato | Verificato | Verificato | | |
| m rib,yy | 4,37 | 1,13 | 1,20 | | Verifica |
| Verifica stabilità | Verificato | Verificato | Verificato | | |

- **Collasso per carico limite fondazione-terreno GEO**

Il carico limite per la fondazione è stato calcolato mediante la formula trinomia del carico limite:

$$Q_{lim} = N_q \gamma_1 D s_q i_q d_q b_q g_q + N_{cc} s_c i_c d_c b_c g_c + 0,5 N_{gg} B s_g i_g b_g g_g$$

per le tre condizioni (1, 2, 3) per le combinazioni di carico Corto Circuito (CC), Sismica e SLU. La verifica risulta soddisfatta.

Si riporta di seguito l'esito della verifica condotta nella combinazione di carico sismica risultata più gravosa per la fondazione in esame.

- **Combinazione di carico sismica**

| PdS alla base della singola colonna | Sismica_1 | Sismica_2 | Sismica_3 | Sismica_4 | |
|---|----------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| | Azione assiale | 16690 | 22180 | 15580 | 21070 |
| Taglio in X | 11360 | 4460 | 9850 | 2960 | N |
| Taglio in Y | 3360 | 10910 | 4710 | 12260 | N |
| Momento flettente rispetto asse X | 5310 | 17330 | 6660 | 18680 | N m |
| Momento flettente rispetto asse y | 56380 | 19730 | 52360 | 15710 | Nm |
| PdS alla base del sostegno - SISMICA | | | | | |
| | Sismica_1 | Sismica_2 | Sismica_3 | Sismica_4 | |
| Azione assiale | 50070 | 66540 | 46740 | 63210 | N |
| Taglio in X | 34080 | 13380 | 29550 | 8880 | N |
| Taglio in Y | 10080 | 32730 | 14130 | 36780 | N |
| Momento flettente rispetto asse X | 15930 | 51990 | 19980 | 56040 | N m |
| Momento flettente rispetto asse y | 169140 | 59190 | 157080 | 47130 | Nm |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 27 di 32 |

| Condizione | Comb. | Mx (daN m) | Ty (daN) | My (daN m) | Tx (daN) | N (daN) |
|------------|-----------|---------------|-------------|---------------|-------------|------------|
| 1. Mx max | SISMICA 4 | 5604 | 3678 | 4713 | 888 | -6321 |
| 2. My max | SISMICA 1 | 1593 | 1008 | 16914 | 3408 | -5007 |
| 3. N min | SISMICA 3 | 5236 | 1413 | 15708 | 2955 | -4674 |

| | | | | | | | |
|-----------|-----------|------|---|------|---|--------|--|
| 1. Mx max | SISMICA 4 | 2207 | 0 | 533 | 0 | -26250 | Contributo alle sollecitazioni dato dalla fondazione |
| 2. My max | SISMICA 1 | 605 | 0 | 2045 | 0 | -26250 | Contributo alle sollecitazioni dato dalla fondazione |
| 3. N min | SISMICA 3 | 848 | 0 | 1773 | 0 | -26250 | Contributo alle sollecitazioni dato dalla fondazione |

Parametri della sollecitazione alla base della fondazione

| Condizione | Comb. | Mx (daN m) | Ty (daN) | My (daN m) | Tx (daN) | N (daN) |
|------------|-----------|---------------|-------------|---------------|-------------|------------|
| 1. | SISMICA 4 | 7811 | 3678 | 5246 | 888 | -32571 |
| 2. | SISMICA 1 | 2198 | 1008 | 18959 | 3408 | -31257 |
| 3. | SISMICA 3 | 6084 | 1413 | 17481 | 2955 | -30924 |

