

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA

OPERE CIVILI

GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO

RELAZIONE DI CALCOLO

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	SCALA:
DIRETTORE TECNICO Ing. G. PARISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. G. TANZI	

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

RS39	10	V	ZZ	CL	IN5100	004	A	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F.Ricci	11/2023	C.Beltrami	11/2023	G.Tanzi	11/2023	Ing. G. Tanzi
								Novembre 2023

File: RS39-10-V-ZZ-CL-IN5100-004_A.docx

n. Elab.:

APPALDATORE: Mandatario:    	<p style="text-align: center;">DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</p>												
APPALDATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>2 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	2 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	2 di 26								

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
2.1	Riferimenti normativi	4
2.2	Elaborati di riferimento	4
3	MATERIALI	5
3.1	Proprietà meccaniche di progetto	5
3.1.1	Calcestruzzo.....	5
3.1.2	Acciaio per armatura lenta.....	6
3.2	Durabilità.....	6
3.2.1	Classi di esposizione e condizioni ambientali.....	6
3.2.2	Copriferro di progetto.....	7
3.2.3	Limiti fessurativi.....	7
3.2.4	Valori limite delle tensioni.....	8
4	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	9
4.1	Premessa.....	9
4.2	Stratigrafia.....	9
4.3	Parametri geotecnici	10
5	CARICHI AGENTI	11
5.1	Peso proprio dei materiali strutturali	11
5.2	Carichi permanenti non strutturali – peso gruppo elettrogeno.....	11
5.3	Azione sismica.....	11
5.3.1	Forze d'inerzia.....	15
6	VERIFICA DIMENSIONI DEL BASAMENTO	17
7	DIMENSIONAMENTO ARMATURA	18
7.1	Armatura minima.....	18
7.1.1	Verifica trazione trasversale in corrispondenza dell'appoggio del G.E.	19
8	VERIFICHE CAPACITÀ PORTANTE	21

APPALTATORE: Mandatario: Mandante:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario: Mandante:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>3 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	3 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	3 di 26								

1 PREMESSA

Nell'ambito del raddoppio della tratta Bicocca-Catenanuova, per la realizzazione del nuovo collegamento Palermo-Catania, è previsto la variante idraulica di Bicocca-Interporto.

Nello specifico, nella presente relazione viene effettuato il calcolo della fondazione del gruppo elettrogeno.

Il gruppo elettrogeno ha un ingombro in pianta di 1.00x2.85 m ed un'altezza pari a 1.42 m.

L'armadio poggia su una fondazione rettangolare di dimensione 1.90x4.10m e di altezza complessiva pari a 0.80m.

APPALTATORE: Mandatario: Mandante:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario: Mandante:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>4 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	4 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	4 di 26								

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Riferimenti normativi

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Legge 5 novembre 1971 n. 1086</i> ▪ <i>Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951</i> ▪ <i>Legge 2 febbraio 1974 n. 64</i> ▪ <i>D.M.Min. II. TT. del 14 gennaio 2008</i> ▪ <i>Circolare 2 febbraio 2009, n. 617</i> ▪ <i>UNI ENV 1998-5 – Gennaio 2005</i> ▪ <i>UNI EN 1992-1-1 Novembre 2005</i> | <p>Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica</p> <p>Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086</p> <p>Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche</p> <p>Norme tecniche per le costruzioni</p> <p>Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008</p> <p>Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici</p> <p style="text-align: center;">-</p> |
|---|---|

Si precisa che, non essendo l'opera sotto binario, si seguono le prescrizioni normative presenti all'interno delle NTC.

2.2 Elaborati di riferimento

- [1] RS39-10-E-ZZ-RB-GE0200-001_B – Relazione geotecnica generale
- [2] RS39-10-E-ZZ-F7-GE0200-040_B – Profilo geotecnico – Tav. 40

APPALDATORE: Mandatario:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALDATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>5 di 26</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	5 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	5 di 26								

3 MATERIALI

3.1 Proprietà meccaniche di progetto

3.1.1 Calcestruzzo

Calcestruzzo per magrone

Classe del calcestruzzo			C12/15
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	15.00	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	12.45	N/mm ²

