

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

Opere di sostegno viabilità - Lotto 3b

NV62A: paratia di pali MU84B

Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 78 CL MU84B0 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Feb-2020	A.Di Costanzo <i>A. Di Costanzo</i>	Feb-2020	A.Barreca <i>A. Barra</i>	Feb-2020	D.Tiberti Apr-2020
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Apr-2020	A.Di Costanzo <i>A. Di Costanzo</i>	Apr-2020	A.Barreca <i>A. Barra</i>	Apr-2020	

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Generale
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Paolo Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 18076

File: RS3T.3.0.D.78.CL.MU.84.B.0.001.B

n. Elab.: 78 509 15 1

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	1 di 27

INDICE

1	PREMESSA.....	2
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	2
2	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
4	ALLEGATI.....	5
5	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI	6
6	FASE CONOSCITIVA.....	7
6.1	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	7
6.2	CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	9
8	CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE – PARATIE	11
8.1	OPERE DI SOSTEGNO.....	11
8.1.1	Azioni.....	11
8.1.2	Approcci progettuali e metodi di verifica	11
8.1.3	Stabilità globale.....	13
9	VERIFICA DELLE OPERE.....	15
9.1	FASI DI CALCOLO.....	16
9.2	RISULTATI DELLE ANALISI E VERIFICHE.....	17
9.1	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	19
9.1.1	Verifiche SLE	19
9.1.2	Stabilità globale	20
9.2	VERIFICHE STRUTTURALI	21
9.3	VERIFICHE TAGLIO – STATICHE- SISMICHE	25

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
	NV62A: paratia di pali MU84B Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO MU 84 B 0 001	REV. B

1 PREMESSA

Il presente documento riguarda il dimensionamento delle opere di sostegno inquadrate all'interno dei lavori di costruzione della Direttrice Ferroviaria Messina – Catania – Palermo nuovo collegamento ferroviario Palermo-Catania, tratta Lercara dir. – Caltanissetta Xirbi (lotto 3).

1.1 Descrizione dell'opera

Nella presente relazione sono illustrati i calcoli e le verifiche della paratia definitiva che si sviluppa dal km 1+336.38 al km 14+499.16

Le opere di sostegno in esame consistono in paratie di pali trivellati con diametro nominale di 1000 mm ed interasse 1.2 m, con lunghezza pari a 10 m.

L'altezza massima di scavo è pari a 7.60 m.

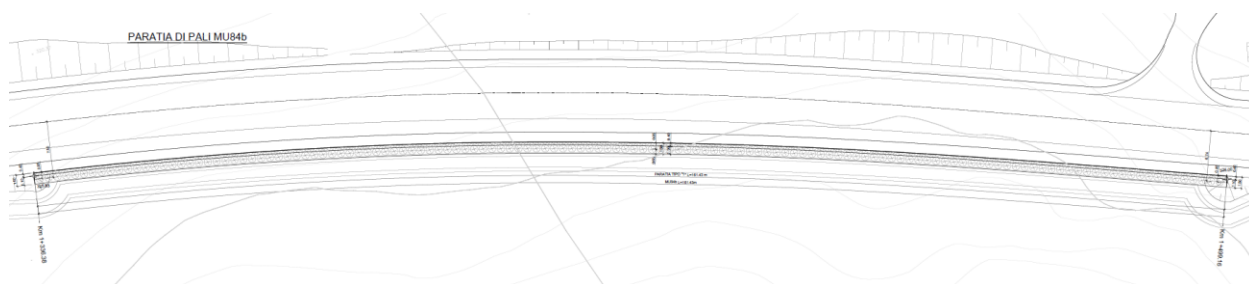


Figura 1-1 Pianta MU84B.

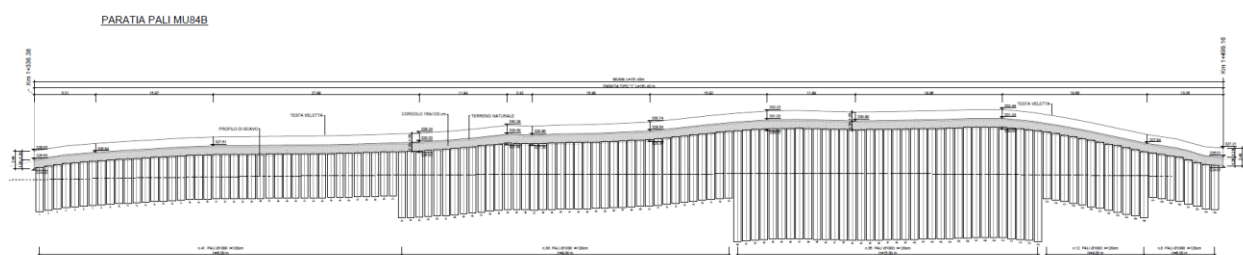


Figura 1-2 - Prospetto MU84B.

