

S.S. n.626 della "Valle del Salso"

Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela

Itinerario Gela – Agrigento – Castelvetro

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. PA83

**PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

**PROGETTISTA:**

*Responsabile Integrazioni specialistiche Dott. Ing. Giovanni Piazza*  
*Responsabile Tracciato stradale Dott. Ing. Massimo Capasso*  
*Responsabile Strutture Dott. Ing. Giovanni Piazza*  
*Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti Dott. Ing. Sergio Di Maio*  
*Responsabile Ambiente e SIA Dott. Ing. Francesco Ventura*

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**



**GEOLOGO:**

*Geol. Enrico Curcuruto*

**COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. Sergio Di Maio*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

*Dott. Ing. Maria Coppola*



**OPERE MINORI**

**OPERE DI SOSTEGNO**

**PARATIE**

**Relazione tecnica di calcolo**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	PA83_P000S02GETRE01_A			
DPPA0083	D 19	CODICE ELAB.	P000S02GETRE01	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	FEB. 2020	F.SALUTE	G.PIAZZA	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

## INDICE

---

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>3</b>
1.1	OGGETTO.....	3
1.2	VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'OPERA	3
1.2.1	<i>Vita Nominale <math>V_n</math></i> .....	3
1.2.2	<i>Classi d'Uso</i> .....	4
1.2.3	<i>Periodo di Riferimento per l'azione sismica</i> .....	5
1.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	5
<b>2</b>	<b>NORMATIVE E RIFERIMENTI</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>NORME TECNICHE</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO</b> .....	<b>8</b>
4.1	CALCESTRUZZI .....	8
4.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i> .....	8
4.1.2	<i>Copriferri nominali</i> .....	9
4.1.3	<i>Resistenze di progetto</i> .....	11
4.1.4	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	12
4.2	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRORISALDATE .....	14
4.2.1	<i>Qualità dell'acciaio</i> .....	14
4.2.2	<i>Resistenze di progetto</i> .....	14
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO</b> .....	<b>15</b>
5.1	STRATIGRAFIA DI CALCOLO .....	15
<b>6</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA DELLE PARATIE</b> .....	<b>17</b>
6.1	MODELLO DI CALCOLO .....	17
6.2	COEFFICIENTI DI SPINTA.....	18
6.3	STORIE DI CARICO.....	20
<b>7</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>22</b>

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

7.1	ANALISI ESEGUITE.....	22
7.2	AZIONE SISMICA.....	22
7.3	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI .....	23
7.4	SPINTA DELLE TERRE .....	23
7.5	CARICHI ACCIDENTALI .....	23
7.6	COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....	23
<b>8</b>	<b>RISULTATI DELLE ANALISI .....</b>	<b>25</b>
8.1	PARATIA $H_{\text{SCAVO FINALE}} = 4 \text{ M}$ E $L_{\text{PALI}} = 11 \text{ M}$ .....	25
8.2	PARATIA $H_{\text{SCAVO FINALE}} = 5 \text{ M}$ E $L_{\text{PALI}} = 16 \text{ M}$ .....	30
8.3	PARATIA $H_{\text{SCAVO FINALE}} = 6 \text{ M}$ E $L_{\text{PALI}} = 20 \text{ M}$ .....	34
<b>9</b>	<b>VERIFICHE .....</b>	<b>40</b>
9.1	VERIFICHE STRUTTURALI.....	40
9.1.1	<i>Verifiche a flessione.....</i>	40
9.1.2	<i>Verifiche a taglio .....</i>	47
9.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	48
9.3	VERIFICHE SLE .....	48
9.4	ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE .....	49
<b>10</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>55</b>
10.1	PARATIA $H_{\text{SCAVO FINALE}} = 6 \text{ M}$ E $L_{\text{PALI}} = 20 \text{ M}$ .....	55
10.2	PARATIA $H_{\text{SCAVO FINALE}} = 5 \text{ M}$ E $L_{\text{PALI}} = 16 \text{ M}$ .....	66
10.3	PARATIA $H_{\text{SCAVO FINALE}} = 4 \text{ M}$ E $L_{\text{PALI}} = 11 \text{ M}$ .....	77

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

## **1 GENERALITA'**

### **1.1 Oggetto**

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche strutturali e geotecniche effettuate per la progettazione delle **paratie di linea PA01, PA02, PA03, PA04, PA05** previste nell'ambito dei lavori "S.S. n.626 – Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)".

I calcoli e le verifiche strutturali di resistenza relative alle sezioni più sollecitate sono stati elaborati utilizzando lo schema statico bidimensionale nel rispetto del metodo semiprobabilistico agli stati limite. E' stata eseguita, inoltre, la verifica allo stato limite di apertura delle fessure. Gli stati limite di tipo geotecnico vengono verificati secondo l'equilibrio limite.

Le analisi e le verifiche statiche sono condotte conformemente al livello di Progettazione Definitiva di cui trattasi e mirano al dimensionamento degli elementi principali per consentirne una piena definizione dal punto di vista prestazionale ed economico (§art. 26 e 29 D.P.R. 5/10/2010, n°207).

Le analisi e le verifiche degli aspetti di dettaglio, saranno sviluppate nella successiva fase di Progettazione Esecutiva.

### **1.2 Vita Nominale di progetto, Classe d'uso e Periodo di Riferimento dell'opera**

#### **1.2.1 Vita Nominale $V_n$**

La vita nominale di progetto  $V_n$  di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di  $V_n$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. (§ 2.4.1 NTC2018). Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA83	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

**Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni**

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

*Tabella 1.1 – Valori minimi della Vita nominale  $V_n$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni*

In accordo con la Committenza Anas è stato assunto:

- Vita Nominale di progetto:  $V_N = 100$  anni (costruzioni con livelli di prestazione elevati).

### 1.2.2 Classi d'Uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite (§2.4.2 NTC2018):

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Relativamente alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, delle opere di cui trattasi, vi si attribuisce:

- Classe d'Uso: **IV**;
- Coefficiente d'Uso:  $C_U = 2.0$ .

### 1.2.3 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento, impiegato nella valutazione delle azioni sismiche risulta pari a:

- Periodo di Riferimento:  $V_R = V_N \times C_U = 100 \times 2.0 = 200$  anni.

### 1.3 Descrizione delle opere

Le opere oggetto della presente relazione sono le seguenti:

- PA01 (SX da Pr 7+380 a 7+444, L= 81 m);
- PA02 (SX da Pr 10+340 a 10+440, L= 100 m);
- PA03 (DX da Pr 10+340 a 10+460, L= 120 m);
- PA04 (SX da Pr 11+160 a 11+380, L= 220 m);
- PA05 (DX da Pr 11+160 a 11+380, L= 220 m);

Si tratta di paratie di pali trivellati  $\phi 1200$  disposti ad interasse 1.40 m.

Le lunghezze dei pali sono determinate in funzione delle altezze di scavo con il seguente criterio:

$L_{\text{palo}} = 20 \text{ m per } H_{\text{scavo tot}} \geq 5 \text{ m}$

$L_{\text{palo}} = 16 \text{ m per } 4 \text{ m} \leq H_{\text{scavo tot}} < 5 \text{ m}$

$L_{\text{palo}} = 11 \text{ m per } H_{\text{scavo tot}} < 4 \text{ m}$

Si specifica che, le altezze di scavo totali sopra riportate, sono relative alla configurazione finale e fanno riferimento alla testa del cordolo di coronamento. In fase di realizzazione si è tenuto conto dell'approfondimento dello scavo al piede ( $h_s = 1.5 \text{ m}$ ), per consentire la posa dei tubi di raccolta delle acque di piattaforma come verrà meglio specificato in seguito.

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>PA83</b>	<b><i>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</i></b>	

Vista la variabilità spaziale delle paratie lungo il tracciato il dimensionamento degli elementi e le verifiche sono state eseguite per la situazione più gravosa e rappresentativa, cioè quella della paratia PA04 lato SX in virtù delle seguenti caratteristiche:

- Terreno a monte rialzato rispetto alla quota della testa paratia;
- Stratigrafia caratterizzata da uno strato superficiali relativo al litotipo ALF, e uno strato sottostante relativo al litotipi Aa;
- Azione Sismica maggiore tra quelle che caratterizzano i siti di ubicazione delle varie paratie ( $ag/g = 0.180$ ).

La falda libera di superficie, a favore di sicurezza, è posta alla quota della testa dei pali.

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>PA83</b>	<b><i>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</i></b>	

## **2 NORMATIVE E RIFERIMENTI**

Le analisi e le verifiche delle strutture sono state effettuate nel rispetto della seguente normativa vigente:

- [D\_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D\_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [D\_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità (Dicembre 2016).
- [D\_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).

## **3 NORME TECNICHE**

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 GRUPPO FS ITALIANE
PA83	<i>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</i>	

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

### 4.1 Calcestruzzi

#### 4.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme [D\_3] e [D\_4] .

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione tenuto conto che il tracciato si sviluppa oltre 2 km dalla linea di costa è stata esclusa l'applicazione della classe XS (Corrosione indotta dai cloruri contenuti nell'acqua di mare).

Analogamente, in accordo alla "Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano" contenuta nell'appendice A alla norma [D\_4], che attribuisce alla Sicilia un livello di rischio **Nullo**, è stata esclusa l'applicazione della classe XF (Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti), e conseguentemente della classe XD (corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare).

Relativamente all'applicazione della classe XA (Attacco chimico da parte del terreno naturale e delle acque contenute nel terreno), le analisi chimiche eseguite su campioni di terreno e su acqua di falda ai sensi della norma UNI EN 206, hanno evidenziato concentrazioni di solfati ( $SO_4$ ) nelle acque di falda, tali da rientrare nei range illustrati nel prospetto 2 della norma [D\_3].

Di seguito il prospetto di sintesi riportato nel report "Documentazione indagini ambientali", prodotto da TECNOIN (§4.4 – Attacco chimico del calcestruzzo).

#### *Classe di esposizione per le acque*

Denominazione		Acqua					Classi di esposizione		
		S04	S09	S13	S28	S30	XA1	XA2	XA3
PARAMETRO	U. M.								
Solfati (ione solfato)	mg/L	2400	250	2600	3700	2010	200-600	600-3000	3000-6000
pH	unità pH	6,62	6,97	7	6,93	6,94	5.5-6.5	4.5-5.5	4.0-4.5
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )	mg/L	11	4	10	8	7	15-40	40-100	>100
Ammoniaca (ione ammonio)	mg/L	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	15-30	30-60	60-100
Magnesio	mg/L	65	57	61	59	58	300-1000	1000-3000	>3000

Le concentrazioni di solfati rilevate in larga prevalenza permettono di definire per le membrature di fondazione una classe di esposizione XA2.

Di seguito, per ciascun elemento viene riportata la classe di esposizione che risulta vincolante ai fini delle caratteristiche della miscela. Inoltre, sono riportati la classe di resistenza, i range previsti per le dimensioni massime degli aggregati, la classe di consistenza, il valore massimo del rapporto acqua/cemento, il tipo di cemento da impiegare in funzione della parte d'opera e il contenuto minimo di cemento:

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)			
CALCESTRUZZO PER	Magrone	Sottofondazioni - Pali trivellati	Cordoli di testa
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)	<b>C12/15</b>	<b>C32/40</b>	<b>C32/40</b>
Classe di esposizione ambientale	-	<b>XC2-XA2</b>	<b>XC2-XA2</b>
φ max inerti (mm)	Dupper	32	32
	Dlower	20	20
Classe di consistenza	-	<b>S5</b>	<b>S4</b>
Rapporto max acqua/cemento	-	0.50	0.50
Tipo di cemento (secondo UNI EN 197-1)	-	<b>CEM IV</b>	<b>CEM IV</b>
Contenuto minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	150	340***	340***

*Tabella 4.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi*

\* Cemento LH (Low Heat) a basso calore di idratazione.

\*\* I contenuti di cemento indicati saranno verificati in sede di prequalifica, imponendo che il riscaldamento del calcestruzzo del nucleo in condizioni adiabatiche rispetti le seguenti condizioni:

- $\delta T_{3gg} \leq 35^\circ$  per getti di spessore non superiore a 2 m;
- $\delta T_{7gg} \leq 35^\circ$  per getti di spessore superiore a 2 m.

In ogni caso, dovrà essere garantito il rispetto delle classi di esposizione e resistenza sopra indicate.

\*\*\* cemento tipo SR resistente ai solfati secondo EN 197/1.

#### **4.1.2 Copriferrini nominali**

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrino), ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, sono riportati nella Tab. C4.1.IV delle circolari applicative §[D\_2], nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tab. 4.1.IV delle NTC:

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Tabella C4.1.IV - Copriferrì minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
$C_{min}$	$C_0$	ambiente	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

I valori della tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con Vita Nominale di 50 anni (tipo 2 della Tab. 2.4.1 delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 della citata Tab. 2.4.1), i valori della Tab. C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm.

Per la definizione del calcestruzzo nominale, ai valori minimi di copriferro vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

La tabella seguente illustra, i valori del calcestruzzo nominale, richiesti in base all'applicazione dei criteri sopra esposti e specializzati al caso in esame:

**DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRI NOMINALI SECONDO NTC2018**

Dati generali relativi all'opera	Var	unità	
Tipo di costruzione (1=temp. o provvisoria; 2 = prestazioni ordinarie; 3=prestazioni elevate)	TC		3
Vita nominale dell'opera	$V_N$	anni	100

Tabella C4.1.IV Copriferrì minimi in mm

ambiente	$R_{ckmin}$	$R_{ck0}$	barre da c.a.				cavi da c.a.p.			
			elementi a piastra		altri elementi		elementi a piastra		altri elementi	
			$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$
ordinario	30	45	15	20	20	25	25	30	30	35
aggressivo	37	50	25	30	30	35	35	40	40	45
molto ag.	45	55	35	40	40	45	5	50	50	50

Elemento		Sottofondazioni pali trivellati	Cordoli di testa
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)		1	1
Elemento a piastra		NO	SI
Classe di esposizione		XC2 - XA2	XC2 - XA2
Ambiente		aggressivo	aggressivo
Rck	Mpa	40	40
Check Rck min		OK	OK
copriferrì minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	mm	35	30
incremento Per $V_n=100$ (tipo di costruzione 3)	mm	10	10
elem. prefabbricato con ver. Copriferrì*		NO	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferrì		0	0
Tolleranza di posa		10	10
copriferrì nominale	mm	55	50
<b>copriferrì nominale di progetto</b>	mm	<b>75</b>	<b>50</b>

\* Elemento prefabbricato prodotto con sistema sottoposto a controllo di qualità che comprenda la verifica dei copriferri

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 GRUPPO FS ITALIANE
PA83	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

*Tabella 4.2 – Valori dei copriferri nominali in base alle NTC2018*

I valori effettivamente adottati per i copriferri nominali di progetto tengono conto anche di criteri di uniformità e della volontà di garantire valori maggiori dei minimi di norma per superfici contro-terra e particolarmente per le opere di sottofondazione. In questo caso, si è fatto riferimento alla indicazione dell'EC2 (EN 1992-1-1), che fissa a 75 mm il valore da garantire per il copriferro di opere gettate direttamente contro il terreno.

### 4.1.3 Resistenze di progetto

#### Calcestruzzo C32/40:

<b>Caratteristiche Calcestruzzo</b>	<b>Var</b>	<b>C32/40</b>
Resistenza a compressione caratteristica cubica	$R_{ck}$	40
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	32
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	40.00
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm}$	3.02
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	2.12
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	3.93
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	3.63
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	33346

<b>STATI LIMITE ULTIMI</b>	<b>Var</b>	
coefficiente $\gamma_c$	$\gamma_c$	1.50
coefficiente $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	18.13
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	1.41

<b>STATI LIMITE DI ESERCIZIO</b>	<b>Var</b>	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	19.20
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	14.40
$\sigma_t$ - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	2.52

<b>ANCORAGGIO DELLE BARRE</b>	<b>Var</b>	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	3.18
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	2.22

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 GRUPPO FS ITALIANE
PA83	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

#### 4.1.4 Verifiche a fessurazione

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

Tab. 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

Nel caso in esame si considerano:

- Condizioni **aggressive**: per le verifiche a fessurazione dei **pali** (classe di esposizione **XA2**).

La Tab. 4.1.IV stabilisce i criteri per la scelta degli stati limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali e del tipo di armatura:

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	$w_k$	Poco sensibile Stato limite	$w_k$
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Pertanto, nel caso in esame si ha:

- Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali **Aggressive** – Armatura poco sensibile:
  - o Combinazione di azioni frequente:  $w_k \leq w_2 = 0.3$  mm
  - o Combinazione di azioni quasi permanente:  $w_k \leq w_1 = 0.2$  mm

In diversi casi, in accordo al par. §4.1.2.2.4.5, le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure sono state condotte senza calcolo diretto, verificando che la tensione di trazione dell'armatura, valutata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente, sia contenuta entro i valori limite specificati nelle seguenti tabelle:

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie****Tabella C4.1.II** Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Diametro massimo $\phi$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

**Tabella C4.1.III** -Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Spaziatura massima $s$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

In rapporto a quanto specificato nelle precedenti tabelle è possibile individuare le tensioni limite dell'acciaio per ciascun diametro delle barre:

Tensioni limite in funzione diametro barre			
Diametro barre $\phi$ [mm]	Tensione max acciaio $\sigma_s$ [Mpa]		
	$w_3=0.4$ mm	$w_2=0.3$ mm	$w_1=0.2$ mm
	40	160	114
36	180	137	111
32	200	160	129
30	207	171	138
28	213	183	147
26	220	194	156
24	227	204	164
22	233	213	173
20	240	222	182
18	260	231	191
16	280	240	200
14	300	260	220
12	320	280	240
10	360	320	260
8	360	360	280
6	360	360	320

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

## 4.2 Acciaio in barre per cemento armato e Reti Elettrosaldate

### 4.2.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio in barre B450C in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

Le Reti Elettrosaldate (RES), potranno essere realizzate impiegando acciaio B450A con le limitazioni all'impiego previste nel capitolo 11 delle NTC2018.

### 4.2.2 Resistenze di progetto

<b>Caratteristiche Acciaio per Calcestruzzo armato</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>		
Qualità dell'acciaio			B450C	B450A
Tensione caratteristica di snervamento nominale	$f_{yk}$	Mpa	450	450
Tensione caratteristica a carico ultimo nominale	$f_{tk}$	Mpa	540	450
Modulo elastico	Es	Mpa	210000	210000
diametro minimo della barra impiegabile	$\phi_{min}$	mm	6	5
diametro massimo della barra impiegabile	$\phi_{max}$	mm	40	10
<b>STATI LIMITE ULTIMI</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>		
coefficiente $\gamma_s$	$\gamma_s$		1.15	1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$	Mpa	391.3	391.3
<b>STATI LIMITE DI ESERCIZIO</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>		
$\sigma_{s,max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{s,max}=0.8 f_{yk}$	Mpa	360.0	360.0

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA83	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

### 5.1 Stratigrafia di calcolo

Per le paratie, in via cautelativa, sono stati adottati i seguenti parametri geotecnici:

LAVORO: SS626 TANGENZIALE DI GELA  
TABELLA PARAMETRI PER VERIFICHE OPERE DI FONDAZIONE

OPERA **PARATIE PA01, PA02, PA03, PA04, PA05**

Profondità falda da piano di campagna                      zw            m            3.0

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	Descrizione	PARAMETRI DI RESISTENZA					PARAMETRI DI		
					$\gamma_{med}$ [kPa]	$N_{SPT med}^*$ [-]	$c_{u med}$ [kPa]	$c'_{med}$ [kPa]	$\phi'_{med}$ [°]	G <sub>0</sub> [MPa]	E <sub>0</sub> [MPa]	E <sub>op</sub> [MPa]
1	0.00	3.00	ALF	Alluvioni	18.5			16.0	25.0	60	150	30
2	3.00	20.00	Aa	Argille Alterate	19.0			18.5	25.0	130	325	65
3	20.00											
4	0.00											
5	0.00											
6	0.00											

\* Per unità a comportamento incoerente

Solo per le paratie con pali lunghi 20 metri, vista la profondità di infissione, si è considerato lo strato di argille plioceniche inalterate (A) a partire da profondità  $z = 18$  m di cui si riportano i parametri geotecnici:

nome strato 3			Argille Plioceniche Inalterate
peso di volume	$\gamma$	kN/mc	19
coesione drenata	$c'$	kPa	37
angolo di attrito	$\phi$	°	25
modulo di taglio	$G_0$	MPa	496
modulo elastico	$E_0$	MPa	1240
modulo operativo	$E_{op}$	MPa	248

Cautelativamente ed a favore di sicurezza, tenuto conto del peso della coesione nei problemi geotecnici di scarico tensionale, e per tenere conto di una possibile riduzione di questo parametro a lungo termine, sono stati adottati valori di  $c'$  dimezzati rispetto a quelli indicati nella Relazione Geotecnica per i litotipi più superficiali (ALF e Aa).

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		
<b>PA83</b>	<b><i>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</i></b>	

Relativamente ai moduli elastici del terreno sono stati adottati valori “operativi”, che tengono conto del livello di deformazione tipico del problema esaminato, sono pari a 1/5 dei moduli a piccolissimi livelli di deformazione  $E_0$ .

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>PA83</b>	<b><i>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</i></b>	

## **6 CRITERI DI VERIFICA DELLE PARATIE**

### **6.1 Modello di calcolo**

Le analisi di stabilità locale delle opere di sostegno e quelle per la valutazione delle sollecitazioni negli elementi resistenti (micropali e tiranti) sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo Paratie Plus prodotto da CeAS.