Calcestruzzo per fondazione

Classe di resistenza			C25/30
Classe di esposizione			XC2
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	30	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	24.90	N/mm ²
Resistenza media a compressione	f_{cm}	32.90	N/mm ²
Resistenza cilindrica a compressione di progetto ($\gamma_c=1.5, \alpha_c=0.85$)	f_{cd}	14.11	N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	2.56	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk,5\%}$	1.79	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctk,95\%}$	3.33	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	f_{cfm}	3.07	N/mm ²
Resistenza a trazione di progetto	f_{ctd}	1.19	N/mm ²
Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza	f_{bk}	4.03	N/mm ²
Resistenza tangenziale di aderenza acciaio-cla di calcolo	f_{bd}	2.69	N/mm ²
Modulo elastico istantaneo medio (secante)	E_{cm}	31447	N/mm ²
Tensione massima di compressione in esercizio (comb.rara)	σ_c	13.70	N/mm ²
Tensione massima di compressione in esercizio (comb.quasi perm.)	σ_c	11.21	N/mm ²

APPALDATORE: Mandatario: salini impregilo Mandante: ASTALDI Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.a. S.I.F.E.L.	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALDATORE: Mandatario: TECH PROJECT Lombardi SETECO Mandante: Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneri Consulenti													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>6 di 26</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	6 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	6 di 26								

Coefficiente di Poisson (cls fessurato ÷ cls non fessurato) ν $0 \div 0.2$ -

Coefficiente di dilatazione termica α $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Dove:

α_{cc} = Coefficiente per effetti a lungo termine e sfavorevoli: $\alpha_{cc} (t > 28\text{gg}) = 0.85$

γ_c = 1.5;

$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c}$ = Resistenza di calcolo a compressione

3.1.2 Acciaio per armatura lenta

Classe di acciaio		B450	
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	540	N/mm ²
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	450	N/mm ²
Resistenza di progetto ($\frac{f_{yk}}{\gamma_s}$, con $\gamma_c=1.15$)	f_{yd}	391.3	N/mm ²
Sovra-resistenza	f_{tk} / f_{yk}	≥ 1.15	-
Modulo di elasticità	E_s	210000	N/mm ²

3.2 Durabilità

3.2.1 Classi di esposizione e condizioni ambientali

Si riportano nel seguito le caratteristiche del calcestruzzo adottato per i diversi elementi strutturali costituenti il sottopasso.

Classi di impiego	Classe di resistenza	Classe di esposizione (UNI 11104)	Condizioni ambientali	Classe di lavorabilità	Rapporto a/c max	Min. contenuto di cemento [Kg/mc]
Fondazione	C25/30	XC2	ordinarie	S4-S5	0.55	300
Magrone di pulizia, riempimento o livellamento	C12/15	X0	-	-	-	-

Tabella 1 – Classi di esposizione

APPALDATORE: Mandatario:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALDATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>7 di 26</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	7 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	7 di 26								

3.2.2 Copriferro di progetto

Con riferimento al punto 4.1.6.1.3 delle NTC, ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, il valore minimo del copriferro deve rispettare quanto indicato nella tabella C4.1IV della Circolare 2.2.2009, riportata nel seguito (Tabella 2). Ai valori del copriferro minimo riportati, occorre considerare in aggiunta una tolleranza di posa pari a 10 mm.

C _{min}	C _o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi	
			C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o	C ≥ C _o	C _{min} ≤ C < C _o
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25

Tabella 2 – Copriferri minimi

Si riportano nel seguito i copriferri di progetto adottati, determinati in funzione della classe del calcestruzzo e delle condizioni ambientali ed in accordo alle prescrizioni RFI DTC INC PO SP IFS 001 A, par. 2.2.3.2.

	Ambiente	Copriferro minimo C _{min} (mm) NTC	Copriferro minimo C _{min} (mm) RFI	Copriferro nominale c _d (mm)
Fondazioni	Ordinario	20+10 = 30	40	40

Tabella 3 – Copriferro di progetto

3.2.3 Limiti fessurativi

In accordo al par. 4.1.2.2.4 del DM 14.01.2008, il valore di calcolo di apertura delle fessure (w_d) non deve superare i valori riportati nella seguente tabella.

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione azione	Armatura poco sensibile	
			Stato limite	w _d
a	ordinarie	frequente	Apertura fessura	≤ w ₃ = 0.4 mm
		quasi permanente	Apertura fessura	≤ w ₂ = 0.3 mm

Tabella 4 – Limiti fessurativi

Con riferimento alle prescrizioni RFI DTC INC PO SP IFS 001 A, si assume che l'apertura convenzionale delle fessure, calcolata con la combinazione caratteristica (rara) per gli SLE, risulti:

- $w \leq w_2 = 0.3$ mm per strutture in condizioni ambientali ordinarie, secondo il citato paragrafo del DM 14.01.2008.