APPROCCIO 2

A1+M1+R3

| Condizione | 1. | 2. | 3. | | |
|------------|-------|-------|-------|-----|--|
| Bx= | 2,50 | 2,50 | 2,50 | m | lato minore fondazione |
| Ly= | 7,00 | 7,00 | 7,00 | m | lato maggiore fondazione |
| ey= | 0,24 | 0,07 | 0,20 | m | eccentricità yy |
| ex= | 0,16 | 0,61 | 0,57 | m | eccentricità xx |
| L'y= | 6,52 | 6,86 | 6,61 | m | dimensione yy efficace della fondazione |
| B'x= | 2,18 | 1,29 | 1,37 | m | dimensione xx efficace della fondazione |
| H tot | 3784 | 3554 | 3275 | daN | Carico orizzontale base fondazione |
| V tot | 32571 | 31257 | 31257 | daN | Carico verticale totale base fondazione |
| mL | 1,250 | 1,158 | 1,172 | | |
| mB | 1,750 | 1,842 | 1,828 | | |
| θ | 1,571 | 1,571 | 1,571 | rad | angolo di applicazione di H rispetto alla direzione L' |
| m | 1,750 | 1,842 | 1,828 | | |
| D | 0,50 | 0,50 | 0,50 | m | profondità piano di posa |
| Ed | 32571 | 31257 | 30924 | daN | Carico totale di compressione |

$$q_{lim} = N_{q\gamma_1} D_{sq} i_q d_q b_q + N_{cc} s_c i_c d_c b_c + 0,5 N_{\gamma\gamma} B s_\gamma i_\gamma b_\gamma$$

| APPROCCIO 2 A1+M1+R3 | 1. | 2. | 3. | |
|-------------------------|------|------|------|--|
| φ | 0,61 | 0,61 | 0,61 | |
| γ | 1900 | 1900 | 1900 | |

| | | | | | | |
|---|--|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 28 di 32 |

| | | | | |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---|
| C' _k | 0 | 0 | 0 | |
| N _q | 33,3 | 33,3 | 33,3 | <i>fattori di capacità portante</i> |
| N _c | 46,12 | 46,12 | 46,12 | |
| N _y | 48,03 | 48,03 | 48,03 | |
| S _q | 1,234 | 1,131 | 1,145 | <i>fattori di forma</i> |
| S _c | 1,241 | 1,135 | 1,150 | |
| S _y | 0,866 | 0,925 | 0,917 | |
| i _q | 0,806 | 0,801 | 0,817 | <i>fattori di inclinazione del carico</i> |
| i _c | 0,800 | 0,794 | 0,811 | |
| i _y | 0,712 | 0,710 | 0,731 | |
| b _q | 1 | 1 | 1 | <i>fattori di inclinazione del piano di posa</i> |
| b _c | 1 | 1 | 1 | |
| b _y | 1 | 1 | 1 | |
| g _q | 1 | 1 | 1 | <i>fattori di inclinazione del piano campagna</i> |
| g _c | 1 | 1 | 1 | |
| g _y | 1 | 1 | 1 | |
| q _{lim} | 40330 | 29216 | 31082 | daN/m ² |
| Q _{LIM} | 572708 | 257902 | 281203 | daN |
| Ed | 32571 | 31257 | 30924 | daN |
| | VERIFICATO | VERIFICATO | VERIFICATO | |
| rapporto Ed/Rd | 0,06 | 0,12 | 0,11 | |

- **Collasso per scorrimento sul piano di posa GEO**

La verifica a scorrimento è stata eseguita per le tre condizioni (1, 2, 3) per le combinazioni di carico Corto Circuito (CC), Sismica e SLU, prendendo in considerazione il carico verticale Q_v e il carico orizzontale massimo.

Il carico verticale è stato poi moltiplicato per la tangente dell'angolo di attrito del terreno ottenendo così il carico limite orizzontale. Tale carico è stato poi diviso per il coefficiente γ_r=1,1 ottenendo così il carico orizzontale massimo resistente Q_{h,Rd}. Affinché la verifica sia soddisfatta, il carico resistente deve risultare superiore al carico agente.

La verifica risulta sempre soddisfatta.

Si riportano gli esiti della verifica a scorrimento sul piano di posa svolta per la combinazione di carico sismica risultata la più gravosa per la fondazione.

| Verifica a scorrimento | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|---------------------------|-------------------------|
| Approccio 2 | | | | | | |
| (A1+M1+R3) | 1. | 2. | 3. | | | |
| Q _h | 3784 | 3554 | 3275 | daN | azione orizzontale agente | |
| Q _v | 32571 | 31257 | 30924 | daN | | azione verticale agente |
| φ | 35 | 35 | 35 | ° | | |
| c | 0 | 0 | 0 | kg/m ² | | |

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 29 di 32 |

| | | | | |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----|
| Qh,lim | 22806 | 21886 | 21653 | daN |
| γ_R | 1,1 | 1,1 | 1,1 | |
| Qh,Rd | 20733 | 19897 | 19685 | daN |
| | Verificato | Verificato | Verificato | |
| rapporto Ed/Rd | 0,18 | 0,18 | 0,17 | |

7.6.2 Verifiche SLU di tipo strutturale

Si riporta nell'immagine seguente una vista del modello di calcolo da cui sono stati ricavati i parametri della sollecitazione relativi alla fondazione.