In tale codice la schematizzazione dell'interazione tra paratia e terreno avviene considerando:

- la paratia come una serie di elementi il cui comportamento è caratterizzato dalla rigidezza flessionale EJ;
- il terreno come una serie di molle di tipo elasto-plastico connesse ai nodi della paratia.

Il problema è risolto con una schematizzazione a modello piano in cui viene analizzata una "fetta" di parete di larghezza unitaria.

La modellazione numerica dell'interazione terreno-struttura è del tipo "trave su suolo elastico": le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidezza flessionale EJ, mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie: ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno.

Il limite di questo schema sta nell'ammettere che ogni porzione di terreno, schematizzata da una "molla", abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l'interazione fra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidezza flessionale della parete.

La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie puntonate/tirantate viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un insieme di puntoni/tiranti applicati, da una precisa disposizione di carichi.

Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elasto-plastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson.

L'analisi ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla parete durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno. Per far questo, in corrispondenza di ogni nodo è necessario

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

definire due soli gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

In questa impostazione particolare, inoltre, gli sforzi verticali nel terreno non sono per ipotesi influenzati dal comportamento deformativo orizzontale, ma sono una variabile del tutto indipendente, legata ad un calcolo basato sulle classiche ipotesi di distribuzione geostatica.

Nei modelli di calcolo implementati, l'esecuzione dello scavo è schematizzata mediante una successione di step. Il calcolo della pressione dell'acqua nei pori è, per ipotesi, del tutto indipendente da qualsiasi deformazione e conseguente stato di sforzo nello scheletro solido del terreno.

La legge costitutiva, rappresentativa del comportamento elasto-plastico del terreno, è identificata dai parametri di spinta e di deformabilità del terreno.

## 6.2 Coefficienti di spinta

Nel modello di calcolo impiegato dal software di calcolo Paratie Plus, la spinta del terreno viene determinata investigando l'interazione statica tra terreno e la struttura deformabile a partire da uno stato di spinta del terreno sulla paratia.

I parametri che identificano il tipo di legge costitutiva possono essere distinti in due sottoclassi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo  $K_0$ , il coefficiente di spinta attiva  $K_a$  ed il coefficiente di spinta passiva  $K_p$ .

Il coefficiente di spinta a riposo fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo. Esso lega la tensione orizzontale efficace  $\sigma'_h$  a quella verticale  $\sigma'_v$  attraverso la relazione:

$$\sigma'_h = K_0 \cdot \sigma'_v$$

$K_0$  dipende dalla resistenza del terreno, attraverso il suo angolo di attrito efficace  $\phi'$  e dalla sua storia geologica. Si può assumere che:

$$K_0 = K_0^{NC} \cdot (OCR)^m$$

Dove

$$K_0^{NC} = 1 - \text{sen } \phi'$$

è il coefficiente di spinta a riposo per un terreno normalconsolidato ( $OCR=1$ ).  $OCR$  è il grado di sovraconsolidazione e  $m$  è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7.

Per tener conto dell'angolo di attrito  $\delta$  tra paratia e terreno il software PARATIE impiega per  $K_a$  e  $K_p$  la formulazione rispettivamente di Coulomb e Caquot – Kerisel.

Secondo la formulazione di Coulomb il coefficiente di spinta attiva  $K_a$  vale:

$$k_a = \frac{\cos^2(\varphi' - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[ 1 + \frac{\sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi') \cdot \sin(\varphi' - i)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - i)}}}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - i)} \right]^2}$$

dove:

$\varphi'$  è l'angolo di attrito del terreno

$\beta$  è l'angolo d'inclinazione del diaframma rispetto alla verticale

$\delta$  è l'angolo di attrito paratia-terreno posto pari a  $2/3 \varphi'$ .

$i$  è l'angolo d'inclinazione del terreno a monte della paratia rispetto all'orizzontale

Secondo la formulazione di Caquot – Kerisel il coefficiente di spinta passiva  $K_p$  viene calcolato secondo la seguente figura:

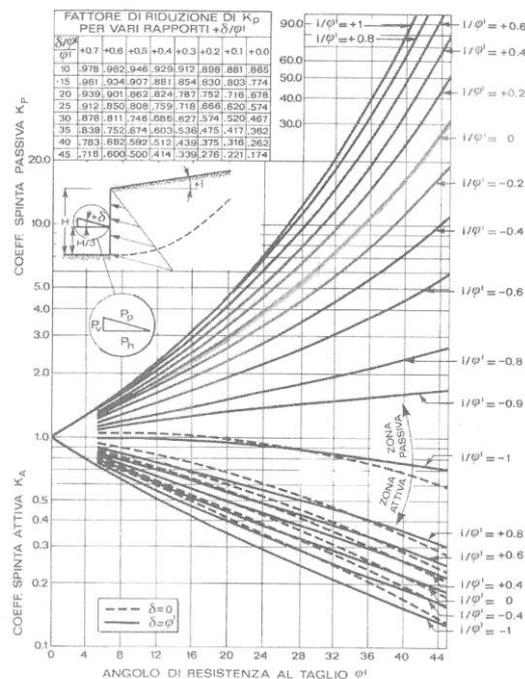


Figura 6.1: Formulazione di Caquot – Kerisel per  $K_p$  che considera superfici di rottura curvilinee

Il valore limite della tensione orizzontale sarà dato da:

$$\sigma'_h = K_a \cdot \sigma'_v - 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_a}$$

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

$$\sigma'_h = K_p \cdot \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_p}$$

a seconda che il collasso avvenga in spinta attiva o passiva rispettivamente.

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidità delle molle. Per un letto di molle distribuite la rigidità di ciascuna di esse,  $k$ , è data da:

$$K = E / L$$

ove  $E$  è un modulo di rigidità del terreno mentre  $L$  è una grandezza geometrica caratteristica.

Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite  $\Delta$ , la rigidità di ogni molla è:

$$K = (E \cdot \Delta) / L$$

Il valore di  $\Delta$  è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti. Il valore di  $L$  è fissato automaticamente dal programma. Esso rappresenta una grandezza caratteristica che è diversa a valle e a monte della paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva.

in zona attiva (uphill)  $L_A = 2/3 \cdot l_a \cdot \tan(45^\circ - \phi'/2)$

in zona Passiva (downhill)  $L_P = 2/3 \cdot l_p \cdot \tan(45^\circ + \phi'/2)$

con  $l_a$  e  $l_p$  rispettivamente:

$$l_a = \min(l, 2H)$$

$$l_p = \min(l - H, H)$$

dove  $l$  = altezza totale della paratia e  $H$  = altezza corrente dello scavo

Per i coefficienti di spinta attiva e passiva, tenuto conto che le corrispondenti forze risultano inclinate sul piano orizzontale, si considerano le componenti in direzione orizzontale.

### 6.3 Storie di carico

Tenendo conto delle verifiche da effettuare agli SLE ed agli SLU sono state considerate le seguenti storie di carico:

- **Configurazione A1+M1 (STATICA):** Una prima storia di carico in cui i parametri del terreno sono considerati con riferimento ai loro valori caratteristici ed le azioni sono considerate con fattore parziale unitario. Questa storia fornisce le sollecitazioni sugli elementi strutturali e gli spostamenti orizzontali delle paratie per le successive verifiche agli SLE. Inoltre, le sollecitazioni per la verifica SLU

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>PA83</b>	<b><i>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</i></b>	

combinazione A1 + M1, sono ottenute da questa storia di carico applicando il fattore moltiplicativo  $\gamma_F$ .

- **Configurazione A1+M1 (SISMICA):** Una seconda storia di carico anch'essa con parametri del terreno caratteristici ed le azioni sono considerate con fattore parziale unitario in cui è presente l'azione sismica. Questa storia fornisce le sollecitazioni sugli elementi strutturali per le successive verifiche agli SLU-SLV. In questo caso, le sollecitazioni per la verifica SLU combinazione A1 + M1, sono ottenute da questa storia di carico applicando il fattore moltiplicativo  $\gamma_F$  pari ad 1.0.
- **Configurazione A2+M2 (STATICA):** Una terza storia di carico in cui i parametri del terreno sono considerati con riferimento ai coefficienti parziali M2, e le azioni sono considerate con i fattori parziali A2. Questa storia permette di valutare le condizioni di stabilità geotecnica della paratia.
- **Configurazione A2+M2 (SISMICA):** Una quarta storia di carico anch'essa con i parametri del terreno considerati con riferimento ai coefficienti parziali M2, e le azioni sono considerate con i fattori parziali A2. In questo caso è presente l'azione sismica. Questa storia permette di valutare le condizioni di stabilità geotecnica della paratia.

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

## 7 ANALISI DEI CARICHI

Si descrivono nel seguito le verifiche eseguite per le tipologie di opere in oggetto.

### 7.1 Analisi eseguite

Sono stati analizzati tutti i casi di verifica, secondo i criteri esposti ai capitoli precedenti, come segue:

SLE	STR
SLU (A1+M1)	STR
SLU (A2+M2)	GEO
SLV	STR
SLV	GEO

### 7.2 Azione sismica

Per le opere si tiene conto della seguente azione sismica:

Stato Limite	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLV	1898	0.180	2.511	0.551

Tabella 7.1: Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per suolo rigido

L'accelerazione massima attesa al sito  $a_{max}$  è definita attraverso la seguente relazione:

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

in cui:

$a_g = 0.180$  g accelerazione massima su sito rigido;

$S_S = 1.20$  coefficiente d'amplificazione stratigrafica;

$S_T = 1.0$  coefficiente d'amplificazione topografica.

L'analisi della spinta del terreno in condizioni sismiche è stato eseguita secondo la teoria di Mononobe-Okabe. Le componenti dell'accelerazione equivalente  $a_h$  (orizzontale) e  $a_v$  (verticale), sono valutate come

$$a_h = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 GRUPPO FS ITALIANE
PA83	<i>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</i>	

$$a_v = 0$$

essendo

$\alpha$  = coefficiente di deformabilità

$\beta$  = coefficiente di spostamento

### 7.3 Carichi permanenti strutturali

Per quanto riguarda la struttura il peso proprio degli elementi strutturali é automaticamente valutato dal programma di calcolo utilizzato per l'analisi. Esso é calcolato considerando per il calcestruzzo un peso per unità di volume pari a 25 kN/m<sup>3</sup>.

### 7.4 Spinta delle terre

Il peso del terreno a tergo della paratia determina una spinta laterale sulla stessa avente distribuzione triangolare.

### 7.5 Carichi accidentali

A tergo della paratia è stato considerato un carico accidentale distribuito pari a 10 kPa.

### 7.6 Combinazioni delle azioni

In accordo al par. 2.5.3 delle NTC2018 ai fini delle verifiche degli stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- *Combinazione fondamentale*, impiegata per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- *Combinazione frequente*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- *Combinazione quasi permanente*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 GRUPPO FS ITALIANE
PA83	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Di seguito si riportano le tabelle che esplicitano i coefficienti parziali sopra illustrati:

**Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU**

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

**Tabella 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali**

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento $q_5$	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve $q_5$	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	$T_k$	0,6	0,6	0,5

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA83	<i>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</i>	

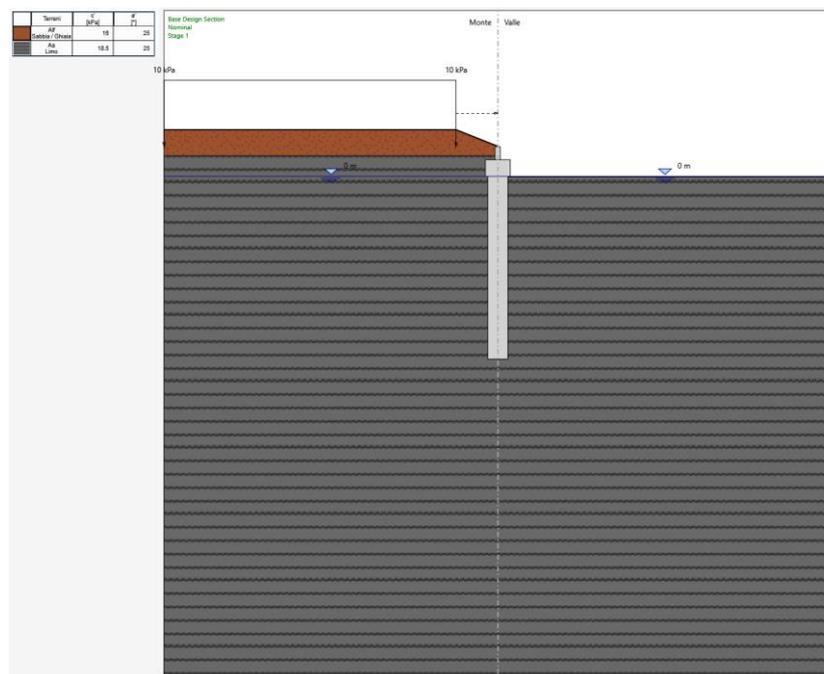
## 8 RISULTATI DELLE ANALISI

La realizzazione delle paratie prevede delle fasi comuni a tutte le opere che possono essere sintetizzate come segue:

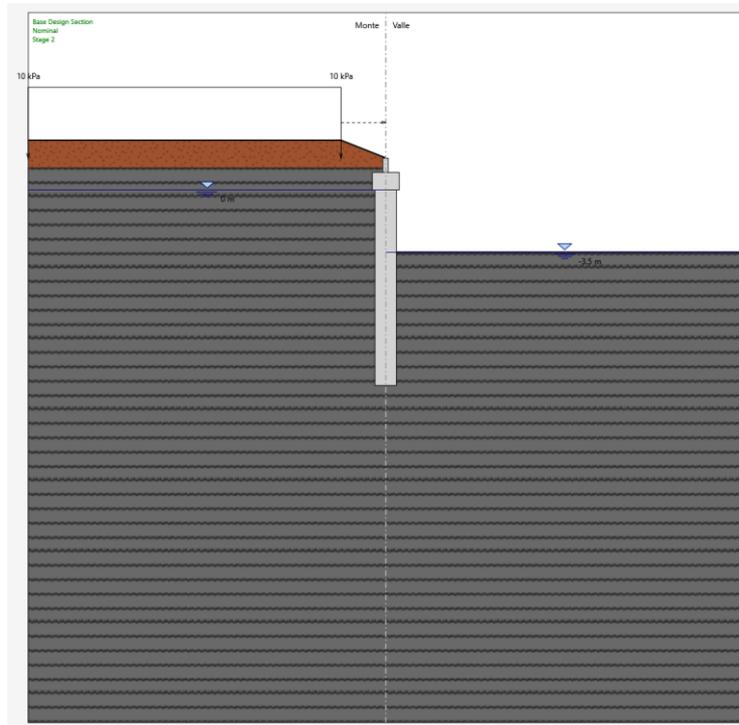
1. Configurazione iniziale, condizioni litostatiche;
2. Scavo fino a quota max per posa tubi di raccolta delle acque;
3. Configurazione finale con rinterro di 1.5 m (realizzazione piattaforma stradale).
4. Applicazione delle azioni sismiche.

### 8.1 Paratia $H_{\text{scavo finale}} = 4 \text{ m}$ e $L_{\text{pali}} = 11 \text{ m}$

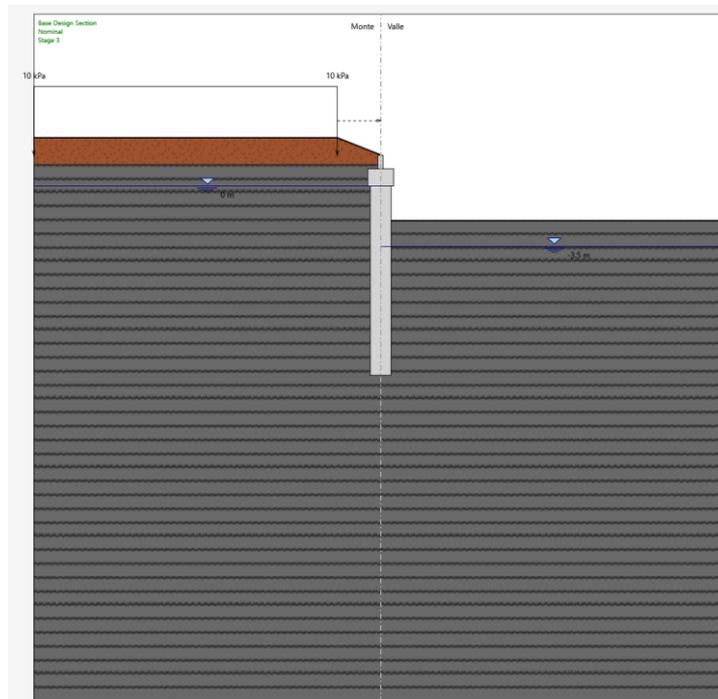
Di seguito si riportano le fasi costruttive per la paratia di pali con lunghezza totale di 11 m ed altezza di scavo di 4 m:



*Figura 8.1 Configurazione iniziale*



*Figura 8.2 Configurazione di scavo massimo*



*Figura 8.3 Configurazione finale*

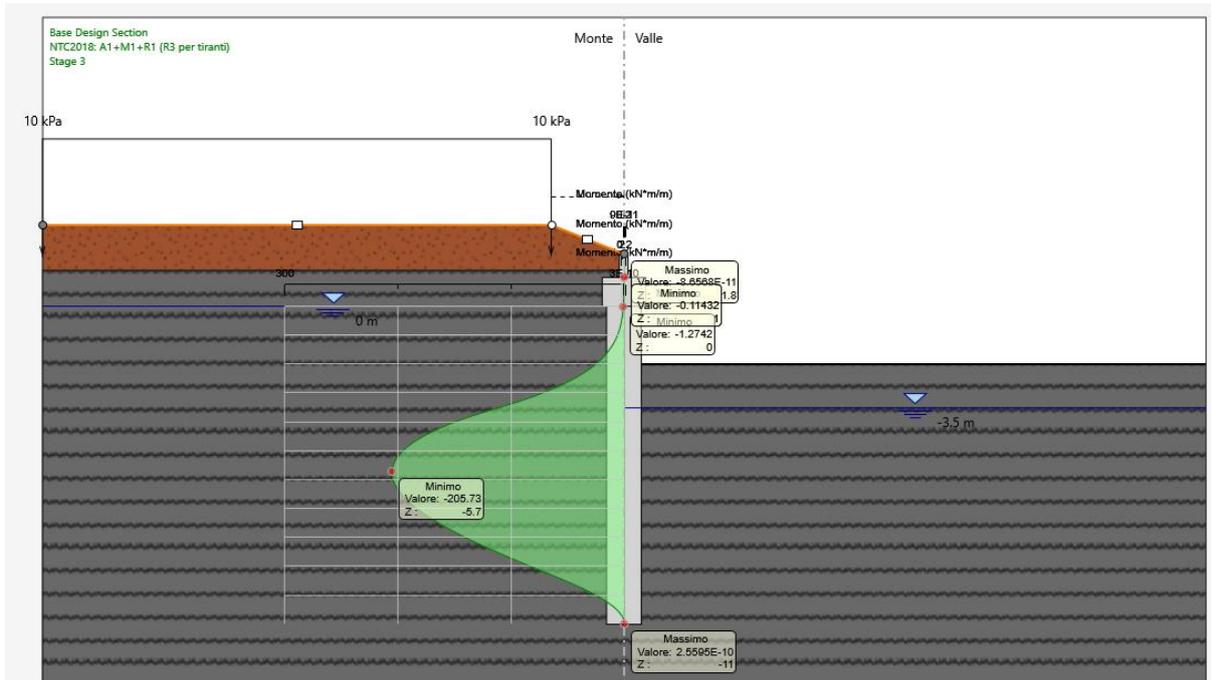


Figura 8.4 Diagramma dei momenti agli SLU (A1+M1)