Pertanto, risulta:

- per strutture in condizioni ambientali ordinarie (fondazione):

$$w_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

APPALTATORE: Mandatario:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>8 di 26</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	8 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	8 di 26								

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

3.2.4 Valori limite delle tensioni

Secondo quanto previsto da FF. SS – Specifica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A, i valori limite delle tensioni sono:

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Per combinazioni di carico caratteristiche (rara): **0.55 f_{ck}**

Tensioni di trazione dell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare **0.75 f_{yk}**

Nel caso in esame, risulta:

Calcestruzzo – C25/30

Tensione massima di compressione in esercizio (comb. rara) σ_c 13.70 N/mm²

Acciaio – B450C

Tensione massima di compressione in esercizio (comb. rara) σ_s 337.5 N/mm²

APPALDATORE: Mandatario:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
   	  						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO		PROGETTO RS39	LOTTO 1.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.51.00.004	REV. A	PAGINA 9 di 26

4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

4.1 Premessa

In corrispondenza dell'opera sono state eseguite indagini in sito e prove di laboratorio. Ai fini del calcolo delle opere strutturali di cui oggetto della corrente relazione di calcolo, si sono utilizzati i parametri geotecnici definiti in accordo al profilo geotecnico [2] e alla relazione geotecnica generale [1].

4.2 Stratigrafia

La figura seguente mostra un estratto del profilo geotecnico in corrispondenza della vasca di laminazione.

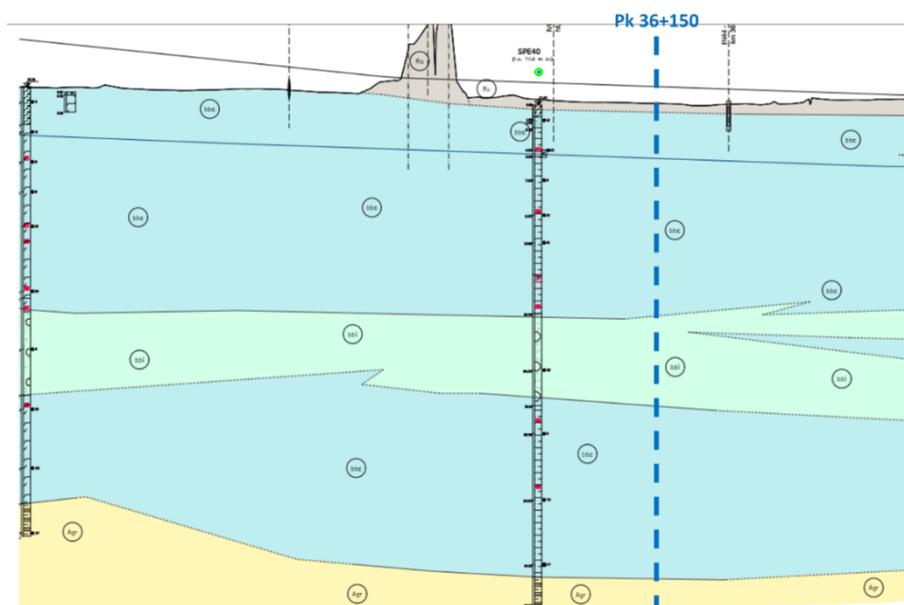


Figura 1 Profilo geotecnico e indicazione della sezione di calcolo

La stratigrafia di riferimento per le analisi è sintetizzata nella tabella seguente.

Strato	U.G.	Quota sommità (m s.l.m.)	Quota inferiore (m s.l.m.)	Spessore strato (m)
1	bbc	18.0	-2.0	20.0
2	bbi	-2.0	-12.0	10.0
3	bbc	-12.0	-29.0	17.0
4	Agr	-29.0	-42.0	13.0

Tabella 5 – Stratigrafia di calcolo

Per le verifiche strutturali si è considerata una stratigrafia uniforme costituita dall'unità bbc.

La falda idrica è a 5.5m dal p.c.

APPALDATORE: Mandataria:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALDATORE: Mandataria:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>I.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>10 di 26</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	I.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	10 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	I.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	10 di 26								

4.3 Parametri geotecnici

Si richiama la sintesi delle caratterizzazioni geotecniche riportata nel paragrafo §7.6 della relazione geotecnica [1].

