

STRADA STATALE 4 "VIA SALARIA"
**Adeguamento della piattaforma stradale e messa in
sicurezza dal km 56+000 al km 64+000**
Stralcio 1 da pk 0+000 a pk 1+900

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **RM 368**

PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGER S.p.A. (capogruppo mandataria)
PROGIN S.p.A.
S.I.N.A. S.p.A. – BRENG S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli n. 23799

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



IL GEOLOGO:
Dott. Geol. Gianluca PANDOLFI ELMI (Progin S.p.A.)
Ordine dei Geologi Regione Umbria n. 467



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Lorenzo INFANTE

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)



VISTO: IL RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
Dott. Ing. Paolo NARDOCCI



PROTOCOLLO

DATA

_____ 202_

OPERE D'ARTE MINORI - TOMBINI

Tombino D1000 pk 0+092.05- Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO

NOME FILE

T01TM02STRRE01C

REVISIONE

SCALA:

D	P	R	M	3	6	8	E	2	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

CODICE
ELAB.

T	0	1	T	M	0	2	S	T	R	R	E	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

C

-

C	Emissione a seguito di validazione e istruttoria ANAS	02/2024	M. Boccardi	P.Valente	L. Infante
B	Emissione a seguito istruttoria ANAS	05/2023	E. Abbasciano	P.Valente	L. Infante
A	Prima emissione	09/2022	E. Abbasciano	P.Valente	L. Infante
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Sommario

1	<i>PREMESSA</i>	1
1.1	Descrizione dell'opera	1
2	<i>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</i>	3
2.1	Elaborati di riferimento.....	3
3	<i>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</i>	4
3.1	Classe di esposizione e copriferri.....	4
3.2	Calcestruzzo strutture (C32/40)	5
3.3	Calcestruzzo cordoli portabarriera	6
3.4	Acciaio per barre d'armatura (B450C)	6
4	<i>INQUADRAMENTO GEOTECNICO</i>	7
4.1	Stratigrafia di progetto e parametri geotecnici	7
4.2	Interazione Terreno-Fondazione.....	9
5	<i>CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO</i>	10
6	<i>CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI</i>	14
6.1	VERIFICHE ALLO SLU	14
6.1.1	Pressoflessione	14
6.1.2	Taglio.....	15
6.2	VERIFICA SLE.....	16
6.2.1	Verifiche alle tensioni.....	16
6.2.2	Verifiche a fessurazione	16
7	<i>COMBINAZIONI DI CARICO</i>	17
8	<i>SOFTWARE DI CALCOLO</i>	22
8.1	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO ADOTTATI	22
8.2	UNITÀ DI MISURA	22
8.3	GRADO DI AFFIDABILITÀ DEL CODICE.....	22

8.4	VALUTAZIONE DELLA CORRETTEZZA DEL MODELLO	23
8.5	CARATTERISTICHE DELL'ELABORAZIONE	23
8.6	GIUDIZIO FINALE SULLA ACCETTABILITÀ DEI CALCOLI.....	23
8.7	PROGRAMMI DI SERVIZIO.....	23
9	POZZETTO 3 M X 3 M.....	24
9.1	GEOMETRIA	24
9.2	MODELLO DI CALCOLO	27
9.2.1	Valutazione della rigidezza delle molle.....	28
9.3	ANALISI DEI CARICHI	29
9.3.1	Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati	29
9.3.2	Spinta del terreno sulle pareti.....	30
9.3.3	Sovraccarico laterale	31
9.3.4	Azione Termica	31
9.3.5	Azione sismica inerziale	32
9.4	DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI.....	33
9.5	VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.	35
9.5.1	Verifica soletta fondazione 50cm.....	35
9.5.2	Verifica piedritti.....	37
9.6	ARMATURA.....	39
9.6.1	Incidenza armature	39
9.7	VERIFICA FONDAZIONE.....	40
9.7.1	Verifica portanza.....	40
10	TOMBINO CIRCOLARE.....	51
10.1	GEOMETRIA	51
10.2	MODELLO DI CALCOLO	52
10.2.1	Valutazione della rigidezza delle molle.....	53
10.3	ANALISI DEI CARICHI	54
10.3.1	Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati	54
10.3.2	Spinta sulle pareti dovuta al terreno ed al sovraccarico permanente	54

10.3.3	Ripartizione dei carichi mobili verticali.....	55
10.3.4	Spinta del sovraccarico sul rilevato $q_1=20$ kN/m	57
10.3.5	Frenatura	58
10.3.6	Variazione termica	59
10.3.7	Ritiro differenziale della soletta di copertura	60
10.3.8	Azione sismica inerziale	61
10.4	DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI.....	64
10.5	VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.	67
10.5.1	Verifica soletta inferiore.....	67
10.5.2	Verifica soletta superiore	71
10.5.3	Verifica piedritti.....	75
10.5.4	Tabella riassuntiva armature.....	80
10.5.5	Incidenza armature	80
10.6	VERIFICA FONDAZIONE.....	81
10.6.1	Verifica portanza	81
11	MURO DI SOSTEGNO	89
11.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	89
11.2	ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI	89
11.2.1	Pesi Propri e Carichi permanenti	89
11.2.2	Spinte del terreno in fase statica	90
11.2.3	Coefficienti sismici.....	91
11.2.4	Spinte del terreno in Fase sismica	92
11.2.5	Carichi Accidentali.....	92
11.2.1	Azioni dovute all'urto.....	92
11.2.2	Combinazioni di Carico	94
11.3	CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE.....	95
11.3.1	Verifiche geotecniche	95
11.3.2	Verifiche strutturali.....	100
11.4	ANALISI E VERIFICHE MURO	101
11.4.1	Modello di calcolo.....	101

11.4.2	Risultati per azioni statiche e sismiche	102
11.4.3	Risultati per azioni da urto	103
11.4.4	Verifiche Strutturali per azioni statiche e sismiche	104
11.4.5	Verifiche Strutturali per azioni da urto	119
11.4.6	Verifiche della mensola in condizioni d’urto	129
11.4.7	Incidenze e armature	131
12	<i>STABILITA’ DEI FRONTI DI SCAVO</i>	132

1 PREMESSA

Nell'ambito della progettazione definitiva dell'intervento di adeguamento della piattaforma stradale e messa in sicurezza della STRADA STATALE 4 "VIA SALARIA" dal km 56+000 al km 64+000, è prevista la realizzazione di una struttura interrata comprensiva di uno scatolare stradale, muro di imbocco e pozzetto.

1.1 Descrizione dell'opera

Le strutture oggetto di dimensionamento, sono riepilogate nella seguente tabella:

Opera:	Dimensione in pianta:	Dimensione in elevazione:
Pozzetto	3m x 3m	
Scatolare stradale		D1000
Muro di sostegno		3,10 m

L'opera oggetto della relazione ha l'obiettivo di regimentare le acque meteoriche. Per realizzare il pozzetto, lo scatolare ed i muri di sostegno si prevede un'unica fase costruttiva.

Allo scopo di individuare dei modelli di calcolo rappresentativi delle diverse situazioni presenti in termini di ricoprimento e di luce netta, sono state effettuate alcune valutazioni di calcolo relativamente alla pressione complessiva in asse alla soletta di copertura per effetto del terreno di ricoprimento e dei carichi variabili sul piano stradale opportunamente diffusi, secondo i criteri già esposti nei paragrafi successivi.

Nel seguito si riportano alcune immagini rappresentative delle sezioni oggetto di analisi:

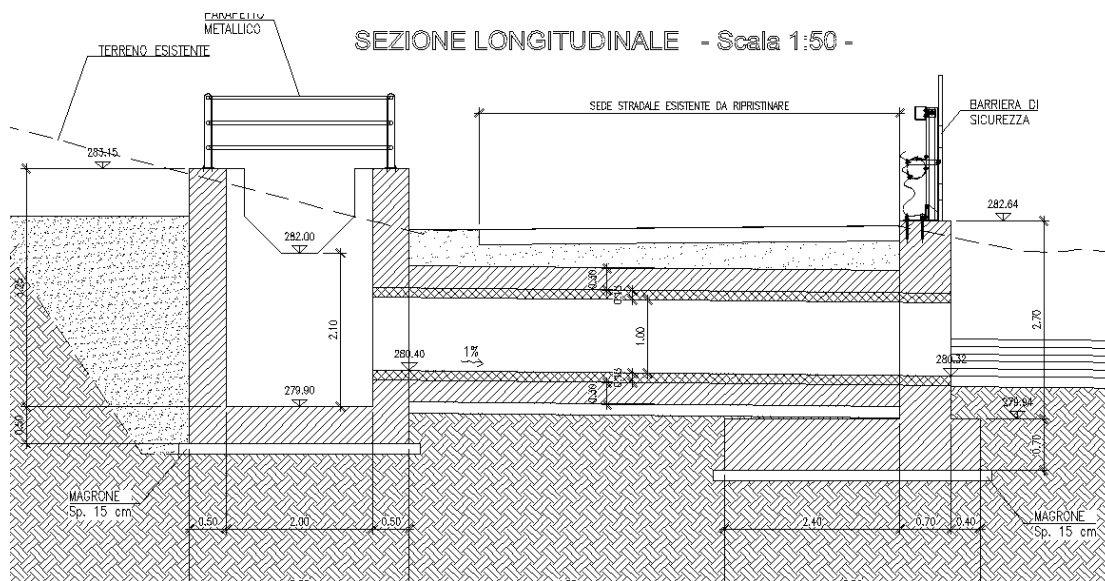


Figura 1- Profilo longitudinale

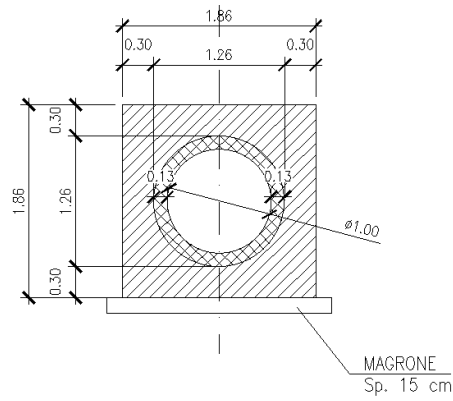


Figura 2- Sezione tombino

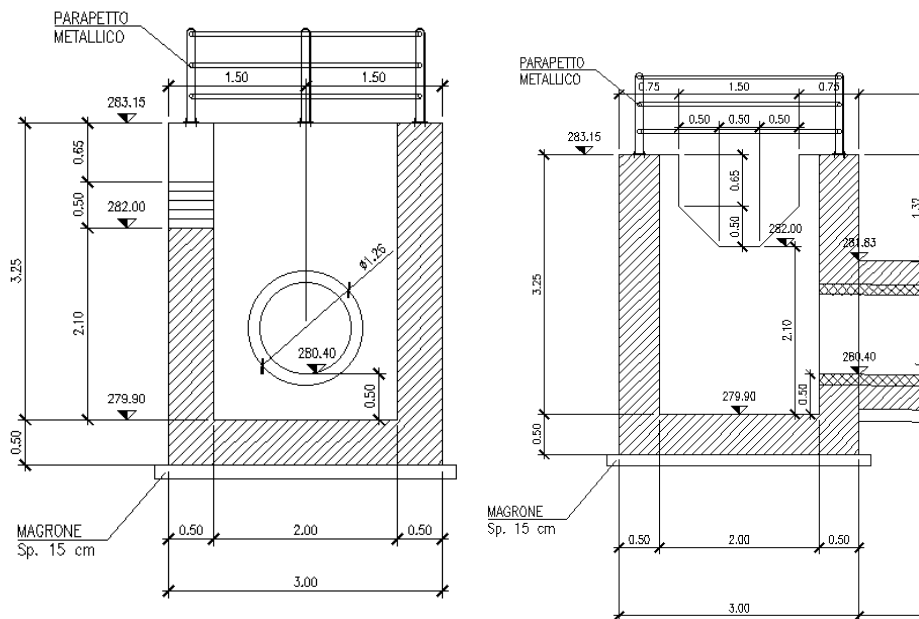


Figura 3- sezioni pozzetto

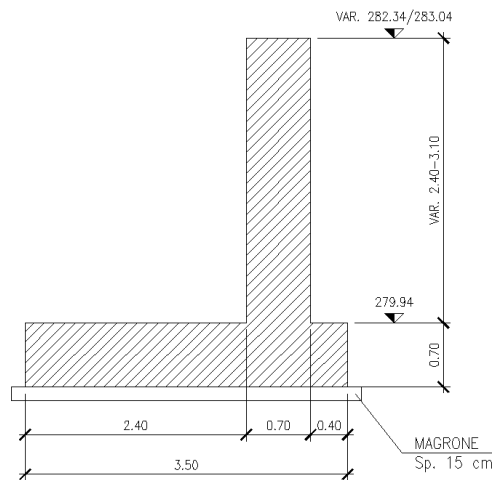


Figura 4- sezione muro di sostegno

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta nel seguito l’elenco delle leggi e dei decreti di carattere generale, assunti come riferimento.

- D.M. 17 gennaio 2018 - *Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC)*;
- Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 - *Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018*;
- UNI EN 1992-1-1 - *Progettazione delle strutture di calcestruzzo*;
- UNI EN 206-1-2014 - *Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità*.
- UNI 11104_2016: *Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1*
- Decreto Protezione Civile 21 ottobre 2003: Disposizioni attuative dell’art. 2, commi 2, 3 e 4, dell’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.
- OPCM 20 marzo 2003 n. 3274, Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- OPCM 3 maggio 2005 n. 3431: Ulteriori modifiche ed integrazioni dell’ordinanza del Presidente del consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/3/2003 recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- OPCM 8 luglio 2004 n. 3362: Modalità di attivazione del Fondo per investimenti straordinari della Presidenza del Consiglio dei Ministri istituito ai sensi dell’art. 32-bis del decreto legge 30 settembre 2003 n. 269 convertito, con modificazioni, dalla legge 24 novembre 2003 n. 326.
- OPCM 28 aprile 2006: Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, come licenziate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e ss. mm. ii..
- Raccomandazioni AGI (1977);
- Modalità Tecniche ANISG (1977).
- Quaderni tecnici ANAS

2.1 Elaborati di riferimento

Costituiscono parte integrante di quanto esposto nel presente documento, l’insieme degli elaborati di progetto specifici relativi all’opera in esame e riportati in elenco elaborati:

T01TM02STRDI01
T01TM02STRDI02
T01TM02STRCP01
T01TM02STRCA01
T01TM02STRAR02
T01TM02STRAR01

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle strutture oggetto di calcolo nell'ambito del presente documento:

3.1 Classe di esposizione e copriferri

Con riferimento alle specifiche di cui alla norma, si definiscono di seguito le classi di esposizione del calcestruzzo delle diverse parti della struttura oggetto dei dimensionamenti di cui al presente documento:

- XC4 – XF1;

Classe esposizione norma UNI 9658	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
2 Corrosione indotta da carbonatazione						
<small>Nota: Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi su può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.</small>						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e scaricchi per auto.	0,45	C 35/45	

Classe esposizione norma UNI 9658	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla saliscine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti*						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti. Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo, ed ai sali disgelanti: in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo, ed ai sali disgelanti: in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
6 Attacco chimico**						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo o secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contentori di fanghi e vasche di decantazione. Contentori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contentori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	

* Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:
- moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione;
- elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.
** Da parte di acque del terreno e acque fluenti.

Classi di esposizione secondo norma

La determinazione delle classi di resistenza dei conglomerati dei conglomerati, di cui ai successivi paragrafi, sono state inoltre determinate tenendo conto delle classi minime stabilite dalla stessa norma UNI-EN 11104, di cui alla successiva tabella:

N.

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

UNI 11104:2004

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo		Ambiente aggressivo per attacco chimico				
						Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza ¹⁾	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45		
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	340	360	320	340	360		
Contenuto minimo in aria (%)												3,0 ²⁾						
Altri requisiti												Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo			È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ³⁾			
¹⁾ Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi. ^{a)} Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione. ^{b)} Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.																		

Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – 11104

I copriferri di progetto adottati per le barre di armatura, tengono infine conto inoltre delle prescrizioni della Tabella C4.1.IV della circolare esplicativa alle NTC2018; si è in particolare previsto di adottare i seguenti copriferri (intesi come distanza tra il lembo più esterno di cls ed estremità del ferro staffe/ripartitori) minimi:

- 40 mm

3.2 Calcestruzzo strutture (C32/40)

Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg:		R_{ck} =	40	MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica a 28 gg:	(0,83*R _{ck})	f_{ck} =	33,2	MPa
Resistenza a compressione cilindrica media:	(f _{ck} +8)	f_{cm} =	41,2	MPa
Valore medio resistenza a trazione assiale:		f_{ctm} =	3,10	MPa
Valore caratteristico frattile 5% resistenza a trazione assiale:		f_{ctk,0,05} =	2,17	MPa
Valore medio resistenza a trazione per flessione:		f_{ctm} =	3,72	MPa
Valore caratteristico frattile 5% resistenza a trazione per flessione		f_{ctk,0,05} =	2,60	MPa
**Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:		γ_c =	1,5	[-]
Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:	(0,85*f _{ck} /γ _c)	f_{cd} =	18,8	MPa
Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:	(f _{ctk,0,05} / γ _s)	f_{ctd} =	1,45	MPa
*Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:	(1,2*f _{ctd})	f_{ctd f} =	1,74	MPa
Modulo di elasticità secante:		E_{cm} =	33643	MPa
Modulo di Poisson:		ν =	0-0,2	[-]
Coefficiente di dilatazione lineare		α =	0,00001	°C ⁻¹
*Tensione massima ammissibile nella comb. Quasi Permanente	σ_{cm, max QP} = (0,45 f _{ck}) =	14,94	MPa	
*Tensione massima ammissibile nella comb. Caratteristica -Rara	σ_{cm, max R} = (0,60 f _{ck}) =	19,92	MPa	

**Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

*Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valori vanno ridotti del 20%

3.3 Calcestruzzo cordoli portabARRIERA

Resistenza a compressione cubica caratteristica	$R_{ck} =$	45	N/mm^2
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	37.35	N/mm^2
Resistenza a compressione cilindrica media	$f_{cm} =$	45.35	N/mm^2
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} =$	3.35	N/mm^2
Resistenza a trazione per flessione	$f_{ctm} =$	4.02	N/mm^2
Modulo elastico secante medio	$E_{cm} =$	34625	N/mm^2
Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%)	$f_{ctk} =$	2.35	N/mm^2
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%)	$f_{ctk} =$	4.36	N/mm^2
<i>Coefficiente di sicurezza SLU:</i>	$\gamma_c =$	1.5	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLU:	$f_{cd} =$	21.2	N/mm^2
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLU:	$f_{ctd} =$	1.56	N/mm^2
<i>Coefficiente di sicurezza SLE:</i>	$\gamma_c =$	1.0	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLE:	$f_{cd} =$	37.4	N/mm^2
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLE:	$f_{ctd} =$	2.35	N/mm^2
Massime tensioni di compressione in esercizio:			
Combinazione rara	$\sigma_{c,ad} =$	22.41	N/mm^2
Combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} =$	16.81	N/mm^2
Classe di esposizione		XC4-XD3	
Classe di consistenza slump:		S4	
Contenuto minimo di cemento:		360	daN/m^3
Rapporto A/C		≤ 0.45	
Massima dimensione aggregato		18	mm

3.4 Acciaio per barre d'armatura (B450C)

Tipologia		B450C	
Resistenza caratteristica a snervamento	f_{yk}	450	MPa
Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio	γ_c	1.15	
Resistenza di progetto a snervamento	f_{yd}	391.3	MPa
Modulo elastico longitudinale	E_{cm}	210000	MPa
Tensione massima per la verifica agli SLE	$\sigma_{s \max} = (0,80 f_{yK}) =$	360	MPa
Combinazione di Carico Caratteristica (Rara)			

4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Nel presente capitolo si riportano le principali unità geotecniche presenti lungo la linea ed a seguire i parametri geotecnici di progetto secondo quanto riportato nella relazione geotecnica generale alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

4.1 Stratigrafia di progetto e parametri geotecnici

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte tenendo conto di quanto risultante nel profilo geologico e dalla caratterizzazione dei litotipi riportati nella relazione geotecnica generale.

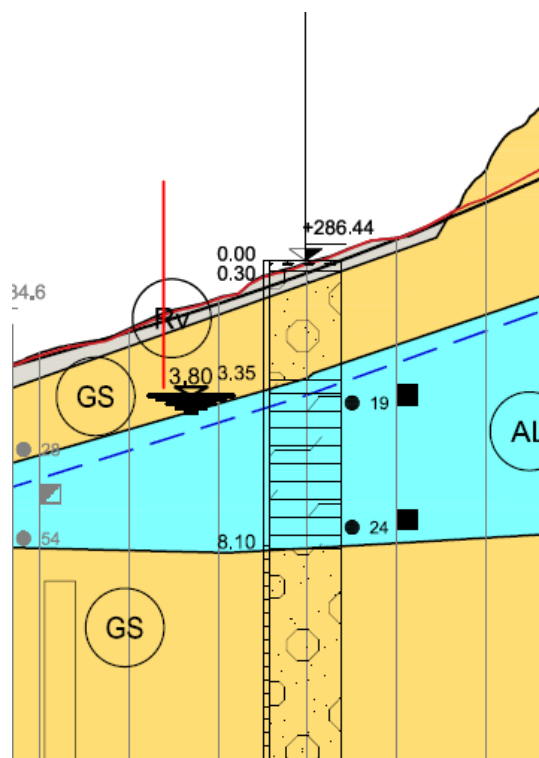


Figura 5– stratigrafia di progetto

Come mostrato nella stratigrafia, in relazione all'ubicazione dell'opera e alle quote di approfondimento delle stesse, il terreno di fondazione è unico a tutte le opere oggetto della presente relazione ed è rappresentato dall'unità:

Unità GS (ghiaia sabbiosa) – da 0m a 3m

$$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

peso di volume naturale

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

coesione drenata

$$\phi' = 35\text{-}40^\circ \text{ (assunto } 37^\circ)$$

angolo di resistenza al taglio

$$E_o = 350 \text{ ÷ } 600 \text{ MPa (assunto } 350 \text{ MPa)}$$

modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni

$$E_{op1'} = E_o/5 = 70 \text{ MPa}$$

modulo elastico operativo

Unità AL (argilla limosa) – da 3m a 5,7m

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \div 15 \text{ kPa}$ (utilizzato 10kPa)	coesione drenata
$\phi' = 26 \div 30^\circ$ (utilizzato 28°)	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 75 \div 200 \text{ kPa}$ (utilizzato 150kPa)	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 150 \div 400 \text{ MPa}$ (utilizzato 150MPa)	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni
$E_{op1}' = E_o/5 = 30 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo

Unità GS (ghiaia sabbiosa) – da 5,7m a 30m

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi' = 35 \div 40^\circ$ (assunto 37°)	angolo di resistenza al taglio
$E_o = 350 \div 600 \text{ MPa}$ (assunto 350MPa)	modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni
$E_{op1}' = E_o/5 = 70 \text{ MPa}$	modulo elastico operativo

I moduli di deformabilità “operativi” da adottare per il calcolo delle deformazioni/cedimenti delle opere di sostegno e delle fondazioni (E_{op1}'), saranno assunti pari a 1/5 di quello iniziale (E_o): $E_{op1}' = E_o / 5$.

La falda è situata a 3,5m dal p.c.

Per il terreno di ricoprimento e per il terreno di rilevato si è assunto:

DATI GEOTECNICI			
Grandezza	Simbolo	Valore	U.M.
angolo di attrito	ϕ	35	°
peso di volume ricoprimento	γ_r	20	kN/m^3
coefficiente di spinta a riposo	K_0	0.43	-
Modulo elastico terreno fondazione	E	150000	kPa
Costante di Winkler	K	57000	kN/m^3
Cond. Geo: tangente $\phi/1.25$	$\tan\phi/1.25$	0.560	-
Cond. Geo: angolo di attrito	ϕ_{Geo}	29	°
Geo: coeff. di spinta a riposo	$K_{0(Geo)}$	0.511	-

4.2 Interazione Terreno-Fondazione

Di seguito sono trattati gli aspetti di natura geotecnica riguardanti l'interazione terreno-struttura relativamente all'opera in esame.

Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

- $s = B \cdot c_t \cdot (q - \sigma_{v0}) \cdot (1 - \nu^2) / E$
dove:

- s = cedimento elastico totale;
- B = lato minore della fondazione;
- c_t = coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (L = lato maggiore della fondazione):
 - $c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L / B)$ rettangolare con $L / B \leq 10$
 - $c_t = 2 + 0.0089 (L / B)$ rettangolare con $L / B > 10$
- q = pressione media agente sul terreno;
- σ_{v0} = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- ν = coefficiente di Poisson del terreno;
- E = modulo elastico operativo del terreno sottostante (pari ad 1/5 del modulo elastico iniziale)

Il valore della costante di sottofondo k_w è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento, pertanto si ottiene:

- $k_w = E / [(1 - \nu^2) \cdot B \cdot c_t]$

Di seguito si riportano, in forma tabellare, i risultati delle valutazioni effettuate per i casi in esame, sulla scorta del valore di progetto di E attribuito allo strato di Fondazione, avendo considerato una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaboranti:

Tombino Scatolare

Caratteristiche dei terreni			Geometria Fondazione			Costante di sottofondo			
Tipo	ν	E	L	B	L/B	c_t	k_w	Fondazione Rigida	c_t
	[-]	[MPa]	[m]	[m]	[m]	[-]	[kN/m ³]		
Base (P)	0.3	30	6.71	1.86	3.61	1.54	11523	rettangolare con $L/B < 10$	$0.853 + 0.534 \ln(L/B)$
								rettangolare con $L/B > 10$	$2 + 0.0089 (L/B)$

Pozzetto

Caratteristiche dei terreni			Geometria Fondazione			Costante di sottofondo			
Tipo	ν	E	L	B	L/B	c_t	k_w	Fondazione Rigida	c_t
	[-]	[MPa]	[m]	[m]	[m]	[-]	[kN/m ³]		
Base (P)	0.3	30	3.00	3.00	1.00	0.85	12883	rettangolare con $L/B < 10$	$0.853 + 0.534 \ln(L/B)$
								rettangolare con $L/B > 10$	$2 + 0.0089 (L/B)$

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

L’opera in oggetto è progettata per una vita nominale VN pari a 50 anni. Gli si attribuisce inoltre una classe d’uso IV (“Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.”) ai sensi del D. Min. 17/01/2018, da cui scaturisce un coefficiente d’uso CU = 2.0

L’azione sismica di progetto è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base del sito su cui l’opera insiste, descritta in termini geografici e temporali:

- attraverso i valori di accelerazione orizzontale di picco ag (attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale) e le espressioni che definiscono le ordinate del relativo spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$;
- in corrispondenza del punto del reticolo che individua la posizione geografica dell’opera;
- con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR

In particolare, la forma spettrale prevista dalla normativa è definita, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

- ag, accelerazione orizzontale massima del terreno
- F_0 , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- TC^* , periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I suddetti parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell’opera, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

In particolare, si può notare come F_0 descriva la pericolosità sismica locale del sito su cui l’opera insiste. Infatti, da quest’ultimo, attraverso le espressioni fornite dalla normativa, sono valutati i valori d’amplificazione stratigrafica e topografica.

Considerando la lieve variabilità dei parametri sismici lungo il tracciato, le opere in progetto sono state verificate in funzione dei massimi parametri di pericolosità sismica attesi lungo l’intero tracciato.

Di seguito sono riassunti i valori dei parametri assunti per l’opera in oggetto.

Vita nominale VN	= 50 anni;
Classe d’uso	= IV;
Coefficiente d’uso Cu	= 2.0;
Periodo di riferimento VR	= 100.0 anni;
TR,SLV	= 949 anni;

Per le opere in progetto, in accordo con la tabella 3.2.III delle NTC2018, si assume categoria topografica T2. In accordo con quanto riportato al punto 3.2.3.2 delle NTC2008, ultimo capoverso, in ragione della morfologia dell’area e dell’ubicazione delle opere rispetto ad essa (situate di fatto in corrispondenza della base del versante), non sussistono

condizioni tali da comportare un effetto di amplificazione topografica delle azioni sismiche, per cui il coefficiente topografico (Tab. 3.2.V), viene assunto unitario ($ST=1.0$).

In relazione alle progressive chilometriche, le categorie di sottosuolo e topografiche sono riassunte nel prospetto seguente:

Da pk	A pk	Categoria sottosuolo
0+000	0+501	B
0+501	3+650	A
3+650	3+810	E
3+810	7+130	A
7+130	7+964	B

L'opera seguente è situata alla progressiva **0+092.05** per cui la categoria di sottosuolo è **B**.

Si riporta la sismica locale per l'opera in questione:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche


Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

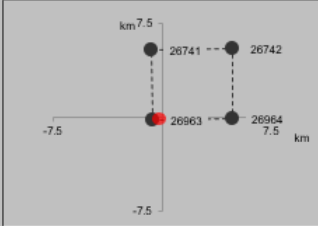
Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="60"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="101"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="949"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1950"/>

Elaborazioni

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

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info

Categoria topografica info

$S_g = 1.200$ $C_o = 1.371$ info

$h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_d Regol. in altezza info

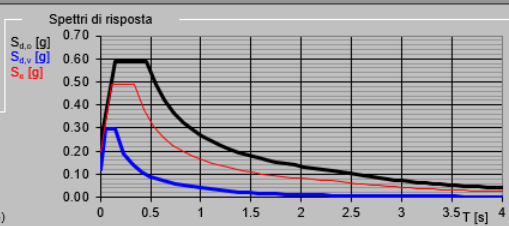
Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



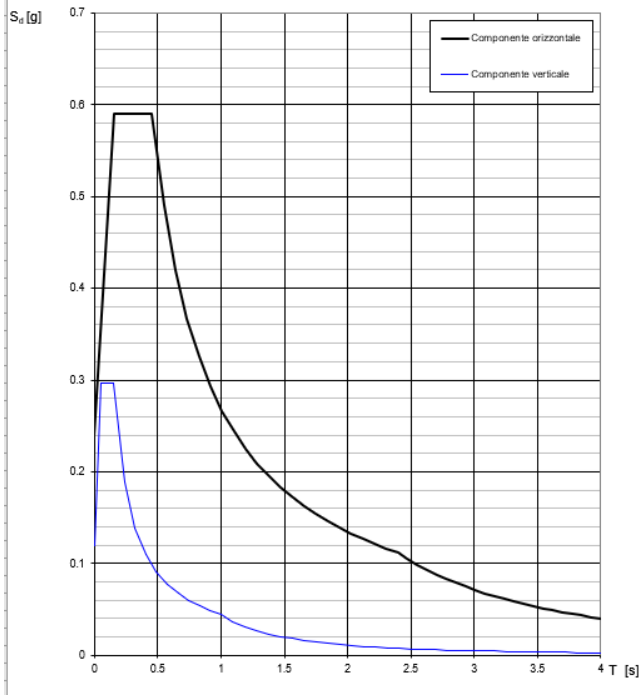
— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

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



Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.199 g
F_{0^*}	2.473
T_C^*	0.332 s
S_S	1.200
C_C	1.372
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.152 s
T_C	0.455 s
T_D	2.395 s

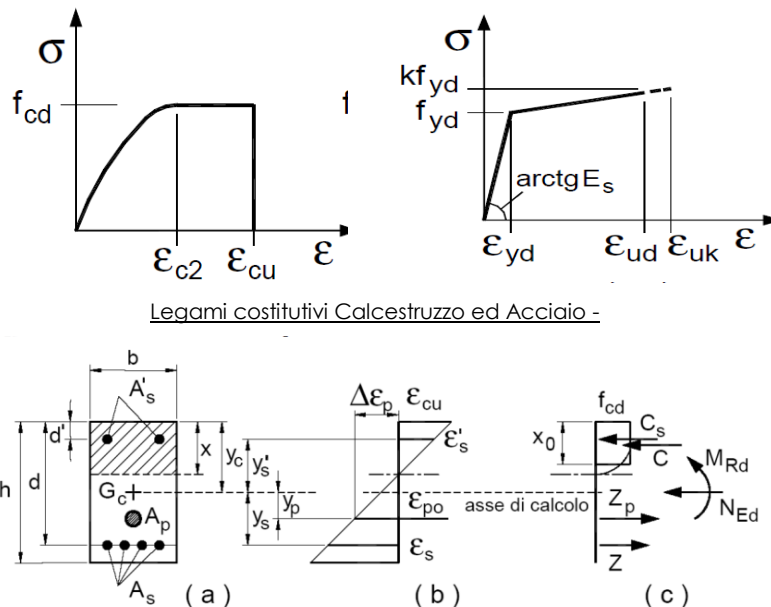
6 CRITERI GENERALI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI

I criteri generali di verifica utilizzati per la valutazione delle capacità resistenti delle sezioni, per la condizione SLU, e per le massime tensioni nei materiali nonché per il controllo della fessurazione, relativamente agli SLE, sono quelli definiti al p.to 4.1.2 delle NTC.

6.1 VERIFICHE ALLO SLU

6.1.1 Pressoflessione

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione, viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.3.2 delle NTC, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione generica sezione -

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed} \quad [4.1.18a]$$

$$\mu_\phi = \mu_\phi(N_{Ed}) \geq \mu_{Ed} \quad [4.1.18b]$$

dove

M_{Rd} è il valore di progetto del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} è il valore di progetto dello sforzo normale sollecitante;

M_{Ed} è il valore di progetto del momento di domanda;

μ_ϕ è il valore di progetto della duttilità di curvatura corrispondente a N_{Ed} ;

μ_{Ed} è la domanda in termini di duttilità di curvatura.

6.1.2 Taglio

La resistenza a taglio VRd della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w \cdot d$$

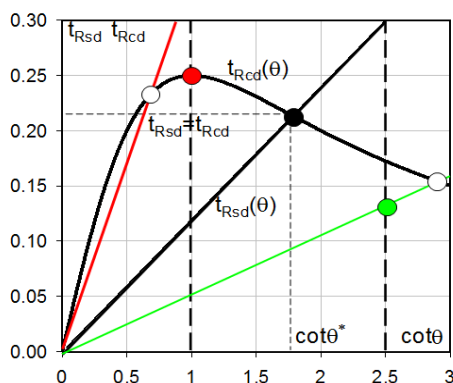
Dove:

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- $k = 1 + (200 / d)^{1/2} \leq 2$;
- $\rho_1 = A_{sw} / (b_w \cdot d)$
- d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- $b_w = 1000$ mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio VRd è il minimo tra la resistenza a taglio trazione VRsd e la resistenza a taglio compressione VRcd :

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha \qquad V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta)}{(1 + \text{ctg}^2\theta)}$$

Essendo: $1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$



- Se la $\text{cot}\theta^*$ è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rsd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle armature trasversali valutabile per una $\text{cot}\theta = 2,5$.
- Se la $\text{cot}\theta^*$ è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una $\text{cot}\theta = 1,0$.
- Se la $\text{cot}\theta^*$ è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.3.5.2 delle NTC, considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5 \qquad 45^\circ \geq \theta \geq 21,8^\circ$$

L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle (θ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato:

$$\text{cot} \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$

(θ^* angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove:

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

f'_{cd} = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

f_{cd} = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

α_c	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp} / f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
		1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
		$2,5(1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

ω_{sw} : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

$$\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}}$$

6.2 VERIFICA SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attese, secondo quanto di seguito specificato

6.2.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche “Rara” e “Quasi Permanente”; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo “non reagente” adottando come limiti di riferimento quelli previsti dalle NTC e riepilogati ai par.3.2 (per il cls) e 3.3 (per l'acciaio).

6.2.2 Verifiche a fessurazione

La verifica a fessurazione consiste nel controllo dell'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio i cui valori limite sono stabiliti dalle NTC. Nel caso in esame, adottando un'armatura poco sensibile alla corrosione, ed in considerazione delle classi di esposizione, le verifiche sono le seguenti:

Combinazioni	Q.P.	Freq.	Rara
Cond. Ordinarie	$w = 0.20 \text{ mm}$	$w = 0.30 \text{ mm}$	-

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

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

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

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

In particolare nel calcolo della struttura scatolare si è fatto riferimento alla combinazione A1 STR (Approccio 1 –

Combinazione 1) per le verifiche strutturali ed A1 GEO (Approccio 1 – Combinazione 2) per le verifiche geotecniche.

L'opera principale è trattata con le combinazioni tipiche dei ponti ai sensi del DM 2018 e s.m.i.

Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura q_3	Forza centrifuga q_4	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione $2,5 \text{ kN/m}^2$
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(*) Ponti di 3ª categoria
 (**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
 (***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

La Tab. 5.1.V fornisce i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell’analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi, il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell’acqua, quando pertinente;

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

I valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} per le diverse categorie di azioni sono riportati nella Tab. 5.1.VI.

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

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00
⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO. ⁽²⁾ 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. ⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna ⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali					

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

<i>Azioni</i>	<i>Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)</i>	<i>Coefficiente ψ_0 di combinazione</i>	<i>Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)</i>	<i>Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)</i>
<i>Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)</i>	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
<i>Vento q_s</i>	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
<i>Neve q_s</i>	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
<i>Temperatura</i>	T_k	0,6	0,6	0,5

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

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_f	1,0	1,0

Le condizioni di carico considerate sono le seguenti:

Tabella 1 – Riepilogo condizioni di carico

Tipo Carico	Abbreviazione
Peso proprio	DEAD
Carichi permanenti	PERM
Falda	FALDA
Spinta terreno sinistra	STS
Spinta terreno destra	STD
Carico Stradale Centrato	TRM
Carico Stradale Laterale	TRV
Sovraccarico accidentale sinistra	SAS
Sovraccarico accidentale destra	SAD
Ritiro	RIT
Variazione termica	ΔT
Frenatura	FRE
Azione sismica orizzontale	E_H
Azione sismica verticale	E_V

Si riportano di seguito le combinazioni di carico ritenute più significative con i coefficienti di combinazione $\gamma \cdot \psi$. Essendo la struttura simmetrica, si adottano tipologie di combinazione asimmetriche in modo da massimizzare le sollecitazioni. Il dimensionamento delle armature e le verifiche strutturali verranno poi eseguite tenendo conto della simmetria e verificando le condizioni peggiori per ogni lato della struttura.

Tabella 2 - Combinazioni di carico

COMB	DEAD	STS	STD	RIT	ΔT	PERM	FALDA	TRM	TRV	SAS	SAD	FRE	E _H	E _V
n° 1 SLU-STR	1.35	1.35	1.35	1.20	1.50	1.50	-	-	-	-	-		-	-
n° 2 SLU-STR	1.35	1.35	1.00	1.20	1.50	1.50	-							
n° 3 SLU-STR	1.35	1.00	1.35	1.20	1.50	1.50								
n° 04 SLU-STR	1.35	1.35	1.35	1.20	1.50	1.50	1.35	-	-	-	-		-	-
n° 05 SLU-STR	1.35	1.35	1.00	1.20	1.50	1.50	1.35							
n° 06 SLU-STR	1.35	1.00	1.35	1.20	1.50	1.50	1.35							
n° 07 SLU-STR	1.35	1.35	1.35	1.20	0.90	1.50	1.35	1.35	-	1.35	1.35	1.35	-	-
n° 08 SLU-STR	1.35	1.35	1.00	1.20	0.90	1.50	1.35	1.35	-	1.35	1.35	1.35		
n° 09 SLU-STR	1.35	1.00	1.35	1.20	0.90	1.50	1.35	1.35	-	1.35	1.35	1.35		
n° 10 SLU-STR	1.35	1.35	1.35	1.20	0.90	1.50	1.35	-	1.35	1.35	1.35	1.35	-	-
n° 11 SLU-STR	1.35	1.35	1.00	1.20	0.90	1.50	1.35	-	1.35	1.35	1.35	1.35		
n° 12 SLU-STR	1.35	1.00	1.35	1.20	0.90	1.50	1.35	-	1.35	1.35	1.35	1.35		
n° 13 SLU-STR	1.35	1.35	1.35	1.20	0.90	1.50	1.35	1.35	-	1.35	-	1.35	-	-
n° 14 SLU-STR	1.35	1.35	1.00	1.20	0.90	1.50	1.35	1.35	-	1.35	-	1.35	-	-
n° 15 SLU-STR	1.35	1.00	1.35	1.20	0.90	1.50	1.35	1.35	-	1.35	-	1.35	-	-
n° 16 SLU - SISMICA	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.20	-	0.20	-	0.20	1.00	0.30
n° 17 SLU - SISMICA	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.20	-	0.20	-	0.20	1.00	-0.30
n° 18 SLU - SISMICA	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	-	0.20	-	0.20	-	0.20	1.00	0.30
n° 19 SLU - SISMICA	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	-	0.20	-	0.20	-	0.20	1.00	-0.30
GEO	1.00	1.30	1.00	1.00	0.60	1.30	1.00	1.15	-	1.15	-	1.15	-	-
GEO - SISMICA	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.20		0.20		0.20	1.00	0.30
SLE - Q.P.	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.00	-	0.00	-	0.00	-	-
SLE - Frequente	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.75	-	0.75	-	0.75	-	-
SLE - Rara	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	1.00	1.00	-	1.00	-	1.00	-	-

8 SOFTWARE DI CALCOLO

8.1 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO ADOTTATI

Per le analisi delle strutture è stato utilizzato il Sap 2000 v.22 prodotto, distribuito ed assistito da Computers and Structures, Inc. 1995 University Ave. Berkeley. Questa procedura è sviluppata in ambiente Windows, permette l'analisi elastica lineare e non di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà utilizzando un solutore ad elementi finiti. Gli elementi considerati sono frame (trave), con eventuali svincoli interni o rotazione attorno al proprio asse. I carichi sono applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle travi, come forze distribuite, trapezie, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. A supporto del programma è fornito un ampio manuale d'uso contenente fra l'altro una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata. Tale programma fornisce in output, oltre a tutte le caratteristiche geometriche e di carico delle strutture, i risultati relativi alle sollecitazioni indotte nelle sezioni degli elementi presenti.

Per le analisi del muro di sostegno e la stabilità dei fronti di scavo si sono utilizzati rispettivamente MAX (Analisi e Calcolo Muri di Sostegno) e STAP, prodotti e distribuiti dalla Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS). I software prevedono una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

8.2 UNITÀ DI MISURA

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze: m
- forze: kN
- masse: kN massa
- temperature: gradi centigradi
- angoli: gradi sessadecimali o radianti
- si assume l'uguaglianza $1 \text{ kN} = 100 \text{ kg}$

8.3 GRADO DI AFFIDABILITÀ DEL CODICE

L'affidabilità del codice di calcolo è garantita dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto. È possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

8.4 VALUTAZIONE DELLA CORRETTEZZA DEL MODELLO

Il modello di calcolo adottato e' da ritenersi appropriato in quanto non sono state riscontrate labilità, le reazioni vincolari equilibrano i carichi applicati, la simmetria di carichi e struttura dà origine a sollecitazioni simmetriche.

8.5 CARATTERISTICHE DELL'ELABORAZIONE

Tutte le analisi strutturali sono state eseguite su di una workstation dedicata avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- Tipo Intel i7
- Memoria centrale 8 Gb;
- Lunghezza in bit della parola 64 bit;
- Memoria di massa 1 Hard disk da 500 Gb.

8.6 GIUDIZIO FINALE SULLA ACCETTABILITÀ DEI CALCOLI

Si ritiene che i risultati ottenuti dalla elaborazione siano accettabili e che le ipotesi poste alla base della formulazione del modello matematico siano valide come dimostrato dal comportamento dei materiali. All'interno del pacchetto Sap 2000 sono inoltre presente una serie di test per il benchmark del solutore, che consentono di comprovare l'affidabilità del codice di calcolo e paragonare risultati ottenuti con le soluzioni esatte.

I risultati delle elaborazioni fatte da MAX sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. In base a quanto sopra, si asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

8.7 PROGRAMMI DI SERVIZIO

Per le verifiche delle sezioni si adotta il programma: “RC-SEC” – Autore GEOSTRU Software.

9 POZZETTO 3 M X 3 M

Nel seguito verrà esaminato il modello globale in shell del pozzetto.

9.1 GEOMETRIA

La sezione trasversale di calcolo ha larghezza interna di $L_{int} = 2.00$ m (lato maggiore) e $L_{int} = 2.00$ m (lato minore) ed un'altezza netta di $H_{int} = 3.25$ m; lo spessore della platea di fondazione è di $S_f = 0.50$ m, lo spessore dei piedritti a sezione costante è di $S_p = 0.50$ m.

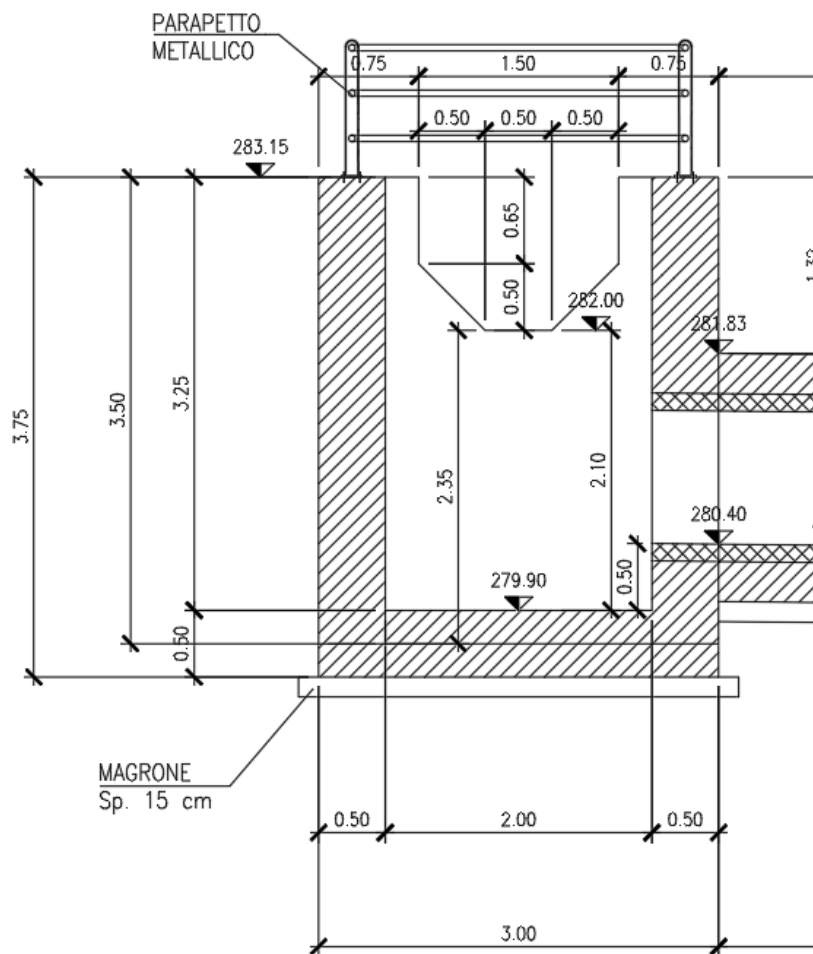


Figura 6 – sezione longitudinale

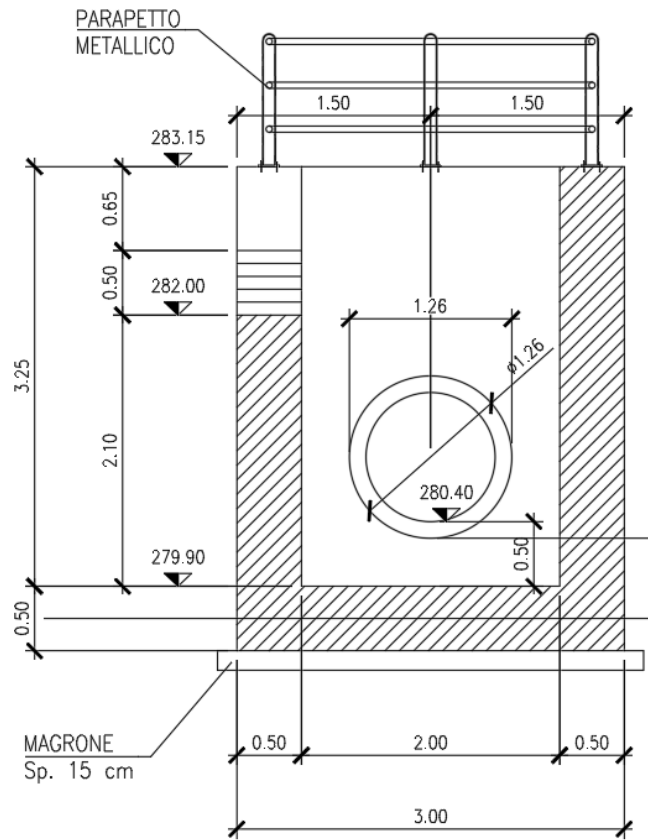


Figura 7 – sezione Trasversale

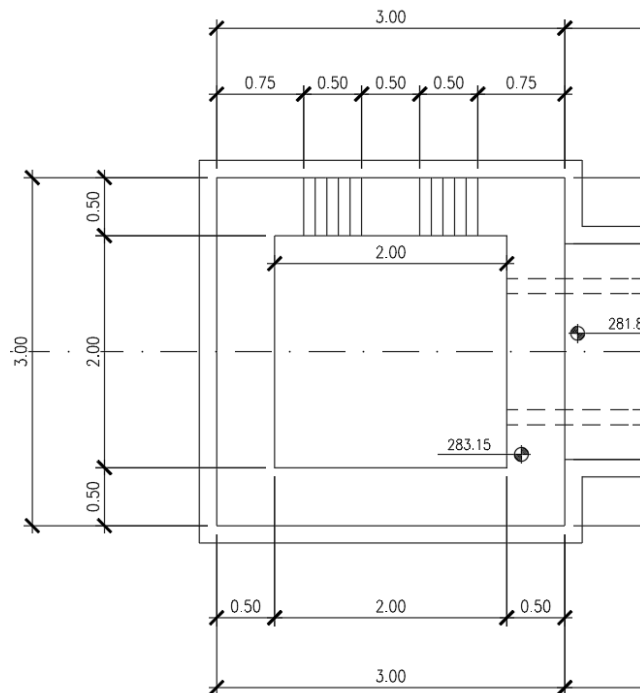


Figura 8 – pianta

DATI GEOMETRICI			
Grandezza	Simbolo	Valore	U.M.
larghezza totale pozzetto (lato min)	Ltot	3.00	m
larghezza totale pozzetto (lato magg)	Ltot	3.00	m
larghezza utile pozzetto (lato min)	Lint	2.00	m
larghezza utile pozzetto (lato magg)	Lint	2.00	m
spessore piedritti	Sp	0.50	m
spessore fondazione	Sf	0.50	m
altezza totale pozzetto	Htot	3.75	m
altezza libera pozzetto	Hint	3.25	m

9.2 MODELLO DI CALCOLO

Il modello di calcolo attraverso il quale è modellata la struttura è formato da shell elements su letto di molle alla Winkler.