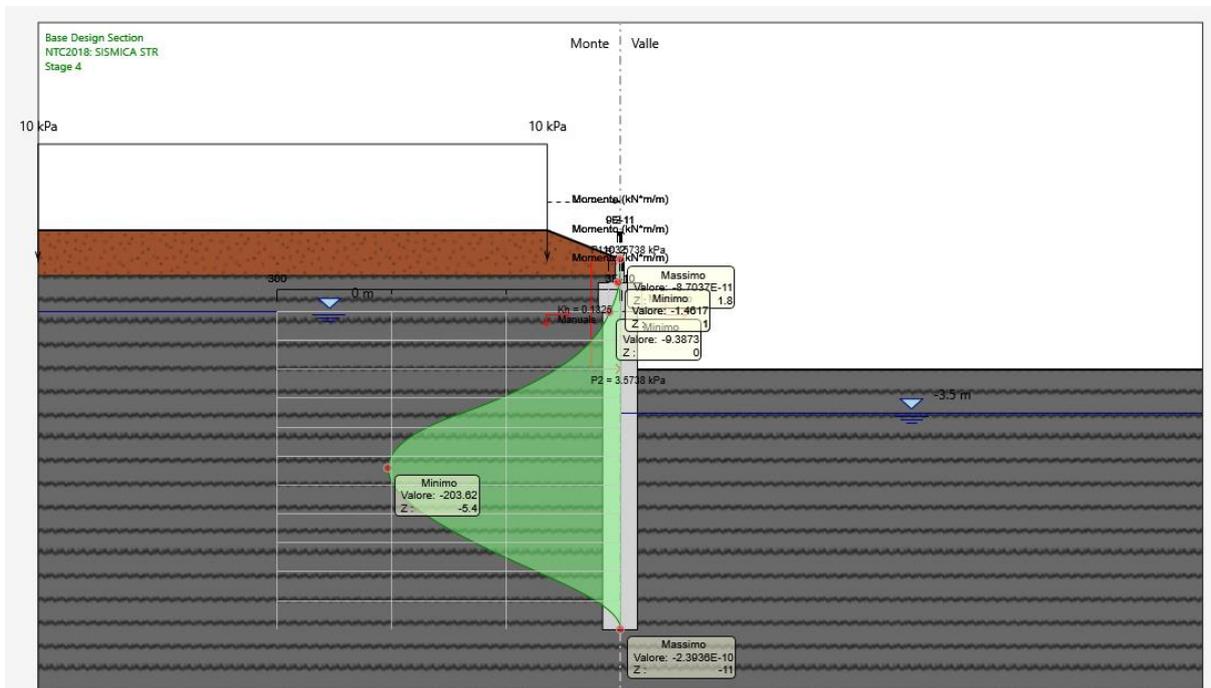


Figura 8.5 Diagramma dei momenti allo SLV

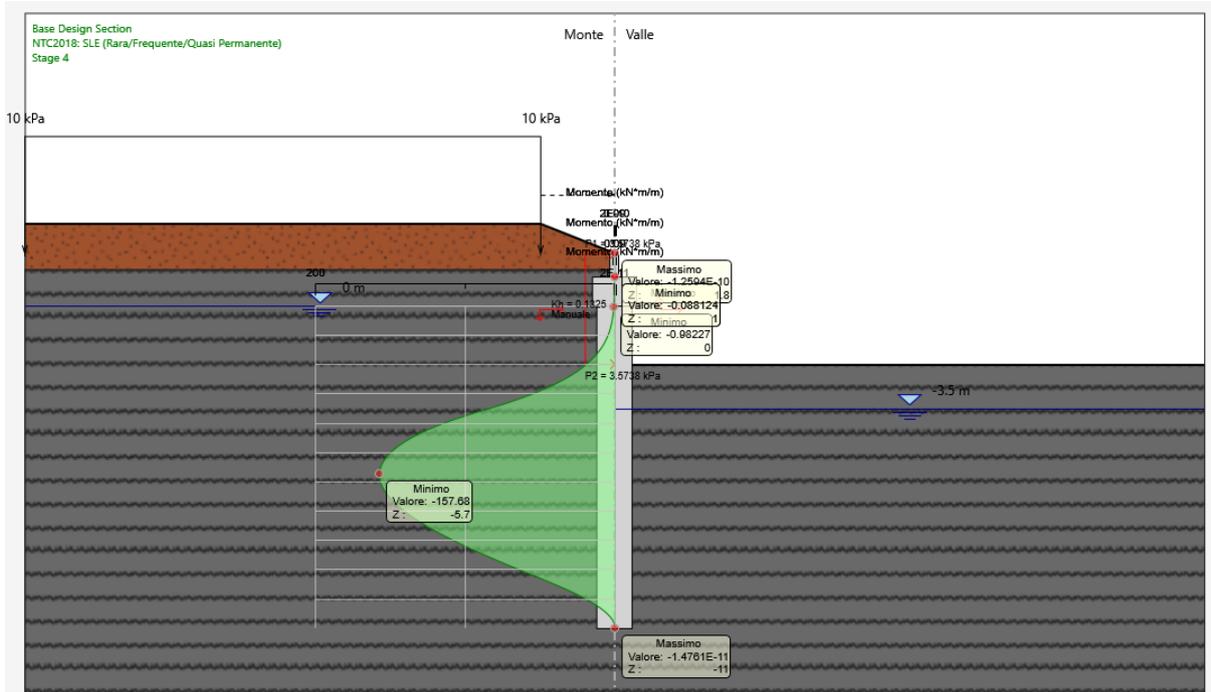


Figura 8.6 Diagramma dei momenti agli SLE

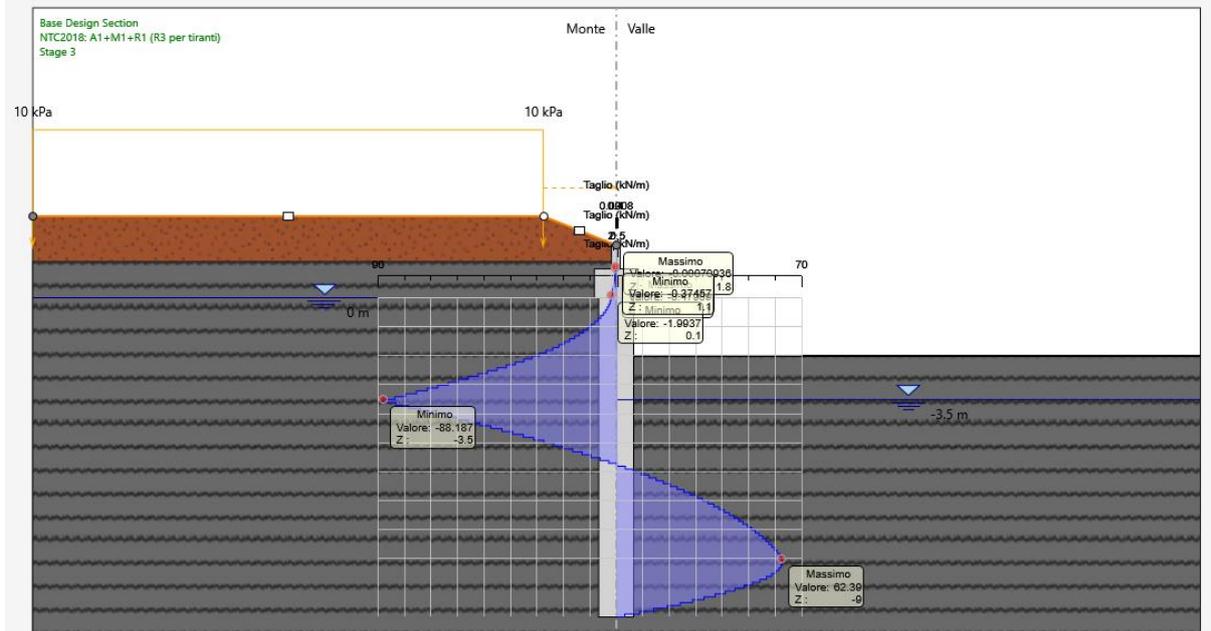


Figura 8.7 Diagramma del taglio agli SLU (A1+M1)

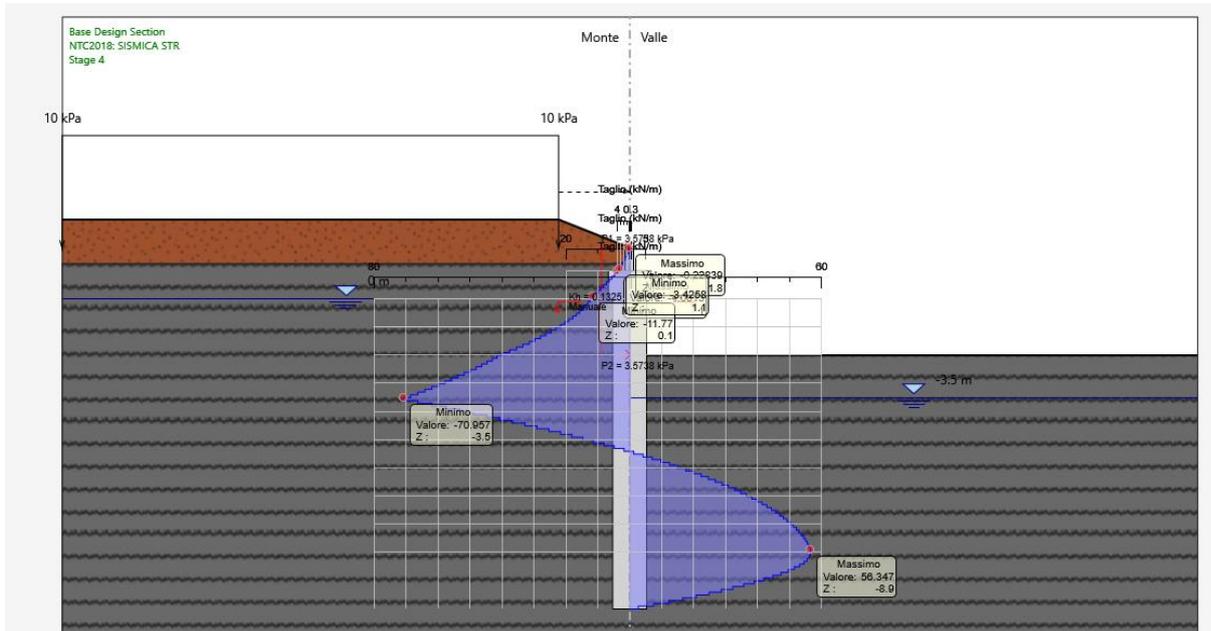


Figura 8.8 Diagramma del taglio allo SLV

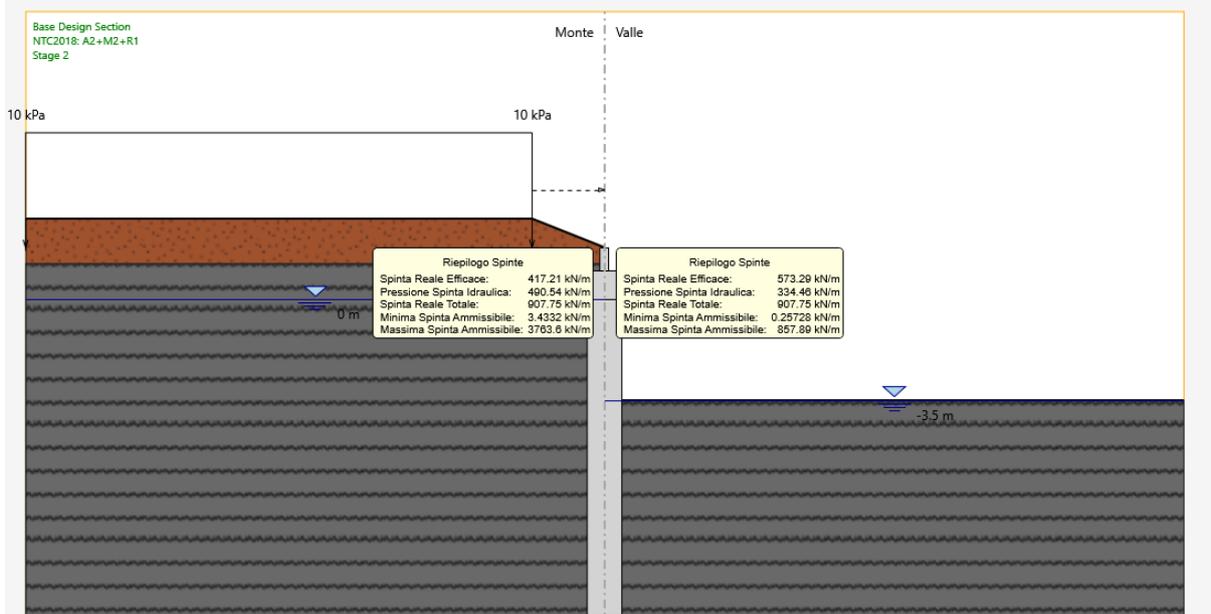


Figura 8.9 Spinte attive/passive agli SLU GEO (A2+M2)

## 8.2 Paratia $H_{\text{scavo finale}} = 5 \text{ m}$ e $L_{\text{pali}} = 16 \text{ m}$

Di seguito si riportano le fasi costruttive per la paratia di pali con lunghezza totale di 16 m ed altezza di scavo di 5 m:

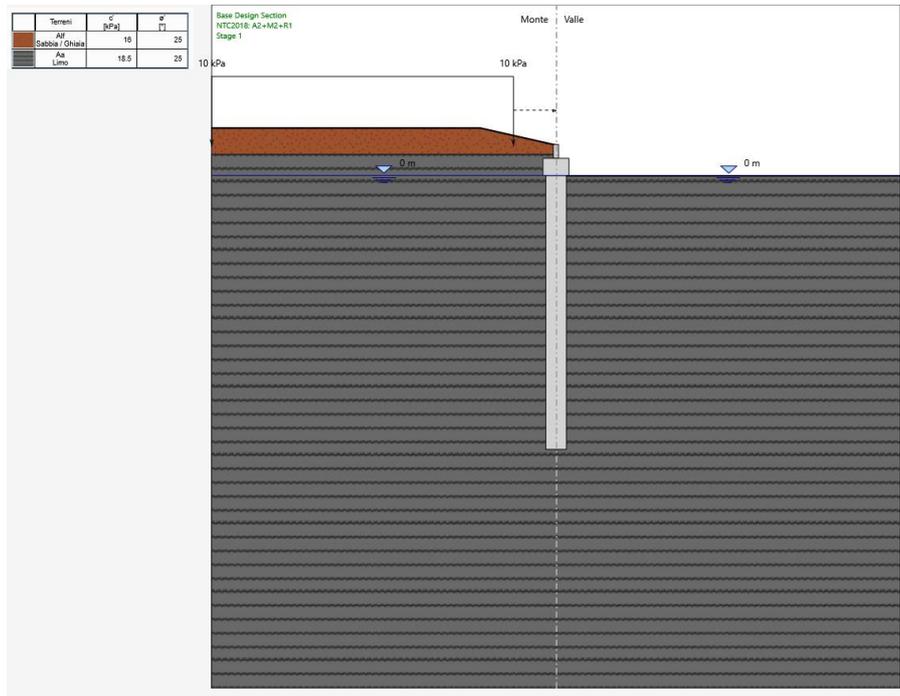


Figura 8.10 Configurazione iniziale

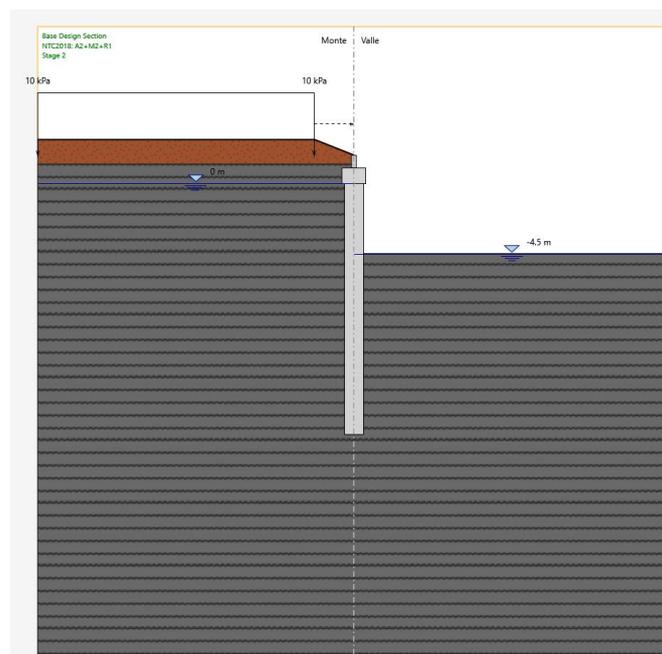


Figura 8.11 Configurazione di scavo massimo

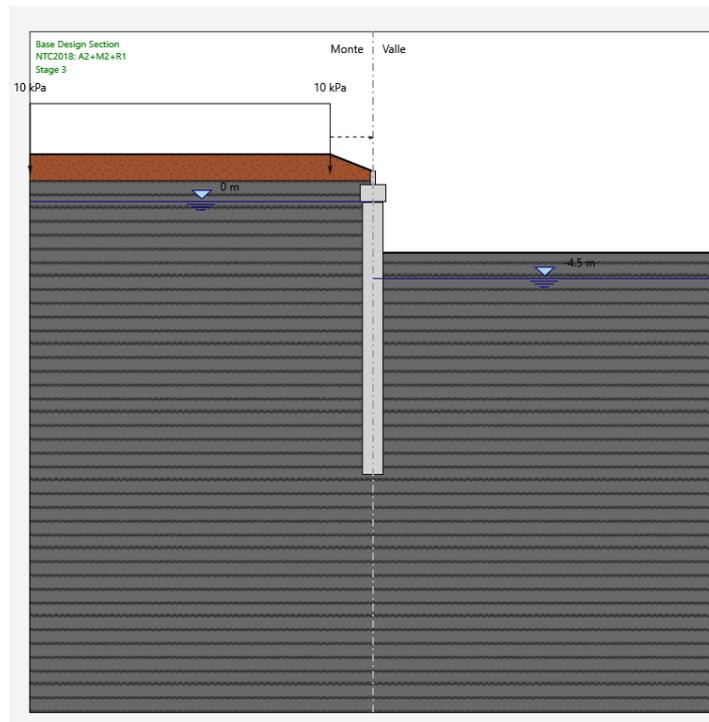


Figura 8.12 Configurazione finale

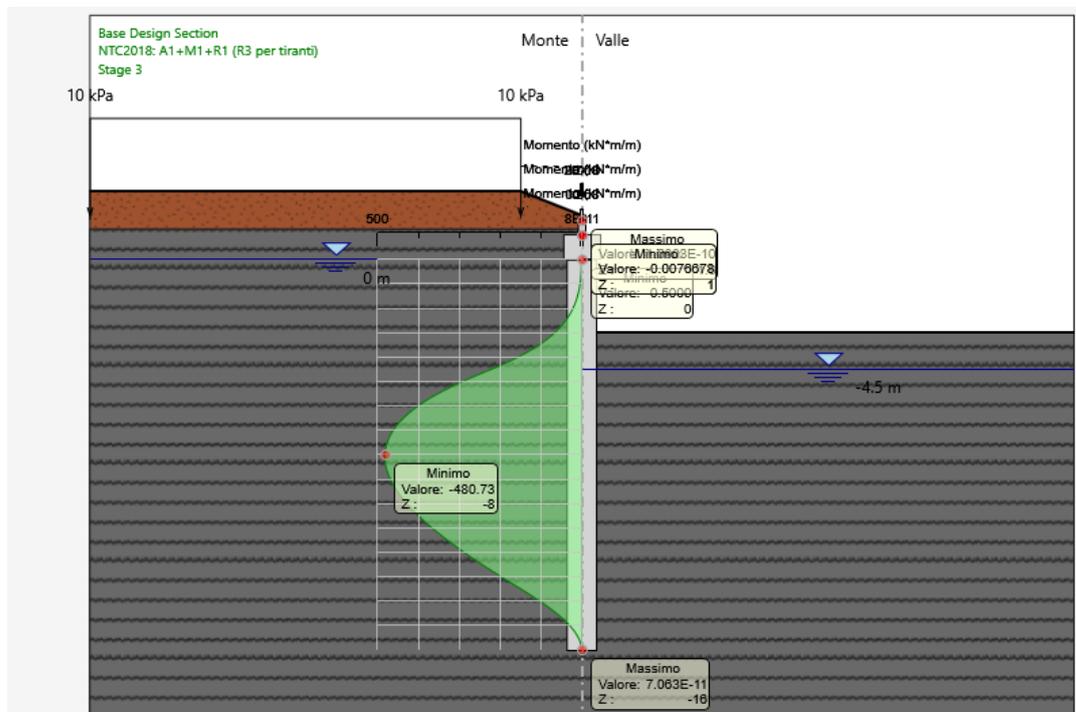


Figura 8.13 Diagramma dei momenti agli SLU (A1+M1)