U.G.	γ [kN/m ³]	c' [kPa]	φ' [°]	c_u [kPa]	E_0 [MPa]	E' [MPa]	k [m/s]
Ra	20	0	38	-	-	40	-
ba	18.5÷19.5	0÷5	24÷32	40÷80	80÷340	(2)	$1 \cdot 10^{-6} \div 1 \cdot 10^{-5}$
	19.0÷20.0 ⁽¹⁾	0 ⁽¹⁾	32÷33 ⁽¹⁾	-		(2)	$1 \cdot 10^{-4} \div 1 \cdot 10^{-3}$ (1)
bbc	19.0÷20.5	5÷15	20÷28	25÷225	70÷250	(2)	$5 \cdot 10^{-9} \div 9 \cdot 10^{-7}$
bbi	19.5÷20.5	0	35÷40	-	100 + 12.5 z	-	$4 \cdot 10^{-6} \div 4 \cdot 10^{-5}$
bbi.s	19.5÷20.5	0	30÷34	-	350	-	$4 \cdot 10^{-6} \div 4 \cdot 10^{-5}$
bnc	19.0÷20.0	5÷12	23÷25	50÷225	70÷170	(2)	$5 \cdot 10^{-9} \div 9 \cdot 10^{-7}$
bni	19.0÷20.0	0	35÷38	-	130÷500	(2)	$4 \cdot 10^{-6} \div 4 \cdot 10^{-5}$
GII	19.5÷20.5	0	36÷39	-	260÷700	-	$1 \cdot 10^{-7} \div 1 \cdot 10^{-5}$
GII,c		0÷5	25	75÷175	-	15÷25	-
AAC	19.5÷21.0	5÷23	19÷24	100÷450	250 + 13.75 · z	18 + 1.5 · (z-5)	$1 \cdot 10^{-9} \div 1 \cdot 10^{-8}$
Agr	19.0÷20.0	0÷15	19÷25	50÷250	200+17.5(z-5)	10+1.35(z-5)	$1 \cdot 10^{-8} \div 3 \cdot 10^{-6}$
FYN	20.0÷21.0	5÷20	20÷24	150+6.7(z-5)	250+14.4(z-5)	20+0.9(z-5)	$1 \cdot 10^{-9} \div 1 \cdot 10^{-7}$
MU	19.5÷20.5	10÷25	24÷28	200÷500	280÷700	-	$1 \cdot 10^{-9} \div 1 \cdot 10^{-6}$

⁽¹⁾ parte più grossolana della u.g.

⁽²⁾ $E_0/(3 \div 5)$ per paratie e fondazioni dirette ; $E_0/10$ per cedimento di rilevati

Figura 2 Sintesi caratterizzazione geotecnica

In fase di progetto si assumono i seguenti parametri:

Unità bbc

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

peso di volume naturale

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

coesione drenata

$$\Phi' = 24^\circ$$

angolo di resistenza al taglio

APPALTATORE: Mandatario:    	<p style="text-align: center;">DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA</p>												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>11 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	11 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	11 di 26								

5 CARICHI AGENTI

5.1 Peso proprio dei materiali strutturali

Il peso proprio delle strutture è valutato in base alle caratteristiche geometriche degli elementi strutturali e del peso specifico assunto per i materiali, in particolare:

- calcestruzzo armato ordinario $\gamma = 25.0 \text{ kN/m}^3$

5.2 Carichi permanenti non strutturali – peso gruppo elettrogeno

I calcoli vengono svolti sulla base dei seguenti dati:

Peso totale: $W = 1570.00 \text{ daN} = 15.90 \text{ kN}$

Dimensioni BxLxh: $2.85 \times 1.00 \times 1.42 \text{ m}$

Cautelativamente per le verifiche viene considerato un gruppo elettrogeno di peso pari a 34.5 kN.

5.3 Azione sismica

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008.

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (V_N), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (C_U).

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $V_N = 75 \text{ anni}$. Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una **Classe III** a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_U = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5 \text{ anni}$

APPALTATORE: Mandatario: Mandante:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario: Mandante:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>12 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	12 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	12 di 26								

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 14-01-2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / VR) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

- Categoria sottosuolo C

Si riassumono di seguito i parametri impiegati per la definizione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica di base è stata definita sulla base delle coordinate geografiche del sito di realizzazione dell'opera:

- Longitudine: 15.03591°
- Latitudine: 37.45640°

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.

- Classe d'uso: III
- Coefficiente d'uso C_U : 1.5
- Vita nominale V_N : 75anni
- Categoria di suolo: C
- Condizione topografica: T_1
- Fattore di struttura q : 1

L'azione sismica è stata calcolata per mezzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Lo stato limite considerato è lo SLV.

APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA				
   						
APPALTATORE: Mandataria:	Mandante:					
  						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	PROGETTO RS39	LOTTO 1.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.51.00.004	REV. A	PAGINA 13 di 26

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

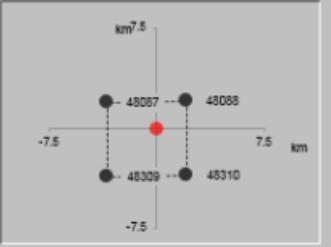
Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

- Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

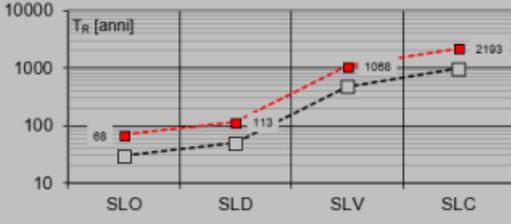
Elaborazioni

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

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

Strategia di progettazione



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

APPALTATORE: Mandatario:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
   														
APPALTATORE: Mandatario:	Mandante:													
  														
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO		<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>14 di 26</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	14 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA									
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	14 di 26									

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato: **SLV** info

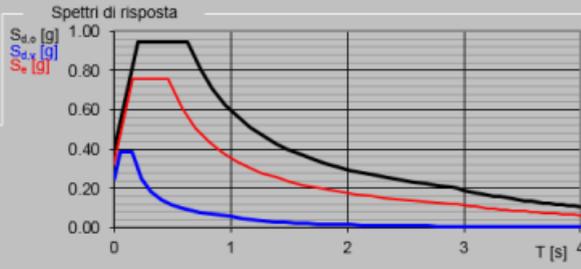
Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo: **C** info $S_s = 1.244$ $C_c = 1.351$ info
 Categoria topografica: **T1** info $h/H = 1.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) **5** $\eta = 1.000$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_b **3.45** Regol. in altezza **no** info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q **1.5** $\eta = 0.667$ info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta
 Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

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

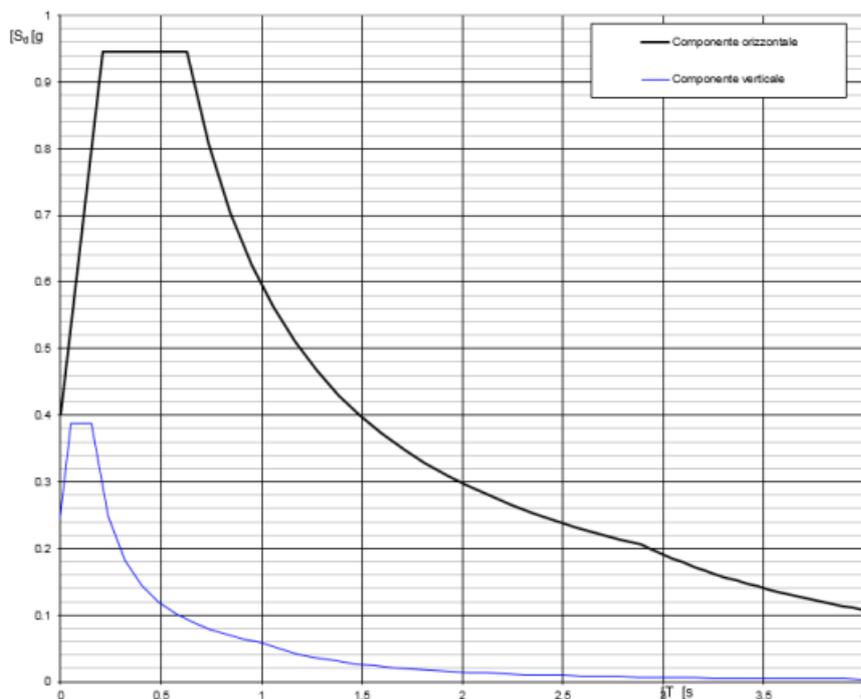


Figura 3 Grafici spettri di risposta orizzontale e verticale allo SLV

APPALTATORE: Mandatario:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>15 di 26</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	15 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	15 di 26								

5.3.1 Forze d'inerzia

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k .

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

$$\text{Forza sismica orizzontale} \quad F_h = k_h \cdot W$$

$$\text{Forza sismica verticale} \quad F_v = k_v \cdot W$$

I coefficienti sismici orizzontale (k_h) e verticale (k_v) vengono valutati mediante le seguenti espressioni, in accordo con quanto esposto come esposto al paragrafo 7.11.6 delle NTC08, assumendo il coefficiente β_m unitario, essendo lo scatolare una struttura che non ammette spostamenti relativi rispetto al terreno:

$$k_h = \beta_m \cdot a_{\max} / g$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

I parametri sismici nel caso in esame per la determinazione della forza sismica **orizzontale** allo SLV sono:

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.322 g
F_0	2.358
T_C^*	0.466 s
S_S	1.244
C_C	1.351
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.244
η	1.000
T_B	0.210 s
T_C	0.630 s
T_D	2.889 s

L'accelerazione orizzontale massima attesa al sito è pari a:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g = 1.244 \cdot 1 \cdot 0.322g = 0.401g$$

Pertanto, il coefficiente sismico orizzontale delle fondazioni superficiali risulta pari a:

APPALTATORE: Mandatario: Mandante:    	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario: Mandante:   													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>16 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	16 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	16 di 26								

$$k_h = 0.28 \times 0.401 = 0.112$$

Il coefficiente sismico verticale risulta la metà di quello orizzontale, pari a 0.056.