I piedritti e le solette sono modellati con elementi shell-thick soggetti alle azioni da traffico di norma (se presenti) e quelle permanenti. Il terreno di fondazione è stato modellato utilizzando la formulazione di Winkler con un opportuno coefficiente di sottofondo.

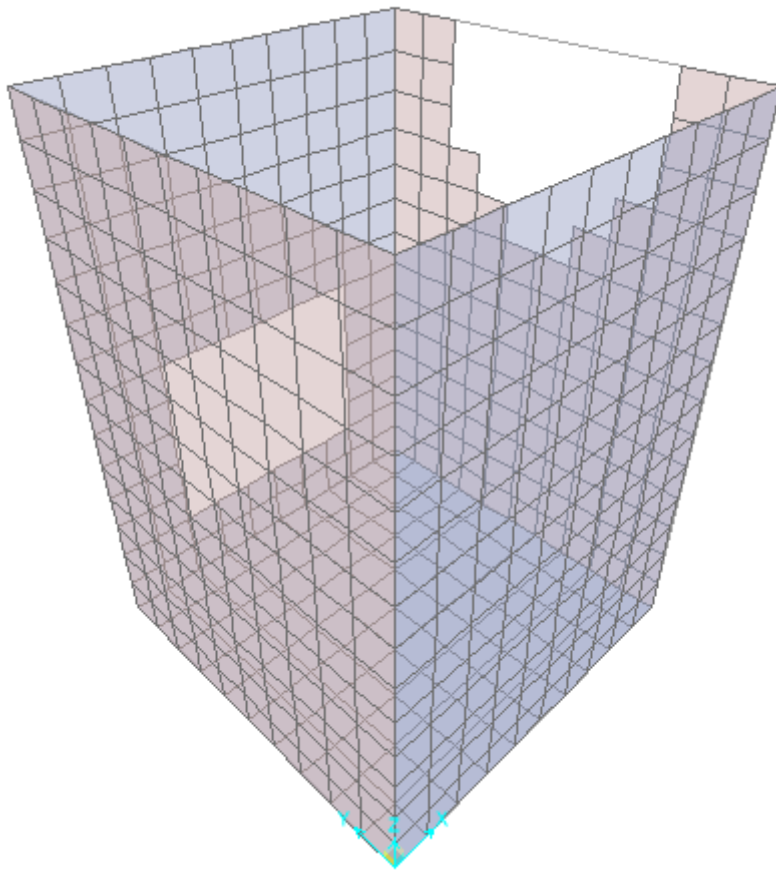
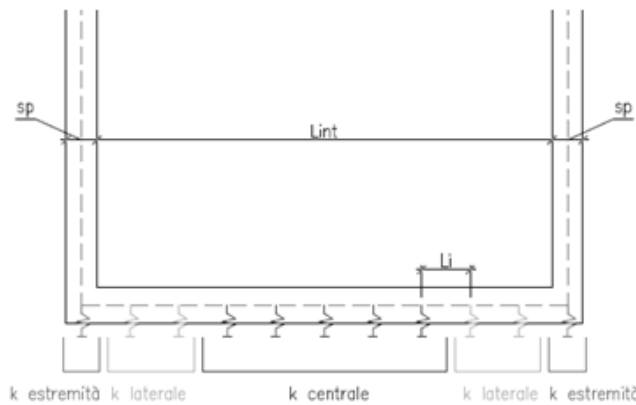


Figura 9 - Modello shell

9.2.1 Valutazione della rigidità delle molle

Si considera il pozzetto appoggiato su di un letto di molle (schematizzazione alla Winkler) assegnando agli shell di fondazione del modello un valore di “spring” pari a $K= 12883$ kN/mc in funzione dell’interasse delle molle secondo la seguente formulazione:

Interasse molle	$i = (S_p/2 + L_{int} + S_p/2)/14 = (0.50/2 + 2 + 0.5/2)/14 = 2.50/14 = 0.18$ [m]	
Molle centrali	$k_1 = k * i$	[kN/m]
Molle intermedie	$k_2 = 1.5 * k * i$	[kN/m]
Molle laterali	$k_3 = 2 * k *(i/2+ S_p/2)$	[kN/m]



Si è optata come strategia di modellazione quella dove viene assegnata alla piastra una distribuzione di linear spring tale che la rigidità è decrescente dal bordo verso il centro della piastra, compatibile con la deformata della piastra stessa. La rigidità nel modello è comunque applicata mediante una molla lineare su modello piano. Per un interasse delle molle pari al lato del singolo shell, si è calcolata la rigidità delle molle in entrambi le direzioni x e y.

Pozzetto	
L_{int}	2.00
S_p/2	0.25
S_p/2	0.25
i	0.18
K	12883
k₁	2301
k₂	3451
k₃	8742

Nel modello si sono utilizzate le rigidità delle molle minori corrispondenti a quelle calcolate nel lato corto. La scelta di ridurre la rigidità delle molle verso il centro dell’elemento piastra è stata fatta per tenere conto dell’effetto di bordo al fine di simulare la differente risposta del terreno, in termini di rigidità, tra le due zone. La scelta consente di massimizzare i momenti di incastro nel solettone di fondo.

9.3 ANALISI DEI CARICHI

9.3.1 Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati

<u>Soletta inferiore</u>	- Peso proprio	12.50 kN/m ²
-	- Totale	12.50 kN/m²
-	- peso dell'acqua su soletta inferiore	21.00 kN/m ²

<u>Piedritti</u>	- Peso proprio	12.50 kN/m ²
	- Totale	12.50 kN/m²

Il carico dell'acqua sulla soletta inferiore è stato stimato, a favore di sicurezza, nell'ipotesi di pozzetto pieno, per altezza del pelo libero dell'acqua pari a 2.10 m..

La spinta dell'acqua sulle pareti, di verso opposto alla spinta del terreno, è stata trascurata a favore di sicurezza.

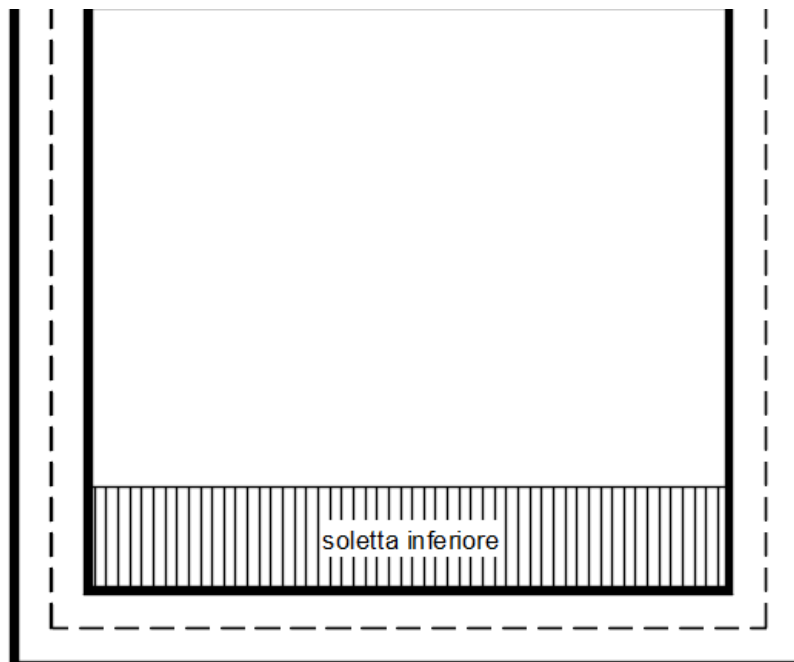


Figura 10- carico dell'acqua su soletta inferiore

9.3.2 Spinta del terreno sulle pareti

Per il rinterro si prevede un terreno avente angolo di attrito $\phi = 35^\circ$ ed un peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, il coefficiente di spinta viene calcolato, considerando l'elevata rigidezza della struttura, utilizzando la formula $K_0 = 1 - \sin\phi$, per cui si ottiene un valore di $K_0 = 0.43$. Le spinte in asse soletta inferiore valgono:

$p_{ss} =$		0.0	kN/m ²
$p_{is} =$	$p_{ss} + K_0 * \gamma * (S_s/2 + H_{int} + S_t/2) =$	29.8	kN/m ²

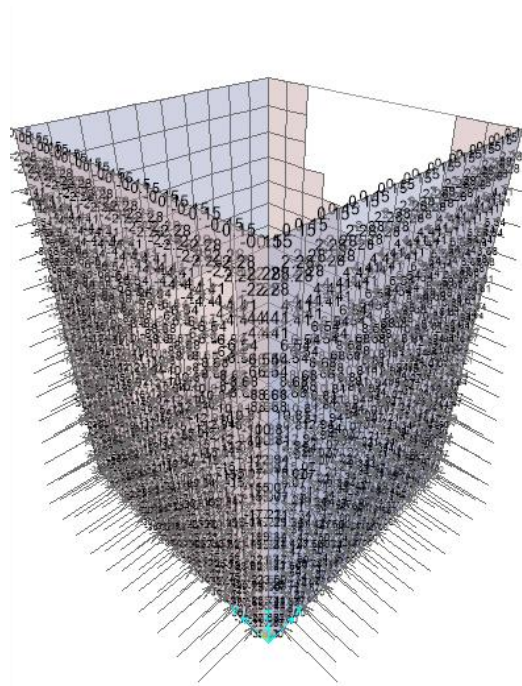


Figura 11 – spinta del terreno dx

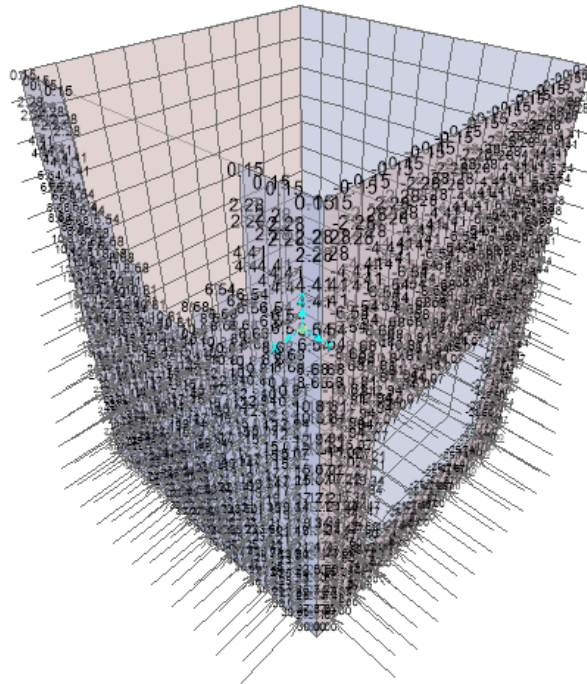


Figura 12 - spinta del terreno sx

9.3.3 Sovraccarico laterale

Si considera un carico da manutenzione ai lati della struttura pari a 5 kN/m².

Spinta del terreno indotta da carico laterale

$$q * K_0 = 2.13 \text{ kN/m}^2$$

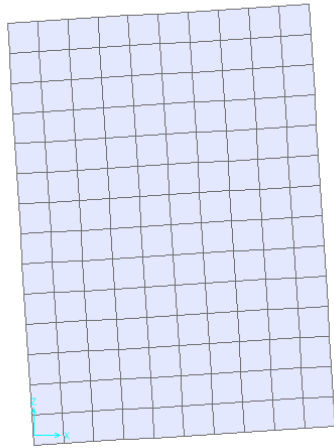
9.3.4 Azione Termica

Si applica ai piedritti una variazione termica di +/-15°C.

9.3.5 Azione sismica inerziale

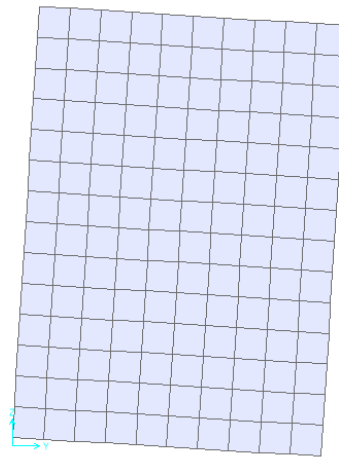
Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza un'analisi modale con spettro di risposta. Si riportano di seguito i modi di vibrare ottenuti dall'analisi:

Deformed Shape (Analisi Modale) - Mode 1; T = 0.13241; f = 7.55244



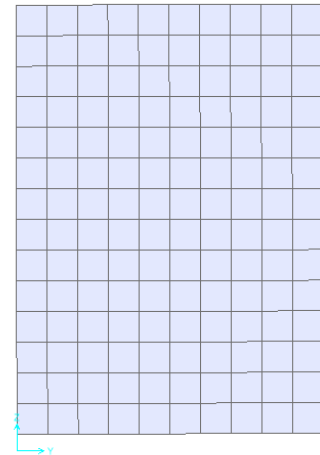
Lungo X

Deformed Shape (Analisi Modale) - Mode 2; T = 0.1321; f = 7.57023



Lungo Y

Deformed Shape (Analisi Modale) - Mode 3; T = 0.05647; f = 17.70918



Lungo Z

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Analisi Modale	Mode	1	0.132408	0.48436	0.00226	0.00096	0.48436	0.00226	0.00096	0.0023	0.51158	0.00007161	0.0023	0.51158	0.00007161
Analisi Modale	Mode	2	0.132096	0.00228	0.48437	0.00109	0.48664	0.48664	0.00206	0.51142	0.00252	0.00066	0.51372	0.5141	0.00073
Analisi Modale	Mode	3	0.056468	0.00043	0.00062	0.99791	0.48707	0.48726	0.99997	0.00061	0.0004	0.000001225	0.51433	0.5145	0.00073
Analisi Modale	Mode	4	0.009375	0.42669	0.00017	0.00001308	0.91377	0.48743	0.99997	0.00016	0.40673	0.00074	0.51448	0.92123	0.00147
Analisi Modale	Mode	5	0.008604	0.00017	0.48167	3.712E-07	0.91394	0.9691	0.99997	0.45694	0.00016	0.00049	0.97143	0.92139	0.00196
Analisi Modale	Mode	6	0.005503	0.01045	0.00003444	2.308E-07	0.92439	0.96914	0.99997	0.00004043	0.00958	0.21224	0.97147	0.93097	0.21419
Analisi Modale	Mode	7	0.005149	0.02685	0.00001152	0.000001886	0.95124	0.96915	0.99997	0.00001787	0.02427	0.1595	0.97149	0.95525	0.37369
Analisi Modale	Mode	8	0.005036	0.0117	0.00006217	3.471E-07	0.96294	0.96921	0.99997	0.00005505	0.0107	0.1997	0.97154	0.96595	0.57339
Analisi Modale	Mode	9	0.004833	0.01756	0.00001045	5.293E-07	0.9805	0.96922	0.99997	0.000005056	0.01598	0.36235	0.97155	0.98193	0.93573
Analisi Modale	Mode	10	0.004554	0.00004605	0.00015	0.00002373	0.98055	0.96937	0.99999	0.00019	0.00004224	0.01203	0.97174	0.98197	0.94776
Analisi Modale	Mode	11	0.00408	0.00042	0.00228	1.813E-07	0.98097	0.97166	0.99999	0.00196	0.00037	0.02101	0.9737	0.98234	0.96877
Analisi Modale	Mode	12	0.003462	0.00002873	0.00024	0.000002148	0.981	0.9719	1	0.00022	0.00003369	0.00353	0.97393	0.98238	0.9723
Analisi Modale	Mode	13	0.00336	0.00021	0.00035	0.000001815	0.9812	0.97225	1	0.00032	0.00021	0.00466	0.97425	0.98259	0.97697
Analisi Modale	Mode	14	0.00332	0.00283	0.01207	4.165E-09	0.98404	0.98432	1	0.01126	0.00264	0.00122	0.98551	0.98523	0.97819
Analisi Modale	Mode	15	0.003232	0.00481	0.00652	3.741E-09	0.98885	0.99084	1	0.00607	0.00448	0.00925	0.99158	0.98971	0.98743
Analisi Modale	Mode	16	0.003072	0.0000422	0.00126	0.000000193	0.98889	0.9921	1	0.00112	0.00003979	0.00001384	0.9927	0.98975	0.98745
Analisi Modale	Mode	17	0.002948	0.00236	0.00005561	1.35E-08	0.99125	0.99216	1	0.00005275	0.00217	0.00144	0.99275	0.99191	0.98888
Analisi Modale	Mode	18	0.00284	0.00149	0.00026	6.622E-09	0.99273	0.99242	1	0.00022	0.0014	0.00054	0.99297	0.99331	0.98942
Analisi Modale	Mode	19	0.002753	0.00028	0.00009415	3.483E-08	0.99302	0.99251	1	0.00006806	0.00027	0.00009763	0.99304	0.99358	0.98952
Analisi Modale	Mode	20	0.002541	0.00002863	0.00008478	1.732E-07	0.99305	0.9926	1	0.00007711	0.00002323	0.00005158	0.99312	0.9936	0.98957

9.4 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

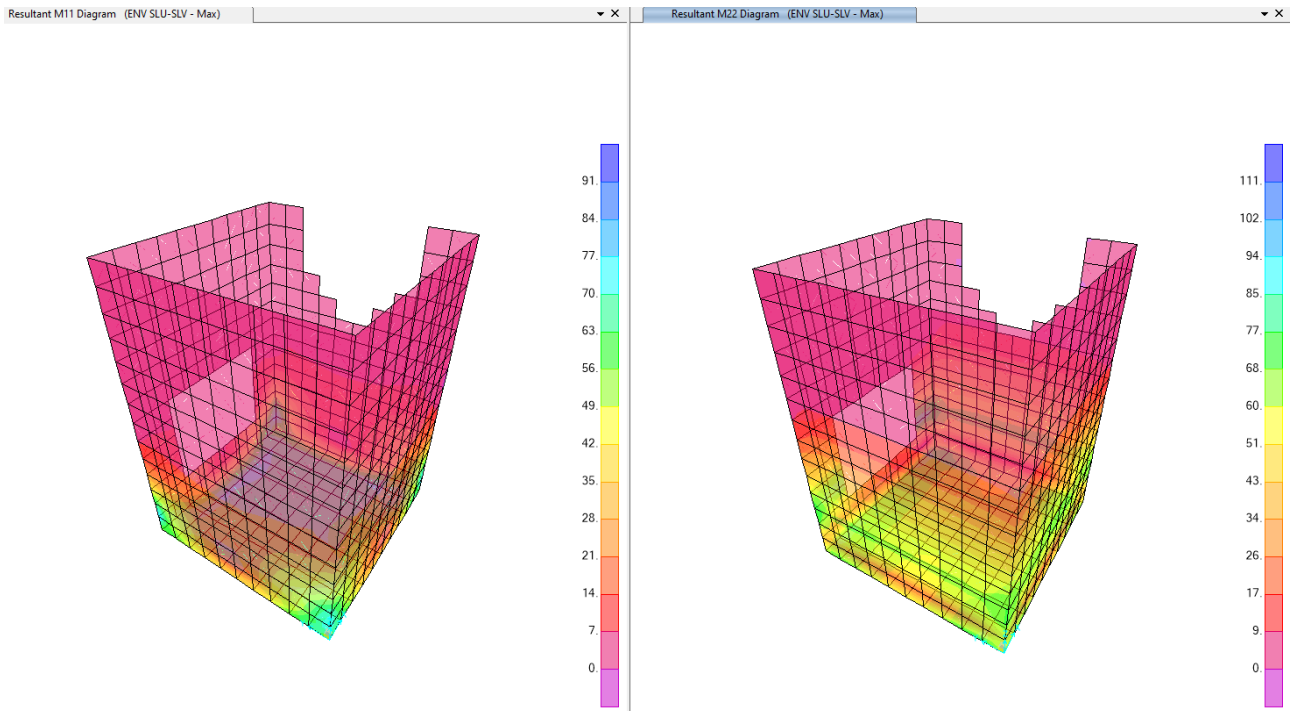


Figura 13- Involuppo momenti flettenti M11- M22 SLU-SLV

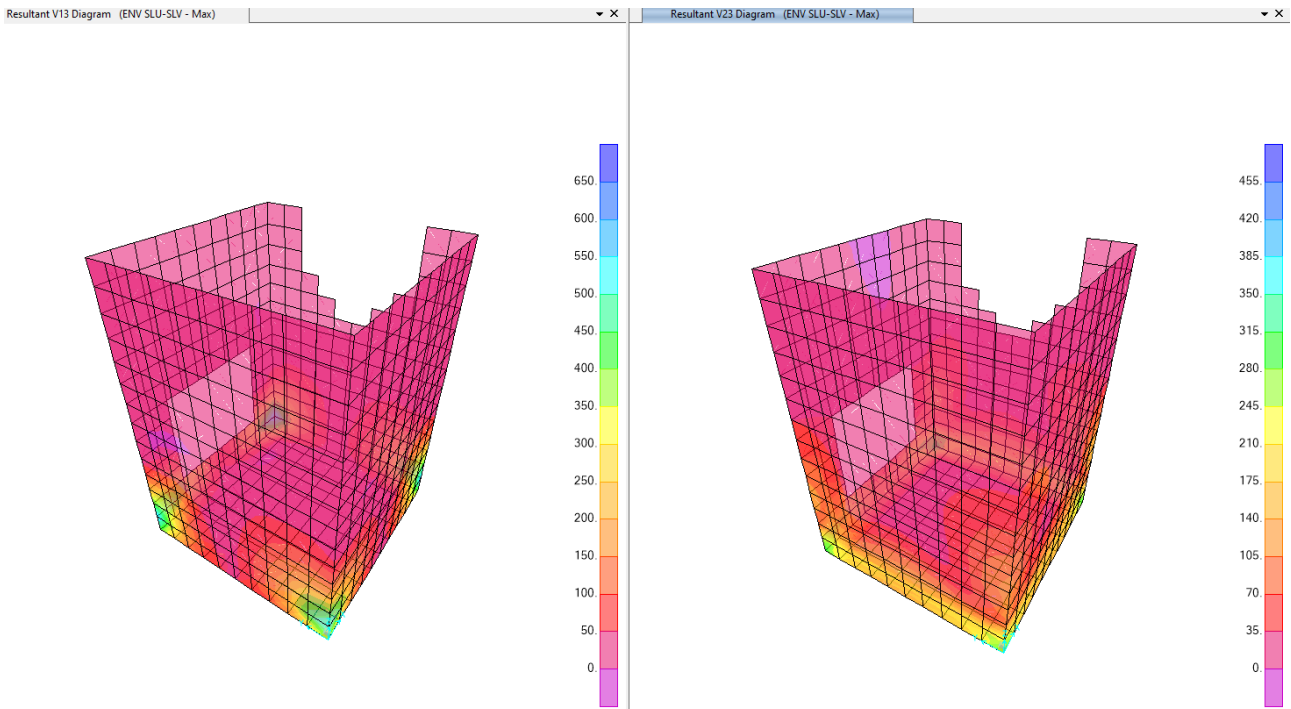


Figura 14- Involuppo sforzi taglienti V13 V23 SLU-SLV

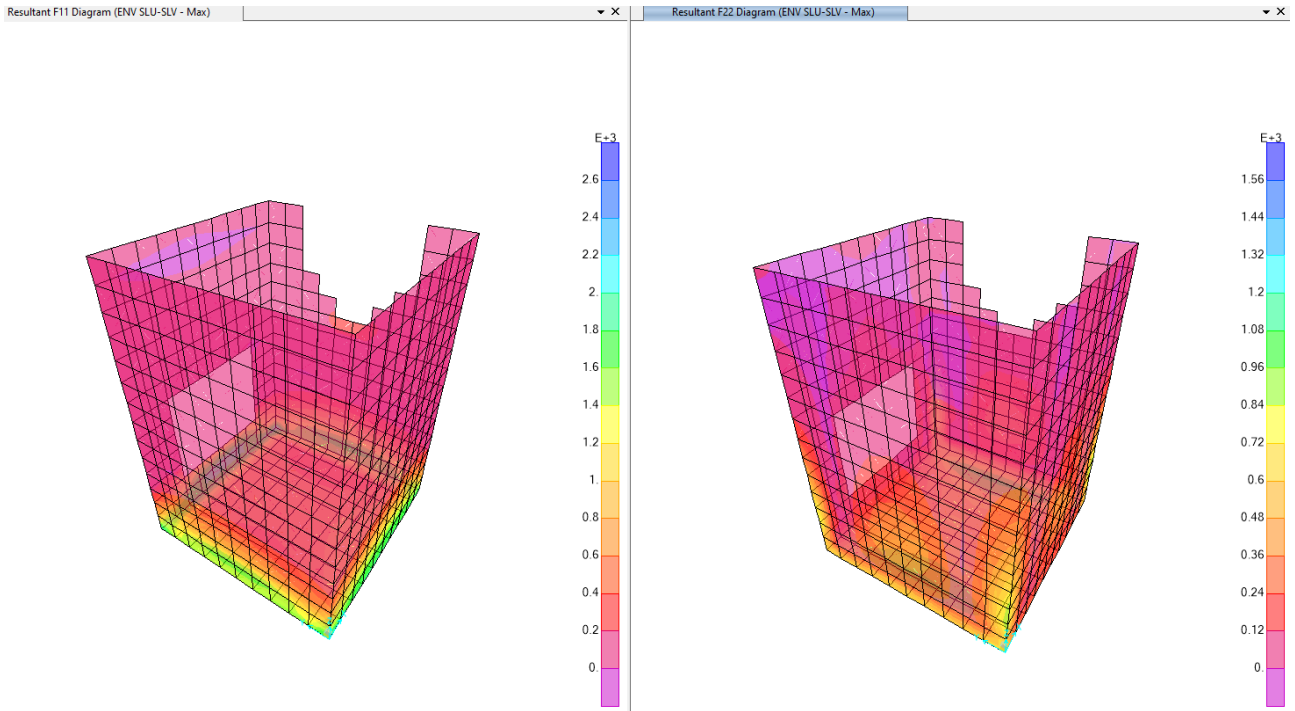


Figura 15– Involuppo azioni assiali F11 F22 SLU-SLV

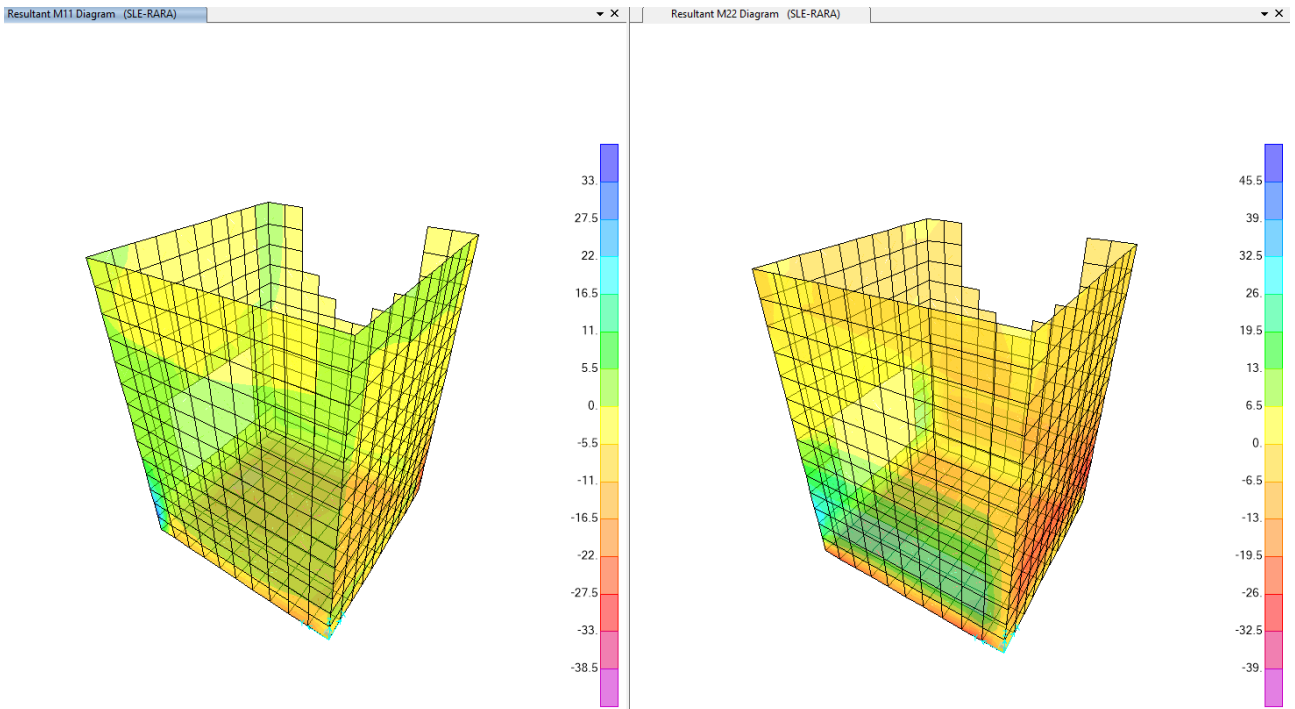


Figura 16- Involuppo momenti flettenti M11 M22 SLE rara

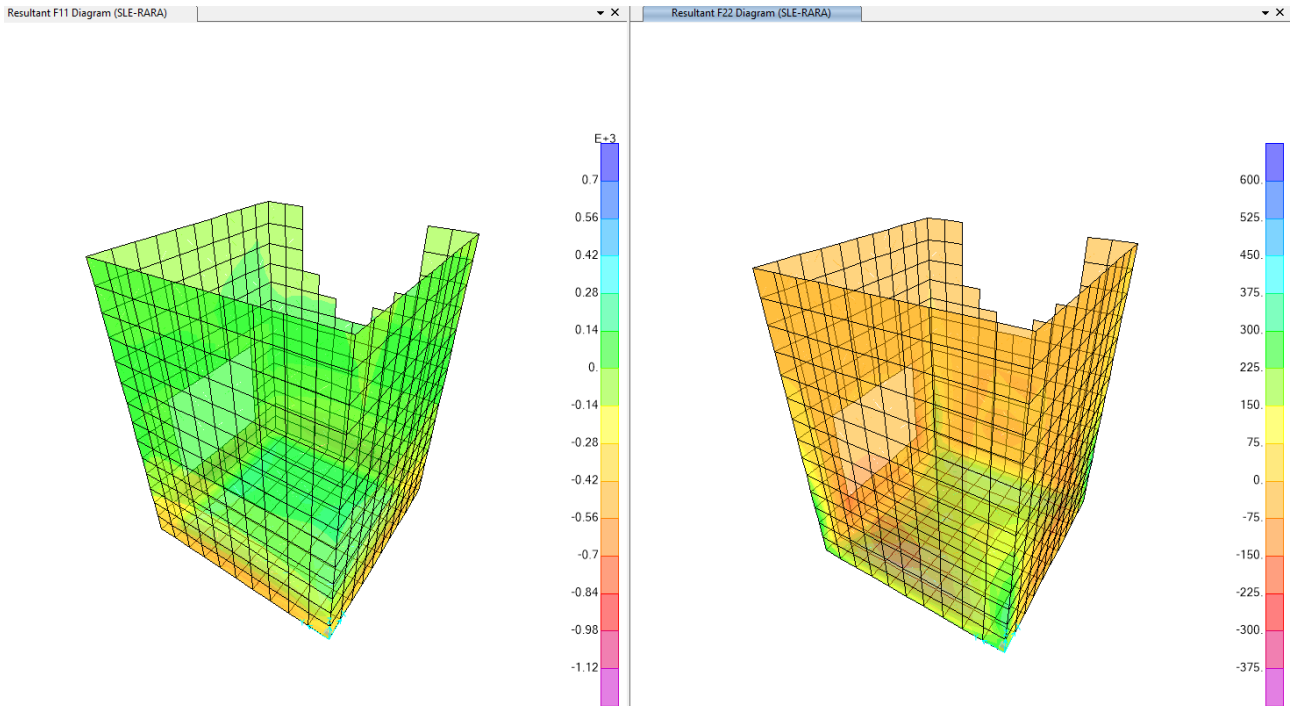


Figura 17- involuppo azioni assiali F11 F22 sle rara

9.5 VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

9.5.1 Verifica soletta fondazione 50cm

Si verificano i piedritti per le seguenti sollecitazioni:

TABLE: Section Cut Forces - Design								
SectionC	OutputCas	CaseTyp	StepTyp	P	V2	V3	M2	M3
F1	ENV SLU-SLV	Combination	Max	340.061	22.504	17.12	3.1706	63.659
F1	ENV SLU-SLV	Combination	Min	-379.921	-42.065	-30.282	-0.5506	-53.5972
F2	ENV SLU-SLV	Combination	Max	15.286	30.688	327.545	0.8854	0.4798
F2	ENV SLU-SLV	Combination	Min	-5.688	-21.685	-308.275	-2.1048	-0.1983
F3	ENV SLU-SLV	Combination	Max	381.688	23.126	16.066	0.3802	52.2064
F3	ENV SLU-SLV	Combination	Min	-338.049	-45.39	-28.331	-2.571	-63.5687
F4	ENV SLU-SLV	Combination	Max	758.3	9.343	51.768	11.8501	70.75
F4	ENV SLU-SLV	Combination	Min	-729.882	1.98	-2.572	-3.7597	-66.1517

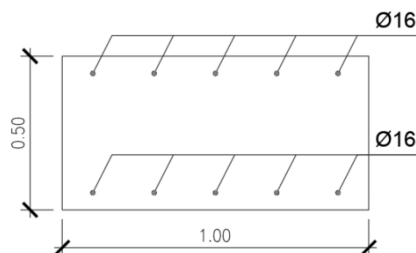
TABLE: Section Cut Forces - Design								
SectionC	OutputCas	CaseTyp	StepTyp	P	V2	V3	M2	M3
F1	SLE-RARA	Combination		126.893	-22.187	-17.43	1.6966	-19.4193
F1	SLE-RARA2	Combination		-155.791	3.071	-3.338	1.2945	26.5631
F2	SLE-RARA	Combination		6.15	12.668	-119.177	-0.7791	0.0909
F2	SLE-RARA2	Combination		6.331	-7.897	130.967	-0.8613	0.2768
F3	SLE-RARA	Combination		-118.264	-21.99	-15.796	-1.4295	17.1472
F3	SLE-RARA2	Combination		164.086	4.965	-1.894	-1.0208	-28.1967
F4	SLE-RARA	Combination		-288.51	3.299	28.359	6.8572	29.1985
F4	SLE-RARA2	Combination		290.764	2.749	24.262	3.1849	-25.4395

TABLE: Section Cut Forces - Design

SectionC	OutputCas	CaseTyp	StepTyp	P	V2	V3	M2	M3
F1	SLE-FREQ	Combination		102.735	-19.816	-15.069	1.483	-15.4432
F1	SLE-FREQ2	Combination		-132.835	1.232	-3.325	1.1479	22.8755
F2	SLE-FREQ	Combination		4.937	10.904	-97.737	-0.6223	0.086
F2	SLE-FREQ2	Combination		5.087	-6.234	110.717	-0.6908	0.2409
F3	SLE-FREQ	Combination		-95.854	-19.951	-13.742	-1.2678	13.5823
F3	SLE-FREQ2	Combination		139.438	2.511	-2.157	-0.9272	-24.2043
F4	SLE-FREQ	Combination		-237.527	3.649	25.348	6.0676	24.6363
F4	SLE-FREQ2	Combination		245.202	3.191	21.934	3.0074	-20.8954

TABLE: Section Cut Forces - Design

SectionC	OutputCas	CaseTyp	StepTyp	P	V2	V3	M2	M3
F1	SLE-QP	Combination		100.931	-19.018	-11.507	0.9426	-15.0106
F1	SLE-QP2	Combination		-134.639	2.03	0.237	0.6075	23.3081
F2	SLE-QP	Combination		1.252	10.752	-95.953	-0.1312	0.0248
F2	SLE-QP2	Combination		1.403	-6.386	112.501	-0.1997	0.1797
F3	SLE-QP	Combination		-99.211	-20.572	-11.056	-0.8848	14.2235
F3	SLE-QP2	Combination		136.08	1.89	0.529	-0.5442	-23.563
F4	SLE-QP	Combination		-229.395	4.839	17.339	4.617	24.6092
F4	SLE-QP2	Combination		253.334	4.38	13.925	1.5567	-20.9225



Verifiche a pressoflessione

GEOMETRIA				VERIFICA A PRESSOFLESSIONE				FS
Elemento			M_{ed}	Armature	A_s	M_{Rd}	[-]	
	b	h	[kNm]					[mm ²]
Fondazione	Superiore	1000	500	71.0	φ16/20	1005.31	176.0	2.48
	Inferiore				φ16/20			

Verifiche elementi non armati a taglio

Elemento	Geometrie				Solllecitazioni di Calcolo	TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO						FS
	b_w	H	A_s	V_{ed}		ρ	k	f_{ct}	v_{min}	V_{Rdmin}	V_{Rd}	
Fondazione	1000	500	1004.8	328.00	0.002	1.67	33.2	0.44	192.22	173.66	0.53	

Verifiche elementi armati a taglio

Elemento	Armature trasversali				Inclinazione Bielle Compresse	Taglio Compressione		Taglio Trazione		FS
	n_b	Ø	p	A_{sw}		ctg θ	f_{ctd}	V_{Rcd}	V_{Rtd}	
Fondazione	5	10	400	392.70	2.5	18.81	1284.50	380.32	380.32	1.16

Verifiche tensionali - rara

Verifica delle tensioni	I_p	M_{ed}	σ_c	$0,6 f_{ck}$	FS	σ_f	$0,8 f_{yk}$	FS
	[-]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
combinazione rara	fondazione	30.0	1.4	19.9	14.23	74.0	360.0	4.86

Verifiche tensionali – quasi permanente

Verifica delle tensioni	I_p	M_{ed}	σ_c	$0,45 f_{ck}$	FS
	[-]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
combinazione quasi	fondazione	25.0	1.1	14.9	13.58

Verifiche a fessurazione

Verifica a fessurazione	I_p	M_{ed}	$h_{c,eff}$	ρ_{eff}	ϵ_{sm}	φ_{eq}	Δs_{max}	w_f	w_l	FS
	[-]	[kNm]	mm				mm	[mm]	[mm]	[-]
combinazione quasi	fondazione	25.0	134.6	0.01	0.0002	16.0	419.5	0.126	0.200	1.58
combinazione frequente	fondazione	25.0	134.6	0.01	0.0002	16.0	419.5	0.126	0.300	2.37

9.5.2 Verifica piedritti

Si verificano i piedritti per le sollecitazioni riportate di seguito. Le section cut utilizzate si trovano ad una quota di 0,75m dalla base della fondazione.

- P [kN]
- V [kN]
- M [kNm]

TABLE: Section Cut Forces - Design

SectionC	OutputCas	CaseTyp	StepTyp	P	V2	V3	M2	M3
b1	ENV SLU-SLV	Combination	Max	41.759	7.766	211.841	57.3435	0.9616
b1	ENV SLU-SLV	Combination	Min	20.464	-20.146	-191.703	-56.706	-2.0495
b2	ENV SLU-SLV	Combination	Max	174.78	7.449	241.88	51.0683	1.614
b2	ENV SLU-SLV	Combination	Min	-58.959	-18.092	-287.34	-61.8647	-3.6328
b3	ENV SLU-SLV	Combination	Max	176.172	275.393	11.914	3.5502	58.4825
b3	ENV SLU-SLV	Combination	Min	-60.657	-233.465	-27.096	-6.7439	-48.1101
b4	ENV SLU-SLV	Combination	Max	183.451	231.5	10.501	3.3104	47.0922
b4	ENV SLU-SLV	Combination	Min	-61.729	-276.095	-22.811	-5.9977	-58.7262

TABLE: Section Cut Forces - Design

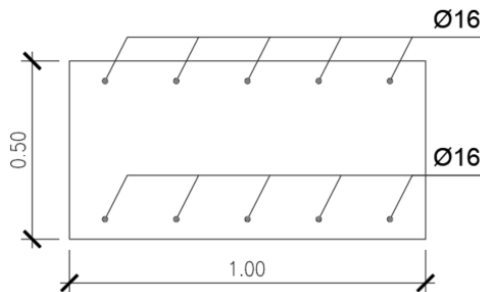
SectionC	OutputCas	CaseTyp	StepTyp	P	V2	V3	M2	M3
b1	SLE-RARA	Combination		24.383	-8.011	-71.805	-22.5961	-0.8298
b1	SLE-RARA2	Combination		29.503	-8.517	86.306	22.2576	-0.7947
b2	SLE-RARA	Combination		81.982	-6.72	80.965	16.9787	-1.4892
b2	SLE-RARA2	Combination		-7.598	-7.636	-126.577	-27.3745	-1.4348
b3	SLE-RARA	Combination		93.843	-83.417	-15.451	-3.9004	-17.1325
b3	SLE-RARA2	Combination		3.307	115.765	-6.225	-1.1263	24.4785
b4	SLE-RARA	Combination		87.037	76.694	-13.389	-3.5544	14.742
b4	SLE-RARA2	Combination		-6.86	-121.831	-4.52	-0.8121	-26.4203

TABLE: Section Cut Forces - Design

SectionC	OutputCas	CaseTyp	StepTyp	P	V2	V3	M2	M3
b1	SLE-FREQ	Combination		24.172	-6.401	-58.237	-18.7037	-0.642
b1	SLE-FREQ2	Combination		28.439	-6.822	73.523	18.6744	-0.6128
b2	SLE-FREQ	Combination		75.823	-5.39	64.545	13.4653	-1.1623
b2	SLE-FREQ2	Combination		1.172	-6.153	-108.407	-23.4957	-1.1171
b3	SLE-FREQ	Combination		85.007	-66.422	-13.35	-3.3483	-13.5179
b3	SLE-FREQ2	Combination		9.56	99.563	-5.661	-1.0366	21.158
b4	SLE-FREQ	Combination		80.462	61.076	-11.672	-3.0681	11.5773
b4	SLE-FREQ2	Combination		2.215	-104.361	-4.281	-0.7829	-22.7247

TABLE: Section Cut Forces - Design

SectionC	OutputCas	CaseTyp	StepTyp	P	V2	V3	M2	M3
b1	SLE-QP	Combination		22.26	-1.442	-57.059	-18.24	-0.0873
b1	SLE-QP2	Combination		26.527	-1.863	74.701	19.138	-0.058
b2	SLE-QP	Combination		79.739	-1.17	67.169	14.0134	-0.1954
b2	SLE-QP2	Combination		5.089	-1.933	-105.783	-22.9476	-0.1501
b3	SLE-QP	Combination		81.133	-65.233	-9.354	-2.3856	-13.0767
b3	SLE-QP2	Combination		5.686	100.752	-1.665	-0.0739	21.5992
b4	SLE-QP	Combination		84.213	63.856	-8.737	-2.2949	12.3738
b4	SLE-QP2	Combination		5.965	-101.582	-1.347	-0.0097	-21.9282



Verifiche a pressoflessione

GEOMETRIA				VERIFICA A PRESSOFLESSIONE				FS
Elemento		b	h	M _{ed}	Armature	A _s	M _{Rd}	
		[mm]	[mm]	[kNm]		[mm ²]	[kNm]	
Piedritti	Lato Interno	1000	500	62.0	φ16/20	1005.31	176.0	2.84
	Lato Terreno				φ16/20	1005.31		

Verifiche elementi non armati a taglio

Elemento	Geometrie		Armatura long. tesa	Sollecitazioni di Calcolo	TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO						FS
	b _w	H	A _s	V _{ed}	ρ _t	k	f _{ctk}	v _{min}	V _{rdmin}	V _{rd}	
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(KN)			(Mpa)		(KN)	(KN)	
Piedritti	1000	500	1004.8	212.00	0.002	1.67	33.2	0.44	192.22	173.66	0.82

Verifiche elementi armati a taglio

Elemento	Armature trasversali				Inclinazione Bielle Compresse	Taglio Compressione		Taglio Trazione		FS
	n _b	Ø	p	A _{sw}	ctg θ	f _{ctd}	V _{Rcd}	V _{Rtd}	V _{rd}	
		(mm)	(mm ²)			(Mpa)	(KN)	(KN)	(KN)	
Piedritti	5	8	400	251.33	2.5	18.81	1284.50	243.41	243.41	1.15

Verifiche tensionali – rara

Verifica delle tensioni	I_p	M_{ed}	σ_c	$0,6 f_{ck}$	FS	σ_f	$0,8 f_{yk}$	FS
	[-]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
combinazione rara	piedritti	28.0	1.3	19.9	15.32	69.0	360.0	5.22

Verifiche tensionali – quasi permanente

Verifica delle tensioni	I_p	M_{ed}	σ_c	$0,45 f_{ck}$	FS
	[-]	[kNm]	[Mpa]	[Mpa]	[-]
combinazione quasi	piedritti	24.0	1.1	14.9	13.58

Verifiche a fessurazione

Verifica a fessurazione	I_p	M_{ed}	$h_{c,eff}$	ρ_{eff}	ϵ_{sm}	φ_{eq}	Δs_{max}	w_f	w_l	FS
	[-]	[kNm]	mm				mm	[mm]	[mm]	[-]
combinazione quasi	piedritti	24.0	134.6	0.01	0.0002	16.0	540.9	0.155	0.200	1.29
combinazione frequente	piedritti	24.0	134.6	0.01	0.0002	16.0	540.9	0.155	0.300	1.94

9.6 ARMATURA

ARMATURA POZZETTO		
soletta inferiore	nodo piedritto	Ø16/20 inf Ø16/20 sup
	campata	Ø16/20 inf Ø16/20 sup
piedritti	nodo soletta inf	Ø16/20 inf Ø16/20 sup
		Ø16/20 inf Ø16/20 sup

9.6.1 Incidenza armature

INCIDENZA (Kg/m ³)	
soletta inferiore	155
piedritti	70

9.7 VERIFICA FONDAZIONE

9.7.1 Verifica portanza

Si riporta di seguito la verifica di portanza per l'involuppo SLU-STR e GEO. Per ottenere gli scarichi a base fondazione si sono estrapolate le reaction dei nodi di fondazione con i point spring:

- Per il carico verticale si è effettuata una sommatoria delle reazioni verticali
- Per il carico orizzontale si è effettuata una sommatoria delle reazioni orizzontali
- Per il momento si è calcolato il momento provocato da ciascuna reazione verticale rispetto al baricentro della fondazione e si è poi fatta la somma algebrica dei momenti per ottenere il valore complessivo, sia con le eccentricità in X che con le eccentricità in Y

ENV GEO

Risultante Base Plinto				
Ntot	Fx	Fy	My	Mx
kN	kN	kN	kNm	kNm
668	2	29	5	28

ENV SLU-STR

Risultante Base Plinto				
Ntot	Fx	Fy	My	Mx
kN	kN	kN	kNm	kNm
966	37	5	28	39

Per la verifica di portanza verticale si sono adottate le formulazioni di Brinch Hansen

Condizioni Drenate

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' B' N_{\gamma} i_{\gamma} s_{\gamma} b_{\gamma} d_{\gamma} g_{\gamma} + c' N_c i_c s_c b_c d_c g_c + q' N_q i_q s_q b_q d_q g_q$$

$$N_{\gamma} = 2(N_q + 1) \tan \phi' \quad N_c = \frac{N_q - 1}{\tan \phi'} \quad N_q = \frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'} e^{\pi \tan \phi'}$$

Condizioni non Drenate

$$q_{lim} = c_u N_c^{\circ} i_c^{\circ} s_c^{\circ} b_c^{\circ} d_c^{\circ} g_c^{\circ} + t_g^{\circ} + q$$

$$N_{\gamma}^{\circ} = -2 \sin \omega \quad N_c^{\circ} = 2 + \pi \approx 5,14 \quad t_g^{\circ} = \frac{1}{2} \gamma B' N_{\gamma}^{\circ} s_{\gamma}^{\circ}$$

Ω = inclinazione p.c. $g_c^{\circ} = 1 - \frac{2\omega}{\pi + 2}$

Con riduzione delle dimensioni della fondazione per carichi eccentrici secondo le formulazioni:

$$B' = B - 2 e_B = B - 2 \frac{M_B}{N}$$

$$L' = L - 2 e_L = L - 2 \frac{M_L}{N}$$

Che presenta i seguenti coefficienti correttivi:

Condizioni Drenate			
Coeff. Correttivi	γ	q	c
Inclinazione del carico $m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$ $ H = \sqrt{H_B^2 + H_L^2}$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{ H }{N + B' L' c' \tan \phi'}\right)^{m+1}$	$i_q = \left(1 - \frac{ H }{N + B' L' c' \tan \phi'}\right)^m$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \tan \phi'}$
Fattori di forma	$s_\gamma = s_q = 1 + 0,1 \frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'} \frac{B'}{L'}$		$s_c = 1 + 0,2 \frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'} \frac{B'}{L'}$
Fattori di inclinazione della base della fondazione	$b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \tan \phi')^2$		$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \tan \phi'}$
Fattori di inclinazione del piano campagna	$g_\gamma = g_q = (1 - \tan \omega)^2$		$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \tan \phi'}$

Condizioni non Drenate			
Coeff. Correttivi	γ	q	c
Inclinazione del carico $m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$ $ H = \sqrt{H_B^2 + H_L^2}$	-	-	$i_c^o = 1 - \frac{m H }{B' L' c_u N_c}$
Fattori di forma	-	-	$s_c^o = 1 + 0,2 \frac{B'}{L'}$
Fattori di inclinazione della base della fondazione	-	-	$b_c^o = 1 - \frac{2\alpha}{\pi + 2}$
Fattori di inclinazione del piano campagna	$g_\gamma = g_q = (1 - \tan \omega)^2$		$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \tan \phi'}$

Per il meccanismo di rottura a punzonamento viene definito un parametro, l'indice di rigidezza, la cui espressione è la seguente:

$$Ir = \frac{G}{c + \sigma tg\phi}$$

Dove G è il modulo di taglio del terreno a basse deformazioni e σ è la pressione efficace media a profondità “D+B/2”. I coefficienti correttivi del punzonamento hanno la seguente espressione:

$$\Psi_q = \exp \left[\left(0.6 \frac{B}{L} - 4.4 \right) tg\phi + \frac{3.07 \cdot \text{sen}\phi \cdot \text{Log}_{10}(Ir)}{1 + \text{sen}\phi} \right] \quad \text{per } \Phi > 0 \quad ; \quad \Psi_q = 1 \quad \text{per } \Phi = 0$$

$$\Psi_c = \Psi_q - \frac{1 - \Psi_q}{N_q \cdot tg\phi} \quad \text{per } \Phi > 0 \quad ; \quad \Psi_c = 0.32 + 0.12 \frac{B}{l} + 0.6 \cdot \text{Log}_{10} \cdot Ir \quad \text{per } \Phi = 0$$

$$\Psi_\gamma = \Psi_q \quad \text{per } \Phi > 0 \quad ; \quad \Psi_\gamma = 1 \quad \text{per } \Phi = 0$$

I fattori si devono applicare solo nel caso in cui $Ir < Ir_{crit}$.