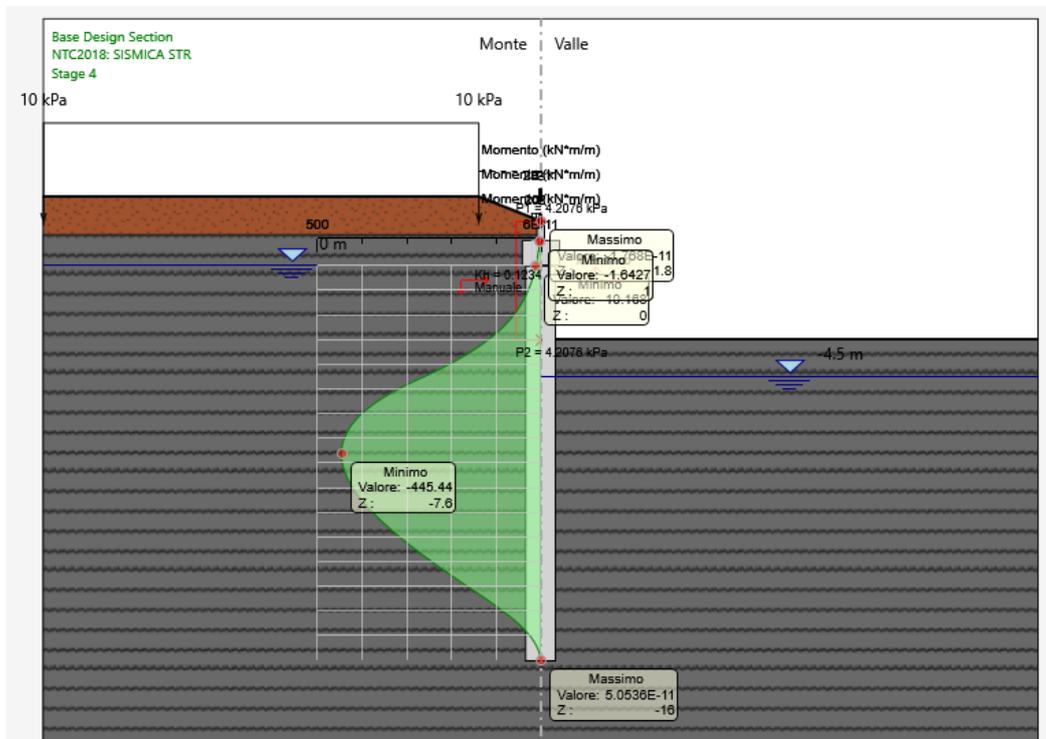


Figura 8.14 Diagramma dei momenti allo SLV

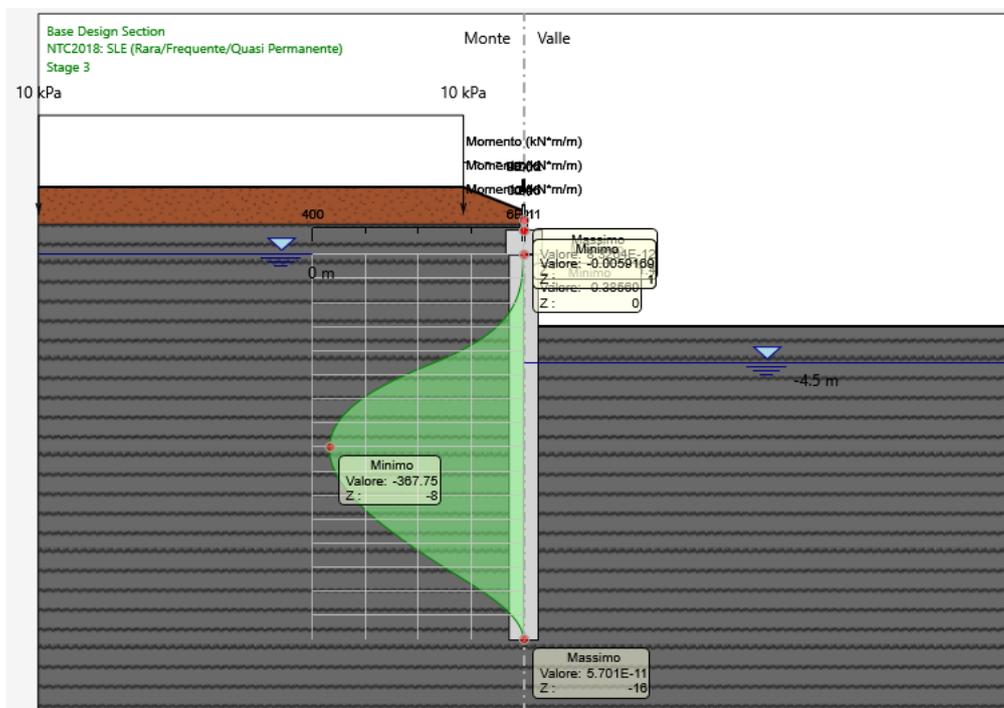


Figura 8.15 Diagramma dei momenti agli SLE

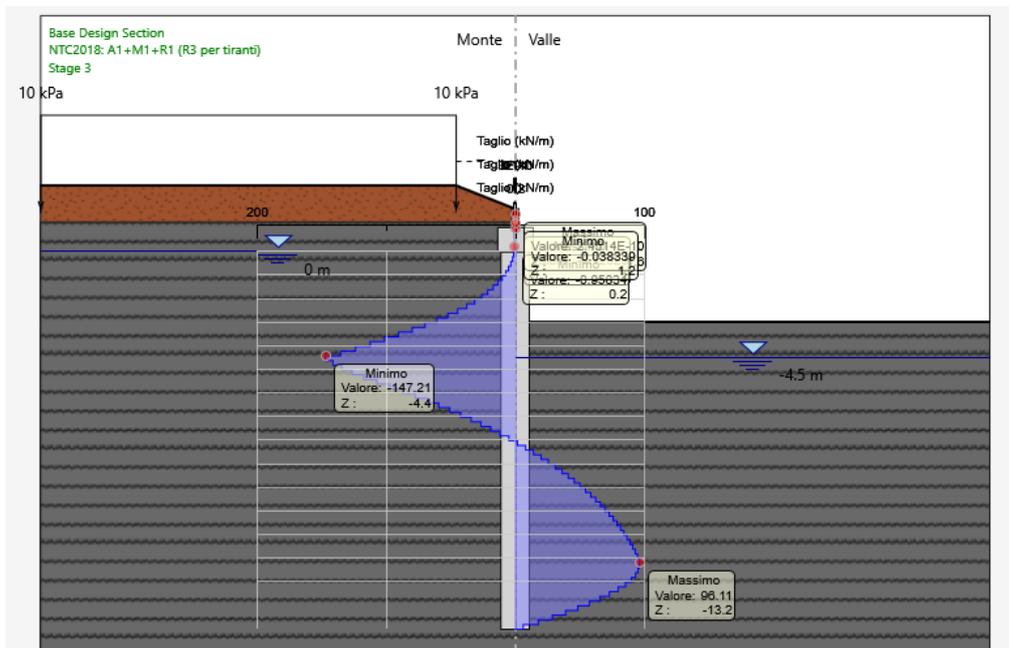


Figura 8.16 Diagramma del taglio agli SLU (A1+M1)

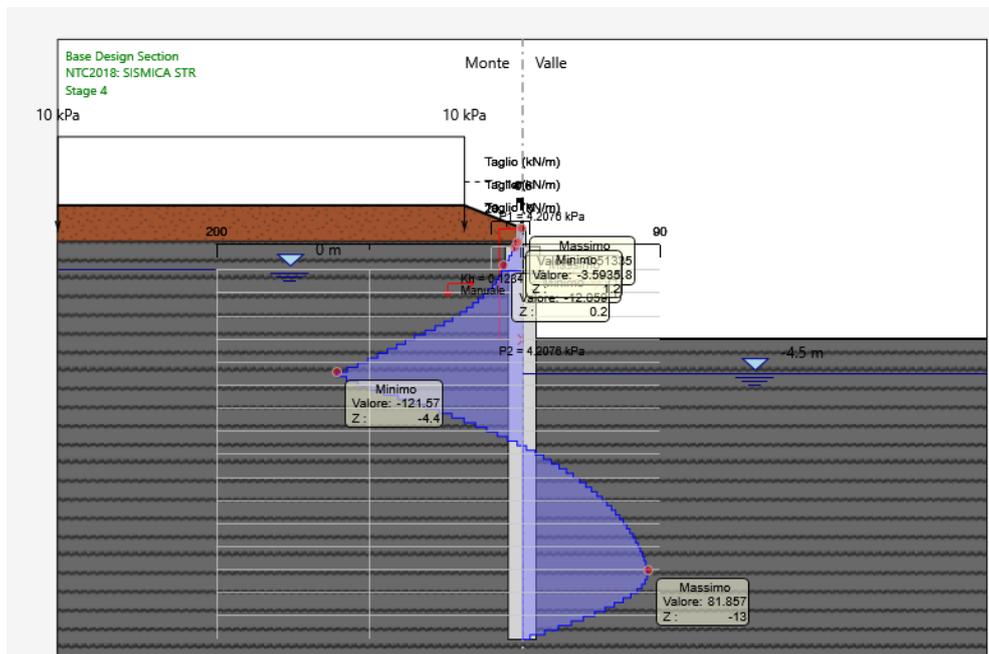


Figura 8.17 Diagramma del taglio allo SLV

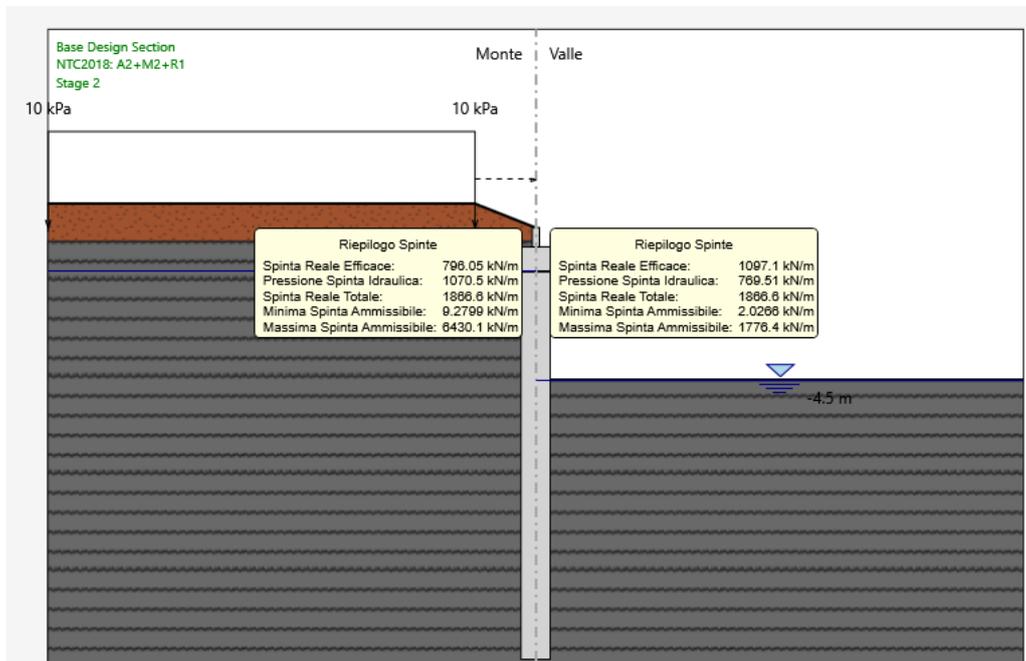


Figura 8.18 Spinte attive/passive agli SLU GEO (A2+M2)

### 8.3 Paratia $H_{\text{scavo finale}} = 6 \text{ m}$ e $L_{\text{pali}} = 20 \text{ m}$

Di seguito si riportano le fasi costruttive per la paratia di pali con lunghezza totale di 20 m ed altezza di scavo finale di 6 m:



Figura 8.19 Configurazione iniziale

PA83

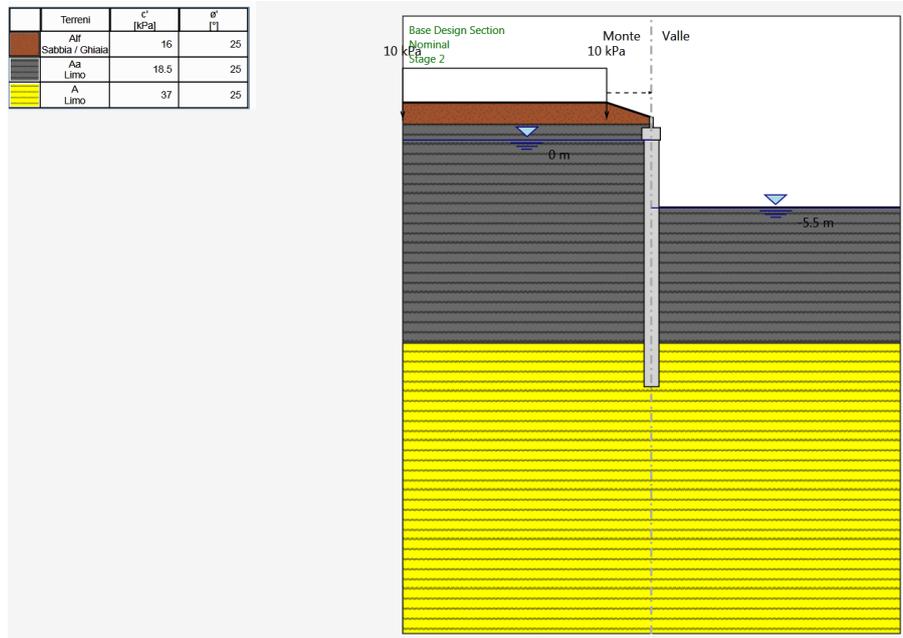
**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

Figura 8.20 Configurazione di scavo massimo

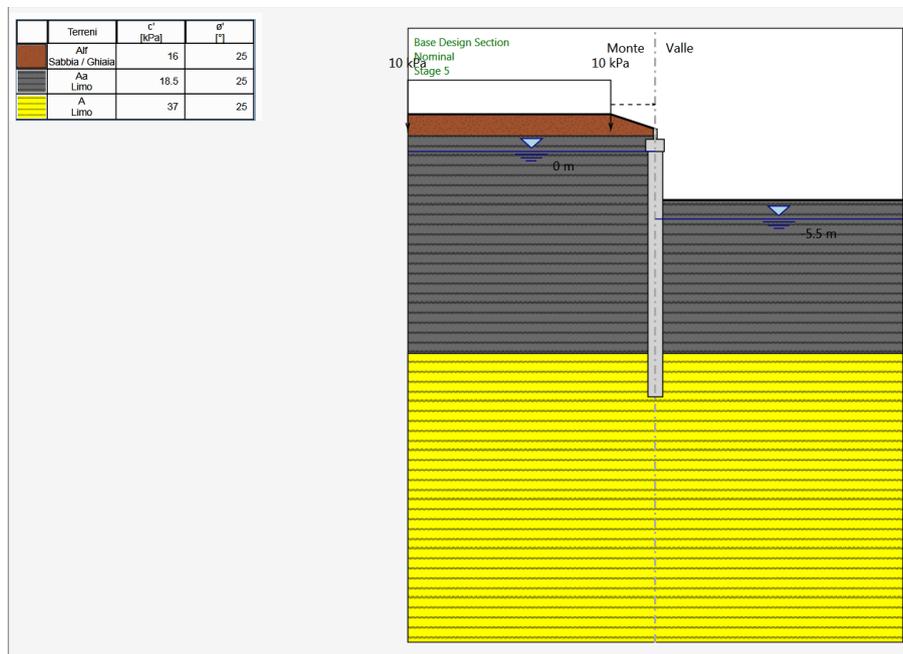


Figura 8.21 configurazione finale

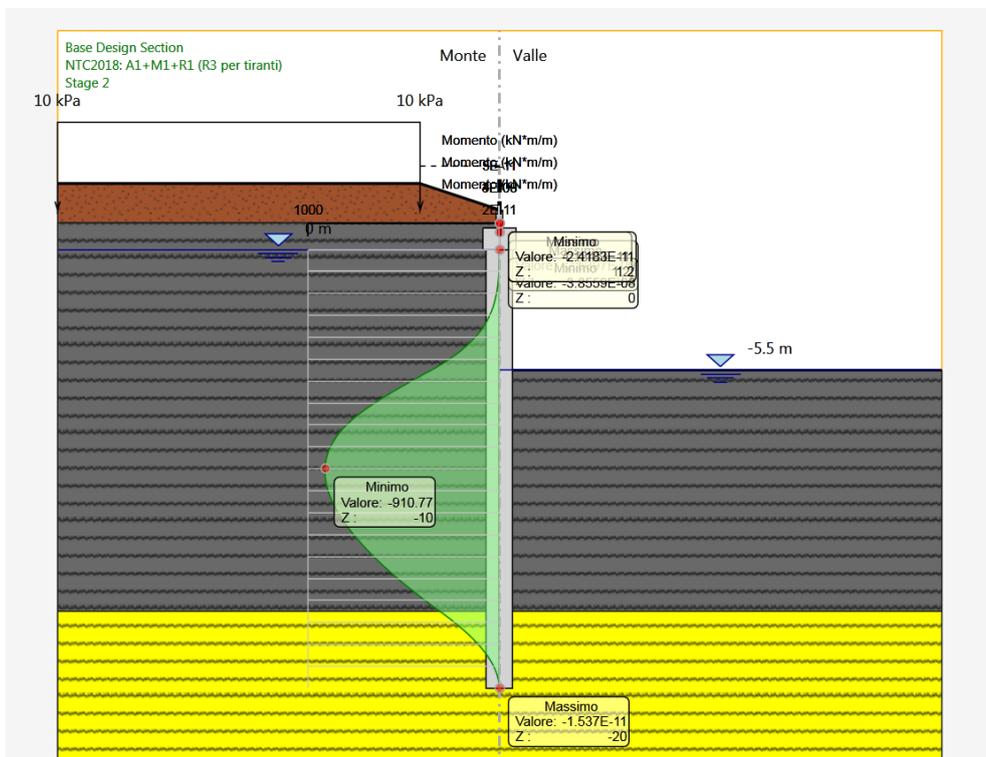


Figura 8.22 Diagramma dei momenti agli SLU (A1+M1)

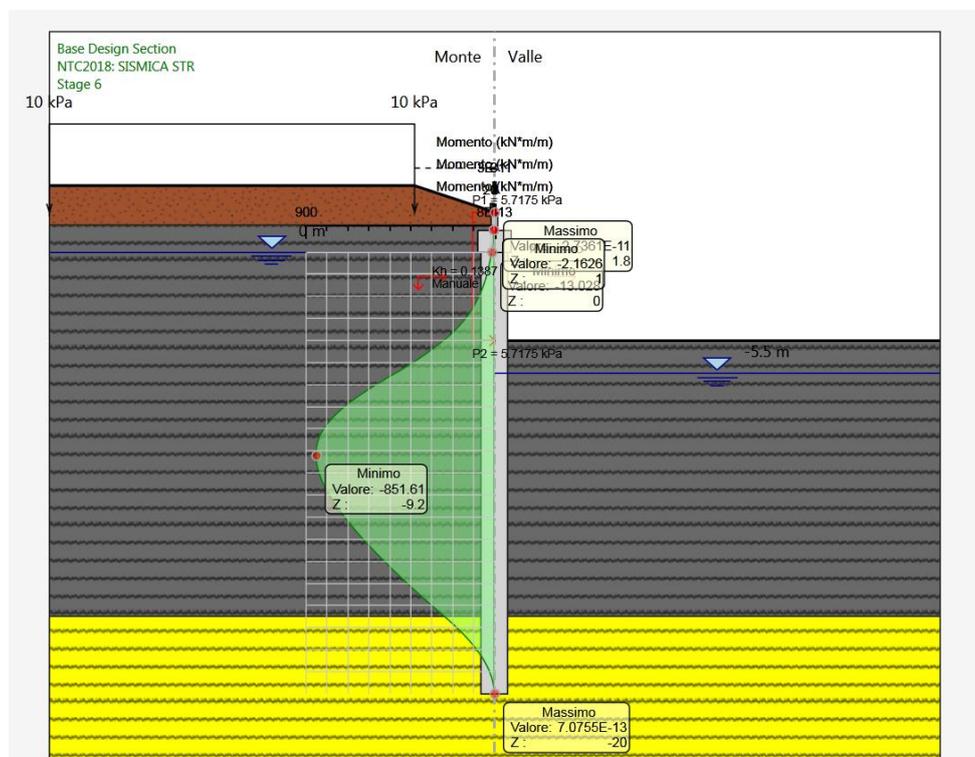


Figura 8.23 Diagramma dei momenti allo SLV

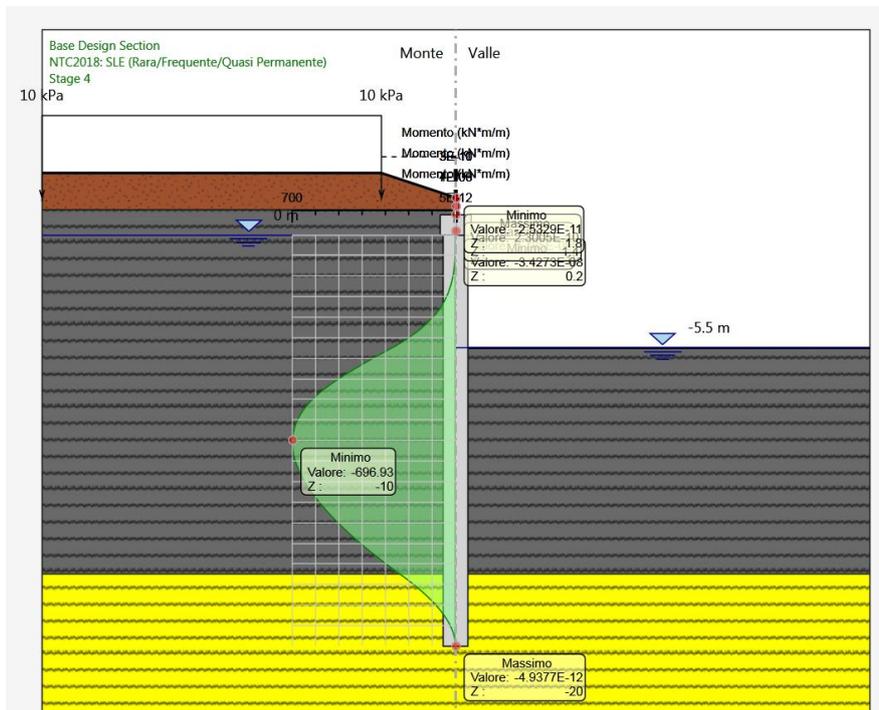


Figura 8.24 Diagramma dei momenti agli SLE

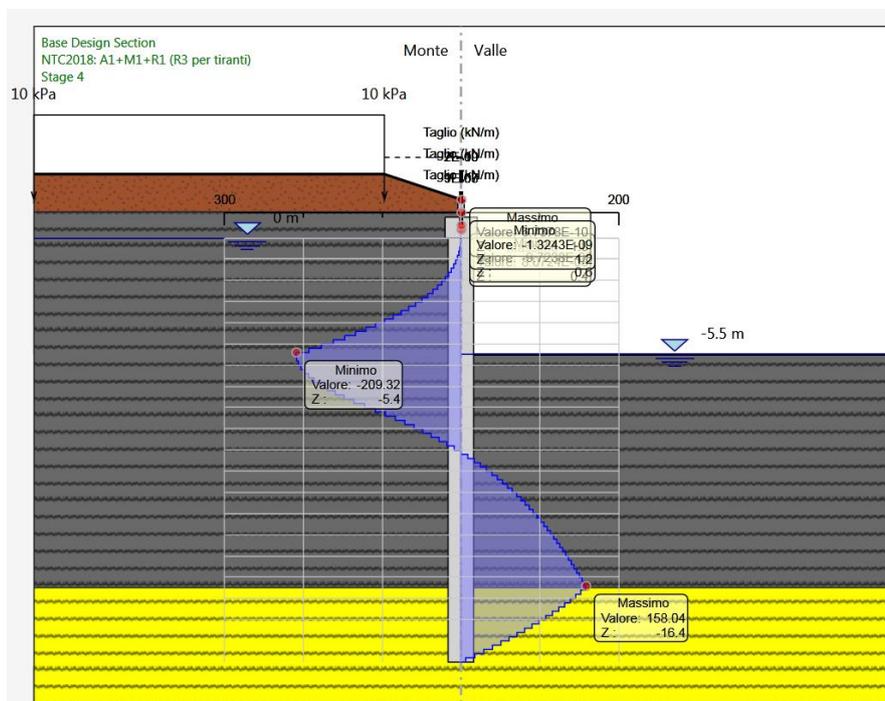


Figura 8.25 Diagramma del taglio agli SLU (A1+M1)