NV62A: paratia di pali MU84B

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	3 di 27

PARATIA TIPO "1"

SEZIONE TRASVERSALE

Scala 1:100

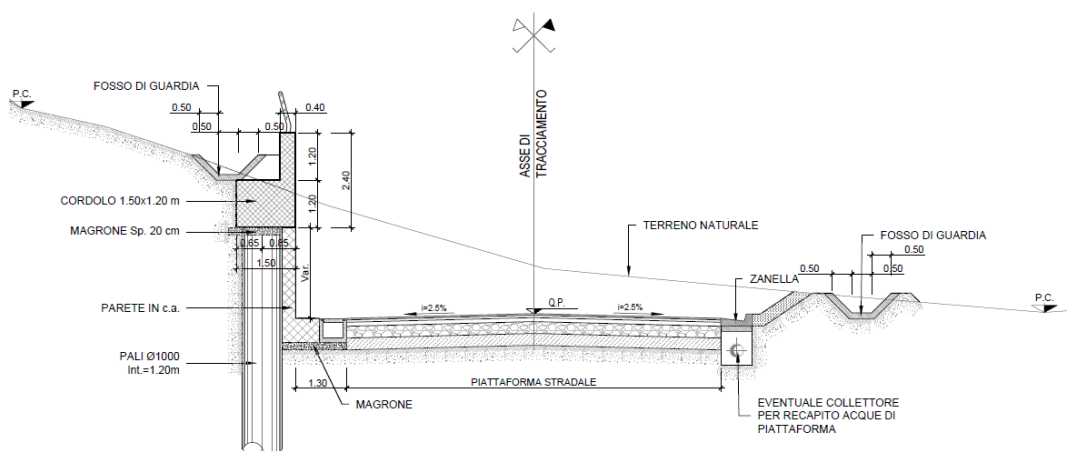


Figura 1-3 - Sezione tipo C MU84B.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	4 di 27

2 SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

In accordo con la Normativa vigente, al fine di valutare i parametri di azione sismica dell'area, si utilizzano le seguenti coordinate: lat = 37.730772 e long.= 13.668341

Si riporta inoltre di seguito in figura la posizione geografica dell'opera in esame.

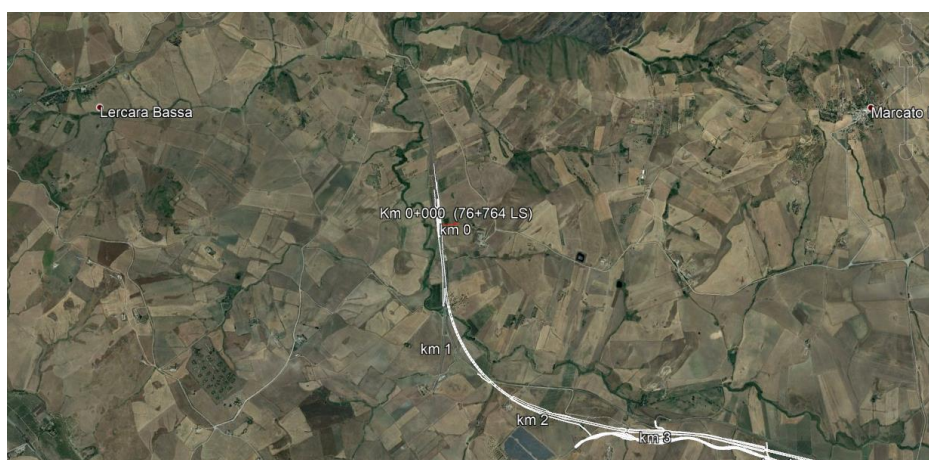


Figura 2-1 - Posizione Geografica

Nel seguito si mostrano le principali verifiche strutturali e geotecniche delle opere di sostegno secondo normativa NTC2018.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	5 di 27

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'interpretazione dei risultati e la redazione della presente relazione sono stati effettuati nel rispetto della Normativa in vigore.

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);

Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;

Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea.
Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione Europea.

Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2

RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili

4 ALLEGATI

Il documento è corredato dai seguenti allegati:

- RS3T.3.0.D.78.P9.MU.84.B.0.001: “Opere di sostegno viabilità – lotto 3b – NV62A: Paratia di pali MU84B - Pianta, prospetto e sezioni”

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	6 di 27

5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei diversi materiali impiegati nelle opere in progetto, con l'indicazione dei valori adottati nelle verifiche, nel rispetto delle indicazioni del DM 17/01/2018 e del “Manuale di progettazione delle opere civili” RFI DTC SI MA IFS 001 C.

Strutture di sostegno provvisionali

Calcestruzzo per pali	
Classe di resistenza	C25/30
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0.85 f_{ck} / 1.5 = 14.17 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3} = 29962 \text{ MPa}$

Acciaio per barre di armatura	
Tipo	B450C
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio (DM 17/01/2018).	$\sigma_{lim} = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	7 di 27

6 FASE CONOSCITIVA

Nella fase conoscitiva si acquisiscono gli elementi necessari alla caratterizzazione e modellazione geologica del sito e alla caratterizzazione e modellazione geotecnica del volume significativo del mezzo interessato dall'opera. Nel seguito si riporta un breve inquadramento geologico e la sintesi della caratterizzazione e modellazione geotecnica con specifico riferimento al volume significativo interessato dalle opere.

6.1 Inquadramento geotecnico

I risultati delle indagini geotecniche, in sito e di laboratorio, hanno permesso di definire il modello geotecnico, rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni/rocce interessati dalle opere.

In superficie è presente uno strato di coltre di spessore pari a 0.50 m circa che viene trascurato.

Si definiscono dunque i parametri geotecnici caratteristici utilizzati nelle analisi numeriche mostrate nel seguito.