Di seguito si allegano le verifiche effettuate in condizioni drenate per l'involuppo GEO:

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)
ENV GEO	2.00	29.00	668.00	28.00	5.00

Larghezza Fondazione	B	3.00	m
Profondità piano di posa	D	3.10	m
Lunghezza Fondazione	L	3.00	m
Angolo di attrito	Φ	28.00	°
Angolo di attrito in radianti	Φ	0.49	rad
Coesione	c'	10.00	kN/m ²
Peso per unità di volume del terreno	γ	19.00	kN/m ³
Valore Nq	Nq	14.72	
Valore Nc	Nc	25.80	
Valore Ng	Ny	16.72	
Condizioni non drenate?	No		

Momento X nel baricentro del plinto	Mx	28.00	kNm
Momento Y nel baricentro del plinto	My	5.00	kNm
Eccentricità del carico in B	eB	0.04	m
Eccentricità del carico in L	eL	0.01	m
Dimensione della fondazione corretta B'	B'	2.92	m
Dimensione della fondazione corretta L'	L'	2.99	m

Per fondazioni quadrate - fattore di correzione di forma			
Fattore primo membro	Sc	1.56	
Fattore secondo membro	Sq	1.52	
Fattore terzo membro	Sy	0.60	

Fattori di inclinazione del carico			
Coefficiente mB	mB	1.51	
Coefficiente mL	mL	1.49	
Coefficiente m	m	1.49	
Fattore primo membro	ic	0.94	
Fattore secondo membro	iq	0.94	
Fattore terzo membro	iy	0.90	

Profondità della falda da p.p. (>0 verso il basso)	d	0.00	m
Peso per unità di volume fino a D	γ_1	19.00	kN/m ³
Peso per unità di volume dopo D	γ_2	9.00	kN/m ³
Coefficiente del terzo membro della formula	$\gamma_2 B$	27.00	kN/m ²
Carico del terreno sovrastante	q	58.90	kN/m ²

VERIFICHE - CARICO LIMITE			
Carico limite	qlim	1736.31	kN/m ²
Carico limite come forza	Qlim	15114.28	kN
Carico di esercizio	Qed	668.00	kN
Fattore di sicurezza ($\gamma_r=2,3$)	FS	9.84	

VERIFICHE - CARICO LIMITE (PUNZONAMENTO)			
Modulo elastico del terreno	E	150	Mpa
Coefficiente di Poisson	v	0.3	
Modulo di taglio del terreno	G	57.69	MPa
Pressione efficace media alla profondità D+B/2	σ	72.40	kPa
Indice di rigidezza per la rottura a punzonamento	Ir	1189.64	
Indice di rigidezza per punzonamento critico	Ir,crit	58.40	
Meccanismo di punzonamento plausibile?	No		

VERIFICHE - SCORRIMENTO			
Resistenza allo scorrimento	Fd	355.18	kN
Azione per lo scorrimento	Fe	29.00	kN
Fattore di sicurezza ($\gamma_r=1,1$)	FS	11.13	

Di seguito si allegano le verifiche effettuate in condizioni non drenate per l'involuppo GEO:

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)
ENV GEO	2.00	29.00	668.00	28.00	5.00

Larghezza Fondazione	B	3.00	m
Profondità piano di posa	D	3.10	m
Lunghezza Fondazione	L	3.00	m
Angolo di attrito	ϕ	0.00	°
Angolo di attrito in radianti	ϕ	0.00	rad
Coesione non drenata	cu	150.00	kN/m ²
Peso per unità di volume del terreno	γ	19.00	kN/m ³
Valore Nq	Nq	1.00	
Valore Nc	Nc	5.14	
Valore Ng	N γ	0.00	
Condizioni non drenate?	Si		

Momento X nel baricentro del plinto	Mx	28.00	kNm
Momento Y nel baricentro del plinto	My	5.00	kNm
Eccentricità del carico in B	eB	0.04	m
Eccentricità del carico in L	eL	0.01	m
Dimensione della fondazione corretta B'	B'	2.92	m
Dimensione della fondazione corretta L'	L'	2.99	m

Per fondazioni quadrate - fattore di correzione di forma			
Fattore primo membro	Sc	1.20	
Fattore secondo membro	Sq	1.00	
Fattore terzo membro	S γ	1.00	

Fattori di inclinazione del carico			
Coefficiente mB	mB	1.51	
Coefficiente mL	mL	1.49	
Coefficiente m	m	1.49	
Fattore primo membro	ic	0.99	
Fattore secondo membro	iq	1.00	
Fattore terzo membro	i γ	1.00	

Profondità della falda da p.p. (>0 verso il basso)	d	0.00	m
Peso per unità di volume fino a D	γ_1	19.00	kN/m ³
Peso per unità di volume dopo D	γ_2	9.00	kN/m ³
Coefficiente del terzo membro della formula	$\gamma_2 B$	27.00	kN/m ²
Carico del terreno sovrastante	q	58.90	kN/m ²

VERIFICHE - CARICO LIMITE			
Carico limite	q _{lim}	974.59	kN/m ²
Carico limite come forza	Q _{lim}	8483.68	kN
Carico di esercizio	Q _{ed}	668.00	kN
Fattore di sicurezza (γ _r =2,3)	FS	5.52	

VERIFICHE - CARICO LIMITE (PUNZONAMENTO)			
Modulo elastico del terreno	E	150	Mpa
Coefficiente di Poisson	ν	0.3	
Modulo di taglio del terreno	G	57.69	MPa
Pressione efficace media alla profondità D+B/2	σ	72.40	kPa
Indice di rigidezza per la rottura a punzonamento	I _r	384.62	
Indice di rigidezza per punzonamento critico	I _{r,crit}	8.73	
Meccanismo di punzonamento plausibile?	No		

Di seguito si allegano le verifiche effettuate in condizioni drenate per l'involuppo SLU/SLV:

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)
ENV SLU/SLV	5.00	37.00	966.00	39.00	28.00

Larghezza Fondazione	B	3.00	m
Profondità piano di posa	D	3.10	m
Lunghezza Fondazione	L	3.00	m
Angolo di attrito	Φ	28.00	°
Angolo di attrito in radianti	Φ	0.49	rad
Coesione	c'	10.00	kN/m ²
Peso per unità di volume del terreno	γ	19.00	kN/m ³
Valore Nq	Nq	14.72	
Valore Nc	Nc	25.80	
Valore Ng	N γ	16.72	
Condizioni non drenate?	No		

Momento X nel baricentro del plinto	Mx	39.00	kNm
Momento Y nel baricentro del plinto	My	28.00	kNm
Eccentricità del carico in B	eB	0.04	m
Eccentricità del carico in L	eL	0.03	m
Dimensione della fondazione corretta B'	B'	2.92	m
Dimensione della fondazione corretta L'	L'	2.94	m

Per fondazioni quadrate - fattore di correzione di forma			
Fattore primo membro	Sc	1.57	
Fattore secondo membro	Sq	1.53	
Fattore terzo membro	S γ	0.60	

Fattori di inclinazione del carico			
Coefficiente mB	mB	1.50	
Coefficiente mL	mL	1.50	
Coefficiente m	m	1.50	
Fattore primo membro	ic	0.94	
Fattore secondo membro	iq	0.95	
Fattore terzo membro	i γ	0.91	

Profondità della falda da p.p. (>0 verso il basso)	d	0.00	m
Peso per unità di volume fino a D	γ_1	19.00	kN/m ³
Peso per unità di volume dopo D	γ_2	9.00	kN/m ³
Coefficiente del terzo membro della formula	$\gamma_2 B$	27.00	kN/m ²
Carico del terreno sovrastante	q	58.90	kN/m ²

VERIFICHE - CARICO LIMITE			
Carico limite	q _{lim}	1756.46	kN/m ²
Carico limite come forza	Q _{lim}	15085.37	kN
Carico di esercizio	Q _{ed}	966.00	kN
Fattore di sicurezza ($\gamma_r=2,3$)	FS	6.79	

VERIFICHE - CARICO LIMITE (PUNZONAMENTO)			
Modulo elastico del terreno	E	150	Mpa
Coefficiente di Poisson	ν	0.3	
Modulo di taglio del terreno	G	57.69	MPa
Pressione efficace media alla profondità D+B/2	σ	72.40	kPa
Indice di rigidezza per la rottura a punzonamento	I _r	1189.64	
Indice di rigidezza per punzonamento critico	I _{r,crit}	57.73	
Meccanismo di punzonamento plausibile?	No		

VERIFICHE - SCORRIMENTO			
Resistenza allo scorrimento	F _d	513.63	kN
Azione per lo scorrimento	F _e	37.00	kN
Fattore di sicurezza ($\gamma_r=1,1$)	FS	12.62	

Di seguito si allegano le verifiche effettuate in condizioni non drenate per l'involuppo SLU/SLV:

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)
ENV SLU/SLV	5.00	37.00	966.00	39.00	28.00

Larghezza Fondazione	B	3.00	m
Profondità piano di posa	D	3.10	m
Lunghezza Fondazione	L	3.00	m
Angolo di attrito	ϕ	0.00	°
Angolo di attrito in radianti	ϕ	0.00	rad
Coesione non drenata	cu	150.00	kN/m ²
Peso per unità di volume del terreno	γ	19.00	kN/m ³
Valore Nq	Nq	1.00	
Valore Nc	Nc	5.14	
Valore Ng	N γ	0.00	
Condizioni non drenate?	Si		

Momento X nel baricentro del plinto	Mx	39.00	kNm
Momento Y nel baricentro del plinto	My	28.00	kNm
Eccentricità del carico in B	eB	0.04	m
Eccentricità del carico in L	eL	0.03	m
Dimensione della fondazione corretta B'	B'	2.92	m
Dimensione della fondazione corretta L'	L'	2.94	m

Per fondazioni quadrate - fattore di correzione di forma			
Fattore primo membro	Sc	1.20	
Fattore secondo membro	Sq	1.00	
Fattore terzo membro	Sy	1.00	

Fattori di inclinazione del carico			
Coefficiente mB	mB	1.50	
Coefficiente mL	mL	1.50	
Coefficiente m	m	1.50	
Fattore primo membro	ic	0.99	
Fattore secondo membro	iq	1.00	
Fattore terzo membro	iy	1.00	

Profondità della falda da p.p. (>0 verso il basso)	d	0.00	m
Peso per unità di volume fino a D	γ_1	19.00	kN/m ³
Peso per unità di volume dopo D	γ_2	9.00	kN/m ³
Coefficiente del terzo membro della formula	$\gamma_2 B$	27.00	kN/m ²
Carico del terreno sovrastante	q	58.90	kN/m ²

VERIFICHE - CARICO LIMITE			
Carico limite	qlim	975.17	kN/m ²
Carico limite come forza	Qlim	8375.29	kN
Carico di esercizio	Qed	966.00	kN
Fattore di sicurezza ($\gamma_r=2,3$)	FS	3.77	

VERIFICHE - CARICO LIMITE (PUNZONAMENTO)			
Modulo elastico del terreno	E	150	Mpa
Coefficiente di Poisson	ν	0.3	
Modulo di taglio del terreno	G	57.69	MPa
Pressione efficace media alla profondità D+B/2	σ	72.40	kPa
Indice di rigidezza per la rottura a punzonamento	Ir	384.62	
Indice di rigidezza per punzonamento critico	Ir,crit	8.67	
Meccanismo di punzonamento plausibile?	No		

10 TOMBINO CIRCOLARE

La dimensione interna è di 1.26m e l'altezza interna pari a 1.26m, con soletta superiore di spessore 0.30m, piedritti di spessore 0.30m e soletta inferiore di spessore 0.30m. Nel seguito verrà esaminata una striscia di scatolare avente lunghezza di 1.00 m. In figura si riporta schematicamente la geometria dell'opera.

10.1 GEOMETRIA

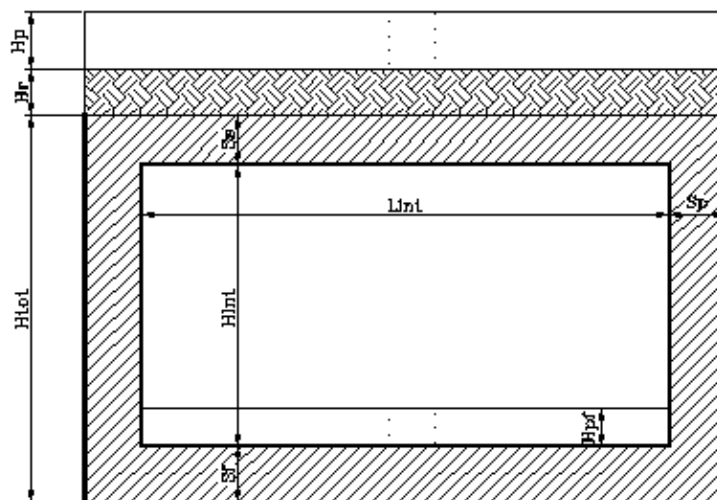


Figura 18– Significato dei simboli

DATI GEOMETRICI			
Grandezza	Simbolo	Valore	U.M.
larghezza totale scatolare	L_{tot}	1.86	m
larghezza utile scatolare	L_{int}	1.26	m
larghezza interasse	L_a	1.56	m
spessore soletta superiore	S_s	0.30	m
spessore piedritti	S_p	0.30	m
spessore fondazione	S_f	0.30	m
altezza totale scatolare	H_{tot}	1.86	m
altezza libera scatolare	H_{int}	1.26	m
spessore pacchetto superiore	H_{Psup}	0.13	m
spessore ricoprimento superiore	H_{Rsup}	0.40	m
spessore pacchetto inferiore	H_{Pinf}		m
spessore ricoprimento inferiore	H_{Rinf}		m

10.2 MODELLO DI CALCOLO

Il modello di calcolo attraverso il quale è schematizzata la struttura è quello del telaio chiuso su letto di molle alla Winkler. Il modello considerato per l'analisi è quello di uno scatolare di profondità unitaria (1.00m) soggetto alle azioni da traffico di norma e quelle permanenti. In corrispondenza dei vertici dello scatolare sono state inserite delle zone rigide pari a metà spessore degli elementi. Il terreno di fondazione è stato modellato utilizzando la schematizzazione alla Winkler con un opportuno coefficiente di sottofondo. Di seguito si riporta lo schema di calcolo.

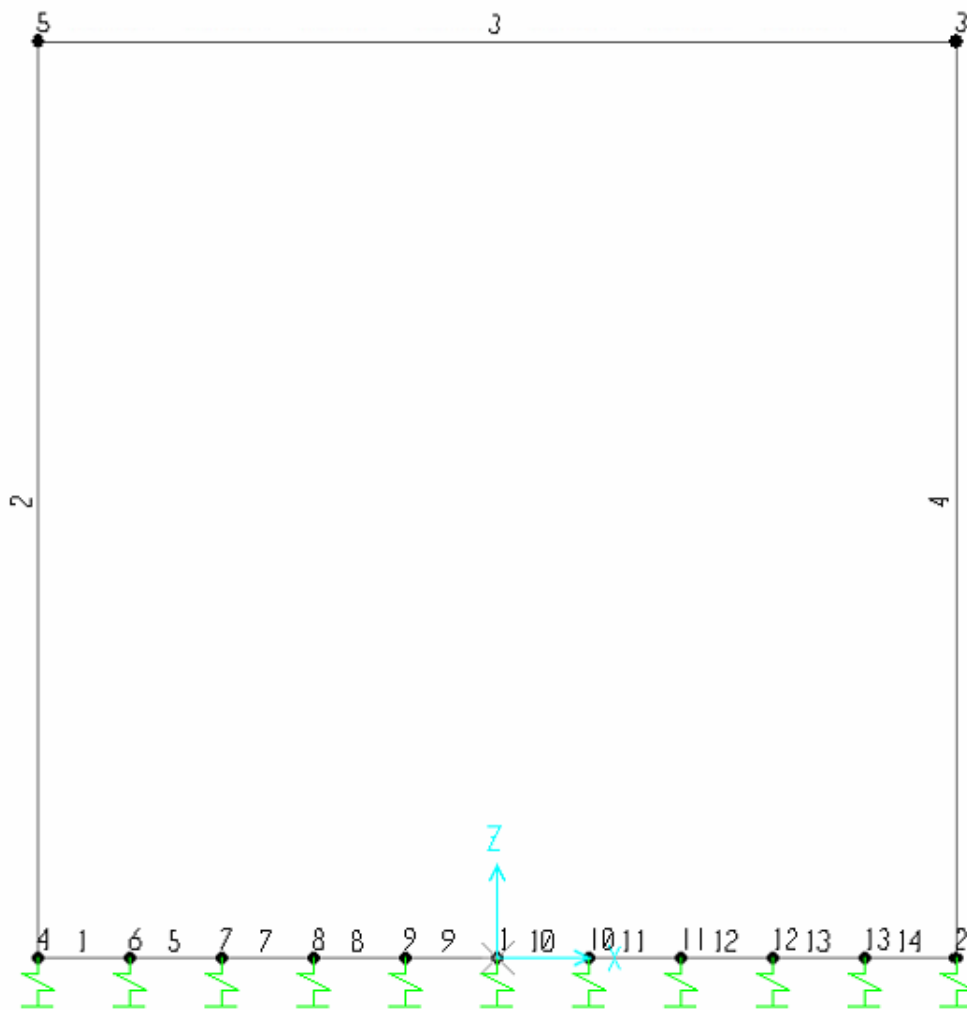


Figura 19– Numerazione aste e nodi

10.2.1 Valutazione della rigidità delle molle

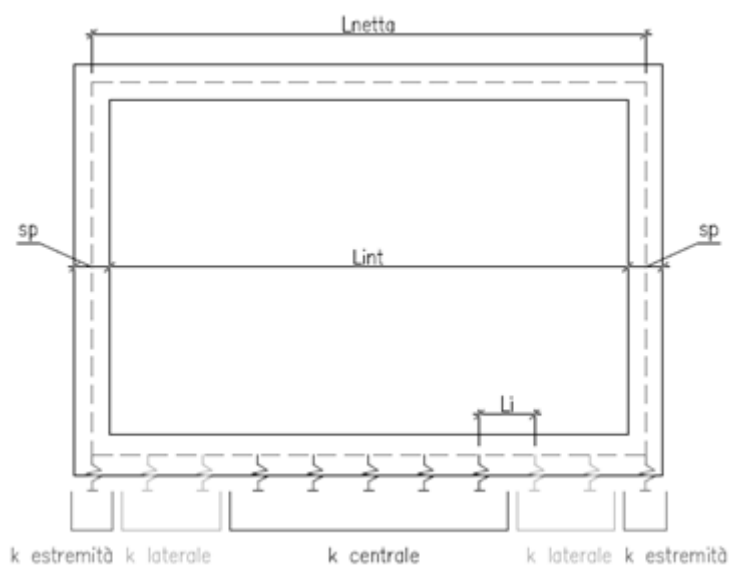
Si considera lo scatolare appoggiato su di un letto di molle (schematizzazione alla Winkler) assegnando alle aste di fondazione del modello un valore di “linear spring” pari a $K= 11523$ kN/mc in funzione dell’interasse delle molle secondo la seguente formulazione:

Interasse molle $i = (S_p/2 + L_{int} + S_p/2)/10 = (0.30/2 + 1.26 + 0.3/2)/10 = 1.56/10 = 0.16$ [m]

Molle centrali $k_1 = k * i$ [kN/m]

Molle intermedie $k_2 = 1.5 * k * i$ [kN/m]

Molle laterali $k_3 = 2 * k * (i/2 + S_p/2)$ [kN/m]



Scatolare	
L_{int}	1.26
S_p/2	0.15
S_p/2	0.15
i	0.16
K	11523
k₁	1798
k₂	2696
k₃	5254

10.3 ANALISI DEI CARICHI

10.3.1 Peso proprio della struttura e carichi permanenti portati

<u>Soletta superiore</u>	- Peso proprio	7.50 kN/m
	- Totale	7.50 kN/m
	- Peso pacchetto pavimentazione 13 cm	3.12 kN/m
	- Peso terreno ricoprimento	8.00 kN/m
	- Totale	11.12 kN/m
 <u>Soletta inferiore</u>	- Peso proprio	7.50 kN/m
	- Totale	7.50 kN/m
	- Peso pacchetto pavimentazione 0 cm	0.00 kN/m
	- Peso terreno ricoprimento	0.00 kN/m
	- Totale	0.00 kN/m
 <u>Piedritti</u>	- Peso proprio	7.50 kN/m
	- Totale	7.50 kN/m

Figura 20– Schema tipo carichi permanenti

Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra soletta superiore e piedritti con valore pari a 1.67 kN.

10.3.2 Spinta sulle pareti dovuta al terreno ed al sovraccarico permanente

Per il rinterro si prevede un terreno avente angolo di attrito $\varphi = 35^\circ$ ed un peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, il coefficiente di spinta viene calcolato, considerando l'elevata rigidità dello scatolare, utilizzando la formula $K_0=1-\sin\varphi'$, per cui si ottiene un valore di $K_0=0.43$. Le spinte in asse soletta superiore ed asse soletta inferiore valgono:

$$\begin{aligned}
 p_{ss} &= K_0 * (H_r + H_p + S_s/2) * \gamma = 5.8 \text{ kN/m} \\
 p_{is} &= p_{ss} + K_0 * \gamma * (S_s/2 + H_{int} + S_f/2) = 19.1 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

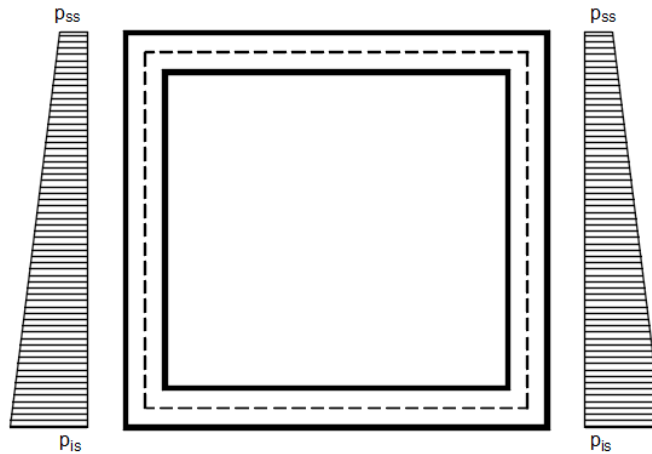
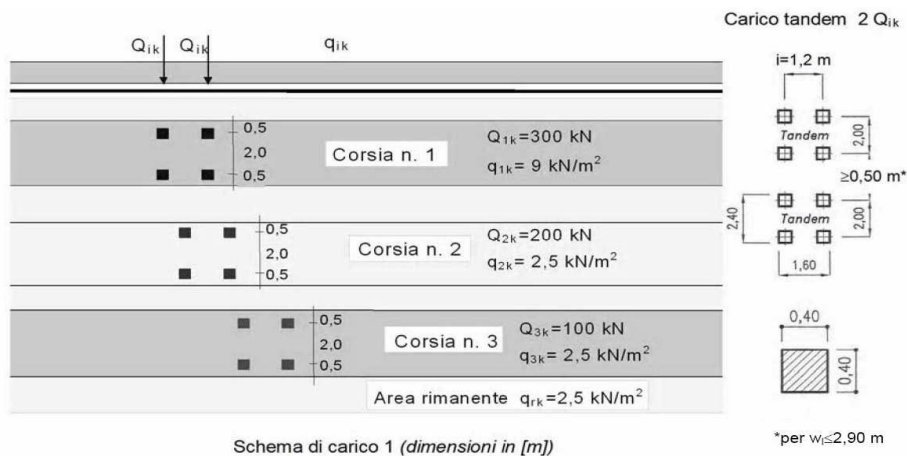


Figura 21– Schema tipo spinta terreno su pareti

Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto e soletta superiore con valore pari a 0.77 kN ed inferiore con valore pari a 2.96 kN.

10.3.3 Ripartizione dei carichi mobili verticali

Le azioni variabili del traffico definite nello Schema di Carico 1 sono costituite da carichi concentrati e da carichi uniformemente distribuiti. Tale schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali.

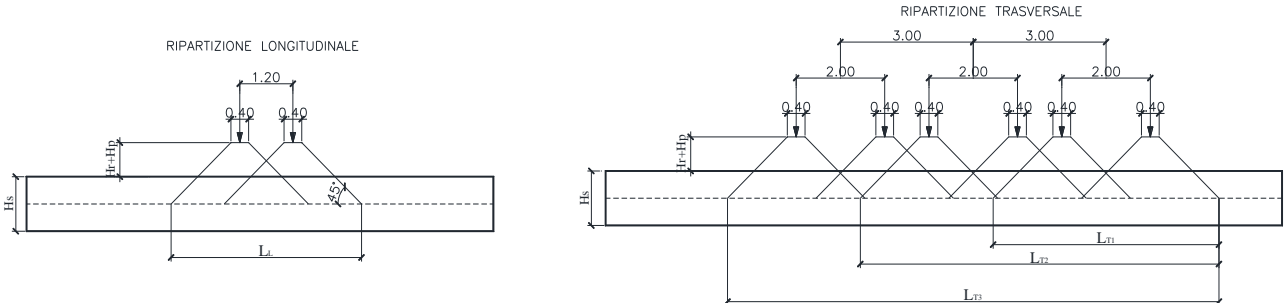


Il numero delle colonne di carichi mobili e la loro disposizione sono quelli massimi compatibili con la larghezza della carreggiata considerata.

Posizione	Carico asse Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]
Corsia Numero 1	300	9
Corsia Numero 2	200	2,5
Corsia Numero 3	100	2,5
Altre corsie	0,00	2,50

La ripartizione dei carichi si effettua considerando il carico isolato da 150 kN con impronta quadrata di lato 0.4 m.

Per il calcolo dei valori di L_L ed L_T si considera una ripartizione a 35° all'interno degli strati di pavimentazione e rinterro e 45° all'interno della soletta in c.a., di seguito i risultati numeri ed uno schema grafico tipologico rappresentativo.



Il carico è schematizzato da due assi da 150 kN disposti ad interasse di 1.20m.

Si procede al calcolo dei carichi per metro lineare riferiti al baricentro della soletta per i diversi treni di carico.

Si considera una larghezza di ripartizione trasversale e longitudinale come descritto nelle figure precedenti; risulta pertanto:

$$q_{1k} = \frac{600}{L_L \times L_{T1}} \quad \text{1 corsia}$$

$$q_{1k} = \frac{600+400}{L_L \times L_{T2}} \quad \text{2 corsie}$$

$$q_{1k} = \frac{600+400+200}{L_L \times L_{T3}} \quad \text{3 corsie}$$

$L_L =$	2.64 m	$q_{2k} =$	9.0 kN/m^2
$L_{T1} =$	3.44 m	$q_{1k} =$	66.0 kN/m^2
$L_{T2} =$	6.44 m	$q_{1k} =$	58.7 kN/m^2
$L_{T3} =$	9.44 m	$q_{1k} =$	48.1 kN/m^2

Il valore del carico distribuito è pari, per la corsia n°1, a $q_{2k}=9.0 \text{ kN/mq}$ a cui va sommato il carico $q_{11} 65.97 \text{ kN/mq}$ applicato su una larghezza di 2.64 m.

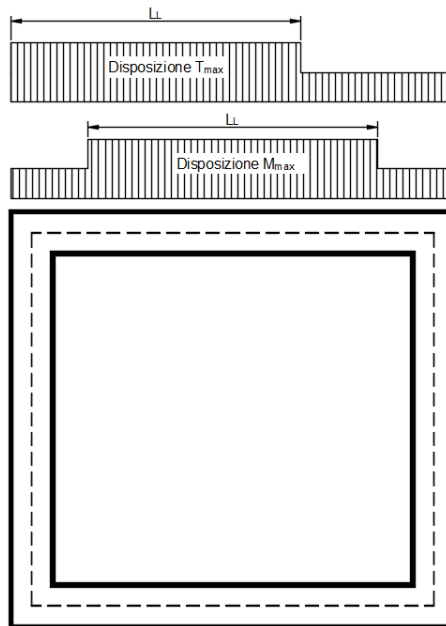


Figura 22– Schema tipo carichi mobili soletta superiore

Per tenere in conto le carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra soletta superiore e piedritti con valore pari a 9.90 kN per i carichi concentrati e valore pari a 1.35 kN per il carico distribuito.

10.3.4 Spinta del sovraccarico sul rilevato $q_1=20$ kN/m

Per il calcolo della spinta dovuta al traffico stradale sul rilevato, si considera un carico tandem distribuito sull'intera lunghezza del mezzo autoarticolato (18.0m) e sui 3.0m di corsia.

$$q_1=150 \text{ kN} \cdot 4 / (18.0 \cdot 3.0) \text{ m}^2 + 9 \text{ kN/m}^2 = 20 \text{ kN/m}^2$$

$$q_1 \cdot K_0 = 8.53 \text{ kN/m}^2$$

- a) Spinta sul piedritto sinistro

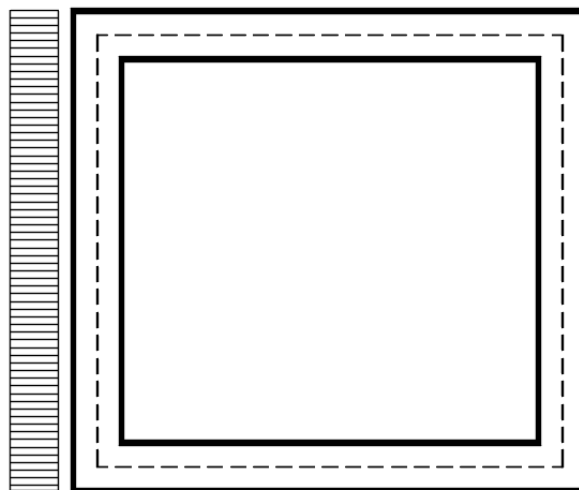


Figura 23– Schema tipo spinta carico accidentale su parete sinistra

Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto sinistro e soletta superiore con valore pari a 1.28 kN ed inferiore con valore pari a 1.28 kN.

b) Spinta su entrambi i piedritti

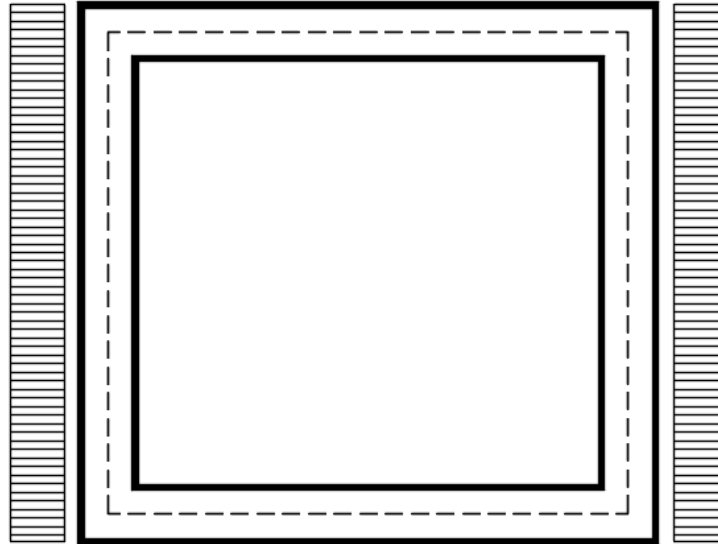


Figura 24– Schema tipo spinta carico accidentale su entrambi le pareti

Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritti e soletta superiore con valore pari a 1.28 kN ed inferiore con valore pari a 1.28 kN.

10.3.5 Frenatura

$$Q_3 = 0.6 \cdot (2 \cdot Q_{k1}) + 0.1 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L = 365 \text{ kN}$$

$$w_1 = 3.00 \text{ m} \quad (\text{larghezza della corsia})$$

$$L = 1.86 \text{ m} \quad (\text{lunghezza della zona caricata})$$

La forza uniformemente distribuita da applicare sulla soletta vale:

$$q_3 = 10.9 \text{ kN/m}^2$$

La frenatura è ripartita sulla lunghezza della zona caricata e sulla dimensione dell'auto articolato 18.0m.

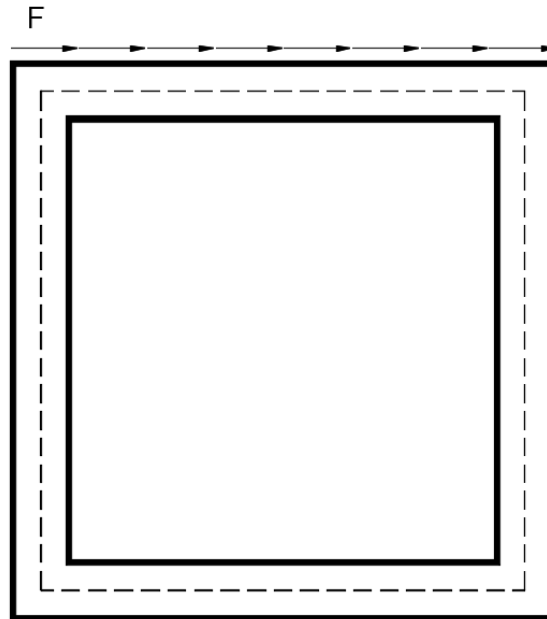


Figura 25– Schema tipo azione di frenatura sulla soletta superiore

Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritti e soletta superiore con valore pari a 1.6 kN.

10.3.6 Variazione termica

Si applica una variazione termica pari a $\pm 15^{\circ}\text{C}$.

10.3.7 Ritiro differenziale della soletta di copertura

Si considera una variazione termica uniforme equivalente sulla soletta superiore come da calcolo seguente. Il calcolo viene condotto secondo le indicazioni dell'EUROCODICE 2-UNI EN1992-1-1 Novembre 2005 e DM 17-01-2018

Cls a t=0

R_{ck}	=	40	N/mm ²	<i>Resistenza a compressione cubica caratteristica</i>
f_{ck}	=	33.2	N/mm ²	<i>Resistenza a compressione cilindrica caratteristica</i>
f_{cm}	=	41.2	N/mm ²	<i>Resistenza a compressione cilindrica media</i>
α	=	1.0E-05		
E_{cm}	=	33643	N/mm ²	<i>Modulo elastico secante medio</i>
cls tipo		R		<i>classe del cemento</i>

Tempo e ambiente

t_s	=	2	gg	<i>età del calcestruzzo in giorni, all'inizio del ritiro per essiccamento</i>
t_0	=	2	gg	<i>età del calcestruzzo in giorni al momento del carico</i>
t	=	25550	gg	<i>età del calcestruzzo in giorni</i>
$h_0=2A_c/u$	=	600	mm	<i>dimensione fittizia dell'elemento di cls</i>
A_c	=	300000	mm ²	<i>sezione dell'elemento</i>
u	=	1000	mm	<i>perimetro a contatto con l'atmosfera</i>
RH	=	75	%	<i>umidità relativa percentuale</i>

Coefficiente di viscosità $\phi(t, t_0)$ e modulo elastico EC_t a tempo "t"

$\phi(t, t_0) = \phi_0 \beta_c(t, t_0) =$	2.101	<i>coeff. di viscosità</i>
$\phi_0 = \phi RH \beta_c(f_{cm}) \beta_c(t_0) =$	2.135	<i>coeff nominale di viscosità</i>
$\phi_{RH} = 1 + \left[\frac{1 - RH/100}{0.1 \sqrt[3]{h_0}} \alpha_1 \right] \alpha_2 =$	1.256	<i>coeff che tiene conto dell'umidità</i>
$\alpha_1 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.7} & \text{per } f_{cm} > 35MPa \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35MPa \end{cases} =$	0.892	<i>coeff per la resistenza del cls</i>
$\alpha_2 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.2} & \text{per } f_{cm} > 35MPa \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35MPa \end{cases} =$	0.968	<i>coeff per la resistenza del cls</i>
$\beta_c(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} =$	2.617	<i>coeff che tiene conto della resistenza del cls</i>
$\beta_c(t_0) = \frac{1}{(0.1 + t_0^{0.20})} =$	0.649	<i>coeff. per l'evoluzione della viscosità nel tempo</i>
$t_o = t_0 \left(\frac{9}{2 + t_0^{1.2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0.5 =$	6.19	<i>coeff. per la variabilità della viscosità nel tempo</i>
$\alpha =$	1	<i>coeff per il tipo di cemento (-1 per classe S, 0 per classe N, 1 per classe R)</i>
$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{u.3} =$	0.984	<i>coeff per la variabilità della viscosità nel tempo</i>
$\beta_H = 1.5[1 + (0.012 RH)^{18}] h_0 + 250\alpha_3 \leq 1500\alpha_3 =$	1382.5	<i>coeff che tiene conto dell'umidità relativa</i>
$\alpha_3 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.5} & \text{per } f_{cm} > 35MPa \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35MPa \end{cases} =$	0.922	<i>coeff per la resistenza del calcestruzzo</i>

Il modulo elastico a tempo "t" è pari a:

$$E_{cm}(t, t_0) = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, t_0)} = 10847692 \text{ kN/m}^2$$

Deformazioni di ritiro

$$\varepsilon_s(t, t_0) = \varepsilon_{cd}(t) + \varepsilon_{ca}(t) = 0.000350 \text{ deformazione di ritiro } \varepsilon(t, t_0)$$

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) K_b \varepsilon_{cd,0} = 0.000292 \text{ deformazione al ritiro per essiccamento}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \left[\frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0.04 \sqrt{h_0^3}} \right] = 0.978$$

$K_h =$

0.7

parametro che dipende da h_0 secondo il prospetto seguente

Valori di k_h

h_0	k_h
100	1,0
200	0,85
300	0,75
≥500	0,70

Valori di K_h intermedi a quelli del prospetto vengono calcolati tramite interpolazione lineare

$$\varepsilon_{cd,0} = 0.85 \left[(200 + 100 \alpha_{ds1}) \exp\left(-\alpha_{ds2} \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}\right) \right] 10^{-6} \beta_{RH} = 0.00042602$$

deformazione di base

$$\beta_{RH} = 1.55 \left[1 - \left(\frac{RH}{RH0} \right)^3 \right] = 0.896094$$

$$f_{cm0} = 10 \text{ Mpa}$$

$$RH0 = 100 \%$$

$$\alpha_{ds1} = 6$$

coeff per il tipo di cemento (3 per classe S, 4 per classe N, 6 per classe R)

$$\alpha_{ds2} = 0.11$$

coeff per il tipo di cemento (0.13 per classe S, 0.12 per classe N, 0.11 per classe R)

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \varepsilon_{ca,00} = 0.000058 \text{ deformazione dovuta al ritiro autogeno}$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0.2t^{0.5}) = 1$$

$$\varepsilon_{ca00} = 2.5(f_{ck} - 10)10^{-6} = 0.000058$$

Variatione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

$$\Delta T_{\text{ritiro}} = - \frac{\varepsilon_s(t, t_0) E_{cm}}{(1 + \varphi(t, t_0)) E_{cm} \alpha} = -11.27 \text{ }^\circ\text{C}$$

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura

10.3.8 Azione sismica inerziale

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni: $k_h = a_{max}/g$
 $k_v = \pm 0.5 * k_h$

Con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 17/01/2018 viene assegnata all'opera una vita nominale $V_N \geq 50$ anni ed una classe d'uso IV $C_u = 2.0$; segue un periodo di riferimento $V_R = V_N * C_u = 100.0$ anni

A seguito di tale assunzione si ottiene allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari a $a_g = 0.199$ g. (Latitudine: 42.23455; Longitudine: 12.822931)

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$$

dove assumendo un terreno di tipo B ed in base al fattore di amplificazione del sito S_s si ottiene:

$$S_s = 1.200 \quad \text{Coefficiente di amplificazione stratigrafica}$$

$$S_t = 1 \quad \text{Coefficiente di amplificazione topografica}$$

ne deriva che:

$$a_{max} = 1.200 * 1 * 0.199 \text{ g} = 0.239 \text{ g}$$

$$k_h = a_{max}/g = 0.239$$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h = 0.119$$

Si consideri inoltre che non è stato applicato il coefficiente di riduzione delle azioni sismiche β . Inoltre l'azione sismica è stata considerata come carico distribuito lungo i piedritti, con risultante della forza sismica applicata a metà altezza.

le spinte del terreno in fase sismica sono state determinate con la teoria di Wood

Sisma orizzontale

$$F_{sis} = a_{max} * \gamma_r * H_{tot} * 1m = 8.88 \text{ kN/m} \quad (\text{carico applicato sulla parete})$$

$$F_{imp} = \alpha * S_p * \gamma_{cls} * 1m = 1.79 \text{ kN/m} \quad (\text{inerzia piedritti})$$

$$\textbf{Totale} = \textbf{10.67} \text{ kN/m} \quad (\textbf{piedritto sx})$$

$$\textbf{Totale} = \textbf{1.79} \text{ kN/m} \quad (\textbf{piedritto dx})$$

$$F_{inr} = \alpha * (H_p + H_r) * \gamma_r * 1m = 2.53 \text{ kN/m} \quad (\text{inerzia pavimentazione e riempimento})$$

$$F_{ins} = \alpha * S_s * \gamma_{cls} * 1m = 1.79 \text{ kN/m} \quad (\text{inerzia soletta superiore})$$

$$F_q = \alpha * q * 1m * 0.2 = 3.58 \text{ kN/m} \quad (\text{inerzia veicoli})$$

$$\textbf{Totale} = \textbf{7.90} \text{ kN/m} \quad (\text{soletta superiore})$$

Per tenere in conto dei carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto sinistro e soletta superiore con valore pari a 1.60 kN ed inferiore con valore pari a 1.60 kN. Si applicano delle forze concentrate nei nodi tra piedritto destro e soletta superiore con valore pari a 0.27 kN ed inferiore con valore pari a 0.27 kN.

Sisma verticale

$F_{imp} =$	$0.5 * \alpha * S_p * \gamma_{cls} * 1m$	$=$	0.90	kN/m	(inerzia piedritti)
$F_q =$	$0.5 * \alpha * q * 1m * 0.2$	$=$	1.79	kN/m	(inerzia veicoli)
$F_{irr} =$	$0.5 * \alpha * (H_p + H_r) * \gamma_r * 1m$	$=$	1.27	kN/m	(inerzia pavimentazione e riempimento)
$F_{ins} =$	$0.5 * \alpha * S_s * \gamma_{cls} * 1m$	$=$	0.90	kN/m	(inerzia soletta superiore)
Totale =			3.95	kN/m	(soletta superiore)

Per tenere in conto le carichi agenti sul semispessore degli elementi considerati nel modello di calcolo, si applicano delle forze concentrate nei nodi tra soletta superiore e piedritti con valore pari a 0.59 kN.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali: $G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}$

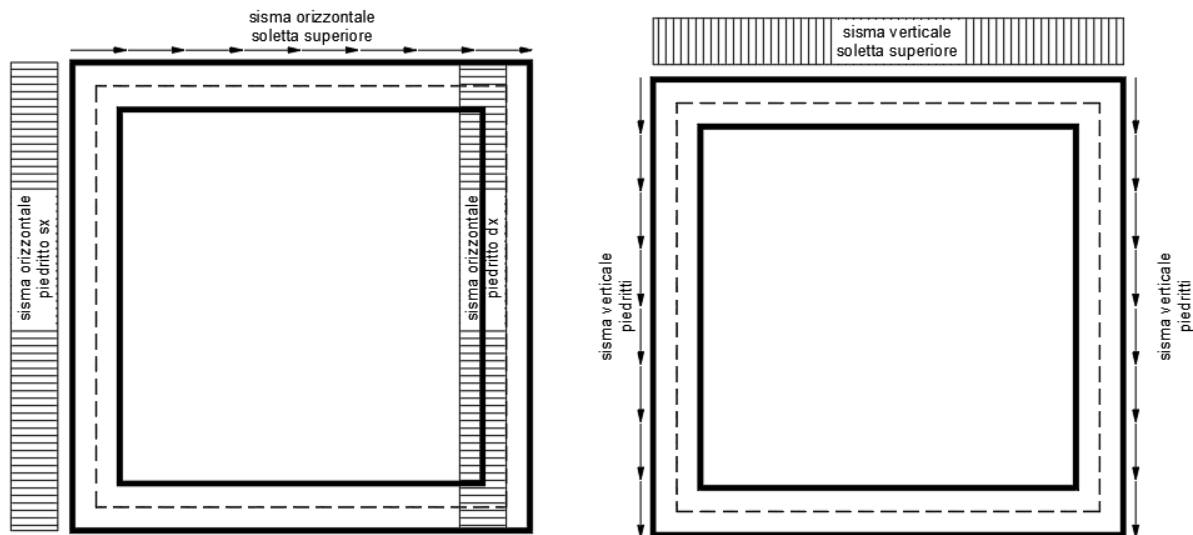


Figura 26– Schema tipo azioni sismiche orizzontali e verticali

10.4 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

Per le sollecitazioni sono state applicate delle spuntature ad ogni elemento strutturale pari al proprio semi-spessore. In tal modo è possibile considerare le sollecitazioni sulla luce netta delle solette superiori ed inferiori e dei piedritti.