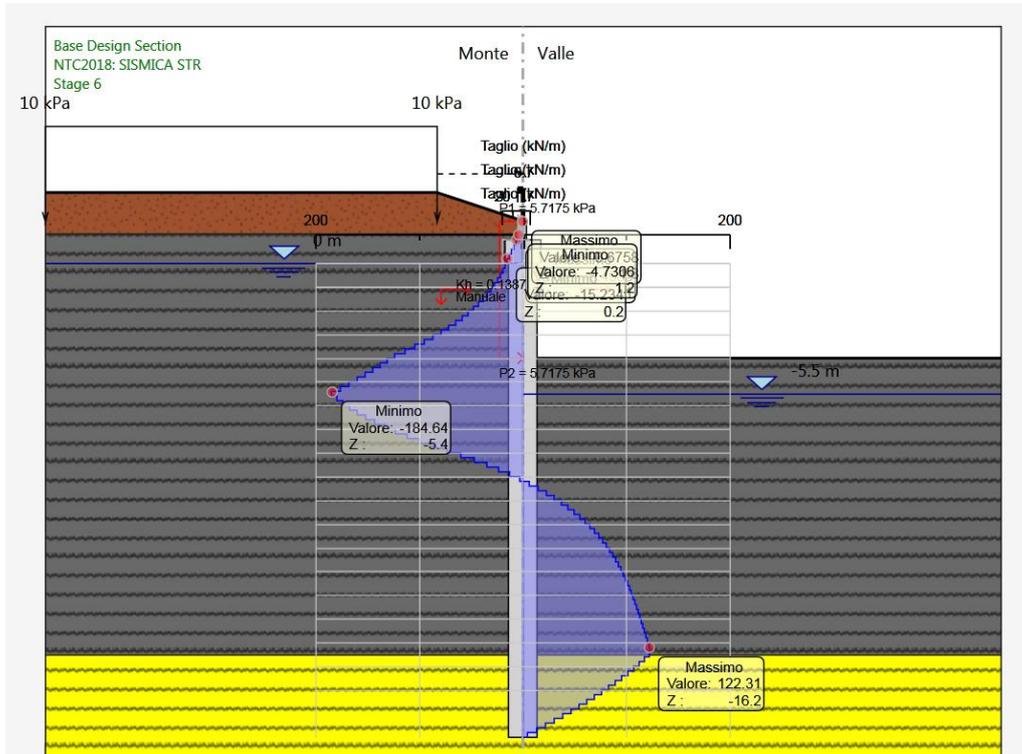


Figura 8.26 Diagramma del taglio allo SLV

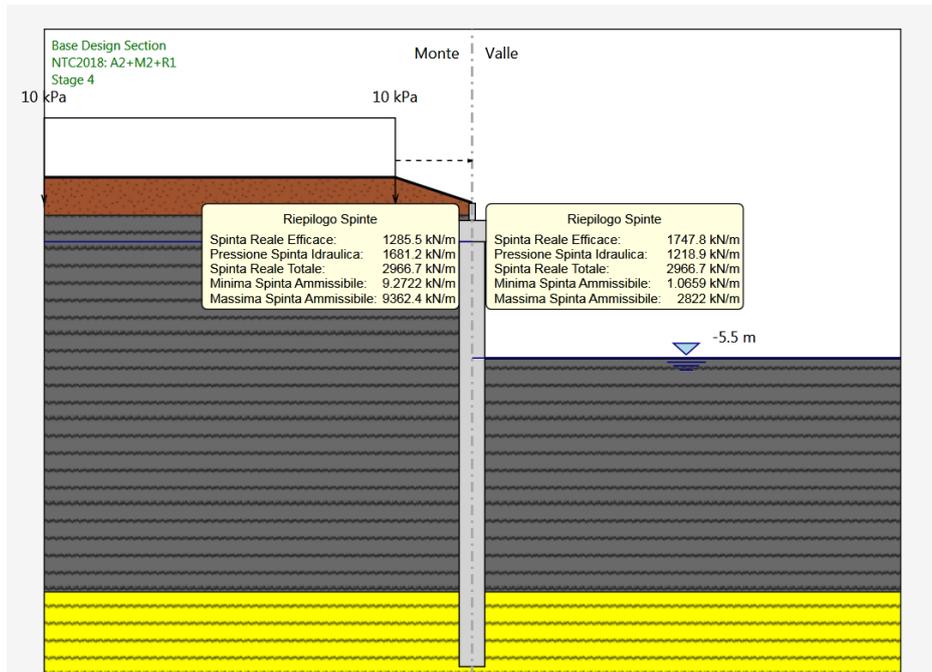


Figura 8.27 Spinte attive/passive agli SLU GEO (A2+M2)

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Di seguito sono riportati i valori di sollecitazione relativi agli involucri delle combinazioni di carico SLU e SLE. I valori delle prime righe sono espressi in kNm/m per i momenti flettenti e in kN/m per il taglio, i valori di verifica sono calcolati moltiplicando i primi per l'interasse dei pali. Il segno positivo o negativo indica, rispettivamente, le fibre tese lato scavo o lato terra. Le verifiche sono state svolte considerando le sollecitazioni massime.

**LAVORO: SS626 TANGENZIALE DI GELA**  
**OPERA : Paratie di Linea PA01 PA02 PA03 PA04 PA05**

<u>altezza totale palo</u>	<u>Hpalo</u>	<u>m</u>	<i>TIPO 1</i>	<i>TIPO 2</i>	<i>TIPO 3</i>
			<b>11</b>	<b>16</b>	<b>20</b>
Med SLE +	Med SLE +	kNm/m	0	0	0
Med SLE -	Med SLE -	kNm/m	-160	-368	-696
Med SLU +	Med SLU +	kNm/m	0	0	0
Med SLU-	Med SLU-	kNm/m	-206	-480	-910
Med SLV +	Med SLV +	kNm/m	0	0	0
Med SLV-	Med SLV-	kNm/m	-204	-445	-851
Ved SLU	Ved SLU	kN/m	88	147	209
Ved SLV	Ved SLV	kN/m	71	122	185
	$M_{ed}^{SLU/SLV \max}$	kNm	0	0	0
	$M_{ed}^{SLU/SLV \min}$	kNm	-288	-672	-1274
	$M_{ed}^{SLE \max}$	kNm	0	0	0
	$M_{ed}^{SLE \min}$	kNm	-224	-515.2	-974.4
	$V_{ed}^{SLU/SLV}$	kN	123	205.8	292.6

*Figura 8.28 Sintesi sollecitazioni di progetto*

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA83	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

## 9 VERIFICHE

### 9.1 Verifiche strutturali

**Per i pali è prevista la seguente armatura:**

1. Pali L = 20 m: 20+20  $\phi$  26 radiali e spirale  $\phi$ 12/20
2. Pali L = 16 m: 20  $\phi$  26 radiali e spirale  $\phi$ 12/20
3. Pali L = 11 m: 20  $\phi$  26 radiali e spirale  $\phi$ 12/20

#### 9.1.1 Verifiche a flessione

Di seguito si riportano le verifiche a flessione dei pali delle paratie agli involucri SLU/SLV e agli SLE-QP:

- **Paratia Altezza scavo = 6 m, Lunghezza pali = 20 m**

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C32/40
Raggio circ.:	60.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	49.5	20	36.8

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1274.00	0.00	0.00	0.00

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

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	974.00 (851.84)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.8 cm

##### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	2479.16	0.00	0.00	3500.74	0.00	2.748	138.3(23.6)

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00211	0.0	60.0	0.00235	0.0	49.5	-0.00843	0.0	-49.5

##### 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 a rottura in presenza di sola fless (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000108990	-0.003039419	0.293	0.807

##### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
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 [Mpa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Beta12		Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2									
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.26	0.0	0.0	-154.4	0.0	-49.5	2690	74.5	15.5	0.50

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm											
S1	Esito della verifica											
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata											
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata											
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata											
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica											
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff											
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa											
e sm	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]											
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss / Es$ è tra parentesi											
wk	Distanza media tra le fessure [mm]											
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm * srm$ . Valore limite tra parentesi											
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-4.2	0	0.125	37	67	0.618	0.00048 (0.00031)	231	0.188 (0.20)	851.84	0.00

- **Paratia Altezza scavo = 5 m, Lunghezza pali = 16 m**

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C32/40

Raggio circ.: 60.0 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  
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	50.0	20	26

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] 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 [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
---------	---	----	----	----	----



S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 GRUPPO FS ITALIANE
PA83	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

1      0.000000000      0.000147297      -0.005337837      0.216      0.710

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver                      S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max                Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
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 [Mpa]  
Xs min, Ys min      Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff.                Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff.                Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
D barre                Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
Beta12                Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.76	0.0	0.0	-152.7	0.0	-50.0	1798	26.5	15.6	0.50

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.                      La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm  
Esito della verifica  
S1                      Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata  
S2                      Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata  
k2                      = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
k3                      = 0.125 per flessione e presso-flessione;  $= (e1 + e2) / (2 * e1)$  per trazione eccentrica  
Ø                      Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
Cf                      Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
Psi                      =  $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$  [B.6.6 DM96]  
e sm                    Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 * Ss / Es$  è tra parentesi  
srm                    Distanza media tra le fessure [mm]  
wk                    Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 * e * sm * srm$ . Valore limite tra parentesi  
MX fess.              Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
MY fess.              Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.5	0	0.125	26	67	0.255	0.00031 (0.00031)	253	0.132 (0.20)	628.77	0.00

- **Paratia Altezza scavo = 4 m, Lunghezza pali = 11 m**

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:                      Circolare  
Classe Conglomerato:                    C32/40

Raggio circ.:                      60.0 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 circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
Ycentro                      Ordinata [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
Raggio                      Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
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
--------	---------	---------	--------	---------	---

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

1      0.0      0.0      50.0      20      26

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] 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 [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	288.00	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	224.00 (628.77)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:      8.7    cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali:      13.0    cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)								
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)								
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000								
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa								
N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1339.29	0.00	0.00	1923.90	0.00	6.680	79.6(20.3)

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

ec max      Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7      Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max      Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max      Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min      Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min      Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min      Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00408	0.0	60.0	0.00203	0.0	50.0	-0.01270	0.0	-50.0

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

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000147297	-0.005337837	0.216	0.710

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
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 [Mpa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre  $\beta_1 \cdot \beta_2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.07	0.0	0.0	-66.4	0.0	-50.0	1798	26.5	15.6	0.50

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
Esito della verifica  
S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata  
S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata  
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione;  $= (e_1 + e_2) / (2 \cdot e_1)$  per trazione eccentrica  
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
Psi =  $1 - \beta_1 \beta_2 \cdot (S_s / S_s)^2 = 1 - \beta_1 \beta_2 \cdot (f_{ctm} / S_2)^2 = 1 - \beta_1 \beta_2 \cdot (M_{fess} / M)^2$  [B.6.6 DM96]  
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 \cdot S_s / E_s$  è tra parentesi  
srm Distanza media tra le fessure [mm]  
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 \cdot e \cdot s_m \cdot s_{rm}$ . Valore limite tra parentesi  
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.1	0	0.125	26	67	-2.940	0.00013 (0.00013)	253	0.057 (0.20)	628.77	0.00

Si osserva come, a flessione, tutte le verifiche siano soddisfatte.

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

### 9.1.2 Verifiche a taglio

I pali a taglio sono armati tutti allo stesso modo e la resistenza massima agli SLU è calcolata come segue:

#### VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

Dati	Var	unità	pali
Resistenza a compressione cubica media	Rcm	Mpa	40
Resistenza a compressione cilindrica di progetto	fck	Mpa	33.2
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	18.8
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fym	Mpa	450
Tensione di snervamento acciaio di armatura di progetto	fyk	Mpa	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>			
Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	0.00
Larghezza/ Diametro	B	m	1.20
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	1.13
Larghezza anima	bw	m	1.08
copriferro	c	m	0.1
altezza utile della sezione	d	m	0.86
<b>Compressione agente nella sezione</b>			
Sforzo normale di calcolo	N <sub>Ed</sub>	kN	0.0
<b>Elementi con armature trasversali resistenti al taglio</b>			
<i>Verifica del conglomerato</i>			
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	5242.1
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>			
diametro staffe	fsw	mm	12
passo staffe	scp	m	0.20
numero di bracci	nb		2
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	226
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	22
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	847.8
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	2731.1
<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>847.8</b>

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Di seguito si riporta il coefficiente di sicurezza nei confronti delle sollecitazioni taglianti di progetto:

**OPERA : Paratie di Linea PA01 PA02 PA03 PA04 PA05**

			TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
<b>altezza totale palo</b>	<b>Hpalo</b>	<b>m</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>20</b>
Taglio agente	$V_{ed}^{SLU/SLV}$	kN	123	205.8	292.6
Taglio resistente	Vrd	kN	845	845	845
<b>C.S. a taglio</b>	<b>C.S. STR (V)</b>		<b>6.86</b>	<b>4.11</b>	<b>2.89</b>

Le verifiche a taglio risultano ampiamente soddisfatte.

## 9.2 Verifiche geotecniche

La sicurezza nei confronti dello stato limite d'equilibrio geotecnico è calcolata confrontando la spinta passiva effettivamente mobilitata con la spinta passiva disponibile:

**OPERA : Paratie di Linea PA01 PA02 PA03 PA04 PA05**

			TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
<b>altezza totale palo</b>	<b>Hpalo</b>	<b>m</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>20</b>
spinta mobilitata	S'h	kN/m	573	1097	1745
spinta max ammissibile	S'rd	kN/m	857	1776	2820
<b>C.S. geotecnico</b>	<b>C.S. GEO</b>		<b>1.50</b>	<b>1.62</b>	<b>1.62</b>

In tutti i casi la sicurezza nei confronti della mobilitazione della resistenza limite del terreno è garantita.

## 9.3 Verifiche SLE

Di seguito si riportano gli spostamenti massimi calcolati in testa alle paratie per le differenti altezze di scavo:

<b>OPERA : Paratie di Linea PA01 PA02 PA03 PA04 PA05</b>					
			TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
<b>altezza totale palo</b>	<b>Hpalo</b>	<b>m</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>20</b>
altezza fuori terra tot	Hf	m	4	5	6
spostamenti testa paratia	d (SLE)	mm	27	42	44
	d/Htot fuori terra		0.68%	0.84%	0.73%

In tutti i pali il rapporto fra spostamento massimo e altezza totale fuori terra è inferiore all' 1%. Pertanto, tenuto conto della assenza di strutture a tergo delle opere, si ritiene che i requisiti prestazionali in termini di deformabilità risultino soddisfatti.

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA83	<i>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</i>	

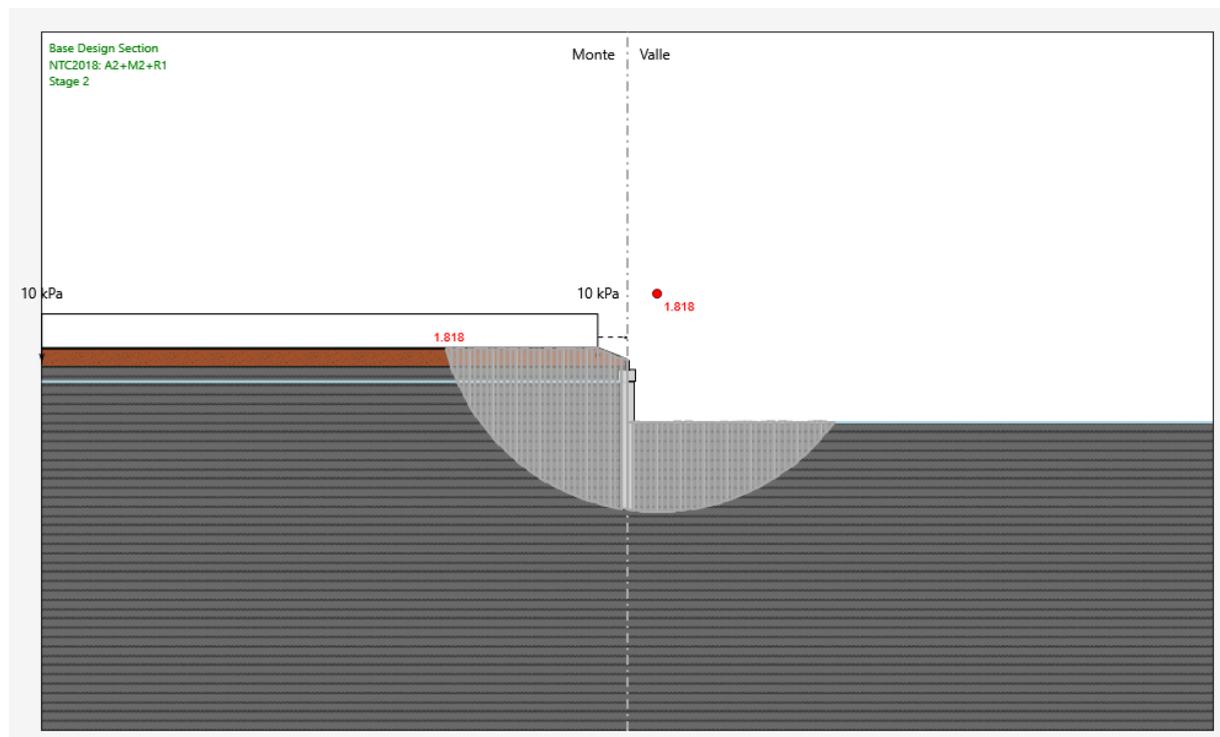
## 9.4 Analisi di stabilità globale

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno viene effettuata nel caso statico secondo la combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'approccio 1 come previsto dalle NTC2018. Mentre i coefficienti A2 e M2 sono integrati nel software di calcolo il coefficiente riduttivo della resistenza viene utilizzato come termine di confronto con il coefficiente di sicurezza restituito dall'analisi che, quindi, dovrà essere  $\geq 1.1$ .

Le verifiche delle diverse tipologie di paratie sono effettuate in due condizioni: in condizioni di scavo massimo per il caso statico e in configurazione finale per il caso sismico.

Si adotta il metodo di Bishop definendo la griglia dei possibili centri delle curve di scorrimento e le linee di tangenza minima e massima delle stesse.