U.G.	da	a	γ	c'	c_u	ϕ'	E_{op}	ν
[-]	[m]	[m]	[kN/m ³]	[kPa]	[kPa]	[°]	[MPa]	[-]
FYN4	0	40	21	19.5	178	22	270	0.3

in cui:

γ = peso specific del terreno;

c'_k = coesione efficace;

c_u = coesione non drenata;

ϕ'_k = angolo d'attrito efficace;

E'_{op} = modulo di Young

La falda è posta ad una profondità superiore a 30 metri dal piano campagna.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	8 di 27

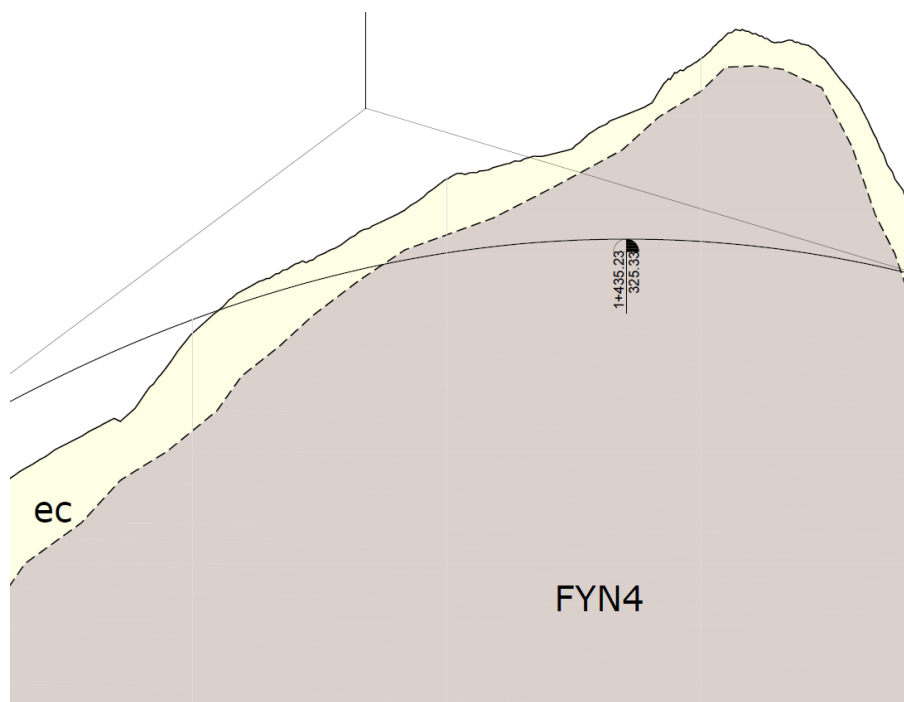


Figura 6-1 - Profilo geologico

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	9 di 27

6.2 Caratteristiche del sito e definizione dell'azione sismica

Le opere in progetto interessano un sito con le seguenti coordinate geografiche: lat = 37.730772 e long.= 13.668341

Alle strutture di sostegno, trattandosi di opere definitive, si attribuisce un periodo di riferimento $V_R = 50$ anni (cfr. tab. C2.4.I della Circolare 7/19).

Con riferimento alla probabilità di superamento dell'azione sismica, P_{VR} , attribuita allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), nel periodo V_R dell'opera in progetto, si determina il periodo di ritorno T_R del sisma di progetto:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale è stato valutato con approccio semplificato (cfr. § 3.2.2 del DM 17/01/2018) basato sulla classificazione del sottosuolo sulla base dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, poiché le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni sono chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.3.II del DM 17/01/2018.

La categoria di suolo di riferimento è la categoria di suolo C.

Pertanto, tenendo conto dei fattori locali del sito, l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito è valutata con la relazione (cfr. cap. 7 DM 17/01/2018):

$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)$$

dove:

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido;

S_s è il fattore di amplificazione stratigrafica del terreno, funzione della categoria del sottosuolo di fondazione e dei parametri sismici F_0 e a_g/g (Tabella 3.2.IV del D.M. 17/01/2018);

S_T è il fattore di amplificazione che tiene conto delle condizioni topografiche, il cui valore dipende dalla categoria topografica e dall'ubicazione dell'opera (Tabella 3.2.V del D.M. 17/01/2018).

I valori delle grandezze necessarie per la definizione dell'azione sismica per le opere sono riportati nella seguente tabella:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	10 di 27

Tabella 1 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

	Km 1+336.38 – Km 1+499.16	
	Strutture di sostegno	
Coord. geografiche	Latitudine: 37.730772	Longitudine: 13.668341
T_R	712 (SLV)	
$a_g(g)$	0.098	
F_0	2.629	
Categoria sottosuolo	C	
S_s	1.50	
Categoria topografica	T2	
S_T	1.20	
a_{max}/g	0.176	

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	11 di 27

7 CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE – PARATIE

Le verifiche sono state condotte in accordo con le prescrizioni e le indicazioni del DM 17/01/2018 e della Circolare n.7/19.