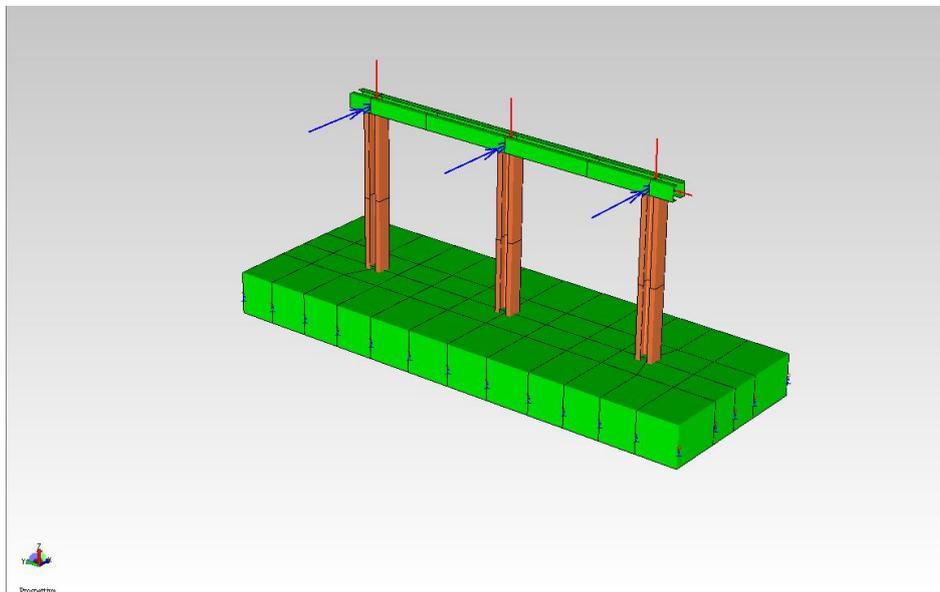


Fig. 7.4: Vista solida del modello ad elementi finiti e applicazione dei carichi sul sostegno- comb. Sismica 2.

Nella tabella seguente si riportano i valori della sollecitazione flettente sulla piastra di fondazione ottenute dall'analisi statica lineare effettuata sul modello ad elementi finiti. Inoltre si riportano le mappe di colore ottenute relative alla sollecitazione flettente massima rispetto agli assi di sviluppo x e y, in cui i valori forniti dal programma di calcolo per il momento flettente sono riferiti alla lunghezza lineare di 1m di sezione. Tali valori saranno impiegati nella verifica flessione della piastra di fondazione.

| | | |
|---------------|------|---------|
| $M_{xx \max}$ | 1235 | daN m/m |
| $M_{yy \max}$ | 1059 | daN m/m |

| | | | | | | | |
|---|--|---|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A | | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 30 di 32 |