Di seguito si riportano i risultati e le verifiche delle analisi:



*Figura 9.1 Paratia Tipo 1 - Hmax = 5.5 m - Superficie critica di scorrimento in caso statico e relativo coefficiente di sicurezza (1.818)*

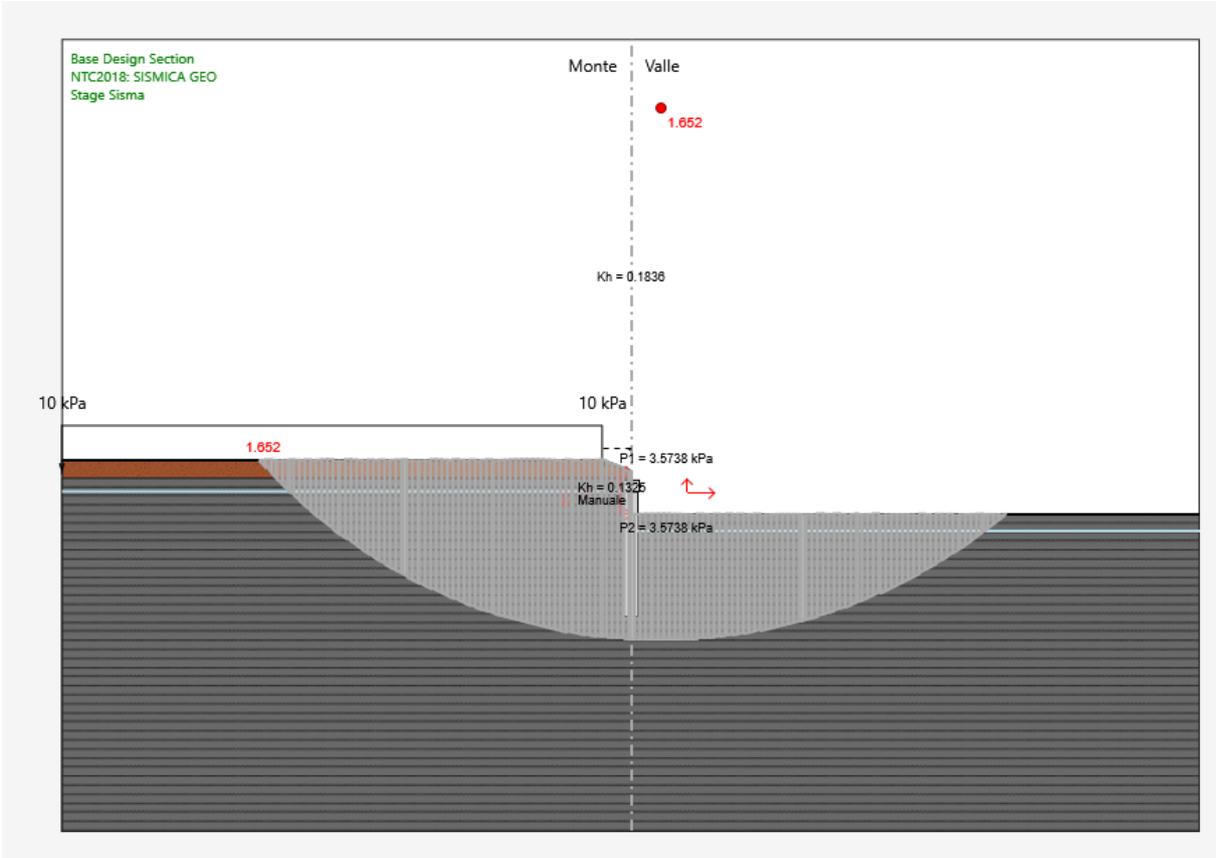


Figura 9.2 Paratia Tipo 1 – Configurazione Finale - Superficie critica di scorrimento in caso sismico e relativo coefficiente di sicurezza (1.652)

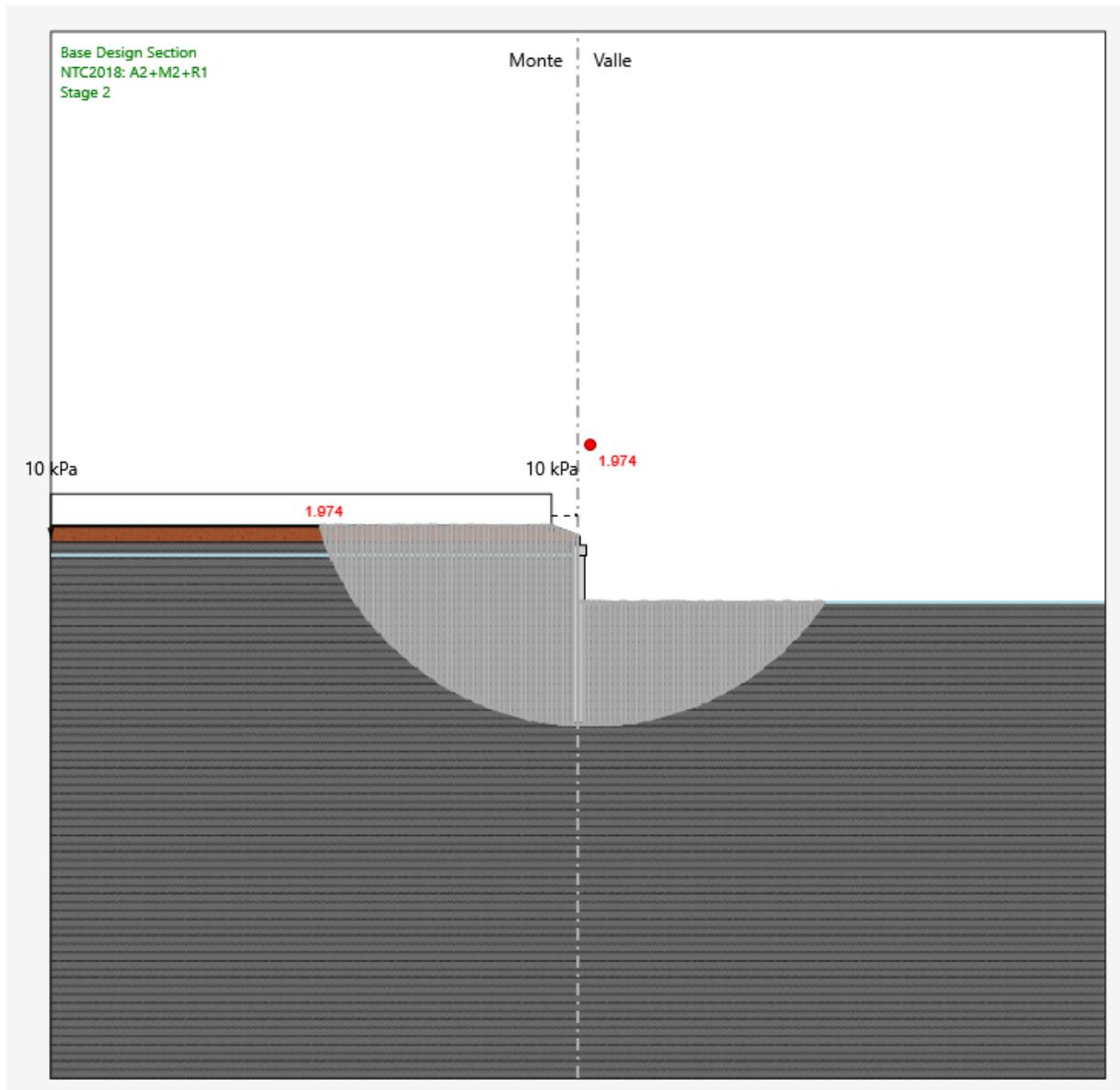
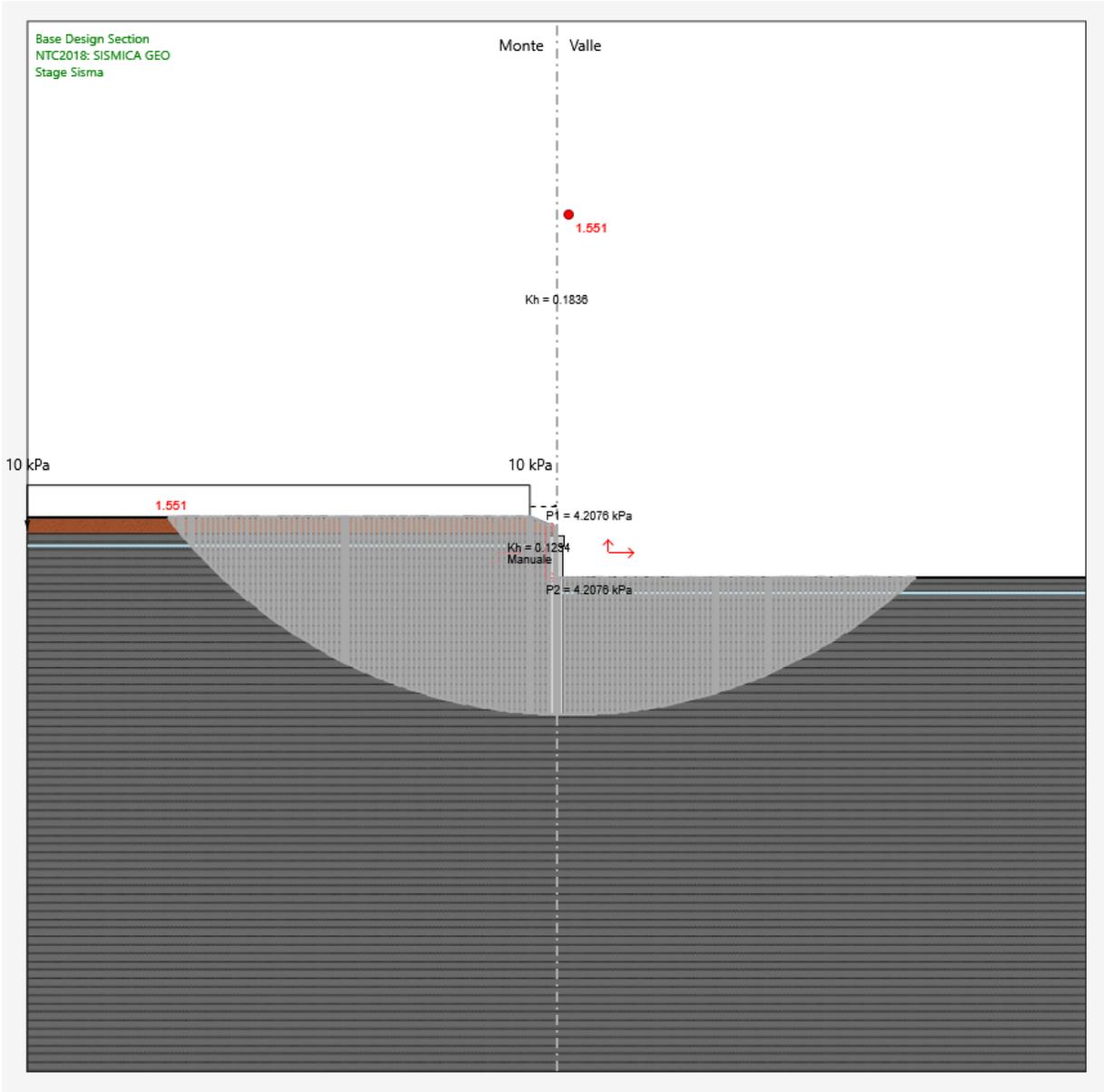


Figura 9.3 Paratia Tipo 2 -  $H_{max} = 6.5 \text{ m}$  - Superficie critica di scorrimento in caso statico e relativo coefficiente di sicurezza (1.974)



*Figura 9.4 Paratia Tipo 2 - Configurazione Finale - Superficie critica di scorrimento in caso sismico e relativo coefficiente di sicurezza (1.581)*

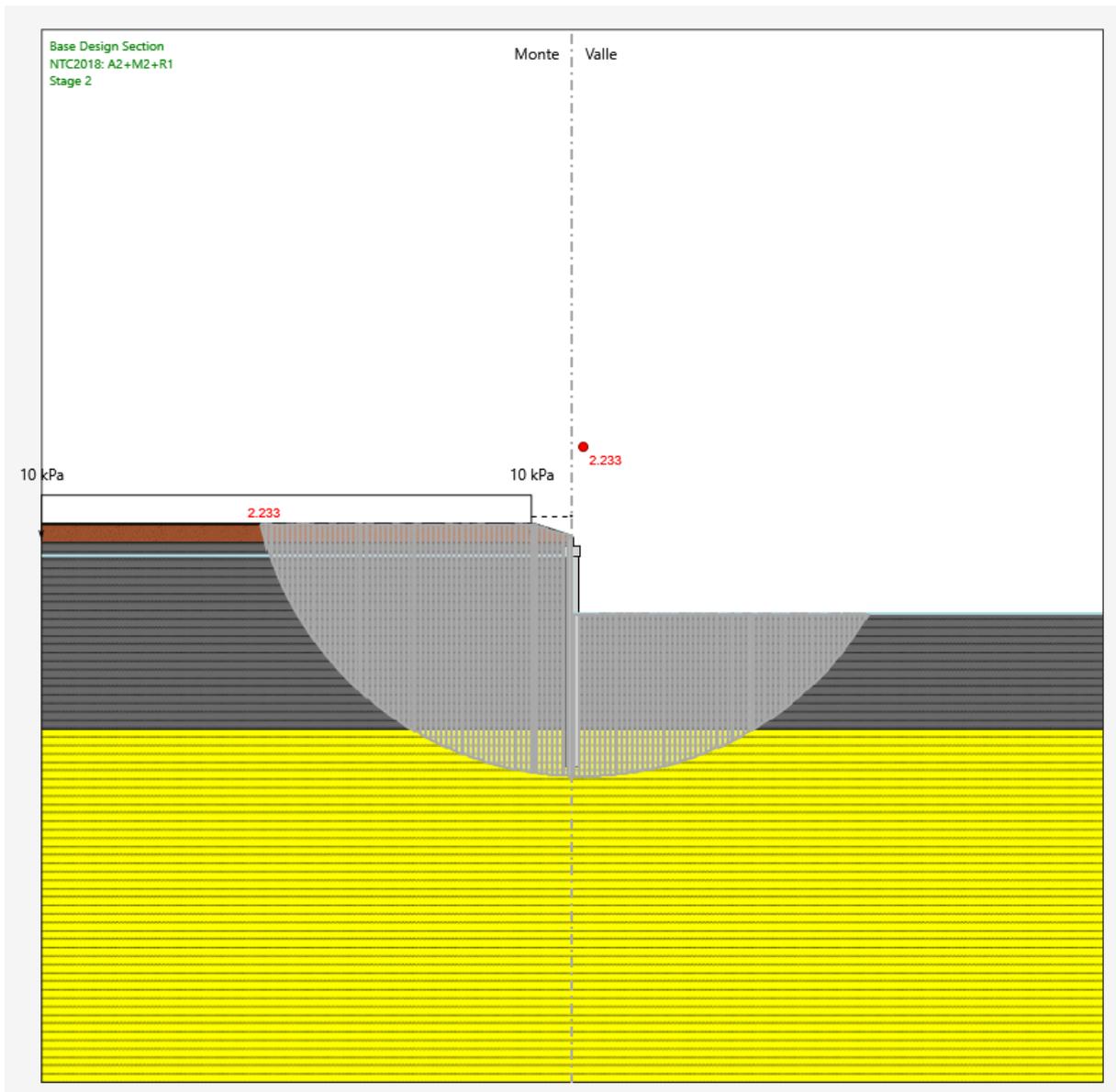


Figura 9.5 Paratia Tipo 3 -  $H_{max} = 7.5m$  - Superficie critica di scorrimento in caso statico e relativo coefficiente di sicurezza (2.233)

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		
PA83	<i>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</i>	

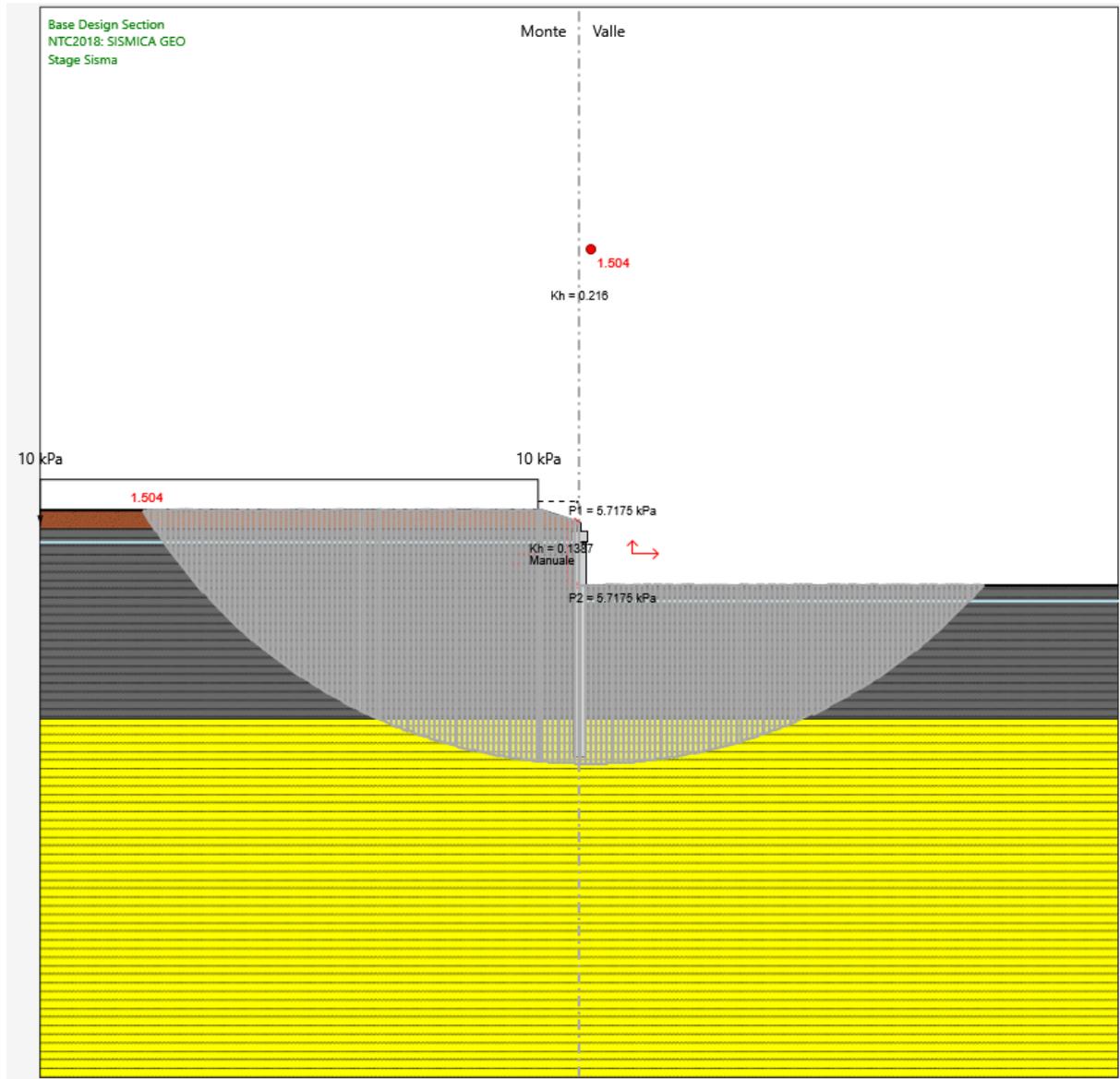


Figura 9.6 Paratia Tipo 3 – Configurazione Finale - Superficie critica di scorrimento in caso sismico e relativo coefficiente di sicurezza (1.504)

**Si osserva come, per tutte le tipologie di paratie, il Coefficiente di Sicurezza nei confronti della stabilità globale sia sempre superiore a 1.1.**

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

## 10 ALLEGATI

### 10.1 Paratia H<sub>scavo finale</sub> = 6 m e L<sub>pali</sub> = 20 m

#### Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : 4.25 m  
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : 1.25 m  
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : -16.5 m  
OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	γ <sub>dry</sub>	γ <sub>sat</sub>	φ'	σ <sub>cv</sub>	ρ	c'	Su	Modulo Elastico	Eu	Evc	Eur	Ah	Avexp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur		
		kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	°	°	kPa	kPa		kPa	kPa	kPa			kPa			kPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	
1	Alf	18.5	18.5	25			16		Constant	20000	60000											
2	Aa	19	19	25			18.5		Constant	40000	120000											
3	A	19	19	25			37		Constant	40000	64000											

#### Descrizione Pareti

X : 0 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Muro di sinistra

Sezione : PARATIA  
Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

X : 0 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Muro di sinistra

Sezione : PARATIA  
Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

Sezione : cordolo  
Area equivalente : 1.5 m  
Inerzia equivalente : 0.2812 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Solid

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Spessore : 1.5 m  
Efficacia : 1

X : 0 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Muro di sinistra

Sezione : PARATIA  
Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

Sezione : cordolo  
Area equivalente : 1.5 m  
Inerzia equivalente : 0.2812 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Solid  
Spessore : 1.5 m  
Efficacia : 1

Sezione : paraghiaia  
Area equivalente : 0.3 m  
Inerzia equivalente : 0.0022 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Solid  
Spessore : 0.3 m  
Efficacia : 1

## Fasi di Calcolo

Stage 1

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.8 m  
Lato valle : 1.8 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-20;3.8)  
(-12;3.8)  
(0;1.8)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
1.8 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m  
Falda di destra : 0 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -20 m  
X finale : -3.8 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
X : 0 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Sezione : PARATIA

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

Paratia : WallElement\_New  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 1 m  
 Quota di fondo : 0 m  
 Sezione : cordolo  
 Paratia : WallElement\_New\_New  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 1.8 m  
 Quota di fondo : 1 m  
 Sezione : paraghiaia

## Stage 2

## Scavo

Muro di sinistra  
 Lato monte : 1.8 m  
 Lato valle : -5.5 m  
  
 Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
 (-20;3)  
 (-3.6;3)  
 (0;1.8)  
 Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
 -5.5 m

## Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m  
 Falda di destra : -5.5 m

## Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
 X iniziale : -20 m  
 X finale : -3.8 m  
 Pressione iniziale : 10 kPa  
 Pressione finale : 10 kPa

## Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 0 m  
 Quota di fondo : -20 m  
 Sezione : PARATIA  
 Paratia : WallElement\_New  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 1 m  
 Quota di fondo : 0 m  
 Sezione : cordolo  
 Paratia : WallElement\_New\_New  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 1.8 m  
 Quota di fondo : 1 m  
 Sezione : paraghiaia

## Stage 4

## Scavo

Muro di sinistra  
 Lato monte : 1.8 m  
 Lato valle : -5.5 m  
  
 Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
 (-20;3)  
 (-3.6;3)  
 (0;1.8)  
 Linea di scavo di destra (Orizzontale)

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

-5.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m  
Falda di destra : -5.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -20 m  
X finale : -3.8 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
X : 0 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Sezione : PARATIA  
Paratia : WallElement\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo  
Paratia : WallElement\_New\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