7.1 Opere di sostegno

7.1.1 Azioni

Le azioni considerate per la verifica delle strutture di sostegno sono le seguenti:

- **azioni permanenti:** peso proprio degli elementi strutturali, spinta del terreno a monte e a valle dell'opera, carico fittizio simulante l'inclinazione del pendio a monte dell'opera opportunamente discretizzato in modo da simulare fedelmente il reale andamento del profilo topografico del pendio.
- **azioni variabili:** carico variabile sul piano campagna a monte della struttura di sostegno, Q_{1M} , atto a schematizzare nella fase costruttiva l'eventuale presenza di sovraccarichi di varia natura connessi alla realizzazione delle opere.
- **azione sismica:** l'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo è definita nel paragrafo 6.2.

7.1.2 Approcci progettuali e metodi di verifica

Le verifiche delle strutture di sostegno sono state condotte nei riguardi dei seguenti stati limite ultimi (SLU):

- collasso del complesso opera-terreno;
- instabilità globale dell'insieme terreno-opera;
- sfilamento di uno o più ancoraggi;
- raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi,
- raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

Per le strutture di sostegno flessibili si adotta l'Approccio Progettuale 1 con le due combinazioni di coefficienti parziali (tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I del DM 17/01/2018):

- combinazione 1: $A1 + M1 + R1$
- combinazione 2: $A2 + M2 + R1$.

Il dimensionamento geotecnico dell'opera è stato condotto con la verifica di stati limite ultimi GEO, applicando la Combinazione 2 ($A2+M2+R1$). Per le verifiche di stati limite ultimi STR

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	12 di 27

l'analisi è stata condotta con la combinazione 1 (A1+M1+R1), applicando i coefficienti parziali A1 ($\gamma = 1,3$) all'effetto delle azioni. A tale scopo, nelle analisi, i valori caratteristici dei carichi variabili sfavorevoli sono stati amplificati di un coefficiente pari a $1,5/1,3 = 1,15$.

Al fine di rispettare le richieste della Normativa in merito al modello geometrico di riferimento (§6.5.2.2 DM 17/01/2018) nel caso di opere in cui la funzione di sostegno è affidata alla resistenza del volume di terreno a valle dell'opera, la quota di valle è diminuita della quantità prevista, per opere vincolate:

$$\Delta h = \min (0.5; 10\% \Delta t)$$

in cui Δt è la differenza di quota tra il livello inferiore di vincolo e il fondo scavo.

Il corretto dimensionamento nei confronti degli SLU assicura che gli spostamenti dell'opera siano compatibili con le esigenze di funzionalità della stessa; pertanto, trattandosi di opere provvisoriale, in assenza di fabbricati o altre opere da salvaguardare a ridosso delle stesse, non si ritengono necessarie ulteriori valutazioni di verifica nei confronti degli SLE.

Per le verifiche di stabilità globale è stato applicato l'Approccio 1- Combinazione 2 (A2+M2+R2 – tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I del DM 17/01/2018).

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), con riferimento alla configurazione finale dell'opera di sostegno. Per le verifiche in condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici sono pari all'unità. Si adotta il metodo pseudostatico, calcolando il coefficiente sismico orizzontale secondo le prescrizioni della normativa (DM 17/01/2018):

$$k_h = \alpha \cdot \beta \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right)$$

dove:

- $a_{\max}$ è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito,
- α è il coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 del DM 17/01/2018);
- β è il coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 17/01/2018).

Per la definizione dell'azione sismica si rimanda al paragrafo 7.4. L'effetto del sisma sulle strutture di sostegno è ottenuto applicando un incremento di spinta (cfr § 7.11.6.3.1 del D.M. 17/01/2018 e § C7.11.6.3 della Circolare 7/19) del terreno valutato secondo la teoria di Mononobe-Okabe, agente direttamente sulla paratia secondo una distribuzione uniforme sull'intera altezza dell'opera.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	13 di 27

$$\Delta S_E = \left[\frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot (K_{aE} - K_a) \right] / H,$$

dove: γ rappresenta il peso dell'unità di volume della formazione con la quale l'opera interagisce, H rappresenta l'altezza totale dell'opera (comprensiva del tratto infisso), K_{aE} e K_a rappresentano i coefficienti di spinta attiva in condizioni sismiche e statiche rispettivamente.

Per la valutazione della spinta passiva si assume $\alpha=1$ (§7.11.6.3 del DM 17/01/2018). Il coefficiente sismico verticale, k_v , si assume pari a 0 (§7.11.6.3 del DM 17/01/2018).

I coefficienti di spinta attiva sono determinati attraverso la relazione di Mononobe (1929) e Okabe (1926). I coefficienti di spinta passiva sono determinati attraverso la relazione di Lancellotta (2007). L'angolo di attrito terreno/struttura, δ , si assume pari a 2/3 della resistenza al taglio del terreno naturale.

Le verifiche sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo PARATIE (Paratie Plus 2014.1).

Le verifiche di stabilità globale sono state condotte con il codice di calcolo SLOPE/W (GEO-SLOPE/W 2007).

7.1.3 Stabilità globale

In accordo con le indicazioni del DM 17/01/2018 § 6.8.2, le verifiche di sicurezza SLU sono state condotte secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2), in cui A2 sono i coefficienti moltiplicativi delle azioni e M2 e R2 sono i coefficienti riduttivi dei parametri di resistenza dei materiali e della resistenza globale del sistema. Il rapporto tra R_d ed E_d dovrà risultare sempre maggiore o uguale a $\gamma_R = 1.1$ in condizioni statiche per assicurare che la verifica di sicurezza richiesta da normativa sia rispettata.