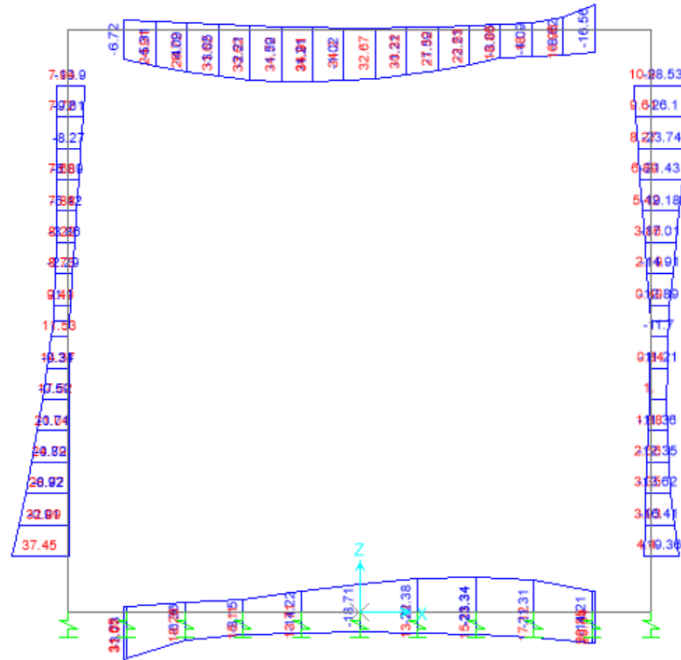


Figura 27– Involuppo momenti flettenti SLU-SLV

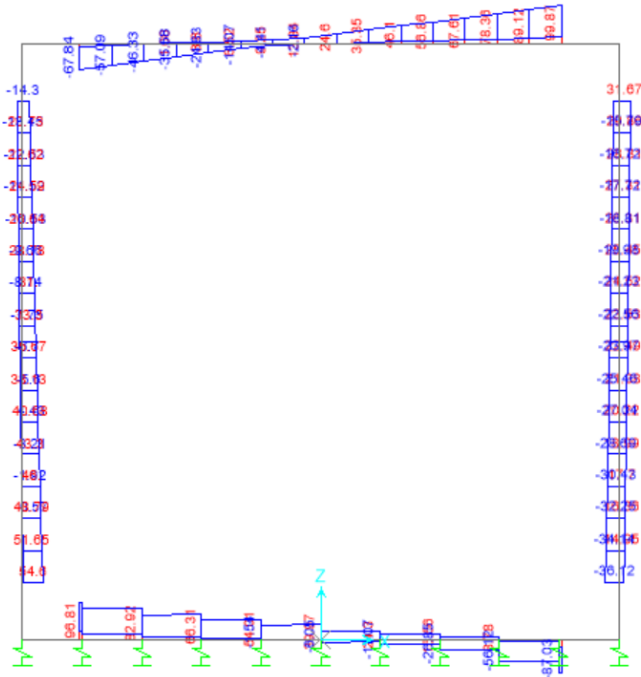


Figura 28– Involuppo sforzi taglienti SLU-SLV

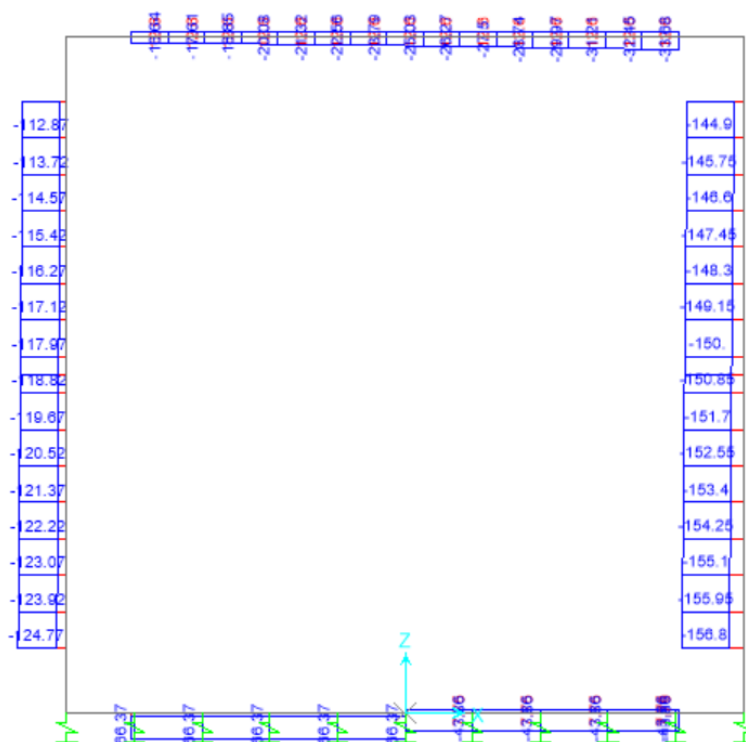


Figura 29- Inviluppo azioni assiali SLU-SLV

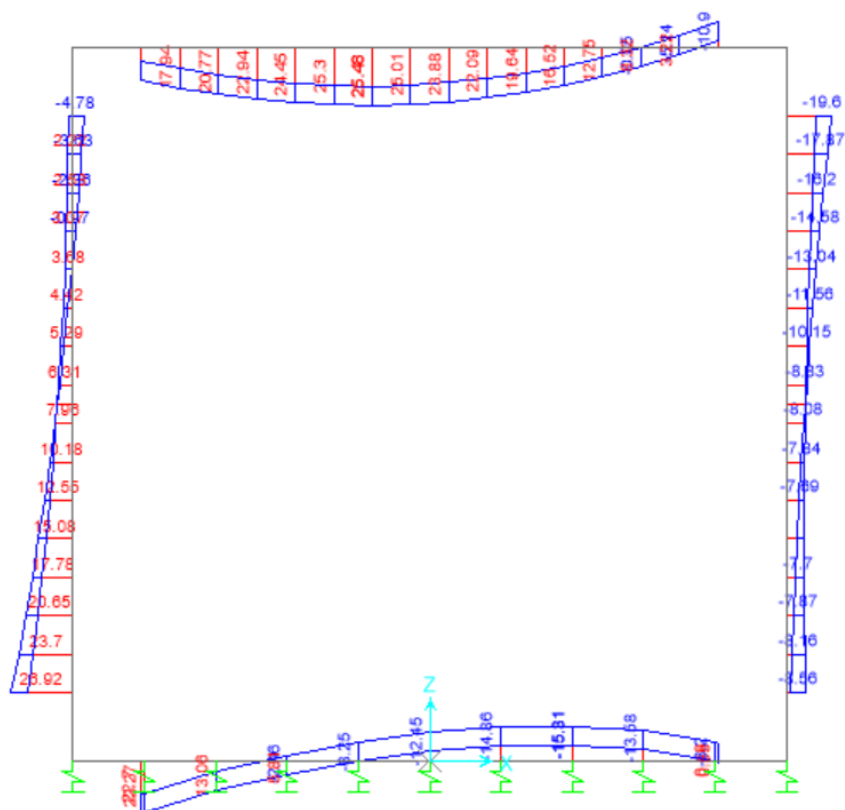


Figura 30- Inviluppo momenti flettenti SLE rara

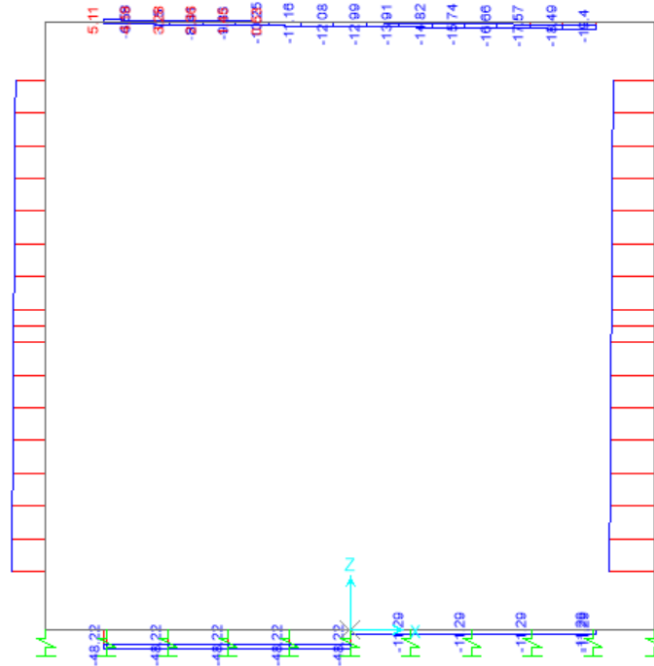


Figura 31– Involuppo azioni assiali SLE rara

10.5 VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

Nelle tabelle seguenti sono indicati i valori delle sollecitazioni massime e i valori delle sollecitazioni per la verifica a fessurazione risultanti dalle combinazioni di cui al capitolo precedente.

Per le verifiche in corrispondenza dei nodi si considerano le sollecitazioni a filo elemento rigido. Per ogni elemento si ricerca la sezione di Momento e Taglio massimo; la verifica sarà eseguita con la sollecitazione, in modulo, maggiore:

		SLU STR-SLV			
Elemento strutturale	Sezione	C.C. M_{max}	N (kN)	M_{max} (kNm)	T_{max} (kN)
soletta inferiore	nodo piedritto	SLU14-STR2	66.37	31.65	96.81
	campata	SLU14-STR	-7.76	-23.34	-
soletta superiore	nodo piedritto	SLU14-STR	26.54	-16.56	99.87
	campata	SLU14-STR2	-0.75	34.91	-
piedritti	nodo soletta inf	SLU14-STR2	118.37	37.45	54.60
	nodo soletta sup	SLU14-STR	144.05	28.53	36.13

		SLE RARA		SLE FREQUENTE			SLE QUASI PERMANENTE		
Elemento strutturale	Sezione	N (kN)	M_{max} (kNm)	ID Asta	N (kN)	M_{max} (kNm)	ID Asta	N (kN)	M_{max} (kNm)
soletta inferiore	nodo piedritto	48.22	22.70	soletta inferiore	42.16	19.16	soletta inferiore	26.66	10.66
	campata	0.52	-15.31		5.48	-10.99		17.68	-1.19
soletta superiore	nodo piedritto	19.40	-10.90	soletta superiore	15.25	-7.56	soletta superiore	5.48	0.35
	campata	0.38	25.48		0.09	21.31		-3.51	11.00
piedritti	nodo soletta inf	77.84	-4.78	piedritti	64.12	-4.32	piedritti	22.94	-4.65
	nodo soletta inf	87.29	26.92		73.57	22.37		32.39	10.42
	nodo soletta sup	104.79	19.60		-84.33	14.53		32.39	10.42
	nodo soletta sup	114.24	1.73		93.78	2.91		22.94	-4.65

10.5.1 Verifica soletta inferiore

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.8 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.10 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.9 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.9 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.9 MPa

	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	30.0
3	50.0	30.0
4	50.0	0.0

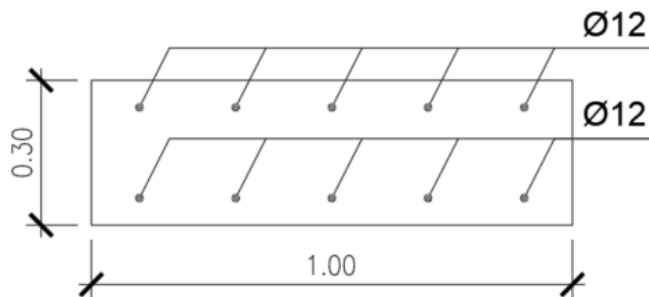
DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.0	7.0	12
2	-43.0	23.0	12
3	43.0	23.0	12
4	43.0	7.0	12

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	12
2	2	3	3	12



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		
N°Comb.	N	Mx	Vy
1	66.37	31.65	96.81
2	-7.76	23.34	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	48.22	22.70	0.00
2	0.52	15.31	0.00

COMB. FREQUENTI (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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	42.16	19.16 (54.72)	0.00 (0.00)
2	5.48	10.99 (49.98)	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	26.66	10.66 (55.65)	0.00 (0.00)
2	17.68	1.19 (185.36)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
--------	-----	---	----	-------	--------	----------	---------

1	S	66.37	31.65	66.25	69.22	2.19	11.3(5.4)
2	S	-7.76	23.34	-7.97	60.00	2.57	11.3(5.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.145	-50.0	30.0	-0.00382	43.0	23.0	-0.02057	-43.0	7.0
2	0.00350	0.124	-50.0	30.0	-0.00508	43.0	23.0	-0.02470	-43.0	7.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.001046333	-0.027889977	0.145	0.700
2	0.000000000	0.001226174	-0.033285231	0.124	0.700

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio V_y di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [MPa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	96.81	142.94	23.0	100.0	0.0049	0.22
2	S	0.00	0.00	23.0	100.0	0.0000	0.00

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.85	-50.0	30.0	-140.3	-43.0	7.0	581	5.7
2	S	2.72	-50.0	30.0	-125.3	-43.0	7.0	581	5.7

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm Esito della verifica
------	--

e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00100	0.00000	0.500	12.0	64	0.00042 (0.00042)	427	0.180 (990.00)	54.49	0.00
2	S	-0.00088	0.00000	0.500	12.0	64	0.00038 (0.00038)	427	0.161 (990.00)	48.83	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.24	-50.0	30.0	-117.1	-43.0	7.0	581	5.7
2	S	1.94	-50.0	30.0	-85.0	-43.0	7.0	581	5.7

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00084	0.00000	0.500	12.0	64	0.00035 (0.00035)	427	0.150 (0.30)	54.72	0.00
2	S	-0.00060	0.00000	0.500	12.0	64	0.00025 (0.00025)	427	0.109 (0.30)	49.98	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.79	-50.0	30.0	-62.1	-43.0	7.0	540	5.7
2	S	0.14	-50.0	30.0	0.1	-43.0	7.0	0	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00045	0.00000	0.500	12.0	64	0.00019 (0.00019)	412	0.077 (0.20)	55.65	0.00
2	S	0.00000	0.00000	0.500	12.0	64	0.00019 (0.00019)	0	0.000 (0.20)	185.36	0.00

10.5.2 Verifica soletta superiore

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.8 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.10 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.9 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.9 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm

	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.9	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	30.0
3	50.0	30.0
4	50.0	0.0

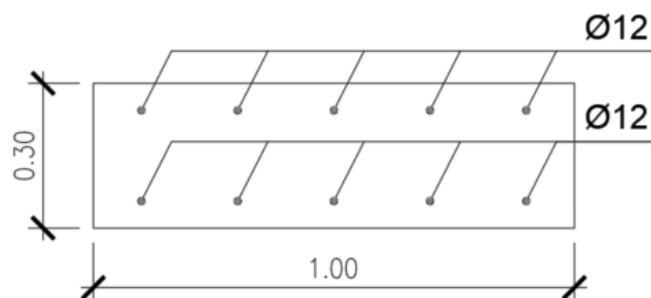
DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.0	7.0	12
2	-43.0	23.0	12
3	43.0	23.0	12
4	43.0	7.0	12

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	12
2	2	3	3	12



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		
N°Comb.	N	Mx	Vy
1	26.54	16.56	99.87
2	-0.75	34.91	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	19.40	10.90	0.00
2	0.38	25.48	0.00

COMB. FREQUENTI (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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	15.25	7.56 (54.16)	0.00 (0.00)
2	0.09	21.31 (48.75)	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	5.48	0.35 (218.30)	0.00 (0.00)
2	-3.51	11.00 (47.98)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
--------	-----	---	----	-------	--------	----------	---------

1	S	26.54	16.56	26.53	64.32	3.88	11.3(5.4)
2	S	-0.75	34.91	-0.61	60.92	1.75	11.3(5.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.134	-50.0	30.0	-0.00447	43.0	23.0	-0.02270	-43.0	7.0
2	0.00350	0.126	-50.0	30.0	-0.00496	43.0	23.0	-0.02430	-43.0	7.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.001139154	-0.030674624	0.134	0.700
2	0.000000000	0.001208770	-0.032763109	0.126	0.700

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio V_y di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [MPa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	99.87	138.36	23.0	100.0	0.0049	0.09
2	S	0.00	135.31	23.0	100.0	0.0049	0.00

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.87	-50.0	30.0	-70.9	-43.0	7.0	581	5.7
2	S	4.53	-50.0	30.0	-209.0	-43.0	7.0	581	5.7

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm Esito della verifica
------	--

e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00051	0.00000	0.500	12.0	64	0.00021 (0.00021)	427	0.091 (990.00)	53.46	0.00
2	S	-0.00147	0.00000	0.500	12.0	64	0.00063 (0.00063)	427	0.268 (990.00)	48.78	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.29	-50.0	30.0	-47.5	-43.0	7.0	581	5.7
2	S	3.79	-50.0	30.0	-175.0	-43.0	7.0	581	5.7

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00034	0.00000	0.500	12.0	64	0.00014 (0.00014)	427	0.061 (0.30)	54.16	0.00
2	S	-0.00123	0.00000	0.500	12.0	64	0.00052 (0.00052)	427	0.224 (0.30)	48.75	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.04	-50.0	30.0	0.1	-43.0	7.0	0	0.0
2	S	1.97	-50.0	30.0	-93.8	-43.0	7.0	581	5.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	0.500	12.0	64	0.00052 (0.00052)	0	0.000 (0.20)	218.30	0.00
2	S	-0.00066	0.00000	0.500	12.0	64	0.00028 (0.00028)	427	0.120 (0.20)	47.98	0.00

10.5.3 Verifica piedritti

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.8 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.10 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.9 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.9 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.9 MPa

	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Calcestruzzo:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	30.0
3	50.0	30.0
4	50.0	0.0

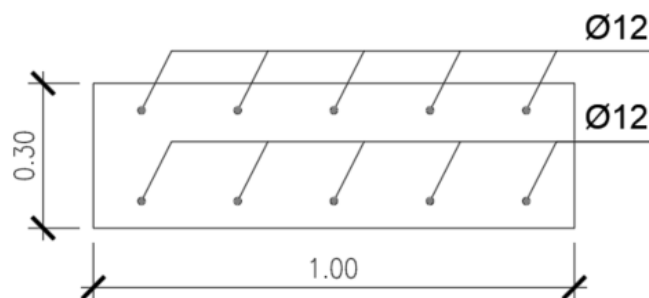
DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.0	7.0	12
2	-43.0	23.0	12
3	43.0	23.0	12
4	43.0	7.0	12

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	12
2	2	3	3	12



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	118.37	37.45	54.60
2	144.05	28.53	36.13

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	77.84	4.78	0.00
2	87.29	26.92	0.00
3	104.79	19.60	0.00
4	114.24	1.73	0.00

COMB. FREQUENTI (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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	64.12	-4.32 (-184.85)	0.00 (0.00)
2	73.57	22.37 (58.25)	0.00 (0.00)
3	-84.33	14.53 (37.85)	0.00 (0.00)
4	93.78	2.91 (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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	22.94	4.65 (64.54)	0.00 (0.00)
2	32.39	10.42 (57.63)	0.00 (0.00)
3	32.39	10.42 (57.63)	0.00 (0.00)
4	22.94	4.65 (64.54)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	118.37	37.45	118.37	75.53	2.02	11.3(5.4)
2	S	144.05	28.53	143.80	78.53	2.75	11.3(5.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.161	-50.0	30.0	-0.00313	43.0	23.0	-0.01828	-43.0	7.0
2	0.00350	0.167	-50.0	30.0	-0.00286	43.0	23.0	-0.01740	-43.0	7.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000946985	-0.024909535	0.161	0.700
2	0.000000000	0.000908551	-0.023756517	0.167	0.700

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d Altezza utile sezione [cm]
bw Larghezza minima sezione [cm]
Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp Tensione media di compressione nella sezione [MPa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	54.60	148.92	23.0	100.0	0.0049	0.39
2	S	36.13	151.87	23.0	100.0	0.0049	0.48

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.56	-50.0	30.0	1.1	-43.0	7.0	0	0.0

2	S	4.40	-50.0	30.0	-138.6	-43.0	7.0	540	5.7
3	S	2.93	-50.0	30.0	-65.3	-43.0	7.0	540	5.7
4	S	0.47	-50.0	30.0	4.5	-21.5	7.0	----	----

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00001	0.00000	0.000	.0	64	0.00000 (0.00000)	0 0.000 (990.00)		253.66	0.00
2	S	-0.00100	0.00000	0.500	12.0	64	0.00042 (0.00042)	412 0.171 (990.00)		58.09	0.00
3	S	-0.00049	0.00000	0.500	12.0	64	0.00020 (0.00020)	412 0.081 (990.00)		66.34	0.00
4	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	---- 0.000 (990.00)		0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.49	-50.0	0.0	0.5	21.5	23.0	0	0.0
2	S	3.65	-50.0	30.0	-114.2	-43.0	7.0	540	5.7
3	S	2.66	-50.0	30.0	-203.4	-43.0	7.0	622	5.7
4	S	0.48	-50.0	30.0	3.0	-43.0	7.0	----	----

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00001	0.00000	0.500	12.0	64	0.00020 (0.00020)	0 0.000 (0.30)		-184.85	0.00
2	S	-0.00083	0.00000	0.500	12.0	64	0.00034 (0.00034)	412 0.141 (0.30)		58.25	0.00
3	S	-0.00139	0.00000	0.500	12.0	64	0.00061 (0.00061)	442 0.270 (0.30)		37.85	0.00
4	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	---- 0.000 (0.30)		0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.71	-50.0	30.0	-17.1	-43.0	7.0	499	5.7
2	S	1.71	-50.0	30.0	-54.9	-43.0	7.0	540	5.7
3	S	1.71	-50.0	30.0	-54.9	-43.0	7.0	540	5.7
4	S	0.71	-50.0	30.0	-17.1	-43.0	7.0	499	5.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00013	0.00000	0.500	12.0	64	0.00005 (0.00005)	398 0.020 (0.20)		64.54	0.00
2	S	-0.00040	0.00000	0.500	12.0	64	0.00016 (0.00016)	412 0.068 (0.20)		57.63	0.00
3	S	-0.00040	0.00000	0.500	12.0	64	0.00016 (0.00016)	412 0.068 (0.20)		57.63	0.00
4	S	-0.00013	0.00000	0.500	12.0	64	0.00005 (0.00005)	398 0.020 (0.20)		64.54	0.00

10.5.4 Tabella riassuntiva armature

ARMATURA			
soletta inferiore	nodo piedritto	Ø12/20 inf Ø12/20 sup	
	campata	Ø12/20 inf Ø12/20 sup	
soletta superiore	nodo piedritto	Ø12/20 inf Ø12/20 sup	
	campata	Ø12/20 inf Ø12/20 sup	
piedritti	nodo soletta inf	Ø12/20 ext Ø12/20 int	
	nodo soletta sup	Ø12/20 ext Ø12/20 int	

10.5.5 Incidenza armature

INCIDENZA (Kg/m ³)	
soletta inferiore	60
soletta superiore	60
piedritti	70

10.6 VERIFICA FONDAZIONE

10.6.1 Verifica portanza

Si riporta di seguito la verifica di portanza per l'involuppo GEO e per l'involuppo SLU-STR. Per ottenere gli scarichi a base fondazione si sono estrapolate le reaction dei nodi di fondazione con i point spring:

- Per il carico verticale si è effettuata una sommatoria delle reazioni verticali
- Per il carico orizzontale si è effettuata una sommatoria delle reazioni orizzontali
- Per il momento si è calcolato il momento provocato da ciascuna reazione verticale rispetto al baricentro della fondazione e si è poi fatta la somma algebrica dei momenti per ottenere il valore complessivo

Reazioni nodali per la striscia di 1m										
Nodo	Combo	F1 (kN)	F2 (kN)	F3 (kN)	M1 (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	Coord. X (m)	F1*y (kNm)	F3*x (kNm)
1	ENV SLU-SLV	8.10	0.00	17.44	0.00	0.00	0.00	0.00	1.62	0.00
2	ENV SLU-SLV	0.00	0.00	77.49	0.00	0.00	0.00	0.78	0.00	60.44
4	ENV SLU-SLV	0.00	0.00	35.82	0.00	0.00	0.00	-0.78	0.00	-27.94
6	ENV SLU-SLV	0.00	0.00	19.92	0.00	0.00	0.00	-0.62	0.00	-12.43
7	ENV SLU-SLV	0.00	0.00	21.48	0.00	0.00	0.00	-0.47	0.00	-10.05
8	ENV SLU-SLV	0.00	0.00	15.36	0.00	0.00	0.00	-0.31	0.00	-4.79
9	ENV SLU-SLV	0.00	0.00	16.40	0.00	0.00	0.00	-0.16	0.00	-2.56
10	ENV SLU-SLV	0.00	0.00	19.23	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	3.00
11	ENV SLU-SLV	0.00	0.00	21.04	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	6.56
12	ENV SLU-SLV	0.00	0.00	34.26	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00	16.03
13	ENV SLU-SLV	0.00	0.00	37.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.00	23.09
Risultante Base Plinto - L=1m								L =	6.71	m
Ntot (kN)		Htot (kN)		M (kNm)						
315.44		8.10		49.74						
Risultante Base Plinto - L=6.71m										
Ntot (kN)		Htot (kN)		M (kNm)						
2116.58		54.37		333.75						
Reazioni nodali per la striscia di 1m										
Nodo	Combo	F1 (kN)	F2 (kN)	F3 (kN)	M1 (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	Coord. X (m)	F1*y (kNm)	F3*x (kNm)
1	ENV-GEO	-42.89	0.00	14.33	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.58	0.00
2	ENV-GEO	0.00	0.00	64.58	0.00	0.00	0.00	0.78	0.00	50.37
4	ENV-GEO	0.00	0.00	19.67	0.00	0.00	0.00	-0.78	0.00	-15.34
6	ENV-GEO	0.00	0.00	12.38	0.00	0.00	0.00	-0.62	0.00	-7.73
7	ENV-GEO	0.00	0.00	14.66	0.00	0.00	0.00	-0.47	0.00	-6.86
8	ENV-GEO	0.00	0.00	11.29	0.00	0.00	0.00	-0.31	0.00	-3.52
9	ENV-GEO	0.00	0.00	12.81	0.00	0.00	0.00	-0.16	0.00	-2.00
10	ENV-GEO	0.00	0.00	15.86	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	2.47
11	ENV-GEO	0.00	0.00	17.41	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	5.43
12	ENV-GEO	0.00	0.00	28.43	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00	13.31
13	ENV-GEO	0.00	0.00	30.79	0.00	0.00	0.00	0.62	0.00	19.21
Risultante Base Plinto - L=1m								L =	6.71	m
Ntot (kN)		Htot (kN)		M (kNm)						
242.20		42.89		63.92						
Risultante Base Plinto - L=6.71m										
Ntot (kN)		Htot (kN)		M (kNm)						
1625.17		287.78		428.93						

Per la verifica di portanza verticale si sono adottate le formulazioni di Brinch Hansen

Condizioni Drenate

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' B' N_{\gamma} i_{\gamma} s_{\gamma} b_{\gamma} d_{\gamma} g_{\gamma} + c' N_c i_c s_c b_c d_c g_c + q' N_q i_q s_q b_q d_q g_q$$

$$N_{\gamma} = 2(N_q + 1) \tan \phi' \qquad N_c = \frac{N_q - 1}{\tan \phi'} \qquad N_q = \frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'} e^{\pi \tan \phi'}$$

Condizioni non Drenate

$$q_{lim} = c_u N_c^o i_c^o s_c^o b_c^o d_c^o g_c^o + t_g^o + q$$

$$N_{\gamma}^o = -2 \sin \omega \qquad N_c^o = 2 + \pi \approx 5,14 \qquad t_g^o = \frac{1}{2} \gamma' B' N_{\gamma}^o s_{\gamma}^o$$

$\Omega =$ inclinazione p.c. $g_c^o = 1 - \frac{2\omega}{\pi + 2}$

Con riduzione delle dimensioni della fondazione per carichi eccentrici secondo le formulazioni:

$$B' = B - 2 e_B = B - 2 \frac{M_B}{N}$$

$$L' = L - 2 e_L = L - 2 \frac{M_L}{N}$$

Che presenta i seguenti coefficienti correttivi:

Condizioni Drenate			
Coeff. Correttivi	γ	q	c
<p style="text-align: center;">Inclinazione del carico</p> $m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$ $ H = \sqrt{H_B^2 + H_L^2}$	$i_{\gamma} = \left(1 - \frac{ H }{N + B' L' c' \tan \phi'}\right)^{m+1}$	$i_q = \left(1 - \frac{ H }{N + B' L' c' \tan \phi'}\right)^m$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \tan \phi'}$
<p style="text-align: center;">Fattori di forma</p>	$s_{\gamma} = s_q = 1 + 0,1 \frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'} \frac{B'}{L'}$		$s_c = 1 + 0,2 \frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'} \frac{B'}{L'}$
<p style="text-align: center;">Fattori di inclinazione della base della fondazione</p>	$b_q = b_{\gamma} = (1 - \alpha \tan \phi')^2$		$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \tan \phi'}$
<p style="text-align: center;">Fattori di inclinazione del piano campagna</p>	$g_{\gamma} = g_q = (1 - \tan \omega)^2$		$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \tan \phi'}$

Condizioni non Drenate			
Coeff. Correttivi	γ	q	c
Inclinazione del carico $m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$ $ H = \sqrt{H_D^2 + H_L^2}$	-	-	$i_c^o = 1 - \frac{m H }{B'L'c_uN_c}$
Fattori di forma	-	-	$s_c^o = 1 + 0,2 \frac{B'}{L'}$
Fattori di inclinazione della base della fondazione	-	-	$b_c^o = 1 - \frac{2\alpha}{\pi + 2}$
Fattori di inclinazione del piano campagna	$g_\gamma = g_q = (1 - \tan \omega)^2$		$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \tan \phi'}$

Di seguito si allegano le verifiche effettuate in condizioni drenate per involucro GEO:

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)
ENV GEO	0.00	288.00	1625.00	429.00	0.00

Larghezza Fondazione	B	1.86	m
Profondità piano di posa	D	2.70	m
Lunghezza Fondazione	L	6.71	m
Angolo di attrito	Φ	28.00	°
Angolo di attrito in radianti	Φ	0.49	rad
Coesione	c'	10.00	kN/m ²
Peso per unità di volume del terreno	γ	19.00	kN/m ³
Valore Nq	Nq	14.72	
Valore Nc	Nc	25.80	
Valore Ng	N γ	16.72	
Condizioni non drenate?	No		

Momento X nel baricentro del plinto	Mx	429.00	kNm
Momento Y nel baricentro del plinto	My	0.00	kNm
Eccentricità del carico in B	eB	0.26	m
Eccentricità del carico in L	eL	0.00	m
Dimensione della fondazione corretta B'	B'	1.33	m
Dimensione della fondazione corretta L'	L'	6.71	m

Per fondazioni quadrate - fattore di correzione di forma		
Fattore primo membro	Sc	1.11
Fattore secondo membro	Sq	1.11
Fattore terzo membro	S γ	0.60

Fattori di inclinazione del carico		
Coefficiente mB	mB	1.83
Coefficiente mL	mL	1.17
Coefficiente m	m	1.17
Fattore primo membro	ic	0.79
Fattore secondo membro	iq	0.80
Fattore terzo membro	iy	0.66

Profondità della falda da p.p. (>0 verso il basso)	d	0.00	m
Peso per unità di volume fino a D	γ_1	19.00	kN/m ³
Peso per unità di volume dopo D	γ_2	9.00	kN/m ³
Coefficiente del terzo membro della formula	$\gamma_2 B$	16.74	kN/m ²
Carico del terreno sovrastante	q	51.30	kN/m ²

VERIFICHE - CARICO LIMITE			
Carico limite	qlim	951.86	kN/m ²
Carico limite come forza	Qlim	8507.48	kN
Carico di esercizio	Qed	1625.00	kN
Fattore di sicurezza ($\gamma_r=2,3$)	FS	2.28	

VERIFICHE - SCORRIMENTO			
Resistenza allo scorrimento	Fd	864.03	kN
Azione per lo scorrimento	Fe	288.00	kN
Fattore di sicurezza ($\gamma_r=1,1$)	FS	2.73	

Di seguito si allegano le verifiche effettuate in condizioni non drenate per involucro GEO:

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)
ENV GEO	0.00	288.00	1625.00	429.00	0.00

Larghezza Fondazione	B	1.86	m
Profondità piano di posa	D	2.70	m
Lunghezza Fondazione	L	6.71	m
Angolo di attrito	Φ	0.00	°
Angolo di attrito in radianti	Φ	0.00	rad
Coesione non drenata	cu	150.00	kN/m ²
Peso per unità di volume del terreno	γ	19.00	kN/m ³
Valore Nq	Nq	1.00	
Valore Nc	Nc	5.14	
Valore Ng	N γ	0.00	
Condizioni non drenate?	Si		

Momento X nel baricentro del plinto	Mx	429.00	kNm
Momento Y nel baricentro del plinto	My	0.00	kNm
Eccentricità del carico in B	eB	0.26	m
Eccentricità del carico in L	eL	0.00	m
Dimensione della fondazione corretta B'	B'	1.33	m
Dimensione della fondazione corretta L'	L'	6.71	m

Per fondazioni quadrate - fattore di correzione di forma

Fattore primo membro	Sc	1.04	
Fattore secondo membro	Sq	1.00	
Fattore terzo membro	Sy	1.00	

Fattori di inclinazione del carico

Coefficiente mB	mB	1.83	
Coefficiente mL	mL	1.17	
Coefficiente m	m	1.17	
Fattore primo membro	ic	0.95	
Fattore secondo membro	iq	1.00	
Fattore terzo membro	iy	1.00	

Profondità della falda da p.p. (>0 verso il basso)	d	0.00	m
Peso per unità di volume fino a D	γ_1	19.00	kN/m ³
Peso per unità di volume dopo D	γ_2	9.00	kN/m ³
Coefficiente del terzo membro della formula	$\gamma_2 B$	16.74	kN/m ²
Carico del terreno sovrastante	q	51.30	kN/m ²

VERIFICHE - CARICO LIMITE

Carico limite	qlim	813.86	kN/m ²
Carico limite come forza	Qlim	7274.04	kN
Carico di esercizio	Qed	1625.00	kN
Fattore di sicurezza ($\gamma_r=2,3$)	FS	1.95	

Di seguito si allegano le verifiche effettuate in condizioni drenate per involucro SLU/SLV:

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)
ENV SLU/SLV	0.00	54.00	2117.00	334.00	0.00

Larghezza Fondazione	B	1.86	m
Profondità piano di posa	D	2.70	m
Lunghezza Fondazione	L	6.71	m
Angolo di attrito	Φ	28.00	°
Angolo di attrito in radianti	Φ	0.49	rad
Coesione	c'	10.00	kN/m ²
Peso per unità di volume del terreno	γ	19.00	kN/m ³
Valore Nq	Nq	14.72	
Valore Nc	Nc	25.80	
Valore Ng	N γ	16.72	
Condizioni non drenate?	No		

Momento X nel baricentro del plinto	Mx	334.00	kNm
Momento Y nel baricentro del plinto	My	0.00	kNm
Eccentricità del carico in B	eB	0.16	m
Eccentricità del carico in L	eL	0.00	m
Dimensione della fondazione corretta B'	B'	1.54	m
Dimensione della fondazione corretta L'	L'	6.71	m

Per fondazioni quadrate - fattore di correzione di forma		
Fattore primo membro	Sc	1.13
Fattore secondo membro	Sq	1.12
Fattore terzo membro	S γ	0.60

Fattori di inclinazione del carico		
Coefficiente mB	mB	1.81
Coefficiente mL	mL	1.19
Coefficiente m	m	1.19
Fattore primo membro	ic	0.97
Fattore secondo membro	iq	0.97
Fattore terzo membro	i γ	0.95

Profondità della falda da p.p. (>0 verso il basso)	d	0.00	m
Peso per unità di volume fino a D	γ_1	19.00	kN/m ³
Peso per unità di volume dopo D	γ_2	9.00	kN/m ³
Coefficiente del terzo membro della formula	$\gamma_2 B$	16.74	kN/m ²
Carico del terreno sovrastante	q	51.30	kN/m ²

VERIFICHE - CARICO LIMITE			
Carico limite	qlim	1184.74	kN/m ²
Carico limite come forza	Qlim	12277.84	kN
Carico di esercizio	Qed	2117.00	kN
Fattore di sicurezza ($\gamma_r=2,3$)	FS	2.52	

VERIFICHE - SCORRIMENTO			
Resistenza allo scorrimento	Fd	1125.63	kN
Azione per lo scorrimento	Fe	54.00	kN
Fattore di sicurezza ($\gamma_r=1,1$)	FS	18.95	

Di seguito si allegano le verifiche effettuate in condizioni non drenate per inviluppo SLU/SLV:

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)
ENV SLU/SLV	0.00	54.00	2117.00	334.00	0.00

Larghezza Fondazione	B	1.86	m
Profondità piano di posa	D	2.70	m
Lunghezza Fondazione	L	6.71	m
Angolo di attrito	Φ	0.00	°
Angolo di attrito in radianti	Φ	0.00	rad
Coesione non drenata	cu	150.00	kN/m ²
Peso per unità di volume del terreno	γ	19.00	kN/m ³
Valore Nq	Nq	1.00	
Valore Nc	Nc	5.14	
Valore Ng	N γ	0.00	
Condizioni non drenate?	Si		

Momento X nel baricentro del plinto	Mx	334.00	kNm
Momento Y nel baricentro del plinto	My	0.00	kNm
Eccentricità del carico in B	eB	0.16	m
Eccentricità del carico in L	eL	0.00	m
Dimensione della fondazione corretta B'	B'	1.54	m
Dimensione della fondazione corretta L'	L'	6.71	m

Per fondazioni quadrate - fattore di correzione di forma		
Fattore primo membro	Sc	1.05
Fattore secondo membro	Sq	1.00
Fattore terzo membro	Sy	1.00

Fattori di inclinazione del carico

Coefficiente mB	mB	1.81
Coefficiente mL	mL	1.19
Coefficiente m	m	1.19
Fattore primo membro	ic	0.99
Fattore secondo membro	iq	1.00
Fattore terzo membro	iγ	1.00

Profondità della falda da p.p. (>0 verso il basso)	d	0.00	m
Peso per unità di volume fino a D	γ_1	19.00	kN/m ³
Peso per unità di volume dopo D	γ_2	9.00	kN/m ³
Coefficiente del terzo membro della formula	$\gamma_2 B$	16.74	kN/m ²
Carico del terreno sovrastante	q	51.30	kN/m ²

VERIFICHE - CARICO LIMITE			
Carico limite	qlim	851.32	kN/m ²
Carico limite come forza	Qlim	8822.53	kN
Carico di esercizio	Qed	2117.00	kN
Fattore di sicurezza ($\gamma_r=2,3$)	FS	1.81	

11 MURO DI SOSTEGNO

11.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Nel seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche del muro in esame, ed a seguire alcune immagini rappresentative delle sezioni trasversali di calcolo analizzate:

Paramento	Fondazione	
H [m]	L [m]	S [m]
3,10	3,5	0,70

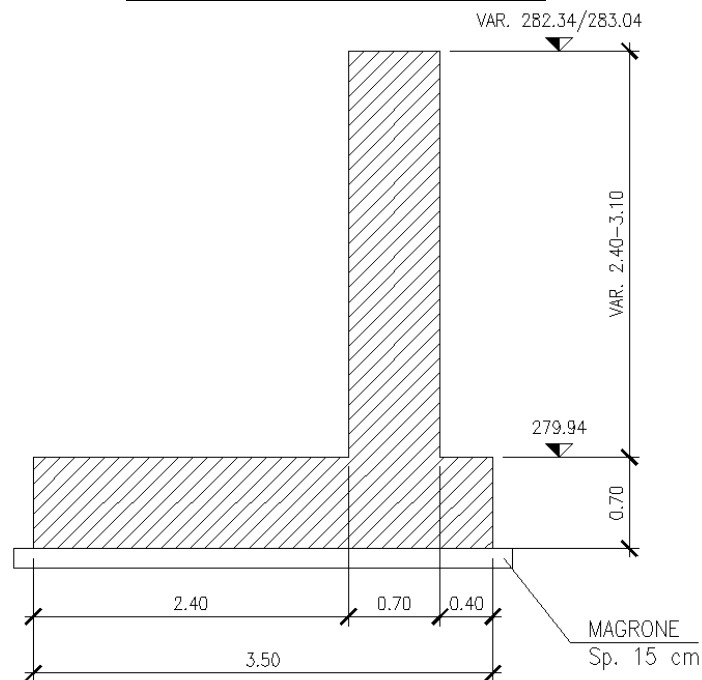


Figura 32 – sezione trasversale

11.2 ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI

Nel presente paragrafo si descrivono i criteri di valutazione delle azioni sollecitanti le opere di sostegno e relative combinazioni di calcolo adottate.

11.2.1 Pesì Propri e Carichi permanenti

I pesi propri relativi alla struttura ed al terreno eventualmente gravante sulla fondazione nonché della piattaforma ferroviaria, sono valutati tenendo conto dei pesi dell'unità di volume specifici γ come di seguito definiti:

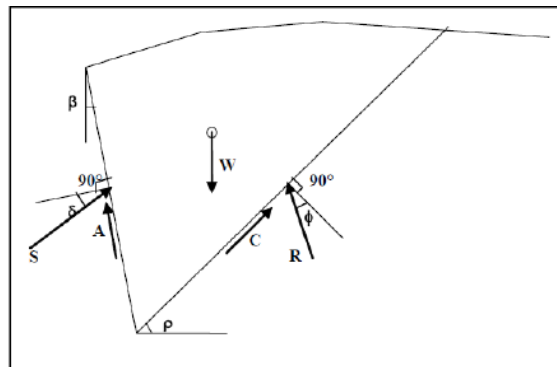
Calcestruzzo strutturale costituente il muro : $\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$

Terreno in sito: come da caratterizzazione geotecnica di cui al paragrafo precedente

11.2.2 Spinte del terreno in fase statica

Le spinte esercitate dal terrapieno e dagli eventuali carichi presenti su di esso sono state valutate con il metodo di Culmann.

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente.



Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea. I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio del terreno tenendo conto anche dell'eventuale presenza della falda (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima. La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno. Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Il metodo, per come è stato descritto, non permette di ricavare il diagramma delle pressioni agente sulla parete (e quindi le sollecitazioni lungo la parete) e inoltre risulta di difficile determinazione il punto di applicazione della spinta.

Nell'ambito dello specifico Software utilizzato, il procedimento è stato implementato suddividendo l'altezza della parete in tanti tratti di ampiezza dz , al fine di ricavare l'andamento delle pressioni lungo l'altezza del muro; in corrispondenza di ogni ordinata z_i si trova il cuneo di rottura e la spinta S_i ottenendo la distribuzione della spinta $S(z)$ lungo l'altezza della parete.

Nota la distribuzione delle spinte lungo l'altezza della parete, la pressione ad una generica profondità z , rispetto alla sommità della parete, è espressa da:

$$\sigma(z) = \frac{dS}{dz}$$

Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta. Inoltre dal diagramma delle pressioni è facile ricavare l'andamento delle sollecitazioni lungo la parete, con gli usuali metodi della scienza delle costruzioni.

Per l'attrito paramento – terreno si utilizza il valore $\delta = 0.6 \varphi'$ mentre per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno, in funzione dell'angolo d'attrito del terreno, si sono assunti i seguenti valori:

per $\varphi < 30^\circ$ $\delta = \text{tg } \varphi'$;

per $\varphi > 35^\circ$ $\delta = 0.85 \text{ tg } \varphi'$;

per $30^\circ \leq \varphi \leq 35^\circ$ δ si ricava per interpolazione lineare

Infine l'adesione ca terra-opera sarà considerata nulla.

11.2.3 Coefficienti sismici

Il § 7.11.3.5.2 del DM 18, precisa che l'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche, può essere eseguite mediante i metodi pseudo-statici o i metodi degli spostamenti. Nell'analisi pseudo-statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v , possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad [7.11.3]$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad [7.11.4]$$

dove

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = (S_s \cdot S_T) \cdot a_g \quad [7.11.5]$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

β_s : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, che assume i valori specificati di seguito:

Tab. 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g (g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g (g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g (g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Nelle analisi eseguite con il metodo pseudostatico, i valori dei coefficienti sismici orizzontali e verticali, nelle verifiche allo stato limite ultimo, potranno essere assunti come definito al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC anche per i muri su pali, con l'avvertenza di sostituire le relazioni 7.11.6 e 7.11.7 delle stesse norme tecniche con le espressioni di seguito riportate (Manuale RFI):

$$k_h = 2 \cdot \beta_m \cdot S_T \cdot S_s \cdot \frac{a_g}{g} \qquad k_v = \frac{1}{2} \cdot k_h$$

11.2.4 Spinte del terreno in Fase sismica

In condizioni sismiche si adotta la formulazione di Culmann come già illustrata al paragrafo precedente, inserendo nell'equazione risolutiva anche la forza di inerzia del cuneo di spinta.

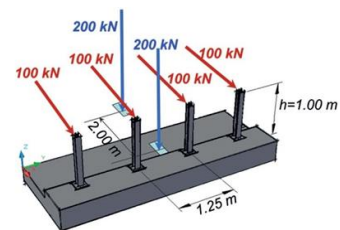
11.2.5 Carichi Accidentali

Si considera un carico dovuto ai mezzi di manutenzione ai lati della struttura pari a 5 kN/m². Si tratta di un valore del carico tipicamente adoperato nella pratica per condizioni di questo tipo ed assimilabile cautelativamente ad un carico di categoria G.