Il peso proprio della fondazione risulta pari a 155.8 kN e il peso del gruppo elettrogeno risulta pari a 34.50 kN.

Come riportato al capitolo 5.3, l'accelerazione sismica orizzontale risulta pari a 0.112 g.

L'azione sismica orizzontale totale risulta pari a:

$$F = (155.8 + 34.5) \times 0.112 = 21.3 \text{ kN}$$

APPALTATORE: Mandatario: salini impregilo Mandante: ASTALDI  	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario: TECH  Mandante: Lombardi  													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>17 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	17 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	17 di 26								

6 VERIFICA DIMENSIONI DEL BASAMENTO

Il basamento, separato dalle strutture di fondazione, ha lo scopo di ridurre le vibrazioni e limitarne la trasmissione alle strutture circostanti.

Al fine della riduzione delle vibrazioni la massa del basamento deve essere sufficientemente maggiore rispetto alla massa della macchina.

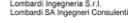
Il controllo che la massa del basamento sia sufficiente allo scopo richiesto si esegue applicando la regola di buon costruire, come da indicazione dei costruttori di Gruppi Elettrogeni e da prassi realizzativa, che richiede la massa del basamento sia almeno tre volte la massa della macchina.

Massa del gruppo elettrogeno: $M_{GE} = 3450 \text{ kg}$

Massa basamento: $M_B = 2500 \text{ kg/m}^3 \times 4.10 \times 1.90 \times 0.80 \text{ m}^3 = 15580 \text{ kg}$

$M_B / M_{GE} = 15580 / 3450 = 4.52$

$M_B = 3.84 \times M_{GE} \rightarrow$ La condizione è soddisfatta

APPALDATORE: Mandataria:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA
   	   	
APPALDATORE: Mandataria:	Mandante:	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA RS39 1.0.V.ZZ CL IN.51.00.004 A 18 di 26
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO		

7 DIMENSIONAMENTO ARMATURA

Il basamento, sottoposto al carico del Gruppo Elettrogeno, ha un comportamento a elemento tozzo.

Si dimensiona quindi l'armatura da disporre nel basamento imponendo il rispetto del minimo di armatura richiesto per il controllo della fessurazione, al fine di controllare gli effetti legati al ritiro e alle variazioni di temperatura; a seguire si controlla se l'armatura disposta è sufficiente a controllare le trazioni che nascono in corrispondenza agli appoggi del Gruppo Elettrogeno, in direzione trasversale.

7.1 Armatura minima

L'armatura minima richiesta è valutata in accordo con UNI-EN 1992-1-1 §7.3.2 .

$$A_{s,min} = k_c \cdot k \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot A_{ct}$$

con

A_{ct} : area di calcestruzzo tesa;

$k = 0.65$ (per $h \geq 800$ mm);

$k_c = 1.0$

Per valutare l'area di cls tesa si fa riferimento alla figura 7.1 del paragrafo precedentemente citato, con