Per le verifiche sismiche si applicano gli stessi criteri ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§7.11.1 e § 7.11.4 del DM 17/01/2018) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$. (§ 7.11.4 del DM 17/01/2018).

Per la valutazione della superficie di scorrimento critica (ed in generale di tutte le superfici di scorrimento) è stato utilizzato il metodo di Morgenstern & Price.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi SLV, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_h = k_h \cdot W \quad \text{ed} \quad F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v pari rispettivamente ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max} / g \quad \text{e} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	14 di 27

in cui:

- β_s : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- a_{max} : accelerazione orizzontale massima attesa al sito (cfr. §7.4).
- g : accelerazione di gravità.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	15 di 27

8 VERIFICA DELLE OPERE

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell'opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

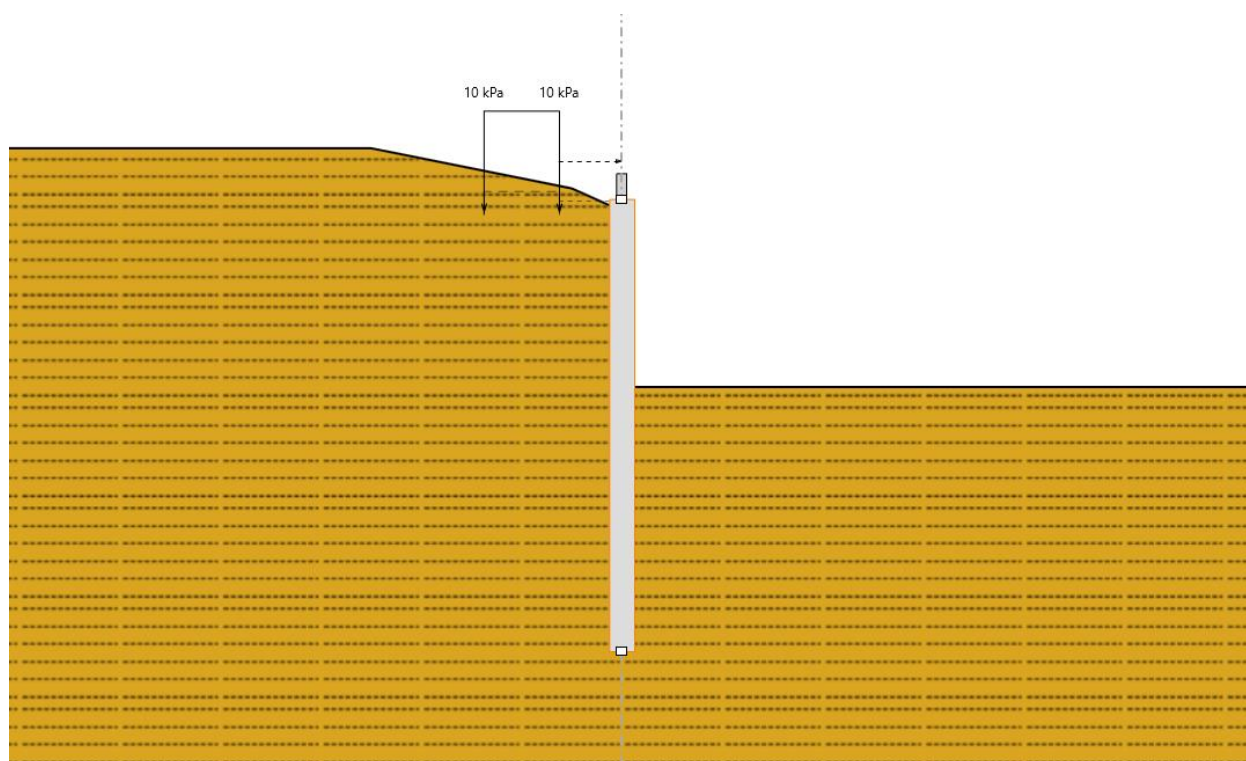


Figura 8-1 - Schema di calcolo paratia

Tabella 1. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali $\phi 1000$ ad interasse 1.20 m
Altezza totale paratia	$H_{\text{tot}} = 19.20$ m
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 7.10\text{m} \pm (7.10+0.50) = 7.60\text{m}$ a f.d.s
Inclinazione del piano campagna a monte	18°
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi a monte	$g = 10$ kPa

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO MU 84 B 0 001	REV. B	FOGLIO 16 di 27

U.G.	da	a	γ	c'	c_u	ϕ'	E_{op}	ν
[-]	[m]	[m]	[kN/m ³]	[kPa]	[kPa]	[°]	[MPa]	[-]
FYN4	0	40	21	19.5	178	22	270	0.3

Tabella 2. Parametri geotecnici di calcolo

U.G.	Condizione	Cat. sottosuolo	Cat. topografica	a_g (g)	S_s	a_{max}/g
[-]	[-]	[-]	[kN/m ³]	[-]	[-]	[-]
FYN4	SLV	C	T2	0.098	1.5	0.176

Tabella 3. Parametri per l'analisi sismica

8.1 Fasi di calcolo

- 1) Geostatico e carico del versante a monte della paratia di pali
- 2) Inserimento della paratia di pali
- 3) Primo step di scavo
- 4) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la “Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)”, posizione della falda a monte sotto la quota di fondo scavo.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	17 di 27

8.2 Risultati delle analisi e verifiche

A seguire si riportano i diagrammi del momento flettente e del taglio ottenuti dalle analisi.