11.2.1 Azioni dovute all'urto

Al fine di quantificare il valore del momento flettente e del carico orizzontale equivalente da applicare alla sommità dell'opera d'arte per tener conto dell'eventuale collisione accidentale di veicoli in svio sulle barriere collegate al muro di sostegno si possono seguire 2 differenti approcci:

- 1) *Attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione pari a 100 kN:* Essa rappresenta l'effetto dell'impatto da trasmettere ai vincoli e deve essere considerata agente trasversalmente ed orizzontalmente 10cm sotto la sommità della barriera o 1,0m sopra il livello del piano di marcia, a seconda di quale valore sia più piccolo (§3.6.3.3.2, NTC2018).
- 2) *Considerando il momento plastico che il montante della barriera metallica di sicurezza utilizzata può fornire:* tale approccio ottempera quanto previsto dal § 4.7.3.3 della UNI EN 1991.2 così come emendato dall'appendice nazionale (G.U. 27 Marzo 2013, DM 31/07/2012)



Il primo approccio è da utilizzare in assenza di specifiche prescrizioni, ovvero quando non si conoscono in fase di progetto del muro di sostegno le caratteristiche geometriche della barriera che dovrà essere installata ovvero in caso di condizioni di progettazione “non ordinarie”. In alternativa, a discrezione del progettista è possibile utilizzare come azione di progetto il momento di plasticizzazione del montante (cfr UNI EN 1991.2). È tuttavia necessario sottolineare che tale metodologia è applicabile quando in fase di progetto si conosce già il dispositivo di ritenuta da installare e le sue caratteristiche geometriche e meccaniche. Inoltre

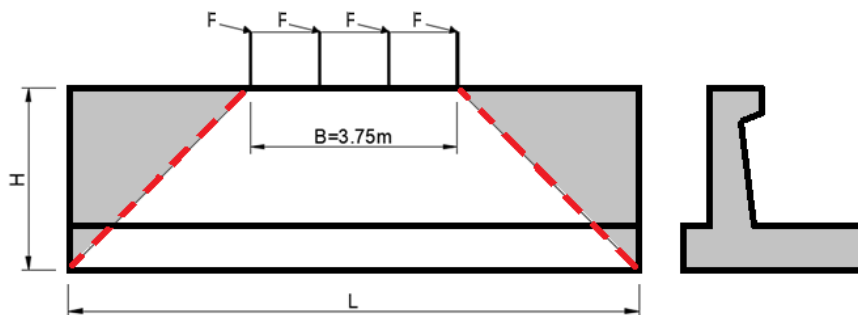
planimetricamente, si considera una redistribuzione delle azioni sollecitanti secondo un angolo di diffusione pari a 45°. Nel caso in esame, è stato applicato il secondo approccio, più idoneo e realistico, in quanto, pur non conoscendo ancora il tipo di barriera da installare e tutte le caratteristiche geometriche e statiche utili (comprensivi del sistema di fissaggio sul supporto in calcestruzzo, in conformità a quanto adottato in sede di prova di crash), cautelativamente è stata scelta nella gamma delle barriere indicate nelle linee guida Anas S.p.A. quella che consente lo sviluppo dei calcoli e delle verifiche con maggiore cautela, in quanto caratterizzata da momento plastico più alto e, quindi, trasmettente maggiori sollecitazioni sul muro di sostegno. In particolare, si è fatto riferimento a barriere H4 - Bordo Ponte con montanti costituiti da paletti verticali con sezione a C in acciaio S275 R, posti ad un interasse di 1,25m e ancorati al cordolo mediante piastra saldata e tirafondi. Si riportano le caratteristiche geometriche e meccaniche di tale barriera.

Barriera H4 – Bordo Ponte – Sezione a C						
B	H	C	S	W _{pl}	M _{pl}	M _{pl,ampl}
mm	mm	mm	mm	cm ³	kNm	kNm
160	120	40	5,50	154,22	42,41	63,62

L'azione derivante dal momento plastico della barriera può essere determinata considerando che la massima sollecitazione che tale sezione può trasmettere al muro di sostegno è quella che determina la formazione della prima cerniera plastica. Essa si forma con sufficiente approssimazione in corrispondenza dell'irrigidimento della barriera ipotizzato ad un'altezza di 20cm dalla base del paletto. Pertanto, considerando che la forza d'urto è applicata ad una quota di 1,00m dal piano viabile, la distanza b_f tra la cerniera plastica e il punto di applicazione della forza è pari a 0.80m. La forza d'urto associata alla formazione della prima cerniera plastica è quindi pari a:

$$F_{urto} = \frac{M_{ampl}}{b_f} = \frac{63,62}{0,80} = 79.53 \text{ KN}$$

Dove M_{ampl} è il momento plastico amplificato per un coefficiente di sicurezza pari a 1,50. In accordo con gli schemi statici forniti dalle NTC2018, si considera che tale azione d'urto sia esercitata singolarmente su 4 paletti consecutivi posti ad un interasse di 1,25m, pertanto lo sviluppo lineare di barriera coinvolta dall'azione d'urto è pari a 3,75m.



Per tener conto della redistribuzione dell’azione d’urto lungo l’altezza del muro di sostegno, essa è schematizzata come un carico distribuito ottenuto dividendo la forza d’urto totale agente sui 4 paletti per la lunghezza d’azione del concio di muro L secondo la seguente espressione:

$$F_{urto,distr} = \frac{4 \cdot H_{urto}}{L}$$

A tale carico orizzontale occorre aggiungere il momento flettente distribuito generato dal trasporto dell’azione d’urto orizzontale dalla sommità della barriera alla sommità del muro di sostegno, pari a:

$$M_{urto} = F_{urto,distr} \cdot d$$

Si riporta in seguito la tabella contenente le sollecitazioni dovute all’urto per i tipologici, considerando come altezza del muro l’altezza minima del paramento lungo il suo sviluppo longitudinale ed ignorando lo spessore della fondazione che tende a ridurre ulteriormente le sollecitazioni:

Sollecitazioni d’urto				
Tipologico	L _{diff}	d (H _{Parapetto})	Q _{urto}	M _{urto}
	m	m	kN/m	kNm/m
H _{min} = 3,80m	5,23	1,00	42,40	42,40

Per le verifiche strutturali e geotecniche, i coefficienti di amplificazione dei carichi (γ_A) e i coefficienti riduttivi (γ_M) sono tutti unitari mentre i coefficienti riduttivi sulle resistenze sono quelli previsti dalle verifiche strutturali e geotecniche in funzione dello stato limite considerato.

11.2.2 Combinazioni di Carico

Sulla base della definizione dei carichi di cui sopra, in accordo a quanto prescritto dal DM 17/01/2018, sono state individuate le combinazioni di carico per le verifiche di stati limite ultimi e di esercizio in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

- combinazione fondamentale (SLU)
- combinazione di esercizio (SLE)
- combinazione sismica (SLV): il coefficiente di combinazione per il carico variabile Q₁ è pari a 0

Ai fini della scelta dei coefficienti parziali da applicare alle azioni (γ), la norma definisce inoltre, per il caso specifiche delle opere di sostegno, due possibili approcci progettuali ovvero:

Ai fini della scelta dei coefficienti parziali da applicare alle azioni (γ), la norma definisce inoltre, per il caso specifico delle opere di sostegno, due possibili approcci progettuali ovvero:

Approccio 1:

Fase Statica: A1+M1+R1 (STR – Combinazione per le verifiche strutturali)

A2+M2+R1 (GEO – Combinazione per le verifiche geotecniche)

Fase Sismica: 1+M1+R1 (EQK-STR – Combinazione per le verifiche strutturali in fase sismica)

1+M2+R1 (EQK-GEO – Combinazione per le verifiche geotecniche in fase sismica)

Approccio 2:

Fase Statica: A1+M1+R3 (STR/ GEO – Combinazione per le verifiche strutturali e geotecniche)

Fase Sismica: 1+M1+R3 (EQK- STR/GEO – Combinazione per le verifiche strutturali e geotecniche in fase sismica)

Nel caso in esame si opererà utilizzando l'APPROCCIO 2.

Per un riepilogo delle Combinazioni di Calcolo considerate nelle analisi si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato.

11.3 CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE

Nel seguente paragrafo si riporta una descrizione riguardante procedure e criteri di calcolo adottati per l'effettuazione di tutte le verifiche prescritte dalla normativa vigente.

11.3.1 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche sono quelle che coinvolgono la resistenza del terreno nell'ambito di quelle prescritte dalla normativa e come già illustrate al paragrafo precedente.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro, sia minore di tutte le forze resistenti lungo la stessa direzione.

La verifica a scorrimento risulta in particolare soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento (F_r) fattorizzata secondo un opportuno coefficiente parziale γ_r stabilito dalla normativa e la risultante delle forze mobilitanti (F_s) risulti non inferiore all'unità:

$$(F_r / \gamma_r) / F_s \geq 1$$

ovvero che il rapporto F_r/F_s risulti non inferiore di γ_r , fissato dalla normativa pari ad 1,1 per verifiche in fase statica e pari ad 1,0, per le verifiche in fase sismica.

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione.

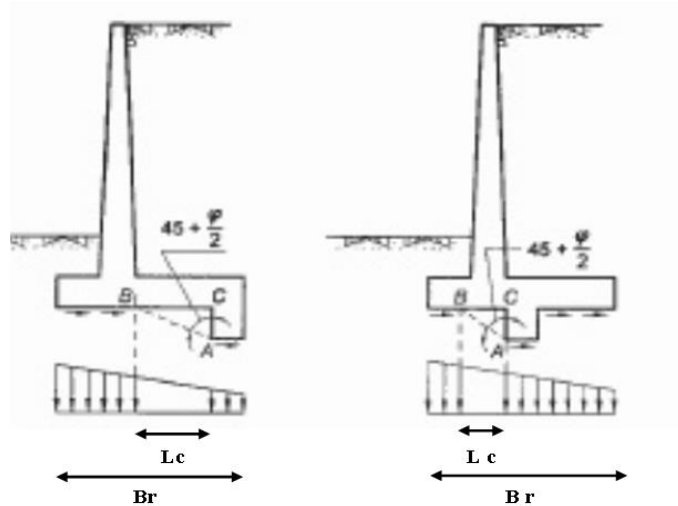
Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

In casi particolari specificati dalla normativa, come già descritto al paragrafo precedente, è possibile eventualmente tener conto della resistenza passiva S_p del terreno a valle del muro.

Come già ampiamente illustrato al paragrafo precedente, la valutazione delle azioni resistenti e di quelle mobilitanti, dovrà tener conto dei coefficienti A ed M fissati dalla normativa per la combinazioni di verifica specifica.

Nel caso di fondazione con dente, è possibile in linea generale tener conto della resistenza passiva sviluppata lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, secondo quanto riportato negli schemi delle figure seguenti:



Il procedimento utilizzato dal Software fa riferimento in particolare alle teorie di Lancellotta-Calavera, per i cui dettagli si rimanda alla letteratura tecnica; nella fattispecie, la procedura di calcolo implementata, prevede la definizione dello schema geometrico del cuneo di rottura, attraverso un procedimento iterativo volto a determinare il coefficiente di sicurezza a scorrimento minimo.

In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale.

Detta pertanto **N** la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione, **Q** l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo, **Sp** la resistenza passiva, **Lc** l'ampiezza del cuneo e indicando con δf l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con **Br** la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come:

$$Fr = (N - Q) \cdot \operatorname{tg}(\delta_f) + Sp + c_a \cdot Lr$$

con $Lr = Br - Lc$

Per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno considerato ai fini delle verifiche di scorrimento sul piano di posa della fondazione, si è assunto quanto segue:

per $\phi < 30^\circ$ $\mu = \operatorname{tg} \phi'$;

per $\phi > 35^\circ$ $\mu = 0.85 \operatorname{tg} \phi'$;

per $30^\circ \leq \phi \leq 35^\circ$ μ si ricava per interpolazione lineare

Infine l'adesione c_a terra-opera è stata assunta pari al valore di coesione del terreno di fondazione.

Verifica a carico limite

Per la valutazione del carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di Brinch-Hansen di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

- c Coesione
- ca Adesione lungo la base della fondazione ($ca \leq c$)
- V Azione tagliante
- φ Angolo d'attrito
- δ Angolo di attrito terreno fondazione
- γ Peso specifico del terreno
- Kp Coefficiente di spinta passiva espresso da $Kp = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$
- B Larghezza della fondazione
- L Lunghezza della fondazione
- D Profondità del piano di posa della fondazione
- η inclinazione piano posa della fondazione
- P Pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione
- qult Carico ultimo della fondazione

Risulta:

Caso generale

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo $\varphi = 0$

$$q_{ult} = 5.14 \cdot c \cdot (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

in cui d_c , d_q e d_γ sono i fattori di profondità, s_c , s_q e s_γ sono i fattori di forma, i_c , i_q e i_γ sono i fattori di inclinazione del carico, b_c , b_q e b_γ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa e g_c , g_q e g_γ sono fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori N_c , N_q , N_γ sono espressi come:

$$N_q = Kp e^{\pi \cdot tg \varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot ctg \varphi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \cdot tg \varphi$$

Fattori di forma

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$	$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$
	$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot tg \phi$
	$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$

Fattori di profondità

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \arctg \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

Fattori inclinazione del carico

Indicando con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con Af l'area efficace della fondazione ottenuta come $A_f = B \cdot L'$ (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B, L e all'eccentricità del carico eB, eL dalle relazioni $B' = B - 2e_B$ $L' = L - 2e_L$) con η l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ($\eta=0$ per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$i_c = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$
	$i_q = \left(1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$
	Per $\eta = 0$ $i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$
	Per $\eta > 0$ $i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 45^\circ)H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$

Fattori inclinazione del piano di posa della fondazione

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$ $b_q = e^{-2.7m\phi}$ $b_\gamma = e^{-2.7m\phi}$

Fattori di inclinazione del terreno

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$ $g_q = g_\gamma = (1 - 0.5tg\beta)^\delta$

Si precisa infine che, in relazione alle specifiche di normativa di cui al paragrafo precedente, ai fini delle verifiche, al valore di q_{ult} determinato con i criteri di cui sopra, va applicato un coefficiente parziale di sicurezza R pari ad **1.4** per le verifiche in fase statica ovvero pari ad **1.2** per le verifiche in fase sismica, ovvero, equivalentemente, i coefficienti di sicurezza q_{ult}/q_d , dovranno risultare non inferiori ai predetti valori nelle due fasi di verifica citate.

Verifica a ribaltamento

La verifica al ribaltamento dell'opera di sostegno, prevede la valutazione del coefficiente di sicurezza nei confronti del meccanismo di rotazione dell'opera rispetto al vertice esterno della fondazione.

Nella fattispecie, detti:

M_{rib} : momento delle azioni ribaltanti;

M_{sta} : momento delle azioni stabilizzanti

occorrerà verificare quanto segue:

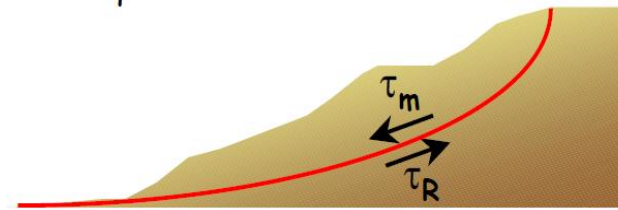
$$M_{sta} / R \geq M_{rib}$$

Con R pari ad 1.15 per le verifiche statiche e 1.00 per le verifiche in fase sismica. ovvero, equivalentemente, il rapporto M_{sta}/M_{rib} dovrà risultare non inferiore ai predetti valori nelle due fasi di verifica citate.

Verifica di stabilità globale

Nel presente paragrafo sono illustrati i Criteri generali adottati per l'effettuazione delle Verifiche di Stabilità Globale prescritte dalla normativa. In generale, ciascuno metodo va alla ricerca del potenziali superfici di scivolamento,

generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



$$FS = \frac{\int_S \tau_{rott}}{\int_S \tau_{mob}}$$

Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione b, interessati da azioni taglianti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

Per il caso in esame, le verifiche sono state effettuate rispetto a superfici di forma circolare, utilizzando il metodo di **Bishop**, per i cui dettagli si rimanda a quanto esposto a riguarda nella letteratura tecnica.

Le verifiche sono state effettuate rispetto a famiglie di superfici potenziali di rottura disegnate in maniera tale da non intersecare le opere, escludendo quindi ai fini della stabilità la resistenza al taglio locale offerta dalle opere, fermo restando tutte le prescrizioni definite dalla normativa per questo tipo di verifica, come già illustrate precedentemente; riguardo quest'ultimo aspetto, si segnala, come già ampiamente illustrato in precedenza, che la norma impone di fattorizzare con un coefficiente parziale R le resistenze, che assume valore 1.1 per le verifiche statiche ed 1.2 per le verifiche in fase sismica, ovvero, equivalentemente, che il valore di Fs come precedentemente definito, risulti non inferiore ai predetti valori.

Verifiche geotecniche su pali

Note le terne di azioni (Fx, Fz, ed My) ad intradosso platea di fondazione, si procede come segue:

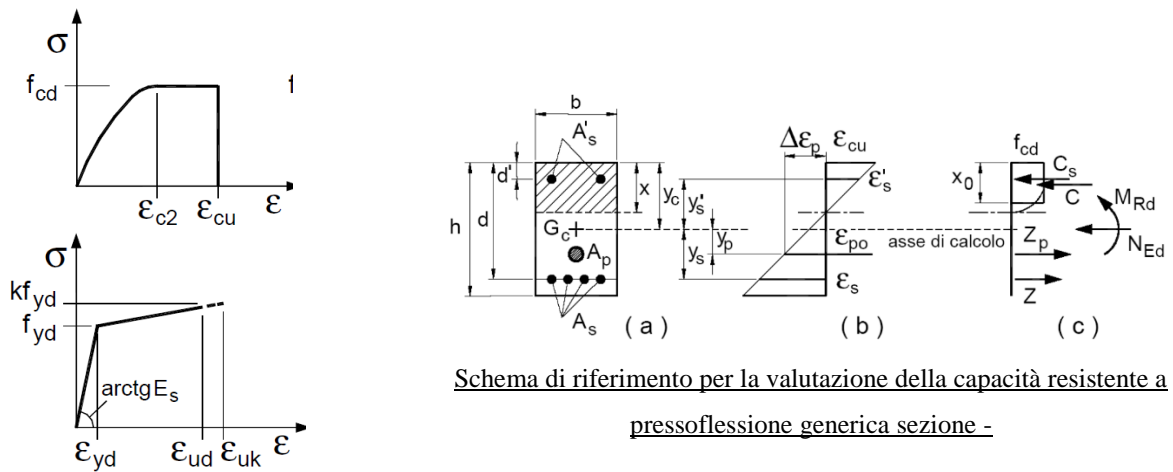
- calcolo dei carichi assiali sui pali;
- dimensionamento geotecnico dei pali;
- verifica strutturale dei pali;
- verifica strutturale della platea di fondazione.

11.3.2 Verifiche strutturali

I criteri generali di verifica utilizzati per la valutazione delle capacità resistenti delle sezioni, per la condizione SLU, e per le massime tensioni nei materiali nonché per il controllo della fessurazione, relativamente agli SLE, sono quelli definiti al p.to 4.1.2 del DM 17.01.18.

Verifica a flessione

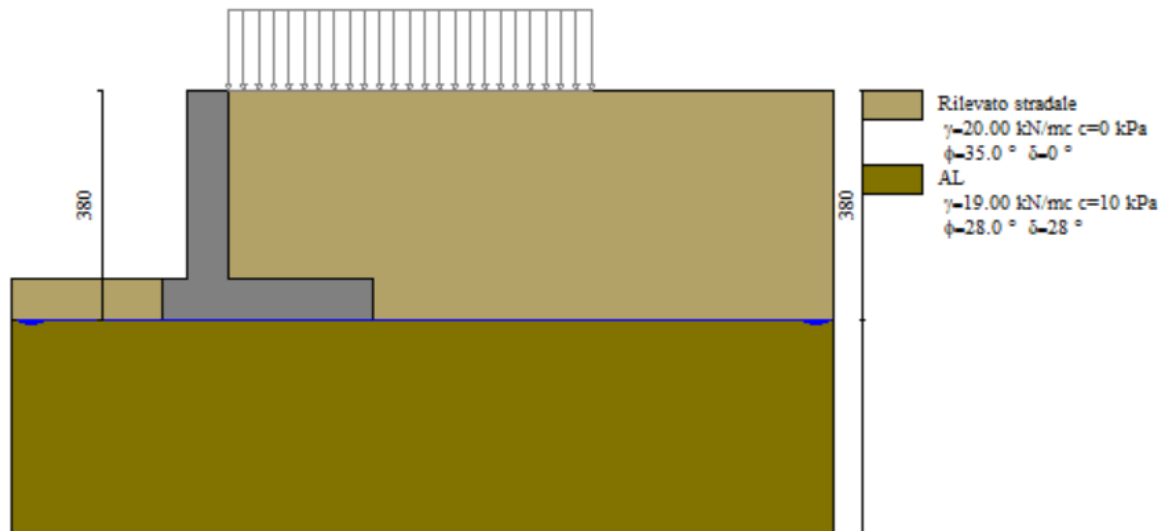
La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione in c.a., viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.3.4.2 del DM 18, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



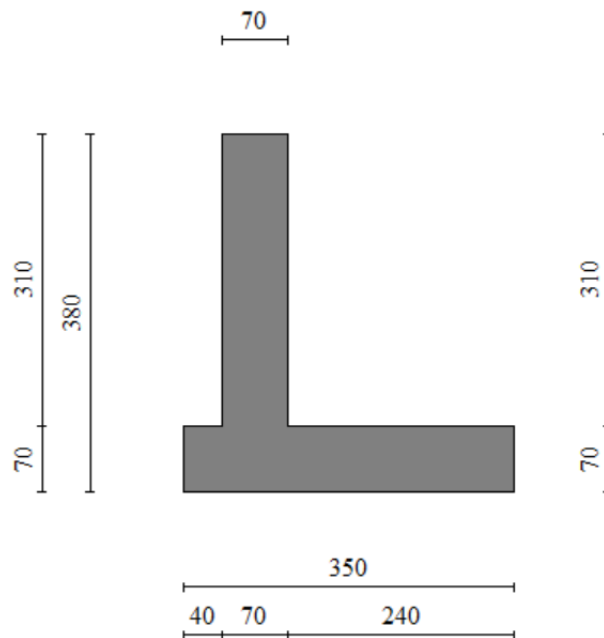
11.4 ANALISI E VERIFICHE MURO

Di seguito si riportano i risultati delle analisi dei muri in oggetto. Si precisa che nel modello di calcolo il software trascura il contributo della spinta passiva per il terreno di valle.

11.4.1 Modello di calcolo



Modello di calcolo muro

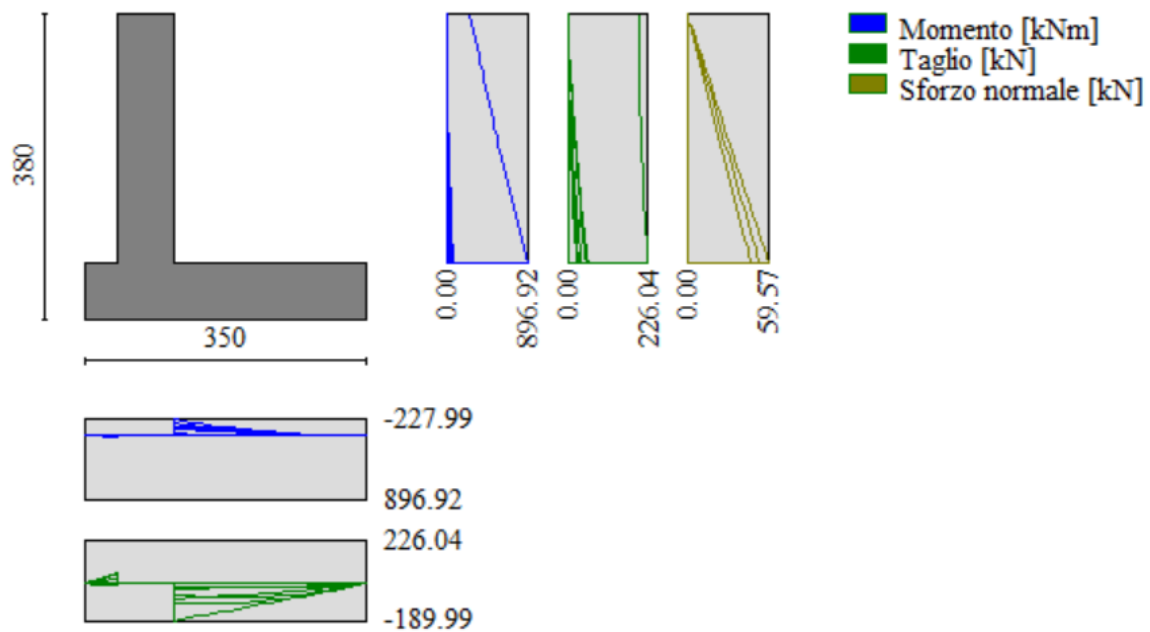


Geometria muro

11.4.2 Risultati per azioni statiche e sismiche

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab	FShyd	FSupl
1	STR (A1-M1-R3)		2.559	4.211	--	--	--	--
2	STR (A1-M1-R3)	H + V	1.215	1.823	--	--	--	--
3	STR (A1-M1-R3)	H - V	1.019	1.872	--	--	--	--
4	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	1.913	--	--
5	GEO (A2-M2-R2)	H + V	--	--	--	1.576	--	--
6	GEO (A2-M2-R2)	H - V	--	--	--	1.467	--	--
7	EQU (A1-M1-R3)		--	--	6.754	--	--	--
8	EQU (A1-M1-R3)	H + V	--	--	2.551	--	--	--
9	EQU (A1-M1-R3)	H - V	--	--	1.896	--	--	--

Sintesi risultati verifiche

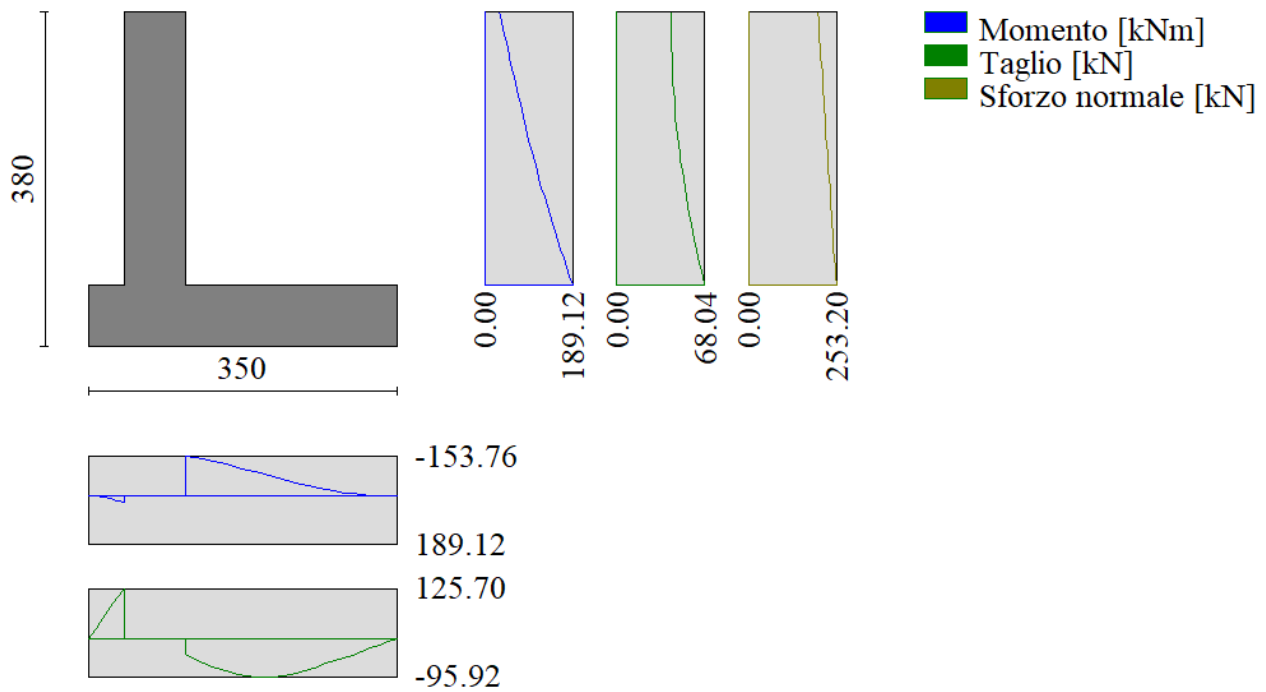


Involuppo sollecitazioni sul muro

11.4.3 Risultati per azioni da urto

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab	FShyd	FSupl
1	STR (A1-M1-R3)		3.028	1.688	--	--	--	--
2	STR (A1-M1-R3)		3.028	1.688	--	--	--	--
3	STR (A1-M1-R3)		3.028	1.688	--	--	--	--
4	STR (A1-M1-R3)		3.028	1.688	--	--	--	--
5	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	1.926	--	--
6	EQU (A1-M1-R3)		--	--	2.577	--	--	--

Sintesi risultati verifiche



Involuppo sollecitazioni sul muro

11.4.4 Verifiche Strutturali per azioni statiche e sismiche

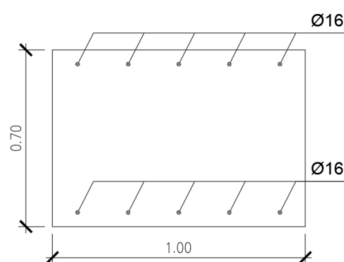
Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzio normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sforzio normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento



Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0.00	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	-0.10	100	70	10.05	10.05	0.01	1.72	74.93	12444.68	7251.337
3	-0.20	100	70	10.05	10.05	0.05	3.43	166.86	12427.72	3620.728
4	-0.30	100	70	10.05	10.05	0.11	5.15	275.62	12407.66	2409.922
5	-0.40	100	70	10.05	10.05	0.22	6.86	400.83	12384.56	1804.077
6	-0.50	100	70	10.05	10.05	0.38	8.58	542.22	12358.48	1440.222
7	-0.60	100	70	10.05	10.05	0.58	10.30	676.68	11925.03	1158.090
8	-0.70	100	70	10.05	10.05	0.85	12.01	806.69	11365.11	946.041
9	-0.80	100	70	10.05	10.05	1.19	13.73	933.21	10778.58	785.066
10	-0.90	100	70	10.05	10.05	1.60	15.45	1052.05	10160.06	657.792
11	-1.00	100	70	10.05	10.05	2.09	17.16	1158.92	9508.51	554.047
12	-1.10	100	70	10.05	10.05	2.67	18.88	1248.73	8819.68	467.191
13	-1.20	100	70	10.05	10.05	3.35	20.59	1320.36	8117.57	394.166
14	-1.30	100	70	10.05	10.05	4.13	22.31	1373.18	7418.91	332.530
15	-1.40	100	70	10.05	10.05	5.02	24.03	1408.63	6743.15	280.653
16	-1.50	100	70	10.05	10.05	6.03	25.74	1430.25	6110.28	237.358
17	-1.60	100	70	10.05	10.05	7.16	27.46	1440.02	5525.47	201.226
18	-1.70	100	70	10.05	10.05	8.42	29.18	1442.08	4998.08	171.312
19	-1.80	100	70	10.05	10.05	9.82	30.89	1441.84	4536.87	146.865
20	-1.90	100	70	10.05	10.05	11.36	32.61	1438.87	4129.30	126.636
21	-2.00	100	70	10.05	10.05	13.06	34.32	1435.72	3773.56	109.940
22	-2.10	100	70	10.05	10.05	14.92	36.04	1432.97	3462.51	96.074
23	-2.20	100	70	10.05	10.05	16.94	37.76	1424.97	3176.44	84.130
24	-2.30	100	70	10.05	10.05	19.13	39.47	1417.77	2924.89	74.100
25	-2.40	100	70	10.05	10.05	21.51	41.19	1411.41	2702.74	65.619
26	-2.50	100	70	10.05	10.05	24.07	42.90	1405.77	2505.50	58.397
27	-2.60	100	70	10.05	10.05	26.83	44.62	1382.38	2298.99	51.523
28	-2.70	100	70	10.05	10.05	29.79	46.34	1339.41	2083.40	44.962
29	-2.80	100	70	10.05	10.05	32.96	48.05	1302.74	1899.43	39.528
30	-2.90	100	70	10.05	10.05	36.34	49.77	1271.12	1740.81	34.977
31	-3.00	100	70	10.05	10.05	39.95	51.49	1241.56	1600.17	31.080
32	-3.09	100	70	10.05	10.05	43.78	53.20	1210.04	1470.35	27.637

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0.00	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	-0.10	100	70	10.05	10.05	0.05	1.92	322.22	12399.06	6452.145
3	-0.20	100	70	10.05	10.05	0.20	3.84	639.43	12081.56	3143.462
4	-0.30	100	70	10.05	10.05	0.47	5.77	888.97	11000.31	1908.091
5	-0.40	100	70	10.05	10.05	0.84	7.69	1089.17	9934.28	1292.385

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
6	-0.50	100	70	10.05	10.05	1.34	9.61	1239.39	8891.29	925.358
7	-0.60	100	70	10.05	10.05	1.96	11.53	1341.56	7887.56	684.079
8	-0.70	100	70	10.05	10.05	2.71	13.45	1400.62	6943.54	516.176
9	-0.80	100	70	10.05	10.05	3.60	15.37	1430.34	6105.16	397.121
10	-0.90	100	70	10.05	10.05	4.63	17.30	1442.27	5385.85	311.406
11	-1.00	100	70	10.05	10.05	5.81	19.22	1441.96	4770.99	248.270
12	-1.10	100	70	10.05	10.05	7.14	21.14	1440.07	4265.35	201.780
13	-1.20	100	70	10.05	10.05	8.62	23.06	1436.32	3840.98	166.562
14	-1.30	100	70	10.05	10.05	10.27	24.98	1433.17	3485.24	139.510
15	-1.40	100	70	10.05	10.05	12.09	26.90	1424.79	3170.33	117.840
16	-1.50	100	70	10.05	10.05	14.08	28.83	1417.07	2900.52	100.623
17	-1.60	100	70	10.05	10.05	16.25	30.75	1410.42	2668.00	86.772
18	-1.70	100	70	10.05	10.05	18.61	32.67	1404.63	2465.70	75.476
19	-1.80	100	70	10.05	10.05	21.16	34.59	1370.90	2241.37	64.797
20	-1.90	100	70	10.05	10.05	23.90	36.51	1328.79	2030.12	55.601
21	-2.00	100	70	10.05	10.05	26.84	38.43	1293.24	1851.76	48.180
22	-2.10	100	70	10.05	10.05	29.99	40.36	1262.84	1699.27	42.107
23	-2.20	100	70	10.05	10.05	33.35	42.28	1232.31	1562.08	36.948
24	-2.30	100	70	10.05	10.05	36.93	44.20	1202.45	1439.11	32.560
25	-2.40	100	70	10.05	10.05	40.73	46.12	1176.47	1332.12	28.883
26	-2.50	100	70	10.05	10.05	44.76	48.04	1153.68	1238.25	25.774
27	-2.60	100	70	10.05	10.05	49.02	49.96	1133.53	1155.27	23.122
28	-2.70	100	70	10.05	10.05	53.53	51.89	1115.60	1081.42	20.842
29	-2.80	100	70	10.05	10.05	58.27	53.81	1099.55	1015.30	18.869
30	-2.90	100	70	10.05	10.05	63.27	55.73	1084.56	955.32	17.142
31	-3.00	100	70	10.05	10.05	68.52	57.65	1069.58	899.92	15.610
32	-3.09	100	70	10.05	10.05	74.03	59.57	1056.02	849.77	14.264

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

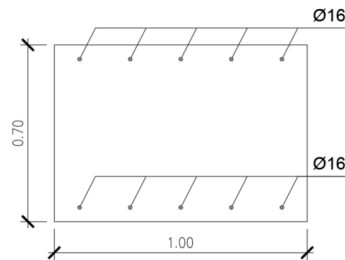
n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0.00	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	-0.10	100	70	10.05	10.05	0.04	1.51	338.94	12395.98	8205.531
3	-0.20	100	70	10.05	10.05	0.17	3.02	668.48	11959.46	3958.290
4	-0.30	100	70	10.05	10.05	0.39	4.53	926.24	10813.52	2386.008
5	-0.40	100	70	10.05	10.05	0.70	6.04	1129.67	9687.88	1603.225
6	-0.50	100	70	10.05	10.05	1.12	7.55	1275.55	8575.38	1135.296
7	-0.60	100	70	10.05	10.05	1.65	9.06	1367.13	7508.68	828.396
8	-0.70	100	70	10.05	10.05	2.29	10.57	1416.72	6540.94	618.540
9	-0.80	100	70	10.05	10.05	3.05	12.09	1437.17	5696.13	471.320
10	-0.90	100	70	10.05	10.05	3.93	13.60	1442.07	4986.16	366.733
11	-1.00	100	70	10.05	10.05	4.94	15.11	1441.29	4403.35	291.480
12	-1.10	100	70	10.05	10.05	6.09	16.62	1437.01	3919.68	235.876
13	-1.20	100	70	10.05	10.05	7.38	18.13	1433.49	3521.14	194.235
14	-1.30	100	70	10.05	10.05	8.81	19.64	1424.93	3175.00	161.669
15	-1.40	100	70	10.05	10.05	10.40	21.15	1416.51	2880.96	136.218
16	-1.50	100	70	10.05	10.05	12.14	22.66	1409.35	2630.56	116.087
17	-1.60	100	70	10.05	10.05	14.04	24.17	1403.18	2414.96	99.912
18	-1.70	100	70	10.05	10.05	16.12	25.68	1354.33	2158.28	84.040
19	-1.80	100	70	10.05	10.05	18.36	27.19	1311.24	1942.08	71.420
20	-1.90	100	70	10.05	10.05	20.78	28.70	1275.19	1761.22	61.360
21	-2.00	100	70	10.05	10.05	23.39	30.21	1242.87	1605.58	53.141
22	-2.10	100	70	10.05	10.05	26.18	31.72	1208.57	1464.32	46.157
23	-2.20	100	70	10.05	10.05	29.17	33.24	1179.20	1343.37	40.420
24	-2.30	100	70	10.05	10.05	32.36	34.75	1153.80	1238.72	35.651
25	-2.40	100	70	10.05	10.05	35.76	36.26	1131.61	1147.35	31.645
26	-2.50	100	70	10.05	10.05	39.37	37.77	1112.09	1066.93	28.250
27	-2.60	100	70	10.05	10.05	43.19	39.28	1094.78	995.66	25.349
28	-2.70	100	70	10.05	10.05	47.23	40.79	1077.95	930.89	22.822
29	-2.80	100	70	10.05	10.05	51.50	42.30	1062.11	872.29	20.622
30	-2.90	100	70	10.05	10.05	56.01	43.81	1047.87	819.66	18.709
31	-3.00	100	70	10.05	10.05	60.75	45.32	1035.03	772.15	17.038
32	-3.09	100	70	10.05	10.05	65.74	46.83	1023.38	729.08	15.568

Combinazione n° 10 - ECC

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0.00	100	70	10.05	10.05	250.00	0.00	959.02	0.00	3.836
2	-0.10	100	70	10.05	10.05	270.00	1.72	960.82	6.11	3.559
3	-0.20	100	70	10.05	10.05	290.01	3.43	962.38	11.39	3.318
4	-0.30	100	70	10.05	10.05	310.02	5.15	963.74	16.00	3.109
5	-0.40	100	70	10.05	10.05	330.06	6.86	964.94	20.07	2.924
6	-0.50	100	70	10.05	10.05	350.11	8.58	966.00	23.68	2.759
7	-0.60	100	70	10.05	10.05	370.20	10.30	966.95	26.90	2.612
8	-0.70	100	70	10.05	10.05	390.31	12.01	967.80	29.79	2.480
9	-0.80	100	70	10.05	10.05	410.46	13.73	968.57	32.40	2.360
10	-0.90	100	70	10.05	10.05	430.66	15.45	969.26	34.76	2.251
11	-1.00	100	70	10.05	10.05	450.91	17.16	969.90	36.92	2.151
12	-1.10	100	70	10.05	10.05	471.20	18.88	970.48	38.88	2.060
13	-1.20	100	70	10.05	10.05	491.56	20.59	971.01	40.68	1.975
14	-1.30	100	70	10.05	10.05	511.99	22.31	971.49	42.33	1.897
15	-1.40	100	70	10.05	10.05	532.48	24.03	971.94	43.86	1.825

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
16	-1.50	100	70	10.05	10.05	553.05	25.74	972.35	45.26	1.758
17	-1.60	100	70	10.05	10.05	573.70	27.46	972.74	46.56	1.696
18	-1.70	100	70	10.05	10.05	594.44	29.18	973.09	47.76	1.637
19	-1.80	100	70	10.05	10.05	615.27	30.89	973.42	48.87	1.582
20	-1.90	100	70	10.05	10.05	636.20	32.61	973.72	49.91	1.531
21	-2.00	100	70	10.05	10.05	657.23	34.32	974.01	50.87	1.482
22	-2.10	100	70	10.05	10.05	678.37	36.04	974.27	51.76	1.436
23	-2.20	100	70	10.05	10.05	699.62	37.76	974.51	52.59	1.393
24	-2.30	100	70	10.05	10.05	721.00	39.47	974.74	53.36	1.352
25	-2.40	100	70	10.05	10.05	742.49	41.19	974.95	54.08	1.313
26	-2.50	100	70	10.05	10.05	764.12	42.90	975.15	54.75	1.276
27	-2.60	100	70	10.05	10.05	785.88	44.62	975.33	55.38	1.241
28	-2.70	100	70	10.05	10.05	807.79	46.34	975.51	55.96	1.208
29	-2.80	100	70	10.05	10.05	829.84	48.05	975.66	56.50	1.176
30	-2.90	100	70	10.05	10.05	852.04	49.77	975.81	57.00	1.145
31	-3.00	100	70	10.05	10.05	874.40	51.49	975.95	57.47	1.116
32	-3.09	100	70	10.05	10.05	896.92	53.20	976.08	57.90	1.088

Fondazione



Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	-1.10	100	70	14.07	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	-1.02	100	70	14.07	10.05	0.26	0.00	1138.85	0.00	4356.682
3	-0.94	100	70	14.07	10.05	1.04	0.00	1138.85	0.00	1093.176
4	-0.86	100	70	14.07	10.05	2.34	0.00	1138.85	0.00	487.650
5	-0.78	100	70	14.07	10.05	4.14	0.00	1138.85	0.00	275.319
6	-0.70	100	70	14.07	10.05	6.44	0.00	1138.85	0.00	176.860
7	0.00	100	70	14.07	10.05	-102.73	0.00	-826.43	0.00	8.045
8	0.10	100	70	14.07	10.05	-95.34	0.00	-826.43	0.00	8.668
9	0.20	100	70	14.07	10.05	-88.13	0.00	-826.43	0.00	9.377
10	0.30	100	70	14.07	10.05	-81.13	0.00	-826.43	0.00	10.187
11	0.40	100	70	14.07	10.05	-74.33	0.00	-826.43	0.00	11.118
12	0.50	100	70	14.07	10.05	-67.76	0.00	-826.43	0.00	12.196
13	0.60	100	70	14.07	10.05	-61.42	0.00	-826.43	0.00	13.455
14	0.70	100	70	14.07	10.05	-55.33	0.00	-826.43	0.00	14.937
15	0.80	100	70	14.07	10.05	-49.49	0.00	-826.43	0.00	16.699
16	0.90	100	70	14.07	10.05	-43.92	0.00	-826.43	0.00	18.818
17	1.00	100	70	14.07	10.05	-38.62	0.00	-826.43	0.00	21.397
18	1.10	100	70	14.07	10.05	-33.62	0.00	-826.43	0.00	24.582
19	1.20	100	70	14.07	10.05	-28.92	0.00	-826.43	0.00	28.581
20	1.30	100	70	14.07	10.05	-24.52	0.00	-826.43	0.00	33.699
21	1.40	100	70	14.07	10.05	-20.45	0.00	-826.43	0.00	40.403
22	1.50	100	70	14.07	10.05	-16.72	0.00	-826.43	0.00	49.429
23	1.60	100	70	14.07	10.05	-13.33	0.00	-826.43	0.00	61.996
24	1.70	100	70	14.07	10.05	-10.30	0.00	-826.43	0.00	80.254
25	1.80	100	70	14.07	10.05	-7.63	0.00	-826.43	0.00	108.270
26	1.90	100	70	14.07	10.05	-5.35	0.00	-826.43	0.00	154.546
27	2.00	100	70	14.07	10.05	-3.45	0.00	-826.43	0.00	239.384
28	2.10	100	70	14.07	10.05	-1.96	0.00	-826.43	0.00	421.913
29	2.20	100	70	14.07	10.05	-0.88	0.00	-826.43	0.00	941.215
30	2.30	100	70	14.07	10.05	-0.22	0.00	-826.43	0.00	3733.042
31	2.40	100	70	14.07	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	-1.10	100	70	14.07	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	-1.02	100	70	14.07	10.05	0.49	0.00	1138.85	0.00	2303.077
3	-0.94	100	70	14.07	10.05	1.96	0.00	1138.85	0.00	580.884
4	-0.86	100	70	14.07	10.05	4.37	0.00	1138.85	0.00	260.485
5	-0.78	100	70	14.07	10.05	7.70	0.00	1138.85	0.00	147.848
6	-0.70	100	70	14.07	10.05	11.93	0.00	1138.85	0.00	95.486
7	0.00	100	70	14.07	10.05	-125.66	0.00	-826.43	0.00	6.577

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
8	0.10	100	70	14.07	10.05	-119.88	0.00	-826.43	0.00	6.894
9	0.20	100	70	14.07	10.05	-113.77	0.00	-826.43	0.00	7.264
10	0.30	100	70	14.07	10.05	-107.38	0.00	-826.43	0.00	7.696
11	0.40	100	70	14.07	10.05	-100.77	0.00	-826.43	0.00	8.201
12	0.50	100	70	14.07	10.05	-93.99	0.00	-826.43	0.00	8.793
13	0.60	100	70	14.07	10.05	-87.09	0.00	-826.43	0.00	9.490
14	0.70	100	70	14.07	10.05	-80.11	0.00	-826.43	0.00	10.316
15	0.80	100	70	14.07	10.05	-73.11	0.00	-826.43	0.00	11.304
16	0.90	100	70	14.07	10.05	-66.14	0.00	-826.43	0.00	12.494
17	1.00	100	70	14.07	10.05	-59.26	0.00	-826.43	0.00	13.946
18	1.10	100	70	14.07	10.05	-52.51	0.00	-826.43	0.00	15.739
19	1.20	100	70	14.07	10.05	-45.94	0.00	-826.43	0.00	17.990
20	1.30	100	70	14.07	10.05	-39.60	0.00	-826.43	0.00	20.867
21	1.40	100	70	14.07	10.05	-33.56	0.00	-826.43	0.00	24.629
22	1.50	100	70	14.07	10.05	-27.84	0.00	-826.43	0.00	29.681
23	1.60	100	70	14.07	10.05	-22.52	0.00	-826.43	0.00	36.698
24	1.70	100	70	14.07	10.05	-17.63	0.00	-826.43	0.00	46.864
25	1.80	100	70	14.07	10.05	-13.24	0.00	-826.43	0.00	62.422
26	1.90	100	70	14.07	10.05	-9.38	0.00	-826.43	0.00	88.059
27	2.00	100	70	14.07	10.05	-6.12	0.00	-826.43	0.00	134.987
28	2.10	100	70	14.07	10.05	-3.50	0.00	-826.43	0.00	235.950
29	2.20	100	70	14.07	10.05	-1.58	0.00	-826.43	0.00	524.145
30	2.30	100	70	14.07	10.05	-0.40	0.00	-826.43	0.00	2087.952
31	2.40	100	70	14.07	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	-1.10	100	70	14.07	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	-1.02	100	70	14.07	10.05	0.43	0.00	1138.85	0.00	2626.580
3	-0.94	100	70	14.07	10.05	1.72	0.00	1138.85	0.00	663.358
4	-0.86	100	70	14.07	10.05	3.82	0.00	1138.85	0.00	297.871
5	-0.78	100	70	14.07	10.05	6.73	0.00	1138.85	0.00	169.301
6	-0.70	100	70	14.07	10.05	10.40	0.00	1138.85	0.00	109.496
7	0.00	100	70	14.07	10.05	-169.63	0.00	-826.43	0.00	4.872
8	0.10	100	70	14.07	10.05	-159.78	0.00	-826.43	0.00	5.172
9	0.20	100	70	14.07	10.05	-149.81	0.00	-826.43	0.00	5.517
10	0.30	100	70	14.07	10.05	-139.75	0.00	-826.43	0.00	5.914
11	0.40	100	70	14.07	10.05	-129.67	0.00	-826.43	0.00	6.374
12	0.50	100	70	14.07	10.05	-119.60	0.00	-826.43	0.00	6.910
13	0.60	100	70	14.07	10.05	-109.61	0.00	-826.43	0.00	7.540
14	0.70	100	70	14.07	10.05	-99.75	0.00	-826.43	0.00	8.285
15	0.80	100	70	14.07	10.05	-90.06	0.00	-826.43	0.00	9.176
16	0.90	100	70	14.07	10.05	-80.60	0.00	-826.43	0.00	10.253
17	1.00	100	70	14.07	10.05	-71.43	0.00	-826.43	0.00	11.570
18	1.10	100	70	14.07	10.05	-62.58	0.00	-826.43	0.00	13.206
19	1.20	100	70	14.07	10.05	-54.11	0.00	-826.43	0.00	15.272
20	1.30	100	70	14.07	10.05	-46.08	0.00	-826.43	0.00	17.933
21	1.40	100	70	14.07	10.05	-38.54	0.00	-826.43	0.00	21.444
22	1.50	100	70	14.07	10.05	-31.53	0.00	-826.43	0.00	26.210
23	1.60	100	70	14.07	10.05	-25.11	0.00	-826.43	0.00	32.911
24	1.70	100	70	14.07	10.05	-19.33	0.00	-826.43	0.00	42.752
25	1.80	100	70	14.07	10.05	-14.24	0.00	-826.43	0.00	58.029
26	1.90	100	70	14.07	10.05	-9.90	0.00	-826.43	0.00	83.518
27	2.00	100	70	14.07	10.05	-6.33	0.00	-826.43	0.00	130.497
28	2.10	100	70	14.07	10.05	-3.56	0.00	-826.43	0.00	231.995
29	2.20	100	70	14.07	10.05	-1.58	0.00	-826.43	0.00	521.988
30	2.30	100	70	14.07	10.05	-0.40	0.00	-826.43	0.00	2087.952
31	2.40	100	70	14.07	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000