$$h_{c,ef} = 2.5x(h-d) .$$

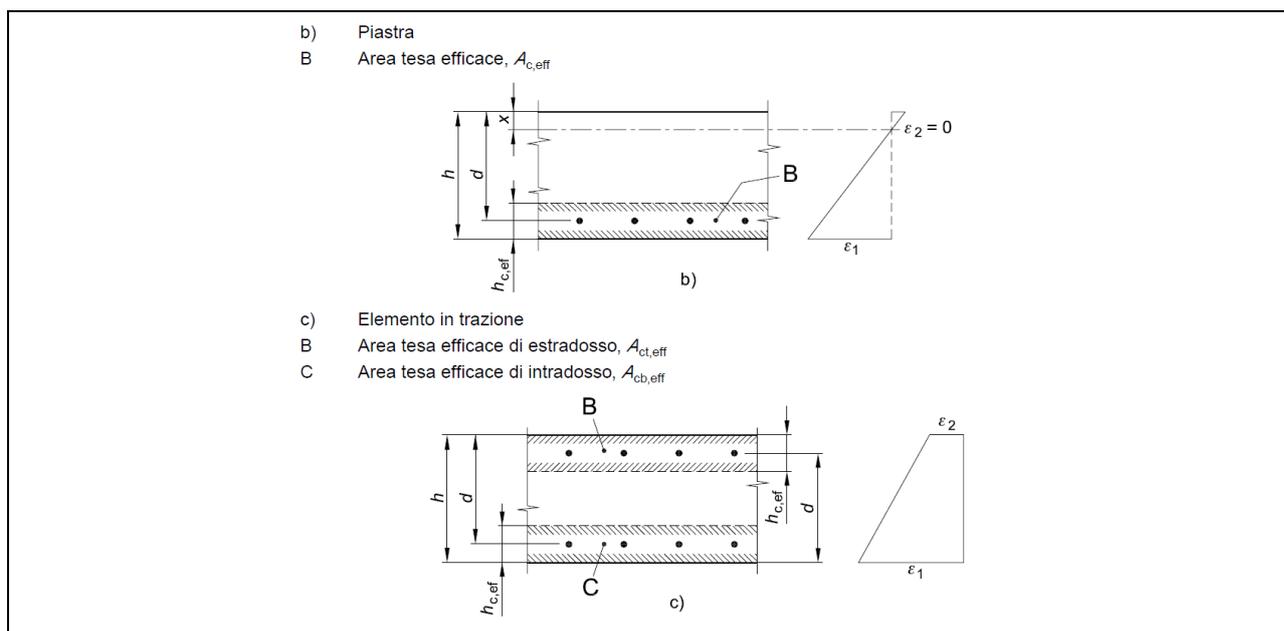


Figura 4 – UNI-EN 1992-1-1 Figura 7.1

APPALDATORE: Mandatario: salini impregilo Mandante: ASTALDI  S.I.F.E.L.	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALDATORE: Mandatario: TECH PROJECT <small>Ingegneria Integrata</small> Mandante: Lombardi <small>Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneri Consorziati</small> SETECO <small>Ingegneria S.r.l.</small>													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>19 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	19 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	19 di 26								

Ne segue:

$$h = 800 \text{ mm}$$

$$d = 750 \text{ mm}$$

$$h_{c,ef} = \dots = 125 \text{ mm}$$

$$f_{ctm} = 2.83 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$$

Area di armatura richiesta per m:

$$A_{s,min} = 1.00 \cdot 0.65 \cdot (2.83/450) \cdot 1000 \cdot 25 \text{ mm}^2/\text{m} = 510.97 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Si dispone rete $\varnothing 12/20 \times 20$ al lembo inferiore e superiore, con armatura pari a:

$$A_s = 113 \text{ mm}^2 \times 5 = 565 \text{ mm}^2/\text{m} .$$

Si dispone inoltre rete $\varnothing 12/20 \times 20$ nel piano medio del basamento.

7.1.1 Verifica trazione trasversale in corrispondenza dell'appoggio del G.E.

Le verifiche vengono condotte sulla base dei seguenti dati:

- appoggi lineari paralleli ai lati lunghi del G.E., di lunghezza pari a 3.65 m;
- dimensione trasversale dell'appoggio pari a 0.20 m, con lo spigolo esterno disposto a 0.10 m dal bordo del basamento.

La valutazione delle trazioni trasversali è eseguita adottando lo schema di cui a UNI-EN 1992-1-1 Figura 6.25 caso a), con

$$T = (1/4) \cdot [(b-a)/b] \cdot F \quad \text{UNI-EN 1992-1-1 §6.5.2 (6.58)}$$

$$a = 200 \text{ mm}$$

$$b = (100 + 200 + 100) \text{ mm} = 400 \text{ mm}$$

$$h = b = 400 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

APPALTATORE: Mandatario: salini impregilo Mandante: ASTALDI  	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario: TECH PROJECT <small>ingegneria integrata</small> Mandante: Lombardi <small>Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneri Consulenti</small> 													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>21 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	21 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	21 di 26								

8 VERIFICHE CAPACITÀ PORTANTE

La verifica di capacità portante viene effettuata nella combinazione sismica più significativa, in cui il sisma dominante è in direzione parallela al lato corto della fondazione. Di seguito si riportano gli scarichi all'intradosso della fondazione:

$$N = 190.3 \text{ kN} \quad FX = 52.1 \text{ kN} \quad FY = 15.6 \text{ kN} \quad MX = 10.3 \text{ kNm} \quad MY = 34.4 \text{ kNm}$$

La verifica è stata effettuata considerando i parametri geotecnici presenti al capitolo 4.3 della presente relazione.