	Nmax	Mmax		Tmax
	daN	daNm		daN
SLU - A1+M1	16493	45690		1522
SLU - A1+M1	12174	26356		16904
SLV	20420	169056		2230
SLV	27096	77989		39362
SLE	16493	34709		1097

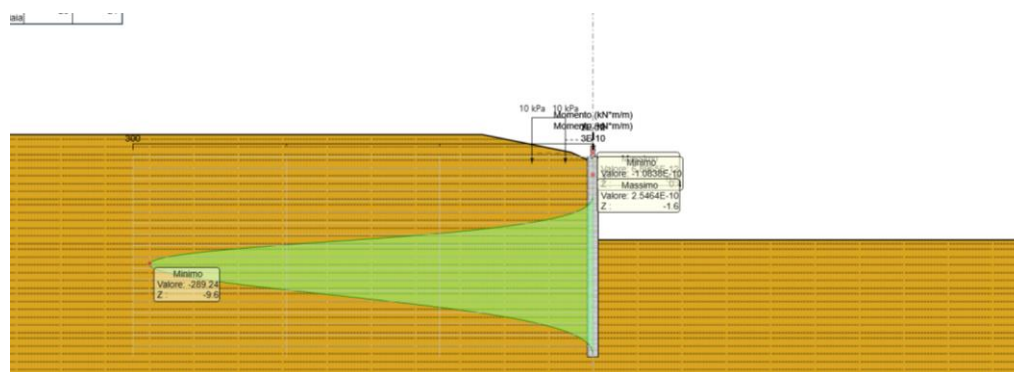


Figura 8-2 – Momento SLE.

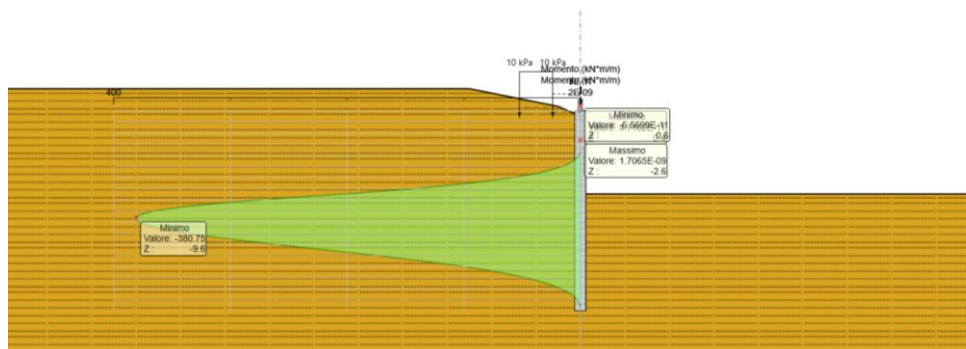


Figura 8-3 – Momento SLU.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO MU 84 B 0 001	REV. B	FOGLIO 18 di 27

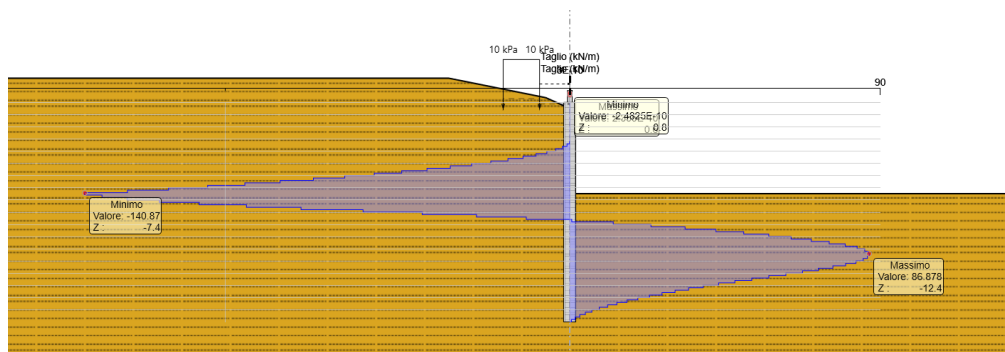


Figura 8-4 – Taglio SLU.

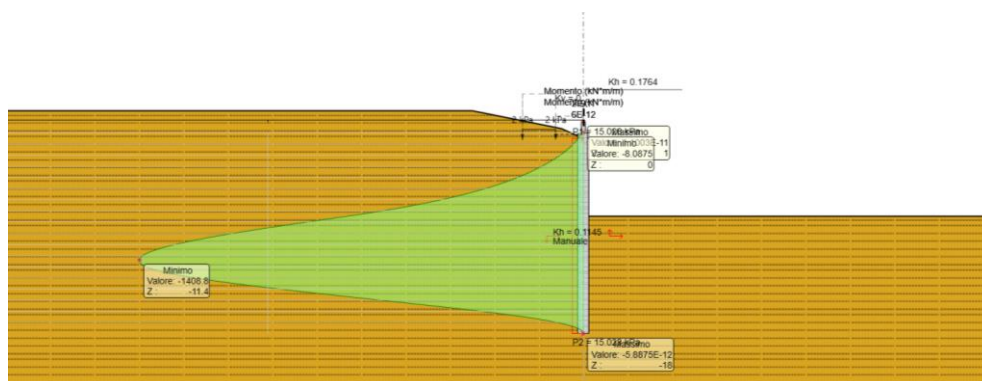


Figura 8-5 – Momento SLV.