Combinazione n° 10 - ECC

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	-1.10	100	70	14.07	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	-1.02	100	70	14.07	10.05	-0.05	0.00	-958.82	0.00	17459.010
3	-0.94	100	70	14.07	10.05	-0.22	0.00	-958.82	0.00	4364.753
4	-0.86	100	70	14.07	10.05	-0.49	0.00	-958.82	0.00	1939.890
5	-0.78	100	70	14.07	10.05	-0.88	0.00	-958.82	0.00	1091.188
6	-0.70	100	70	14.07	10.05	-1.37	0.00	-958.82	0.00	698.360
7	0.00	100	70	14.07	10.05	-227.99	0.00	-958.82	0.00	4.206
8	0.10	100	70	14.07	10.05	-209.38	0.00	-958.82	0.00	4.579
9	0.20	100	70	14.07	10.05	-191.57	0.00	-958.82	0.00	5.005
10	0.30	100	70	14.07	10.05	-174.55	0.00	-958.82	0.00	5.493
11	0.40	100	70	14.07	10.05	-158.32	0.00	-958.82	0.00	6.056
12	0.50	100	70	14.07	10.05	-142.89	0.00	-958.82	0.00	6.710
13	0.60	100	70	14.07	10.05	-128.24	0.00	-958.82	0.00	7.477
14	0.70	100	70	14.07	10.05	-114.39	0.00	-958.82	0.00	8.382
15	0.80	100	70	14.07	10.05	-101.33	0.00	-958.82	0.00	9.463
16	0.90	100	70	14.07	10.05	-89.06	0.00	-958.82	0.00	10.766
17	1.00	100	70	14.07	10.05	-77.58	0.00	-958.82	0.00	12.359
18	1.10	100	70	14.07	10.05	-66.89	0.00	-958.82	0.00	14.334
19	1.20	100	70	14.07	10.05	-57.00	0.00	-958.82	0.00	16.822

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
20	1.30	100	70	14.07	10.05	-47.89	0.00	-958.82	0.00	20.020
21	1.40	100	70	14.07	10.05	-39.58	0.00	-958.82	0.00	24.224
22	1.50	100	70	14.07	10.05	-32.06	0.00	-958.82	0.00	29.906
23	1.60	100	70	14.07	10.05	-25.33	0.00	-958.82	0.00	37.850
24	1.70	100	70	14.07	10.05	-19.39	0.00	-958.82	0.00	49.437
25	1.80	100	70	14.07	10.05	-14.25	0.00	-958.82	0.00	67.289
26	1.90	100	70	14.07	10.05	-9.90	0.00	-958.82	0.00	96.897
27	2.00	100	70	14.07	10.05	-6.33	0.00	-958.82	0.00	151.401
28	2.10	100	70	14.07	10.05	-3.56	0.00	-958.82	0.00	269.157
29	2.20	100	70	14.07	10.05	-1.58	0.00	-958.82	0.00	605.604
30	2.30	100	70	14.07	10.05	-0.40	0.00	-958.82	0.00	2422.417
31	2.40	100	70	14.07	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

n° (o Is)	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{sw}	area ferri a taglio espressa in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V _{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V _{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V _{Rd}	resistenza di progetto a taglio espressa in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A _{sw} >0.0) V _{Rd} =min(V _{Rcd} , V _{Rsd}).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	0.00	100.000
2	-0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.73	0.22	1215.938
3	-0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.97	0.51	523.140
4	-0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.21	0.87	306.389
5	-0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.45	1.30	205.131
6	-0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.69	1.80	148.250
7	-0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.93	2.37	112.659
8	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.17	3.01	88.753
9	-0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.40	3.72	71.852
10	-0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.64	4.50	59.432
11	-1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.88	5.36	50.019
12	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.12	6.28	42.706
13	-1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.36	7.27	36.906
14	-1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.60	8.34	32.225
15	-1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.84	9.47	28.391
16	-1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.08	10.67	25.209
17	-1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.32	11.95	22.539
18	-1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.56	13.29	20.276
19	-1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.79	14.71	18.341
20	-1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.03	16.20	16.672
21	-2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.27	17.75	15.224
22	-2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.51	19.38	13.958
23	-2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.75	21.08	12.845
24	-2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.99	22.85	11.861
25	-2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.23	24.69	10.987
26	-2.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.47	26.59	10.208
27	-2.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.71	28.57	9.509
28	-2.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.95	30.62	8.880
29	-2.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	272.19	32.74	8.312
30	-2.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	272.42	34.94	7.798
31	-3.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	272.66	37.20	7.330
32	-3.09	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	272.90	39.53	6.904

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	0.00	100.000
2	-0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.76	1.01	263.669
3	-0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.03	2.07	128.471
4	-0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.30	3.19	83.536
5	-0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.56	4.36	61.161
6	-0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.83	5.58	47.795
7	-0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.10	6.86	38.928
8	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.37	8.19	32.629

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
9	-0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.63	9.58	27.933
10	-0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.90	11.02	24.305
11	-1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.17	12.52	21.423
12	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.44	14.07	19.082
13	-1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.70	15.67	17.146
14	-1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.97	17.33	15.521
15	-1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.24	19.04	14.140
16	-1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.51	20.81	12.952
17	-1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.77	22.63	11.922
18	-1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.04	24.50	11.021
19	-1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.31	26.43	10.227
20	-1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.58	28.42	9.522
21	-2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.85	30.45	8.894
22	-2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.11	32.54	8.331
23	-2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.38	34.69	7.823
24	-2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.65	36.89	7.364
25	-2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.92	39.14	6.947
26	-2.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	272.18	41.45	6.566
27	-2.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	272.45	43.81	6.218
28	-2.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	272.72	46.23	5.899
29	-2.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	272.99	48.70	5.605
30	-2.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	273.25	51.23	5.334
31	-3.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	273.52	53.81	5.083
32	-3.09	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	273.79	56.44	4.851

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	0.00	100.000
2	-0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.70	0.84	318.104
3	-0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.91	1.73	154.118
4	-0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.12	2.67	99.679
5	-0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.33	3.67	72.615
6	-0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.54	4.72	56.477
7	-0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.75	5.83	45.792
8	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.97	6.99	38.217
9	-0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.18	8.20	32.583
10	-0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.39	9.47	28.240
11	-1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.60	10.79	24.798
12	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.81	12.17	22.009
13	-1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.02	13.60	19.708
14	-1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.23	15.08	17.782
15	-1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.44	16.62	16.148
16	-1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.65	18.22	14.747
17	-1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.86	19.87	13.534
18	-1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.07	21.57	12.476
19	-1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.28	23.32	11.545
20	-1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.49	25.13	10.722
21	-2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.70	27.00	9.989
22	-2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.91	28.92	9.334
23	-2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.12	30.89	8.744
24	-2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.33	32.92	8.212
25	-2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.54	35.00	7.730
26	-2.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.75	37.14	7.291
27	-2.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.96	39.33	6.890
28	-2.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.17	41.57	6.523
29	-2.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.38	43.87	6.186
30	-2.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.59	46.22	5.876
31	-3.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.80	48.63	5.590
32	-3.09	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	272.02	51.09	5.324

Combinazione n° 10 - ECC

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	200.00	1.327
2	-0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.73	200.03	1.328
3	-0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.97	200.11	1.329
4	-0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.21	200.25	1.329
5	-0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.45	200.44	1.329
6	-0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.69	200.68	1.329
7	-0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	266.93	200.98	1.328
8	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.17	201.33	1.327
9	-0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.40	201.74	1.326
10	-0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.64	202.20	1.324
11	-1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	267.88	202.71	1.321
12	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.12	203.28	1.319
13	-1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.36	203.91	1.316
14	-1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.60	204.58	1.313
15	-1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	268.84	205.31	1.309
16	-1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.08	206.10	1.306
17	-1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.32	206.94	1.301
18	-1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.56	207.83	1.297

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
19	-1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	269.79	208.78	1.292
20	-1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.03	209.79	1.287
21	-2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.27	210.84	1.282
22	-2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.51	211.95	1.276
23	-2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.75	213.12	1.270
24	-2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	270.99	214.34	1.264
25	-2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.23	215.61	1.258
26	-2.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.47	216.94	1.251
27	-2.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.71	218.32	1.245
28	-2.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	271.95	219.76	1.237
29	-2.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	272.19	221.25	1.230
30	-2.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	272.42	222.79	1.223
31	-3.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	272.66	224.39	1.215
32	-3.09	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	272.90	226.04	1.207

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	0.00	100.000
2	-1.02	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-6.52	43.251
3	-0.94	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-12.97	21.745
4	-0.86	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-19.35	14.577
5	-0.78	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-25.66	10.994
6	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-31.90	8.845
7	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-74.83	3.770
8	0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-73.01	3.864
9	0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-71.07	3.970
10	0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-69.01	4.088
11	0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-66.85	4.220
12	0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-64.57	4.369
13	0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-62.19	4.537
14	0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-59.69	4.727
15	0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-57.07	4.943
16	0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-54.35	5.191
17	1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-51.51	5.477
18	1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-48.56	5.810
19	1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-45.50	6.201
20	1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-42.32	6.666
21	1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-39.04	7.227
22	1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-35.64	7.916
23	1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-32.13	8.781
24	1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-28.51	9.897
25	1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-24.77	11.390
26	1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-20.92	13.485
27	2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-16.96	16.633
28	2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-12.89	21.887
29	2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-8.71	32.407
30	2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-4.41	63.990
31	2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	0.00	100.000

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	0.00	100.000
2	-1.02	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-12.31	22.923
3	-0.94	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-24.29	11.615
4	-0.86	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-35.94	7.849
5	-0.78	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-47.27	5.968
6	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-58.27	4.841
7	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-56.02	5.036
8	0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-59.55	4.738
9	0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-62.56	4.510
10	0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-65.06	4.337
11	0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-67.05	4.208
12	0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-68.53	4.117
13	0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-69.50	4.060
14	0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-69.96	4.033
15	0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-69.91	4.036
16	0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-69.34	4.069
17	1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-68.27	4.132
18	1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-66.69	4.230
19	1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-64.60	4.367
20	1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-62.00	4.551
21	1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-58.89	4.791
22	1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-55.26	5.105
23	1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-51.13	5.518
24	1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-46.49	6.069
25	1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-41.33	6.826

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
26	1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-35.67	7.909
27	2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-29.50	9.565
28	2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-22.81	12.367
29	2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-15.62	18.063
30	2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-7.92	35.639
31	2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	0.00	100.000

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	0.00	100.000
2	-1.02	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-10.78	26.160
3	-0.94	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-21.24	13.283
4	-0.86	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-31.37	8.994
5	-0.78	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-41.16	6.854
6	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-50.63	5.572
7	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-97.62	2.890
8	0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-99.20	2.844
9	0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-100.25	2.814
10	0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-100.80	2.799
11	0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-100.83	2.798
12	0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-100.35	2.812
13	0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-99.35	2.840
14	0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-97.84	2.884
15	0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-95.81	2.945
16	0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-93.27	3.025
17	1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-90.21	3.127
18	1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-86.64	3.256
19	1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-82.56	3.417
20	1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-77.96	3.619
21	1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-72.85	3.873
22	1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-67.23	4.197
23	1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-61.09	4.619
24	1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-54.43	5.183
25	1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-47.26	5.969
26	1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-39.58	7.128
27	2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-31.66	8.910
28	2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-23.75	11.880
29	2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-15.83	17.820
30	2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-7.92	35.639
31	2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	0.00	100.000

Combinazione n° 10 - ECC

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	0.00	100.000
2	-1.02	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	1.37	205.490
3	-0.94	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	2.75	102.745
4	-0.86	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	4.12	68.497
5	-0.78	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	5.49	51.372
6	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	6.86	41.098
7	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-189.99	1.485
8	0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-182.07	1.550
9	0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-174.16	1.620
10	0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-166.24	1.697
11	0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-158.32	1.782
12	0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-150.41	1.876
13	0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-142.49	1.980
14	0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-134.58	2.096
15	0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-126.66	2.227
16	0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-118.74	2.376
17	1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-110.83	2.546
18	1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-102.91	2.741
19	1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-94.99	2.970
20	1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-87.08	3.240
21	1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-79.16	3.564
22	1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-71.25	3.960
23	1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-63.33	4.455
24	1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-55.41	5.091
25	1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-47.50	5.940
26	1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-39.58	7.128
27	2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-31.66	8.910
28	2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-23.75	11.880
29	2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-15.83	17.820
30	2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	-7.92	35.639
31	2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	282.13	0.00	100.000

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ_c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ_{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ_{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

Paramento

Combinazione n° 11 - SLER

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	18260	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	1176817	[kPa]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ_c [kPa]	σ_{fi} [kPa]	σ_{fs} [kPa]
1	0.00	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0	0	0
2	-0.10	100	70	10.05	10.05	0.01	1.72	2	34	36
3	-0.20	100	70	10.05	10.05	0.03	3.43	5	66	75
4	-0.30	100	70	10.05	10.05	0.09	5.15	8	94	118
5	-0.40	100	70	10.05	10.05	0.17	6.86	11	118	164
6	-0.50	100	70	10.05	10.05	0.28	8.58	15	136	216
7	-0.60	100	70	10.05	10.05	0.44	10.30	19	150	273
8	-0.70	100	70	10.05	10.05	0.64	12.01	24	156	337
9	-0.80	100	70	10.05	10.05	0.90	13.73	29	156	408
10	-0.90	100	70	10.05	10.05	1.21	15.45	35	147	487
11	-1.00	100	70	10.05	10.05	1.58	17.16	41	130	575
12	-1.10	100	70	10.05	10.05	2.02	18.88	49	103	672
13	-1.20	100	70	10.05	10.05	2.54	20.59	57	66	780
14	-1.30	100	70	10.05	10.05	3.13	22.31	66	8	902
15	-1.40	100	70	10.05	10.05	3.81	24.03	77	86	1045
16	-1.50	100	70	10.05	10.05	4.58	25.74	91	236	1214
17	-1.60	100	70	10.05	10.05	5.44	27.46	107	467	1413
18	-1.70	100	70	10.05	10.05	6.40	29.18	126	814	1649
19	-1.80	100	70	10.05	10.05	7.47	30.89	150	1318	1924
20	-1.90	100	70	10.05	10.05	8.65	32.61	177	2021	2239
21	-2.00	100	70	10.05	10.05	9.94	34.32	210	2954	2593
22	-2.10	100	70	10.05	10.05	11.36	36.04	246	4138	2981
23	-2.20	100	70	10.05	10.05	12.90	37.76	286	5583	3402
24	-2.30	100	70	10.05	10.05	14.58	39.47	331	7293	3851
25	-2.40	100	70	10.05	10.05	16.40	41.19	379	9271	4328
26	-2.50	100	70	10.05	10.05	18.35	42.90	430	11519	4832
27	-2.60	100	70	10.05	10.05	20.46	44.62	486	14038	5364
28	-2.70	100	70	10.05	10.05	22.73	46.34	546	16834	5925
29	-2.80	100	70	10.05	10.05	25.15	48.05	609	19911	6514
30	-2.90	100	70	10.05	10.05	27.74	49.77	677	23275	7133
31	-3.00	100	70	10.05	10.05	30.49	51.49	749	26933	7784
32	-3.09	100	70	10.05	10.05	33.43	53.20	825	30892	8466

Fondazione

Combinazione n° 11 - SLER

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	18260	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	1176817	[kPa]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ_c [kPa]	σ_{fi} [kPa]	σ_{fs} [kPa]
1	-1.10	100	70	14.07	10.05	0.00	0.00	0	0	0
2	-1.02	100	70	14.07	10.05	0.23	0.00	5	278	44
3	-0.94	100	70	14.07	10.05	0.93	0.00	20	1110	175
4	-0.86	100	70	14.07	10.05	2.09	0.00	45	2491	393
5	-0.78	100	70	14.07	10.05	3.70	0.00	80	4418	696
6	-0.70	100	70	14.07	10.05	5.76	0.00	125	6886	1085
7	0.00	100	70	14.07	10.05	-35.34	0.00	860	6439	58546

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	ofi [kPa]	ofs [kPa]
8	0.10	100	70	14.07	10.05	-33.05	0.00	804	6022	54755
9	0.20	100	70	14.07	10.05	-30.78	0.00	749	5609	50999
10	0.30	100	70	14.07	10.05	-28.54	0.00	694	5201	47290
11	0.40	100	70	14.07	10.05	-26.34	0.00	641	4800	43639
12	0.50	100	70	14.07	10.05	-24.18	0.00	588	4406	40057
13	0.60	100	70	14.07	10.05	-22.06	0.00	537	4020	36556
14	0.70	100	70	14.07	10.05	-20.01	0.00	487	3645	33146
15	0.80	100	70	14.07	10.05	-18.01	0.00	438	3282	29838
16	0.90	100	70	14.07	10.05	-16.08	0.00	391	2930	26644
17	1.00	100	70	14.07	10.05	-14.23	0.00	346	2593	23575
18	1.10	100	70	14.07	10.05	-12.46	0.00	303	2270	20643
19	1.20	100	70	14.07	10.05	-10.78	0.00	262	1964	17858
20	1.30	100	70	14.07	10.05	-9.19	0.00	224	1675	15231
21	1.40	100	70	14.07	10.05	-7.71	0.00	188	1405	12774
22	1.50	100	70	14.07	10.05	-6.34	0.00	154	1155	10498
23	1.60	100	70	14.07	10.05	-5.08	0.00	124	925	8414
24	1.70	100	70	14.07	10.05	-3.94	0.00	96	719	6533
25	1.80	100	70	14.07	10.05	-2.94	0.00	71	535	4867
26	1.90	100	70	14.07	10.05	-2.07	0.00	50	377	3426
27	2.00	100	70	14.07	10.05	-1.34	0.00	33	244	2223
28	2.10	100	70	14.07	10.05	-0.76	0.00	19	139	1267
29	2.20	100	70	14.07	10.05	-0.34	0.00	8	63	571
30	2.30	100	70	14.07	10.05	-0.09	0.00	2	16	145
31	2.40	100	70	14.07	10.05	0.00	0.00	0	0	0

Combinazioni SLEF

Paramento

Combinazione n° 12 - SLEF

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 1569089 [kPa]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	ofi [kPa]	ofs [kPa]
1	0.00	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0	0	0
2	-0.10	100	70	10.05	10.05	0.00	1.72	2	35	36
3	-0.20	100	70	10.05	10.05	0.02	3.43	5	68	73
4	-0.30	100	70	10.05	10.05	0.05	5.15	8	99	113
5	-0.40	100	70	10.05	10.05	0.10	6.86	11	127	155
6	-0.50	100	70	10.05	10.05	0.18	8.58	14	151	202
7	-0.60	100	70	10.05	10.05	0.29	10.30	17	170	253
8	-0.70	100	70	10.05	10.05	0.44	12.01	21	184	309
9	-0.80	100	70	10.05	10.05	0.64	13.73	26	192	372
10	-0.90	100	70	10.05	10.05	0.88	15.45	31	194	441
11	-1.00	100	70	10.05	10.05	1.18	17.16	37	187	518
12	-1.10	100	70	10.05	10.05	1.53	18.88	43	172	603
13	-1.20	100	70	10.05	10.05	1.95	20.59	50	148	698
14	-1.30	100	70	10.05	10.05	2.45	22.31	58	115	802
15	-1.40	100	70	10.05	10.05	3.01	24.03	67	70	917
16	-1.50	100	70	10.05	10.05	3.66	25.74	77	1	1049
17	-1.60	100	70	10.05	10.05	4.40	27.46	89	109	1202
18	-1.70	100	70	10.05	10.05	5.23	29.18	103	280	1383
19	-1.80	100	70	10.05	10.05	6.15	30.89	121	540	1597
20	-1.90	100	70	10.05	10.05	7.18	32.61	142	925	1849
21	-2.00	100	70	10.05	10.05	8.32	34.32	167	1478	2142
22	-2.10	100	70	10.05	10.05	9.57	36.04	196	2242	2478
23	-2.20	100	70	10.05	10.05	10.94	37.76	231	3249	2852
24	-2.30	100	70	10.05	10.05	12.43	39.47	269	4519	3263
25	-2.40	100	70	10.05	10.05	14.05	41.19	312	6062	3705
26	-2.50	100	70	10.05	10.05	15.81	42.90	358	7881	4177
27	-2.60	100	70	10.05	10.05	17.71	44.62	409	9977	4676
28	-2.70	100	70	10.05	10.05	19.76	46.34	463	12350	5204
29	-2.80	100	70	10.05	10.05	21.96	48.05	521	15003	5759
30	-2.90	100	70	10.05	10.05	24.32	49.77	584	17940	6342
31	-3.00	100	70	10.05	10.05	26.84	51.49	650	21164	6954
32	-3.09	100	70	10.05	10.05	29.52	53.20	720	24682	7597

Fondazione

Combinazione n° 12 - SLEF

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 1569089 [kPa]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	-1.10	100	70	14.07	10.05	0.00	0.00	0	0	0
2	-1.02	100	70	14.07	10.05	0.22	0.00	5	267	42
3	-0.94	100	70	14.07	10.05	0.89	0.00	19	1065	168
4	-0.86	100	70	14.07	10.05	2.00	0.00	43	2390	377
5	-0.78	100	70	14.07	10.05	3.55	0.00	77	4239	668
6	-0.70	100	70	14.07	10.05	5.53	0.00	120	6607	1041
7	0.00	100	70	14.07	10.05	-31.16	0.00	758	5678	51624
8	0.10	100	70	14.07	10.05	-29.17	0.00	709	5314	48320
9	0.20	100	70	14.07	10.05	-27.19	0.00	661	4954	45040
10	0.30	100	70	14.07	10.05	-25.23	0.00	614	4597	41796
11	0.40	100	70	14.07	10.05	-23.30	0.00	567	4245	38597
12	0.50	100	70	14.07	10.05	-21.40	0.00	520	3899	35453
13	0.60	100	70	14.07	10.05	-19.54	0.00	475	3561	32376
14	0.70	100	70	14.07	10.05	-17.73	0.00	431	3231	29374
15	0.80	100	70	14.07	10.05	-15.97	0.00	388	2910	26460
16	0.90	100	70	14.07	10.05	-14.27	0.00	347	2600	23642
17	1.00	100	70	14.07	10.05	-12.63	0.00	307	2302	20931
18	1.10	100	70	14.07	10.05	-11.07	0.00	269	2017	18338
19	1.20	100	70	14.07	10.05	-9.58	0.00	233	1746	15872
20	1.30	100	70	14.07	10.05	-8.18	0.00	199	1490	13545
21	1.40	100	70	14.07	10.05	-6.86	0.00	167	1250	11366
22	1.50	100	70	14.07	10.05	-5.64	0.00	137	1028	9345
23	1.60	100	70	14.07	10.05	-4.52	0.00	110	824	7494
24	1.70	100	70	14.07	10.05	-3.51	0.00	85	640	5822
25	1.80	100	70	14.07	10.05	-2.62	0.00	64	477	4339
26	1.90	100	70	14.07	10.05	-1.84	0.00	45	336	3056
27	2.00	100	70	14.07	10.05	-1.20	0.00	29	218	1983
28	2.10	100	70	14.07	10.05	-0.68	0.00	17	124	1131
29	2.20	100	70	14.07	10.05	-0.31	0.00	7	56	510
30	2.30	100	70	14.07	10.05	-0.08	0.00	2	14	129
31	2.40	100	70	14.07	10.05	0.00	0.00	0	0	0

Combinazioni SLEQ

Paramento

Combinazione n° 13 - SLEQ

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 13280 [kPa]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 1569089 [kPa]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	0.00	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0	0	0
2	-0.10	100	70	10.05	10.05	0.00	1.72	2	35	35
3	-0.20	100	70	10.05	10.05	0.01	3.43	5	69	72
4	-0.30	100	70	10.05	10.05	0.02	5.15	7	102	109
5	-0.40	100	70	10.05	10.05	0.06	6.86	10	133	149
6	-0.50	100	70	10.05	10.05	0.11	8.58	13	160	192
7	-0.60	100	70	10.05	10.05	0.20	10.30	16	184	239
8	-0.70	100	70	10.05	10.05	0.31	12.01	20	203	291
9	-0.80	100	70	10.05	10.05	0.46	13.73	24	217	347
10	-0.90	100	70	10.05	10.05	0.66	15.45	29	224	410
11	-1.00	100	70	10.05	10.05	0.91	17.16	34	225	480
12	-1.10	100	70	10.05	10.05	1.20	18.88	39	218	557
13	-1.20	100	70	10.05	10.05	1.56	20.59	46	203	643
14	-1.30	100	70	10.05	10.05	1.99	22.31	53	179	738
15	-1.40	100	70	10.05	10.05	2.48	24.03	61	145	843
16	-1.50	100	70	10.05	10.05	3.05	25.74	70	100	958
17	-1.60	100	70	10.05	10.05	3.70	27.46	79	38	1087
18	-1.70	100	70	10.05	10.05	4.44	29.18	91	61	1237
19	-1.80	100	70	10.05	10.05	5.27	30.89	105	213	1413
20	-1.90	100	70	10.05	10.05	6.20	32.61	122	446	1622
21	-2.00	100	70	10.05	10.05	7.23	34.32	142	793	1867
22	-2.10	100	70	10.05	10.05	8.37	36.04	167	1297	2155
23	-2.20	100	70	10.05	10.05	9.62	37.76	195	2003	2486
24	-2.30	100	70	10.05	10.05	11.00	39.47	229	2949	2859
25	-2.40	100	70	10.05	10.05	12.49	41.19	267	4162	3270
26	-2.50	100	70	10.05	10.05	14.12	42.90	310	5655	3716
27	-2.60	100	70	10.05	10.05	15.88	44.62	356	7433	4193
28	-2.70	100	70	10.05	10.05	17.79	46.34	407	9495	4698
29	-2.80	100	70	10.05	10.05	19.84	48.05	462	11842	5231
30	-2.90	100	70	10.05	10.05	22.04	49.77	520	14474	5791
31	-3.00	100	70	10.05	10.05	24.40	51.49	583	17394	6380
32	-3.09	100	70	10.05	10.05	26.92	53.20	649	20606	6997

Fondazione

Combinazione n° 13 - SLEQ

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 13280 [kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio 1569089 [kPa]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	-1.10	100	70	14.07	10.05	0.00	0.00	0	0	0
2	-1.02	100	70	14.07	10.05	0.22	0.00	5	259	41
3	-0.94	100	70	14.07	10.05	0.87	0.00	19	1034	163
4	-0.86	100	70	14.07	10.05	1.94	0.00	42	2322	366
5	-0.78	100	70	14.07	10.05	3.45	0.00	75	4119	649
6	-0.70	100	70	14.07	10.05	5.38	0.00	117	6421	1012
7	0.00	100	70	14.07	10.05	-28.37	0.00	690	5170	47010
8	0.10	100	70	14.07	10.05	-26.58	0.00	646	4843	44030
9	0.20	100	70	14.07	10.05	-24.79	0.00	603	4517	41068
10	0.30	100	70	14.07	10.05	-23.02	0.00	560	4194	38133
11	0.40	100	70	14.07	10.05	-21.27	0.00	517	3875	35235
12	0.50	100	70	14.07	10.05	-19.55	0.00	475	3562	32384
13	0.60	100	70	14.07	10.05	-17.86	0.00	434	3254	29589
14	0.70	100	70	14.07	10.05	-16.21	0.00	394	2954	26860
15	0.80	100	70	14.07	10.05	-14.61	0.00	355	2662	24207
16	0.90	100	70	14.07	10.05	-13.06	0.00	318	2380	21640
17	1.00	100	70	14.07	10.05	-11.57	0.00	281	2108	19168
18	1.10	100	70	14.07	10.05	-10.14	0.00	247	1848	16801
19	1.20	100	70	14.07	10.05	-8.78	0.00	214	1600	14549
20	1.30	100	70	14.07	10.05	-7.50	0.00	182	1366	12421
21	1.40	100	70	14.07	10.05	-6.29	0.00	153	1147	10427
22	1.50	100	70	14.07	10.05	-5.18	0.00	126	943	8577
23	1.60	100	70	14.07	10.05	-4.15	0.00	101	757	6880
24	1.70	100	70	14.07	10.05	-3.23	0.00	79	588	5347
25	1.80	100	70	14.07	10.05	-2.41	0.00	59	438	3987
26	1.90	100	70	14.07	10.05	-1.70	0.00	41	309	2809
27	2.00	100	70	14.07	10.05	-1.10	0.00	27	201	1824
28	2.10	100	70	14.07	10.05	-0.63	0.00	15	114	1040
29	2.20	100	70	14.07	10.05	-0.28	0.00	7	52	469
30	2.30	100	70	14.07	10.05	-0.07	0.00	2	13	119
31	2.40	100	70	14.07	10.05	0.00	0.00	0	0	0

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n° indice sezione
Y ordinata sezione espressa in [m]
B larghezza sezione espresso in [cm]
H altezza sezione espressa in [cm]
Afi area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff area efficace espressa in [cmq]
M momento agente espressa in [kNm]
Mpf momento di formazione/apertura fessure espressa in [kNm]
ε deformazione espresso in %
Sm spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLER

Paramento

Combinazione n° 11 - SLER

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	0.00	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000
2	-0.10	100	70	10.05	1450.00	0.01	276.05	0.000000	0.00	0.000
3	-0.20	100	70	10.05	1450.00	0.03	276.27	0.000000	0.00	0.000
4	-0.30	100	70	10.05	1450.00	0.09	276.48	0.000000	0.00	0.000
5	-0.40	100	70	10.05	1450.00	0.17	276.68	0.000000	0.00	0.000
6	-0.50	100	70	10.05	1450.00	0.28	276.88	0.000000	0.00	0.000
7	-0.60	100	70	10.05	1450.00	0.44	277.10	0.000000	0.00	0.000
8	-0.70	100	70	10.05	1450.00	0.64	277.30	0.000000	0.00	0.000
9	-0.80	100	70	10.05	1450.00	0.90	277.52	0.000000	0.00	0.000

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
10	-0.90	100	70	10.05	1450.00	1.21	277.73	0.000000	0.00	0.000
11	-1.00	100	70	10.05	1450.00	1.58	277.94	0.000000	0.00	0.000
12	-1.10	100	70	10.05	1450.00	2.02	278.15	0.000000	0.00	0.000
13	-1.20	100	70	10.05	1450.00	2.54	278.36	0.000000	0.00	0.000
14	-1.30	100	70	10.05	1450.00	3.13	278.57	0.000000	0.00	0.000
15	-1.40	100	70	10.05	1450.00	3.81	278.78	0.000000	0.00	0.000
16	-1.50	100	70	10.05	1450.00	4.58	278.98	0.000000	0.00	0.000
17	-1.60	100	70	10.05	1450.00	5.44	279.19	0.000000	0.00	0.000
18	-1.70	100	70	10.05	1450.00	6.40	279.40	0.000000	0.00	0.000
19	-1.80	100	70	10.05	1450.00	7.47	279.61	0.000000	0.00	0.000
20	-1.90	100	70	10.05	1450.00	8.65	279.83	0.000000	0.00	0.000
21	-2.00	100	70	10.05	1450.00	9.94	280.03	0.000000	0.00	0.000
22	-2.10	100	70	10.05	1450.00	11.36	280.24	0.000000	0.00	0.000
23	-2.20	100	70	10.05	1450.00	12.90	280.44	0.000000	0.00	0.000
24	-2.30	100	70	10.05	1450.00	14.58	280.67	0.000000	0.00	0.000
25	-2.40	100	70	10.05	1450.00	16.40	280.87	0.000000	0.00	0.000
26	-2.50	100	70	10.05	1450.00	18.35	281.07	0.000000	0.00	0.000
27	-2.60	100	70	10.05	1450.00	20.46	281.28	0.000000	0.00	0.000
28	-2.70	100	70	10.05	1450.00	22.73	281.49	0.000000	0.00	0.000
29	-2.80	100	70	10.05	1450.00	25.15	281.70	0.000000	0.00	0.000
30	-2.90	100	70	10.05	1450.00	27.74	281.91	0.000000	0.00	0.000
31	-3.00	100	70	10.05	1450.00	30.49	282.12	0.000000	0.00	0.000
32	-3.09	100	70	10.05	1450.00	33.43	282.33	0.000000	0.00	0.000

Fondazione

Combinazione n° 11 - SLER

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	-1.10	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000
2	-1.02	100	70	14.07	1450.00	0.23	282.29	0.000000	0.00	0.000
3	-0.94	100	70	14.07	1450.00	0.93	282.29	0.000000	0.00	0.000
4	-0.86	100	70	14.07	1450.00	2.09	282.29	0.000000	0.00	0.000
5	-0.78	100	70	14.07	1450.00	3.70	282.29	0.000000	0.00	0.000
6	-0.70	100	70	14.07	1450.00	5.76	282.29	0.000000	0.00	0.000
7	0.00	100	70	10.05	1450.00	-35.34	-278.46	0.000000	0.00	0.000
8	0.10	100	70	10.05	1450.00	-33.05	-278.46	0.000000	0.00	0.000
9	0.20	100	70	10.05	1450.00	-30.78	-278.46	0.000000	0.00	0.000
10	0.30	100	70	10.05	1450.00	-28.54	-278.46	0.000000	0.00	0.000
11	0.40	100	70	10.05	1450.00	-26.34	-278.46	0.000000	0.00	0.000
12	0.50	100	70	10.05	1450.00	-24.18	-278.46	0.000000	0.00	0.000
13	0.60	100	70	10.05	1450.00	-22.06	-278.46	0.000000	0.00	0.000
14	0.70	100	70	10.05	1450.00	-20.01	-278.46	0.000000	0.00	0.000
15	0.80	100	70	10.05	1450.00	-18.01	-278.46	0.000000	0.00	0.000
16	0.90	100	70	10.05	1450.00	-16.08	-278.46	0.000000	0.00	0.000
17	1.00	100	70	10.05	1450.00	-14.23	-278.46	0.000000	0.00	0.000
18	1.10	100	70	10.05	1450.00	-12.46	-278.46	0.000000	0.00	0.000
19	1.20	100	70	10.05	1450.00	-10.78	-278.46	0.000000	0.00	0.000
20	1.30	100	70	10.05	1450.00	-9.19	-278.46	0.000000	0.00	0.000
21	1.40	100	70	10.05	1450.00	-7.71	-278.46	0.000000	0.00	0.000
22	1.50	100	70	10.05	1450.00	-6.34	-278.46	0.000000	0.00	0.000
23	1.60	100	70	10.05	1450.00	-5.08	-278.46	0.000000	0.00	0.000
24	1.70	100	70	10.05	1450.00	-3.94	-278.46	0.000000	0.00	0.000
25	1.80	100	70	10.05	1450.00	-2.94	-278.46	0.000000	0.00	0.000
26	1.90	100	70	10.05	1450.00	-2.07	-278.46	0.000000	0.00	0.000
27	2.00	100	70	10.05	1450.00	-1.34	-278.46	0.000000	0.00	0.000
28	2.10	100	70	10.05	1450.00	-0.76	-278.46	0.000000	0.00	0.000
29	2.20	100	70	10.05	1450.00	-0.34	-278.46	0.000000	0.00	0.000
30	2.30	100	70	10.05	1450.00	-0.09	-278.46	0.000000	0.00	0.000
31	2.40	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000

Combinazioni SLEF

Paramento

Combinazione n° 12 - SLEF

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	0.00	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000
2	-0.10	100	70	10.05	1450.00	0.00	276.05	0.000000	0.00	0.000
3	-0.20	100	70	10.05	1450.00	0.02	276.26	0.000000	0.00	0.000

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
4	-0.30	100	70	10.05	1450.00	0.05	276.48	0.000000	0.00	0.000
5	-0.40	100	70	10.05	1450.00	0.10	276.68	0.000000	0.00	0.000
6	-0.50	100	70	10.05	1450.00	0.18	276.90	0.000000	0.00	0.000
7	-0.60	100	70	10.05	1450.00	0.29	277.11	0.000000	0.00	0.000
8	-0.70	100	70	10.05	1450.00	0.44	277.31	0.000000	0.00	0.000
9	-0.80	100	70	10.05	1450.00	0.64	277.53	0.000000	0.00	0.000
10	-0.90	100	70	10.05	1450.00	0.88	277.73	0.000000	0.00	0.000
11	-1.00	100	70	10.05	1450.00	1.18	277.93	0.000000	0.00	0.000
12	-1.10	100	70	10.05	1450.00	1.53	278.15	0.000000	0.00	0.000
13	-1.20	100	70	10.05	1450.00	1.95	278.36	0.000000	0.00	0.000
14	-1.30	100	70	10.05	1450.00	2.45	278.57	0.000000	0.00	0.000
15	-1.40	100	70	10.05	1450.00	3.01	278.77	0.000000	0.00	0.000
16	-1.50	100	70	10.05	1450.00	3.66	278.98	0.000000	0.00	0.000
17	-1.60	100	70	10.05	1450.00	4.40	279.20	0.000000	0.00	0.000
18	-1.70	100	70	10.05	1450.00	5.23	279.39	0.000000	0.00	0.000
19	-1.80	100	70	10.05	1450.00	6.15	279.61	0.000000	0.00	0.000
20	-1.90	100	70	10.05	1450.00	7.18	279.82	0.000000	0.00	0.000
21	-2.00	100	70	10.05	1450.00	8.32	280.03	0.000000	0.00	0.000
22	-2.10	100	70	10.05	1450.00	9.57	280.24	0.000000	0.00	0.000
23	-2.20	100	70	10.05	1450.00	10.94	280.45	0.000000	0.00	0.000
24	-2.30	100	70	10.05	1450.00	12.43	280.66	0.000000	0.00	0.000
25	-2.40	100	70	10.05	1450.00	14.05	280.87	0.000000	0.00	0.000
26	-2.50	100	70	10.05	1450.00	15.81	281.08	0.000000	0.00	0.000
27	-2.60	100	70	10.05	1450.00	17.71	281.29	0.000000	0.00	0.000
28	-2.70	100	70	10.05	1450.00	19.76	281.50	0.000000	0.00	0.000
29	-2.80	100	70	10.05	1450.00	21.96	281.71	0.000000	0.00	0.000
30	-2.90	100	70	10.05	1450.00	24.32	281.92	0.000000	0.00	0.000
31	-3.00	100	70	10.05	1450.00	26.84	282.12	0.000000	0.00	0.000
32	-3.09	100	70	10.05	1450.00	29.52	282.33	0.000000	0.00	0.000

Fondazione

Combinazione n° 12 - SLEF

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	-1.10	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000
2	-1.02	100	70	14.07	1450.00	0.22	282.29	0.000000	0.00	0.000
3	-0.94	100	70	14.07	1450.00	0.89	282.29	0.000000	0.00	0.000
4	-0.86	100	70	14.07	1450.00	2.00	282.29	0.000000	0.00	0.000
5	-0.78	100	70	14.07	1450.00	3.55	282.29	0.000000	0.00	0.000
6	-0.70	100	70	14.07	1450.00	5.53	282.29	0.000000	0.00	0.000
7	0.00	100	70	10.05	1450.00	-31.16	-278.46	0.000000	0.00	0.000
8	0.10	100	70	10.05	1450.00	-29.17	-278.46	0.000000	0.00	0.000
9	0.20	100	70	10.05	1450.00	-27.19	-278.46	0.000000	0.00	0.000
10	0.30	100	70	10.05	1450.00	-25.23	-278.46	0.000000	0.00	0.000
11	0.40	100	70	10.05	1450.00	-23.30	-278.46	0.000000	0.00	0.000
12	0.50	100	70	10.05	1450.00	-21.40	-278.46	0.000000	0.00	0.000
13	0.60	100	70	10.05	1450.00	-19.54	-278.46	0.000000	0.00	0.000
14	0.70	100	70	10.05	1450.00	-17.73	-278.46	0.000000	0.00	0.000
15	0.80	100	70	10.05	1450.00	-15.97	-278.46	0.000000	0.00	0.000
16	0.90	100	70	10.05	1450.00	-14.27	-278.46	0.000000	0.00	0.000
17	1.00	100	70	10.05	1450.00	-12.63	-278.46	0.000000	0.00	0.000
18	1.10	100	70	10.05	1450.00	-11.07	-278.46	0.000000	0.00	0.000
19	1.20	100	70	10.05	1450.00	-9.58	-278.46	0.000000	0.00	0.000
20	1.30	100	70	10.05	1450.00	-8.18	-278.46	0.000000	0.00	0.000
21	1.40	100	70	10.05	1450.00	-6.86	-278.46	0.000000	0.00	0.000
22	1.50	100	70	10.05	1450.00	-5.64	-278.46	0.000000	0.00	0.000
23	1.60	100	70	10.05	1450.00	-4.52	-278.46	0.000000	0.00	0.000
24	1.70	100	70	10.05	1450.00	-3.51	-278.46	0.000000	0.00	0.000
25	1.80	100	70	10.05	1450.00	-2.62	-278.46	0.000000	0.00	0.000
26	1.90	100	70	10.05	1450.00	-1.84	-278.46	0.000000	0.00	0.000
27	2.00	100	70	10.05	1450.00	-1.20	-278.46	0.000000	0.00	0.000
28	2.10	100	70	10.05	1450.00	-0.68	-278.46	0.000000	0.00	0.000
29	2.20	100	70	10.05	1450.00	-0.31	-278.46	0.000000	0.00	0.000
30	2.30	100	70	10.05	1450.00	-0.08	-278.46	0.000000	0.00	0.000
31	2.40	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000

Combinazioni SLEQ

Paramento

Combinazione n° 13 - SLEQ

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	0.00	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000
2	-0.10	100	70	10.05	1450.00	0.00	276.05	0.000000	0.00	0.000
3	-0.20	100	70	10.05	1450.00	0.01	276.26	0.000000	0.00	0.000
4	-0.30	100	70	10.05	1450.00	0.02	276.47	0.000000	0.00	0.000
5	-0.40	100	70	10.05	1450.00	0.06	276.68	0.000000	0.00	0.000
6	-0.50	100	70	10.05	1450.00	0.11	276.89	0.000000	0.00	0.000
7	-0.60	100	70	10.05	1450.00	0.20	277.10	0.000000	0.00	0.000
8	-0.70	100	70	10.05	1450.00	0.31	277.32	0.000000	0.00	0.000
9	-0.80	100	70	10.05	1450.00	0.46	277.53	0.000000	0.00	0.000
10	-0.90	100	70	10.05	1450.00	0.66	277.72	0.000000	0.00	0.000
11	-1.00	100	70	10.05	1450.00	0.91	277.94	0.000000	0.00	0.000
12	-1.10	100	70	10.05	1450.00	1.20	278.15	0.000000	0.00	0.000
13	-1.20	100	70	10.05	1450.00	1.56	278.36	0.000000	0.00	0.000
14	-1.30	100	70	10.05	1450.00	1.99	278.57	0.000000	0.00	0.000
15	-1.40	100	70	10.05	1450.00	2.48	278.78	0.000000	0.00	0.000
16	-1.50	100	70	10.05	1450.00	3.05	278.98	0.000000	0.00	0.000
17	-1.60	100	70	10.05	1450.00	3.70	279.19	0.000000	0.00	0.000
18	-1.70	100	70	10.05	1450.00	4.44	279.40	0.000000	0.00	0.000
19	-1.80	100	70	10.05	1450.00	5.27	279.61	0.000000	0.00	0.000
20	-1.90	100	70	10.05	1450.00	6.20	279.81	0.000000	0.00	0.000
21	-2.00	100	70	10.05	1450.00	7.23	280.02	0.000000	0.00	0.000
22	-2.10	100	70	10.05	1450.00	8.37	280.24	0.000000	0.00	0.000
23	-2.20	100	70	10.05	1450.00	9.62	280.44	0.000000	0.00	0.000
24	-2.30	100	70	10.05	1450.00	11.00	280.66	0.000000	0.00	0.000
25	-2.40	100	70	10.05	1450.00	12.49	280.86	0.000000	0.00	0.000
26	-2.50	100	70	10.05	1450.00	14.12	281.07	0.000000	0.00	0.000
27	-2.60	100	70	10.05	1450.00	15.88	281.28	0.000000	0.00	0.000
28	-2.70	100	70	10.05	1450.00	17.79	281.50	0.000000	0.00	0.000
29	-2.80	100	70	10.05	1450.00	19.84	281.71	0.000000	0.00	0.000
30	-2.90	100	70	10.05	1450.00	22.04	281.92	0.000000	0.00	0.000
31	-3.00	100	70	10.05	1450.00	24.40	282.12	0.000000	0.00	0.000
32	-3.09	100	70	10.05	1450.00	26.92	282.34	0.000000	0.00	0.000

Fondazione

Combinazione n° 13 - SLEQ

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	-1.10	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000
2	-1.02	100	70	14.07	1450.00	0.22	282.29	0.000000	0.00	0.000
3	-0.94	100	70	14.07	1450.00	0.87	282.29	0.000000	0.00	0.000
4	-0.86	100	70	14.07	1450.00	1.94	282.29	0.000000	0.00	0.000
5	-0.78	100	70	14.07	1450.00	3.45	282.29	0.000000	0.00	0.000
6	-0.70	100	70	14.07	1450.00	5.38	282.29	0.000000	0.00	0.000
7	0.00	100	70	10.05	1450.00	-28.37	-278.46	0.000000	0.00	0.000
8	0.10	100	70	10.05	1450.00	-26.58	-278.46	0.000000	0.00	0.000
9	0.20	100	70	10.05	1450.00	-24.79	-278.46	0.000000	0.00	0.000
10	0.30	100	70	10.05	1450.00	-23.02	-278.46	0.000000	0.00	0.000
11	0.40	100	70	10.05	1450.00	-21.27	-278.46	0.000000	0.00	0.000
12	0.50	100	70	10.05	1450.00	-19.55	-278.46	0.000000	0.00	0.000
13	0.60	100	70	10.05	1450.00	-17.86	-278.46	0.000000	0.00	0.000
14	0.70	100	70	10.05	1450.00	-16.21	-278.46	0.000000	0.00	0.000
15	0.80	100	70	10.05	1450.00	-14.61	-278.46	0.000000	0.00	0.000
16	0.90	100	70	10.05	1450.00	-13.06	-278.46	0.000000	0.00	0.000
17	1.00	100	70	10.05	1450.00	-11.57	-278.46	0.000000	0.00	0.000
18	1.10	100	70	10.05	1450.00	-10.14	-278.46	0.000000	0.00	0.000
19	1.20	100	70	10.05	1450.00	-8.78	-278.46	0.000000	0.00	0.000
20	1.30	100	70	10.05	1450.00	-7.50	-278.46	0.000000	0.00	0.000
21	1.40	100	70	10.05	1450.00	-6.29	-278.46	0.000000	0.00	0.000
22	1.50	100	70	10.05	1450.00	-5.18	-278.46	0.000000	0.00	0.000
23	1.60	100	70	10.05	1450.00	-4.15	-278.46	0.000000	0.00	0.000
24	1.70	100	70	10.05	1450.00	-3.23	-278.46	0.000000	0.00	0.000
25	1.80	100	70	10.05	1450.00	-2.41	-278.46	0.000000	0.00	0.000
26	1.90	100	70	10.05	1450.00	-1.70	-278.46	0.000000	0.00	0.000
27	2.00	100	70	10.05	1450.00	-1.10	-278.46	0.000000	0.00	0.000
28	2.10	100	70	10.05	1450.00	-0.63	-278.46	0.000000	0.00	0.000
29	2.20	100	70	10.05	1450.00	-0.28	-278.46	0.000000	0.00	0.000
30	2.30	100	70	10.05	1450.00	-0.07	-278.46	0.000000	0.00	0.000
31	2.40	100	70	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000