I parametri di resistenza del terreno presi in considerazione i seguenti:

- $\varphi' = 24^\circ$
- $c' = 0$

come peso del terreno è stato considerato il valore:

- $\gamma_{\text{sat}} = 20 \text{ kN/m}^3$

APPALDATORE: Mandatario:	Mandante:	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA					
   	  						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO		PROGETTO RS39	LOTTO 1.0.V.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN.51.00.004	REV. A	PAGINA 22 di 26

(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

$$\begin{aligned}
 B &= 1.90 && (\text{m}) \\
 L &= 4.10 && (\text{m}) \\
 D &= 0.65 && (\text{m})
 \end{aligned}$$



Combinazione di verifica

1

AZIONI

	Valori di calcolo
N [kN]	190.30
M _b [kNm]	34.40
M _l [kNm]	10.30
T _b [kN]	52.10
T _l [kN]	15.60
H [kN]	54.39

Peso unità di volume del terreno

$$\begin{aligned}
 \gamma_1 &= 20.00 && (\text{kN/mc}) \\
 \gamma &= 20.00 && (\text{kN/mc})
 \end{aligned}$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$\begin{aligned}
 c' &= 0.00 && (\text{kN/mq}) \\
 \varphi' &= 24.00 && (\text{°})
 \end{aligned}$$

Valori di progetto

$$\begin{aligned}
 c' &= 0.00 && (\text{kN/mq}) \\
 \varphi' &= 24.00 && (\text{°})
 \end{aligned}$$

Profondità della falda

$$Z_w = 9.00 \text{ (m)}$$

$$\begin{aligned}
 e_B &= 0.18 && (\text{m}) \\
 e_L &= 0.05 && (\text{m})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B^* &= 1.54 && (\text{m}) \\
 L^* &= 3.99 && (\text{m})
 \end{aligned}$$

APPALTATORE: Mandatario: salini impregilo Mandante: ASTALDI  	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario: TECH PROJECT <small>Ingegneria Integrata</small> Mandante: Lombardi <small>Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneri Consulenti</small> 													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>23 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	23 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	23 di 26								

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 13.00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 20.00 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * \tan \varphi')}$$

$$N_q = 9.60$$

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

$$N_c = 19.32$$

$$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 9.44$$

S_c, S_q, S_γ : fattori di forma

$$S_c = 1 + B * N_q / (L * N_c)$$

$$S_c = 1.19$$

$$S_q = 1 + B * \tan \varphi' / L$$

$$S_q = 1.17$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 * B / L$$

$$S_\gamma = 0.85$$

APPALDATORE: Mandataria: salini impregilo Mandante: ASTALDI Costruzioni Linee Ferroviarie S.p.A. S.I.F.E.L.	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALDATORE: Mandataria: TECH PROJECT ingegneria integrata Mandante: Lombardi Lombardi Ingegneria S.r.l. Lombardi SA Ingegneri Consulenti SETECO ingegneria s.r.l.													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>24 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	24 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	24 di 26								

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.72 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 73.33 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.28 \quad m = 1.69 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

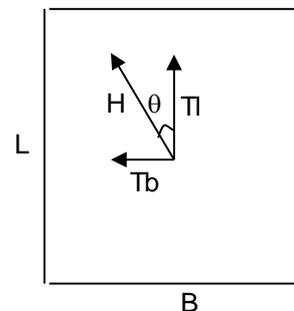
$$i_q = 0.57$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$$

$$i_c = 0.52$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.41$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1.13$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.15$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

APPALTATORE: Mandatario: salini impregilo	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALTATORE: Mandatario: TECH PROJECT													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>25 di 26</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	25 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	25 di 26								

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi')^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 0.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 0.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario caratteristico

$$q_{lim} = 143.69 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Carico limite unitario di calcolo

$$q_{res} = q_{lim} / \gamma_{R3} = 62.48 \quad (\text{kN/m}^2)$$

APPALDATORE: Mandatario:  Mandante:   	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO DELLA TRATTA BICOCCA – CATENANUOVA												
APPALDATORE: Mandatario:  Mandante:  													
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO ELETTROGENO ESTERNO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS39</td> <td>1.0.V.ZZ</td> <td>CL</td> <td>IN.51.00.004</td> <td>A</td> <td>26 di 26</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA	RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	26 di 26
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAGINA								
RS39	1.0.V.ZZ	CL	IN.51.00.004	A	26 di 26								

Pressione massima agente

$$q = N / B * L *$$

$$q = 30.99 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Coefficiente di sicurezza

$$F_s = q_{res} / q = 2.02$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

$$H_d = 54.39 \quad (\text{kN})$$

$$S_k = N * \tan(\varphi') + c' B * L *$$

$$S_k = 84.73 \quad (\text{kN})$$

$$S_d = S_k / \gamma_{R3} = 77.02 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento

$$F_s = H_d / S_d = 1.42$$

La verifica pertanto risulta ampiamente soddisfatta.