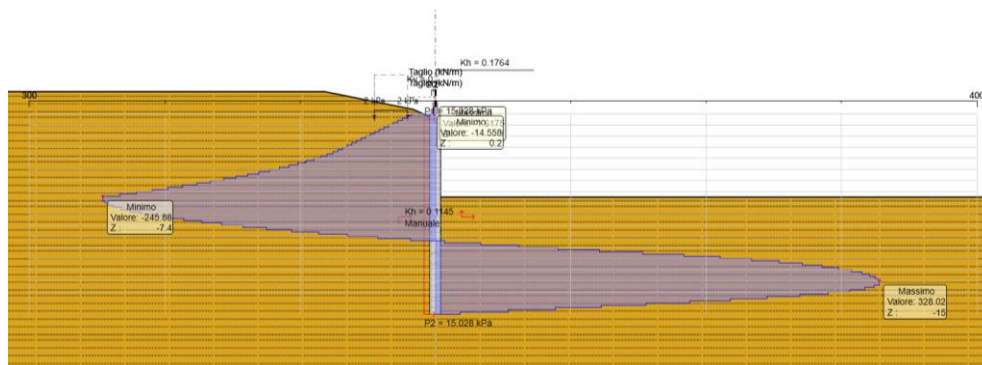


Figura 8-6 – Taglio SLV.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	19 di 27

8.1 Verifiche geotecniche

8.1.1 Verifiche SLE

Nell'immagine che segue si riporta lo spostamento della paratia in fase 4.

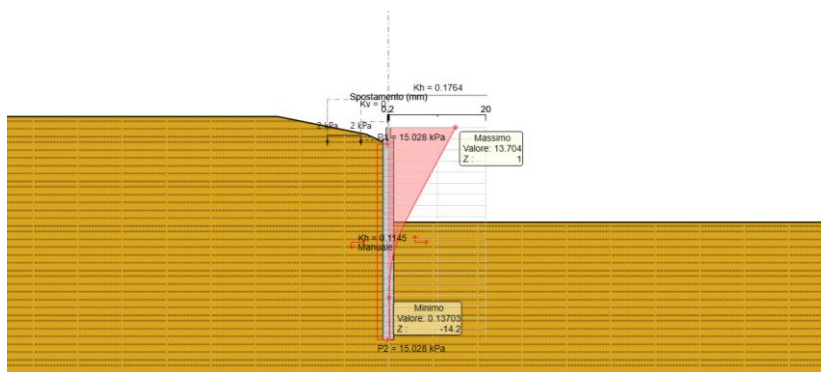


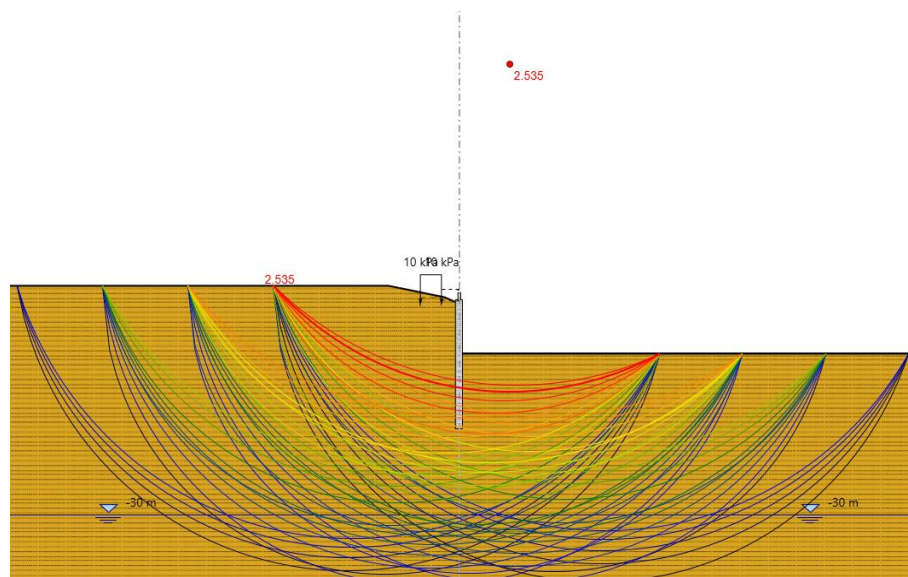
Figura 8-7. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	20 di 27