Stage 5

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.8 m  
Lato valle : -4 m  
  
Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-20;3)  
(-3.6;3)  
(0;1.8)  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-4 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m  
Falda di destra : -5.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -20 m  
X finale : -3.8 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
X : 0 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Sezione : PARATIA  
Paratia : WallElement\_New

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

X : 0 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo  
Paratia : WallElement\_New\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

Stage 6

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.8 m  
Lato valle : -4 m  
  
Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-20;3)  
(-3.6;3)  
(0;1.8)  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-4 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m  
Falda di destra : -5.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -20 m  
X finale : -3.8 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
X : 0 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Sezione : PARATIA  
Paratia : WallElement\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo  
Paratia : WallElement\_New\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

Descrizione Coefficienti Design Assumption

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

Nome	Carichi Permanent i	Carichi Permanent i	Carichi Variabili Sfavorevol i	Carichi Variabili Favorevol i	Carico Sismic o	Pres sion i	Press ioni Acqua Lato a Valle	Carich i Perman enti	Carich i Perman enti	Carich i Variab ili	Carichi Permane nti	Caric hi Perma nti	Carich i Variab ili	
	(F_dead_1 oad_unfav our)	(F_dead_1 oad_favou r)	(F_live_lo ad_unfavou r)	(F_live_l oad_favou r)	(F_sei sm_loa d)	Mont terRe e (F_W ater DR)	Lato (F_Wa ilizza nti (F_UPL _GDSta b)	Destab ilizza nti (F_UPL _GStab )	Stabil izzant i (F_UPL _QDSta b)	Destab ilizza nti (F_UPL _QDSta b)	(F_HYD_ GDStab)	(F_HY D_GSt ab)	Destabi lizant i (F_HYD_ GDStab)	Stabi lizant i (F_HYD_ GDStab)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
NTC2018: SLE (Rara/Fre quente/Qu asi Permanent e)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1	
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	

Nome	Parziale su tan( $\phi'$ ) (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

### Tabella Inviluppi Spostamento Left Wall

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Spostamento Muro: LEFT			
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
1.8	0	43.91	
1.6	0	43.271	
1.4	0	42.631	
1.2	0	41.991	
1	0	41.351	
0.8	0	40.711	
0.6	0	40.072	
0.4	0	39.432	
0.2	0	38.792	
0	0	38.152	
-0.2	0	37.513	
-0.4	0	36.873	
-0.6	0	36.233	
-0.8	0	35.593	
-1	0	34.954	
-1.2	0	34.321	
-1.4	0	33.692	
-1.6	0	33.063	
-1.8	0	32.433	
-2	0	31.804	
-2.2	0	31.175	
-2.4	0	30.546	
-2.6	0	29.918	
-2.8	0	29.29	
-3	0	28.663	
-3.2	0	28.036	
-3.4	0	27.41	
-3.6	0	26.785	
-3.8	0	26.161	
-4	0	25.538	
-4.2	0	24.917	
-4.4	0	24.298	
-4.6	0	23.681	
-4.8	0	23.067	
-5	0	22.455	
-5.2	0	21.847	
-5.4	0	21.243	
-5.6	0	20.643	
-5.8	0	20.047	
-6	0	19.457	
-6.2	0	18.873	
-6.4	0	18.295	
-6.6	0	17.724	
-6.8	0	17.16	
-7	0	16.604	
-7.2	0	16.056	
-7.4	0	15.517	
-7.6	0	14.987	
-7.8	0	14.466	
-8	0	13.955	
-8.2	0	13.454	
-8.4	0	12.964	
-8.6	0	12.484	
-8.8	0	12.015	
-9	0	11.557	
-9.2	0	11.11	
-9.4	0	10.674	
-9.6	0	10.249	
-9.8	0	9.836	
-10	0	9.434	
-10.2	0	9.044	
-10.4	0	8.666	
-10.6	0	8.298	
-10.8	0	7.942	
-11	0	7.598	
-11.2	0	7.264	
-11.4	0	6.942	
-11.6	0	6.631	
-11.8	0	6.331	
-12	0	6.042	
-12.2	0	5.763	

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Spostamento			Muro: LEFT
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
-12.4	0	5.494	
-12.6	0	5.236	
-12.8	0	4.988	
-13	0	4.749	
-13.2	0	4.521	
-13.4	0	4.301	
-13.6	0	4.091	
-13.8	0	3.889	
-14	0	3.696	
-14.2	0	3.511	
-14.4	0	3.334	
-14.6	0	3.165	
-14.8	0	3.003	
-15	0	2.848	
-15.2	0	2.7	
-15.4	0	2.558	
-15.6	0	2.422	
-15.8	0	2.292	
-16	0	2.167	
-16.2	0	2.047	
-16.4	0	1.931	
-16.6	0	1.82	
-16.8	0	1.712	
-17	0	1.607	
-17.2	0	1.505	
-17.4	0	1.406	
-17.6	0	1.309	
-17.8	0	1.214	
-18	0	1.121	
-18.2	0	1.029	
-18.4	0	0.939	
-18.6	0	0.849	
-18.8	0	0.76	
-19	0	0.671	
-19.2	0	0.583	
-19.4	0	0.495	
-19.6	-0.021	0.407	
-19.8	-0.112	0.319	
-20	-0.202	0.231	

## Tabella Inviluppi Momento WallElement

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Momento			Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
0	13.028	0	
-0.2	16.464	0	
-0.4	20.307	0	
-0.6	24.626	0	
-0.8	29.487	0	
-1	34.958	0	
-1.2	41.106	0	
-1.4	47.998	0	
-1.6	55.702	0	
-1.8	64.285	0	
-2	73.813	0	
-2.2	84.378	0	
-2.4	96.087	0	
-2.6	109.047	0	
-2.8	123.366	0	
-3	139.152	0	
-3.2	156.512	0	
-3.4	175.552	0	
-3.6	196.382	0	
-3.8	219.109	0	
-4	243.844	0	
-4.2	270.014	0	
-4.4	297.531	0	
-4.6	326.467	0	
-4.8	356.882	0	
-5	388.83	0	
-5.2	422.366	0	
-5.4	457.545	0	
-5.6	494.418	0	
-5.8	530.283	0	
-6	564.986	0	
-6.2	598.376	0	
-6.4	630.297	0	
-6.6	660.597	0	

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Design Assumption: Nominal Z (m)	Involuppi: Momento Lato sinistro (kN*m/m)	Muro: WallElement Lato destro (kN*m/m)
-6.8	689.121	0
-7	715.71	0
-7.2	740.208	0
-7.4	780.414	0
-7.6	826.642	0
-7.8	872.732	0
-8	918.554	0
-8.2	963.983	0
-8.4	1008.891	0
-8.6	1053.15	0
-8.8	1096.631	0
-9	1139.208	0
-9.2	1180.753	0
-9.4	1221.138	0
-9.6	1260.235	0
-9.8	1297.916	0
-10	1334.054	0
-10.2	1368.523	0
-10.4	1401.189	0
-10.6	1431.93	0
-10.8	1460.616	0
-11	1487.12	0
-11.2	1511.312	0
-11.4	1533.064	0
-11.6	1552.25	0
-11.8	1568.741	0
-12	1582.409	0
-12.2	1593.124	0
-12.4	1600.758	0
-12.6	1605.185	0
-12.8	1606.275	0
-13	1603.9	0
-13.2	1597.932	0
-13.4	1588.242	0
-13.6	1574.704	0
-13.8	1557.187	0
-14	1535.563	0
-14.2	1509.704	0
-14.4	1479.483	0
-14.6	1444.771	0
-14.8	1405.438	0
-15	1361.395	0
-15.2	1313.037	0
-15.4	1260.756	0
-15.6	1204.936	0
-15.8	1145.958	0
-16	1084.2	0
-16.2	1020.032	0
-16.4	953.824	0
-16.6	885.939	0
-16.8	816.164	0
-17	744.857	0
-17.2	672.371	0
-17.4	599.057	0
-17.6	525.866	0
-17.8	453.956	0
-18	384.426	0
-18.2	318.215	0
-18.4	256.246	0
-18.6	199.439	0
-18.8	148.711	0
-19	104.802	0
-19.2	68.069	0
-19.4	38.866	0
-19.6	17.55	0
-19.8	4.476	0
-20	0	0

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

## Tabella Inviluppi Momento WallElement\_New

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
1	2.163	0
0.8	3.462	0
0.6	5.199	0
0.4	7.372	0
0.2	9.982	0
0	13.028	0

## Tabella Inviluppi Momento WallElement\_New\_New

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement_New_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
1.8	0	0
1.6	0.135	0
1.4	0.541	0
1.2	1.216	0
1	2.163	0

## Tabella Inviluppi Taglio WallElement

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	17.177	0
-0.2	19.217	0
-0.4	21.594	0
-0.6	24.306	0
-0.8	27.355	0
-1	30.74	0
-1.2	34.461	0
-1.4	38.518	0
-1.6	42.912	0
-1.8	47.642	0
-2	52.825	0
-2.2	58.545	0
-2.4	64.802	0
-2.6	71.597	0
-2.8	78.928	0
-3	86.797	0
-3.2	95.202	0
-3.4	104.148	0
-3.6	113.635	0
-3.8	123.676	0
-4	130.85	0
-4.2	137.584	0
-4.4	144.682	0
-4.6	157.038	0
-4.8	171.503	0
-5	186.249	0
-5.2	201.275	0
-5.4	216.576	0
-5.6	216.576	0
-5.8	214.237	0
-6	218.209	0
-6.2	221.956	0
-6.4	225.079	0
-6.6	227.564	0
-6.8	229.411	0
-7	230.619	0
-7.2	231.201	0
-7.4	231.201	0
-7.6	231.143	0
-7.8	230.447	0
-8	229.11	0
-8.2	227.145	0
-8.4	224.54	0
-8.6	221.295	0
-8.8	217.409	0
-9	212.882	0
-9.2	207.724	6.36
-9.4	201.926	14.907
-9.6	195.486	22.865
-9.8	188.405	30.261
-10	180.692	37.136
-10.2	172.338	43.52
-10.4	163.341	49.446

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-10.6	153.703	54.936
-10.8	143.431	60.026
-11	132.517	64.744
-11.2	120.961	69.116
-11.4	108.763	73.163
-11.6	95.93	76.913
-11.8	82.455	80.392
-12	68.337	83.621
-12.2	53.576	86.621
-12.4	38.172	89.408
-12.6	22.133	92.006
-12.8	5.451	95.254
-13	0	99.737
-13.2	0	104.037
-13.4	0	108.172
-13.6	0	112.156
-13.8	0	116
-14	0	129.291
-14.2	0	151.105
-14.4	0	173.563
-14.6	0	196.666
-14.8	0	220.215
-15	0	241.787
-15.2	0	261.407
-15.4	0	279.1
-15.6	0	294.89
-15.8	0	308.792
-16	0	320.836
-16.2	0	331.041
-16.4	0	339.427
-16.6	0	348.873
-16.8	0	356.535
-17	0	362.43
-17.2	0	366.571
-17.4	0	366.571
-17.6	0	365.956
-17.8	0	359.532
-18	0	347.646
-18.2	0	331.055
-18.4	0	309.846
-18.6	0	284.036
-18.8	0	253.638
-19	0	219.543
-19.2	0	183.668
-19.4	0	146.013
-19.6	0	106.58
-19.8	0	65.37
-20	0	22.382

Tabella Inviluppi Taglio WallElement\_New

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
1	6.498	0
0.8	8.682	0
0.6	10.866	0
0.4	13.05	0
0.2	15.234	0
0	15.234	0

Tabella Inviluppi Taglio WallElement\_New\_New

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement_New_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
1.8	0.676	0
1.6	2.027	0
1.4	3.379	0
1.2	4.731	0
1	4.731	0

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

### Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva
			%
NTC2018: A2+M2+R1Stage 2Left	Wall LEFT	LEFT	13.7
NTC2018: A2+M2+R1Stage 2Left	Wall RIGHT	RIGHT	61.79

### Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva
			%
NTC2018: A2+M2+R1Stage 2Left	Wall LEFT	LEFT	13827.27
NTC2018: A2+M2+R1Stage 2Left	Wall RIGHT	RIGHT	163583.01

## 10.2 Paratia H<sub>scavo finale</sub> = 5 m e L<sub>pali</sub> = 16 m

### Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL  
 Quota : 4.25 m  
 OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL  
 Quota : 1.25 m  
 OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	γ dry	γ sat	φ'	c'v	φ	c'	Su	Modulo Elastico	Eu	Evc	Eur	Ah	Av	exp Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur		
		kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	°	°	kPa	kPa		kPa	kPa	kPa			kPa			kPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	
1	Alf	18.5	18.5	25			16		Constant	20000	32000											
2	Aa	19	19	25			18.5		Constant	20000	32000											

### Descrizione Pareti

X : 0 m  
 Quota in alto : 0 m  
 Quota di fondo : -16 m  
 Muro di sinistra

Sezione : PARATIA  
 Area equivalente : 0.80783811092309 m  
 Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
 Materiale calcestruzzo : C32/40  
 Tipo sezione : Tangent  
 Spaziatura : 1.4 m  
 Diametro : 1.2 m  
 Efficacia : 1

X : 0 m  
 Quota in alto : 1 m  
 Quota di fondo : 0 m  
 Muro di sinistra

Sezione : PARATIA  
 Area equivalente : 0.80783811092309 m  
 Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
 Materiale calcestruzzo : C32/40  
 Tipo sezione : Tangent  
 Spaziatura : 1.4 m  
 Diametro : 1.2 m

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

Efficacia : 1

Sezione : cordolo

Area equivalente : 1.5 m

Inerzia equivalente : 0.2812 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C32/40

Tipo sezione : Solid

Spessore : 1.5 m

Efficacia : 1

X : 0 m

Quota in alto : 1.8 m

Quota di fondo : 1 m

Muro di sinistra

Sezione : PARATIA

Area equivalente : 0.80783811092309 m

Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C32/40

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 1.4 m

Diametro : 1.2 m

Efficacia : 1

Sezione : cordolo

Area equivalente : 1.5 m

Inerzia equivalente : 0.2812 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C32/40

Tipo sezione : Solid

Spessore : 1.5 m

Efficacia : 1

Sezione : paraghiaia

Area equivalente : 0.3 m

Inerzia equivalente : 0.0022 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C32/40

Tipo sezione : Solid

Spessore : 0.3 m

Efficacia : 1

**Fasi di Calcolo**

Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 1.8 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;2.8)

(-4.4;2.8)

(0;1.8)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m

Falda di destra : 0 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -20 m

X finale : -2.5 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

## Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 0 m  
 Quota di fondo : -16 m  
 Sezione : PARATIA

Paratia : WallElement\_New  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 1 m  
 Quota di fondo : 0 m  
 Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 1.8 m  
 Quota di fondo : 1 m  
 Sezione : paraghiaia

## Stage 2

## Scavo

Muro di sinistra  
 Lato monte : 1.8 m  
 Lato valle : -4.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
 (-20;2.8)  
 (-2.5;2.8)  
 (0;1.8)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
 -4.5 m

## Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m  
 Falda di destra : -4.5 m

## Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
 X iniziale : -20 m  
 X finale : -2.5 m  
 Pressione iniziale : 10 kPa  
 Pressione finale : 10 kPa

## Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 0 m  
 Quota di fondo : -16 m  
 Sezione : PARATIA

Paratia : WallElement\_New  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 1 m  
 Quota di fondo : 0 m  
 Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 1.8 m  
 Quota di fondo : 1 m  
 Sezione : paraghiaia

## Stage 3

## Scavo

Muro di sinistra  
 Lato monte : 1.8 m  
 Lato valle : -3 m

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-20;2.8)  
(-2.5;2.8)  
(0;1.8)  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-3 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m  
Falda di destra : -4.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -20 m  
X finale : -2.5 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
X : 0 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -16 m  
Sezione : PARATIA  
Paratia : WallElement\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo  
Paratia : WallElement\_New\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

Stage 4

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.8 m  
Lato valle : -3 m  
Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-20;2.8)  
(-2.5;2.8)  
(0;1.8)  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-3 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m  
Falda di destra : -4.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -20 m  
X finale : -2.5 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 GRUPPO FS ITALIANE
PA83	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
X : 0 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -16 m  
Sezione : PARATIA

Paratia : WallElement\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

### Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi permanenti	Carichi permanenti	Carichi Variabili Sfavorevoli	Carichi Variabili Favorevoli	Carico Sismico	Pres sioni	Press ioni	Carichi permanenti	Carichi permanenti	Carichi Variabili	Carichi permanenti	Carichi permanenti	Carichi Variabili
	(F_dead_1oad_unfavouour)	(F_dead_1oad_favouour)	(F_live_1oad_unfavouour)	(F_live_1oad_favouour)	(F_sei_1oad)	(F_WaterDR)	(F_Valle)	(F_Destabilizza)	(F_Stabilizza)	(F_Destabilizza)	(F_HYD)	(F_HYD)	(F_HYD)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ ( $F_{Fr}$ )	Parziale su $c'$ ( $F_{eff\_cohe}$ )	Parziale su $S_u$ ( $F_{Su}$ )	Parziale su $q_u$ ( $F_{qu}$ )	Parziale su peso specifico ( $F_{gamma}$ )
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. $K_p$ ) ( $F_{Soil\_Res\_walls}$ )	Parziale resistenza Tiranti permanenti ( $F_{Anch\_P}$ )	Parziale resistenza Tiranti temporanei ( $F_{Anch\_T}$ )	Parziale elementi strutturali ( $F_{wall}$ )
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE	1	1	1	1

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

Nome	Carichi Permanenti	Carichi Permanenti	Carichi Variabili Sfavorevoli	Carichi Variabili Favorevoli	Carico Sismico	Pressioni Acqua	Pressioni Lato	Carichi Permanenti	Carichi Permanenti	Carichi Variabili	Carichi Permanenti	Carichi Permanenti	Carichi Variabili
	(F_dead_load_unfavorable)	(F_dead_load_favorable)	(F_live_load_unfavorable)	(F_live_load_favorable)	(F_seismic)	(F_water)	(F_side)	(F_perma)	(F_perma)	(F_variab)	(F_perma)	(F_perma)	(F_variab)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$
(Rara/Frequente/Quasi Permanente)													
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)			1			1.2			1.1				1
NTC2018: A2+M2+R1			1			1.2			1.1				1
NTC2018: SISMICA STR			1			1.2			1.1				1
NTC2018: SISMICA GEO			1			1.2			1.1				1

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

### Tabella Inviluppi Spostamento Left Wall

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Spostamento Muro: LEFT			
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
1.8	0	42.158	
1.6	0	41.563	
1.4	0	40.967	
1.2	0	40.372	
1	0	39.776	
0.8	0	39.181	
0.6	0	38.586	
0.4	0	37.99	
0.2	0	37.395	
0	0	36.799	
-0.2	0	36.204	
-0.4	0	35.608	
-0.6	0	35.013	
-0.8	0	34.417	
-1	0	33.822	
-1.2	0	33.227	
-1.4	0	32.631	
-1.6	0	32.036	
-1.8	0	31.441	
-2	0	30.847	
-2.2	0	30.252	
-2.4	0	29.658	
-2.6	0	29.064	
-2.8	0	28.471	
-3	0	27.879	
-3.2	0	27.287	
-3.4	0	26.697	
-3.6	0	26.108	
-3.8	0	25.52	
-4	0	24.934	
-4.2	0	24.35	
-4.4	0	23.768	
-4.6	0	23.189	
-4.8	0	22.613	
-5	0	22.04	
-5.2	0	21.471	
-5.4	0	20.906	
-5.6	0	20.346	
-5.8	0	19.79	
-6	0	19.239	
-6.2	0	18.693	
-6.4	0	18.152	
-6.6	0	17.616	
-6.8	0	17.087	
-7	0	16.562	
-7.2	0	16.044	
-7.4	0	15.532	
-7.6	0	15.026	
-7.8	0	14.525	
-8	0	14.031	
-8.2	0	13.543	
-8.4	0	13.06	
-8.6	0	12.584	
-8.8	0	12.114	
-9	0	11.65	
-9.2	0	11.192	
-9.4	0	10.739	
-9.6	0	10.293	
-9.8	0	9.851	
-10	0	9.416	
-10.2	0	8.986	
-10.4	0	8.561	
-10.6	0	8.141	
-10.8	0	7.726	
-11	0	7.315	
-11.2	0	6.91	
-11.4	0	6.509	
-11.6	0	6.112	
-11.8	0	5.719	
-12	0	5.33	
-12.2	0	4.944	

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: LEFT			
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
-12.4	0	4.562	
-12.6	0	4.183	
-12.8	0	3.807	
-13	0	3.433	
-13.2	0	3.063	
-13.4	0	2.694	
-13.6	0	2.327	
-13.8	0	1.962	
-14	0	1.599	
-14.2	0	1.236	
-14.4	0	0.875	
-14.6	0	0.515	
-14.8	0	0.155	
-14.886	0	0	
-15	-0.204	0	
-15.2	-0.563	0	
-15.4	-0.921	0	
-15.6	-1.28	0	
-15.8	-1.638	0	
-16	-1.996	0	