11.4.5 Verifiche Strutturali per azioni da urto

Verifiche strutturali

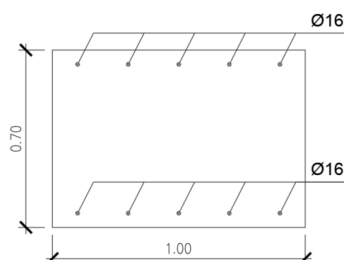
Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mrd	momento resistente espresso in [kNm]
Nrd	sforzo normale resistente espresso in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento



Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	0.00	100	70	10.05	10.05	32.00	200.00	1312.18	8201.12	41.006
2	-0.10	100	70	10.05	10.05	36.20	201.72	1361.78	7587.99	37.617
3	-0.20	100	70	10.05	10.05	40.41	203.43	1397.03	7033.38	34.574
4	-0.30	100	70	10.05	10.05	44.62	205.15	1417.67	6517.30	31.769
5	-0.40	100	70	10.05	10.05	48.86	206.86	1431.10	6059.25	29.291
6	-0.50	100	70	10.05	10.05	53.11	208.58	1437.99	5647.08	27.074
7	-0.60	100	70	10.05	10.05	57.40	210.30	1442.22	5284.24	25.127
8	-0.70	100	70	10.05	10.05	61.71	212.01	1442.05	4954.28	23.368
9	-0.80	100	70	10.05	10.05	66.06	213.73	1441.91	4664.83	21.826
10	-0.90	100	70	10.05	10.05	70.46	215.45	1441.32	4407.11	20.456
11	-1.00	100	70	10.05	10.05	74.91	217.16	1439.25	4172.59	19.214
12	-1.10	100	70	10.05	10.05	79.40	218.88	1437.39	3962.14	18.102
13	-1.20	100	70	10.05	10.05	83.96	220.59	1435.70	3771.97	17.099
14	-1.30	100	70	10.05	10.05	88.59	222.31	1434.17	3599.06	16.189
15	-1.40	100	70	10.05	10.05	93.28	224.03	1432.52	3440.35	15.357
16	-1.50	100	70	10.05	10.05	98.05	225.74	1428.16	3288.01	14.565
17	-1.60	100	70	10.05	10.05	102.90	227.46	1424.15	3147.96	13.840
18	-1.70	100	70	10.05	10.05	107.84	229.18	1420.45	3018.60	13.172
19	-1.80	100	70	10.05	10.05	112.87	230.89	1417.02	2898.65	12.554
20	-1.90	100	70	10.05	10.05	118.00	232.61	1413.83	2786.99	11.982
21	-2.00	100	70	10.05	10.05	123.23	234.32	1410.84	2682.71	11.449
22	-2.10	100	70	10.05	10.05	128.57	236.04	1408.05	2585.00	10.952
23	-2.20	100	70	10.05	10.05	134.02	237.76	1405.42	2493.19	10.486
24	-2.30	100	70	10.05	10.05	139.60	239.47	1402.94	2406.70	10.050
25	-2.40	100	70	10.05	10.05	145.29	241.19	1381.12	2292.68	9.506
26	-2.50	100	70	10.05	10.05	151.12	242.90	1359.79	2185.68	8.998
27	-2.60	100	70	10.05	10.05	157.08	244.62	1340.11	2086.91	8.531
28	-2.70	100	70	10.05	10.05	163.19	246.34	1321.87	1995.42	8.100
29	-2.80	100	70	10.05	10.05	169.44	248.05	1304.92	1910.39	7.702
30	-2.90	100	70	10.05	10.05	175.84	249.77	1289.13	1831.14	7.331
31	-3.00	100	70	10.05	10.05	182.40	251.49	1274.36	1757.07	6.987
32	-3.09	100	70	10.05	10.05	189.12	253.20	1260.53	1687.66	6.665

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	0.00	100	70	10.05	10.05	32.00	200.00	1312.18	8201.12	41.006
2	-0.10	100	70	10.05	10.05	36.20	201.72	1361.78	7587.99	37.617
3	-0.20	100	70	10.05	10.05	40.41	203.43	1397.03	7033.38	34.574

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
4	-0.30	100	70	10.05	10.05	44.62	205.15	1417.67	6517.30	31.769
5	-0.40	100	70	10.05	10.05	48.86	206.86	1431.10	6059.25	29.291
6	-0.50	100	70	10.05	10.05	53.11	208.58	1437.99	5647.08	27.074
7	-0.60	100	70	10.05	10.05	57.40	210.30	1442.22	5284.24	25.127
8	-0.70	100	70	10.05	10.05	61.71	212.01	1442.05	4954.28	23.368
9	-0.80	100	70	10.05	10.05	66.06	213.73	1441.91	4664.83	21.826
10	-0.90	100	70	10.05	10.05	70.46	215.45	1441.32	4407.11	20.456
11	-1.00	100	70	10.05	10.05	74.91	217.16	1439.25	4172.59	19.214
12	-1.10	100	70	10.05	10.05	79.40	218.88	1437.39	3962.14	18.102
13	-1.20	100	70	10.05	10.05	83.96	220.59	1435.70	3771.97	17.099
14	-1.30	100	70	10.05	10.05	88.59	222.31	1434.17	3599.06	16.189
15	-1.40	100	70	10.05	10.05	93.28	224.03	1432.52	3440.35	15.357
16	-1.50	100	70	10.05	10.05	98.05	225.74	1428.16	3288.01	14.565
17	-1.60	100	70	10.05	10.05	102.90	227.46	1424.15	3147.96	13.840
18	-1.70	100	70	10.05	10.05	107.84	229.18	1420.45	3018.60	13.172
19	-1.80	100	70	10.05	10.05	112.87	230.89	1417.02	2898.65	12.554
20	-1.90	100	70	10.05	10.05	118.00	232.61	1413.83	2786.99	11.982
21	-2.00	100	70	10.05	10.05	123.23	234.32	1410.84	2682.71	11.449
22	-2.10	100	70	10.05	10.05	128.57	236.04	1408.05	2585.00	10.952
23	-2.20	100	70	10.05	10.05	134.02	237.76	1405.42	2493.19	10.486
24	-2.30	100	70	10.05	10.05	139.60	239.47	1402.94	2406.70	10.050
25	-2.40	100	70	10.05	10.05	145.29	241.19	1381.12	2292.68	9.506
26	-2.50	100	70	10.05	10.05	151.12	242.90	1359.79	2185.68	8.998
27	-2.60	100	70	10.05	10.05	157.08	244.62	1340.11	2086.91	8.531
28	-2.70	100	70	10.05	10.05	163.19	246.34	1321.87	1995.42	8.100
29	-2.80	100	70	10.05	10.05	169.44	248.05	1304.92	1910.39	7.702
30	-2.90	100	70	10.05	10.05	175.84	249.77	1289.13	1831.14	7.331
31	-3.00	100	70	10.05	10.05	182.40	251.49	1274.36	1757.07	6.987
32	-3.09	100	70	10.05	10.05	189.12	253.20	1260.53	1687.66	6.665

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	0.00	100	70	10.05	10.05	32.00	200.00	1312.18	8201.12	41.006
2	-0.10	100	70	10.05	10.05	36.20	201.72	1361.78	7587.99	37.617
3	-0.20	100	70	10.05	10.05	40.41	203.43	1397.03	7033.38	34.574
4	-0.30	100	70	10.05	10.05	44.62	205.15	1417.67	6517.30	31.769
5	-0.40	100	70	10.05	10.05	48.86	206.86	1431.10	6059.25	29.291
6	-0.50	100	70	10.05	10.05	53.11	208.58	1437.99	5647.08	27.074
7	-0.60	100	70	10.05	10.05	57.40	210.30	1442.22	5284.24	25.127
8	-0.70	100	70	10.05	10.05	61.71	212.01	1442.05	4954.28	23.368
9	-0.80	100	70	10.05	10.05	66.06	213.73	1441.91	4664.83	21.826
10	-0.90	100	70	10.05	10.05	70.46	215.45	1441.32	4407.11	20.456
11	-1.00	100	70	10.05	10.05	74.91	217.16	1439.25	4172.59	19.214
12	-1.10	100	70	10.05	10.05	79.40	218.88	1437.39	3962.14	18.102
13	-1.20	100	70	10.05	10.05	83.96	220.59	1435.70	3771.97	17.099
14	-1.30	100	70	10.05	10.05	88.59	222.31	1434.17	3599.06	16.189
15	-1.40	100	70	10.05	10.05	93.28	224.03	1432.52	3440.35	15.357
16	-1.50	100	70	10.05	10.05	98.05	225.74	1428.16	3288.01	14.565
17	-1.60	100	70	10.05	10.05	102.90	227.46	1424.15	3147.96	13.840
18	-1.70	100	70	10.05	10.05	107.84	229.18	1420.45	3018.60	13.172
19	-1.80	100	70	10.05	10.05	112.87	230.89	1417.02	2898.65	12.554
20	-1.90	100	70	10.05	10.05	118.00	232.61	1413.83	2786.99	11.982
21	-2.00	100	70	10.05	10.05	123.23	234.32	1410.84	2682.71	11.449
22	-2.10	100	70	10.05	10.05	128.57	236.04	1408.05	2585.00	10.952
23	-2.20	100	70	10.05	10.05	134.02	237.76	1405.42	2493.19	10.486
24	-2.30	100	70	10.05	10.05	139.60	239.47	1402.94	2406.70	10.050
25	-2.40	100	70	10.05	10.05	145.29	241.19	1381.12	2292.68	9.506
26	-2.50	100	70	10.05	10.05	151.12	242.90	1359.79	2185.68	8.998
27	-2.60	100	70	10.05	10.05	157.08	244.62	1340.11	2086.91	8.531
28	-2.70	100	70	10.05	10.05	163.19	246.34	1321.87	1995.42	8.100
29	-2.80	100	70	10.05	10.05	169.44	248.05	1304.92	1910.39	7.702
30	-2.90	100	70	10.05	10.05	175.84	249.77	1289.13	1831.14	7.331
31	-3.00	100	70	10.05	10.05	182.40	251.49	1274.36	1757.07	6.987
32	-3.09	100	70	10.05	10.05	189.12	253.20	1260.53	1687.66	6.665

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

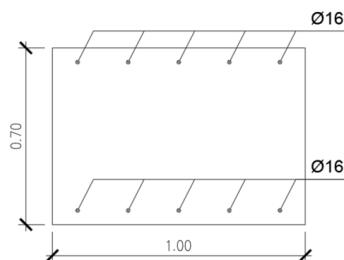
n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	0.00	100	70	10.05	10.05	32.00	200.00	1312.18	8201.12	41.006
2	-0.10	100	70	10.05	10.05	36.20	201.72	1361.78	7587.99	37.617
3	-0.20	100	70	10.05	10.05	40.41	203.43	1397.03	7033.38	34.574
4	-0.30	100	70	10.05	10.05	44.62	205.15	1417.67	6517.30	31.769
5	-0.40	100	70	10.05	10.05	48.86	206.86	1431.10	6059.25	29.291
6	-0.50	100	70	10.05	10.05	53.11	208.58	1437.99	5647.08	27.074
7	-0.60	100	70	10.05	10.05	57.40	210.30	1442.22	5284.24	25.127
8	-0.70	100	70	10.05	10.05	61.71	212.01	1442.05	4954.28	23.368
9	-0.80	100	70	10.05	10.05	66.06	213.73	1441.91	4664.83	21.826
10	-0.90	100	70	10.05	10.05	70.46	215.45	1441.32	4407.11	20.456
11	-1.00	100	70	10.05	10.05	74.91	217.16	1439.25	4172.59	19.214
12	-1.10	100	70	10.05	10.05	79.40	218.88	1437.39	3962.14	18.102
13	-1.20	100	70	10.05	10.05	83.96	220.59	1435.70	3771.97	17.099

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
14	-1.30	100	70	10.05	10.05	88.59	222.31	1434.17	3599.06	16.189
15	-1.40	100	70	10.05	10.05	93.28	224.03	1432.52	3440.35	15.357
16	-1.50	100	70	10.05	10.05	98.05	225.74	1428.16	3288.01	14.565
17	-1.60	100	70	10.05	10.05	102.90	227.46	1424.15	3147.96	13.840
18	-1.70	100	70	10.05	10.05	107.84	229.18	1420.45	3018.60	13.172
19	-1.80	100	70	10.05	10.05	112.87	230.89	1417.02	2898.65	12.554
20	-1.90	100	70	10.05	10.05	118.00	232.61	1413.83	2786.99	11.982
21	-2.00	100	70	10.05	10.05	123.23	234.32	1410.84	2682.71	11.449
22	-2.10	100	70	10.05	10.05	128.57	236.04	1408.05	2585.00	10.952
23	-2.20	100	70	10.05	10.05	134.02	237.76	1405.42	2493.19	10.486
24	-2.30	100	70	10.05	10.05	139.60	239.47	1402.94	2406.70	10.050
25	-2.40	100	70	10.05	10.05	145.29	241.19	1381.12	2292.68	9.506
26	-2.50	100	70	10.05	10.05	151.12	242.90	1359.79	2185.68	8.998
27	-2.60	100	70	10.05	10.05	157.08	244.62	1340.11	2086.91	8.531
28	-2.70	100	70	10.05	10.05	163.19	246.34	1321.87	1995.42	8.100
29	-2.80	100	70	10.05	10.05	169.44	248.05	1304.92	1910.39	7.702
30	-2.90	100	70	10.05	10.05	175.84	249.77	1289.13	1831.14	7.331
31	-3.00	100	70	10.05	10.05	182.40	251.49	1274.36	1757.07	6.987
32	-3.09	100	70	10.05	10.05	189.12	253.20	1260.53	1687.66	6.665

Combinazione n° 7 - ECC

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	0.00	100	70	10.05	10.05	32.00	200.00	1877.94	11737.12	58.686
2	-0.10	100	70	10.05	10.05	36.20	201.72	1936.02	10787.78	53.480
3	-0.20	100	70	10.05	10.05	40.41	203.43	1969.54	9915.73	48.742
4	-0.30	100	70	10.05	10.05	44.62	205.15	1987.08	9135.00	44.529
5	-0.40	100	70	10.05	10.05	48.86	206.86	1988.01	8417.16	40.689
6	-0.50	100	70	10.05	10.05	53.11	208.58	1982.15	7784.03	37.319
7	-0.60	100	70	10.05	10.05	57.40	210.30	1970.11	7218.39	34.325
8	-0.70	100	70	10.05	10.05	61.71	212.01	1958.71	6729.28	31.740
9	-0.80	100	70	10.05	10.05	66.06	213.73	1942.52	6284.42	29.404
10	-0.90	100	70	10.05	10.05	70.46	215.45	1928.41	5896.47	27.369
11	-1.00	100	70	10.05	10.05	74.91	217.16	1915.98	5554.70	25.579
12	-1.10	100	70	10.05	10.05	79.40	218.88	1904.26	5249.06	23.982
13	-1.20	100	70	10.05	10.05	83.96	220.59	1893.36	4974.35	22.550
14	-1.30	100	70	10.05	10.05	88.59	222.31	1883.54	4726.73	21.262
15	-1.40	100	70	10.05	10.05	93.28	224.03	1874.62	4502.11	20.096
16	-1.50	100	70	10.05	10.05	98.05	225.74	1866.49	4297.17	19.036
17	-1.60	100	70	10.05	10.05	102.90	227.46	1859.04	4109.22	18.066
18	-1.70	100	70	10.05	10.05	107.84	229.18	1851.92	3935.51	17.172
19	-1.80	100	70	10.05	10.05	112.87	230.89	1820.03	3723.04	16.125
20	-1.90	100	70	10.05	10.05	118.00	232.61	1791.18	3530.85	15.179
21	-2.00	100	70	10.05	10.05	123.23	234.32	1764.94	3356.03	14.322
22	-2.10	100	70	10.05	10.05	128.57	236.04	1740.95	3196.17	13.541
23	-2.20	100	70	10.05	10.05	134.02	237.76	1718.91	3049.31	12.825
24	-2.30	100	70	10.05	10.05	139.60	239.47	1698.57	2913.84	12.168
25	-2.40	100	70	10.05	10.05	145.29	241.19	1679.75	2788.40	11.561
26	-2.50	100	70	10.05	10.05	151.12	242.90	1658.59	2665.95	10.975
27	-2.60	100	70	10.05	10.05	157.08	244.62	1626.91	2533.55	10.357
28	-2.70	100	70	10.05	10.05	163.19	246.34	1597.83	2412.00	9.791
29	-2.80	100	70	10.05	10.05	169.44	248.05	1571.03	2299.97	9.272
30	-2.90	100	70	10.05	10.05	175.84	249.77	1546.24	2196.36	8.794
31	-3.00	100	70	10.05	10.05	182.40	251.49	1523.24	2100.21	8.351
32	-3.09	100	70	10.05	10.05	189.12	253.20	1501.83	2010.73	7.941

Fondazione



Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	-1.10	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	-1.02	100	70	10.05	10.05	1.08	0.00	826.21	0.00	762.803
3	-0.94	100	70	10.05	10.05	4.28	0.00	826.21	0.00	192.824
4	-0.86	100	70	10.05	10.05	9.53	0.00	826.21	0.00	86.664

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
5	-0.78	100	70	10.05	10.05	16.76	0.00	826.21	0.00	49.304
6	-0.70	100	70	10.05	10.05	25.89	0.00	826.21	0.00	31.918
7	0.00	100	70	10.05	10.05	-153.76	0.00	-826.21	0.00	5.373
8	0.10	100	70	10.05	10.05	-149.29	0.00	-826.21	0.00	5.534
9	0.20	100	70	10.05	10.05	-143.68	0.00	-826.21	0.00	5.750
10	0.30	100	70	10.05	10.05	-137.10	0.00	-826.21	0.00	6.026
11	0.40	100	70	10.05	10.05	-129.66	0.00	-826.21	0.00	6.372
12	0.50	100	70	10.05	10.05	-121.53	0.00	-826.21	0.00	6.799
13	0.60	100	70	10.05	10.05	-112.82	0.00	-826.21	0.00	7.323
14	0.70	100	70	10.05	10.05	-103.69	0.00	-826.21	0.00	7.968
15	0.80	100	70	10.05	10.05	-94.27	0.00	-826.21	0.00	8.764
16	0.90	100	70	10.05	10.05	-84.71	0.00	-826.21	0.00	9.754
17	1.00	100	70	10.05	10.05	-75.14	0.00	-826.21	0.00	10.996
18	1.10	100	70	10.05	10.05	-65.70	0.00	-826.21	0.00	12.576
19	1.20	100	70	10.05	10.05	-56.53	0.00	-826.21	0.00	14.615
20	1.30	100	70	10.05	10.05	-47.78	0.00	-826.21	0.00	17.294
21	1.40	100	70	10.05	10.05	-39.57	0.00	-826.21	0.00	20.878
22	1.50	100	70	10.05	10.05	-32.06	0.00	-826.21	0.00	25.770
23	1.60	100	70	10.05	10.05	-25.33	0.00	-826.21	0.00	32.616
24	1.70	100	70	10.05	10.05	-19.39	0.00	-826.21	0.00	42.600
25	1.80	100	70	10.05	10.05	-14.25	0.00	-826.21	0.00	57.983
26	1.90	100	70	10.05	10.05	-9.90	0.00	-826.21	0.00	83.496
27	2.00	100	70	10.05	10.05	-6.33	0.00	-826.21	0.00	130.462
28	2.10	100	70	10.05	10.05	-3.56	0.00	-826.21	0.00	231.933
29	2.20	100	70	10.05	10.05	-1.58	0.00	-826.21	0.00	521.849
30	2.30	100	70	10.05	10.05	-0.40	0.00	-826.21	0.00	2087.398
31	2.40	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	-1.10	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	-1.02	100	70	10.05	10.05	1.08	0.00	826.21	0.00	762.803
3	-0.94	100	70	10.05	10.05	4.28	0.00	826.21	0.00	192.824
4	-0.86	100	70	10.05	10.05	9.53	0.00	826.21	0.00	86.664
5	-0.78	100	70	10.05	10.05	16.76	0.00	826.21	0.00	49.304
6	-0.70	100	70	10.05	10.05	25.89	0.00	826.21	0.00	31.918
7	0.00	100	70	10.05	10.05	-153.76	0.00	-826.21	0.00	5.373
8	0.10	100	70	10.05	10.05	-149.29	0.00	-826.21	0.00	5.534
9	0.20	100	70	10.05	10.05	-143.68	0.00	-826.21	0.00	5.750
10	0.30	100	70	10.05	10.05	-137.10	0.00	-826.21	0.00	6.026
11	0.40	100	70	10.05	10.05	-129.66	0.00	-826.21	0.00	6.372
12	0.50	100	70	10.05	10.05	-121.53	0.00	-826.21	0.00	6.799
13	0.60	100	70	10.05	10.05	-112.82	0.00	-826.21	0.00	7.323
14	0.70	100	70	10.05	10.05	-103.69	0.00	-826.21	0.00	7.968
15	0.80	100	70	10.05	10.05	-94.27	0.00	-826.21	0.00	8.764
16	0.90	100	70	10.05	10.05	-84.71	0.00	-826.21	0.00	9.754
17	1.00	100	70	10.05	10.05	-75.14	0.00	-826.21	0.00	10.996
18	1.10	100	70	10.05	10.05	-65.70	0.00	-826.21	0.00	12.576
19	1.20	100	70	10.05	10.05	-56.53	0.00	-826.21	0.00	14.615
20	1.30	100	70	10.05	10.05	-47.78	0.00	-826.21	0.00	17.294
21	1.40	100	70	10.05	10.05	-39.57	0.00	-826.21	0.00	20.878
22	1.50	100	70	10.05	10.05	-32.06	0.00	-826.21	0.00	25.770
23	1.60	100	70	10.05	10.05	-25.33	0.00	-826.21	0.00	32.616
24	1.70	100	70	10.05	10.05	-19.39	0.00	-826.21	0.00	42.600
25	1.80	100	70	10.05	10.05	-14.25	0.00	-826.21	0.00	57.983
26	1.90	100	70	10.05	10.05	-9.90	0.00	-826.21	0.00	83.496
27	2.00	100	70	10.05	10.05	-6.33	0.00	-826.21	0.00	130.462
28	2.10	100	70	10.05	10.05	-3.56	0.00	-826.21	0.00	231.933
29	2.20	100	70	10.05	10.05	-1.58	0.00	-826.21	0.00	521.849
30	2.30	100	70	10.05	10.05	-0.40	0.00	-826.21	0.00	2087.398
31	2.40	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	-1.10	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	-1.02	100	70	10.05	10.05	1.08	0.00	826.21	0.00	762.803
3	-0.94	100	70	10.05	10.05	4.28	0.00	826.21	0.00	192.824
4	-0.86	100	70	10.05	10.05	9.53	0.00	826.21	0.00	86.664
5	-0.78	100	70	10.05	10.05	16.76	0.00	826.21	0.00	49.304
6	-0.70	100	70	10.05	10.05	25.89	0.00	826.21	0.00	31.918
7	0.00	100	70	10.05	10.05	-153.76	0.00	-826.21	0.00	5.373
8	0.10	100	70	10.05	10.05	-149.29	0.00	-826.21	0.00	5.534
9	0.20	100	70	10.05	10.05	-143.68	0.00	-826.21	0.00	5.750
10	0.30	100	70	10.05	10.05	-137.10	0.00	-826.21	0.00	6.026
11	0.40	100	70	10.05	10.05	-129.66	0.00	-826.21	0.00	6.372
12	0.50	100	70	10.05	10.05	-121.53	0.00	-826.21	0.00	6.799
13	0.60	100	70	10.05	10.05	-112.82	0.00	-826.21	0.00	7.323
14	0.70	100	70	10.05	10.05	-103.69	0.00	-826.21	0.00	7.968
15	0.80	100	70	10.05	10.05	-94.27	0.00	-826.21	0.00	8.764
16	0.90	100	70	10.05	10.05	-84.71	0.00	-826.21	0.00	9.754

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
17	1.00	100	70	10.05	10.05	-75.14	0.00	-826.21	0.00	10.996
18	1.10	100	70	10.05	10.05	-65.70	0.00	-826.21	0.00	12.576
19	1.20	100	70	10.05	10.05	-56.53	0.00	-826.21	0.00	14.615
20	1.30	100	70	10.05	10.05	-47.78	0.00	-826.21	0.00	17.294
21	1.40	100	70	10.05	10.05	-39.57	0.00	-826.21	0.00	20.878
22	1.50	100	70	10.05	10.05	-32.06	0.00	-826.21	0.00	25.770
23	1.60	100	70	10.05	10.05	-25.33	0.00	-826.21	0.00	32.616
24	1.70	100	70	10.05	10.05	-19.39	0.00	-826.21	0.00	42.600
25	1.80	100	70	10.05	10.05	-14.25	0.00	-826.21	0.00	57.983
26	1.90	100	70	10.05	10.05	-9.90	0.00	-826.21	0.00	83.496
27	2.00	100	70	10.05	10.05	-6.33	0.00	-826.21	0.00	130.462
28	2.10	100	70	10.05	10.05	-3.56	0.00	-826.21	0.00	231.933
29	2.20	100	70	10.05	10.05	-1.58	0.00	-826.21	0.00	521.849
30	2.30	100	70	10.05	10.05	-0.40	0.00	-826.21	0.00	2087.398
31	2.40	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	10000.000

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	-1.10	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	10000.000
2	-1.02	100	70	10.05	10.05	1.08	0.00	826.21	0.00	762.803
3	-0.94	100	70	10.05	10.05	4.28	0.00	826.21	0.00	192.824
4	-0.86	100	70	10.05	10.05	9.53	0.00	826.21	0.00	86.664
5	-0.78	100	70	10.05	10.05	16.76	0.00	826.21	0.00	49.304
6	-0.70	100	70	10.05	10.05	25.89	0.00	826.21	0.00	31.918
7	0.00	100	70	10.05	10.05	-153.76	0.00	-826.21	0.00	5.373
8	0.10	100	70	10.05	10.05	-149.29	0.00	-826.21	0.00	5.534
9	0.20	100	70	10.05	10.05	-143.68	0.00	-826.21	0.00	5.750
10	0.30	100	70	10.05	10.05	-137.10	0.00	-826.21	0.00	6.026
11	0.40	100	70	10.05	10.05	-129.66	0.00	-826.21	0.00	6.372
12	0.50	100	70	10.05	10.05	-121.53	0.00	-826.21	0.00	6.799
13	0.60	100	70	10.05	10.05	-112.82	0.00	-826.21	0.00	7.323
14	0.70	100	70	10.05	10.05	-103.69	0.00	-826.21	0.00	7.968
15	0.80	100	70	10.05	10.05	-94.27	0.00	-826.21	0.00	8.764
16	0.90	100	70	10.05	10.05	-84.71	0.00	-826.21	0.00	9.754
17	1.00	100	70	10.05	10.05	-75.14	0.00	-826.21	0.00	10.996
18	1.10	100	70	10.05	10.05	-65.70	0.00	-826.21	0.00	12.576
19	1.20	100	70	10.05	10.05	-56.53	0.00	-826.21	0.00	14.615
20	1.30	100	70	10.05	10.05	-47.78	0.00	-826.21	0.00	17.294
21	1.40	100	70	10.05	10.05	-39.57	0.00	-826.21	0.00	20.878
22	1.50	100	70	10.05	10.05	-32.06	0.00	-826.21	0.00	25.770
23	1.60	100	70	10.05	10.05	-25.33	0.00	-826.21	0.00	32.616
24	1.70	100	70	10.05	10.05	-19.39	0.00	-826.21	0.00	42.600
25	1.80	100	70	10.05	10.05	-14.25	0.00	-826.21	0.00	57.983
26	1.90	100	70	10.05	10.05	-9.90	0.00	-826.21	0.00	83.496
27	2.00	100	70	10.05	10.05	-6.33	0.00	-826.21	0.00	130.462
28	2.10	100	70	10.05	10.05	-3.56	0.00	-826.21	0.00	231.933
29	2.20	100	70	10.05	10.05	-1.58	0.00	-826.21	0.00	521.849
30	2.30	100	70	10.05	10.05	-0.40	0.00	-826.21	0.00	2087.398
31	2.40	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	10000.000

Combinazione n° 7 - ECC

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
1	-1.10	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	10000.000
2	-1.02	100	70	10.05	10.05	1.08	0.00	959.02	0.00	885.423
3	-0.94	100	70	10.05	10.05	4.28	0.00	959.02	0.00	223.820
4	-0.86	100	70	10.05	10.05	9.53	0.00	959.02	0.00	100.595
5	-0.78	100	70	10.05	10.05	16.76	0.00	959.02	0.00	57.229
6	-0.70	100	70	10.05	10.05	25.89	0.00	959.02	0.00	37.048
7	0.00	100	70	10.05	10.05	-153.76	0.00	-959.02	0.00	6.237
8	0.10	100	70	10.05	10.05	-149.29	0.00	-959.02	0.00	6.424
9	0.20	100	70	10.05	10.05	-143.68	0.00	-959.02	0.00	6.674
10	0.30	100	70	10.05	10.05	-137.10	0.00	-959.02	0.00	6.995
11	0.40	100	70	10.05	10.05	-129.66	0.00	-959.02	0.00	7.396
12	0.50	100	70	10.05	10.05	-121.53	0.00	-959.02	0.00	7.892
13	0.60	100	70	10.05	10.05	-112.82	0.00	-959.02	0.00	8.500
14	0.70	100	70	10.05	10.05	-103.69	0.00	-959.02	0.00	9.249
15	0.80	100	70	10.05	10.05	-94.27	0.00	-959.02	0.00	10.173
16	0.90	100	70	10.05	10.05	-84.71	0.00	-959.02	0.00	11.322
17	1.00	100	70	10.05	10.05	-75.14	0.00	-959.02	0.00	12.764
18	1.10	100	70	10.05	10.05	-65.70	0.00	-959.02	0.00	14.598
19	1.20	100	70	10.05	10.05	-56.53	0.00	-959.02	0.00	16.965
20	1.30	100	70	10.05	10.05	-47.78	0.00	-959.02	0.00	20.074
21	1.40	100	70	10.05	10.05	-39.57	0.00	-959.02	0.00	24.235
22	1.50	100	70	10.05	10.05	-32.06	0.00	-959.02	0.00	29.913
23	1.60	100	70	10.05	10.05	-25.33	0.00	-959.02	0.00	37.858
24	1.70	100	70	10.05	10.05	-19.39	0.00	-959.02	0.00	49.448
25	1.80	100	70	10.05	10.05	-14.25	0.00	-959.02	0.00	67.304
26	1.90	100	70	10.05	10.05	-9.90	0.00	-959.02	0.00	96.918
27	2.00	100	70	10.05	10.05	-6.33	0.00	-959.02	0.00	151.434
28	2.10	100	70	10.05	10.05	-3.56	0.00	-959.02	0.00	269.216

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mrd [kNm]	Nrd [kN]	FS
29	2.20	100	70	10.05	10.05	-1.58	0.00	-959.02	0.00	605.736
30	2.30	100	70	10.05	10.05	-0.40	0.00	-959.02	0.00	2422.943
31	2.40	100	70	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

n° (o Is)	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{sw}	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V _{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V _{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V _{Rd}	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A _{sw} >0.0) V _{Rd} =min(V _{Rcd} , V _{Rsd}).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	293.35	42.00	6.985
2	-0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	293.59	42.03	6.986
3	-0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	293.83	42.11	6.978
4	-0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.07	42.25	6.961
5	-0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.31	42.44	6.935
6	-0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.54	42.68	6.901
7	-0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.78	42.98	6.859
8	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.02	43.33	6.809
9	-0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.26	43.74	6.751
10	-0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.50	44.20	6.686
11	-1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.74	44.71	6.614
12	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.98	45.28	6.536
13	-1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.22	45.91	6.453
14	-1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.46	46.58	6.364
15	-1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.70	47.31	6.271
16	-1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.93	48.10	6.173
17	-1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.17	48.94	6.072
18	-1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.41	49.83	5.968
19	-1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.65	50.78	5.861
20	-1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.89	51.79	5.752
21	-2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.13	52.84	5.642
22	-2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.37	53.95	5.530
23	-2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.61	55.12	5.418
24	-2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.85	56.34	5.305
25	-2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.09	57.61	5.191
26	-2.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.33	58.94	5.079
27	-2.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.56	60.32	4.966
28	-2.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.80	61.76	4.854
29	-2.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.04	63.25	4.744
30	-2.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.28	64.79	4.634
31	-3.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.52	66.39	4.526
32	-3.09	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.76	68.04	4.420

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	293.35	42.00	6.985
2	-0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	293.59	42.03	6.986
3	-0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	293.83	42.11	6.978
4	-0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.07	42.25	6.961
5	-0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.31	42.44	6.935
6	-0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.54	42.68	6.901
7	-0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.78	42.98	6.859
8	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.02	43.33	6.809
9	-0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.26	43.74	6.751
10	-0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.50	44.20	6.686
11	-1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.74	44.71	6.614
12	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.98	45.28	6.536
13	-1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.22	45.91	6.453
14	-1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.46	46.58	6.364
15	-1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.70	47.31	6.271
16	-1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.93	48.10	6.173
17	-1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.17	48.94	6.072

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
18	-1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.41	49.83	5.968
19	-1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.65	50.78	5.861
20	-1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.89	51.79	5.752
21	-2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.13	52.84	5.642
22	-2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.37	53.95	5.530
23	-2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.61	55.12	5.418
24	-2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.85	56.34	5.305
25	-2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.09	57.61	5.191
26	-2.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.33	58.94	5.079
27	-2.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.56	60.32	4.966
28	-2.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.80	61.76	4.854
29	-2.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.04	63.25	4.744
30	-2.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.28	64.79	4.634
31	-3.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.52	66.39	4.526
32	-3.09	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.76	68.04	4.420

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	293.35	42.00	6.985
2	-0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	293.59	42.03	6.986
3	-0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	293.83	42.11	6.978
4	-0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.07	42.25	6.961
5	-0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.31	42.44	6.935
6	-0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.54	42.68	6.901
7	-0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.78	42.98	6.859
8	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.02	43.33	6.809
9	-0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.26	43.74	6.751
10	-0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.50	44.20	6.686
11	-1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.74	44.71	6.614
12	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.98	45.28	6.536
13	-1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.22	45.91	6.453
14	-1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.46	46.58	6.364
15	-1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.70	47.31	6.271
16	-1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.93	48.10	6.173
17	-1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.17	48.94	6.072
18	-1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.41	49.83	5.968
19	-1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.65	50.78	5.861
20	-1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.89	51.79	5.752
21	-2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.13	52.84	5.642
22	-2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.37	53.95	5.530
23	-2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.61	55.12	5.418
24	-2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.85	56.34	5.305
25	-2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.09	57.61	5.191
26	-2.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.33	58.94	5.079
27	-2.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.56	60.32	4.966
28	-2.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.80	61.76	4.854
29	-2.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.04	63.25	4.744
30	-2.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.28	64.79	4.634
31	-3.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.52	66.39	4.526
32	-3.09	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.76	68.04	4.420

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	293.35	42.00	6.985
2	-0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	293.59	42.03	6.986
3	-0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	293.83	42.11	6.978
4	-0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.07	42.25	6.961
5	-0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.31	42.44	6.935
6	-0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.54	42.68	6.901
7	-0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.78	42.98	6.859
8	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.02	43.33	6.809
9	-0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.26	43.74	6.751
10	-0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.50	44.20	6.686
11	-1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.74	44.71	6.614
12	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.98	45.28	6.536
13	-1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.22	45.91	6.453
14	-1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.46	46.58	6.364
15	-1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.70	47.31	6.271
16	-1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.93	48.10	6.173
17	-1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.17	48.94	6.072
18	-1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.41	49.83	5.968
19	-1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.65	50.78	5.861
20	-1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.89	51.79	5.752
21	-2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.13	52.84	5.642
22	-2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.37	53.95	5.530
23	-2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.61	55.12	5.418
24	-2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.85	56.34	5.305
25	-2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.09	57.61	5.191
26	-2.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.33	58.94	5.079
27	-2.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.56	60.32	4.966

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
28	-2.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.80	61.76	4.854
29	-2.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.04	63.25	4.744
30	-2.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.28	64.79	4.634
31	-3.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.52	66.39	4.526
32	-3.09	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.76	68.04	4.420

Combinazione n° 7 - ECC

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	293.35	42.00	6.985
2	-0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	293.59	42.03	6.986
3	-0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	293.83	42.11	6.978
4	-0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.07	42.25	6.961
5	-0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.31	42.44	6.935
6	-0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.54	42.68	6.901
7	-0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	294.78	42.98	6.859
8	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.02	43.33	6.809
9	-0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.26	43.74	6.751
10	-0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.50	44.20	6.686
11	-1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.74	44.71	6.614
12	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	295.98	45.28	6.536
13	-1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.22	45.91	6.453
14	-1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.46	46.58	6.364
15	-1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.70	47.31	6.271
16	-1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	296.93	48.10	6.173
17	-1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.17	48.94	6.072
18	-1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.41	49.83	5.968
19	-1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.65	50.78	5.861
20	-1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	297.89	51.79	5.752
21	-2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.13	52.84	5.642
22	-2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.37	53.95	5.530
23	-2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.61	55.12	5.418
24	-2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	298.85	56.34	5.305
25	-2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.09	57.61	5.191
26	-2.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.33	58.94	5.079
27	-2.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.56	60.32	4.966
28	-2.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	299.80	61.76	4.854
29	-2.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.04	63.25	4.744
30	-2.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.28	64.79	4.634
31	-3.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.52	66.39	4.526
32	-3.09	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	300.76	68.04	4.420

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	0.00	100.000
2	-1.02	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-26.93	9.859
3	-0.94	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-52.96	5.013
4	-0.86	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-78.10	3.399
5	-0.78	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-102.35	2.594
6	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-125.70	2.112
7	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-38.68	6.865
8	0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-50.63	5.244
9	0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-61.18	4.340
10	0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-70.33	3.775
11	0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-78.09	3.400
12	0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-84.45	3.144
13	0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-89.41	2.969
14	0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-92.98	2.855
15	0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-95.15	2.790
16	0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-95.92	2.768
17	1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-95.29	2.786
18	1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-93.26	2.847
19	1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-89.84	2.955
20	1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-85.02	3.123
21	1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-78.80	3.369
22	1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-71.25	3.726
23	1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-63.33	4.192
24	1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-55.41	4.791
25	1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-47.50	5.590
26	1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-39.58	6.708
27	2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-31.66	8.384
28	2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-23.75	11.179
29	2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-15.83	16.769
30	2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-7.92	33.538
31	2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	0.00	100.000

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Red} [kN]	V _{Rrd} [kN]	T [kN]	FS
1	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	0.00	100.000
2	-1.02	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-26.93	9.859
3	-0.94	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-52.96	5.013
4	-0.86	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-78.10	3.399
5	-0.78	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-102.35	2.594
6	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-125.70	2.112
7	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-38.68	6.865
8	0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-50.63	5.244
9	0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-61.18	4.340
10	0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-70.33	3.775
11	0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-78.09	3.400
12	0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-84.45	3.144
13	0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-89.41	2.969
14	0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-92.98	2.855
15	0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-95.15	2.790
16	0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-95.92	2.768
17	1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-95.29	2.786
18	1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-93.26	2.847
19	1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-89.84	2.955
20	1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-85.02	3.123
21	1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-78.80	3.369
22	1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-71.25	3.726
23	1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-63.33	4.192
24	1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-55.41	4.791
25	1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-47.50	5.590
26	1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-39.58	6.708
27	2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-31.66	8.384
28	2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-23.75	11.179
29	2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-15.83	16.769
30	2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-7.92	33.538
31	2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	0.00	100.000

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Red} [kN]	V _{Rrd} [kN]	T [kN]	FS
1	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	0.00	100.000
2	-1.02	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-26.93	9.859
3	-0.94	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-52.96	5.013
4	-0.86	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-78.10	3.399
5	-0.78	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-102.35	2.594
6	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-125.70	2.112
7	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-38.68	6.865
8	0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-50.63	5.244
9	0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-61.18	4.340
10	0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-70.33	3.775
11	0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-78.09	3.400
12	0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-84.45	3.144
13	0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-89.41	2.969
14	0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-92.98	2.855
15	0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-95.15	2.790
16	0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-95.92	2.768
17	1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-95.29	2.786
18	1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-93.26	2.847
19	1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-89.84	2.955
20	1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-85.02	3.123
21	1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-78.80	3.369
22	1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-71.25	3.726
23	1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-63.33	4.192
24	1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-55.41	4.791
25	1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-47.50	5.590
26	1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-39.58	6.708
27	2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-31.66	8.384
28	2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-23.75	11.179
29	2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-15.83	16.769
30	2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-7.92	33.538
31	2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	0.00	100.000

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Red} [kN]	V _{Rrd} [kN]	T [kN]	FS
1	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	0.00	100.000
2	-1.02	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-26.93	9.859
3	-0.94	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-52.96	5.013
4	-0.86	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-78.10	3.399
5	-0.78	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-102.35	2.594
6	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-125.70	2.112
7	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-38.68	6.865
8	0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-50.63	5.244
9	0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-61.18	4.340

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
10	0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-70.33	3.775
11	0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-78.09	3.400
12	0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-84.45	3.144
13	0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-89.41	2.969
14	0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-92.98	2.855
15	0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-95.15	2.790
16	0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-95.92	2.768
17	1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-95.29	2.786
18	1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-93.26	2.847
19	1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-89.84	2.955
20	1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-85.02	3.123
21	1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-78.80	3.369
22	1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-71.25	3.726
23	1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-63.33	4.192
24	1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-55.41	4.791
25	1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-47.50	5.590
26	1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-39.58	6.708
27	2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-31.66	8.384
28	2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-23.75	11.179
29	2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-15.83	16.769
30	2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-7.92	33.538
31	2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	0.00	100.000

Combinazione n° 7 - ECC

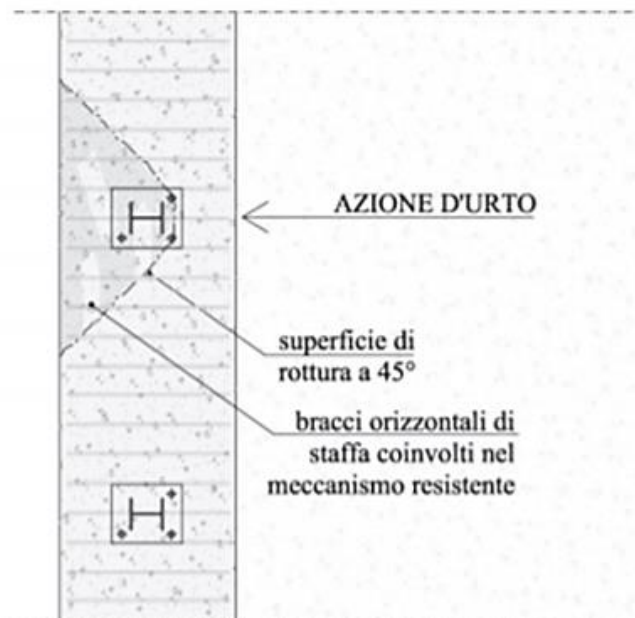
n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	-1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	0.00	100.000
2	-1.02	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-26.93	9.859
3	-0.94	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-52.96	5.013
4	-0.86	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-78.10	3.399
5	-0.78	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-102.35	2.594
6	-0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-125.70	2.112
7	0.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-38.68	6.865
8	0.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-50.63	5.244
9	0.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-61.18	4.340
10	0.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-70.33	3.775
11	0.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-78.09	3.400
12	0.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-84.45	3.144
13	0.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-89.41	2.969
14	0.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-92.98	2.855
15	0.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-95.15	2.790
16	0.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-95.92	2.768
17	1.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-95.29	2.786
18	1.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-93.26	2.847
19	1.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-89.84	2.955
20	1.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-85.02	3.123
21	1.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-78.80	3.369
22	1.50	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-71.25	3.726
23	1.60	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-63.33	4.192
24	1.70	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-55.41	4.791
25	1.80	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-47.50	5.590
26	1.90	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-39.58	6.708
27	2.00	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-31.66	8.384
28	2.10	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-23.75	11.179
29	2.20	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-15.83	16.769
30	2.30	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	-7.92	33.538
31	2.40	100	70	0.00	0.00	--	0.00	0.00	265.49	0.00	100.000

11.4.6 Verifiche della mensola in condizioni d'urto

In questo paragrafo sono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche locali dei cordoli che ospitano le barriere di sicurezza. Il carico di progetto come definito al paragrafo 11.2.1. è costituito dalla forza orizzontale di plasticizzazione della barriera pari a $F = 79,5 \text{ kN}$, applicata alla quota di 1,0 m sopra il piano di marcia. e 100 mm sotto la sommità della barriera. Nel caso in esame si assume che la forza agisca ad una distanza $d = 1,00 \text{ m}$ dalla base della barriera. Il paramento su cui viene installata la barriera ha uno spessore di 0,70m. Si dispone una staffatura di $\Phi 8/20$. La funzione di tali staffe è duplice:

- *Equilibrare l'azione orizzontale F*
- *Equilibrare la trazione dei tirafondi della barriera nel meccanismo di pull out*

Per il primo punto il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura seguente, ipotizzando una diffusione a 45° della sollecitazione agente a partire dalla posizione dei tirafondi tesi. Si considera una larghezza della piastra di 0,30m posizionata a 0,10m dal bordo del muro. La forza orizzontale F è equilibrata dalle barre che sono sempre presenti all'interno del cono di rottura evidenziato nella seguente figura.



Cono di diffusione verifica staffe orizzontali

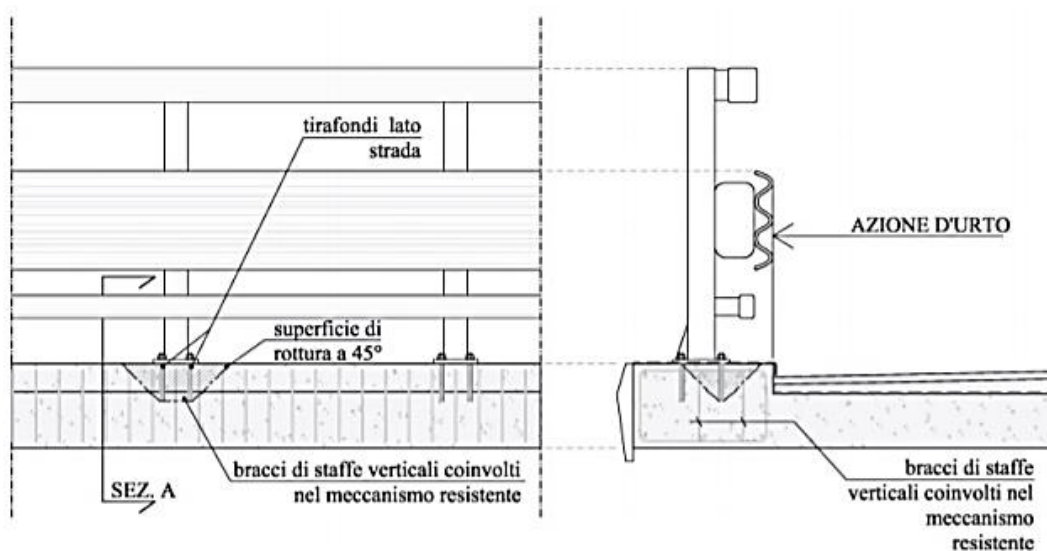
In dettaglio la forza orizzontale rappresenta l'azione di urto, che è pari a $F=79,5$ kN. Le barre oppongono una resistenza a tale forza espressa dalla seguente relazione:

$$F_R = n \cdot \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_d}$$

Dove A_s è l'area della staffa e n è il numero di bracci presenti nel cono di diffusione. Nel caso in esame è stata assunta, in maniera cautelativa, come base del cono di rottura la larghezza della piastra pari a 0,3m che permette di individuare in una larghezza collaborante pari a 0,9m, 4 ferri e 8 bracci. Conseguentemente si ha:

Verifiche Locali della Mensola in condizioni d'Urto - Azioni Orizzontali							
F_{Urto}	$L_{diffusa}$	Passo Ferri	N° bracci,TOT	ϕ	A_s	F_{Rd}	FS
[KN]	[m]	[m]					
79.52	0.90	0.20	8	8	402.12	157.35	1.98

Per il secondo punto il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi di bracci verticali resistenti si determina secondo quanto riportato nella seguente figura, ipotizzando una diffusione a 45° a partire dall'interasse dei tirafondi tesi. La trazione agente nei tirafondi è equilibrata dai bracci verticali delle staffe e da eventuali legature.