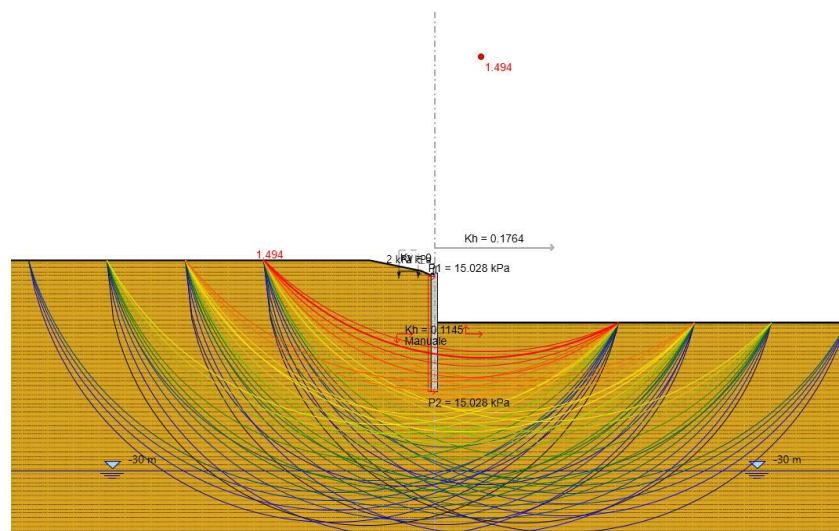
8.1.2 Stabilità globale

CONDIZIONI STATICHE



Verifica soddisfatta

CONDIZIONI SISMICHE



Verifica soddisfatta

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	21 di 27

8.2 Verifiche strutturali

DATI GENERALI

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60	daN/cm²
	Resis. compr. ridotta fcd':	70.80	daN/cm²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm²
	Resis. media a trazione fctm:	26.00	daN/cm²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	150.00	daN/cm²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00	daN/cm²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	112.50	daN/cm²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm²
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30
Raggio circ.:	50.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N° Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
	NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo		RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B
						FOGLIO
						22 di 27

N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	30	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	16493	45690	0	1522	0
2	12174	26356	0	16904	0
3	20420	169056	0	2230	0
4	27096	77989	0	39362	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	16493	34709	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	16493	34709 (38727)	0 (0)

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

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

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
	NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo		RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B
						FOGLIO
						23 di 27

N°Comb.	N	Mx	My
1	16493	34709 (38727)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.1	cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0	cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	16493	45690	0	16513	215046	0	4.71	159.3(23.6)
2	S	12174	26356	0	12159	214199	0	8.13	159.3(23.6)
3	S	20420	169056	0	20423	215805	0	1.28	159.3(23.6)
4	S	27096	77989	0	27109	217099	0	2.78	159.3(23.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	50.0	0.00253	0.0	41.5	-0.00689	0.0	-41.5
2	0.00350	0.0	50.0	0.00253	0.0	41.5	-0.00696	0.0	-41.5
3	0.00350	0.0	50.0	0.00254	0.0	41.5	-0.00683	0.0	-41.5
4	0.00350	0.0	50.0	0.00255	0.0	41.5	-0.00673	0.0	-41.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
	NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Relazione di calcolo		RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B
						FOGLIO
						24 di 27

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000113555	-0.002177738	----	----
2	0.000000000	0.000114290	-0.002214482	----	----
3	0.000000000	0.000112905	-0.002145233	----	----
4	0.000000000	0.000111791	-0.002089550	----	----

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	37.3	0.0	0.0	-773	0.0	-41.5	1159	37.2

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00045	0	0.500	26.0	72	0.00023 (0.00023)	383	0.089 (0.20)	38727	0

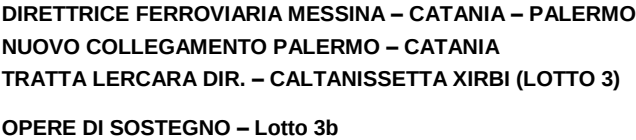
COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	37.3	0.0	0.0	-773	0.0	-41.5	1159	37.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00045	0	0.500	26.0	72	0.00023 (0.00023)	383	0.089 (0.30)	38727	0

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



N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	37.3	0.0	0.0	-773	0.0	-41.5	1159	37.2

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00045	0	0.500	26.0	72	0.00023 (0.00023)	383	0.089 (0.20)	38727	0

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	644028	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γc	1.5		
1+(200/d)^0,5	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	10	φ	26.0
Asl	5309	mm ²				
Asl/(bw· d)	0.008					
ρ1	0.008		Vrd	319.9	kN	
vmin	0.325		Ved	169	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	1.89	-	
Vrd	319860	N				
Non necessita di armatura a taglio						

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	26 di 27

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	644028	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	10	ϕ	26.0
Asl	5309	mm ²				
Asl/(bw· d)	0.008					
ρ_1	0.008		Vrd	319.9	kN	
vmin	0.325		Ved	394	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.81	-	
Vrd	319860	N				
Occorre armatura a taglio						

La sezione necessita armatura a taglio, si prevede una spirale $\phi 12$ passo 10 cm .

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 10.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [daN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) OPERE DI SOSTEGNO – Lotto 3b					
NV62A: paratia di pali MU84B	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo	RS3T	30 D 78	CL	MU 84 B 0 001	B	27 di 27

Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lunghezza proiettata sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1522	216938	60480	77.9 68.3	88.4	1.000	1.015	0.6	22.6(0.0)
2	S	16904	216369	60547	77.9 68.4	88.4	1.000	1.011	6.3	22.6(0.0)
3	S	2230	217457	60419	77.9 68.3	88.4	1.000	1.018	0.8	22.6(0.0)
4	S	39362	218327	60315	77.9 68.1	88.4	1.000	1.024	14.8	22.6(0.0)

Per l'armatura sono state impiegate 30 barre con diametro ϕ 26 mm.