## Tabella Involuppi Momento WallElement

Design Assumption: Nominal Involuppi: Momento Muro: WallElement			
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
0	10.168	0	
-0.2	12.89	0	
-0.4	15.948	0	
-0.6	19.407	0	
-0.8	23.335	0	
-1	27.798	0	
-1.2	32.865	0	
-1.4	38.6	0	
-1.6	45.072	0	
-1.8	52.348	0	
-2	60.493	0	
-2.2	69.613	0	
-2.4	79.816	0	
-2.6	91.21	0	
-2.8	103.903	0	
-3	118.002	0	
-3.2	133.292	0	
-3.4	149.724	0	
-3.6	167.374	0	
-3.8	186.279	0	
-4	206.479	0	
-4.2	228.012	0	
-4.4	250.915	0	
-4.6	275.229	0	
-4.8	298.232	0	
-5	319.76	0	
-5.2	339.667	0	
-5.4	357.812	0	
-5.6	374.055	0	
-5.8	388.436	0	
-6	405.779	0	
-6.2	433.73	0	
-6.4	461.224	0	
-6.6	488.131	0	
-6.8	514.323	0	
-7	539.671	0	
-7.2	564.049	0	
-7.4	587.329	0	
-7.6	609.383	0	
-7.8	630.083	0	
-8	649.301	0	
-8.2	666.907	0	
-8.4	682.773	0	
-8.6	696.771	0	
-8.8	708.774	0	
-9	718.653	0	
-9.2	726.28	0	
-9.4	731.526	0	
-9.6	734.261	0	
-9.8	734.359	0	
-10	731.688	0	
-10.2	726.124	0	
-10.4	717.536	0	

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-10.6	705.796	0
-10.8	690.96	0
-11	673.252	0
-11.2	652.895	0
-11.4	630.113	0
-11.6	605.126	0
-11.8	578.155	0
-12	549.417	0
-12.2	519.129	0
-12.4	487.506	0
-12.6	454.762	0
-12.8	421.111	0
-13	386.766	0
-13.2	351.938	0
-13.4	316.837	0
-13.6	281.674	0
-13.8	246.657	0
-14	211.994	0
-14.2	178.1	0
-14.4	145.572	0
-14.6	114.971	0
-14.8	86.854	0
-15	61.784	0
-15.2	40.322	0
-15.4	23.027	0
-15.6	10.4	0
-15.8	2.653	0
-16	0	0

## Tabella Inviluppi Momento WallElement\_New

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
1	1.643	0
0.8	2.641	0
0.6	3.992	0
0.4	5.697	0
0.2	7.756	0
0	10.168	0

## Tabella Inviluppi Momento WallElement\_New\_New

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement_New_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
1.8	0	0
1.6	0.103	0
1.4	0.411	0
1.2	0.924	0
1	1.643	0

## Tabella Inviluppi Taglio WallElement

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	13.613	0
-0.2	15.287	0
-0.4	17.296	0
-0.6	19.64	0
-0.8	22.318	0
-1	25.331	0
-1.2	28.678	0
-1.4	32.36	0
-1.6	36.376	0
-1.8	40.727	0
-2	45.601	0
-2.2	51.015	0
-2.4	56.97	0
-2.6	63.463	0
-2.8	70.495	0
-3	76.447	0
-3.2	82.162	0
-3.4	90.506	0
-3.6	101.343	0
-3.8	112.431	0
-4	123.769	0
-4.2	135.355	0
-4.4	147.206	0

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-4.6	147.206	0
-4.8	141.375	0
-5	141.663	0
-5.2	142.555	0
-5.4	142.807	0
-5.6	142.807	0
-5.8	142.421	0
-6	141.41	0
-6.2	139.759	0
-6.4	137.467	0
-6.6	134.534	0
-6.8	130.96	0
-7	126.744	0
-7.2	121.886	0
-7.4	116.4	0
-7.6	110.272	2.648
-7.8	103.501	8.41
-8	96.087	13.897
-8.2	88.031	19.116
-8.4	79.331	24.077
-8.6	69.988	28.779
-8.8	60.014	33.238
-9	49.396	37.462
-9.2	38.134	41.458
-9.4	26.229	45.233
-9.6	13.679	48.794
-9.8	0.486	52.15
-10	0	55.299
-10.2	0	58.507
-10.4	0	62.36
-10.6	0	74.183
-10.8	0	88.541
-11	0	101.782
-11.2	0	113.913
-11.4	0	124.932
-11.6	0	134.855
-11.8	0	143.689
-12	0	151.441
-12.2	0	158.115
-12.4	0	163.719
-12.6	0	168.257
-12.8	0	171.726
-13	0	174.14
-13.2	0	175.501
-13.4	0	175.815
-13.6	0	175.815
-13.8	0	175.086
-14	0	173.315
-14.2	0	169.474
-14.4	0	162.636
-14.6	0	153.008
-14.8	0	140.583
-15	0	125.35
-15.2	0	107.312
-15.4	0	86.472
-15.6	0	63.137
-15.8	0	38.734
-16	0	13.266

Tabella Inviluppi Taglio WallElement\_New

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
1	4.99	0
0.8	6.758	0
0.6	8.525	0
0.4	10.292	0
0.2	12.059	0
0	12.059	0

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

### Tabella Involuppi Taglio WallElement\_New\_New

Design Assumption: Nominal	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement_New_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
1.8	0.513	0
1.6	1.54	0
1.4	2.567	0
1.2	3.593	0
1	3.593	0

### Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 2	Left Wall	LEFT	12.38
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 2	Left Wall	RIGHT	61.76

### Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Involuppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 2	Left Wall	LEFT	8016.06
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Stage 3	Left Wall	RIGHT	42763.85

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

### 10.3 Paratia H<sub>scavo finale</sub> = 4 m e L<sub>pali</sub> = 11 m

#### Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : 4.25 m  
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : 1.25 m  
OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	γ <sub>dry</sub> kN/m <sup>3</sup>	γ <sub>sat</sub> kN/m <sup>3</sup>	φ' °	c <sub>v</sub> °	ρ <sub>p</sub> °	c' kPa	Su kPa	Modulo Elastico	Eu kPa	Evc kPa	Eur kPa	AhAvexp kPa	Rur/Rvc kPa	Rvc kPa	Ku kPa	Kvc kN/m <sup>3</sup>	Kur kN/m <sup>3</sup>
1	Alf	18.5	18.5	25			16		Constant	20000	32000							
2	Aa	19	19	25			18.5		Constant	20000	32000							

#### Descrizione Pareti

X : 0 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -11 m  
Muro di sinistra

Sezione : PARATIA  
Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

X : 0 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Muro di sinistra

Sezione : PARATIA  
Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

Sezione : cordolo  
Area equivalente : 1.5 m  
Inerzia equivalente : 0.2812 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Solid  
Spessore : 1.5 m  
Efficacia : 1

X : 0 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Muro di sinistra

Sezione : PARATIA  
Area equivalente : 0.80783811092309 m

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
 Materiale calcestruzzo : C32/40  
 Tipo sezione : Tangent  
 Spaziatura : 1.4 m  
 Diametro : 1.2 m  
 Efficacia : 1

Sezione : cordolo  
 Area equivalente : 1.5 m  
 Inerzia equivalente : 0.2812 m<sup>4</sup>/m  
 Materiale calcestruzzo : C32/40  
 Tipo sezione : Solid  
 Spessore : 1.5 m  
 Efficacia : 1

Sezione : paraghiaia  
 Area equivalente : 0.3 m  
 Inerzia equivalente : 0.0022 m<sup>4</sup>/m  
 Materiale calcestruzzo : C32/40  
 Tipo sezione : Solid  
 Spessore : 0.3 m  
 Efficacia : 1

**Fasi di Calcolo**

Stage 1

Scavo

Muro di sinistra  
 Lato monte : 1.8 m  
 Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
 (-20;2.8)  
 (-2.5;2.8)  
 (0;1.8)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
 0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m  
 Falda di destra : 0 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
 X iniziale : -20 m  
 X finale : -2.5 m  
 Pressione iniziale : 10 kPa  
 Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 0 m  
 Quota di fondo : -11 m  
 Sezione : PARATIA

Paratia : WallElement\_New  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 1 m  
 Quota di fondo : 0 m  
 Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 1.8 m  
 Quota di fondo : 1 m  
 Sezione : paraghiaia

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Stage 2

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.8 m  
Lato valle : -3.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-20;2.8)  
(-2.5;2.8)  
(0;1.8)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-3.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m  
Falda di destra : -3.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -20 m  
X finale : -2.5 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
X : 0 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -11 m  
Sezione : PARATIA

Paratia : WallElement\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

Stage 3

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.8 m  
Lato valle : -2 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-20;2.8)  
(-2.5;2.8)  
(0;1.8)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-2 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m  
Falda di destra : -3.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -20 m  
X finale : -2.5 m

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
X : 0 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -11 m  
Sezione : PARATIA  
Paratia : WallElement\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo  
Paratia : WallElement\_New\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

#### Stage 4

#### Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.8 m  
Lato valle : -2 m  
  
Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-20;2.8)  
(-2.5;2.8)  
(0;1.8)  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-2 m

#### Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m  
Falda di destra : -3.5 m

#### Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -20 m  
X finale : -2.5 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
X : 0 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -11 m  
Sezione : PARATIA  
Paratia : WallElement\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo  
Paratia : WallElement\_New\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

#### Descrizione Coefficienti Design Assumption

S.S. 626		 <b>ANAS</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Nome	Carichi Permanenti	Carichi Variabili	Carichi Variabili	Carichi Variabili	Carichi Variabili	Carico Sismico	Pressioni	Pressioni	Carichi permanenti					
	(F_dead_load_unfavorable)	(F_live_load_unfavorable)	(F_live_load_unfavorable)	(F_live_load_unfavorable)	(F_live_load_unfavorable)	(F_seismic)	Acqua	Acqua	Destabilizzanti	Stabilizzanti	Destabilizzanti	Destabilizzanti	Destabilizzanti	Destabilizzanti
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1	
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	

Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su $F_{Su}$	Parziale su $F_{qu}$	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

### Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

#### Tabella Inviluppi Spostamento Left Wall

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Spostamento Muro: LEFT			
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
1.8	0	27.453	
1.7	0	27.21	
1.6	0	26.967	
1.5	0	26.724	
1.4	0	26.482	
1.3	0	26.239	
1.2	0	25.996	

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: LEFT			
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
1.1	0	25.753	
1	0	25.511	
0.9	0	25.268	
0.8	0	25.025	
0.7	0	24.782	
0.6	0	24.54	
0.5	0	24.297	
0.4	0	24.054	
0.3	0	23.812	
0.2	0	23.569	
0.1	0	23.326	
0	0	23.083	
-0.1	0	22.841	
-0.2	0	22.598	
-0.3	0	22.355	
-0.4	0	22.112	
-0.5	0	21.87	
-0.6	0	21.627	
-0.7	0	21.384	
-0.8	0	21.142	
-0.9	0	20.899	
-1	0	20.656	
-1.1	0	20.414	
-1.2	0	20.171	
-1.3	0	19.929	
-1.4	0	19.686	
-1.5	0	19.443	
-1.6	0	19.201	
-1.7	0	18.959	
-1.8	0	18.716	
-1.9	0	18.474	
-2	0	18.232	
-2.1	0	17.99	
-2.2	0	17.748	
-2.3	0	17.506	
-2.4	0	17.264	
-2.5	0	17.022	
-2.6	0	16.781	
-2.7	0	16.539	
-2.8	0	16.298	
-2.9	0	16.057	
-3	0	15.816	
-3.1	0	15.576	
-3.2	0	15.335	
-3.3	0	15.095	
-3.4	0	14.856	
-3.5	0	14.616	
-3.6	0	14.377	
-3.7	0	14.138	
-3.8	0	13.9	
-3.9	0	13.662	
-4	0	13.425	
-4.1	0	13.188	
-4.2	0	12.951	
-4.3	0	12.716	
-4.4	0	12.48	
-4.5	0	12.245	
-4.6	0	12.011	
-4.7	0	11.777	
-4.8	0	11.544	
-4.9	0	11.312	
-5	0	11.08	
-5.1	0	10.849	
-5.2	0	10.618	
-5.3	0	10.388	
-5.4	0	10.159	
-5.5	0	9.93	
-5.6	0	9.702	
-5.7	0	9.474	
-5.8	0	9.248	
-5.9	0	9.022	
-6	0	8.796	
-6.1	0	8.571	
-6.2	0	8.347	
-6.3	0	8.124	
-6.4	0	7.901	
-6.5	0	7.678	
-6.6	0	7.457	

S.S. 626		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: LEFT			
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
-6.7	0	7.236	
-6.8	0	7.015	
-6.9	0	6.796	
-7	0	6.576	
-7.1	0	6.358	
-7.2	0	6.14	
-7.3	0	5.922	
-7.4	0	5.705	
-7.5	0	5.489	
-7.6	0	5.273	
-7.7	0	5.057	
-7.8	0	4.842	
-7.9	0	4.628	
-8	0	4.414	
-8.1	0	4.2	
-8.2	0	3.987	
-8.3	0	3.775	
-8.4	0	3.562	
-8.5	0	3.35	
-8.6	0	3.139	
-8.7	0	2.928	
-8.8	0	2.717	
-8.9	0	2.506	
-9	0	2.296	
-9.1	0	2.086	
-9.2	0	1.876	
-9.3	0	1.666	
-9.4	0	1.457	
-9.5	0	1.248	
-9.6	0	1.038	
-9.7	0	0.83	
-9.8	0	0.621	
-9.9	0	0.412	
-10	0	0.204	
-10.098	0	0	
-10.1	-0.005	0	
-10.2	-0.213	0	
-10.3	-0.422	0	
-10.4	-0.63	0	
-10.5	-0.838	0	
-10.6	-1.047	0	
-10.7	-1.255	0	
-10.8	-1.463	0	
-10.9	-1.671	0	
-11	-1.88	0	

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

Tabella Involuppi Momento WallElement

Design Assumption: Nominal	Involuppi: Momento		Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
0	9.387	0	0
-0.1	10.638	0	0
-0.2	11.96	0	0
-0.3	13.36	0	0
-0.4	14.847	0	0
-0.5	16.429	0	0
-0.6	18.114	0	0
-0.7	19.911	0	0
-0.8	21.826	0	0
-0.9	23.869	0	0
-1	26.047	0	0
-1.1	28.369	0	0
-1.2	30.843	0	0
-1.3	33.476	0	0
-1.4	36.278	0	0
-1.5	39.255	0	0
-1.6	42.416	0	0
-1.7	45.77	0	0
-1.8	49.324	0	0
-1.9	53.092	0	0
-2	57.088	0	0
-2.1	61.253	0	0
-2.2	65.567	0	0
-2.3	70.041	0	0
-2.4	74.685	0	0
-2.5	79.508	0	0
-2.6	84.512	0	0
-2.7	89.704	0	0
-2.8	95.088	0	0
-2.9	100.669	0	0
-3	106.452	0	0
-3.1	112.442	0	0
-3.2	118.644	0	0
-3.3	125.062	0	0
-3.4	131.702	0	0
-3.5	138.568	0	0
-3.6	145.664	0	0
-3.7	152.309	0	0
-3.8	158.506	0	0
-3.9	164.264	0	0
-4	169.589	0	0
-4.1	174.49	0	0
-4.2	178.976	0	0
-4.3	183.055	0	0
-4.4	186.736	0	0
-4.5	190.028	0	0
-4.6	195.956	0	0
-4.7	203.477	0	0
-4.8	210.8	0	0
-4.9	217.911	0	0
-5	224.796	0	0
-5.1	231.441	0	0
-5.2	237.834	0	0
-5.3	243.96	0	0
-5.4	249.807	0	0
-5.5	255.36	0	0
-5.6	260.606	0	0
-5.7	265.532	0	0
-5.8	270.122	0	0
-5.9	274.365	0	0
-6	278.247	0	0
-6.1	281.753	0	0
-6.2	284.87	0	0
-6.3	287.585	0	0
-6.4	289.883	0	0
-6.5	291.751	0	0
-6.6	293.175	0	0
-6.7	294.142	0	0
-6.8	294.638	0	0
-6.9	294.648	0	0
-7	294.16	0	0
-7.1	293.159	0	0
-7.2	291.632	0	0
-7.3	289.564	0	0

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-7.4	286.944	0
-7.5	283.755	0
-7.6	279.985	0
-7.7	275.619	0
-7.8	270.645	0
-7.9	265.047	0
-8	258.972	0
-8.1	252.488	0
-8.2	245.331	0
-8.3	237.552	0
-8.4	229.199	0
-8.5	220.32	0
-8.6	210.964	0
-8.7	201.182	0
-8.8	191.02	0
-8.9	180.528	0
-9	169.755	0
-9.1	158.748	0
-9.2	147.557	0
-9.3	136.23	0
-9.4	124.816	0
-9.5	113.363	0
-9.6	101.92	0
-9.7	90.535	0
-9.8	79.282	0
-9.9	68.312	0
-10	57.757	0
-10.1	47.743	0
-10.2	38.4	0
-10.3	29.856	0
-10.4	22.239	0
-10.5	15.657	0
-10.6	10.159	0
-10.7	5.795	0
-10.8	2.614	0
-10.9	0.666	0
-11	0	0

Tabella Inviluppi Momento WallElement\_New

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
1	1.462	0
0.9	1.87	0.001
0.8	2.363	0.001
0.7	2.942	0
0.6	3.607	0
0.5	4.357	0
0.4	5.192	0
0.3	6.113	0
0.2	7.119	0
0.1	8.21	0
0	9.387	0

Tabella Inviluppi Momento WallElement\_New\_New

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement_New_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
1.8	0	0
1.7	0.023	0
1.6	0.091	0
1.5	0.206	0
1.4	0.365	0
1.3	0.571	0
1.2	0.822	0
1.1	1.119	0
1	1.462	0

Tabella Inviluppi Taglio WallElement

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	12.51	0
-0.1	13.216	0
-0.2	14.003	0
-0.3	14.871	0
-0.4	15.82	0
-0.5	16.851	0

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-0.6	17.962	0
-0.7	19.155	0
-0.8	20.429	0
-0.9	21.783	0
-1	23.219	0
-1.1	24.736	0
-1.2	26.334	0
-1.3	28.013	0
-1.4	29.773	0
-1.5	31.614	0
-1.6	33.537	0
-1.7	35.54	0
-1.8	37.683	0
-1.9	39.957	0
-2	41.652	0
-2.1	43.137	0
-2.2	44.737	0
-2.3	46.449	0
-2.4	48.221	0
-2.5	50.047	0
-2.6	52.485	0
-2.7	56.188	0
-2.8	59.951	0
-2.9	63.786	0
-3	67.694	0
-3.1	71.66	0
-3.2	75.698	0
-3.3	79.795	0
-3.4	83.962	0
-3.5	88.237	0
-3.6	88.237	0
-3.7	87.719	0
-3.8	87.073	0
-3.9	86.288	0
-4	85.375	0
-4.1	84.322	0
-4.2	83.141	0
-4.3	81.82	0
-4.4	80.527	0
-4.5	79.369	0
-4.6	78.053	0
-4.7	76.588	0
-4.8	74.964	0
-4.9	73.192	0
-5	71.26	0
-5.1	69.179	0
-5.2	66.949	0
-5.3	64.56	0
-5.4	62.021	1.108
-5.5	59.323	4.031
-5.6	56.476	6.873
-5.7	53.469	9.628
-5.8	50.313	12.298
-5.9	47.006	14.886
-6	43.541	17.39
-6.1	39.925	19.815
-6.2	36.15	22.156
-6.3	32.225	24.419
-6.4	28.141	26.6
-6.5	23.907	28.699
-6.6	19.521	30.722
-6.7	14.977	32.664
-6.8	10.282	34.531
-6.9	5.428	36.318
-7	0.423	38.031
-7.1	0	39.666
-7.2	0	41.223
-7.3	0	42.707
-7.4	0	44.115
-7.5	0	45.451
-7.6	0	46.711
-7.7	0	49.747
-7.8	0	55.976
-7.9	0	62.34
-8	0	68.846
-8.1	0	75.344
-8.2	0	81.341
-8.3	0	86.829

PA83

**Relazione tecnica e di calcolo Paratie**

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-8.4	0	91.83
-8.5	0	96.334
-8.6	0	100.343
-8.7	0	103.86
-8.8	0	106.881
-8.9	0	109.411
-9	0	111.447
-9.1	0	112.991
-9.2	0	114.042
-9.3	0	114.598
-9.4	0	114.665
-9.5	0	114.665
-9.6	0	114.43
-9.7	0	113.85
-9.8	0	112.526
-9.9	0	109.696
-10	0	105.559
-10.1	0	100.137
-10.2	0	93.432
-10.3	0	85.441
-10.4	0	76.167
-10.5	0	65.82
-10.6	0	54.979
-10.7	0	43.642
-10.8	0	31.808
-10.9	0	19.482
-11	0	6.658

**Tabella Inviluppi Taglio WallElement\_New**

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
1	4.081	0.007
0.9	4.936	0.007
0.8	5.79	0.004
0.7	6.644	0
0.6	7.499	0
0.5	8.353	0
0.4	9.207	0
0.3	10.061	0
0.2	10.916	0
0.1	11.77	0
0	11.77	0

**Tabella Inviluppi Taglio WallElement\_New\_New**

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement_New_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
1.8	0.228	0
1.7	0.685	0
1.6	1.142	0
1.5	1.599	0
1.4	2.055	0
1.3	2.512	0
1.2	2.969	0
1.1	3.426	0
1	3.426	0

S.S. 626 Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA83</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo Paratie</b>	

### Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 3	Left Wall	LEFT	12.81
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 2	Left Wall	RIGHT	66.83

### Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 2	Left Wall	LEFT	10884.71
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 3	Left Wall	RIGHT	67585.88