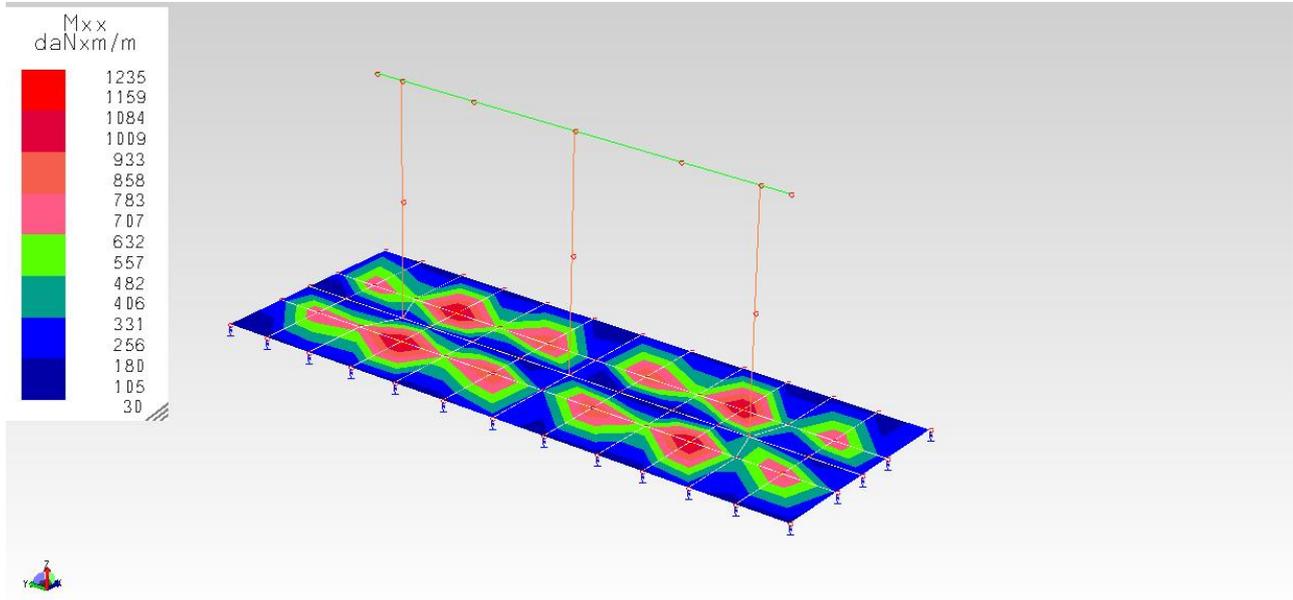


Fig. 7.5: *Mapa di colore momento flettente rispetto asse globale x*

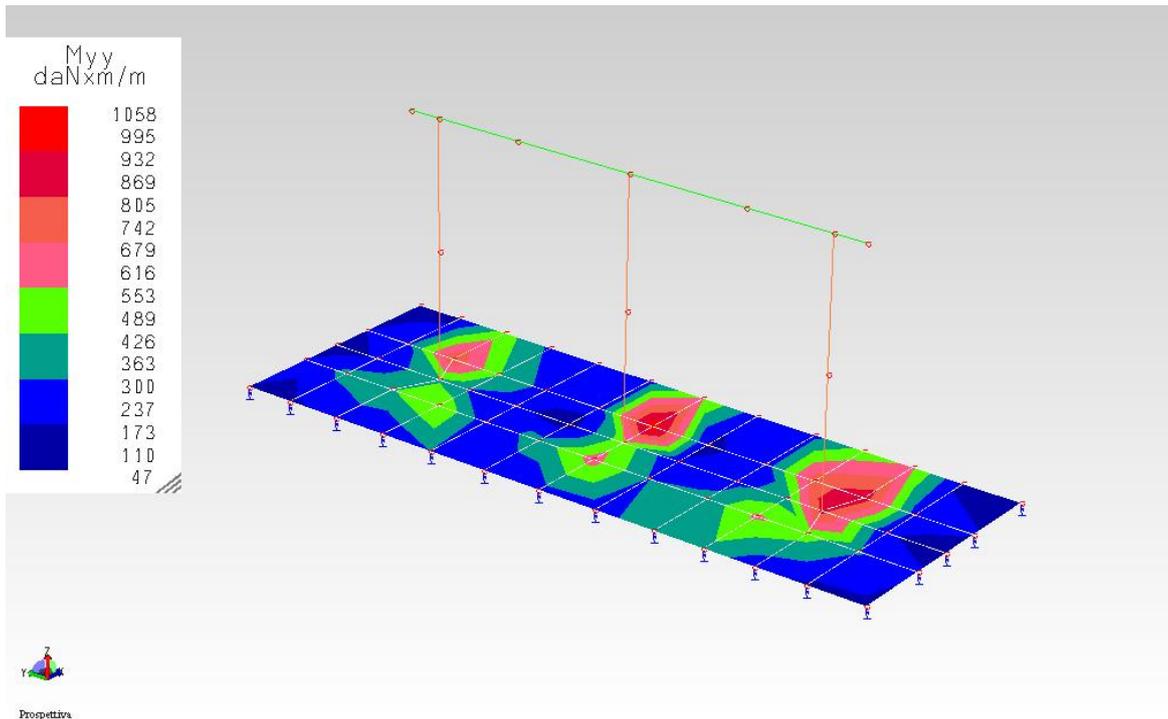


Fig. 7.6: *Mapa di colore momento flettente rispetto asse globale y*

Si riporta la verifica della sezione della piastra per i massimi valori di momento flettente calcolati, disponendo 1Ø10/25cm in entrambe le direzioni.