Cono di diffusione verifica staffe verticali

Ipotizzando un braccio di leva delle forze interne della piastra di base della barriera pari a $l = 0,22\text{m}$ e un'altezza h della barriera sopra tale piastra di 1m , si stima T_d come:

$$T_{ed} = \frac{N \cdot h}{l}$$

Si dispongono delle staffe $\Phi 8/20$. Ipotizzando una lunghezza dei tirafondi di almeno 30cm (nonché l'interasse tra i due tirafondi tesi di $0,22\text{m}$), risulta una lunghezza di diffusione trasversale pari a $0,60\text{m}$ e longitudinale di $0,82\text{m}$. I bracci verticali compresi nel cono di diffusione sono quindi 12 . Nel calcolare la resistenza delle staffe verticali si considera anche il contributo dei ferri longitudinali $\Phi 16/20$ del paramento che sono accoppiati alle staffe. Pertanto si calcola la trazione resistente pari a:

$$T_{rd} = n \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

Verifiche Locali della Mensola in condizioni d'Urto - Azioni Verticali							
$M_{pl,d}$	$b_{\text{tirafondi}}$	$L_{\text{tirafondi}}$	B_{diff}	Ferri Paramento Considerati	T_{ed}	T_{rd}	FS
[KNm]	[m]	[m]	[m]		[KN]	[KN]	[-]
63.62	0.22	0.30	0.60	Si	361.45	550.73	1.52

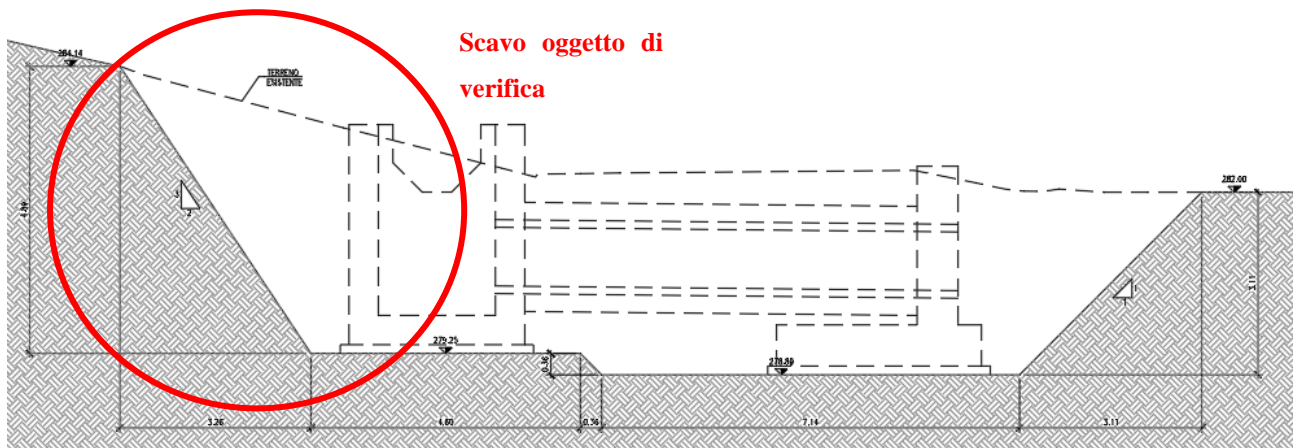
11.4.7 Incidenze e armature

INCIDENZA (Kg/m ³)	
Fondazione	70
Paramento	60

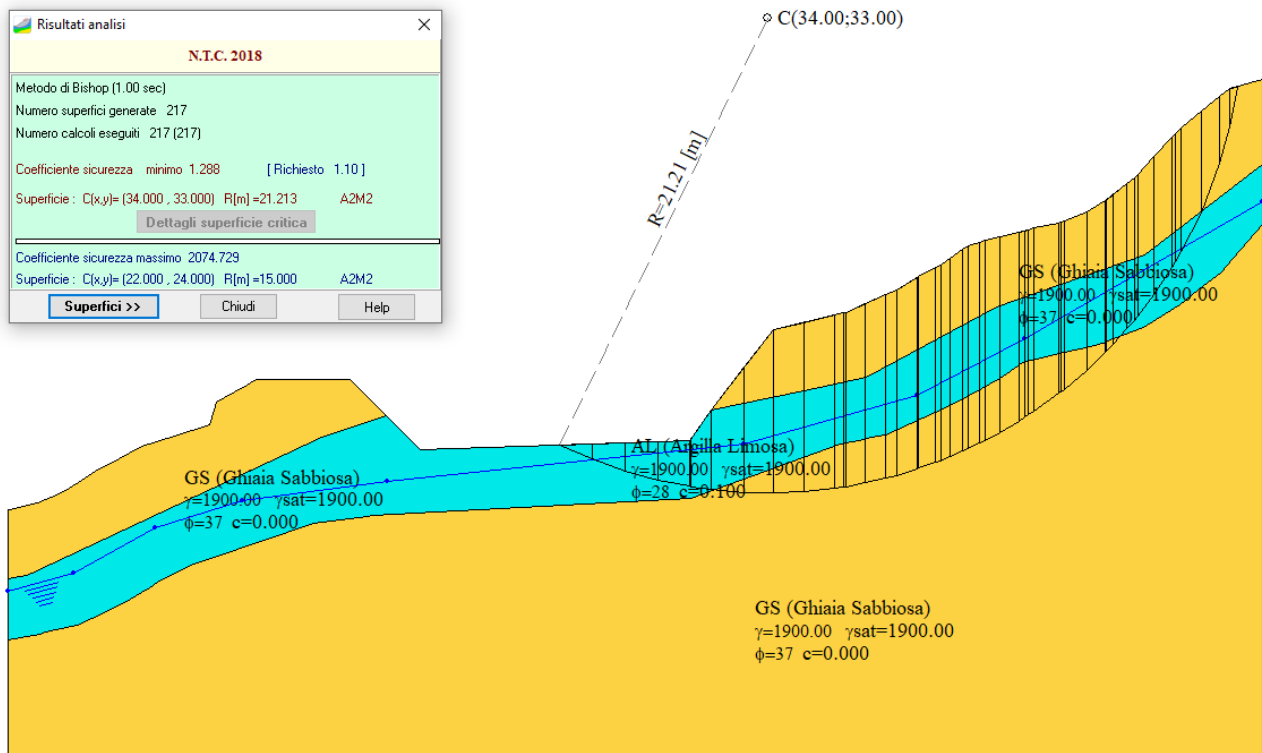
ARMATURA MURO	
Fondazione	$\varnothing 16/20$ Lato Monte $\varnothing 16/20$ Lato Valle
Paramento	$\varnothing 16/20$ Lato Monte $\varnothing 16/20$ Lato Valle 9 $\Phi 8/\text{mq}$

12 STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO

La pendenza degli scavi è pari a 2/3 in alcuni punti e 1/1 in altri. La pendenza è stata differenziata in sinistra per contenere gli scavi. Essendo tali scavi di natura provvisoria, necessari per garantire la costruzione dell'opera si riportano delle verifiche per garantirne la stabilità, in particolare la verifica viene condotta sullo scavo a maggiore pendenza e maggiore altezza:



Di seguito si riporta una sintesi dei risultati ed a seguire i tabulati di calcolo:



Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a γ_R .

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.

In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.

Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia $b=l \times \cos(\alpha)$
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
E_s, E_d	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
X_s, X_d	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
E_a, E_b	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
ΔX	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia $\Delta E = E_d - E_s$

Metodo di Bishop

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Bishop semplificato** si esprime secondo la seguente formula:

$$F = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (N_i / \cos(\alpha_i) - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine **m** è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \phi_i \operatorname{tg} \alpha_i}{F} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione **n** è il numero delle strisce considerate, **b_i** e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia **i**esima rispetto all'orizzontale, **W_i** è il peso della striscia **i**esima, **c_i** e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed **u_i** è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di **Bishop semplificato** contiene al secondo membro il termine **m** che è funzione di **F**. Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per **F** da inserire nell'espressione di **m** ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Dati

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kg/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kg/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kg/cm ^q
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kg/cm ^q

n°	Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ' [°]	c' [kg/cm ^q]
1	GS (Ghiaia Sabbiosa)	1900	1900	37.00	0.000
2	AL (Argilla Limosa)	1900	1900	28.00	0.100

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	11.02
2	0.12	11.05
3	0.32	11.10
4	1.32	11.32
5	1.94	11.59
6	2.46	11.86
7	3.15	12.28
8	4.05	12.86
9	4.40	13.03
10	5.95	13.86
11	7.45	14.32
12	9.02	14.86
13	9.22	15.52
14	9.30	15.86
15	9.67	16.07
16	10.70	16.63
17	11.01	16.79
18	11.13	16.86
19	12.24	16.86
20	12.50	16.86
21	13.20	16.86
22	13.59	16.86
23	15.03	16.86
24	15.30	16.86
25	16.92	15.24
26	18.41	13.75
27	30.51	14.12
28	31.44	15.52
29	34.24	19.11
30	36.95	19.74
31	37.36	19.84
32	37.48	19.86
33	39.25	20.67
34	39.74	20.86
35	40.74	21.45
36	41.50	21.86
37	41.62	21.94
38	41.71	22.00
39	42.13	22.30

n°	X [m]	Y [m]
40	42.71	22.70
41	42.95	22.86
42	43.45	23.00
43	43.72	23.07
44	44.37	23.24
45	45.24	23.45
46	45.65	23.56
47	45.88	23.63
48	47.01	23.86
49	47.12	23.90
50	47.23	23.95
51	48.25	24.34
52	49.10	24.86
53	50.04	25.64
54	50.37	25.86
55	50.52	26.04
56	51.25	26.86
57	52.06	27.70
58	52.21	27.86
59	52.49	28.11
60	53.36	28.86
61	54.21	29.52
62	54.65	29.86
63	56.14	30.26

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 1 (GS (Ghiaia Sabbiosa))

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	5.98	7.33
2	5.23	6.88
3	4.42	6.46
4	3.11	5.87
5	1.69	5.56
6	1.40	5.49
7	0.00	5.23
8	0.00	0.00
9	56.14	0.00
10	56.14	23.80
11	54.82	22.30
12	54.23	21.61
13	53.49	21.09
14	52.42	20.21
15	50.78	19.20
16	49.44	18.69
17	49.13	18.55
18	48.40	18.33
19	47.25	18.09
20	46.65	17.93
21	45.78	17.72
22	45.37	17.61
23	45.01	17.36
24	44.82	17.22
25	44.38	16.94
26	43.54	16.48
27	42.25	15.73
28	41.48	15.42
29	39.23	14.39
30	38.59	14.27
31	38.29	14.20
32	37.25	13.96
33	30.55	11.55

n°	X	Y
	[m]	[m]
34	16.31	10.77
35	16.12	10.76
36	13.66	10.44
37	9.21	8.90
38	8.15	8.57
39	6.98	7.95
40	6.84	7.88
41	6.17	7.44

Strato N° 2 costituito da terreno n° 2 (AL (Argilla Limosa))

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	31.44	15.52
2	30.51	14.12
3	18.41	13.75
4	16.92	15.24
5	14.05	14.30
6	1.05	8.20
7	0.80	8.12
8	0.00	7.97
9	0.00	5.23
10	1.40	5.49
11	1.69	5.56
12	3.11	5.87
13	4.42	6.46
14	5.23	6.88
15	5.98	7.33
16	6.17	7.44
17	6.84	7.88
18	6.98	7.95
19	8.15	8.57
20	9.21	8.90
21	13.66	10.44
22	16.12	10.76
23	16.31	10.77
24	30.55	11.55
25	37.25	13.96
26	38.29	14.20
27	38.59	14.27
28	39.23	14.39
29	41.48	15.42
30	42.25	15.73
31	43.54	16.48
32	44.38	16.94
33	44.82	17.22
34	45.01	17.36
35	45.37	17.61
36	45.78	17.72
37	46.65	17.93
38	47.25	18.09
39	48.40	18.33
40	49.13	18.55
41	49.44	18.69
42	50.78	19.20
43	52.42	20.21
44	53.49	21.09
45	54.23	21.61
46	54.82	22.30
47	56.14	23.80
48	56.14	26.47
49	50.85	22.42
50	44.23	20.10
51	38.40	16.98
52	35.60	16.35

Strato N° 3 costituito da terreno n° 1 (GS (Ghiaia Sabbiosa))

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	16.92	15.24
2	15.30	16.86
3	15.03	16.86
4	13.59	16.86
5	13.20	16.86
6	12.50	16.86
7	12.24	16.86
8	11.13	16.86
9	11.01	16.79
10	10.70	16.63
11	9.67	16.07
12	9.30	15.86
13	9.22	15.52
14	9.02	14.86
15	7.45	14.32
16	5.95	13.86
17	4.40	13.03
18	4.05	12.86
19	3.15	12.28
20	2.46	11.86
21	1.94	11.59
22	1.32	11.32
23	0.32	11.10
24	0.12	11.05
25	0.00	11.02
26	0.00	7.97
27	0.80	8.12
28	1.05	8.20
29	14.05	14.30

Strato N° 4 costituito da terreno n° 1 (GS (Ghiaia Sabbiosa))

Coordinate dei vertici dello strato n° 4

n°	X [m]	Y [m]
1	56.14	26.47
2	56.14	30.26
3	54.65	29.86
4	54.21	29.52
5	53.36	28.86
6	52.49	28.11
7	52.21	27.86
8	52.06	27.70
9	51.25	26.86
10	50.52	26.04
11	50.37	25.86
12	50.04	25.64
13	49.10	24.86
14	48.25	24.34
15	47.23	23.95
16	47.12	23.90
17	47.01	23.86
18	45.88	23.63
19	45.65	23.56
20	45.24	23.45
21	44.37	23.24
22	43.72	23.07
23	43.45	23.00
24	42.95	22.86
25	42.71	22.70
26	42.13	22.30
27	41.71	22.00
28	41.62	21.94
29	41.50	21.86
30	40.74	21.45

n°	X [m]	Y [m]
31	39.74	20.86
32	39.25	20.67
33	37.48	19.86
34	37.36	19.84
35	36.95	19.74
36	34.24	19.11
37	31.44	15.52
38	35.60	16.35
39	38.40	16.98
40	44.23	20.10
41	50.85	22.42

Descrizione falda

Livello di falda

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	7.40
2	2.95	8.19
3	6.58	10.22
4	10.46	11.46
5	16.96	12.29
6	32.94	13.96
7	40.67	16.17
8	45.50	18.68
9	56.14	24.82

Dati normativa

Normativa :
Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.25	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	γ_R	1.00	1.00
Fronte di scavo	γ_R	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

Superfici di rottura circolari

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 20.00$	$Y_0 = 20.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi		$N_x = 16$	$N_y = 14$

Si considerano le superfici passanti per il punto P(31.00, 12.00) aventi centri sulla maglia

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- BISHOP

Le superfici sono state analizzate in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	217
Coefficiente di sicurezza minimo	1.288
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
BISHOP	217	1.288	1	-8.495	217

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

F forma (C: circolare, S: spirale logaritmica, G: generica)

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [mc]

FS coefficiente di sicurezza. Tra parentesi il metodo di calcolo usato (F: Fellenius, B: Bishop, J: Janbu, C: Janbu completo, L: Bell, M: Morgenstern-Price P: Spencer, S: Sarma,

V: Maksimovic, G: GLE)

caso caso di calcolo

La colonna FS (fattore di sicurezza) potrebbe contenere più valori. Questo è dovuto alla presenza degli interventi quando considerati come incremento delle forze di interstriscia. In

questo caso vengono analizzate più superfici di scorrimento ed ogni superficie è separata dalla successiva dall'intervento.

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
1	C	34.00	33.00	21.21	24.68	54.99	174.97	1.288 (B)	[A2M2]	--
2	C	35.00	32.00	20.40	25.47	55.30	188.33	1.303 (B)	[A2M2]	--
3	C	33.00	33.00	21.10	24.00	53.74	154.66	1.317 (B)	[A2M2]	--
4	C	34.00	32.00	20.22	24.88	54.06	165.72	1.323 (B)	[A2M2]	--
5	C	35.00	31.00	19.42	25.67	54.37	178.92	1.339 (B)	[A2M2]	--
6	C	33.00	32.00	20.10	24.20	52.77	146.24	1.347 (B)	[A2M2]	--
7	C	32.00	33.00	21.02	23.22	52.44	137.26	1.349 (B)	[A2M2]	--
8	C	34.00	31.00	19.24	25.09	53.09	156.94	1.357 (B)	[A2M2]	--
9	C	30.00	31.00	19.03	21.76	47.75	100.87	1.369 (B)	[A2M2]	--
10	C	30.00	30.00	18.03	21.97	46.95	95.49	1.369 (B)	[A2M2]	--
11	C	30.00	29.00	17.03	22.19	46.18	90.17	1.371 (B)	[A2M2]	--
12	C	32.00	32.00	20.02	23.43	51.39	129.73	1.373 (B)	[A2M2]	--
13	C	31.00	28.00	16.00	23.43	46.42	93.55	1.373 (B)	[A2M2]	--
14	C	31.00	27.00	15.00	23.67	45.60	87.76	1.376 (B)	[A2M2]	--
15	C	30.00	28.00	16.03	22.42	45.38	84.69	1.376 (B)	[A2M2]	--
16	C	31.00	29.00	17.00	23.20	47.23	99.16	1.376 (B)	[A2M2]	--
17	C	30.00	32.00	20.02	21.55	48.59	106.24	1.376 (B)	[A2M2]	--
18	C	33.00	31.00	19.10	24.41	51.76	138.18	1.377 (B)	[A2M2]	--
19	C	31.00	33.00	21.00	22.34	50.99	122.95	1.377 (B)	[A2M2]	--
20	C	30.00	33.00	21.02	21.35	49.53	111.82	1.378 (B)	[A2M2]	--
21	C	31.00	30.00	18.00	22.97	48.06	104.83	1.379 (B)	[A2M2]	--
22	C	31.00	31.00	19.00	22.75	48.95	110.54	1.380 (B)	[A2M2]	--
23	C	35.00	30.00	18.44	25.87	53.41	169.64	1.381 (B)	[A2M2]	--
24	C	31.00	32.00	20.00	22.54	49.93	116.52	1.383 (B)	[A2M2]	--
25	C	30.00	27.00	15.03	22.66	44.57	79.19	1.384 (B)	[A2M2]	--
26	C	29.00	33.00	21.10	20.25	48.23	103.30	1.384 (B)	[A2M2]	--
27	C	29.00	32.00	20.10	20.44	47.45	98.25	1.385 (B)	[A2M2]	--
28	C	31.00	26.00	14.00	23.93	44.74	81.92	1.385 (B)	[A2M2]	--
29	C	29.00	31.00	19.10	20.65	46.69	93.22	1.386 (B)	[A2M2]	--
30	C	29.00	30.00	18.11	20.85	45.96	88.16	1.388 (B)	[A2M2]	--
31	C	32.00	31.00	19.03	23.64	50.31	122.80	1.390 (B)	[A2M2]	--
32	C	34.00	30.00	18.25	25.30	52.11	148.47	1.392 (B)	[A2M2]	--
33	C	29.00	29.00	17.12	21.07	45.19	83.00	1.393 (B)	[A2M2]	--
34	C	30.00	26.00	14.04	22.91	43.73	73.57	1.395 (B)	[A2M2]	--

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
35	C	29.00	28.00	16.12	21.29	44.41	77.83	1.395 (B)	[A2M2]	--
36	C	32.00	30.00	18.03	23.86	49.34	116.39	1.398 (B)	[A2M2]	--
37	C	32.00	28.00	16.03	24.32	47.54	104.36	1.398 (B)	[A2M2]	--
38	C	31.00	25.00	13.00	24.19	43.86	75.97	1.399 (B)	[A2M2]	--
39	C	28.00	29.00	17.26	19.83	44.26	77.81	1.399 (B)	[A2M2]	--
40	C	33.00	30.00	18.11	24.63	50.72	130.79	1.400 (B)	[A2M2]	--
41	C	32.00	29.00	17.03	24.08	48.41	110.28	1.400 (B)	[A2M2]	--
42	C	29.00	27.00	15.13	21.52	43.61	72.62	1.400 (B)	[A2M2]	--
43	C	32.00	27.00	15.03	24.56	46.69	98.39	1.401 (B)	[A2M2]	--
44	C	29.00	26.00	14.14	21.76	42.76	67.30	1.404 (B)	[A2M2]	--
45	C	28.00	30.00	18.25	19.62	45.01	82.63	1.405 (B)	[A2M2]	--
46	C	32.00	26.00	14.04	24.81	45.83	92.39	1.406 (B)	[A2M2]	--
47	C	30.00	25.00	13.04	23.17	42.85	67.85	1.408 (B)	[A2M2]	--
48	C	29.00	25.00	13.15	22.01	41.83	62.19	1.408 (B)	[A2M2]	--
49	C	32.00	25.00	13.04	25.07	44.94	86.19	1.416 (B)	[A2M2]	--
50	C	33.00	29.00	17.12	24.85	49.73	123.92	1.418 (B)	[A2M2]	--
51	C	31.00	24.00	12.00	24.47	42.95	69.86	1.419 (B)	[A2M2]	--
52	C	30.00	24.00	12.04	23.44	41.90	62.29	1.419 (B)	[A2M2]	--
53	C	28.00	28.00	16.28	20.04	43.50	72.94	1.420 (B)	[A2M2]	--
54	C	35.00	29.00	17.46	26.08	52.44	161.10	1.420 (B)	[A2M2]	--
55	C	34.00	29.00	17.26	25.51	51.11	140.64	1.423 (B)	[A2M2]	--
56	C	30.00	22.00	10.05	24.02	40.00	51.79	1.426 (B)	[A2M2]	--
57	C	30.00	23.00	11.05	23.72	40.95	56.99	1.426 (B)	[A2M2]	--
58	C	29.00	24.00	12.17	22.27	40.92	57.32	1.429 (B)	[A2M2]	--
59	C	32.00	24.00	12.04	25.35	44.01	79.95	1.432 (B)	[A2M2]	--
60	C	30.00	21.00	9.06	24.34	39.05	46.58	1.433 (B)	[A2M2]	--
61	C	33.00	28.00	16.12	25.08	48.78	117.46	1.433 (B)	[A2M2]	--
62	C	33.00	27.00	15.13	25.32	47.87	111.29	1.437 (B)	[A2M2]	--
63	C	31.00	23.00	11.00	24.76	41.97	63.85	1.441 (B)	[A2M2]	--
64	C	28.00	27.00	15.30	20.26	42.67	68.07	1.447 (B)	[A2M2]	--
65	C	33.00	26.00	14.14	25.57	46.98	105.08	1.447 (B)	[A2M2]	--
66	C	34.00	28.00	16.28	25.74	50.11	133.32	1.452 (B)	[A2M2]	--
67	C	29.00	23.00	11.18	22.54	40.00	52.62	1.452 (B)	[A2M2]	--
68	C	33.00	25.00	13.15	25.82	46.09	98.85	1.457 (B)	[A2M2]	--
69	C	31.00	22.00	10.00	25.06	40.99	58.06	1.457 (B)	[A2M2]	--
70	C	32.00	23.00	11.05	25.64	43.04	73.53	1.460 (B)	[A2M2]	--
71	C	35.00	28.00	16.49	26.30	51.47	152.81	1.461 (B)	[A2M2]	--
72	C	30.00	20.00	8.06	24.68	38.06	41.44	1.468 (B)	[A2M2]	--
73	C	28.00	26.00	14.32	20.48	41.76	63.37	1.474 (B)	[A2M2]	--
74	C	31.00	21.00	9.00	25.39	40.00	52.37	1.475 (B)	[A2M2]	--
75	C	34.00	27.00	15.30	25.97	49.15	126.53	1.475 (B)	[A2M2]	--
76	C	29.00	22.00	10.20	22.82	39.10	47.87	1.487 (B)	[A2M2]	--
77	C	33.00	24.00	12.17	26.09	45.15	92.10	1.487 (B)	[A2M2]	--
78	C	32.00	22.00	10.05	25.94	42.05	67.03	1.496 (B)	[A2M2]	--
79	C	31.00	20.00	8.00	25.74	38.98	46.73	1.496 (B)	[A2M2]	--
80	C	34.00	26.00	14.32	26.21	48.22	119.94	1.500 (B)	[A2M2]	--
81	C	35.00	27.00	15.52	26.52	50.49	145.17	1.500 (B)	[A2M2]	--
82	C	28.00	25.00	13.34	20.72	40.88	58.91	1.503 (B)	[A2M2]	--
83	C	33.00	23.00	11.18	26.38	44.18	85.75	1.512 (B)	[A2M2]	--
84	C	34.00	25.00	13.34	26.46	47.30	113.85	1.515 (B)	[A2M2]	--
85	C	29.00	21.00	9.22	23.13	38.18	43.35	1.524 (B)	[A2M2]	--
86	C	32.00	21.00	9.06	26.27	41.03	60.90	1.527 (B)	[A2M2]	--
87	C	28.00	24.00	12.37	20.96	40.00	54.73	1.531 (B)	[A2M2]	--
88	C	35.00	26.00	14.56	26.75	49.54	138.00	1.539 (B)	[A2M2]	--
89	C	34.00	24.00	12.37	26.71	46.37	107.22	1.545 (B)	[A2M2]	--
90	C	33.00	22.00	10.20	26.67	43.16	79.14	1.550 (B)	[A2M2]	--
91	C	32.00	20.00	8.06	26.61	40.00	54.76	1.565 (B)	[A2M2]	--
92	C	29.00	20.00	8.25	23.45	37.24	38.96	1.571 (B)	[A2M2]	--
93	C	28.00	23.00	11.40	21.22	39.15	50.57	1.571 (B)	[A2M2]	--
94	C	35.00	25.00	13.60	26.98	48.59	131.30	1.578 (B)	[A2M2]	--
95	C	34.00	23.00	11.40	26.98	45.39	100.70	1.582 (B)	[A2M2]	--
96	C	27.00	26.00	14.56	19.10	40.85	61.81	1.596 (B)	[A2M2]	--
97	C	33.00	21.00	9.22	26.99	42.13	72.27	1.606 (B)	[A2M2]	--
98	C	35.00	24.00	12.65	27.23	47.65	124.86	1.615 (B)	[A2M2]	--
99	C	28.00	22.00	10.44	21.48	38.29	46.57	1.617 (B)	[A2M2]	--
100	C	34.00	22.00	10.44	27.27	44.37	94.05	1.627 (B)	[A2M2]	--
101	C	27.00	25.00	13.60	19.31	40.01	58.07	1.633 (B)	[A2M2]	--
102	C	27.00	24.00	12.65	19.54	39.20	54.42	1.669 (B)	[A2M2]	--
103	C	35.00	23.00	11.70	27.48	46.68	118.26	1.669 (B)	[A2M2]	--
104	C	33.00	20.00	8.25	27.32	41.08	65.55	1.673 (B)	[A2M2]	--

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
105	C	28.00	21.00	9.49	21.76	37.42	42.78	1.674 (B)	[A2M2]	--
106	C	34.00	21.00	9.49	27.56	43.28	86.76	1.705 (B)	[A2M2]	--
107	C	27.00	23.00	11.70	19.77	38.38	50.92	1.716 (B)	[A2M2]	--
108	C	35.00	22.00	10.77	27.75	45.66	111.80	1.722 (B)	[A2M2]	--
109	C	27.00	30.00	18.44	14.06	44.13	81.66	1.725 (B)	[A2M2]	--
110	C	27.00	31.00	19.42	13.69	44.85	86.99	1.739 (B)	[A2M2]	--
111	C	27.00	32.00	20.40	13.33	45.56	92.33	1.752 (B)	[A2M2]	--
112	C	27.00	33.00	21.38	12.98	46.25	97.66	1.762 (B)	[A2M2]	--
113	C	27.00	22.00	10.77	20.02	37.56	47.71	1.775 (B)	[A2M2]	--
114	C	28.00	20.00	8.54	22.06	36.54	38.81	1.780 (B)	[A2M2]	--
115	C	35.00	21.00	9.85	28.03	44.58	104.50	1.817 (B)	[A2M2]	--
116	C	34.00	20.00	8.54	27.88	42.21	79.30	1.822 (B)	[A2M2]	--
117	C	27.00	21.00	9.85	20.27	36.76	44.40	1.880 (B)	[A2M2]	--
118	C	35.00	20.00	8.94	28.32	43.43	96.43	1.990 (B)	[A2M2]	--
119	C	26.00	22.00	11.18	18.45	36.95	51.02	2.039 (B)	[A2M2]	--
120	C	27.00	20.00	8.94	20.54	35.93	41.11	2.053 (B)	[A2M2]	--
121	C	26.00	23.00	12.08	16.13	37.69	54.06	2.070 (B)	[A2M2]	--
122	C	26.00	24.00	13.00	15.14	38.47	57.70	2.136 (B)	[A2M2]	--
123	C	26.00	33.00	21.59	11.66	45.38	99.17	2.142 (B)	[A2M2]	--
124	C	26.00	32.00	20.62	12.01	44.70	94.23	2.164 (B)	[A2M2]	--
125	C	26.00	31.00	19.65	12.36	44.01	89.23	2.189 (B)	[A2M2]	--
126	C	26.00	25.00	13.93	14.70	39.24	61.74	2.195 (B)	[A2M2]	--
127	C	26.00	21.00	10.30	18.68	36.20	48.44	2.218 (B)	[A2M2]	--
128	C	26.00	30.00	18.68	12.72	43.30	84.27	2.219 (B)	[A2M2]	--
129	C	26.00	26.00	14.87	14.28	40.01	65.91	2.229 (B)	[A2M2]	--
130	C	26.00	29.00	17.72	13.09	42.51	79.37	2.235 (B)	[A2M2]	--
131	C	26.00	27.00	15.81	13.87	40.82	70.16	2.250 (B)	[A2M2]	--
132	C	26.00	28.00	16.76	13.47	41.63	74.64	2.250 (B)	[A2M2]	--
133	C	26.00	20.00	9.43	18.92	35.41	45.97	2.508 (B)	[A2M2]	--
134	C	25.00	33.00	21.84	10.60	44.56	102.67	2.633 (B)	[A2M2]	--
135	C	25.00	32.00	20.88	10.81	43.90	98.19	2.719 (B)	[A2M2]	--
136	C	25.00	31.00	19.92	11.02	43.22	93.67	2.816 (B)	[A2M2]	--
137	C	25.00	30.00	18.97	11.31	42.43	89.19	2.926 (B)	[A2M2]	--
138	C	25.00	29.00	18.03	11.67	41.58	84.99	3.035 (B)	[A2M2]	--
139	C	25.00	28.00	17.09	12.04	40.80	81.01	3.144 (B)	[A2M2]	--
140	C	25.00	27.00	16.16	12.42	40.01	77.25	3.242 (B)	[A2M2]	--
141	C	24.00	33.00	22.14	9.71	43.79	107.64	3.267 (B)	[A2M2]	--
142	C	25.00	26.00	15.23	12.82	39.27	73.65	3.347 (B)	[A2M2]	--
143	C	25.00	25.00	14.32	13.22	38.54	70.19	3.463 (B)	[A2M2]	--
144	C	24.00	32.00	21.19	9.89	43.14	103.74	3.477 (B)	[A2M2]	--
145	C	25.00	24.00	13.42	13.64	37.81	67.05	3.556 (B)	[A2M2]	--
146	C	25.00	23.00	12.53	14.08	37.11	63.92	3.679 (B)	[A2M2]	--
147	C	24.00	31.00	20.25	10.08	42.36	99.92	3.737 (B)	[A2M2]	--
148	C	25.00	22.00	11.66	14.53	36.42	60.71	3.878 (B)	[A2M2]	--
149	C	24.00	30.00	19.31	10.28	41.52	96.32	4.018 (B)	[A2M2]	--
150	C	23.00	33.00	22.47	9.15	43.07	113.87	4.028 (B)	[A2M2]	--
151	C	25.00	21.00	10.82	15.01	35.71	57.96	4.037 (B)	[A2M2]	--
152	C	25.00	20.00	10.00	15.62	34.97	55.18	4.280 (B)	[A2M2]	--
153	C	24.00	29.00	18.38	10.50	40.77	92.94	4.327 (B)	[A2M2]	--
154	C	23.00	32.00	21.54	9.20	42.29	110.72	4.433 (B)	[A2M2]	--
155	C	24.00	28.00	17.46	10.73	40.01	89.80	4.658 (B)	[A2M2]	--
156	C	22.00	33.00	22.85	8.40	42.22	120.91	4.739 (B)	[A2M2]	--
157	C	23.00	31.00	20.62	9.25	41.47	107.81	4.908 (B)	[A2M2]	--
158	C	24.00	27.00	16.55	10.98	39.30	86.79	5.058 (B)	[A2M2]	--
159	C	22.00	32.00	21.93	8.53	41.43	118.65	5.301 (B)	[A2M2]	--
160	C	21.00	33.00	23.26	7.23	41.38	129.53	5.424 (B)	[A2M2]	--
161	C	23.00	30.00	19.70	9.30	40.75	105.11	5.482 (B)	[A2M2]	--
162	C	24.00	26.00	15.65	11.29	38.61	83.84	5.525 (B)	[A2M2]	--
163	C	20.00	33.00	23.71	5.99	40.68	139.75	5.972 (B)	[A2M2]	--
164	C	24.00	25.00	14.76	11.68	37.91	81.27	6.002 (B)	[A2M2]	--
165	C	22.00	31.00	21.02	8.67	40.73	116.65	6.018 (B)	[A2M2]	--
166	C	21.00	32.00	22.36	7.35	40.70	128.05	6.101 (B)	[A2M2]	--
167	C	23.00	29.00	18.79	9.47	40.01	102.62	6.181 (B)	[A2M2]	--
168	C	24.00	24.00	13.89	12.08	37.25	78.80	6.675 (B)	[A2M2]	--
169	C	20.00	32.00	22.83	6.09	40.01	139.07	6.694 (B)	[A2M2]	--
170	C	22.00	30.00	20.12	8.82	40.01	114.90	6.956 (B)	[A2M2]	--
171	C	21.00	31.00	21.47	7.47	40.01	126.85	6.969 (B)	[A2M2]	--
172	C	23.00	28.00	17.89	9.67	39.33	100.35	7.086 (B)	[A2M2]	--
173	C	20.00	31.00	21.95	6.19	39.40	138.61	7.625 (B)	[A2M2]	--
174	C	24.00	23.00	13.04	12.50	36.60	76.33	7.843 (B)	[A2M2]	--

N°	F	C _x [m]	C _y [m]	R [m]	x _v [m]	x _m [m]	V [mc]	FS	Caso	Sisma
175	C	21.00	30.00	20.59	7.59	39.38	125.88	8.138 (B)	[A2M2]	--
176	C	22.00	29.00	19.24	8.98	39.36	113.38	8.277 (B)	[A2M2]	--
177	C	23.00	27.00	17.00	9.88	38.67	98.18	8.395 (B)	[A2M2]	--
178	C	20.00	30.00	21.10	6.29	38.82	138.40	8.935 (B)	[A2M2]	--
179	C	24.00	22.00	12.21	12.93	35.95	74.28	9.309 (B)	[A2M2]	--
180	C	21.00	29.00	19.72	7.72	38.77	125.10	9.878 (B)	[A2M2]	--
181	C	23.00	26.00	16.12	10.11	38.01	96.28	10.172 (B)	[A2M2]	--
182	C	22.00	28.00	18.36	9.06	38.72	112.06	10.314 (B)	[A2M2]	--
183	C	20.00	29.00	20.25	6.40	38.24	138.52	10.709 (B)	[A2M2]	--
184	C	24.00	21.00	11.40	13.38	35.28	72.22	12.336 (B)	[A2M2]	--
185	C	21.00	28.00	18.87	7.86	38.17	124.68	12.487 (B)	[A2M2]	--
186	C	23.00	25.00	15.26	10.36	37.37	94.58	13.090 (B)	[A2M2]	--
187	C	20.00	28.00	19.42	6.51	37.67	138.92	13.495 (B)	[A2M2]	--
188	C	22.00	27.00	17.49	9.11	38.09	111.02	13.600 (B)	[A2M2]	--
189	C	21.00	27.00	18.03	8.00	37.57	124.54	17.182 (B)	[A2M2]	--
190	C	24.00	20.00	10.63	13.84	34.60	70.87	17.206 (B)	[A2M2]	--
191	C	20.00	27.00	18.60	6.63	37.15	139.59	18.486 (B)	[A2M2]	--
192	C	23.00	24.00	14.42	10.63	36.77	93.00	18.678 (B)	[A2M2]	--
193	C	22.00	26.00	16.64	9.18	37.47	110.12	20.221 (B)	[A2M2]	--
194	C	21.00	26.00	17.20	8.15	37.03	124.61	28.828 (B)	[A2M2]	--
195	C	20.00	26.00	17.80	6.75	36.64	140.70	29.535 (B)	[A2M2]	--
196	C	23.00	23.00	13.60	10.92	36.16	91.64	32.220 (B)	[A2M2]	--
197	C	22.00	25.00	15.81	9.25	36.91	109.41	41.060 (B)	[A2M2]	--
198	C	20.00	25.00	17.03	6.88	36.13	142.15	76.886 (B)	[A2M2]	--
199	C	21.00	25.00	16.40	8.31	36.50	125.06	89.635 (B)	[A2M2]	--
200	C	23.00	22.00	12.81	11.27	35.54	90.53	118.054 (B)	[A2M2]	--
201	C	22.00	24.00	15.00	9.37	36.34	109.00	2074.729 (B)	[A2M2]	--
202	C	20.00	24.00	16.28	7.01	35.62	143.84		[A2M2]	--
203	C	21.00	24.00	15.62	8.47	35.96	125.86		[A2M2]	--
204	C	23.00	21.00	12.04	11.69	34.92	89.69		[A2M2]	--
205	C	22.00	23.00	14.21	9.61	35.77	108.87		[A2M2]	--
206	C	20.00	23.00	15.56	7.15	35.11	146.26		[A2M2]	--
207	C	21.00	23.00	14.87	8.65	35.42	126.91		[A2M2]	--
208	C	23.00	20.00	11.31	12.13	34.28	89.19		[A2M2]	--
209	C	22.00	22.00	13.45	9.87	35.19	108.99		[A2M2]	--
210	C	20.00	22.00	14.87	7.30	34.60	149.17		[A2M2]	--
211	C	21.00	22.00	14.14	8.83	34.87	128.62		[A2M2]	--
212	C	22.00	21.00	12.73	10.16	34.60	109.66		[A2M2]	--
213	C	20.00	21.00	14.21	7.45	34.05	152.65		[A2M2]	--
214	C	21.00	21.00	13.45	9.02	34.32	130.92		[A2M2]	--
215	C	20.00	20.00	13.60	7.62	33.47	157.52		[A2M2]	--
216	C	22.00	20.00	12.04	10.48	33.98	110.42		[A2M2]	--
217	C	21.00	20.00	12.81	9.12	33.71	133.76		[A2M2]	--

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X _s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y _{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y _{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X _g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y _g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kg/cmq
W	peso della striscia espressa in kg
Q	carico applicato sulla striscia espressa in kg
N	sforzo normale alla base della striscia espressa in kg
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espressa in kg
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kg
E _s , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
X _s , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kg
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	47	
Coordinate del centro	X[m]= 34.00	Y[m]= 33.00
Raggio del cerchio	R[m]= 21.21	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 24.68	Y _v [m]= 13.94
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 54.99	Y _m [m]= 29.95

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s [m]	Y _{ss} [m]	Y _{si} [m]	X _d [m]	Y _{ds} [m]	Y _{di} [m]	X _g [m]	Y _g [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cmq]
1	24.68	13.94	13.94	26.14	13.99	13.30	25.66	13.74	1.59	-23.90	23.04	0.08
2	26.14	13.99	13.30	27.60	14.03	12.78	26.94	13.51	1.55	-19.66	23.04	0.08
3	27.60	14.03	12.78	29.05	14.08	12.37	28.36	13.31	1.51	-15.53	23.04	0.08
4	29.05	14.08	12.37	30.51	14.12	12.08	29.80	13.16	1.49	-11.48	23.04	0.08
5	30.51	14.12	12.08	30.55	14.18	12.07	30.53	13.11	0.04	-9.41	23.04	0.08
6	30.55	14.18	12.07	31.44	15.52	11.94	31.03	13.45	0.90	-8.15	23.04	0.08
7	31.44	15.52	11.94	32.94	17.44	11.81	32.25	14.21	1.51	-4.90	30.22	0.01
8	32.94	17.44	11.81	34.24	19.11	11.79	33.62	15.06	1.30	-1.11	31.08	0.00
9	34.24	19.11	11.79	35.59	19.42	11.85	34.92	15.54	1.36	2.48	31.08	0.00
10	35.59	19.42	11.85	36.95	19.74	11.99	36.27	15.75	1.36	6.15	31.08	0.00
11	36.95	19.74	11.99	37.36	19.84	12.05	37.16	15.91	0.41	8.55	31.08	0.00
12	37.36	19.84	12.05	37.48	19.86	12.07	37.42	15.96	0.12	9.28	31.08	0.00
13	37.48	19.86	12.07	38.36	20.27	12.24	37.92	16.11	0.90	10.66	31.08	0.00
14	38.36	20.27	12.24	39.25	20.67	12.45	38.81	16.41	0.91	13.10	31.08	0.00
15	39.25	20.67	12.45	39.74	20.86	12.58	39.50	16.64	0.51	15.01	31.08	0.00
16	39.74	20.86	12.58	40.67	21.41	12.86	40.21	16.93	0.97	17.01	31.08	0.00
17	40.67	21.41	12.86	40.74	21.45	12.89	40.71	17.15	0.07	18.43	31.08	0.00
18	40.74	21.45	12.89	41.50	21.86	13.16	41.12	17.34	0.81	19.62	31.08	0.00
19	41.50	21.86	13.16	41.71	22.00	13.24	41.61	17.56	0.22	21.01	31.08	0.00
20	41.71	22.00	13.24	42.13	22.30	13.41	41.92	17.74	0.45	21.92	31.08	0.00
21	42.13	22.30	13.41	42.71	22.70	13.66	42.42	18.02	0.63	23.39	31.08	0.00
22	42.71	22.70	13.66	42.95	22.86	13.77	42.83	18.25	0.26	24.60	31.08	0.00
23	42.95	22.86	13.77	43.45	23.00	14.01	43.20	18.41	0.55	25.70	31.08	0.00
24	43.45	23.00	14.01	43.72	23.07	14.14	43.58	18.56	0.30	26.86	31.08	0.00
25	43.72	23.07	14.14	44.37	23.24	14.49	44.04	18.74	0.74	28.27	31.08	0.00
26	44.37	23.24	14.49	45.24	23.45	15.01	44.80	19.05	1.01	30.63	31.08	0.00
27	45.24	23.45	15.01	45.50	23.52	15.17	45.37	19.29	0.31	32.41	31.08	0.00
28	45.50	23.52	15.17	45.65	23.56	15.27	45.57	19.38	0.18	33.07	31.08	0.00
29	45.65	23.56	15.27	45.88	23.63	15.43	45.76	19.47	0.28	33.68	31.08	0.00
30	45.88	23.63	15.43	47.01	23.86	16.24	46.44	19.79	1.40	35.94	31.08	0.00
31	47.01	23.86	16.24	47.12	23.90	16.33	47.06	20.08	0.14	38.02	31.08	0.00
32	47.12	23.90	16.33	47.23	23.95	16.42	47.17	20.15	0.14	38.39	31.08	0.00
33	47.23	23.95	16.42	48.25	24.34	17.29	47.73	20.49	1.34	40.39	31.08	0.00
34	48.25	24.34	17.29	49.10	24.86	18.10	48.67	21.14	1.18	43.79	31.08	0.00
35	49.10	24.86	18.10	49.13	24.88	18.13	49.11	21.49	0.04	45.44	31.08	0.00
36	49.13	24.88	18.13	49.44	25.14	18.45	49.28	21.65	0.45	46.10	31.08	0.00
37	49.44	25.14	18.45	50.04	25.64	19.12	49.74	22.09	0.90	47.92	27.41	0.04
38	50.04	25.64	19.12	50.37	25.86	19.51	50.20	22.53	0.51	49.82	23.04	0.08
39	50.37	25.86	19.51	50.52	26.04	19.69	50.44	22.78	0.24	50.83	23.04	0.08
40	50.52	26.04	19.69	51.25	26.86	20.65	50.88	23.31	1.21	52.78	23.04	0.08
41	51.25	26.86	20.65	52.06	27.70	21.87	51.65	24.27	1.46	56.38	23.04	0.08
42	52.06	27.70	21.87	52.21	27.86	22.12	52.13	24.89	0.29	58.75	23.04	0.08
43	52.21	27.86	22.12	52.49	28.11	22.60	52.35	25.17	0.56	59.89	23.04	0.08
44	52.49	28.11	22.60	53.36	28.86	24.33	52.91	25.96	1.93	63.26	23.04	0.08
45	53.36	28.86	24.33	54.21	29.52	26.55	53.76	27.27	2.38	69.09	31.01	0.00
46	54.21	29.52	26.55	54.65	29.86	28.14	54.41	28.48	1.65	74.54	31.08	0.00
47	54.65	29.86	28.14	54.99	29.95	29.95	54.76	29.32	1.84	79.25	31.08	0.00

Metodo di BISHOP

Coefficiente di sicurezza F_s= 1.288

Forze applicate sulle strisce

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
1	955	0	1737	1563	0	0	2133	0	0	

N°	W [kg]	Q [kg]	N [kg]	T [kg]	U [kg]	E _s [kg]	E _d [kg]	X _s [kg]	X _d [kg]	ID
2	2691	0	3121	1991	447	2133	5208	0	0	
3	4094	0	3461	2082	1366	5208	8506	0	0	
4	5186	0	3633	2123	2090	8506	11725	0	0	
5	158	0	104	59	66	11725	11812	0	0	
6	4810	0	3532	1725	1574	11812	14242	0	0	
7	13122	0	10571	4881	3017	14242	20265	0	0	
8	15995	0	13067	6116	3049	20265	26692	0	0	
9	19180	0	15217	7122	3673	26692	32990	0	0	
10	19727	0	15006	7023	4079	32990	37927	0	0	
11	6050	0	4499	2106	1302	37927	39146	0	0	
12	1775	0	1312	614	386	39146	39478	0	0	
13	13292	0	9760	4568	2906	39478	41625	0	0	
14	13660	0	9949	4656	2993	41625	43226	0	0	
15	7683	0	5570	2607	1685	43226	43865	0	0	
16	14867	0	10779	5045	3226	43865	44591	0	0	
17	1138	0	826	387	245	44591	44620	0	0	
18	12467	0	9004	4214	2729	44620	44651	0	0	
19	3484	0	2504	1172	778	44651	44568	0	0	
20	7045	0	5058	2367	1583	44568	44284	0	0	
21	9883	0	7090	3319	2242	44284	43626	0	0	
22	4135	0	2967	1389	945	43626	43260	0	0	
23	8590	0	6152	2879	1996	43260	42320	0	0	
24	4596	0	3282	1536	1092	42320	41714	0	0	
25	10912	0	7773	3638	2660	41714	39977	0	0	
26	14205	0	10102	4728	3607	39977	37061	0	0	
27	4146	0	2950	1381	1084	37061	36064	0	0	
28	2370	0	1688	790	626	36064	35463	0	0	
29	3604	0	2567	1201	963	35463	34505	0	0	
30	16983	0	12129	5677	4732	34505	29204	0	0	
31	1587	0	1138	532	460	29204	28639	0	0	
32	1578	0	1134	531	459	28639	28066	0	0	
33	14134	0	10283	4813	4180	28066	22358	0	0	
34	11154	0	8375	3920	3320	22358	17094	0	0	
35	385	0	295	138	113	17094	16900	0	0	
36	3959	0	3067	1436	1150	16900	14856	0	0	
37	7530	0	6126	2720	2097	14856	10577	0	0	
38	4036	0	3460	1460	1065	10577	8062	0	0	
39	1810	0	1583	670	459	8062	6902	0	0	
40	8706	0	7985	3386	1950	6902	1039	0	0	
41	9261	0	9314	3984	1420	1039	-5694	0	0	
42	1649	0	1770	764	149	-5694	-6938	0	0	
43	2992	0	3322	1444	153	-6938	-9220	0	0	
44	8297	0	9700	4404	0	-9220	-15901	0	0	
45	6054	0	7620	3570	0	-15901	-21745	0	0	
46	1957	0	2727	1276	0	-21745	-24033	0	0	
47	559	0	865	405	0	-24033	-24808	0	0	