Verifica sezione 100x40cm: sollecitazione flettente 1235 daN m.

| | | | | | | |
|--|---|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | |
| PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | COMMESSA IF28 | LOTTO 01 | CODIFICA E ZZ CL | DOCUMENTO SE0200 008 | REV. A | FOGLIO 31 di 32 |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | | | | | | |

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

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO: _____

N° strati barre 2 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] | N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|--------|--------|----|----------|--------|
| 1 | 100 | 60 | 1 | 3,14 | 56 |
| | | | 2 | 3,14 | 4 |

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} 0 0 kN
 M_{xEd} 12,35 0 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
 Lato acciaio - Acciaio snervato

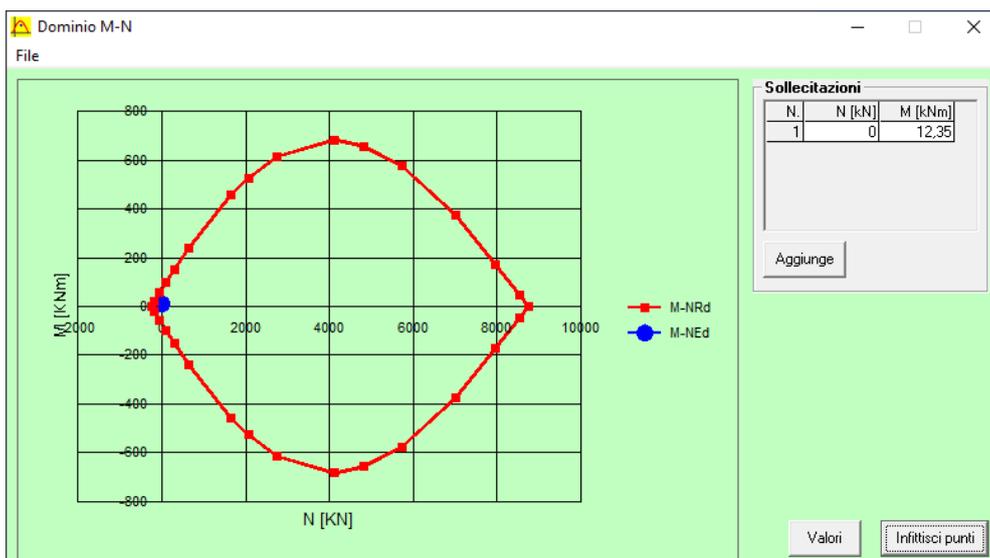
Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

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

M_{xRd} 71,45 kN m
 σ_c -14,17 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ε_s 2,823 ‰
 ε_s 67,5 ‰
 d 56 cm
 x 2,248 x/d 0,04014
 δ 0,7

N* rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello
 Precompresso



La verifica della sezione è soddisfatta.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|----|---------|------------|---|----------|
| APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A. | ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>SE0200 008</td> <td>A</td> <td>32 di 32</td> </tr> </table> | | | | | | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF28 | 01 | E ZZ CL | SE0200 008 | A | 32 di 32 |
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | | | | | | | | | | | | | |
| IF28 | 01 | E ZZ CL | SE0200 008 | A | 32 di 32 | | | | | | | | | | | | | |
| PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

7.7 Conclusioni

Sugli esiti delle analisi effettuate, per le condizioni di carico statico e per la condizione di carico sismica effettuata secondo le NTC 2008, risulta che per tutte le combinazioni di carico applicate:

- le verifiche di tipo geotecnico sulla fondazione in c.a. risultano verificate;
- le verifiche di tipo strutturale sulla fondazione in c.a. risultano verificate.

Il progettista